



**PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DES
ANCIENS CHAMPS DE CULTURES DANS LA NOUVELLE
AIRE PROTEGEE ORONJIA
(Région DIANA_MADAGASCAR)**



Par: Dinasoa TAHIRINIRAINY

& Chris BIRKINSHAW

Missouri Botanical Garden, 2020

SOMMAIRE

I. CONTEXTE GLOBAL SUR LA NAP ORONJIA	1
I.1. Localisation de la NAP	1
I.2. Historique de la NAP	1
I.3. Facteurs abiotiques	2
I.4. Facteurs biotiques.....	3
I.5. Vocations de la NAP Oronjia	5
I.6. Pressions et menaces	5
II. JUSTIFICATION DE L'ACTION DE RESTAURATION FORESTIERE	9
III. OBJECTIF ET « OUTCOMES » DU PROJET	10
IV. APPROCHES	10
V. METHODES PROPOSEES.....	10
V.1. Lancement du projet	10
V.2. Plan de restauration.....	11
V.3. Zones cibles pour la restauration forestière	11
V.4. Espèces cibles.....	12
V.5. Protocoles de propagation de plants.....	13
V.6. Protocoles de plantation	14
V.7. Mise en place des expériences pour améliorer la pratique de restauration forestière .	16
V.7.1. Impacts de différentes quantités d'engrais sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones.....	16
V.7.2. Impacts de l'utilisation de clôtures sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones vis-à-vis de la divagation de bétails	17
V.7.3. Impacts de l'utilisation de « waterbox & cocoon » sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones.....	18
V.7.4. Effets de la distance entre la lisière de la forêt et la plantation sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones.....	18
V.8. Entretiens et suivi des plantules.....	18
V.9. Partage des résultats	19
ANNEXES	i

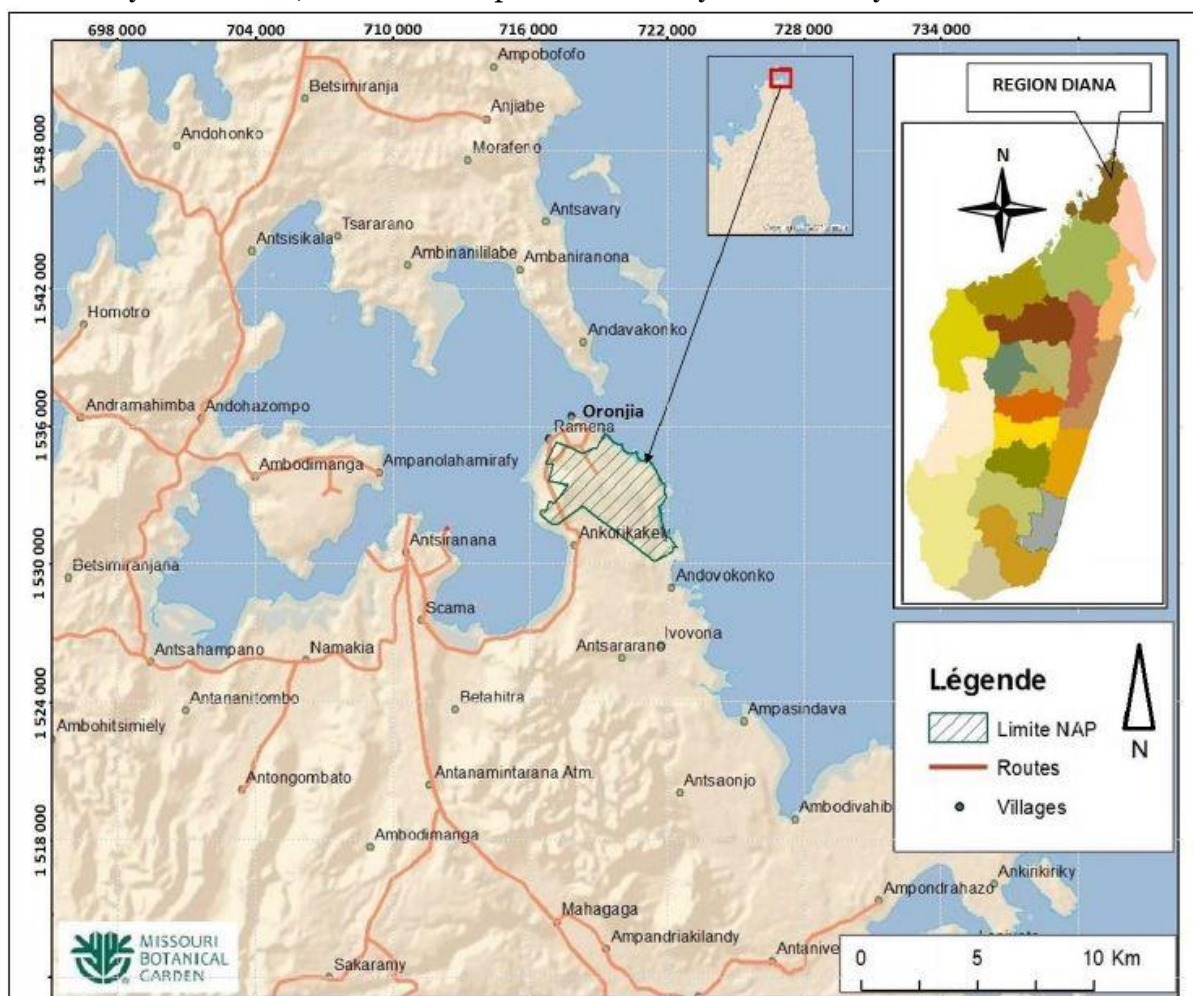
I. CONTEXTE GLOBAL SUR LA NAP ORONJIA

I.1. Localisation de la NAP

La Nouvelle Aire Protégée Oronjia se trouve sur l'extrême nord de Madagascar, elle est parmi les vestiges de forêts sèches sur sable de cette région, avec la Montagne des Français et la baie d'Ambodivahabe, qui sont des aires protégées nouvellement créées, ils constituent le « Complexe Ramena ».

Administrativement, la Nouvelle Aire Protégée Oronjia est incluse dans la région de DIANA, le District Antsiranana II, la commune rurale de Ramena et touche le fokontany Ramena et Ankorikihely (carte 1).

Géographiquement, elle se situe entre 12°14'00.8'' et 12°18'48.1'' de latitude Sud et 49°22'44.8'' et 49°23'34.0'' de longitude Est, elle est délimitée au Nord-Ouest par le Fokontany de Ramena, au Sud-Ouest par le Fokontany Ankorikihely.



Carte 1: Localisation de la NAP Oronjia

I.2. Historique de la NAP

Depuis l'époque coloniale, Oronjia était une concession militaire. Elle était gérée par le Ministère de la Défense Nationale, portant son titre foncier dénommé « Terrain Militaire d'Orange Ankoriky » TFN 5228 BK.

Cette concession est formée en grande partie par une forêt sèche. Elle s'étend sur une superficie de 1648 hectares. A partir de l'indépendance, les forêts ont été exploitées par les populations riveraines pour le charbonnage, l'extension des champs de culture, les coupes sélectives pour les bois de construction, la divagation des bétails ainsi que la collecte des tubercules sauvages (PAG, 2014). Afin de conserver les richesses d'Oronjia, sa mise en place

parmi les aires protégées à Madagascar a été priorisée, les processus de conservation ont été commencés depuis l'année 2007 et le site a obtenu son décret de création définitive en Avril 2015 (décret n°2015-771 portant création de l'aire protégée dénommée « Oronjia » commune rurale ramena, District Antsiranana II, Région Diana)

I.3. Facteurs abiotiques

✓ **Climat** : La Forêt d'Oronjia est sous le régime climatique sec de Diégo, appartenant dans le domaine pluviométrique de la région occidentale, avec une saison sèche remarquable, et est régi par un bioclimat de type subhumide chaud selon MORAT (1973) et "sec" selon CORNET (1974). D'après les données météorologiques issues du Service Météorologique d'Antsiranana, le climat est caractérisé par une pluviosité plus de 1000 mm/an, s'étalant sur 130 jours par an selon les données enregistrées durant 30 ans (1961-1990), et par la prédominance des Alizés, vents violents venant du Sud-est de Madagascar appelés : « *Varatraza* » pendant la saison sèche, et par la Mousson venant du Nord-ouest qui apporte les pluies orageuses durant la saison des pluies.

La courbe ombrothermique ci-dessous montre deux saisons bien distinctes :

- la saison des pluies de Décembre à Avril, qui se caractérise par une supériorité absolue des précipitations, une chaleur soutenue que modèrent des pluies violentes, un degré hydrométrique élevé.
- la saison sèche et chaud très marquée d'Avril jusqu'au mois d'Octobre.

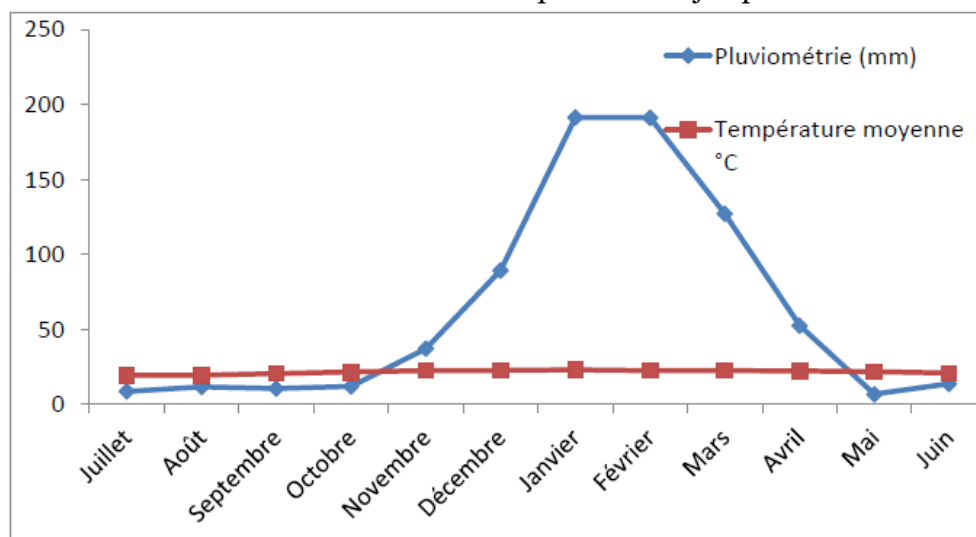


Figure : Courbe ombrothermique de la région d'Antsiranana (2008-2014)
(Source : Station météorologique d'Antsiranana, 2008)

✓ **Topographie** : La NAP Oronjia est situé à une altitude entre 0 et 84 m, Oronjia comprend un paysage contrasté, comportant deux compartiments bien distincts : la partie en bordure de la mer à basse altitude et un arrière-pays constitué de hautes terres souvent accidentés qui présentent un fort risque de dégradation rapide par déforestation.

✓ **Géologie et sol** : La Forêt d'Oronjia s'installe sur sables et calcaires à Polypiers (Levers, 1963), ce sont des roches d'origine sédimentaires, l'érosion laisse les calcaires s'exposer à la surface dans quelques stations. La lithologie de la zone montre qu'elle est essentiellement constituée par des dunes vives aujourd'hui de la zone (Bésairie, 1964), ce sont des dunes du quaternaire ancien.

