

# Etc Terra



## Diagnostic des plantations forestières du projet MAHAVOTRA phase I



AGRISUD INTERNATIONAL  
ENTREPRENDRE CONTRE LA PAUVRETÉ



Mars 2017



Sedera ANDRIAMISAINTSOA

## Table des matières

Table des matières .....	i
Liste des tableaux.....	iii
Liste des figures .....	iii
Liste des photos .....	iv
I. Cadre général.....	1
I.1. Contexte et objectifs .....	1
I.2. Hypothèses de travail.....	2
I.3. Milieu d'étude .....	3
I.3.1. Relief.....	4
I.3.2. Climat.....	5
I.3.3. Sol .....	6
I.3.4. Hydrographie .....	7
I.3.5. Occupation du sol .....	8
II. Méthodologie .....	9
II.1. Analyses préliminaires .....	9
II.1.1. Analyse des bases de données de suivi des plantations .....	9
II.1.2. Echantillonnage .....	9
II.2. Traitement de données .....	12
II.2.1. Analyse descriptive.....	12
II.2.2. Analyse statistique et spatiale .....	13
II.2.3. Analyse statistique.....	14
II.2.4. Zones favorables .....	15
III. Résultats .....	16
III.1. Etat des peuplements .....	16
III.1.1. Zones de plantation .....	16
III.1.2. Espèces plantées.....	17
III.1.3. Itinéraires techniques .....	18
III.1.4. Problèmes rencontrés .....	20
III.2. Evolution de la mortalité/survie des plantations .....	22
III.2.1. Evolution par année de plantation.....	22
III.2.2. Evolution par fokontany.....	23

III.2.3.	Evolution du taux de mortalité par espèces .....	26
III.2.4.	Densités de parcelles et d'arbres plantés .....	26
III.3.	Corrélation entre les différents facteurs physique .....	28
III.3.1.	Matrice de corrélation .....	28
III.3.2.	Test ANOVA .....	28
III.3.3.	Test MANOVA .....	29
III.4.	Synthèse de l'analyse des facteurs limitants .....	30
III.4.1.	Eau .....	30
III.4.2.	Accessibilité .....	32
III.4.3.	Emplacement .....	33
III.4.4.	Espèces choisies .....	33
III.4.5.	Itinéraires techniques .....	34
III.4.6.	Entretiens .....	34
III.4.7.	Période de plantation.....	34
III.4.8.	Maladies des plants .....	34
IV.	Discussions et recommandations .....	35
IV.1.	Contexte et Objectifs du projet .....	35
IV.2.	Vérification des hypothèses .....	35
IV.3.	Recommandations .....	36
IV.3.1.	Orientation des objectifs .....	36
IV.3.2.	Choix des zones de plantation .....	36
IV.3.3.	Choix des espèces.....	37
IV.3.4.	Spécification par zone .....	38
IV.3.5.	Amélioration des jeunes plants .....	39
IV.3.6.	Périodes de plantation et améliorations des itinéraires techniques .....	39
IV.3.7.	Zones favorable de plantation.....	42
V.	Conclusion .....	47
VI.	Bibliographie .....	48
ANNEXES		

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Méthodes d'analyse de données .....	13
Tableau 2 : Liste des variables potentiellement explicatives pour l'analyse du taux de mortalité .....	14
Tableau 3 : Atouts et faiblesses des espèces plantées .....	17
Tableau 4 : Matrice de corrélation de Pearson .....	28
Tableau 5 : Résultats ANOVA .....	29
Tableau 6 : Résultats MANOVA .....	30

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la Région Itasy et des zones d'intervention du projet .....	3
Figure 2 : Relief de la Région Itasy .....	4
Figure 3 : Précipitation annuelle moyenne de la Région Itasy (Direction Générale de la Météorologie – 2017) .....	5
Figure 4 : Températures annuelles moyenne de la Région Itasy (Direction Générale de la Météorologie – 2017) .....	6
Figure 5 : Sols de la Région Itasy .....	7
Figure 6 : Réseau hydrographique de la Région Itasy .....	8
Figure 7 : Localisation des zones d'intervention du projet .....	10
Figure 8 : Croisement des facteurs physiques limitants pour aboutir à une carte de zones favorables de plantations forestières .....	15
Figure 9 : Box plot – évolution temporelle du taux de survie des plantations (BD Mahavotra à gauche et BD Diagnostic à droite) .....	22
Figure 10 : Evolution temporelle du taux de survie par zone (BD Mahavotra à gauche et BD Diagnostic à droite) .....	23
Figure 11 : Taux de mortalité par fokontany (BD Mahavotra – suivi mars 2016) .....	24
Figure 12 : Taux de mortalité par fokontany (diagnostic – septembre 2016) .....	25
Figure 13 : Taux de survie par espèce par zone (BD Mahavotra à gauche et BD Diagnostic à droite) .....	26
Figure 14 : Densité de parcelle de plantation .....	27
Figure 15 : Densité de plants plantés .....	27
Figure 16 : Taux de mortalité (BD Mahavotra à gauche - période pluvieuse et BD Diagnostic à droite - période sèche) .....	27
Figure 17 : Carte de proximité hydrographique de la Région Itasy .....	31

Figure 18 : Carte de proximité des pistes de la Région Itasy .....	32
Figure 19 : Hauteur relative de la Région Itasy .....	33
Figure 17 : Courbes ombrothérmiques de la région Itasy .....	39
Figure 21 : Zones favorables pour la plantation forestière dans la région Itasy .....	44
Figure 22 : Emplacement des parcelles d'Arivonimamo selon les zones favorables .....	45
Figure 23 : Emplacement des parcelles de Miarinarivo selon les zones favorables .....	46
Figure 24 : Emplacement des parcelles d'Analavory selon les zones favorables .....	46

## Liste des photos

Photo 1 : Paysages typiques de la région Itasy .....	8
Photo 2 : Visite des parcelles et rencontre avec les exploitants .....	11
Photo 3 : Exemple de typologie des parcelles reboisées.....	16
Photo 4 : Trouaison normale .....	18
Photo 5 : Semi-labour en ligne .....	18
Photo 6 : Ecartement préconisé (3m).....	19
Photo 7 : Peuplement trop étroit (< 2m) nécessitant une éclaircie .....	19
Photo 8 : Pare-feu interne (milieu de parcelle) .....	20
Photo 9 : Peuplement de 3 années, nécessitant un élagage .....	20
Photo 10 : Passage de feux de brousse au milieu d'une jeune plantation.....	21
Photo 11 : Maladies (psylle).....	21
Photo 12 : Divagation du bétail au milieu de la plantation .....	21
Photo 13 : Plants fébriles par manque d'eau .....	21
Photo 14 : Zones non-adaptées .....	21
Photo 15 : Exemples de bons peuplements .....	34
Photo 16 : Exemples de mauvais peuplements .....	34
Photo 17 : Exemples d'aménagement des principales zones du projet (Région Itasy) .....	38
Photo 18 : Parcelles de pinus situées auprès d'un peuplement de pinus (avantagées par une ambiance forestière) .....	41
Photo 19 : Trouaison normale sur sol tendre (volcanique) .....	42
Photo 20 : Semi-labour en ligne sur sol dur (ferralitique) .....	42

## I. Cadre général

### I.1. Contexte et objectifs

Dans le cadre de la phase II (2016 - 2018) du projet Mahavotra dont l'objectif global est de « *Contribuer au développement agricole et à l'amélioration de la planification et de la gestion territoriales dans la Région Itasy* », l'évaluation et le diagnostic des plantations forestières issus de la phase I (2011 – 2015) s'avéraient indispensable afin d'apporter des éléments de réponse à l'**objectif spécifique 2** : « *Renforcer les collectivités locales dans leur capacité à gérer leur développement territorial et mesurer les effets et l'impact sur le milieu naturel* ». Plus précisément, on souhaite renforcer les exploitants et collectivités à la gestion de peuplements forestiers.

Sur la première phase du projet, les plantations d'arbres et notamment forestiers ont été très importantes : 378 511 arbres forestiers ont été plantés sur 2 781 parcelles et auprès de 1 032 exploitations. Les espèces d'eucalyptus et de pinus sont les plus représentées (90%). Les autres espèces sont composées d'acacia, de neem, de cassia, de harongana, de grevillea, de palissandre et de toona (cf. Annexe 1).

Cette étude a pour objectif principal de faire un état de lieu de ces plantations forestières. Elle vise plus spécifiquement à :

- Cerner les caractéristiques des plantations dans la région et surtout dans chaque zone d'intervention (avantages, contraintes, forces et faiblesses) ;
- Vérifier la qualité des bases de données ;
- Améliorer les suivis déjà entrepris par les techniciens sur terrain ;
- Orienter les activités de reboisement à venir (choix des zones de plantation, choix des espèces, itinéraires techniques...) ;
- Aboutir à la détermination des modules de formation nécessaire à l'élaboration d'un manuel ou guide de conduite et gestion des peuplements forestiers ;
- Etablir les facteurs essentiels pour assurer un bon développement des plantations ;
- Etablir un document référentiel sur le reboisement forestier dans le cadre du projet Mahavotra.

Pour ce faire, des descentes sur terrain ont été menées durant les mois d'août et septembre 2016. De nombreux entretiens ont été réalisés avec les producteurs, bénéficiaires du projet et avec les agents d'Amadese et d'Agrisud. Des comptages de plants ont été réalisés afin d'actualiser les chiffres sur les taux de mortalité. Enfin ces observations et données ont été analysées qualitativement et quantitativement.

Le rapport est composé de 4 parties distinctes dont la première partie présente les zones d'intervention du projet, des inventaires terrain de cette étude, et les caractéristiques biophysiques de la Région Itasy ; la deuxième partie détaille la méthodologie développée, une troisième partie présente les différents résultats obtenus. La quatrième et dernière partie se consacre aux discussions et recommandations à l'issue de ce travail.

## I.2. Hypothèses de travail

Etant donné l'objectif général de l'étude qui se focalise particulièrement sur l'état et l'évolution des plantations, deux principales hypothèses, basées sur le taux de survie, sont énoncées afin de mieux cadrer le travail :

- **Hypothèse 1** : Le taux de survie des plants s'améliore d'année en année et se différencie d'une zone à une autre.

Dans cette optique, premièrement, l'étude va essayer de montrer l'importance des expériences du projet où une évolution positive des résultats est observée à la fin du projet (de la première phase). L'expérience consiste par la maîtrise des activités au fur et à mesure du temps dont la conduite de plantation forestière dans la région Itasy. Deuxièmement, vue la vaste étendue et la variabilité de la zone d'intervention du projet, il serait également intéressant de savoir s'il y a vraiment une différence significative entre chaque zone (commune) du point de vue développement des plantations (taux de survie).

- **Hypothèse 2** : les facteurs humains conditionnent le bon développement des plants au détriment des facteurs physiques

Pour cette deuxième hypothèse, qui est en étroite relation avec la première hypothèse, le but est de déterminer justement les facteurs qui favorisent ou non la réussite d'un projet de plantation forestière au niveau de la région Itasy. La connaissance de ces facteurs est primordiale car ils constituent des éléments majeurs d'aide à la prise de décision (amélioration des activités en cours et planification de la suite du projet) et à l'élaboration des stratégies relatives à la conduite et gestion des peuplements forestiers (plantation, suivi et entretiens).

### I.3. Milieu d'étude

Dans un contexte de programmes/projets de plantation forestière, la connaissance de la zone d'étude est primordiale car elle permet d'identifier et de déterminer, préalablement, les caractéristiques générales et spécifiques du milieu. Pour le cas du projet Mahavotra, implanté dans la Région Itasy, dont l'un des principales activités concerne les plantations d'arbres, les informations sur les paramètres physiques relatifs pour toute activité de reboisement sont indispensables. Parmi ces facteurs, se distinguent entre autre le climat, le sol, le relief et l'occupation du sol.

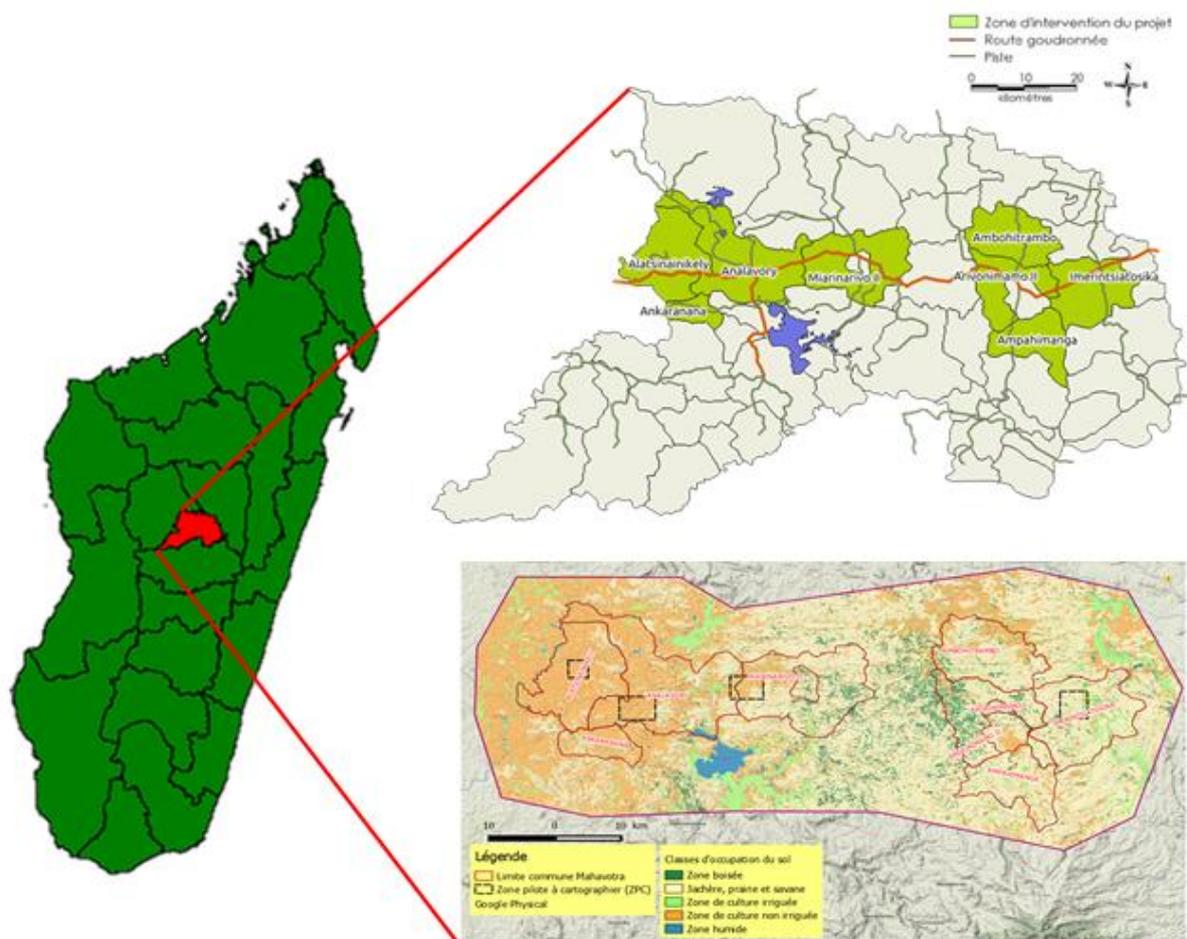
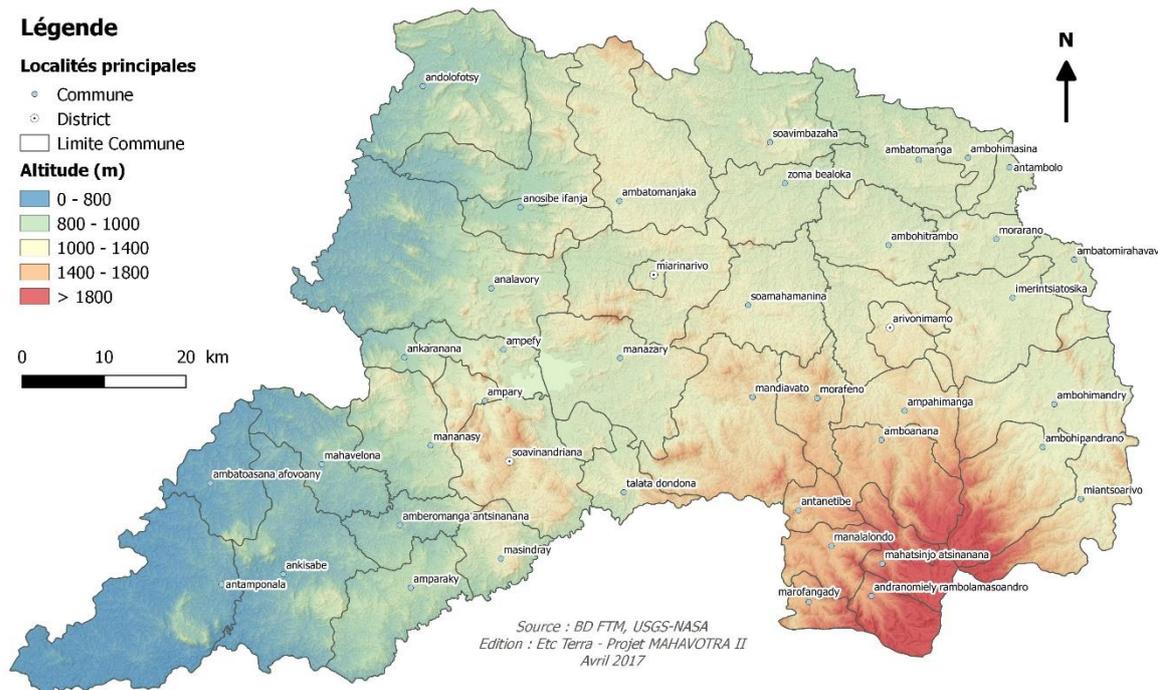


Figure 1 : Localisation de la Région Itasy et des zones d'intervention du projet

### I.3.1. Relief

Avec des altitudes très variées allant de 100m à 1710m, la région Itasy réside sur la présence presque partout de massifs élevés. Mais 3 types se caractérisent essentiellement de la région :

- A l'Est, il y a les massifs typiques d'Ankaratra dont les versants convexes retombent sur des vallées de largeur variable : Arivonimamo et Imerintsiatosika ;
- Au centre, les hauts massifs sont caractérisés par des chaînes montagneuses à pentes abruptes et des vallées très encaissées : Soamahamanina et Miarinarivo ;
- A l'Ouest, le complexe du lac Itasy offre dans sa partie occidentale un relief plus aéré avec des plaines et des vallées plus larges : Analavory, Ifanja et Soavinandriana.