✓ **Hydrographie** : Le réseau hydrographique de la zone est très pauvre, les sources qui assurent les besoins en eau de la population environnante se trouvent respectivement dans la

partie Sud et au Nord de la nouvelle aire protégée. Elles sont formées par des étangs permanents : Matsabory Antsivoragnana et La Grotte. Par contre, des sources temporaires existent dans la zone, mais qui perdent leurs fonctions en saison sèche, comme Matsabory Maika, Matsabory Senegaly, et la seule vallée de la zone (Ambararata) qui est inondable temporairement après passage de pluie et est la partie la plus humide du site.

I.4. Facteurs biotiques

✓ **Flore et Végétation** : L'ensemble de la zone d'Oronjia est caractérisé par une formation végétale sèche dégradée, elle appartient à la région occidentale, domaine de l'Ouest et secteur Nord, selon Humbert (1955), dans la série à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia*, ou forêt sèche de l'Ouest (Moat *et al.* 2007). Tenant compte de la composition floristique de la végétation, on peut distinguer deux types de formations dans le site.

- Forêt à essence autochtone : Elle occupe la majeure partie du site, couvrant une superficie d'environ 881 ha. Elle est ouverte dans plusieurs endroits, en dominance formée par des individus de régénération et rejets des troncs coupés, c'est-à-dire elle est secondarisée. Cette formation n'est pas stratifiée, elle atteint rarement 8 m de hauteur, le niveau de concentration maximale des feuilles se trouve entre 0.2 – 2 m du sol. Après des centaines d'années d'impact humain, les arbres autochtones les plus utiles sont maintenant beaucoup moins abondants. Ce type de formation s'installe sur un substrat sableux, ou quelques fois des calcaires dans certaines stations. On peut y rencontrer différentes formes d'adaptation à la sécheresse, la pachycaulie chez *Adansonia madagascariensis* et *Pachypodium rutenbergianum*, la spinescence est très fréquente comme chez *Azima tetracantha* et *Crossandra quadridentata*. La forêt perd totalement ses feuilles en saison sèche pour reprendre en saison humide c'est-à-dire vers la fin du mois de Décembre.

D'après une analyse des données de suivi issues de 5 plots permanents installés dans ce type de forêt, les 4 familles les mieux représentées en espèces sont : Fabaceae, Malvaceae, Ebenaceae et Euphorbiaceae ; les espèces les plus fréquentes dans la forêt sont *Delonix regia*, *Delonix velutina*, *Grewia* spp., *Poupartia silvatica* et *Pachypodium rutenbergianum*. De 2018 à 2020, la surface terrière moyenne de la forêt (tige \geq 5 cm dbh) a augmentée de 17.27m²/ha à 18.81m²/ha.

- Formation secondaire à essences exotiques : Ce type de formation occupe les zones fortement perturbées, couvrant une superficie d'environ 80 ha, c'est à dire les zones entièrement dénudées et délaissées après les activités anthropiques. Des essences exotiques colonisent facilement ces habitats du fait qu'elles ont une très forte capacité de dispersion et d'adaptation, elles sont essentiellement formées par *Acacia aff farnesiana*, *Leucaena leucocephala*, *Lantana camara* et *Senna pettersiana*.

En plus de ces deux types de formation, le site représente aussi une savane herbeuse, deux étangs dont un permanent et des traces d'activités humaines (champs de culture).

Concernant la richesse floristique, les investigations botaniques menées rapportent que 229 espèces de plantes ont été inventoriées dans la forêt d'Oronjia, réparties sur 149 genres et regroupées dans 58 familles.

Plus de 80% de ces espèces sont endémiques de Madagascar, parmi lesquelles, 21% sont des espèces endémiques régionales et 4% sont des espèces endémiques locales. D'après une étude

effectuée par MBG (2015) sur la flore d'Oronjia, 9 espèces de plantes sont endémiques locales (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des espèces de plantes endémiques locales

FAMILLES	ESPECES
Acanthaceae	<i>Hypoestes cernua</i> Nees
Amaryllidaceae	<i>Crinum hanitrae</i> Lehmillier & Sisk
Celastraceae	<i>Reissantia angustipetala</i> var. <i>boinensis</i> (H. Perrier) N. Hall
Celastraceae	<i>Salacia madagascariensis</i> fo. <i>obovata</i> (Boivin ex Tul.) H. Perrier
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea orangeana</i> Wilkin
Fabaceae	<i>Indigofera suarezensis</i> Du Puy & Labat
Lamiaceae	<i>Premna orangeana</i> Capuron
Melastomataceae	<i>Warneckea peculiaris</i> (H. Perrier) Jacq.-FÖl.

En outre, deux familles endémiques de Madagascar sont présentes dans le site, notamment la famille des Physenaceae qui est représentée par l'espèce *Physena sessiliflora* et la famille des Sphaerosepalaceae, représentée par *Rhopalocarpus suarezensis* et *Rhopalocarpus triplinervius*.

Parmi ces plantes inventoriées dans la NAP Oronjia, les espèces inscrites dans la liste rouge de l'UICN et la liste CITES sont les suivantes :

- 14 espèces menacées dont : 7 espèces En Danger Critique d'Extinction ou CR (*Cordia lowryana*, *Delonix velutina*, *Dioscorea orangeana*, *Phylloxylon arenicola*, *Rhopalocarpus suarezensis*, *Rhopalocarpus triplinervius* et *Indigofera suarezensis*) ; 4 espèces En Danger ou EN (*Ehretia meyersii*, *Hilsenbergia moratiana*, *Milletia nathaliae* et *Pongamiopsis amygdalana*) et 3 espèces Vulnérables ou VU (*Dalbergia lemurica*, *Delonix regia* et *Tricalysia ovaliofolia*).
- 3 espèces listées dans les annexes de CITES : *Pachypodium rutembergianum*, *Euphorbia hirta* et *Euphorbia intisy*.

Parmi les plantes d'Oronjia, trois espèces se dégagent comme espèces phares :

- Deux dont leur aire de distribution potentiel se limite dans cette zone, parmi les plantes les plus utilisées par les communautés et elles sont menacées d'extinction : *Dioscorea orangeana* et *Delonix velutina*.
- Une qui est emblématique de la région, mais qui est fortement exploitée localement pour le charbonnage : *Diegodendron humbertii*.

✓ **Faune** : Les résultats des recherches menées dans la forêt d'Oronjia montrent que le site héberge :

- 2 espèces d'Amphibiens ;
- 40 espèces de Reptiles ;
- 3 espèces de Scorpions ;
- 63 espèces d'Oiseaux ;
- 10 espèces de Mammifères non Primates ;
- 3 espèces de Primates.

L'importance de la faune d'Oronjia pourrait être jugée aussi sur le fait que beaucoup d'espèces sont menacées d'extinction d'après la catégorisation de l'UICN et la liste CITES :

- 10 espèces animales menacées d'extinction dont 5 CR, 3 EN, 1 VU et 1 NT ;
- 25 espèces animales inscrites dans la liste CITES ;
- 6 espèces animales endémiques locales.

I.5. Vocations de la NAP Oronjia

Selon le Système des Aires Protégées de Madagascar (SAPM), cette NAP est classée en Catégories V de l'UICN : paysage harmonieux protégé et présente quelques vocations :

- Priorité de conservation : Représentation des vestiges des forêts sèches sur sables et calcaires, habitat d'une faune et flore endémique et menacées d'extinction ;
- Développement : Ancrage important pour les programmes de développement basés sur la valorisation et l'utilisation durable des ressources naturelles ;
- Patrimoine culturel : Renforcement de la gestion des vestiges historiques de l'armée française de l'époque coloniale et de la première guerre mondiale ;
- Recherche : Base de connaissance pour une gestion efficace et évolutive de l'Aire Protégée ;
- Ecotourisme : Une des destinations touristiques de l'extrême Nord de Madagascar ;

I.6. Pressions et menaces

La NAP Oronjia est exposée et fortement menacée par diverses formes d'exploitations irrationnelles. L'analyse et évaluation des menaces sur les ressources naturelles et culturelles de la forêt d'Oronjia ont été réalisées en utilisant le logiciel « MIRADI » :

✓ **Les coupes sélectives**

Cette pratique touche essentiellement les essences ligneuses qui sont destinées à la construction dans la forêt d'Oronjia, parmi lesquelles nous pouvons citer la coupe de *Delonix velutina*. Cette espèce figure dans la liste des espèces gravement menacées selon IUCN, alors qu'elle est très prisée par la population de la zone d'influence pour la fabrication des pirogues traditionnelles. Cette pression touche aussi d'autres espèces utilisées pour la construction (gaullette pour la clôture, poteaux pour les maisons traditionnelles). La valeur allouée à cette pression alors « HAUT » pour « la flore endémique menacée » et « FAIBLE » pour la forêt sèche.

✓ **Le charbonnage**

Cette pratique touche toutes les essences forestières à bois durs dans la forêt d'Oronjia, elle est pratiquée comme source de revenu, surtout pendant les périodes défavorables à la pêche, notamment pendant les périodes de vent fort (saison sèche).

Cette activité est la principale pression qui a ravagé la forêt d'Oronjia et qui explique son état actuel : les grands arbres se font très rares voire inexistants, seules les espèces à bois mous restent avec les régénérations des autres espèces forestières. C'est pourquoi, la valeur allouée à cette pression est « HAUTE » pour la forêt sèche et la flore endémique locale, et « MOYENNE » pour les Lémuriens par la perte de leur habitat.

✓ **Le « tavy » ou culture itinérante sur brûlis**

Cette activité consiste à détruire les forêts par abattage des arbres suivi d'incinération de la biomasse. Elle est liée à la migration d'autres groupes ethniques à la recherche de terres pour l'agriculture et le pâturage de leur bétail (zébus et chèvres). Elle entraîne la disparition de la forêt et tous les êtres vivants qu'elle abrite. La valeur allouée à cette pression est alors « TRES HAUTE » pour la forêt sèche, et « HAUTE » pour la flore endémique locale et les Lémuriens.

✓ **La collecte de sables**

Aux environs de la forêt d'Oronjia se trouve une carrière pour la collecte de sables, pour ravitailler les besoins de la ville de Diego, cette pratique est pour des fins commerciales. Cette activité touche la forêt sèche et la flore endémique locale, la valeur allouée à cette pression est « FAIBLE » car actuellement, elle ne touche pas encore la forêt d'Oronjia proprement dite mais à son voisinage.

✓ **La collecte de tubercules**

Ce phénomène est fréquent pendant la période de soudure, elle est pratiquée pour la subsistance ou comme source de revenu. Les habitants aux alentours de la NAP Oronjia viennent dans la forêt pour chercher les tubercules de *Dioscorea orangeana*. Cette plante commence à se faire rare aujourd'hui car elle est très chassée, et de plus, après récolte, les gens laissent des trous béants qui anéantissent la régénération d'autres espèces et surtout favorisent l'action de l'érosion. La valeur allouée à cette pression est « MOYENNE » pour les cibles concernées, entre autre la forêt sèche, la flore endémique menacée et l'espèce même.

✓ **Les occupations humaines**

Cette pression touche quelques familles qui vivent de façon permanente dans la forêt d'Oronjia, elles bénéficient d'une autorisation d'occupation de la part du propriétaire du terrain. Leur présence dans la forêt pourrait être à l'origine de la perturbation de la vie des espèces sauvages, surtout avec les animaux accompagnateurs de l'homme. La valeur allouée à cette pression est estimée comme « FAIBLE » pour la forêt sèche, les plantes endémiques et les Lémuriens.

✓ **La chasse et braconnage**

Cette pratique touche particulièrement les Lémuriens et les Oiseaux, elle n'est pas courante mais existe, et reste une pression qui affecte ces cibles. Elle est pratiquée comme une activité d'appoint. Pour cette cible, la valeur allouée à la chasse est « MOYENNE » car quelques pièges ont été découverts dans la forêt, alors que le nombre de population dans le site est relativement bas.