**Figure 2 : Relief de la Région Itasy**

### I.3.2. Climat

Elément incontournable pour la foresterie, ce facteur influence la production et le développement des jeunes plants. En général, le climat de la région Itasy se caractérise par un climat tropical d'altitude dont une période pluvieuse et moyennement chaude (de novembre à mars) et une période fraîche et relativement sèche durant le reste de l'année (PRD Itasy, 2005). Malgré que de nombreux sous-climat se font constater, et même, qu'il est possible que chaque zone/commune ait sa spécificité climatique, deux sortes de domaines climatiques se dégagent (Service météorologique, 2015) :

- Les parties Est et centrale de la région se distinguent par une précipitation annuelle oscillant entre 800 – 1400mm, et marquées par une saison sèche au mois d'avril au mois d'octobre. La température moyenne mensuelle est comprise entre 26°C en janvier et 8°C en août : District Miarinarivo (Imerintsiatosika, Miarinarivo, Analavory) ;
- La partie Ouest (Soavinandriana) est par contre caractérisée par une pluviométrie annuelle un peu plus élevée (900 – 1480mm) avec une température moyenne de 23°C en janvier et de 10°C en août.

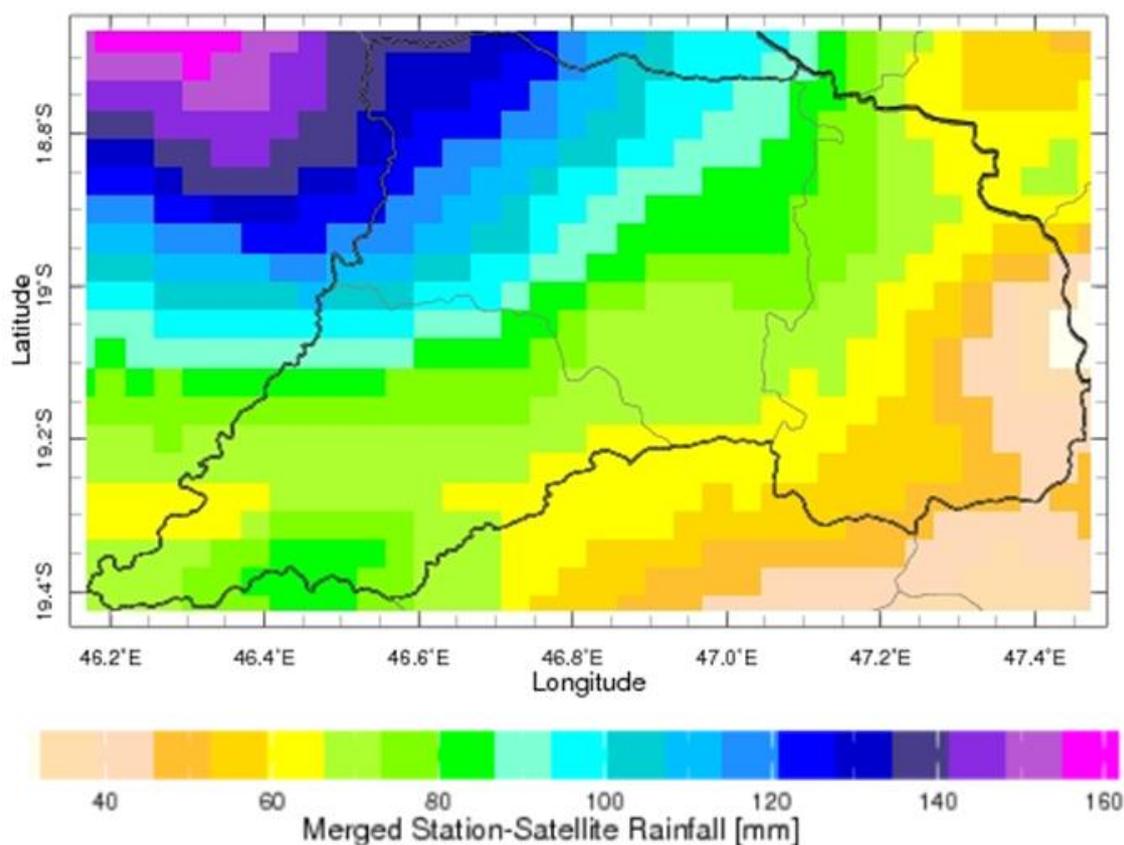
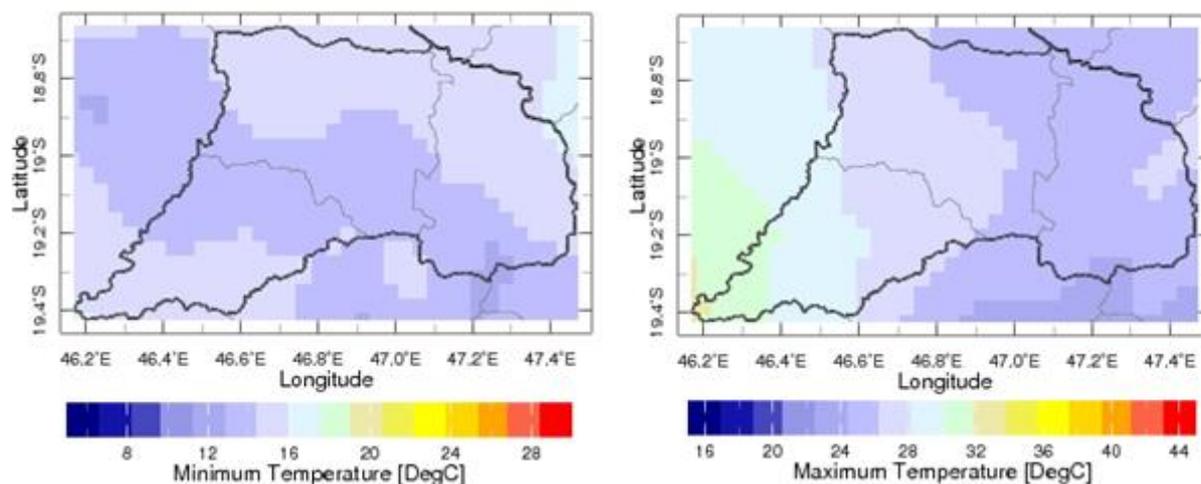


Figure 3 : Précipitation annuelle moyenne de la Région Itasy (Direction Générale de la Météorologie – 2017)

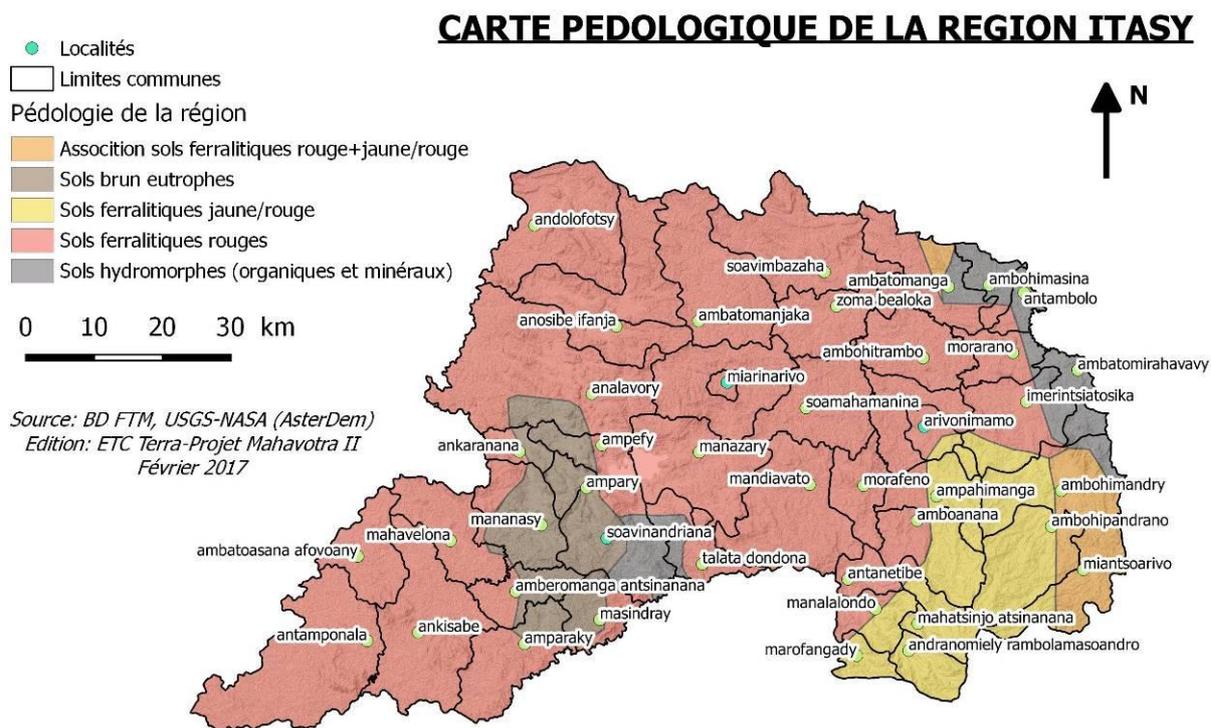


**Figure 4 : Températures annuelles moyenne de la Région Itasy (Direction Générale de la Météorologie – 2017)**

### I.3.3. Sol

Globalement, trois types de sol sont remarqués dans la région Itasy :

- La partie Est est dominée par des *sols ferralitiques* (sols rouges/jaunes) caractéristiques des sols des Hautes de terre de Madagascar : Imerintsiatosika, Arivonimamo, une partie de Miarinarivo. Ce sont des sols compacts, difficiles à travailler et très sensibles à l'érosion ;
- La partie Ouest se compose de *sols volcaniques* (sol brun eutrophe), *sols alluvionnaires et colluvionnaires* : Analavory, Soavinandriana et une partie de Miarinarivo. Ces sols présentent des bonnes propriétés agronomiques.
- Les *sols hydromorphes*. Situés dans les bas-fonds cultivés. Ils présentent des traces d'hydromorphie permanente ou temporaire (gorgé d'eau une partie de l'année).

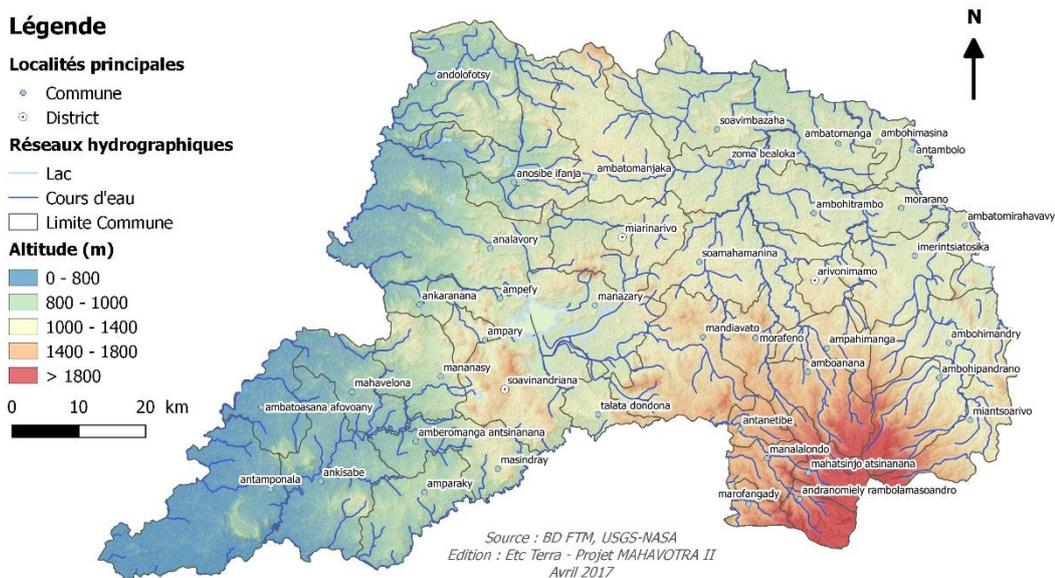


**Figure 5 : Sols de la Région Itasy**

### **I.3.4. Hydrographie**

Regorgeant d'importantes sources d'eau, la région Itasy comporte une cinquantaine de lacs dont les plus importants sont Itasy, Mahiatrondro, Antamolava, Ambatomilona et Piliانا ; ainsi que des grandes rivières comme les cas de Mazy et de Lily.

Les plans d'eau et cours d'eau naturels représentent un atout non négligeable pour les activités agricoles et forestières. Cependant, ces ressources ont été toujours exposées à de nombreuses pressions tant anthropiques que naturelles (ensablement).



**Figure 6 : Réseau hydrographique de la Région Itasy**

### I.3.5. Occupation du sol

La région est caractérisée par une faible couverture forestière et une grande étendue de formations herbeuses (savane 49% de la superficie de la région).

En 2005, à l'échelle de la Région, les surfaces à vocation agricole sont évaluées à 44%. Celles couvertes par les plantations artificielles à 2% du territoire. Les écosystèmes naturels occupent 54% dont : 1% de forêts sclérophylles (essentiellement des forêts de tapia), 52% de savane et pseudo-steppe et 1% de plans et cours d'eau (ONE, 2005).



**Photo 1 : Paysages typiques de la région Itasy**

## **II. Méthodologie**

Subdivisée en trois parties bien distinctes, la méthodologie de travail est caractérisée par des études au bureau, des descentes sur terrain et des traitements des données.

### **II.1. Analyses préliminaires**

#### **II.1.1. Analyse des bases de données de suivi des plantations**

Cette étape consistait (i) aux analyses de la base de données sur les plantations réalisées pendant les cinq années du projet. Cette étape est très importante afin de bien cerner le projet, d'avoir une idée sur l'état des plantations et surtout (ii) de bien préparer la collecte de données sur terrain (échantillonnage des zones et parcelles à visiter et des exploitants à enquêter).

Les analyses se sont focalisées sur l'explication du taux de mortalité en fonction du temps, des zones (communes) et des espèces plantées. Cette étape est importante pour deux raisons : (i) avoir une idée sur l'état général des peuplements par année et par zone mais également l'évaluation du choix des espèces et donc l'appréciation de l'efficacité du projet ; et (ii) de bien procéder à l'échantillonnage des zones, des parcelles et des espèces pour la descente sur terrain (mission de diagnostic).

#### **II.1.2. Echantillonnage**

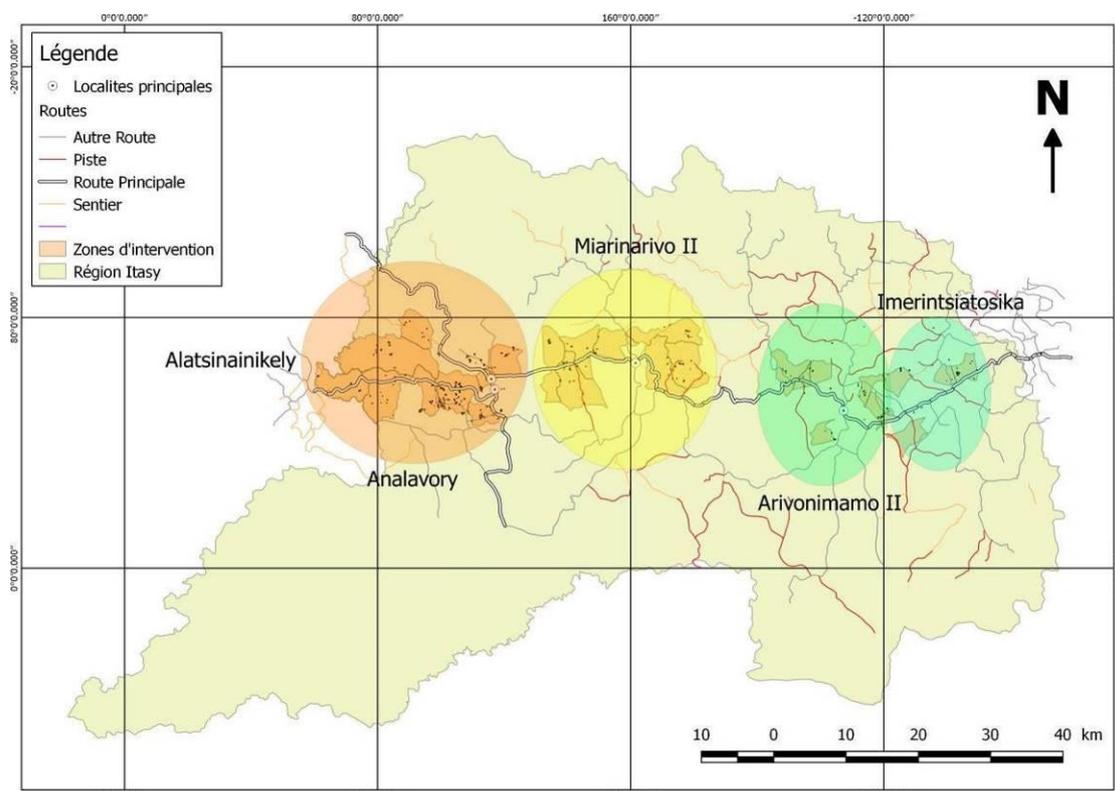
##### **a. Critères d'échantillonnage**

Une campagne de terrain a été réalisée afin de compléter l'analyse des bases de données existantes. Pour avoir un maximum de représentativité, les échantillons sélectionnés se sont basés sur les critères suivants :

- Les zones de concentration des plantations ;
- L'année de plantation : A1 (2012), A2 (2013), A3 (2014), A4 (2015) ;
- Les espèces plantées ;
- Le taux de mortalité, subdivisé en 3 : faible (< 25%), moyen (25 – 50%), élevé (> 75%) ;

##### **b. Zones d'intervention**

Dans le cadre de cette étude, les 5 communes principales d'intervention du projet (avec leur fokontany respectifs) ont été choisies étant donné la concentration des activités de plantations présente au niveau de ces zones, il s'agit notamment des communes de : Imerintsiatosika, Arivonimamo II, Miarinarivo II, Analavory et Alatsinainikely (cf. Annexe 2).



**Figure 7 : Localisation des zones d'intervention du projet**

Au total, 400 parcelles appartenant à 178 exploitants réparties sur 27 fokontany ont été ciblées pour le diagnostic sur terrain.

### c. Enquêtes sur le terrain

La collecte de données s'est fait à partir des interviews auprès des paysans exploitants, des pépiniéristes et des techniciens partenaires (Amadese et Agrisud).