✓ **Le Pâturage**

Le pâturage consiste à faire divaguer les bétails comme les zébus et les chèvres afin qu'ils se nourrissent en pleine nature de manière aléatoire. L'élevage est l'une des activités d'appoint de la population de la zone d'influence de la NAP Oronjia. En effet, ils sont capables de brouter à la surface du sol, utiliser leur cornes pour arracher totalement les régénérant et souches d'arbres, même grimper pour récupérer ce qui est en haut. Cette pratique est devenue une pression pour la forêt, et qui serait à gérer afin d'éviter ses impacts sur les ressources naturelles. Cette pression touche principalement la forêt sèche et la flore endémique qu'elle abrite, avec une valeur estimée à « MOYENNE ».

✓ **Vols et dégradations**

Cette pression touche les vestiges historiques dans la zone d'Oronjia. Quelques éléments de ces vestiges ont été volés pour être vendus, entraînant la dégradation de ces richesses, surtout en absence de contrôle et d'entretien. La valeur allouée à cette pression est estimée à « MOYENNE » car seulement une partie de ces vestiges historiques ont été touchés par le vol, mais la situation nécessite une stratégie pour les maintenir.

Le tableau ci-dessous résume l'importance de chaque menace d'après les résultats de l'évaluation METT 2020 pour la NAP Oronjia.

Tableau 2 : Importance de menaces dans la NAP Oronjia selon METT 2020

Types de menaces sur les aires protégées	Importance	Critères
1. Menaces d'installations humaines ou d'autres utilisations foncières non agricoles avec une empreinte substantielle		0: N/A 1: Faible 2: Moyenne 3: Elevée
1.1 Habitations et installations	2	
1.2 Zones commerciales et industrielles	0	
1.3 Infrastructures touristiques et récréatives	2	
2. Menaces de fermes et du pâturage suite à l'extension et à l'intensification agricoles, y compris la sylviculture, la mariculture et l'aquaculture		
2.1 Culture annuelle et pérenne de produits non ligneux	1	
2.2 Culture de plantes médicinales	1	
2.3 Plantations de bois et de pulpe	1	
2.4 Ferme d'élevage et pâturage	2	
2.5 Aquaculture en mer et en eau douce	0	
3. Menaces causées par la production de ressources non biologiques		
3.1 Forage pétrolier et gazier	0	
3.2 Mines et carrières	0	
3.3 Production d'énergie, y compris des barrages hydroélectriques	0	
4. Menaces constituées par d'étroits corridors et par les véhicules qui les utilisent, y compris la faune sauvage tuée pour cette raison		
4.1 Routes et chemins de fer (y compris animaux tués sur la route)	0	
4.2 Lignes d'utilité publique et de service (y compris câbles électriques et téléphoniques)	1	
4.3 Canaux et voies navigables	0	
4.4 Voies aériennes	0	
5. Menaces causées par l'utilisation de ressources biologiques « sauvages » y compris les effets délibérés et non intentionnels des récoltes ; comptent aussi la persécution et le contrôle d'espèces spécifiques (notez que ceci inclut la chasse et le massacre d'animaux)		
5.1 Chasse, massacre et récolte d'animaux terrestres (y compris les massacres résultant de conflits hommes/faune sauvage)	1	
5.2 Récolte de plantes et de produits végétaux (hors grumes)	2	
5.3 Coupe d'arbres et récolte de bois	1	
5.4 Pêche, massacre et récolte de ressources aquatiques	0	
6. Menaces provenant d'activités humaines qui altèrent, détruisent ou perturbent des habitats et des espèces associés à une utilisation non consommatrice des ressources biologiques		
6.1 Activités récréatives et tourisme	1	
6.2 Guerre, instabilité civile et exercices militaires	0	
6.3 Recherche, éducation et autres activités liées à un travail dans les aires protégées	1	
6.4 Activités des gestionnaires des aires protégées (ex. constructions ou utilisation d'un véhicule, points d'eau artificiels ou barrages)	1	
6.5 Vandalisme délibéré, activités destructrices ou menaces à l'encontre du personnel et des visiteurs de l'aire protégée	1	
7. Menaces causées par d'autres actions qui transforment ou dégradent l'habitat, ou qui changent la façon dont fonctionne l'écosystème		
7.1 Feux et suppression des feux (y compris incendies volontaires)	0	
7.2 Barrages, modifications hydrologiques et gestion/utilisation de l'eau	1	
7.3a Fragmentation accrue dans l'aire protégée	0	
7.3b Isolement par rapport à d'autres habitats naturels (ex. déforestation, barrages sans passages efficaces de l'eau pour la faune sauvage)	0	
7.3c Autres effets « de lisière » sur des valeurs du parc	1	
7.3d Perte d'espèces emblématiques (ex. grands prédateurs, espèces pollinisatrices, etc.)	0	
8. Menaces posées par des plantes, des animaux terrestres et aquatiques, natifs ou pas, des germes/microbes pathogènes, ou encore du matériel génétique, qui ont déjà, ou dont on sait que l'introduction, la dispersion et/ou l'augmentation ont des effets nuisibles sur la biodiversité		
8.1 Plantes invasives non natives /exotiques (mauvaises herbes)	1	
8.1a Animaux invasifs non natifs/exotiques	1	

8.1b Pathogènes (natifs ou non, mais qui créent des problèmes nouveaux/accrus)	0
8.2 Matériel génétique introduit (ex. organismes génétiquement modifiés)	0
9. Menaces causées par l'introduction de matière exotique et/ou excessive ou d'énergie venant de sources ponctuelles ou non	
9.1 Egouts domestiques et eaux usées urbaines	0
9.1a Déchets et eaux usées des installations de l'aire protégée (ex. toilettes, hôtels, etc.)	0
9.2 Eaux usées industrielles, minières ou militaires et écoulements (ex. écoulement d'eau de mauvaise qualité en provenance de barrages – température anormale, eau désoxygénée, autre pollution)	0
9.3 Ecoulements provenant de l'agriculture (ex. excès d'engrais ou de pesticides)	0
9.4 Détritus et déchets solides	2
9.5 Polluants d'origine aérienne	0
9.6 Excès d'énergie (ex. excès de chaleur, de lumière, etc.)	0
10. Des événements géologiques peuvent faire partie des régimes de perturbations naturels de nombreux écosystèmes. Ils peuvent cependant être une menace si une espèce ou un habitat est endommagé et a perdu sa résilience et qu'il (elle) est sensible à cette perturbation. La capacité qu'a la gestion de répondre à certains de ces changements peut être limitée	
10.1 Volcans	0
10.2 Tremblements de terre, tsunamis	0
10.3 Avalanches, glissements de terrain	0
10.4 Erosion et dépôts de sédiments (ex. modifications de la ligne côtière du tracé d'un cours d'eau)	0
11. Les menaces causées par des changements climatiques à long terme qui peuvent être liés au réchauffement global et les autres événements climatiques/météorologiques extrêmes qui n'entrent pas dans l'écart de variation naturel	
11.1 Evolution et altération de l'habitat	1
11.2 Sécheresses	2
11.3 Températures extrêmes	0
11.4 Tempêtes et inondations	0
12. Menaces culturelles et sociales spécifiques	
12.1 Perte de liens culturels, de connaissances traditionnelles et/ou de pratiques de gestion	0
12.2 Détérioration naturelle de sites culturels importants	1
12.3 Destruction de bâtiments, de jardins, de sites du patrimoine culturel, etc.	1

II. JUSTIFICATION DE L'ACTION DE RESTAURATION FORESTIERE

L'existence de la forêt d'Oronjia joue un rôle très important sur le fonctionnement écologique, la socio économie et culturelle des communautés vivants dans les zones d'influence de l'aire protégée, et même pour la population de la Commune Rurale Ramena et de la District Antsiranana. Ainsi, elle abrite un habitat et une biodiversité importants dans le Système des Aires Protégées de Madagascar.

Les services écologiques, le fonctionnement de l'écosystème et les bénéfices au niveau socioéconomiques offerts par l'existence de la NAP sont les suivants :

- ✓ Protection du substrat contre l'érosion, empêchant ainsi l'ensablement de la baie de Diego et les mangroves aux environs ;
- ✓ Maintien des sources d'eau pour l'approvisionnement en eau des villages riverains ;
- ✓ Atténuation des variations/désastres climatiques, régularisation du cycle de carbones ;
- ✓ La forêt d'Oronjia est l'habitat de plusieurs espèces endémiques locales et menacées ;
- ✓ Le site fournit des éléments de survie pour la population locale, notamment les plantes utiles : besoins en produits ligneux (combustion, construction des pirogues et maisons traditionnelles), des nourritures par les produits de forêt (tubercules sauvages, miels, ..) ;
- ✓ La forêt fournit des ressources utiles qui jouent un rôle relativement important dans la vie des communautés locales (nourriture humaine, nourriture pour les bétails, construction, plantes médicinales, combustion) ;
- ✓ Habitat d'espèces importantes :
 - 24 espèces menacées d'extinction : 14 plantes et 10 animales ;
 - 28 espèces inscrites dans la liste CITES : 3 plantes et 25 animales ;
 - 15 espèces endémiques locales : 9 plantes et 6 animales.
- ✓ Représentant des reliques des forêts sèches calcaires et sables à Polypiers ;
- ✓ Paysage splendide et valeurs culturelles formant une attraction aux visiteurs (Hautes potentialités écotouristiques) ;
- ✓ Ancienne base de l'armée française durant la première guerre mondiale : à grande valeur touristique par la présence des vestiges historiques, témoins du passé du site.

Cependant, malgré ces importances sur le plan écologique, socioéconomique et culturel, des pressions et menaces ont pesés sur la NAP Oronjia. Les diverses activités anthropiques comme le défrichement de la forêt naturelle (conversion en champs de cultures ou en zones d'occupation humaine) ont causés de nombreuses ouvertures à l'intérieur de la forêt. Actuellement, la plupart de ces champs de cultures et zones d'habitation sont abandonnés par leurs anciens occupants. Une comparaison des photos aériennes datant de 1949 (source : FTM) et des images *Google Earth* 2020 est présentée en annexe 1, cette comparaison montre l'évolution régressive de la couverture forestière dans la NAP Oronjia.

Les champs de cultures abandonnés dans la forêt se régénèrent naturellement très lentement et la forêt conserve ainsi l'aspect d'un fromage suisse (avec beaucoup d'ouvertures). Une forêt fragmentée de cette manière est compromise par rapport à une forêt intacte car le ratio plus élevé de périphérie à la superficie signifie que la végétation forestière a tendance à se dessécher, est plus vulnérable aux vents catastrophiques et aussi à l'invasion d'animaux et de plantes exotiques. Alors, les gestionnaires de la NAP avec l'aide de financement du projet CEPF ont décidé d'élaborer et d'adopter ce présent protocole de restauration forestière pour

la mise en conservation du site et le maintien de ces fonctions qu'il offre. Ainsi pour se rassurer dans l'avenir les activités de la population locale dépendante des ressources de cette NAP. Dans le cadre de ce projet, les zones cibles pour la restauration forestière sont ces champs de culture et zones d'habitations abandonnées dans la forêt à l'intérieure de la NAP.

De plus, les activités de restauration forestière font parties des activités majeures inscrites dans le Plan de Travail Annuel ou PTA de la NAP Oronjia pour cette année 2020.