La descente sur terrain se composait en plusieurs points (cf. Annexe 4) :

- Rencontre et planification avec les responsables et techniciens sur terrain (AMADESE et ASI) pour assurer le bon déroulement des missions et visites des parcelles et ces exploitants ;
- Discussion avec les responsables techniques sur terrain sur le contexte du projet spécifiquement sur les plantations forestières (contexte et mise en place, enjeux, conduite, problèmes rencontrés...) ;
- Visite des parcelles ciblées et rencontre avec les propriétaires ;
- Rencontre avec les pépiniéristes du projet pour avoir un peu plus d'information sur la conduite et production des jeunes plants ;
- Rencontre avec les responsables en aménagement forestier dans la région Itasy (DREEF Itasy) pour savoir le contexte et la situation actuelle de peuplement forestier dans la région ;



**Photo 2 : Visite des parcelles et rencontre avec les exploitants**

Pour les enquêtes « plantations », les données ont été relevées via l'utilisation d'une fiche d'enquête pré-élaborée (cf. Annexe 3). Les informations recueillies se caractérisent notamment par :

- La personne qui est propriétaire de la/des parcelle(s) visitée(s) (maître exploitant ou simple exploitant) ;
- Existence ou non de formations initiales ou consignes particulières sur la plantation forestière (choix des zones de plantation, choix des espèces, itinéraires techniques) ;
- Les espèces plantées, année de plantation ;
- Objectifs de la plantation ;
- Caractéristiques de la/des parcelles (position topo, sol, occupation du sol, sensibilité à l'érosion...) ;
- Les itinéraires techniques adoptés (trouaison, écartement, apport de matières organiques, protections, entretiens...) ;
- Caractéristique des plants (taux de reprise, mesures dendrométriques, existence d'entretiens) ;
- Avantages et problèmes rencontrés.

## II.2. Traitement de données

Cette étape concerne la saisie et le traitement des données (i) issues de la **base de données initiales**<sup>1</sup> (base de données du projet) et (ii) via les **données de diagnostic**<sup>2</sup> sur terrain présentées plus haut. Elle a pour finalité d'en déduire l'état ou le bilan des plantations réalisées durant la phase I du projet en mettant en relation ces deux types de données (cohérence et/ou complémentarité). Donc, de montrer les atouts et les faiblesses ainsi que les opportunités et les menaces du projet en termes de gestion d'un peuplement forestier.

Pour ce faire, deux types d'analyses complémentaires ont été mise en œuvre, i) **l'analyse descriptive** pour tout ce qui est relatif à la conduite de reboisement (milieu de plantation, espèces, itinéraires techniques), ii) **analyse statistique et spatiale**. Pour avoir des résultats plus objectifs, les analyses se sont focalisées en majorité sur le taux de mortalité (zones d'intervention, année de plantation, facteurs physiques et humains...). Le traitement des données via ces analyses permet de donner des éléments de réponse aux hypothèses initialement posées.

### II.2.1. Analyse descriptive

Elle consiste à analyser directement les paramètres physiques liés au lieu de plantation et aux espèces plantées ainsi qu'aux paramètres humains dont les techniques de reboisement. En parallèle, cette partie permet également de traiter les principaux atouts et problèmes rencontrés auprès des zones de plantation.

#### a. Zone de plantation

Elle consiste à analyser les caractéristiques physiques des parcelles de plantation : (i) l'emplacement de la parcelle (5 positions topographiques ont été pris en considération : sommet, haut versant, versant, bas versant et bas fond), (ii) la nature du sol (pauvre, riche et volcanique) et (iii) l'occupation du sol (sol forestier, sol dénudé, sol cultural...). La connaissance de ces éléments a permis d'évaluer le développement potentiel des plants, selon les espèces choisies, par rapport au milieu. Egalement, elle a permis d'en déduire les interventions possibles (anticipations éventuelles) quant aux entretiens nécessaires à effectuer.

#### b. Espèces plantées

Pour ce point, le but est d'étudier les espèces plantées par le projet de par ces caractéristiques et son adaptation par rapport au milieu et au contexte du projet. Étant donnée le nombre assez important des espèces optées, il est plus pratique d'analyser uniquement les principales espèces plantées dans la totalité des zones d'intervention (en fonction du nombre total des plants) : le pin (*Pinus sp.*), les

---

<sup>1</sup> Base de données Mahavotra – suivi mars 2016

<sup>2</sup> Données Diagnostic – suivi septembre 2016

eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus citriodora*) et les acacias (*Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis*).

### **c. Itinéraires techniques**

L'un des éléments principaux du diagnostic, et en étroite relation avec le contexte du projet, l'analyse des techniques adoptées durant les activités de plantation s'est avérée primordiale afin d'expliquer l'état actuel du peuplement forestier. Les itinéraires techniques étudiés ont été observés depuis la préparation (parcelle) jusqu'aux suivis et entretiens post-plantation.

### **II.2.2. Analyse statistique et spatiale**

Les deux bases de données existantes ont fait l'objet d'une analyse spatiale dans le but de déterminer les évolutions du développement des plants (2 dates de suivis différentes) ou éventuellement d'identifier les incohérences entre les deux bases de données via la comparaison des graphiques résultants.

Plusieurs méthodes d'analyses graphiques ont été élaborées pour mieux expliquer et traiter les bases de données. Le traitement des données ont été essentiellement axés sur le taux de mortalité/survie des plantations dans le temps et dans l'espace.

#### **Graphes de comparaison**

La comparaison des données via les représentations spatiales (par base de données, par année, par zone d'intervention, par espèce...) a permis de comprendre rapidement l'évolution de l'état actuel du peuplement. Il y a aussi la prise en considération de la quantité des plants plantés ainsi que des parcelles exploitées (cf. Tableau 1).

**Tableau 1 : Méthodes d'analyse de données**

Type de données	Type de représentation	Outils d'analyse
Taux de mortalité	Cartes de représentation du taux de mortalité par zone (fokontany)	Logiciel QGIS
	Graphes de comparaison (histogramme) du taux de mortalité annuel par zone et par espèce	Comparaison des données par Excel
	Box plot : évolution du taux mortalité dans le temps	Logiciel de traitement statistique Xlstat
Nombre de plants et nombre d'espèces	Cartes de représentation par zone (fokontany)	Logiciel QGIS

### II.2.3. Analyse statistique

L'analyse statistique permet d'étudier les corrélations existantes entre les divers paramètres/facteurs physiques (sol, espèces, hydrographie, topographie...) et les paramètres humains (espèces, techniques,...) par rapport aux taux de mortalité. Cette analyse est importante car elle a permis d'en déduire les « **facteurs limitants** » de reboisement forestier nécessaires pour les améliorations et interventions futures à réaliser. L'analyse statistique a permis également de ressortir par la suite la cartographie des zones favorables à la plantation forestière en couplant avec les analyses spatiales. Pour cette étude, le traitement des bases de données a été réalisé en utilisant des logiciels de traitement statistiques comme Xlstat et R.

**Tableau 2 : Liste des variables potentiellement explicatives pour l'analyse du taux de mortalité**

Nom des variables <sup>3</sup>	Type données	Facteurs	Test statistique	Logiciel
Hydrographie (distance)*	Quantitative	Physique	Test de corrélation et ANOVA	Xlstat et R
Localité (distance)*	Quantitative	Physique		
Pistes (distance)*	Quantitative	Physique		
Position topographique	Quantitative	Physique		
Pente	Quantitative	Physique		
Zones	Qualitative	Humain	Test MANOVA	R
Année de plantation	Qualitative	Humain		
Espèces plantées	Qualitative	Humain		
Qualité des plants	Qualitative	Humain		
Période de plantation	Qualitative	Humain		
Techniques de plantation	Qualitative	Humain		
Trouaison	Qualitative	Humain		
Ecartement	Qualitative	Humain		
Entretiens	Qualitative	Humain		
Menaces**	Qualitative	Humain		

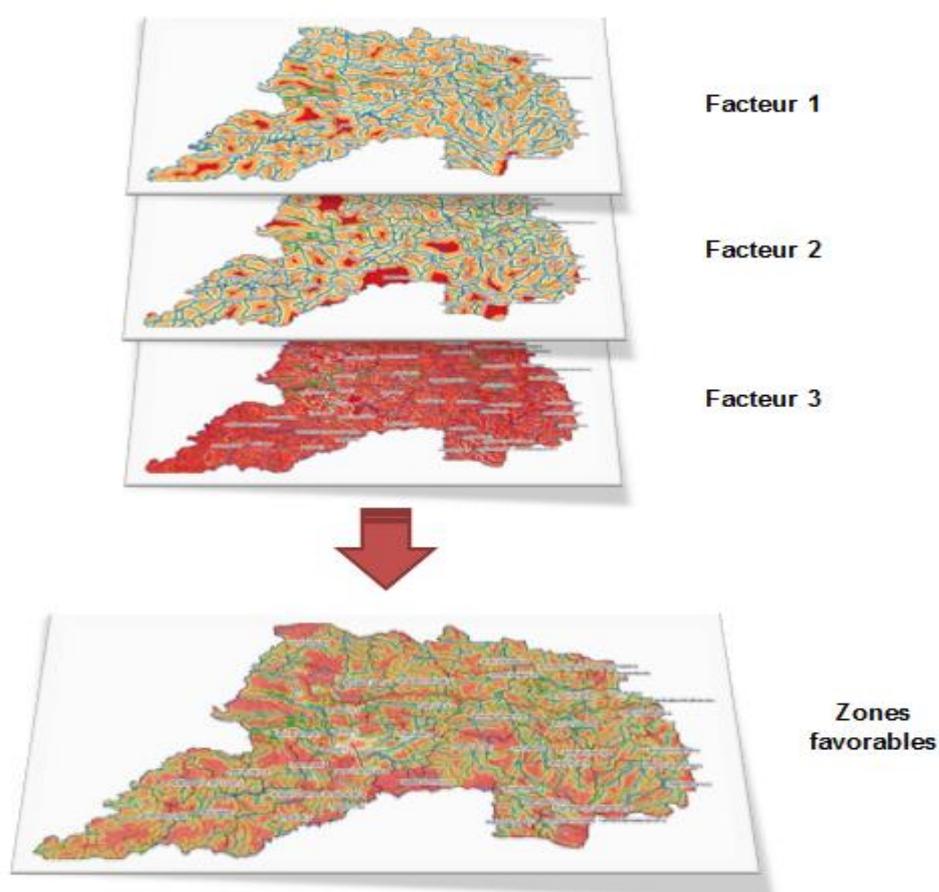
\* distance ou accès entre la parcelle et les réseaux hydro, piste et topographique

\*\* maladies, feux, divagation, vandalisme, ...

<sup>3</sup> Variables-facteurs-paramètres représentent tous la même dénomination

### II.2.4. Zones favorables

Traitées uniquement à partir des facteurs physiques (cf. Tableau 2), la détermination des zones favorables découlait des résultats issus des tests statistiques (test de corrélation et ANOVA) de ces facteurs physiques (variables physiques). Une fois que les facteurs limitants ont été identifiés, ces facteurs ont été traités spatialement via des logiciels SIG (QGIS, R et GRASS) en les croisant simultanément pour aboutir à une représentation générale des zones propices pour la mise en place d'une/des parcelle(s) de plantations forestières. Chaque facteur est pondéré (score) selon leur degré d'importance à l'issue des études statistiques. Les facteurs avec un degré d'influence élevé ont un score variant de 1 à 5<sup>4</sup> et les facteurs moyennement influençant ont un score de 1 à 3.



**Figure 8 : Croisement des facteurs physiques limitants pour aboutir à une carte de zones favorables de plantations forestières**

<sup>4</sup> Score :

- 5 : très favorable ; 4 : favorable ; 3 : acceptable ; 2 : moins favorable ; 1 : non favorable

### III. Résultats

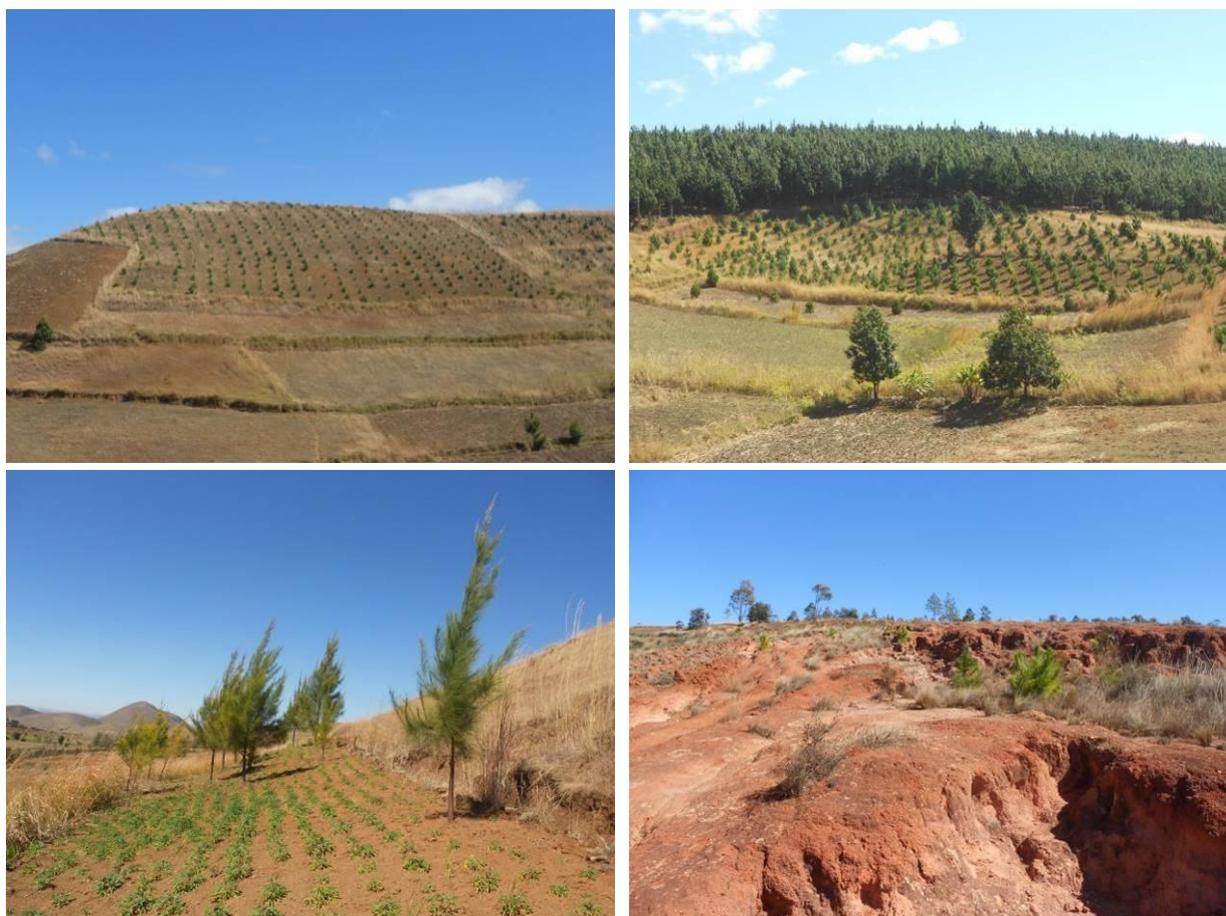
#### III.1. Etat des peuplements

##### III.1.1. Zones de plantation

Etant donné que l'objectif initial de la plantation forestière durant la phase I du projet s'orientait vers la défense et restauration du sol qui favorisait ainsi la couverture et la protection du milieu (stabilisation des lavaka), les parcelles étaient localisées préférentiellement dans les zones dites « marginales ». Toutefois, les observations sur terrain ont pu montrer la grande variabilité de l'emplacement des parcelles (cf. Photo 3), que ce soit sur des milieux dénudés, érodés, fertiles (bas fond), forestiers et reboisés, et même dans des champs de cultures.

Deux grands types d'exploitations forestières ont été identifiés :

- Les exploitants disposants de grande superficie de terrain pour les plantations forestières avec un degré de fertilité variable (pauvre sur les collines et riche sur les bas-fonds) ;
- Les exploitants disposant de moins de terrain où il n'y a que sur les tanety dénudés ou dans les champs de cultures qui sont disponibles.



**Photo 3 : Exemple de typologie des parcelles reboisées**

Cette variabilité des emplacements des parcelles est utile pour réorienter les objectifs de plantations lors de la prise de décision pour les prochaines activités de reboisement. Et donc de pouvoir guider chaque exploitant selon leur moyen à disposition (terre pauvre, objectif de restauration ; terre riche, objectif de production et valorisation commerciale par exemple).

### III.1.2. Espèces plantées

Parmi les quelques 400 parcelles visitées, les genres *Eucalyptus*, *Pinus* et *Acacia* sont les plus plantés. Chaque espèce présente leurs points forts et points faibles selon les zones de plantation et l'espèce elle-même.

**Tableau 3 : Atouts et faiblesses des espèces plantées**

Espèce	Points forts	Points faibles	Zones
<i>Eucalyptus sp.</i>	Adaptation facile : - Pluvio : 1480mm (> 1000mm) - T° : 20°C (20 – 26°C) - Sol pauvre - Tolérance feux et inondation	- Maladie (psylles) - Mauvaises semences	Zones favorables : Toute la région Itasy
<i>Eucalyptus citriodora</i>	- Pluvio : 1480mm (> 1000mm) - T° : 20°C (> 18°C) - Fût rectiligne	- Sol fertile - Maladies (psylles)	Zones favorables : Itasy Ouest (Analavory) Zones difficiles : Itasy Est (Imerintsiatosika, Arivonimamo II, Miarinarivo II Est)
<i>Pinus sp.</i>	Adaptation très facile : - Pluvio : 1480mm (1500mm) - T° : 20°C (17-22°C) - Sol très pauvre - Croissance rapide - Fût rectiligne	Sensibilité aux feux	Zones favorables : Toute la région Zones difficiles : Itasy Ouest
<i>Acacia</i>	Adaptation facile : - Aire potentielle : Hauts-plateaux - Pluvio : 1480mm (1500mm) - T° : > 20°C (18 – 28°C) - Sol limoneuse - Adaptation sol pauvre - Croissance rapide	Nécessite quand même un minimum de fertilité du sol	Zones favorables : Itasy Ouest (Analavory) Zones difficiles : Itasy Est (Imerintsiatosika, Arivonimamo II, Miarinarivo II Est)

*\*En italique, les normes exigées pour assurer leur développement (SNGF, 2005)*

### III.1.3. Itinéraires techniques

Les techniques de plantation appliquées pendant le reboisement depuis la trouaison jusqu'aux entretiens réalisés sont encore visible auprès des parcelles visitées. De plus, un grand contraste est remarqué entre les parcelles ayant adoptées les itinéraires techniques recommandées (40%) par les techniciens et celles qui n'appliquaient pas les consignes proposés (60%). Ces observations sont décrites en détail ci-dessous.

#### III.1.3.1) Trouaison

Concernant la préparation du sol, deux types de trouaison ont été remarqués :

- La trouaison proprement dite, de forme carrée ou ronde de dimension 40cm x 40cm x 40cm ;
- Le semi-labour ou labour en ligne reliant les pieds des plants sur une rangée dont le but de faciliter le développement des racines face aux sols très dur sans affecté la sensibilité à l'érosion de la zone.