III. OBJECTIF ET « OUTCOMES » DU PROJET

L'objectif de restauration de la forêt d'Oronjia est que la forêt ressemblant étroitement à la forêt d'origine en termes de structure et de flore pousse sur des champs de cultures abandonnées au sein de la NAP. Pour ces champs de cultures abandonnés à restaurer, **l'écosystème de référence** choisi est celle de la forêt à l'intérieure du plot permanent de suivi installé par le gestionnaire depuis l'année 2012 à Matsabory maiky car elle présente des conditions biophysiques similaires à celles des champs de cultures abandonnés. Les caractéristiques floristiques et structurales de ce plot permanent de 20m x 50m sont comme suit (les données de suivi détaillées sont présentées en annexe 2):

- ✓ Diversité floristique : 17 familles, 19 genres et 24 espèces ;
- ✓ Familles mieux représentées : Fabaceae, Malvaceae, Burseraceae, Ebenaceae, et Euphorbiaceae ;
- ✓ Espèces les plus fréquentes : *Delonix velutina*, *D. regia*, *Poupartia silvatica*, *Pachypodium rutenbergianum*, *Diospyros* spp. et *Grewia* spp ;
- ✓ Abondance des individus avec Dhp>5cm : 137 ind/0.1ha ;
- ✓ Densité des individus avec Dhp>5cm : 1370 ind/ha ;
- ✓ Surface terrière : Mai 2018 : 24.20m²/ha ; Mai 2019 : 25.23m²/ha ; Mai 2020 : 26.41m²/ha.

IV. APPROCHES

- ✓ Rechercher l'acceptation du projet à travers des réunions de staff avec les partenaires locaux affectés par le projet ;
- ✓ Rechercher l'engagement des gestionnaires du site, le personnel sur site et les partenaires locaux en sollicitant sa participation à la planification et la mise en œuvre des activités ;
- ✓ Rechercher l'efficacité en développant les meilleures pratiques pour toutes les actions basées sur des preuves scientifiques, des connaissances locales et un suivi conduisant à une gestion adaptative ;
- ✓ Consulter les gestionnaires du site avec leur staff pour chaque étape d'activités à réaliser afin d'avoir une validation ou de faire une probable modification.

V. METHODES PROPOSEES

V.1. Lancement du projet

Le lancement du projet s'agit d'informer toutes les parties prenantes (Staff de la NAP Oronjia, Autorités locales, partenaires locaux, Kodina, techniciens, communauté locale, etc.) de l'existence de ce projet de restauration, y compris comme première étape les travaux qui seront réalisés avec le financement du CEPF. Des séries de réunions seront organisées par le gestionnaire de la NAP avec ces parties prenantes afin de collecter leurs points de vue sur le projet et de leur faire connaître les rôles de chacun dans sa mise en œuvre.

V.2. Plan de restauration

Les spécialistes de la restauration forestière au sein de MBG vont rédiger un esquisse du plan de restauration de la NAP. Ensuite, ce plan sera partagé avec les gestionnaires du site pour une éventuelle discussion, commentaires et/ou amélioration de la part de tous les membres du staff local. Enfin, le plan approuvé par les gestionnaires du site sera distribué avec toutes les parties prenantes concernées par le projet. Le document présenté ici constitue une esquisse de ce plan de restauration.

V.3. Zones cibles pour la restauration forestière

D'après un inventaire effectué par l'équipe de la NAP Oronjia, 23 anciens champs de cultures avec 15 occupants différents ont été recensés à l'intérieur de la NAP. Ces zones sont spécifiées par le défrichement de la forêt naturelle. La surface totale de ces zones est de 85,51Ha, la taille de ces anciens champs de cultures varie 0.009ha à 8.9ha (carte 2).

L'objectif prescrit dans le cadre de ce projet CEPF est de mener des essais sur la restauration forestière dans une surface de 5Ha comme échantillonnage, parmi ces 85,51Ha d'anciens champs de cultures. Mais finalement, tous les champs abandonnés qui ne se régénèrent pas naturellement seront restaurés. Il est important de signaler que se sont seulement les champs non occupés en ce moment feront l'objet de ce projet de restauration.



Carte 2 : Localisation des anciens champs de cultures à l'intérieur de la NAP Oronjia

V.4. Espèces cibles

Dans le contexte d'une restauration forestière, il est mieux d'utiliser le plus grand nombre de diversité d'espèces possible pour avoir le plus de ressemblance à la forêt originelle dans la future. Ainsi, la diversité des espèces plantées rend beaucoup plus vite la restauration du sol dans les zones dégradées.

La réussite d'une restauration forestière dépend du choix des espèces utilisées. Pour notre cas, 37 espèces d'arbres et arbustes autochtones de la NAP Oronjia ont été choisies pour atteindre l'objectif du projet (tableau 1). Concernant leurs critères de sélection, ces espèces soient :

- ✓ Des espèces rares et/ou menacées qui sont inscrites dans la liste rouge de l'IUCN ;
- ✓ Des espèces endémiques locales ou régionales ou de Madagascar ;
- ✓ Des espèces utilisées ou surexploitées par la communauté locale ;
- ✓ Des espèces de plantes importantes pour les nourritures des lémuriens ;
- ✓ Des espèces à forte capacité de colonisation après le défrichement (**espèces pionnières**) ;

Durant la plantation proprement dite, il est à suggérer d'utiliser une proportion plus élevée (plus de 50%) des espèces pionnières dans une zone de restauration donnée. Ces espèces pionnières ont la faculté de s'adapter aux conditions difficiles du milieu (pauvreté du sol, forte ensoleillement, concurrence aux espèces invasives, etc.) et de pousser très rapidement pour former une canopée sous laquelle les autres espèces bénéficieront et pourront se développer.

Tableau 3: Liste des espèces de plantes proposées pour l'essai de restauration forestière

N°	ESPECES	STATUT IUCN	FORME D'UTILISATION	FREQUENCE	OBSERVATION	CAPACITE DE COLONISATION APRES DEFRICHEMENT
1	<i>Adansonia madagascariensis</i>	NT	Médicinale, nourriture	Rare		Moyenne
2	<i>Adansonia suarezensis</i>	EN	Médicinale, nourriture	Rare		Moyenne
3	<i>Albizia bernieri</i>		Construction, nourriture des bétails	Occasionnelle		Forte
4	<i>Antidesma madagascariense</i>		Médicinale		Au niveau des bas-fonds	Forte
5	<i>Bauhinia madagascariensis</i>		Construction	Occasionnelle		Forte
6	<i>Berchemia discolor</i>		Construction	Occasionnelle		Moyenne
7	<i>Capurodendron greveanum</i>		Construction	Fréquente		Faible
8	<i>Capurodendron nodosum</i>		Construction	Fréquente		Faible
9	<i>Cedrelopsis rakotozafyi</i>		Construction	Rare		Faible
10	<i>Chadsia coluteifolia</i>	EN		Rare		Faible
11	<i>Cinnamosma fragrans</i>		Médicinale	Occasionnelle		Faible
12	<i>Cordia myxa</i>		Construction	Occasionnelle		Forte
13	<i>Dalbergia lemurica</i>	VU	Construction	Occasionnelle		Moyenne
14	<i>Dalbergia peltieri</i>	LC	Construction	Occasionnelle		Moyenne
15	<i>Dalbergia suarezensis</i>	EN	Construction	Rare	Pousse après ouverture de la forêt	Moyenne
16	<i>Delonix regia</i>	VU	Construction	Fréquente		Forte
17	<i>Delonix velutina</i>	EN	Construction	Occasionnelle		Moyenne
18	<i>Dichrostachys akataensis</i>		Construction	Fréquente	Pousse après ouverture de la forêt	Forte

19	<i>Diospyros aculeata</i>	EN			Consommée par les lémuriens	Moyenne
20	<i>Diospyros</i> sp.		Construction			Faible
21	<i>Flacourtia ramountchii</i>		Nourriture	Fréquente	Pousse après ouverture de la forêt	Forte
22	<i>Gagnebina commersoniana</i>		Construction	Occasionnelle	Pousse après ouverture de la forêt	Forte
23	<i>Garcinia verrucosa</i>			Rare	Pousse à proximité des points d'eau (humide)/Consommée par les lémuriens	Faible
24	<i>Maerua baillonii</i>		Médicinale	Occasionnelle		Faible
25	<i>Majidea zanguebarica</i>		Construction	Occasionnelle		Moyenne
26	<i>Pachypodium rutembergianum</i>	VU		Fréquente		Forte
27	<i>Phylloxylon arenicola</i>	CR	Construction, médicinale	Rare		Faible
28	<i>Pongamiopsis amygdalina</i>	VU	Construction	Rare	Pousse sur les substrats calcaires	Faible
29	<i>Rhopalocarpus suarezensis</i>	CR	Construction	Rare		Faible
30	<i>Sclerocarya birrea</i>			Fréquente	Pousse après ouverture de la forêt /Consommée par les lémuriens	Forte
31	<i>Stephanostegia hildebrandtii</i>		Construction	Fréquente	Pousse après ouverture de la forêt	Forte
32	<i>Strychnos spinosa</i>		Nourriture	Fréquente	Pousse après ouverture de la forêt	Moyenne
33	<i>Strychnos madagascariensis</i>			Occasionnelle		Faible
34	<i>Tamarindus indica</i>		Construction, nourriture, médicinale	Occasionnelle	Consommée par les lémuriens	Forte
35	<i>Terminalia ankaranensis</i>		Construction	Occasionnelle		Faible
36	<i>Terminalia mantaly</i>		Construction	Occasionnelle	Consommée par les lémuriens	Moyenne
37	<i>Thilachium panduriforme</i>		Médicinale	Occasionnelle		Faible

V.5. Protocoles de propagation de plants

Les plantules utilisées durant ce projet de restauration seront toutes produites dans la pépinière de la NAP Oronjia à Baie de Sakalava et sous la responsabilité des pépiniéristes expérimentés qui ont déjà bénéficié d'une formation particulière et savent utiliser un carnet de pépinière. La collecte des graines et suivi des pieds-mères des 37 espèces d'arbres et arbustes proposées seront sous la charge des botanistes locaux spécialisés. Toutes ces plantules devraient être multipliées à partir de graines collectées à l'intérieur de la NAP ou à partir de bouture pour les espèces avec des graines difficiles à trouver ou à germer. L'utilisation des sauvageons devrait être normalement évitée. Lorsque l'identification scientifique d'une plante est incertaine, les pieds-mères pour la collecte des graines devraient munir des spécimens d'herbiers ou des photos numériques afin de faire une identification scientifique de ces plantes.

Au sein de la pépinière, l'utilisation de compost biologique est fortement suggérée pour avoir des plantes saines et en bonne croissance. Le climat dans la zone d'Oronjia est tellement chaud et venteux, alors les plantes devraient bénéficier d'un arrosage régulier et d'ombrage spécifié. Les plants doivent être déplacés fréquemment pour éviter que leurs racines ne s'établissent dans le substrat de la plate-bande dans laquelle ils poussent.

Afin d'avoir des plantules plus résistantes sur les zones de restauration, les plants devraient passer au minimum 12 mois dans la pépinière avant la plantation.

Tous les matériels, équipements et main d'œuvres nécessaires à cette production des plants sont à la charge du projet tutelle.