La trouaison est très efficace (moins de temps de réalisation mais productive) pour les sols beaucoup plus tendre comme le cas des sols volcaniques de toute la zone d'Analavory, par contre pour les terrains très pauvre dont la structure est très dur, cas de la plupart des tanety des Hautes-terres, la trouaison n'est pas très favorable. Comme le cas de nombreuses parcelles dans une partie de la zone Miarinarivo II (Manankasina), dont le sol est pauvre et dur (zone de tapia), le flétrissement progressif des jeunes plants qui conduirait tôt ou tard à la mort de ces jeunes arbres est très constaté malgré le fait que les exploitants ont bien suivi les consignes dont le plus a été l'apport de matière organique dans chaque trou.



**Photo 4 : Trouaison normale**



**Photo 5 : Semi-labour en ligne**

### III.1.3.2) Ecartement des trous

Pour l'écartement des trous, même si les exploitants ont bien suivi les consignes proposées qui est d'adopter un écartement de 3m x 3m, il y a toujours des exceptions qui s'avèrent utiles pour les futures campagnes. Des paysans ont optés aussi un écartement de 2m x 2m sur leur parcelle. Nous avons observé que plus l'écartement est petit plus le taux de mortalité est faible. La principale raison s'explique par la facilité de faire le suivi et les entretiens pour les plants moins éloignés mais également l'environnement des jeunes plants au niveau du sol est beaucoup plus facile et rapide à créer par rapport à des plants éloignés.



**Photo 6 : Ecartement préconisé (3m)**

**Photo 7 : Peuplement trop étroit (< 2m) nécessitant une éclaircie**

### III.1.3.3) Rebouchage et apport d'engrais

Les exploitants ayant apporté de la matière organique dans le sol pour leurs plantations forestières sont peu nombreux. Pour ceux qui ont procédé à une fumure de fond, il est constaté que cet apport reste vain si l'apport en eau est faible. Il pourrait même conduire la mort du plant à cause de la fermentation de la matière organique qui acidifie et brûle les racines. Ainsi, la focalisation sur la maximisation de la rétention de l'humidité du sol (mulch, couverture du sol) est beaucoup plus efficace que l'apport d'eau et de matière organique dans un contexte de boisement reboisement (zone éloignée des villages, entretiens faibles voire inexistants donc peu de possibilités d'arrosage ou irrigation...).

### III.1.3.4) Plantation

La plantation s'effectue normalement durant et même avant la période de pluie afin de bien maximiser la rétention de l'humidité du sol pour permettre la survie et le développement des jeunes plants. Cependant, par défaut des moyens que ce soit humain, techniques que matériel (transport), des retards de plantation ont été remarqué dans quelques zones (Miarinarivo II). Par exemple, certains paysans stockaient quelques jours les jeunes plants livrés sans les avoir plantés directement d'où le flétrissement très rapide des plants une fois planté. Certaines mises en terre

ont été réalisées vers la fin de mois mars au début du mois d'avril, ce qui a entraîné la mortalité élevée des jeunes arbres.

L'état des jeunes plants trop fébrile durant leur transfert de la pépinière vers les zones de plantation est très remarqué. Les jeunes plants sont encore moins résistants et s'adaptent très difficilement au milieu.

### III.1.3.5) Post-plantation (entretiens)

Les entretiens réalisés après la plantation sont très faibles pour le cas de la plantation forestière auprès des parcelles visitées. Les activités les plus réalisées sont surtout le nettoyage des pieds des plants (Photo 9) comme alternatif au pare-feu conventionnel jugé inefficace pour la situation de la zone (Analavory) où les feux sont très fréquents et se propageaient très rapidement d'une zone à une autre.

Autres entretiens des parcelles existants, l'élagage des jeunes arbres (cas des arbres plantés durant les premières années de plantation : A1 (2012) et A2 (2013)).



**Photo 8 : Pare-feu interne (milieu de parcelle)**



**Photo 9 : Peuplement de 3 années, nécessitant un élagage**

### III.1.4. Problèmes rencontrés

Nombreux sont les problèmes observés qui limitent le développement des plants. Les principaux rencontrés sont les suivants :

- Les feux de brousse : importance des zones très sensibles aux feux dans les zones d'intervention (plantation sur les hautes terres, vent violent très fréquent, zones savaneuses très denses, forte proportion d'éleveur sur pâturage) ;
- Les maladies surtout pour le cas des eucalyptus (envahis par des psylles dans la partie ouest de la région : Miarinarivo, Analavory et Alatsinainikely) ;
- La divagation bovine et ovine très importante qui ravage les peuplements quel que soit leur taille et leur nature (population constituée d'éleveur) ;

- La fébrilité des jeunes plants qui s'adaptent très difficilement aux milieux (contexte de plantation sur les zones marginales) ;
- Le contexte initial du projet : plantation sur les zones marginales (dénudées, pauvres...) et donc faible développement et productivité des plants (entretiens faibles voire inexistant, surveillance compliquée due à l'éloignement des zones, interventions difficiles).



**Photo 10 : Passage de feux de brousse au milieu d'une jeune plantation**



**Photo 11 : Maladies (psylle)**



**Photo 12 : Divagation du bétail au milieu de la plantation**



**Photo 13 : Plants fébriles par manque d'eau**



**Photo 14 : Zones non-adaptées**



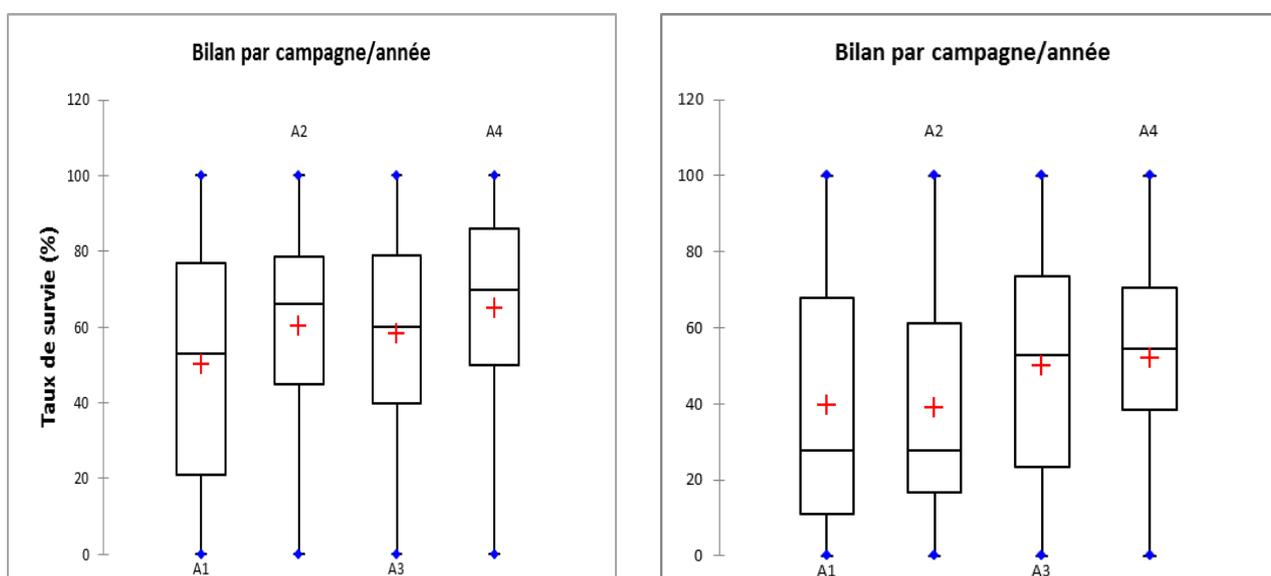
## III.2. Evolution de la mortalité/survie des plantations

### III.2.1. Evolution par année de plantation

En comparant les taux de survie des deux bases de données existantes (Mahavotra et celle issue de ce diagnostic), une différence assez distincte est observée. En effet, une régression du taux de survie est constatée entre les deux données (base de donnée Mahavotra à gauche et celle issue du diagnostic à droite). L'inégalité des périodes de suivi et de collecte de données par rapport au taux de survie effectués constitue l'une des raisons qui explique la différence entre les deux bases de données :

- Bases de données « Mahavotra » : suivi mars 2016 (post période de pluie) ;
- Base de données « Diagnostic » : suivi août 2016 (période sèche).

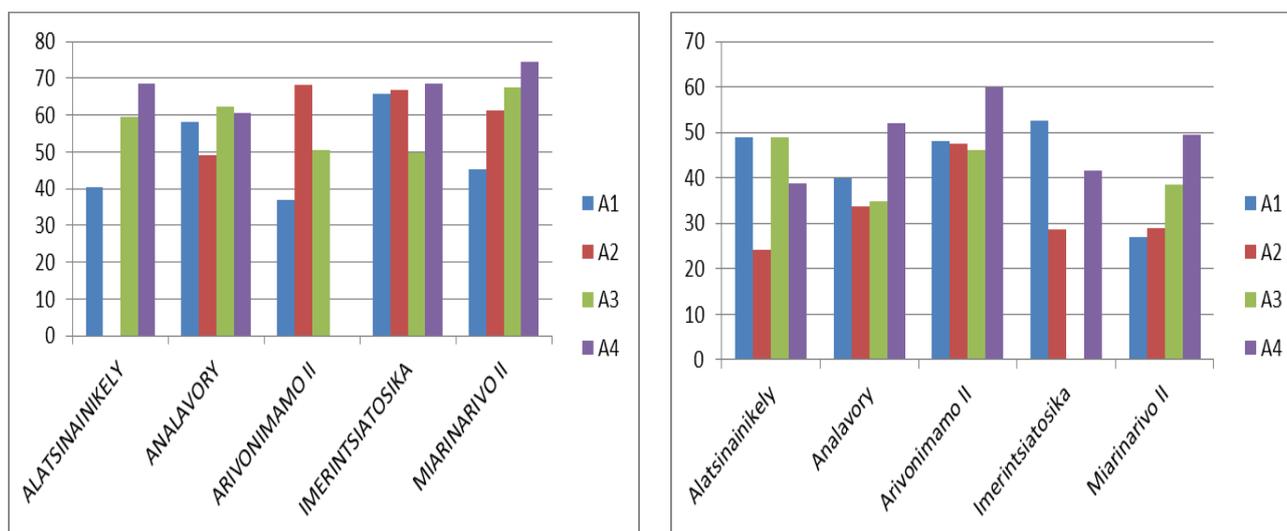
Autre point marquant, c'est l'évolution positive progressive du taux de suivi au fur et à mesure du temps pour les deux bases de données (45% à 62% pour Mahavotra et 40% à 50% pour Diagnostic). Cependant, une nette régularité du taux de survie est observée au niveau des données de Mahavotra où l'écart entre les taux passe de 60% (année 1) à plus ou moins de 30% (depuis l'année 2 jusqu'à l'année 4) ; contre un écart beaucoup plus élevé pour les données issues du diagnostic ( $\pm 60\%$  année 1 -  $\pm 40\%$  année 2 -  $\pm 50\%$  année 3 -  $\pm 30\%$  année 4) (cf. Figure 9).



**Figure 9 : Box plot – évolution temporelle du taux de survie des plantations (BD Mahavotra à gauche et BD<sup>5</sup> Diagnostic à droite)**

<sup>5</sup> BD : Base de données

En ce qui concerne l'évolution des taux de mortalité annuels par zone (5 communes principales), la différence entre les deux données est beaucoup plus marquante (cf. Figure 10). Le fait d'avoir choisi uniquement les espèces principales (eucalyptus, pinus, acacia) joue un rôle majeur sur ce résultat. Par contre, dans la plupart des cas, l'amélioration du taux de survie durant l'année 4 ainsi que la stabilité du taux de survie de la première année par rapport aux autres sont constatées pour les deux bases de données.



**Figure 10 : Evolution temporelle du taux de survie par zone (BD Mahavotra à gauche et BD Diagnostic à droite)**

### III.2.2. Evolution par fokontany

#### III.2.2.1) BDD Mahavotra

En analysant les taux de mortalité par fokontany, le taux de mortalité est moyen sauf dans quelques zones comme Alatsinainikely et Ambohimanana pour la Commune d'Analavory et Ambohipeno pour la commune d'Arivonimamo II, où il est élevé. Par contre, les zones de Miarinarivo II et d'Arivonimamo II présentent des taux de mortalité beaucoup plus faibles.

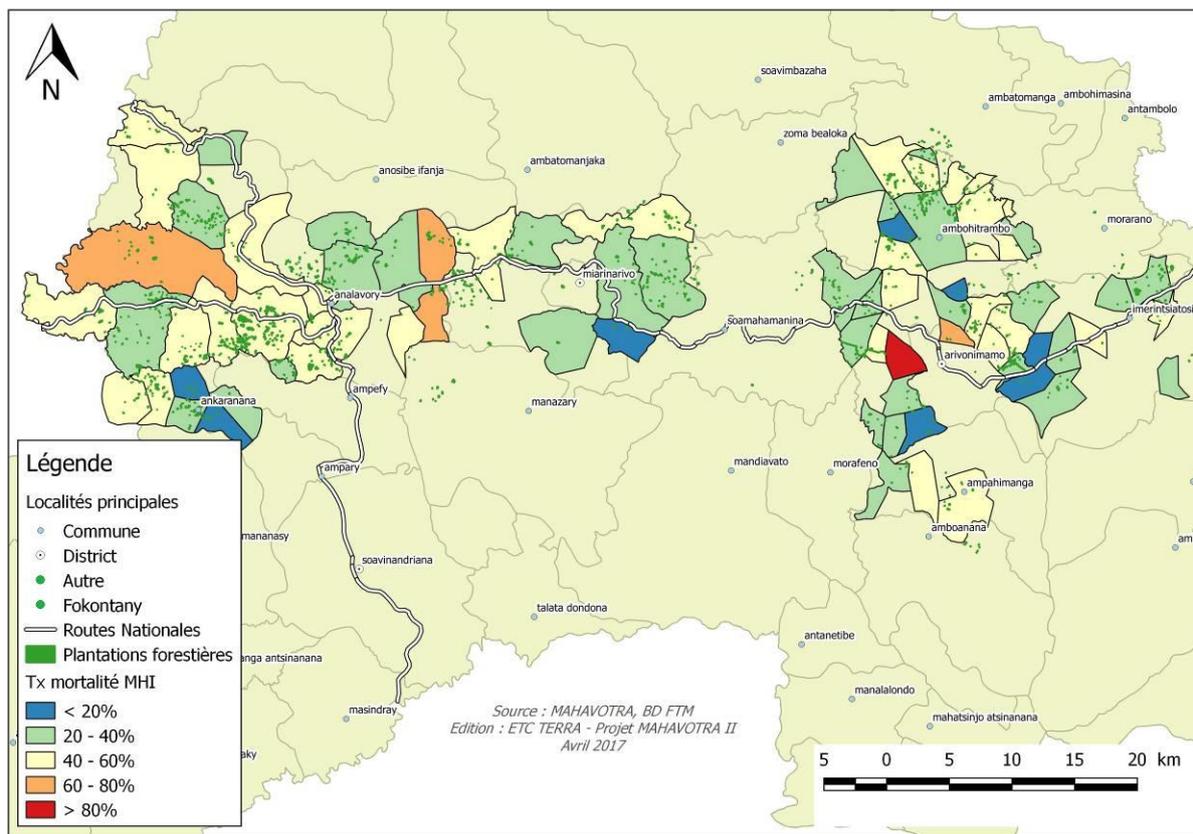
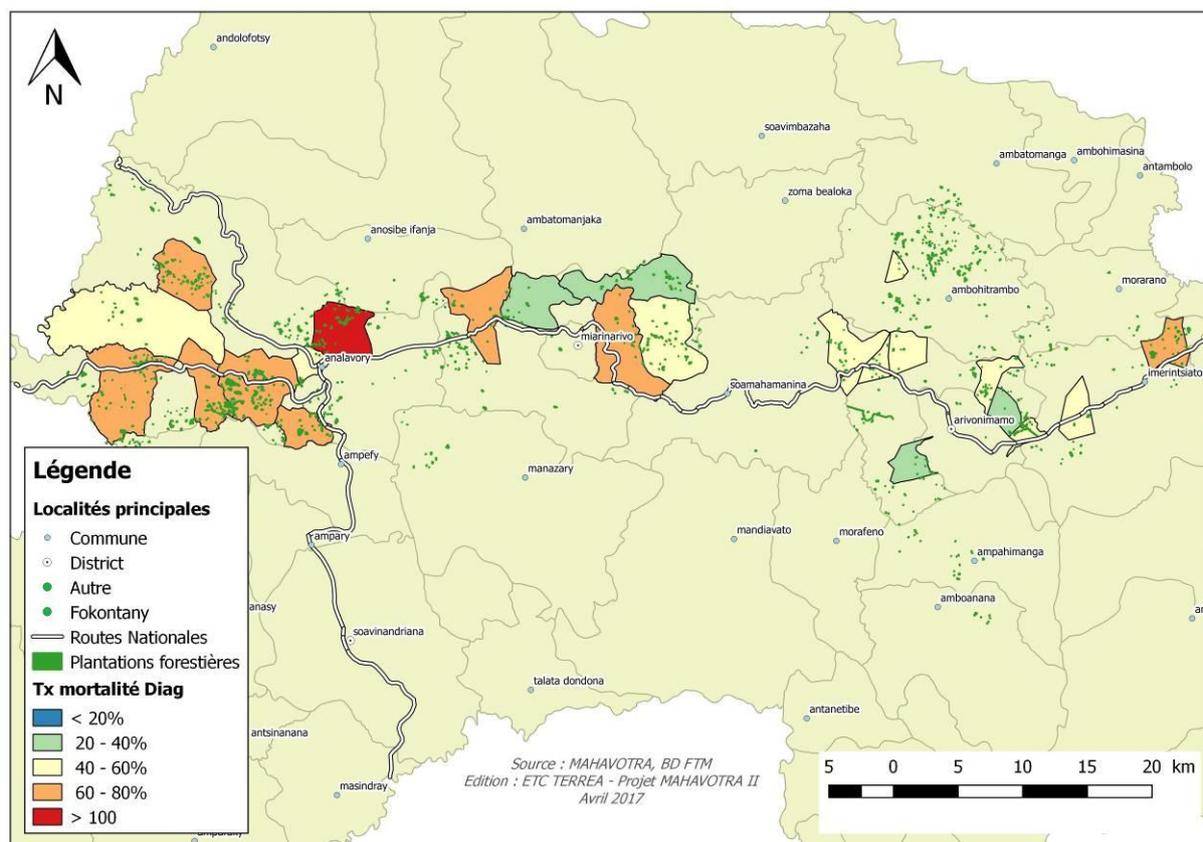


Figure 11 : Taux de mortalité par fokontany (BD Mahavotra – suivi mars 2016)

### III.2.2.2) Diagnostic

Pour le cas de la base de données « Diagnostic », le taux de mortalité est moyen en général sauf le cas des zones d’Ambohimandroso, d’Ankotrabe (Analavory) et d’Amboara (Imerintsiatosika). Ces zones sont caractérisées par une grande sensibilité aux feux avec une fréquence élevée de passage de feu accentué par des vents violents (surtout le cas d’Analavory) ; et présente une divagation très fréquente (Ankotrabe et Alatsinainikely), les maladies et la fébrilité des jeunes plants en sont aussi les causes de cette forte mortalité.



**Figure 12 : Taux de mortalité par fokontany (diagnostic – septembre 2016)**

Même s'il y a certaines zones où une grande différence se distingue sur le taux de mortalité en fonction des bases de données (BDD Mahavotra et BDD diagnostic) comme le cas de quelques zones d'Analavory (Alatsinainikely, Ambohimanana et Ankotrabe) et d'Imerintsiatosika (Amboara), il est constaté qu'un changement de l'état de développement des plantations (augmentation de la mortalité) est fortement observé entre deux périodes de suivi (période pluvieuse et période sèche). La zone d'Analavory est la plus touchée où la majorité des problèmes, limitant le développement des plants. Les facteurs de mortalités les plus importants sont les feux, la fébrilité des jeunes plants par rapport au milieu (zones marginales), la divagation et ce malgré la présence facteurs biophysiques favorables (sol volcanique, réseau hydrographique).

### III.2.3. Evolution du taux de mortalité par espèces

Les espèces plantées sont composées principalement d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*), de pinus (*Pinus sp.*) et d'acacia (*Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis*). Toutefois, vue la difficulté de développement de certaines espèces par rapport au milieu (maladies, sol...) dont l'espèce *Eucalyptus camaldulensis*, la production de jeunes plants a été limitée à partir de la deuxième année (A2-2013) et l'espèce a été substituée par l'augmentation d'*Eucalyptus citriodora*. Cependant, force est de constater la mauvaise adaptation de cette dernière au contexte du projet (objectif de plantation). Les espèces de pinus et d'acacia sont les moins affectées par les problèmes récurrents et qui ont une adaptation facile aux zones de plantation. En effet, les pinus sont des espèces qui n'ont pas d'exigences particulières en termes de qualité de sol ou de l'emplacement comme le cas de certaines espèces d'eucalyptus aussi (*Eucalyptus robusta* ou *Eucalyptus grandis*). De plus, les pinus s'associent très bien avec les peuplements de tapia comme le cas observé dans les zones d'Arivonimamo II et de Miarinarivo II. Pour les acacias, étant donnée leur propriété plus agroforestière (ombrage pour le café), les parcelles sont surtout localisées dans les champs de culture (bas versant, sol fertile) que dans les zones arides, ce qui explique leur taux de survie élevé (+50%). D'où le bon résultat sur ces deux espèces dans la région Itasy ( $\pm 50\%$  de taux de survie).

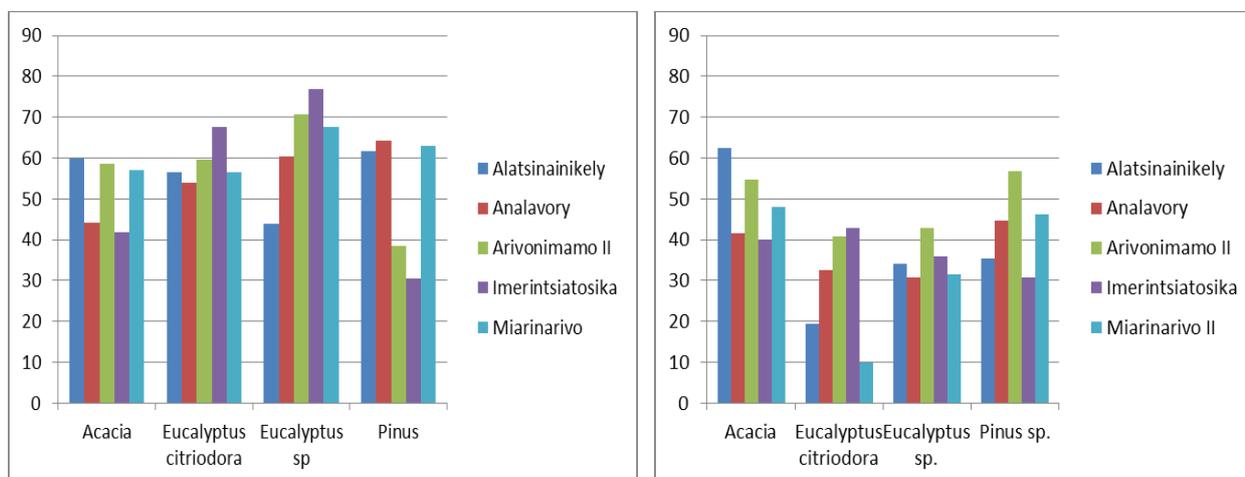


Figure 13 : Taux de survie par espèce par zone (BD Mahavotra à gauche et BD Diagnostic à droite)

### III.2.4. Densités de parcelles et d'arbres plantés

La zone ouest est la plus affectée par l'aménagement en foresterie où le nombre de parcelles ainsi que la quantité de plants produite est de plus en plus importants d'Est en Ouest. Sur les cinq principales zones d'intervention, les communes d'Analavory et d'Alatsinainikely totalisent à elles seules plus de 45% des parcelles plantées avec 48% de plants livrés (104 677 plants). La commune d'Imerintsiasosika présente la plus faible densité de plantation (4% et 7%).

Toutefois, du point de vue de ratio densité de peuplement/taux de mortalité, la tendance est inversée où la partie Est (Arivonimamo II, Miarinarivo II, Imerintsiasika) présente des taux de mortalité plus convainquant que ceux observés dans les zones Ouest (Analavory et Alatsinainikely). En effet, les zones d'Analavory et d'Alatsinainikely sont beaucoup plus exposées aux risques et menaces qui limitent le développement des plantations où les plus fréquemment observés sont les passages de feux qui pouvaient ravager en un seul passage toute une parcelle ; il y a aussi l'importance des divagations de bétail (bovin, caprin) et les maladies entre autre occasionnées par les psylles.

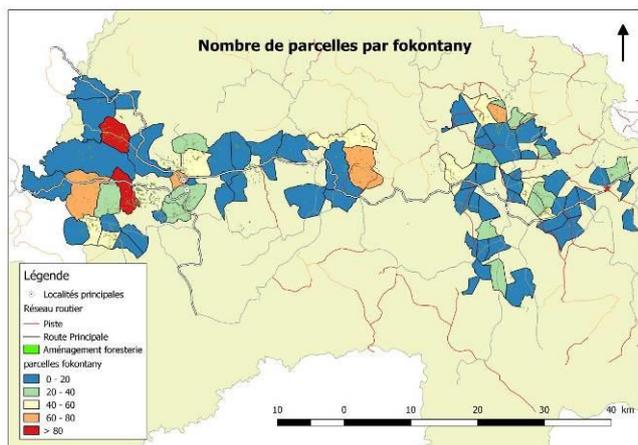


Figure 14 : Densité de parcelle de plantation

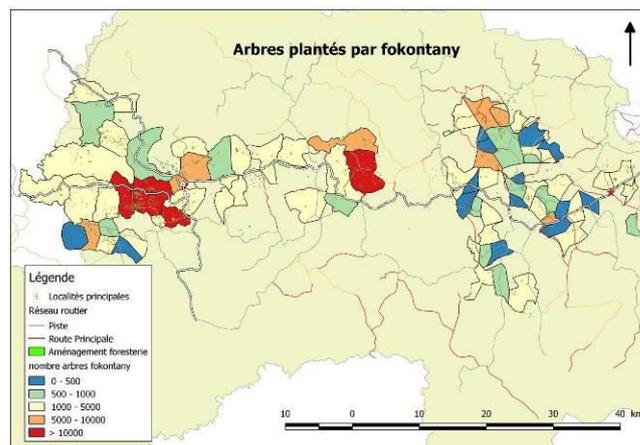


Figure 15 : Densité de plants plantés

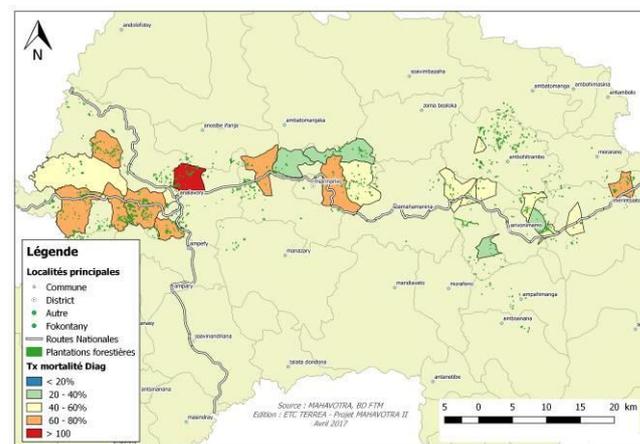
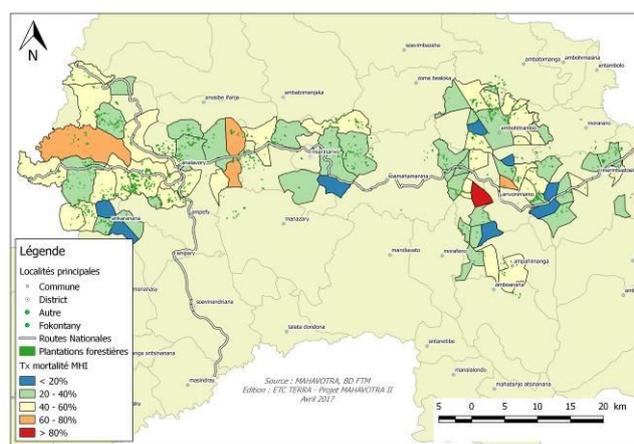


Figure 16 : Taux de mortalité (BD Mahavotra à gauche - période pluvieuse et BD Diagnostic à droite - période sèche)

### III.3. Corrélation entre les différents facteurs physiques

#### III.3.1. Matrice de corrélation

A partir de l'analyse statistique quantitative (matrice de corrélation de Pearson) trois variables ont été identifiées comme influençant significativement du taux de mortalité (seuil de significativité à 95%) (cf. Tableau 4) :

- Les réseaux hydrographiques (distance/accès des parcelles vers des sources d'eau) ;
- Les réseaux de pistes (distance/accessibilité des parcelles par rapport aux pistes routiers : sentier, piste secondaire, piste principale...) ;
- La position topographique des parcelles (sommet, versant ou bas versant/bas fond).

Par contre, la mortalité des plants n'est pas affectée par la distance séparant les localités par rapport aux parcelles ni de la pente des parcelles.

**Tableau 4 : Matrice de corrélation de Pearson**

Variables	Tx mort	Hydro.	Localité	Pistes	Position topo	Pente
Tx mort	1					
Hydrographie	<b>0,063</b>					
Localité	0,011	<b>0,118</b>				
Pistes	<b>0,064</b>	<b>0,081</b>	<b>0,146</b>			
Position topo	<b>0,053</b>	<b>0,271</b>	<b>0,069</b>	<b>0,083</b>		
Pente	0,018	0,003	0,030	0,042	0,021	1

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha = 0,05

#### III.3.2. Test ANOVA

Toujours dans le sens d'identification des relations entre les facteurs par rapport à la mortalité des plants, l'analyse via ANOVA (Analyse de la variance) a permis de consolider les résultats issues de la matrice de corrélation. En effet, on obtient les trois même variables explicatives) influençant significativement la mortalité des plants : réseaux hydrographiques, réseaux de piste, position topographique des parcelles. Mais la nuance est observée sur le degré d'influence où les deux premiers facteurs sont beaucoup plus limitant pour le développement des arbres que la position topographique des parcelles (cf. Tableau 5).

**Tableau 5 : Résultats ANOVA**

	Mean Sq	F value	Pr (> F)	
<b>Hydrographie</b>	<b>5779.9</b>	<b>7.23</b>	<b>0.007</b>	<b>**</b>
Localité	508.4	0.63	0.425	
<b>Pistes</b>	<b>7934.7</b>	<b>9.93</b>	<b>0.001</b>	<b>**</b>
<b>Position topo</b>	<b>2793.7</b>	<b>3.49</b>	<b>0.061</b>	<b>*</b>
Pente	561.7	0.70	0.401	

Signif. Codes : 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### III.3.3. Test MANOVA

Exactement comme l'ANOVA mais pour les variables beaucoup plus qualitatifs, l'analyse des facteurs humains (choix des zones, années de plantation, choix des espèces, la qualité des jeunes plants, la période de plantation, les itinéraires techniques de plantation, les entretiens, les menaces) à travers l'analyse des variances multivariées a permis de démontrer que cinq facteurs influencent la mortalité des plants issus du projet (cf. Tableau 6). Ces facteurs sont présentés ci-dessous dans l'ordre croissant de degré d'influence :

- Espèces choisies ;
- Entretiens (toutes activités post-plantations) ;
- Techniques surtout l'écartement entre les plants et la trouaison ;
- La période de plantation ;
- Les maladies des plants.

Les autres facteurs comme les différentes menaces et problèmes ne sont pas influents dans la globalité des zones d'intervention. Ces facteurs sont beaucoup plus sélectifs et fortement liées aux zones de plantation dont les caractéristiques se différent d'une zone à une autre. Par exemple, les maladies sont plus remarquées dans la zone d'Analavory que dans les autres zones, même constat pour les feux et divagation.

Autre points notables aussi consistent à l'importance des zones de plantation (Communes) et de l'année de plantation sur la mortalité des plants.

**Tableau 6 : Résultats MANOVA**

	Mean Sq	F value	Pr (> F)	
<b>Commune</b>	<b>1403.49</b>	<b>2.69</b>	<b>0.032</b>	<b>*</b>
<b>Année de plantation</b>	<b>2401.46</b>	<b>4.61</b>	<b>0.001</b>	<b>**</b>
<b>Espèces choisies</b>	<b>1970.46</b>	<b>3.78</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>***</b>
Techniques de plantation	78.70	0.15	0.697	
<b>Entretiens</b>	<b>1567.00</b>	<b>3.00</b>	<b>0.019</b>	<b>*</b>
<b>Trouaison</b>	<b>1134.35</b>	<b>2.17</b>	<b>0.092</b>	<b>.</b>
<b>Ecartement</b>	<b>1597.77</b>	<b>3.06</b>	<b>0.029</b>	<b>*</b>
Divagation	41.62	0.07	0.777	
Maladies	1703.83	3.27	0.072	
Vandalisme	198.05	0.38	0.538	
Feux	569.78	1.09	0.296	
<b>Période de plantation</b>	<b>2778.27</b>	<b>5.33</b>	<b>0.021</b>	<b>*</b>

Signif. Codes : 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

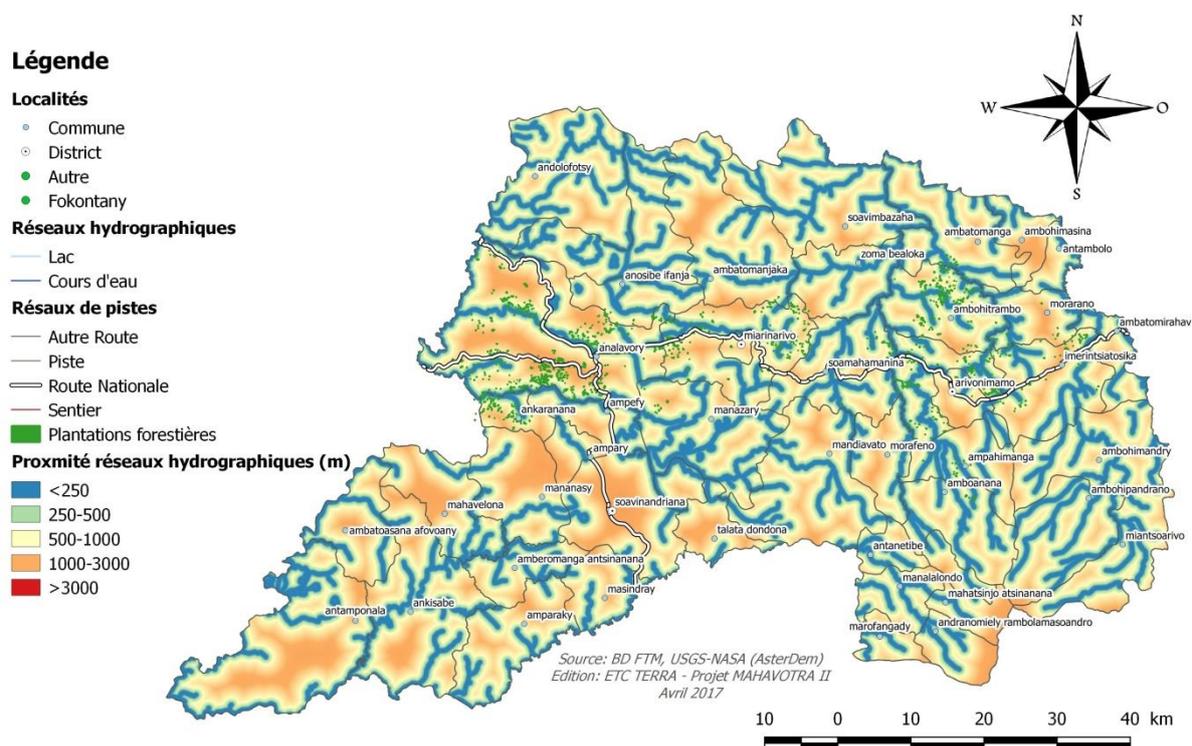
### III.4. Synthèse de l'analyse des facteurs limitants

A partir des résultats via les analyses statistiques, les facteurs limitants ou indispensables pour une plantation forestière dans la région Itasy, plus précisément au niveau des zones du projet Mahavotra ont été déterminés.

#### III.4.1. Eau

L'accessibilité en eau est vitale pour un projet de plantation forestière soit via la pluviosité, soit par les réseaux hydrographiques. En effet, plus la parcelle est proche d'une source d'eau ou qui est localisée dans une zone avec une bonne pluviosité, plus la reprise et le développement des jeunes plants est efficace.

Pour la Région Itasy, les réseaux hydrographiques sont bien réparties dans chaque zones que ce soit à l'Est qu'à l'Ouest (cf. Figure 17).



**Figure 17 : Carte de proximité hydrographique de la Région Itasy**

Le climat est un des paramètres important de la réussite ou de la vocation d'une zone à la plantation forestière. A cet effet, la pluviosité et les températures moyennes de la Région Itasy sont acceptables :

- La répartition et la quantité d'humidité où la pluviosité moyenne annuelle est supérieure à 1000mm (pluviosité critique et limitante de la croissance de l'arbre) ; dans la région Itasy, la pluviosité moyenne annuelle est aux alentours de 1400mm ;
- Les extrêmes de températures qui bloquent le développement des jeunes arbres dont la température ambiante est de 15°C où la moyenne dans la région est de 18°C.