V.6. Protocoles de plantation

La période de plantation devra être effectuée entre les mois de Janvier et Février où il y a la concentration maximale de précipitation du site, qui est ainsi la période favorable à cette étape. Avant la plantation proprement dite, il ne faut pas oublier de donner aux plantules au minimum 15 jours de temps d'adaptation c'est-à-dire il faut les sortir de la pépinière et placer dans un endroit à conditions climatiques similaires à ceux de la zone de restauration. La densité des plantules proposée durant la plantation est de 4000 plantules/Ha. Avant la trouaison, le piquetage pour l'emplacement de chaque plantule devra être fait, le nombre exact des plantules par espèces à planter dans chaque zone de restauration devra être enregistré. La texture du sol dans la NAP Oronjia est plutôt sableuse (non compact) qui facilite la pénétration et la propagation des racines des plantules, alors une taille de trous de 20 x 20 x 20 cm est déjà suffisante pour la mise à terre des plants. Ainsi, la période de trouaison ne sera étalée qu'un ou deux jours avant la mise en terre des jeunes plants pour éviter le retour de mottes de terre dans les trous.

Les plantules devraient bénéficier d'un bon arrosage avant leur mise à terre. Les plantules devraient être traitées soigneusement dès leur sortie de pépinière jusqu'à la mise à terre. Les espèces utilisées devraient bien mélanger durant la plantation : 50% espèces pionnières et 50% des espèces successives ultérieures. Le maximum de nombre d'espèce est vivement souhaitable sur une zone de restauration donnée.

Après une observation sur terrain, ces champs de cultures abandonnés sont différents les uns aux autres par rapport au pourcentage de couverture végétale et les types d'espèces végétales qui poussent sur ces zones. Chaque type de champs de cultures mérite un traitement particulier et une réflexion sur les espèces à planter dedans :

- a) **Champs de cultures abandonnés avec de sols presque nus** : Pour ce type de champs, il y a un grand risque pour les plantules plantées avec le fort ensoleillement, l'effet de vents et surtout l'appauvrissement de sol. Il faut donc planter les plantules sur les zones adjacents à la forêt (à côté de la lisière forestière) afin de profiter l'ambiance forestière déjà existante (microbiologie du sol, ombrage, atténuation de vents forts, etc.). L'intérieur de la parcelle abandonnée peut être laissé pour plantation plus tard. Les espèces qui pourraient résister à ce genre d'endroit sont à suggérer comme *Poupartia silvatica*, *Pachypodium runtembergianum*, *Strophanthus boivinii*, *Delonix* spp., etc. Les photos suivantes illustrent ce type de terrain.



Photo 1 : Exemple de terrain presque nu, abandonné depuis plus de 7 ans



Photo 2 : Terrain presque nu après quelques années de culture

b) Champs de cultures récemment abandonnés : Ce type de champs est souvent dominé par une espèce annuelle appelée localement « Engitry ». Cette espèce de Fabaceae peut enrichir le sol en azote qui rend le sol plus fertile et elle sera ainsi comme sorte d'ombrière pour les plantules d'arbres en ce période de pluie. La plantation peut se faire donc sur la superficie entière du champ et on peut planter n'importe quelles espèces d'arbres dedans. Les photos suivantes illustrent ce type de terrain.



Photo 3 : Champs de culture après 4 ans d'abandon



Photo 4 : Champ de culture après 5 ans d'abandon

c) Champs de cultures abandonnés dominés par des espèces lianescentes : Ces champs sont dominés totalement par une espèce de liane appelée localement « Vahirontogno » (*Leptadenia madagascariensis*, Apocynaceae). Cette espèce étouffe totalement toutes les espèces d'arbres qui poussent sur ces zones et empêche ces derniers à grandir. Alors, avant de faire la plantation sur ces zones, il faut bien contrôler cette espèce de liane en créant des layons de 2m de largeur et toutes les lianes qui se trouvent à l'intérieur de ces layons sont à débarrasser et déraciner. Les plantules d'arbres seront ensuite plantées au milieu de ces layons. Les nettoyages de layons pour éviter la nouvelle domination des lianes se feront systématiquement. Les photos suivantes illustrent ce type de terrain.



Photo 5 : Ancien champ de culture envahi par *Leptadenia madagascariensis*



Photo 6 : Tiges de *L. madagascariensis* pendant la saison sèche

d) **Champs de cultures abandonnés avec déjà des régénérations d'espèces d'arbres autochtones** : Pour ce dernier type de champs de cultures abandonnés, une sorte d'inventaire rapide des espèces d'arbres déjà existés dans ces zones sera nécessaire afin de penser à leurs enrichissement en espèces. Les espèces plus sensibles aux conditions difficiles du milieu seront solliciter car il y a déjà les éléments nécessaires pour la survie des plantules dans ces zones comme les mycorhizes, l'ombrage, etc. Les photos suivantes illustrent ce type de terrain.



Photo 7 : Un ancien champ de culture présentant déjà des régénérations



Photo 8 : Quelques régénérations dans un ancien champ de culture

V.7. Mise en place des expériences pour améliorer la pratique de restauration forestière

La proposition de mise en place des expérimentations a comme objectif de savoir la ou les bonnes pratiques et la ou les meilleurs techniques de restauration forestière qu'on devra appliquer au sein de la NAP Oronjia dans le futur. Quatre types d'expérimentation sont à proposer dans ce présent document. Il est à noter que pour chaque expérience, les différents traitements doivent être répliqués et installés dans des conditions aussi proches que possible, à l'exception des différences liées aux traitements eux-mêmes.

V.7.1. Impacts de différentes quantités d'engrais sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones

Comme déjà mentionné auparavant, le sol de la NAP Oronjia est pauvre en éléments nutritifs pour les plantes, alors l'idée d'un apport d'engrais pourra être une solution pour améliorer le taux de survie et de croissance des plantules. L'objectif de cette expérience est donc de savoir l'effet de l'utilisation de différentes quantités ou doses d'engrais sur les plantules des espèces autochtones et ainsi que de tirer une conclusion à la fin de l'expérimentation sur la quantité d'engrais favorable aux plantules de chaque espèce. Cinq espèces seront choisies pour tester les différentes doses de deux types d'engrais suivants :

a) Utilisation d'engrais biologique « Fumier » : 20 plantules x 5 espèces x 4 traitements = 400 plantules.

- Traitement 1 : 0.5Kg de fumier ;
- Traitement 1 : 1Kg de fumier ;
- Traitement 1 : 1.5Kg de fumier ;
- Traitement 1 : sans fumier (Témoin ou contrôle)

b) Utilisation d'engrais chimique « NPK » : 20 plantules x 5 espèces x 4 traitements = 400 plantules.

- Traitement 1 : conseils d'utilisation agricole/4
- Traitement 1 : conseils d'utilisation agricole/2
- Traitement 1 : conseils d'utilisation agricole
- Traitement 1 : sans NPK (Témoin ou contrôle)

Toutes ces plantules utilisées (avec fumier et avec NPK) seront étiquetées et mesurées en hauteur après la plantation, les données seront enregistrées dans une fiche de suivi préétablie et elles vont être utilisées comme les données de suivi au temps T_0 . La croissance et la mortalité des plantules devraient être suivies tous les 3 mois pendant 12 mois (soit un cycle annuel). Des points fixes photos seront mises en place pour la prise de photo de l'évolution de cette expérimentation.

V.7.2. Impacts de l'utilisation de clôtures sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones vis-à-vis de la divagation de bétails

L'une des pressions qui pèsent sur la forêt d'Oronjia est la divagation de bétails (chèvres et zébus) par le broutage et piétinement des plantules. Cette expérience sera donc menée afin de voir les impacts de la mise en place de clôture sur la survie et croissance des plantules. Cinq espèces d'arbres autochtones les plus préférées par ces bétails seront choisies. Ces semis seront plantés de manière dense (0,5 m entre les semis) dans de petites zones circulaires (par exemple de diamètre 2,5 m) et ces semis seront protégés avec un filet (traitement) et certains seront laissés sans protection (témoins). Il est proposé de créer dix exclos contenant chacun 5 plants de 5 espèces, ceux-ci seront comparés à dix zones de plantation circulaires non protégées, chacune avec le même nombre de plants. Ainsi, au total : 10×5 plantules x 5 espèces + 10×5 plantules x 5 espèces = 500 plants seront nécessaires. Cette expérience doit être installée dans une zone fréquentée par le bétail et les petits ruminants.

Toutes ces plantules seront étiquetées et seront mesurées (hauteur totale) après la plantation, les données seront enregistrées dans une fiche de suivi préétablie et elles vont être utilisées comme les données de suivi au temps T_0 . Le suivi de la croissance et la survie de chaque plantule se fera tous les 6 mois. Des points fixes photos seront mises en place pour la prise de photo de l'évolution de cette expérimentation.

V.7.3. Impacts de l'utilisation de « waterbox & cocoon » sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones

Comme il est déjà mentionné ci-dessus que la Forêt d'Oronjia est sous le régime climatique sec de Diégo et avec une saison sèche remarquable, deux types de dispositifs d'arrosage appelés « waterbox » et « cocoon » seront testés avec 5 espèces d'arbres autochtones afin de vérifier leurs impacts sur la croissance et la survie des plantules de ces espèces. Pour cette expérimentation, trois traitements mentionnés ci-après seront proposés :

- Traitement 1 : plantules plantées en utilisant « waterbox » ;
- Traitement 2 : plantules plantées en utilisant « cocoon » ;
- Traitement 3 : « Contrôle ou témoin ».

Pour chaque traitement, 30 plantules par espèce seront utilisées (30 plantules x 5 espèces x 3 traitements= 450 plantules).

Toutes ces plantules seront étiquetées et la mesure de la hauteur de chaque plantule sera effectuée après la plantation, les données seront enregistrées dans une fiche de suivi préétablie et elles vont utiliser comme les données de suivi au temps T₀. La croissance et la mortalité des plantules devraient être suivies tous les 3 mois pendant 12 mois (soit un cycle annuel). Des points fixes photos seront mises en place pour la prise de photo de l'évolution de cette expérimentation.

En fait, cette expérience sera réalisée à plusieurs endroits à Madagascar dans le cadre d'un essai plus large et le protocole expérimental standardisé proposé est inclus dans l'annexe 3.

V.7.4. Effets de la distance entre la lisière de la forêt et la plantation sur la croissance et la survie des plantules d'arbres autochtones

La forêt naturelle possède des grands avantages comme la richesse en microbiologie du sol, la présence d'ombrage naturel pour la régénération naturelle et l'atténuation des vents violents. Cette expérience a donc pour but de vérifier les effets de la distance entre la lisière forestière et la plantation sur la survie et la croissance des plantules plantées. Pour cette expérience, 5 espèces d'arbres autochtones seront choisies au hasard et 2 traitements seront utilisés:

- Traitement 1 : Plantation à moins de 2.5m de la lisière forestière ;
- Traitement 2 : Plantation à 10m de la lisière forestière.

Pour chaque traitement, 20 plantules par espèce seront utilisées (20 plantules x 5 espèces x 2 traitements= 200 plantules).

Toutes ces plantules seront étiquetées et la mesure de la hauteur de chaque plantule sera effectuée après la plantation, les données seront enregistrées dans une fiche de suivi préétablie et elles vont être utilisées comme les données de suivi au temps T₀. Le suivi de la croissance et la survie de chaque plantule se fera tous les 6 mois. Des points fixes photos seront mises en place pour la prise de photo de l'évolution de cette expérimentation.

V.8. Entretien et suivi des plantules

Un projet de restauration ne s'arrête pas sur la mise à terre des plantules, les entretiens et le suivi des plantules et des zones de restauration sont des étapes primordiales pour atteindre les objectifs du projet qui sont de restaurer la forêt de la NAP Oronjia.

Concernant le **suivi**, la collecte périodique d'informations permet de réajuster ou de corriger les activités du projet pour augmenter **son efficacité**. Les indicateurs possibles pour le suivi de la restauration forestière dans ces anciens champs de cultures sont :

- ✓ Nombre d'espèces plantées (richesse spécifique dans le site restauré)

>>>> >Bien identifier toutes les espèces utilisées en restauration (herbiers, graines, photos, etc.)

- ✓ Taux de croissance et taux de survie des plantules

>>>>>Echantillonnage représentatif avec flag ou étiquettes/ Suivi tous les 6 mois : durant la saison sèche et durant la saison humide (Temps T₀, T₁, T₂, ...). La méthodologie standardisée de MBG pour surveiller la survie et la croissance des semis est disponible ici : https://www.mobot.mg/conservation/ecological_restoration/

- ✓ Dimension de la surface restaurée
- ✓ Diversité des formes de vie (y compris le retour des espèces faunistiques)
- ✓ Stabilité du site de restauration vis-à-vis des pressions et menaces (coupes, broutage et piétinements des bétails comme les zébus et les chèvres, vents violents, ...)

En outre, des points fixes photos seront mises en place pour la prise de photo de l'évolution de toutes les expérimentations. Les photos périodiques vont servir comme preuve pour illustrer et appuyer les résultats obtenus.

Les données de suivi seront examinées, analysées et interprétées par les gestionnaires du site avec les spécialistes en restauration afin de prendre de mesures dans le futur et de mesurer l'efficacité des techniques et méthodes utilisées.

Pour le cas d'Oronjia, les vraies menaces pour les plantules sont le broutage et piétinements des bétails (zébus et chèvres), le fort ensoleillement accompagné des vents violents qui diminue plus rapidement l'humidité de sol. Les types **d'entretiens** qui peuvent être apporté aux **plantules hors expérimentations** et les zones de restauration sont les suivants :

- ✓ Utilisation d'ombrages et de paillages pour améliorer les conditions du milieu comme l'humidité et les éléments nutritifs du sol au bénéfice des plantules. Ainsi que pour protéger les plantules du fort ensoleillement
- ✓ Protection des plantules et/ou zones de restauration avec des clôtures ou des barrières constituées de tas de bois mort pour éviter la divagation des bétails, les effets des vents violents;
- ✓ Remplacement des plantules mortes ;
- ✓ Mise en place des panneaux indiquant la présence de ces zones de restauration.

V.9. Partage des résultats pour une gestion adaptative

Chaque année, des réunions seront organisées par les gestionnaires de la NAP pour partager les résultats et l'avancement du projet de la restauration forestière avec toutes les parties prenantes concernées. Les résultats de la surveillance devraient être utilisés pour informer les meilleures pratiques. Des rapports périodiques pour les bailleurs seront effectués par le responsable du projet.

Remerciements

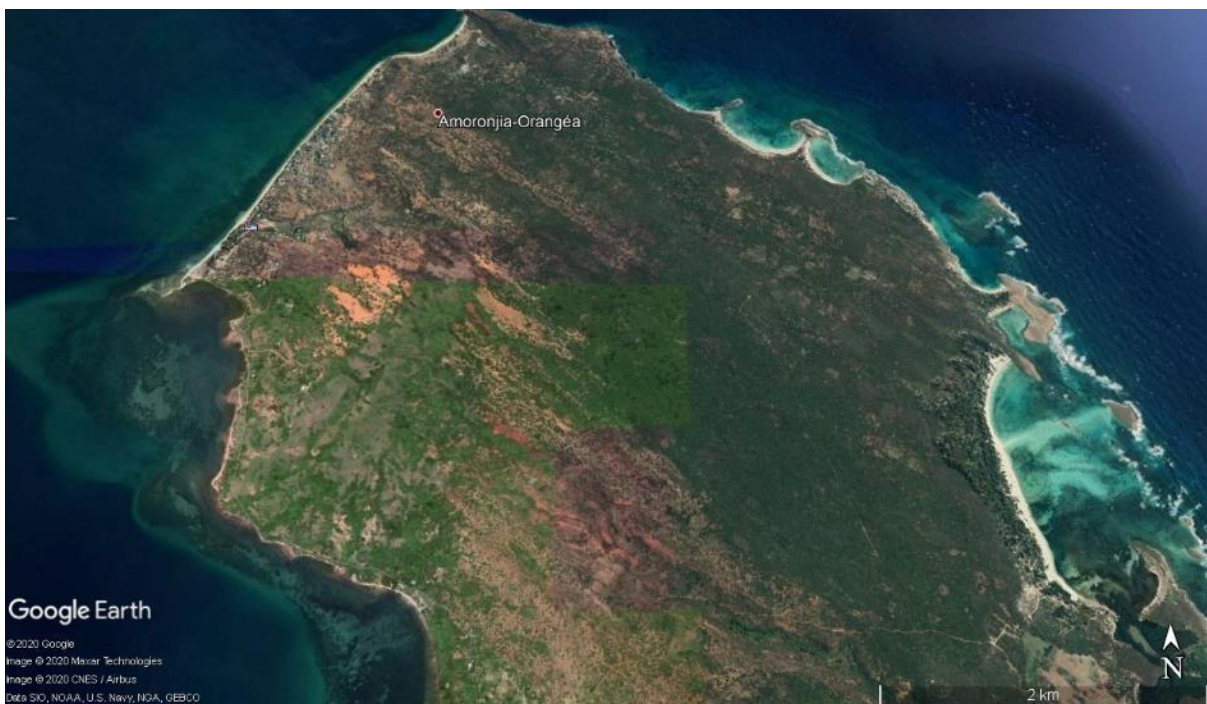
La production de ce document n'aurait pas été possible sans le soutien du Critical Ecosystems Partnership Fund administré par Tany Meva. Nous remercions également le personnel de Tsimoka et la communauté locale pour les précieuses informations qu'ils nous ont fournies.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Evolution de la couverture forestière dans la NAP Oronjia entre 1949 et 2020



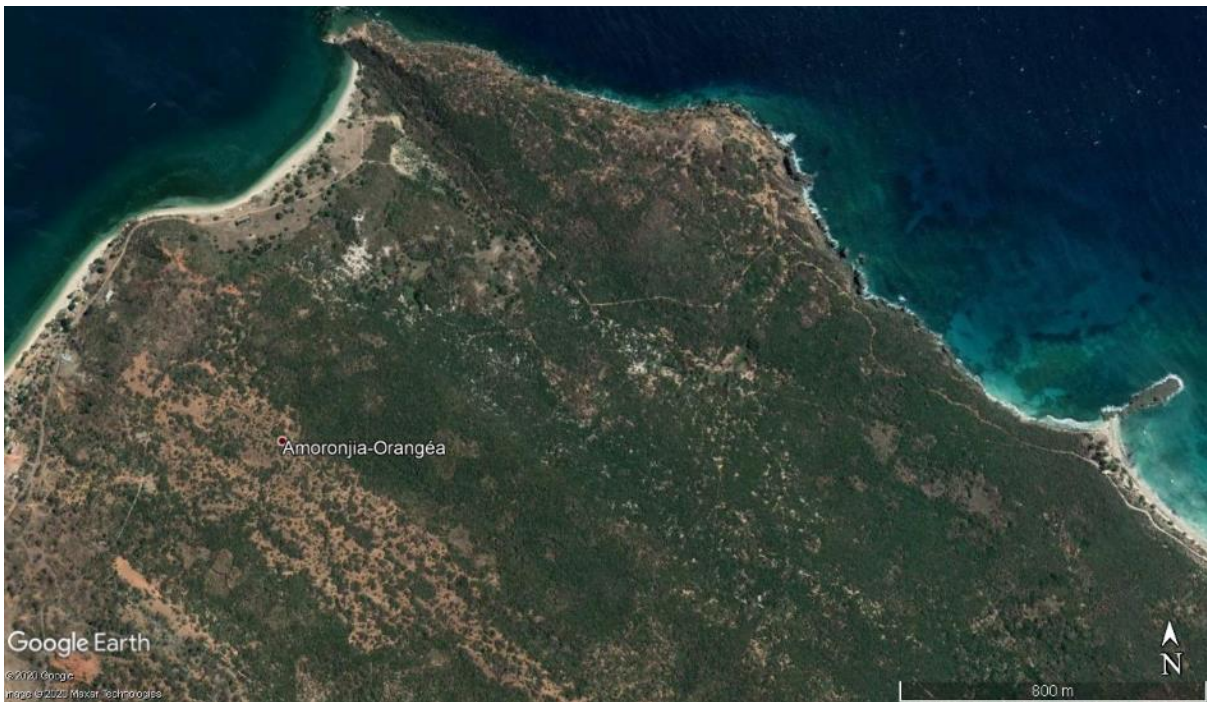
(a) : Photo aérienne en 1949 (source : FTM)