### III.4.2. Accessibilité

L'accessibilité vers les parcelles permet essentiellement de faciliter les interventions liées aux activités de post-traitement (entretiens), d'où l'importance de la proximité des parcelles par rapport aux pistes et réseaux routiers. Ce facteur affecte tous les aspects de la conduite de plantation depuis la planification des activités aux suivis post plantation. Pour les jeunes plants, la difficulté de l'accès, notamment le transport avant plantation peut causer la mort direct ou indirect de ces jeunes plants.

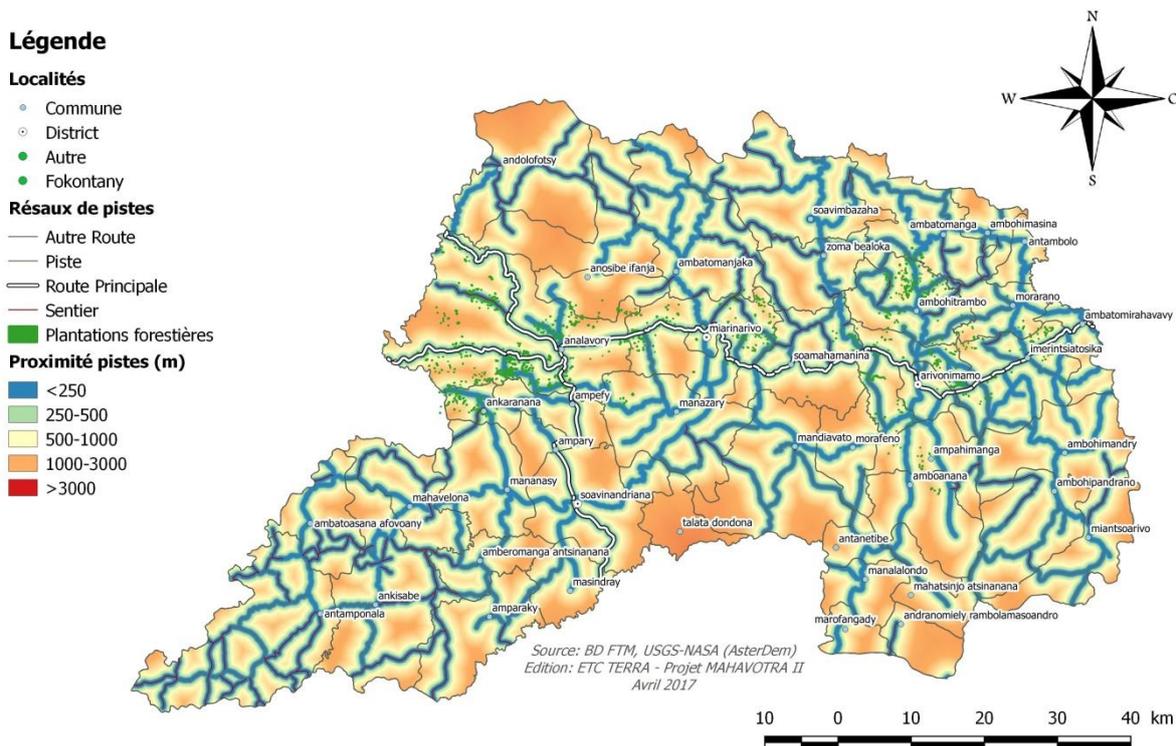


Figure 18 : Carte de proximité des pistes de la Région Itasy

### III.4.3. Emplacement

La position topographique ou **hauteur relative** des parcelles constitue un facteur limitant même si son degré d'importance est moins significatif que les deux premiers facteurs (eau et accessibilité). Elle joue un rôle sur les interventions et sur la protection des parcelles faces à des problèmes comme l'érosion, le vent.

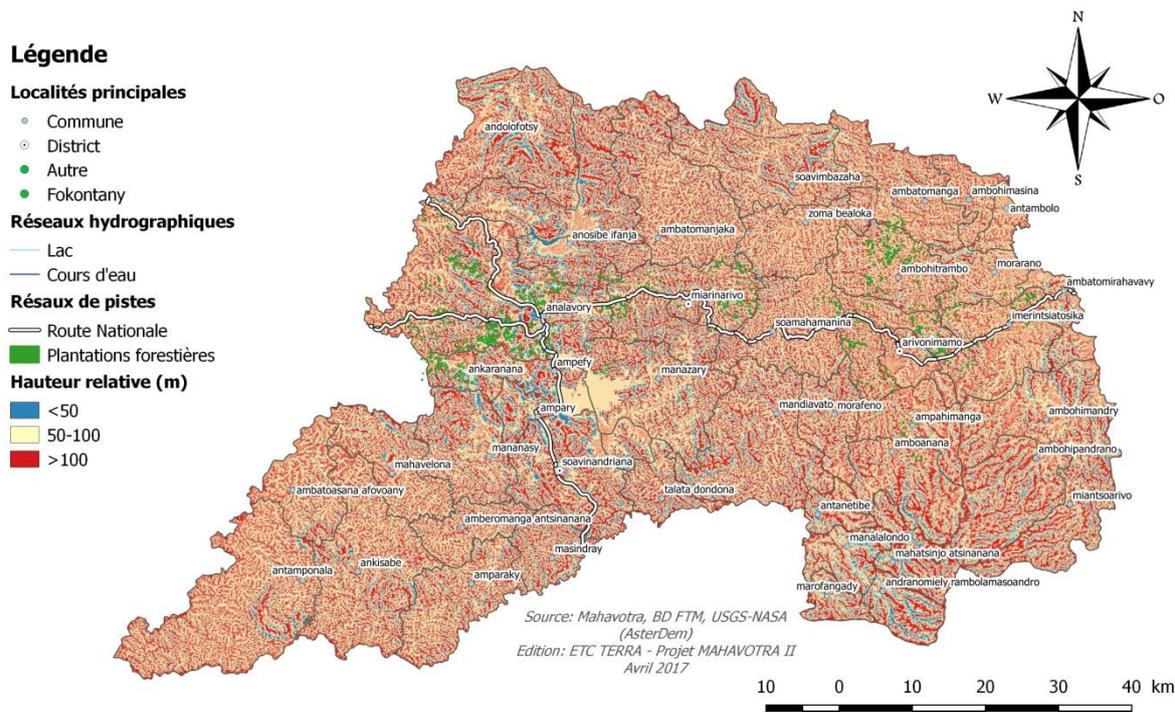


Figure 19 : Hauteur relative de la Région Itasy

### III.4.4. Espèces choisies

L'une des principaux facteurs limitant d'une plantation forestière, selon le degré d'importance, est le choix des espèces à opter qui affectent principalement le bon développement ou la mortalité des plants. C'est surtout le développement de l'espèce en fonction de sa faculté d'adaptation par rapport au milieu. Le choix de l'espèce est fonction de l'objectif de la plantation. Toutefois, opter pour une espèce moins exigeante est beaucoup plus pratique pour la plupart des projets de plantation car les interventions vont être limitées (eau, sol, emplacement, apport en fertilisation/matières organiques...). Pour le projet Mahavotra, il est constaté que les espèces de pinus et certaines eucalyptus s'adaptent facilement aux zones d'interventions d'où la mortalité assez faible par rapport aux autres espèces choisies.

### III.4.5. Itinéraires techniques

Plus précisément sur l'écartement (favoriser un écartement plus étroit 2m x 2m) entre les plants et la trouaison (opter pour un trou pour les sol tendre cas Analavory avec des sol volcanique et pour éviter les risques d'érosion et un semi-labour ou ligne de labour de la parcelle pour les sols beaucoup plus pauvres et durs pour favoriser le bon développement des racines). Par rapport aux espèces principales plantées, qui sont surtout des espèces à faible exigeante, la prise en considération de l'écartement et de la trouaison est la condition stricte minimum pour assurer le bon développement des racines et donc la reprise des jeunes plants.

### III.4.6. Entretiens

Se focalisent principalement sur le paillage pour maximiser la rétention en eau (humidité du sol) et limiter l'évaporation ; ensuite sur les opérations post-plantation dont la minimisation des risques contre les feux (mise en place pare-feu, nettoyage des parcelles), la divagation (protection active par la plantation des brises-vents aux alentours des parcelles) et les maladies.

### III.4.7. Période de plantation

En relation avec le facteur eau dont la pluviosité. Une plantation hors saison pluvieuse entraîne la mortalité rapide des plants (très observé dans la zone de Miarinarivo II). En effet, c'est à travers la pluie que les jeunes plants pourraient profiter en eau au maximum vu le faible apport d'entretiens (arrosage) réalisé.

### III.4.8. Maladies des plants

Très fréquent dans la partie Ouest par l'invasion des psylles pour les espèces d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*). Les autres espèces ne sont pas forcément affectées.



**Photo 15 : Exemples de bons peuplements**



**Photo 16 : Exemples de mauvais peuplements**

## IV. Discussions et recommandations

### IV.1. Contexte et Objectifs du projet

Durant la première phase, les efforts de plantation forestière se sont focalisés sur la végétalisation de l'espace et la protection des zones marginales, les parcelles de plantation se sont majoritairement localisées sur des terrains à caractéristiques faible fertilité et difficilement accessible que ce soit l'accès routiers ou les entretiens à opérer. Les parcelles se situent sur les sommets ou les hauts versants et l'éloignement par rapport aux zones d'habitation est très important. Sur les espèces choisies, par contre, il y a des espèces qui sont adéquates par rapport à ce contexte dont les espèces de pinus et certains eucalyptus (*Eucalyptus robusta*) avec comme caractéristique principal l'adaptation quel que soit les terrains, les sols, la disponibilité en eau et la non exigence en apport de fertilisation (matières organiques) ; ce qui n'est pas le cas pour les autres espèces d'eucalyptus (*Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus globulus*) et les acacias.

Autre aspect contraignant rencontré régulièrement dans un projet de plantation forestière paysanne, c'est la disposition des paysans à l'occupation des parcelles de plantation durant toutes les étapes de conduite de plantation (depuis la préparation du terrain jusqu'aux activités post-plantation). Avec les autres activités plus importants aux yeux des exploitants comme les cultures vivrières et les plantations agro-fruitières, les temps consacrés aux plantations forestières restent très faibles (non prioritaire). De plus, les calendriers culturels des activités agricoles (riziculture) se superposent avec les calendriers de plantation d'arbres (préparation du sol avant la période de pluie et plantation au début et durant la saison pluvieuse).

### IV.2. Vérification des hypothèses

Les 02 hypothèses émises initialement sont confirmées :

H1 : Les zones de plantation se différencient l'une par rapport à l'autre. La partie Ouest formée par Analavory et Alatsinainikaly sont beaucoup plus productives (contexte physique) mais exposée à plus de risques et menaces (taux de mortalité élevé) par rapport à la partie Est (Arivonimamo II et Miarinarivo II). **Hypothèse confirmée.**

H2 : Nombreux sont les facteurs limitants qui pouvaient influencer de manière direct ou indirect les plantations ; cependant les facteurs liés à l'intervention humaine affectent considérablement la réussite d'un projet de plantation forestière. **Hypothèse confirmée.**

### IV.3. Recommandations

Recommandations suivant la pratique et la réalité sur terrain (suivant le contexte du projet et des exploitants) :

#### IV.3.1. Orientation des objectifs

Orienter les objectifs à des fins mixtes, c'est-à-dire d'associer production-végétalisation-protection. Ainsi, les planifications des activités et la gestion des peuplements devraient être axées sur cette finalité (choix des zones, choix des espèces, choix des itinéraires techniques et choix des exploitations et valorisations des parcelles).

#### IV.3.2. Choix des zones de plantation

En fonction des objectifs initialement définis dont :

- Si **objectif de production** : choisir les zones avec des critères basés sur un niveau minimum de fertilité (sol initialement fertile comme les zones volcanique ou planter au niveau des bas versants ou bas-fonds), facilement accessible pour les interventions durant la préparation du terrain (pépinière, piquetage, trouaison...), la plantation (transport des jeunes plants, plantation proprement dite) jusqu'aux suivis et entretiens (apport en matières organiques, arrosage si besoin, lutte contre les maladies et protection par la paillage avec entretien régulier de cette dernière) et l'exploitation (transport des produits issus de la plantation comme les grumes). Ces critères vont contribuer au bon développement des arbres (rapidité en croissance et bonne qualité de l'arbre).
- Si **Objectif de végétalisation et protection** : c'est surtout au niveau du choix des espèces que le choix des zones serait affecté. Adopter des espèces avec une adaptation rapide au milieu et non exigeante (eau, fertilité du sol, ...) et beaucoup plus résistantes aux contraintes du milieu (feux, divagation, maladies...).
- Si **Objectif mixte** qui est le plus approprié par rapport au projet Mahavotra : l'approche est d'associer les deux premiers objectifs qui consiste à planifier et organiser les activités selon le type de zone ou de terrain à intervenir. Etant donnée la variabilité des zones d'intervention du projet où il y a des zones fertiles (Analavory), des zones moins fertiles (Est de Miarinarivo II), des zones très accidenté (zones érodées et formée de lavaka), zones à forte proportion en relief accidenté (dominées par des montagnes et collines), il est recommander de prioriser la **production** et les activités correspondants au détriment de la protection au niveau des zones fertiles (Analavory, Alatsinainikely, certaines zones de Miarinarivo et Arivonimamo) ; et la **végétalisation et protection** pour les zones à faible fertilité et difficilement accessibles (Miarinarivo II et Arivonimamo II).

### IV.3.3. Choix des espèces

Toujours sur l'approche des objectifs prédéfinis, le choix des espèces est fortement lié au devenir du peuplement :

- Si **objectif de production** : choisir les espèces beaucoup plus productives en matière bois et rapidement exploitables. Dans cette optique, les espèces de pinus, d'eucalyptus et d'acacias présentent toutes ces caractéristiques. Il y a également les espèces à bois d'œuvre comme les palissandres, harongana ou mantaly mais avec des croissances beaucoup plus faibles. Pour atteindre l'objectif de production, il est très important de bien considérer les critères et facteurs limitants qui influencent fortement leur développement (sol fertile, abondance en eau, apport en matières organiques, entretiens et suivis réguliers, protection).
- Si **Objectif de végétalisation et protection** : Adopter des espèces avec une adaptation rapide au milieu et non exigeante (eau, fertilité du sol, ...) et beaucoup plus résistantes aux contraintes du milieu (feux, divagation, maladies...) dont principalement toutes les espèces de pinus. Pour la végétalisation, il est préférable d'opter pour des espèces à forte croissance, rapidité de couverture et à caractère envahissant dont les jacarandas, acacias et pinus. Bien contrôler les espèces envahissantes par des coupes si la zone commence à être envahie et diversifier les espèces plantées par d'autres espèces forestières une fois que l'environnement forestier est atteint. Pour la protection des zones érodées, les espèces avec des racines pivotantes sont les plus adaptées comme les eucalyptus et les pinus.
- Si **Objectif mixte** : Associer ces deux approches (végétalisation-protection et production) c'est-à-dire choisir les espèces plus productives pour les zones fertiles et facilement accessible et opter pour les espèces à vocation de conservation et protection pour les zones marginales et moins fertiles.

Il est à noter que dans les zones où il y a dominance de tapia comme le cas de certaines zones de Miarinarivo II et Arivonimamo II, il est suggéré de planter des espèces de pinus et certaines eucalyptus (*Eucalyptus robusta*) dont l'adaptation est rapide vu la caractéristique du sol plus aride et très dur.

#### IV.3.4. Spécification par zone (cf. Annexe 5)



##### Zone à vocation forestière

**Caractéristique** : zones à pente > 30% - zones forestières ou à proximité – zones à fertilité moindre

**Objectifs** : couverture forestière et/ou production

**Espèces** : pinus, eucalyptus (versant), acacia et autres espèces agroforestière (bas versant)



##### Zone de culture

**Caractéristique** : zone à faible pente (< 30%) – sol fertile – bas versant et bas fond

**Objectifs** : production et/ou protection (parcelle culturale : brise vent, ombrage)

**Espèces** : espèces agroforestières (acacia, tectonia, paulownia, grevilea, neem, jacaranda), eucalyptus citriodora



##### Zone marginale

**Caractéristique** : zone dénudée ou faiblement végétalisée – zones érodées - zone à fertilité très faible

**Objectifs** : végétalisation et protection

**Espèces** : espèces non exigeantes et facilité d'adaptation avec des racines pivotantes : eucalyptus et toutes les espèces de pinus

Photo 17 : Exemples d'aménagement des principales zones du projet (Région Itasy)

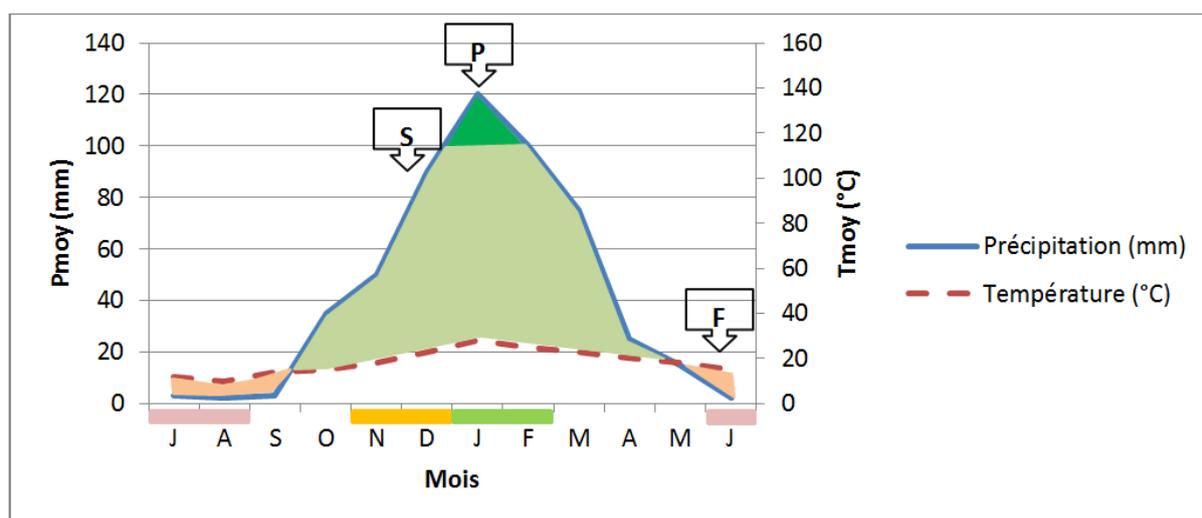
### IV.3.5. Amélioration des jeunes plants

Deux points importants sont à considérer dans cette étape, d'abord l'amélioration des semences pour garantir l'efficacité de la production des jeunes plants (taux de réussite de la reprise) ainsi que leur bon développement. Il est alors nécessaire d'acquérir des bonnes semences. Ensuite assurer une grande résistance et une bonne adaptation des jeunes plants une fois dans les zones de plantation face aux diverses contraintes (climat, sol, maladies, autres menaces...). Ce dernier point s'effectue tous à la pépinière et donc à la conduite des jeunes plants.

### IV.3.6. Périodes de plantation et améliorations des itinéraires techniques

#### IV.3.6.1) Périodes favorables de plantation

L'approche est de baser la planification et la préparation des activités en fonction du climat, le moyen efficace est la courbe ombrothermique de la région Itasy.



- P** - Période opportune pour la plantation
- S** - Période la plus favorable pour le semis
- F** - Période la plus favorable pour l'entretien post-plantation comme la lutte contre les feux
- Saison écologiquement perhumide
- Saison écologiquement humide
- Saison écologiquement sèche

Figure 20 : Courbes ombrothermiques de la région Itasy

Les courbes ombrothérmiques de la région (Figure 17) permettent de bien déterminer la potentialité de la zone du point de vue plantation forestière. Ainsi, pour garantir l'efficacité du reboisement, il est nécessaire de bien tenir compte des périodes opportunes à la conduite de plantation :

- La préparation et production des jeunes plants devraient s'opérer durant les mois de juillet à novembre pour avoir une bonne adaptation et de vigueur une fois planté sur des terrains avec des conditions difficiles ; même période pour la préparation du sol ;
- La plantation devrait avoir lieu juste avant la période de pluie afin de bénéficier le maximum d'humidité : durant le mois décembre ;
- L'entretien post-plantation s'opère au moment où la saison humide se termine.

#### **IV.3.6.2) Amélioration des techniques de plantation**

Les techniques de plantation sont déjà bien maîtrisées par les agents techniques responsables d'appui et accompagnement aux paysans producteurs. Les améliorations vont surtout se focaliser sur les situations rencontrées selon les zones et les espèces choisies. A cet effet, deux points de vigilance sont fortement à considérer : l'écartement des plants et la trouaison.

- **Ecartement des plants :**

Adopter des écartements faibles permet d'améliorer la survie des jeunes plants que des écartements élevés. En effet des plants beaucoup plus proches les uns des autres vont améliorer le sol vers une ambiance plus forestière et qui va permettre par la suite le bon développement des jeunes plants. Une fois que les plants ont une bonne reprise, une opération de sélection et d'éclaircie pourrait effectuer pour améliorer les espaces (agrandir les espacements entre arbre) afin d'assurer le bon développement des arbres (hauteur, diamètre). Il est ainsi recommandé d'opter un écartement de 1,5 à 2m (1,5m x 1,5m ou 2m x 2m).

Pour les terrains cultureux ou à vocation de culture, laisser l'écartement à 4m x 4m ou 5m x 5m car il y a facilité d'intervention et les plants peuvent bénéficier des entretiens effectués sur les cultures.

En tenant compte également des ambiances forestières, mettre en place les parcelles dans des zones forestières favorise la rapidité d'adaptation des plants et donc son bon développement (cf. Photo 18).



**Photo 18 : Parcelles de pinus situées auprès d'un peuplement de pinus (avantagées par une ambiance forestière)**

- **Trouaison :**

Pour la trouaison, deux types sont à prendre en compte : la trouaison proprement dite (trou avec des dimensions 30cm x 30cm x 30cm minimum) et la trouaison sous forme de semi-labour (tracer un billon). La réalisation de ces deux types de trous est en fonction de la zone d'intervention, telle que :

- ✓ Zone Ouest (Analavory et Alatsinainikely) où le sol est très tendre, fébrile et beaucoup plus fertile, la trouaison par des trous est la plus appropriée. De plus, ces zones sont fortement exposées aux vents violents et au passage très fréquent de feux et donc facilement érodable. D'où là non nécessité de travailler le sol (cf. Photo 19).
- ✓ Zone du Centre et Ouest (Miarinarivo II, Arivonimamo II et Imerintsiatosika) : les sols sont beaucoup plus durs et moins fertiles ; il est recommandé de faire un billon dans les parcelles et de planter les arbres en ligne au niveau de ce billon. Cette pratique va favoriser le développement racinaire des jeunes plants et sa faculté à assimiler rapidement les éléments nutritifs utiles pour leur développement. Le but est alors de garantir un bon développement racinaire pour explorer et perforer la couche dure du sol (cf. Photo 20).



**Photo 19 : Trouaison normale sur sol tendre (volcanique)**

**Photo 20 : Semi-labour en ligne sur sol dur (ferrallitique)**

#### **IV.3.7. Zones favorable de plantation**

Trois facteurs ont été considérés comme les plus influençant sur le développement des plantations (cf. Paragraphe III.4) dont, la **disponibilité en eau** (accès à l'eau), l'**accessibilité de la parcelle** et la **position topographique** de la parcelle.

Selon leur degré d'importance, chaque facteur a été attribué à un score pour la réalisation de la carte des zones favorables à la plantation forestière, tel que :

- Facteur 1 : disponibilité en eau : 1 à 5<sup>6</sup> (très influent)
- Facteur 2 : accessibilité vers la parcelle : 1 à 5 (très influent)
- Facteur 3 : position topographique de la parcelle : 1 à 3 (moyennement influent)

La superposition de ces facteurs nous a permis de cartographier les zones propices – potentiellement favorable - à la plantation forestière à échelle parcellaire (30m de précision).

Cinq classes ont été catégorisées dont les zones très favorables, les zones favorables, les zones acceptables, les zones moins favorables et les zones non favorables pour des activités de plantation forestières (cf. Figure 21).

---

<sup>6</sup> Score :

- 5 : très favorable ; 4 : favorable ; 3 : acceptable ; 2 : moins favorable ; 1 : non favorable

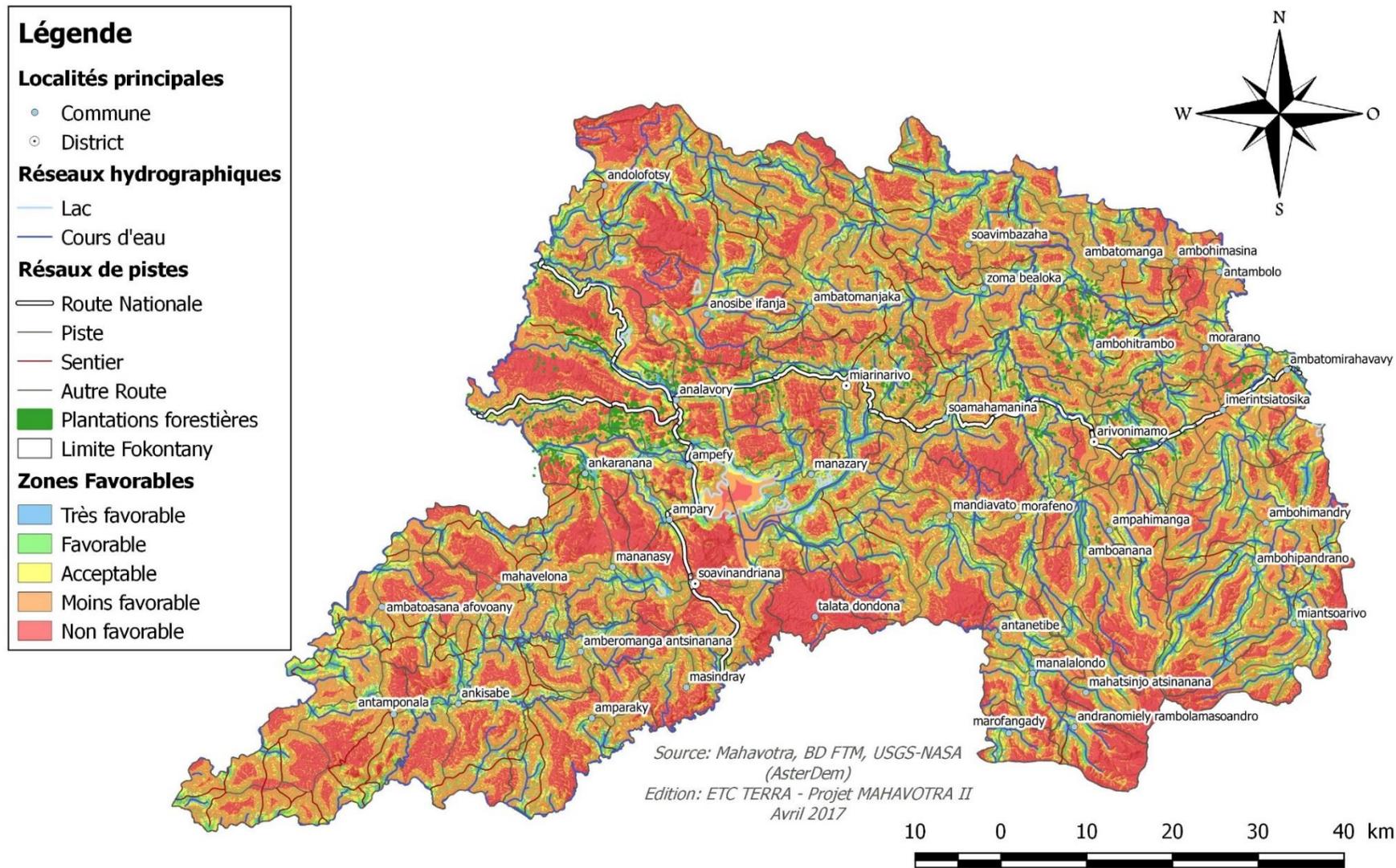


Figure 21 : Zones favorables pour la plantation forestière dans la région Itasy

### IV.3.7.1) Région Itasy

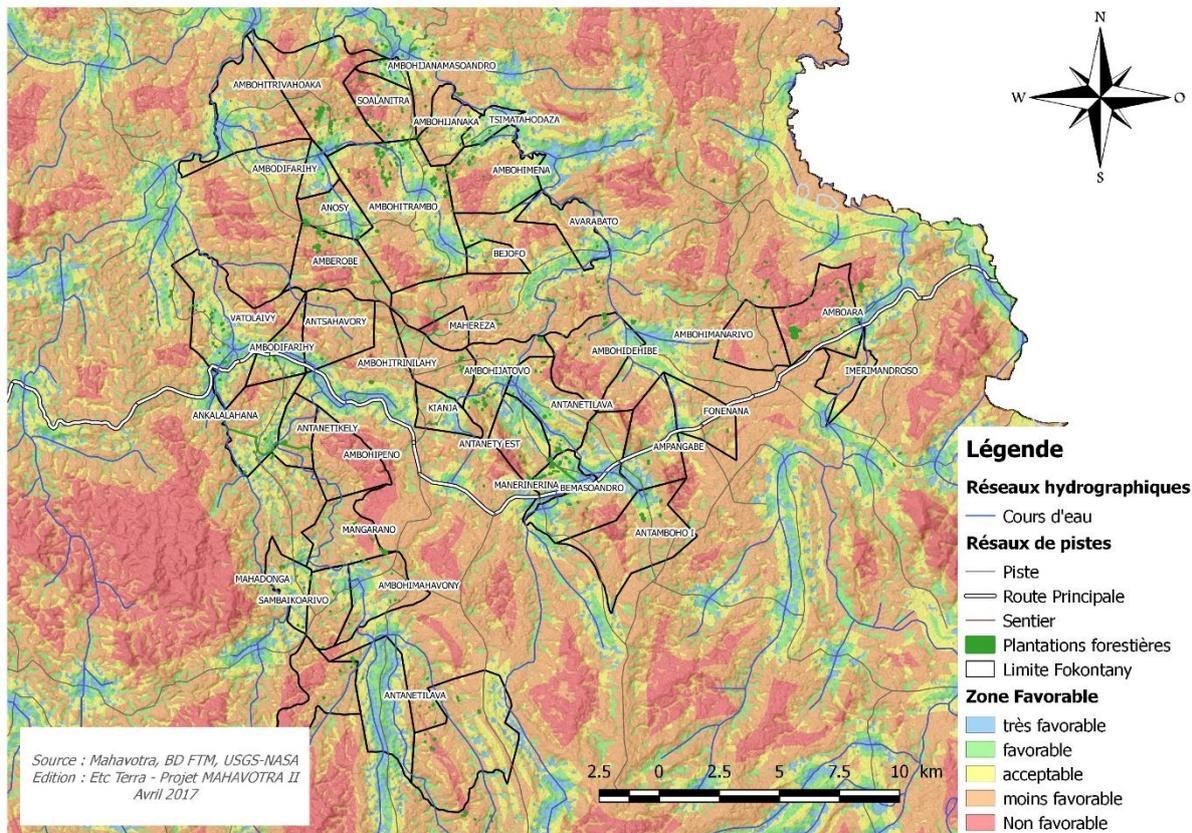
Pour la Région Itasy, on peut avoir les superficies suivantes (cf. Annexe 6) :

- Zones très favorable : 38 035 ha
- Zones favorables : 72 575 ha
- Zones acceptables : 98 606 ha
- Zones moins favorables : 291 931 ha
- Zones non favorables : 148 172 ha

### IV.3.7.2) Zones du projet

#### a. Zone d'Arivonimamo

Avec des zones faiblement accidentées et bien desservie en réseau hydrographique, la zone d'Arivonimamo-Imerintsiatosika et ses environs présentent une grande potentialité en plantation forestière où les zones favorables sont abondantes.



**Figure 22 : Emplacement des parcelles d'Arivonimamo selon les zones favorables**



## V. Conclusion

Cette étude de l'état de peuplement forestier du projet MAHAVOTRA durant la phase une a permis de mieux comprendre les plantations forestières dans son ensemble. La définition des objectifs initiaux du projet va influencer largement la planification et la conduite et gestion des plantations. Il est alors très important de bien définir ces objectifs selon le contexte et contrainte du projet. Avoir pour objectif la production en bois nécessite une conduite de plantation très différente qu'avec un objectif de protection. Les facteurs limitants identifiés jouent ainsi un rôle primordial pour une plantation forestière et une aide à la prise de décision pour la planification et la gestion du peuplement.

L'étude montre l'importance de la prise en compte des facteurs humains pour garantir l'efficacité du projet mais pas seulement les facteurs techniques. Il est remarqué que malgré la caractéristique d'une zone où les critères de fertilité pour un bon développement d'arbre sont présents, cas d'Analavory, le taux de survie observé est faible. Inversement, les zones qui sont considérées comme moins fertiles disposent des taux de survie beaucoup plus élevées (Miarinarivo II et Arivonimamo II). Les interventions humaines telles que la maîtrise des techniques de plantation (depuis la préparation à la pépinière aux entretiens post plantation) et l'amélioration des suivis, consistent ainsi un point de vigilance à bien considérer pour mener à bien un projet de plantation forestier pour que ce soit un succès. D'où l'importance de la maîtrise de conduite et gestion des plantations en renforçant la capacité de tous les acteurs concernés par les plantations forestières. L'élaboration des zones favorables à la plantation forestière est très intéressant, que ce soit pour le projet que pour toute la région Itasy, pour une aide à la prise de décision sur la mise en place des futures zones de reboisement.

Toutefois, il est alors important, pour la planification des activités de reboisement à venir, de se focaliser sur les points qui minimisent et facilitent les interventions (dans toutes les étapes de gestion de plantation) mais efficaces compte tenu des contraintes des paysans où les préoccupations se concentrent principalement sur les activités agricoles et agro-fruitiers au détriment des activités de gestion forestière. Se miser sur la qualité des semences-jeunes plants, sur le choix des espèces compatible à la caractéristique des zones/parcelles d'intervention et sur les techniques de plantation (écartement, trouaison, paillage...).

## VI. Bibliographie

- ✓ Direction Générale de la Météorologie - Météo Malagasy Maproom :  
<http://map.meteomadagascar.mg>
- ✓ Direction Générale de la Météorologie - Service météorologique, 2015.
- ✓ Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques – Département des Eaux et Forêts, 1993, Choix des essences pour la sylviculture à Madagascar, Akon'ny ala, 85p.
- ✓ Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts, Promouvoir la plantation des arbres, USAID, 20p.
- ✓ ONE, Tableau de bord environnemental, 2007 :  
<https://drive.google.com/file/d/0B7ZI7DriW0dJN2U2bBhZW9pSUU/view>
- ✓ Plan Régional de Développement de la Région Itasy, 2005.
- ✓ RAKOTONDRANONY L.G., 2005, Guide de production de plants et plantation, 63p.