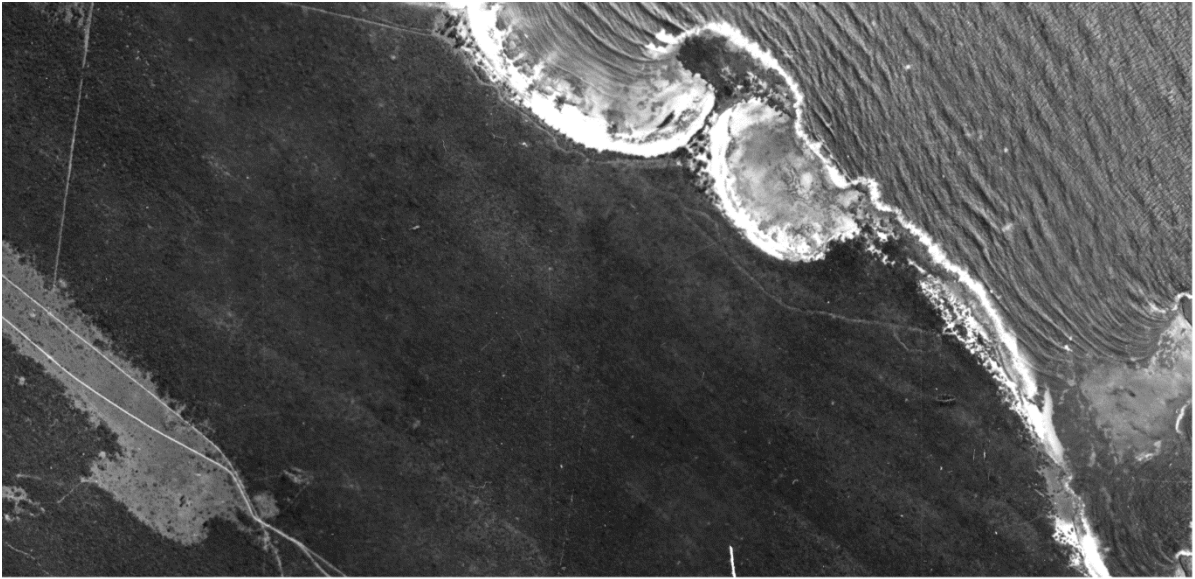
(a') : Image Google Earth 2020



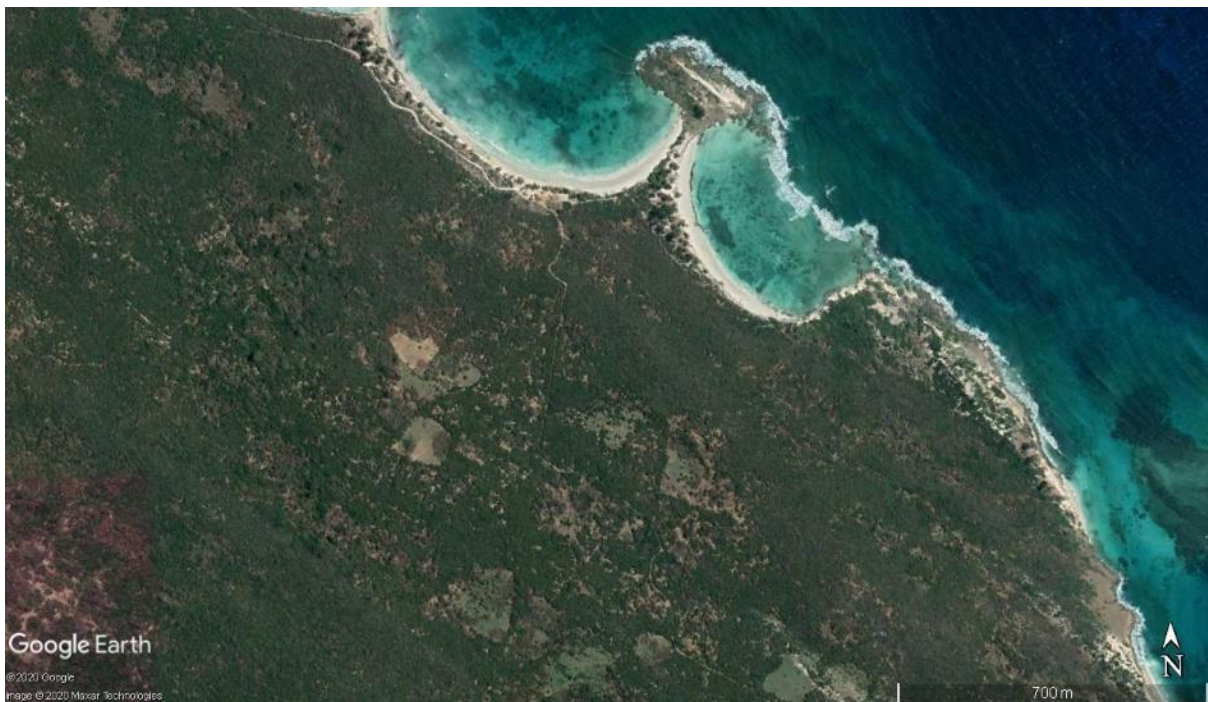
(b) : Photos aérienne en 1949 (source : FTM)



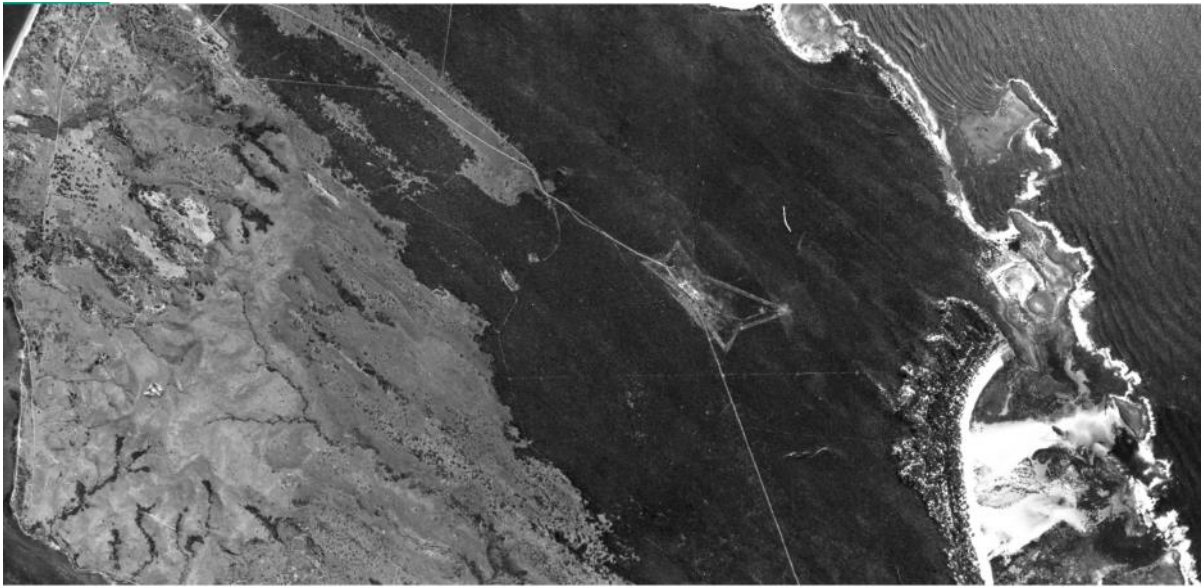
(b') : Image Google Earth 2020



(c) : Photos aérienne en 1949 (source : FTM)



(c') : Image Google Earth 2020



(d) : Photos aérienne en 1949 (source : FTM)



(d') : Image Google Earth 2020

ANNEXE 2 : Données de suivi du plot permanent Matsabory Maiky choisi comme « écosystème de référence »

Localité : Oronjia, Matsabory Maiky

Coordonnées Géographiques (degré, minute, seconde) : S 12° 15' 52" - E 49° 22' 06"

Altitude (m) : 50

Parcelle n° : 5

Dimensions (largeur x longueur) : 20 m x 50 m

Source de financement : Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar

Chef Equipe :
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama
 J. Razafitsalama

Année : 2012 2013 2014 2016 2018 2019 2020

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
1	1	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke	Sakaiala		36,3	36,6	36,4	41,5	48,4	44,4	47,2			
1	2	Moraceae	<i>Broussonetia</i>	<i>greveana</i>	<i>Broussonetia greveana</i> (Baill.) C.C. Berg	Sakaiala		22,6	23,4	23,5	23,9	29	24,4	24,1			
1	3	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>aculeata</i>	<i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier	Sakaiala		6,6	7,7	7,9	8,3	6,05	6,4	8,4			
1	4	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>aculeata</i>	<i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier			5,7	5,6	5,7	5,7	7,64	8,2	8,2			
2	5	Burseraceae	<i>Commiphora</i>	<i>sp</i>				6,3	6,05	6,5	6,7	7,64	6,2	6,2			
2	6	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		9,3	9,5	9,7	11,8	13,1	12,8	13,3			
2	7	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.			9,07	9,07	9,2	9,1	5,41	5,5	5,5			
2	8	Capparaceae	<i>Maerua</i>	<i>baillonii</i>	<i>Maerua baillonii</i> Hadj-Moust.	Bibizariko		5,2	5,4	5,5	6,3	6,37	7,1	6,7			
3	9	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke			37,8	35,3	36,3	44,1	44,9	46,2	46,6			
3	9B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>										5,6			
4	10	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.			7,4	7,9	8,2	8,9	9,87	10,2	10,4			
4	11	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			37,5	37,6	37,8	40,1	40,4	41,7	42,7			
4	12	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>sp</i>				5,8	5,4	6,05	5,3	6,05	5,8	6,5			
4	12B	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>sp</i>								6,37					
5	13	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			6,05	7,4	7,9	11,1	13,1	14,1	15,4			
5	13B	<i>Indet.</i>				Vahompy					5,1	5,1	5,4	5,9			
5	14	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>sp</i>				6,6	5,7	7	6,1	6,37	6,2	6,2			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

Année : 2012 2013 2014 2016 2018 2019 2020

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
5	14B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>											5,2		
5	15	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			8,9	9,8	10,1	13,1	13,7	15,7	15,6			
5	15B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato		0	5,7	6,05	5,1	6,37	6,4	6,4			
5	15C	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra								6,7			
5	15D	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra								5,4			
5	16	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato		6,05	5,7	6,3	5,7	6,37	7	6			
6	17	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>spinosa</i>	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.			5,2	5,4	5,5	5,9	6,05	5,8	5,9			
6	18	Fab	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			19,5	20,3	21,3	21,4	22,6	23,8	24,2			
7	19	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.			5,2	5,1	5,4	7,9	9,87	6,1	9,8			
7	19B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato					6,3		7,6	7,5			
7	20	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			27,5	27,7	28,3	30,4	31,8	31,5	32,7			
7	20B										5,1	5,73	5,5	5,8			
7	21	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke	Vatke		7,6	6,9	7,6	8,3	8,6	10,6	10,8			
8	22	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			37,7	40,5	42	31,3	31,2	34,6	33,8			
8	22B	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>		Jobiampototro					6,2	6,37	7,3	7,3			
8	23	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			29,4	29,7	29,9	39,2	6,69	6				
9	24	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			7,9	8,5	9,2	11,1	12,1	12,5	12,8			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Année :	2012 2013 2014 2016 2018 2019 2020							Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
								Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)			
9	25	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			6,05	5,7	6,3	6	0	6	6			
10	26	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato		5,5				4,46					
10	27	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>aculeata</i>	<i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier			5,2	5,45	5,5	6,3	7,01	6,9	7,1			
10	27B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato		0	5,1	5,4	5,1	7,32	5,4	5,6			
11																	
12																	
13																	
14	28	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			68,6	72,6	73,5	9,9	10,8	11,7	12,6			
14	29	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		5,5	5,7	5,8	6,7	7,32	7,5	7,5			
14	29B	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra					5,5		6	6,3			
14	30	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>sp</i>		keliravina		5,03	5,09	5,2	5,3	5,41	5,3	5,5			
14	31	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>sp</i>				7,9	8,1	8,2	8,2	7,96	8,7	8,8			
14	32	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>aculeata</i>	<i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier			5,4	5,7	5,5	6,5	6,69	6,7	6,7			
14	32B	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>aculeata</i>	<i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier						5	5,41	5,4	5,5			
15	33	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			5,09	6,08	6,6	68,7	69,1	73,4	72,5			
15	34	Malvaceae	<i>Thespesia</i>	<i>gummiflua</i>	<i>Thespesia gummiflua</i> Capuron			7,4	7	7,6							
15	34B	Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus</i>	<i>suarezensis</i>	<i>Cleistanthus suarezensis</i> Leandri	Taimbariky		0	5,8	6,2	6,6	5,73	5,9	6,4			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Numéro du spécimen d'herbier	Année :								Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
								2012	2013	2014	2016	2018	2019	2020	Dhp (cm)			
15	35	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			6,6										
15	36	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.	Sely		5,5			8	5,41	5,5	6,2				
15	36A	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahafariensis</i> Capuron & Mabb.	Sely								5,1				
15	37	Cordiacea	<i>Cordia</i>	<i>lowryana</i>	<i>Cordia lowryana</i> J.S. Mill.			7,1	7,3	7,6	8	8,6	7,2	8,8				
15	37B										5,4	7,01	6,4	6,7				
16	38	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>sp</i>				7,6										
16											5,4	7,64						
17	39	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>spinosa</i>	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.			5,8	8,9	9,2	13	10,8	11,4	10,5				
18	40	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			5,5										
19	41	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke			38,6	42,1	43,9	50	47,8	49,3	50,9				
19	41B	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke	Vontaka			13,6	14,9	5,4	17,2	17,9	17,9				
20																		
21	42	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			36,9	37,2	37,7								
21	42B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>					5,5	5,8	5,8	7,32	6,7					
22	43	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		8,4	7,9	8,2	7,4	7,64	7,3	7,7				
22	43B										6,3	7,64	8,1	8,3				
23	44	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			6,5	11,4	12,4								
23	44B										5							
23	45	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			5,09	6,2	6,6	8,5	10,2	10,3	10,8				