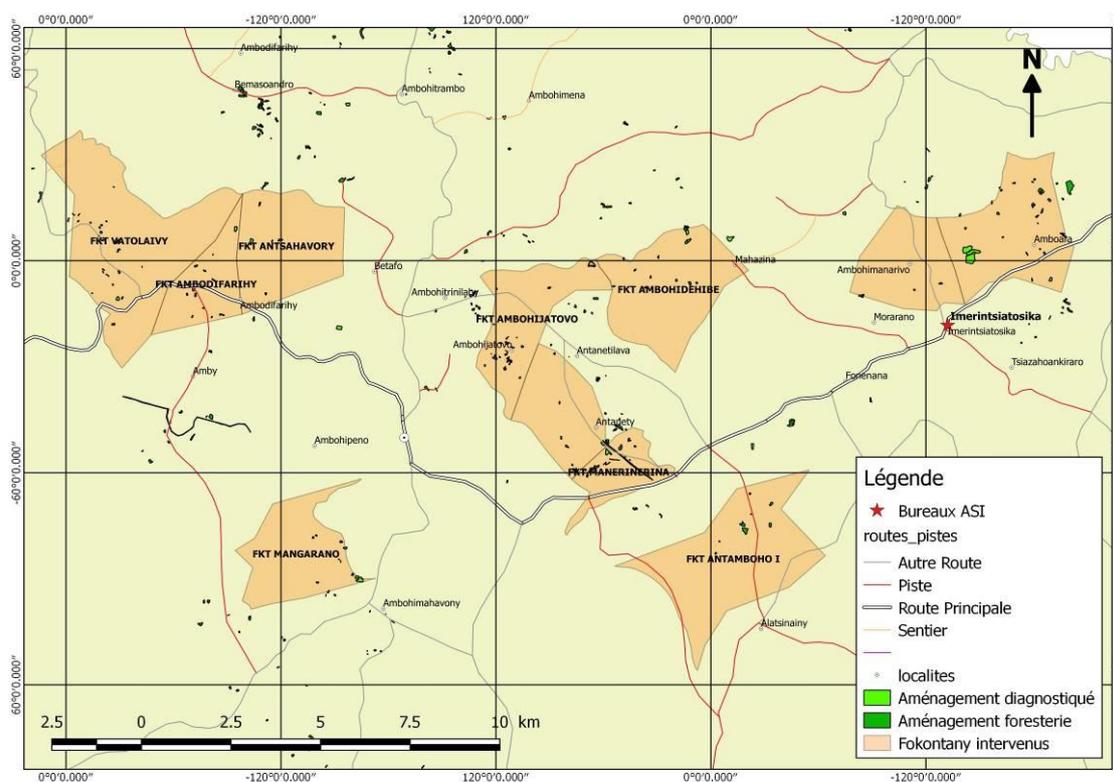
## ANNEXES

### Annexe 1 : Liste des espèces plantées

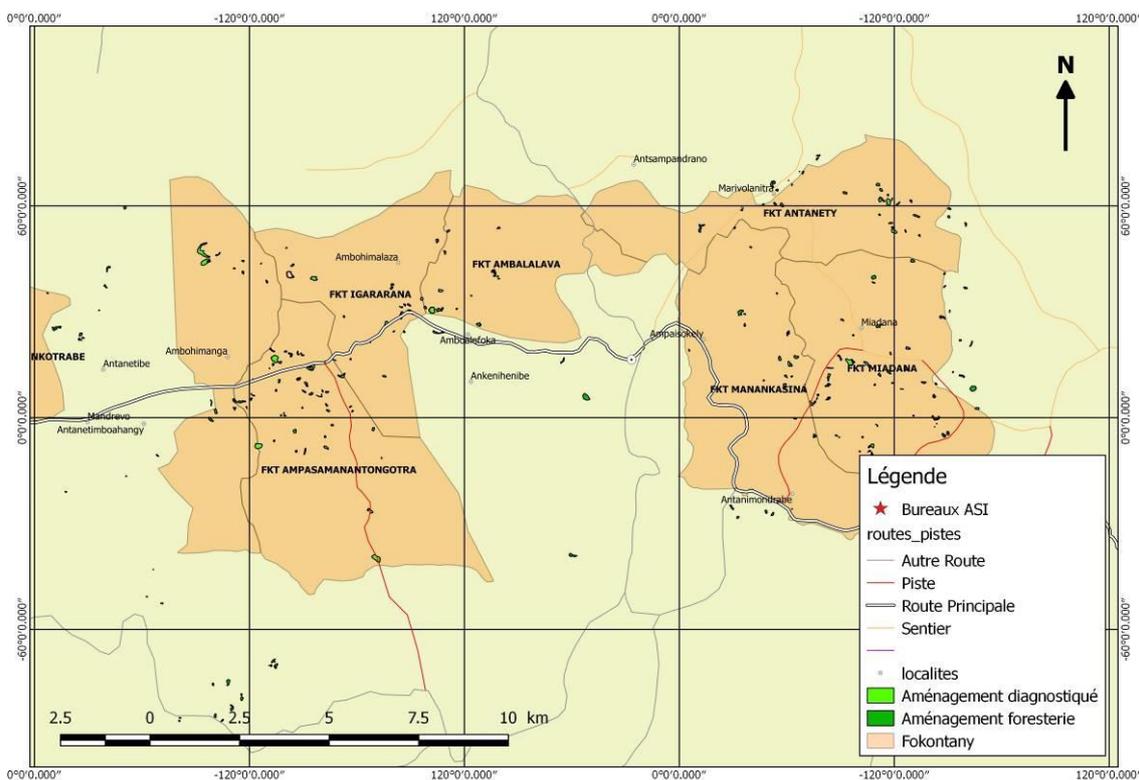
<b>Espèces</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Nombre</b>
Eucalyptus sp	<i>Eucalyptus sp.</i>	94 380
Eucalyptus citriodora	<i>Eucalyptus citriodora</i>	105 912
Pinus sp	<i>Pinus sp.</i>	140 268
Acacia	<i>Acacia mangium - Acacia auriculiformis</i>	17 440
Neem	<i>Melia azedarach</i>	7 525
Cassia sp	<i>Cassia sp.</i>	2 912
Harongana	<i>Harungana madagascariensis</i>	1 631
Palissandre	<i>Dalbergia sp.</i>	1 255
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1 223
Toona	<i>Toona sp.</i>	1 073
Grevilea	<i>Grevilea sp.</i>	1 691
Filao	<i>Casuarina sp.</i>	989
Paulownia	<i>Paulownia sp.</i>	987
Mantaly	<i>Terminalia mantaly</i>	616
Podocarpus	<i>Podocarpus sp.</i>	300
Albizzia	<i>Albizzia lebbeck</i>	256
Tectona	<i>Tectona grandis</i>	33
Frêne	<i>Fraxinus sp.</i>	20

## Annexe 2 : Zones d'intervention

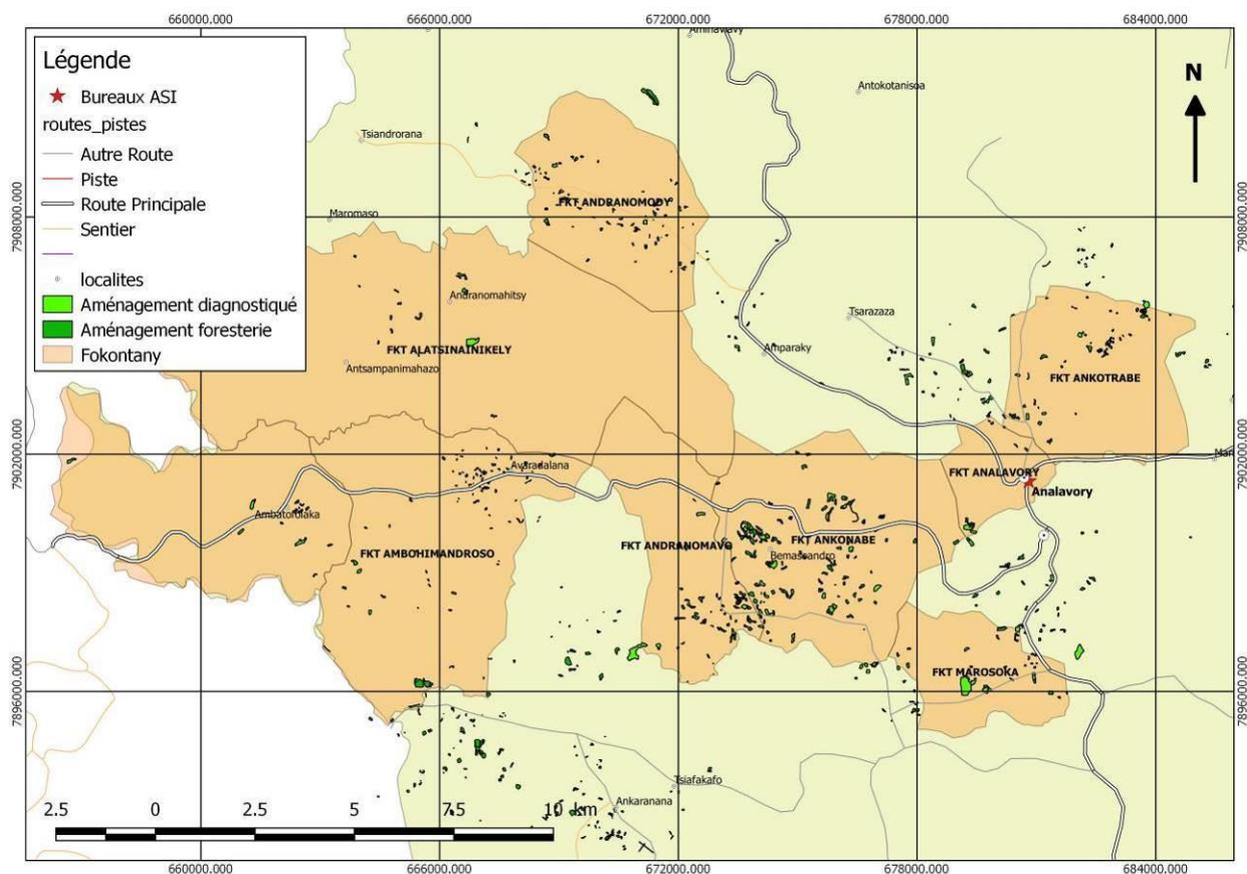
- Commune Imerintsiatosika : Amboara, Ambohidehibe, Ambohimanarivo, Ampangabe et Antamboho I ;
- Commune Arivonimamo II : Ambodifarihy, Ambohijatovo, Antanety Est, Antsahavory, Manerinerina, Mangarano et Vatolaivy ;
- Commune Miarinarivo II : Ambalalava, Ampasamanantongotra, Antanety, Igararana, Manankasina et Miadana ;
- Commune Analavory : Ambohimanana, Analavory, Andranomavo, Ankonabe, Ankotrabe, Marosoka ;
- Commune Alatsinainikely : Alatsinainikely, Ambatofolaka, Avaradalana.



Zones d'Imerintsiatosika et Arivonimamo II



**Zones de Miarinarivo**



**Zones d'Analavory**



N° \_\_\_\_\_ Date : / /

Nom :		Code :
Commune :	Fkt :	Village :

**Informations du milieu :**

- Caractéristiques du sol :
- Occupation du sol : arboré ( ) - savane ( ) - dénudé ( ) - rocailleux ( ) - autres :
- Végétation observée :
- Sensibilité à l'érosion : haute ( ) - moyenne ( ) - faible ( )

**Informations sur les plantations :**

Parcelle N° :	Espèces plantées	Année de plantation	Position topo	Code GPS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Parcelle N°	Surface	Nb de plants	Taux mort	Ecartement <sup>1</sup>	Diamètre (cm)	Hauteur (m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Parcelle N°	Espèces	Entretiens observés <sup>2</sup>	Problèmes observés <sup>3</sup>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

<sup>1</sup> Ecartement entre les plants (largeur X x Y hauteur)

<sup>2</sup> Apport d'engrais ; sarclage ; élagage ; éclaircie ; protection...

<sup>3</sup> Passage de feux ; divagation animaux ; position des plants non croisée ; insectes ; maladies ; coupes ; vol...

## Annexe 4 : Calendrier des activités

Durant les 3 mois d'analyse de bases de données, de descente sur terrain et le traitement des données, les activités principales se résument comme suit :

- juillet : analyse des bases de données de la plantation de la phase I et préparation de la mission de diagnostic ;
- juillet - août : mission de diagnostic (visite des parcelles, rencontre avec les exploitants, rencontre avec les pépiniéristes et discussion avec les techniciens sur terrain, assisté à des formations de conduite de plantations fruitières) ;
- septembre 2016 – Mars 2017 : analyses et traitements des données, rédaction.

Période (2016)	Activités	Zone d'intervention
Juillet	Analyse des bases de données sur les plantations forestières Mahavotra I	
11 – 13 juillet	Diagnostic des plantations et enquête auprès des exploitants	Imerintsiatosika
14 – 19 juillet	Diagnostic des plantations et enquête auprès des exploitants	Arivonimamo II
20 – 29 juillet	Diagnostic des plantations et enquête auprès des exploitants Rencontre et discussion avec les services forestiers (DREEF Itasy)	Miarinarivo II
01 – 06 août	Diagnostic des plantations et enquête auprès des exploitants	Analavory
07 – 10 août	Diagnostic des plantations et enquête auprès des exploitants	Alatsinainikely
31 août – 02 septembre	Rencontre et discussion avec les pépiniéristes du projet Discussion avec le responsable des aménagements forestiers de la DREEF Itasy (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts)	Miarinarivo, Analavory et Alatsinainikely
Septembre	Saisie des données	
Octobre 2016 – Mars 2017	Analyses et traitements des données ; rédaction du rapport	

## Annexe 5 : Spécification selon les Caractéristiques des zones

Type de zone	Caractéristique	Type de sol		Zones		espèces
Zone de culture	Zone de culture ou zone de culture abandonnée (Fertilité élevée)	(1) Sol ferralitique rouge/brun	(2) Sol volcanique (sol brun), sol colluvionnaire (sol brun)	(1) Partie Est : Imerintsiatosika, Arivonimamo, Miarinarivo	(2) Partie Ouest : Analavory, Soavinandriana	<b>Haut versant et versant</b> : Pinus, eucalyptus et/ou association espèces agroforestière (acacia, voandelaka, tephrosia) <b>Bas versant</b> : espèces agroforestière (acacia, tephrosia, voandelaka), <i>Eucalyptus citriodora</i>
Zone forestière	Zone anciennement forestière ou à proximité d'un peuplement forestier (ambiance forestière)	(1) Sol ferralitique rouge/brun	(2) Sol volcanique (sol brun)	(1) Partie Est : Imerintsiatosika, Arivonimamo, Miarinarivo	(2) Partie Ouest : Analavory, Soavinandriana	<b>Haut versant et versant</b> : Pinus, eucalyptus selon le peuplement existant <b>Bas versant</b> : Pinus, eucalyptus + espèces agroforestière (acacia, voandelaka), <i>Eucalyptus citriodora</i>
Zone savaneuses	Couverture dense et variée (zone boisée) (Fertilité élevée)	(1) Sol ferralitique rouge/brun	(2) Sol volcanique (sol brun), sol colluvionnaire (sol brun)	(1) Partie Est : Imerintsiatosika, Arivonimamo, Miarinarivo	(2) Partie Ouest : Analavory, Soavinandriana	<b>Haut versant et versant</b> : Pinus, eucalyptus et/ou association espèces agroforestière (acacia, voandelaka) <b>Bas versant</b> : espèces agroforestière (acacia, tephrosia, voandelaka), <i>Eucalyptus citriodora</i>
	Couverture herbeuse faiblement boisée (Fertilité faible)	Sol ferralitique rouge clair/blanc (sol pauvre)		Toutes les zones Itasy		Pinus ou eucalyptus (robusta, grandis)
Zone dégradée	Zone plus ou moins dénudée (rocaillieux – fertilité faible)	(1) Sol ferralitique rouge clair (sol pauvre)	(2) Sol blanc/brun clair (sol pauvre)	(1) Partie Est : Imerintsiatosika, Arivonimamo, Miarinarivo	(2) Partie Ouest : Analavory, Soavinandriana	Pinus (plus adapté aux zones arides)
	Zone plus ou moins dénudée (faiblement rocaillieux – fertilité faible)	(1) Sol ferralitique rouge clair (sol pauvre)	(2) Sol blanc/brun clair (sol pauvre)	(1) Partie Est : Imerintsiatosika, Arivonimamo, Miarinarivo	(2) Partie Ouest : Analavory, Soavinandriana	Pinus, eucalyptus (robusta ou grandis)

**Annexe 6 : Superficie zones favorables dans la Région Itasy (ha)**

Communes	District	Très favorable	Favorable	Acceptable	Moins favorable	Non favorable
Ambatomanga	ARIVONIMAMO	873	2 296	2 891	10 542	1 612
Ambohimasina	ARIVONIMAMO	134	470	657	2 928	1 587
Antambolo	ARIVONIMAMO	87	258	611	2 131	542
Ambohitrambo	ARIVONIMAMO	924	1 833	3 239	7 035	1 443
Morarano	ARIVONIMAMO	411	883	1 456	4 166	1 008
Arivonimamo II	ARIVONIMAMO	1 138	1 717	2 732	5 311	608
Imerintsiatosika	ARIVONIMAMO	1 137	2 095	3 312	9 222	1 545
Arivonimamo I	ARIVONIMAMO	268	453	735	2 452	641
Morafeno	ARIVONIMAMO	464	826	1 287	3 751	2 993
Ambohimandry-Est	ARIVONIMAMO	994	2 441	2 899	9 535	3 502
Arivonimamo II	ARIVONIMAMO	85	160	241	502	47
Ampahimanga	ARIVONIMAMO	676	1 016	1 605	5 499	1 956
Ambohipandrano	ARIVONIMAMO	1 857	2 331	3 257	7 759	2 808
Amboanana	ARIVONIMAMO	496	1 302	1 900	7 264	3 832
Miantsoarivo	ARIVONIMAMO	960	1 665	2 072	5 644	3 801
Antenimbe	ARIVONIMAMO	238	709	773	2 336	519
Alakamisikely	ARIVONIMAMO	247	417	507	1 717	705
Manalalondo	ARIVONIMAMO	494	876	1 074	3 424	1 757
Mahatsinjo-Est	ARIVONIMAMO	85	435	414	2 089	2 332
Andranomiely	ARIVONIMAMO	231	550	460	1 910	3 805
Marofangady	ARIVONIMAMO	217	386	724	1 657	1 152
Ambatomirahavavy	ARIVONIMAMO	533	874	1 476	2 803	863
	MIARINARIVO	1 835	3 019	3 807	9 884	8 829
	MIARINARIVO	2 091	3 567	4 114	11 688	4 275
	MIARINARIVO	1 602	3 381	4 157	12 887	3 828
	MIARINARIVO	1 399	2 586	3 014	8 840	4 736
	MIARINARIVO	626	1 464	2 113	6 114	1 779
Analavory	MIARINARIVO	2 478	4 438	6 397	17 915	13 980
	MIARINARIVO	296	826	1 010	3 691	2 611
	MIARINARIVO	1 894	2 672	3 389	8 598	3 919
	MIARINARIVO	1 114	2 462	3 031	8 397	3 173
	MIARINARIVO	116	167	295	694	235
	MIARINARIVO	2 572	3 193	4 068	8 658	3 238
	MIARINARIVO	867	2 534	3 512	11 889	7 873
Ampefy	SOAVINANDRIANA	646	849	1 298	3 369	1 143
Ankaranana	SOAVINANDRIANA	343	675	717	1 533	1 177
Ampary	SOAVINANDRIANA	349	312	546	1 214	1 623
Mananasy	SOAVINANDRIANA	631	1 638	1 816	7 298	4 389
Mahavelona	SOAVINANDRIANA	877	1 498	2 132	6 765	2 909
Soavinandriana	SOAVINANDRIANA	434	1 514	1 416	7 943	8 583
Antanetibe	SOAVINANDRIANA	178	464	568	1 641	536
Ambatoasana	SOAVINANDRIANA	514	1 213	2 012	6 036	2 448
Talata Dodona	SOAVINANDRIANA	27	138	99	829	5 900
Ankisabe	SOAVINANDRIANA	1 590	2 948	4 263	12 680	7 335
Amberomanga	SOAVINANDRIANA	558	1 073	1 372	3 869	1 454
Antampona	SOAVINANDRIANA	1 679	3 603	5 955	17 095	7 016
Masindray	SOAVINANDRIANA	182	807	1 008	4 275	2 422
Amparaky	SOAVINANDRIANA	588	1 541	2 175	8 452	3 703
	<b>TOTAL</b>	<b>38 035</b>	<b>72 575</b>	<b>98 606</b>	<b>291 931</b>	<b>148 172</b>

| Association Etc Terra  
| Lot VE 26 L - Ambanidia  
| 101 Antananarivo | Madagascar  
| [www.etcterra.org](http://www.etcterra.org)

| Sedera ANDRIAMISAINTSOA  
| Mobile : +261 (0) 33 46 467 27  
| [s.andriamisaintsoa@etcterra.org](mailto:s.andriamisaintsoa@etcterra.org)

# Etc Terra