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Année :	2012	2013	2014	2016	2018	2019	2020	Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
								Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)			
24	46	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke			6,3	6,3	6,5	6,8	7,64	7,4	7,5			
25	47	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			17,3	17,1	17,5	18,5	18,8	19,1	19,4			
25	48	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			18,4	19,9	20,1	42,9	24,5	25,2	25,9			
25	49	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			15,5	17,1	17,5	19,8	21,3	21,7	22,2			
25	50	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.			16,5	16,7	17,1	18,7	19,4	20,3	20,7			
25	51	Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus</i>	<i>suarezensis</i>	<i>Cleistanthus suarezensis</i> Leandri	Taimbarika		7,3	7,8	7,9	8,2	8,6	8,5	8,9			
25	51B	Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus</i>	<i>suarezensis</i>	<i>Cleistanthus suarezensis</i> Leandri	Taimbarika					6,6		6,1	7			
26	52	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			21,3	22,6	22,9	26,1	26,1	27,9	27,4			
26	53	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				5,06	5,1	5,4	5,4	5,41					
26	53B										6,1						
26	54	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		7,9	15,6	15,9	5,4	6,37	6,1	6			
26	54B										5,4						
27	55	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			21,8	23,5	24,3	26	27,1	28,5	28,9			
27	56	Annonaceae	<i>Uvaria</i>	<i>antsiranensis</i>	<i>Uvaria antsiranensis</i> Le Thomas			5,7	6,05	6,05	6,8	7,64	7,7	8,2			
27	57	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			8,3	7	7,3	9,2	10,5	10,5	10,9			
28								0	0	0							
29	58	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			5,1	5,7	6,2	6,5	7,01	7,5	6,9			
29	58B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>		Sely		0	8,3	8,5	10,1	11,5	11,3	12,9			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

Année : 2012 2013 2014 2016 2018 2019 2020

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
29	58C	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>		Sely								7,2	7,3		
29	58D	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron								6,9	8,3	11,2		
30	59	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			13,5	14,3	14,9	17,1	18,5	19,3	20			
30	59B	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sp</i>								7,64	8	8,4			
31	60	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				6	5,9	5,8	6,1	6,37	6,2	6,3			
31	61	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				6,4	6,6	6,8	6,6	7,01	6,8	6,7			
31	62	Salicaceae	<i>Homalium</i>	<i>albiflorum</i>	<i>Homalium albiflorum</i> (Boivin ex Tul.) O. Hoffm.	Hazoambo		7,3	7,7	8,1	8,4	7,96	9	9,7			
31	63	Malvaceae	<i>Grewia</i>	<i>sahafariensis</i>	<i>Grewia sahariensis</i> Capuron & Mabb.	Selivato		6,1	6,3	6,5	6,3	7,32	6,9	6,9			
31	64	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				8,5	7,9	8,5	8,4	9,24		8,5			
31	65	Montiniaceae	<i>Grevea</i>	<i>madagascariensis</i>	<i>Grevea madagascariensis</i> Baill.			7,4	7,1	7,4	7	7,64	7	7,7			
32	66	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>sp</i>				5,2	5,09	5,4		4,78	5,3	5,5			
33	67	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				5,5	5,4	5,8	5,5	6,37	5,8	6,1			
33	68	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			27,8	30	30,8	32,7	34,4	35,5	35,8			
33	68B	Sapotaceae	<i>Capurodendron</i>	<i>nodosum</i>	<i>Capurodendron nodosum</i> Aubrév.	Nantorano							5,2	5,4			
34	69	Montiniaceae	<i>Grevea</i>	<i>madagascariensis</i>	<i>Grevea madagascariensis</i> Baill.			8,7	9,2	9,5	8,8	8,92	8,7	9,6			
34	70	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>				6,8	7	7,1	7	8,28	7	7,1			
34	71	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		7,9	9,01	9,2	12,2	14,6	14,7	15,9			
34	71B	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		0	5,4	5,8	10,5	6,37	6,7	6,7			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Année :	2012	2013	2014	2016	2018	2019	2020	Point de mesure (m) si autre que 1.30m	Hf (cm)	HT (cm)
								Numéro du spécimen d'herbier	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)	Dhp (cm)			
34	72	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra		6,6	7,3	7,8	5,7	10,8	10,8	11,4			
34	72B	Anacardiaceae	<i>Poupartia</i>	<i>silvatica</i>	<i>Poupartia silvatica</i> H. Perrier	Sakoambanditra								5,7			
35	73	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			8,9	9,2	9,5	9,3	9,55	9,8	10,1			
35	74	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			20	20,5	20,7	25	26,4	27,5	27,9			
35	75	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			6,3	6,01	6,6	10,1	11,8	12,1	12,2			
35	76	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			12,7	14,3	15,1	26,8	18,5	19,4	19,9			
35	76B	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron						5,2	6,05	5,8	5,7			
35	77	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			7,2	8,3	9,3	9,9	10,8	11,3	11,8			
36	78	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			7,9	8,8	10,1	11,7	12,1	12,1	12,5			
36	79	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			8,9	9,6	10,5	15,1	17,2	17,9	18,8			
36	80	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			10,7	11,4	12,5	11,1	15	15,6	16			
36	80B	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron						6,5	7,32	7,3	7,7			
36	81	Burseraceae	<i>Commiphora</i>	<i>sp</i>				19,6	20,1	20,5	21	22,6	22,5	24,5			
36	82	Acanthaceae	<i>Hypoestes</i>	<i>cernua</i>	<i>Hypoestes cernua</i> Nees	Sakaiala		6,5	6,2	6,6	6,9	7,01	7,1	7,2			
37	83	Fabaceae	<i>Neoapaloxylon</i>	<i>madagascariense</i>	<i>Neoapaloxylon madagascariense</i> (Drake) Rauschert	Kolohoto		9,04	8,5	8,9	9,3	9,87	9,4	9,6			

PROTOCOLE DE RESTAURATION FORESTIERE DE LA NAP ORONJIA

s/parcelle n°	Individu n°	Famille	Genre	Espèce	Nom d'espèce	Nom local	Numéro du spécimen d'herbier	Année :								Point de mesure (m) si autre que 1,30m	Hf (cm)	HT (cm)
								2012	2013	2014	2016	2018	2019	2020				
37	83B	Fabaceae	<i>Neoapaloxylon</i>	<i>madagascariense</i>	<i>Neoapaloxylon madagascariense</i> (Drake) Rauschert	Kolohoto		0	7,9	8,1	10,6	8,6	9,5	9,9				
37	84	Acanthaceae	<i>Hypoestes</i>	<i>cernua</i>	<i>Hypoestes cernua</i> Nees	Sakaiala		9,5	9,2	9,7	9,8	9,55	10,5	10				
37	85	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>sp</i>				6,05	6,05	6,6	6,3	6,37	6	6,2				
38	86	Apocynaceae	<i>Pachypodium</i>	<i>rutenbergianum</i>	<i>Pachypodium rutenbergianum</i> Vatke			24,6	25,7	26,7	29,1	29,3	30,1	30,4				
38	87	Fabaceae	<i>Delonix</i>	<i>velutina</i>	<i>Delonix velutina</i> Capuron			5,8	5,7	6,3	8,4	10,2	10	10,5				
39	88	Burseraceae	<i>Commiphora</i>	<i>elliptica</i>	<i>Commiphora elliptica</i> Phillipson, Raharim., A. Weeks & Gostel			11,2	11,1	11,4	12,1	12,1	12,2	12,4				
39	88B	Burseraceae	<i>Commiphora</i>	<i>sp</i>		Matambelona		0	7,9	8,2	8,6	8,92	9	10,7				
39	88C	Burseraceae	<i>Commiphora</i>	<i>sp</i>		Matambelona		0	9,01	9,5	9,3	9,24	9,7	9,4				
39	89	Salicaceae	<i>Homalium</i>	<i>albiflorum</i>	<i>Homalium albiflorum</i> (Boivin ex Tul.) O. Hoffm.	Hazoambo		5,2	6,05	6,3	6,3	6,37	6,6	6,9				
39	89B	Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus</i>	<i>suarezensis</i>	<i>Cleistanthus suarezensis</i> Leandri	Taimbarika		0	10,6	10,8	11,9	11,5	11,7	11,7				
39	90	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>sp</i>		Hazondomohy		10	10	10,1	9,9	10,2	10	10				
40	91	Fabaceae	<i>Neoapaloxylon</i>	<i>madagascariense</i>	<i>Neoapaloxylon madagascariense</i> (Drake) Rauschert	Kolohoto		17,7	17,8	18,1	18,6	19,1	19	19				
40	91B	Fabaceae	<i>Neoapaloxylon</i>	<i>madagascariense</i>	<i>Neoapaloxylon madagascariense</i> (Drake) Rauschert	Kolohoto					12,4	12,7	13	13,2				
40	92	Acanthaceae	<i>Hypoestes</i>	<i>cernua</i>	<i>Hypoestes cernua</i> Nees	Sakaiala		5,9	5,7	6,2	5,8	7,64	7,9	8				

ANNEXE 3 :**TRIAL OF THE IMPACT OF WATERBOXXES AND COCOONS ON THE MORTALITY AND GROWTH OF WOODY PLANTS.**

This trial will be conducted at six sites. At each site it is proposed that two types of watering devices will be trialed with five woody plant species. Typically, the young plants used for the experiments will be species of local native trees that have previously proved to be relatively resistant to the harsh conditions at the restoration site. However, it is possible that the devices can be trialed with fruit trees if that is of especial interest to you. The young plants should be sufficiently mature to be planted. We propose that the trial will consist of 30 replicates of each species under each of the three treatments. High replication is required to allow the statistically analysis of the results. The three treatments will be:

- 1) seedling planted using waterboxx;
- 2) seedling planted with cocoon; and
- 3) control.

Thus at each site will require 150 cocoons (= 5 species x 30 individuals) and 150 Waterboxxes; and a total of 450 young trees of five species (150 for each of the watering devices plus 150 for the control). The experiment should be installed at the time when you would normally plant trees.

The experiment should be established in one area where conditions are nearly environmentally-uniform (i.e. same vegetation, aspect and topography throughout the zone). Conditions at the trail site should be relatively harsh. An example of a possible planting plan is shown below (but the number of "columns" and "rows" could be different from that shown here). The seedlings should be planted at least 2 m apart in a hole of dimensions 40 x 40 x 40 cm. For best results we recommend that some compost is added to the planting hole but if you decide to do this then the same amount of compost should be added to all of the planting holes in the experiment. The soil within the planting hole should be well-watered (30 liters of water) before planting the young tree so as to establish a column of water in the soil below the planting location, then the young tree can be planted, watered again to settle the soil around the roots, and the cocoon or water boxes installed (following the instructions in the two links pasted below). After installation these devices can be filled with water. Note that the cocoon that will be used is a new design but that allows water to slowly leave the container. During the subsequent period additional water should not be added to the devices. Any grass growing around the young trees should be removed because its roots will steal the water. The mortality and growth of the plants should be monitored every 3 months for 12 months (i.e. one annual cycle). At the conclusion of the study we will compare with statistical tests the survival and growth of each tree species for a) Cocoon versus control, b) the Waterboxx versus control and c) the Cocoon versus the Waterboxx.

https://www.youtube.com/watch?v=H527s90OuF4&ab_channel=GroasisEcologicalWaterSavingTechnology

https://www.youtube.com/watch?v=ZGG60_NmQgM&ab_channel=ICBA-ag4tomorrow

Example of possible experimental design (5 species x 3 treatments x 30 replicates)

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

1	Species 1 + Cocoon
1	Species 1 + waterboxx
1	Species 1 control
2	Species 2 + Cocoon etc