



# Avis de Commerce Non Préjudiciable (ACNP) de l'espèce Prunus africana de Madagascar

**Autorité Scientifique & Organe de Gestion**

---

**Madagascar**

**Avril 2023**

## Remerciements

Le présent document a été établi suite à un long processus de collaboration entre les différents acteurs et les différentes parties prenantes de la filière *Prunus africana* à Madagascar. Primo, nous aimerions adresser nos sincères remerciements au Secrétariat CITES à travers le Programme CTSP, sans ce programme d'aide à la fois financière et technique, Madagascar n'a pas pu arriver à ce stade.

Secundo, nous remercions chaleureusement le Coordonnateur Régional du Programme CTSP, Pr Jean Betti Lagarde, pour son assistance et ses précieux conseils depuis la conception du projet, sa mise en œuvre, jusqu'à la rédaction du document ACNP.

Tertio, Nous adressons également nos vifs remerciements à la Mention biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo ainsi qu'à la Mention Foresterie et Environnement de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, de l'Université d'Antananarivo, qui ont apporté leurs expertises à la fois sur terrain durant les inventaires d'aménagement et d'exploitation et lors des analyses statistiques des données obtenues.

Que toutes les personnalités physiques ou morales qui ont contribué à la collecte des données jusqu'à l'élaboration du présent document trouvent ici l'expression nos sincères remerciements.

AS&OG de Madagascar

# Table des matières

<b>1</b>	<b><u>RESUME EXECUTIF .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b>2</b>	<b><u>INTRODUCTION .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b>3</b>	<b><u>PROCESSUS D'ELABORATION DE L'ACNP.....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b>3.1</b>	<b>CHOIX DE LA MÉTHODE .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>COLLECTE DES DONNÉES.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b><u>DONNEES SUR LA BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE L'ESPECE.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b>4.1</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ESPÈCE .....</b>	<b>6</b>
4.1.1	CLASSIFICATION BOTANIQUE : .....	6
4.1.2	PORT DE LA PLANTE : .....	6
4.1.3	RACINE : .....	7
4.1.4	FEUILLES : .....	7
4.1.5	FLEURS : .....	7
4.1.6	FRUITS : .....	7
4.1.7	ÉCORCE : .....	7
4.1.8	COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ÉCORCE : .....	7
4.1.9	EXIGENCE CLIMATIQUE.....	8
<b>4.2</b>	<b>AIRE DE DISTRIBUTION DE L'ESPÈCE.....</b>	<b>9</b>
4.2.1	DISTRIBUTION EN AFRIQUE .....	9
4.2.2	DISTRIBUTION À MADAGASCAR .....	9
<b>4.3</b>	<b>AUTÉCOLOGIE DE L'ESPÈCE .....</b>	<b>10</b>
4.3.1	PHÉNOLOGIE.....	10
4.3.2	FRUCTIFICATION .....	11
4.3.3	REGENERATION .....	11
<b>4.4</b>	<b>DOMESTICATION ET SYLVICULTURE .....</b>	<b>12</b>
4.4.1	BOUTURAGE : .....	12
4.4.2	A PARTIR DES SAUVAGEONS .....	12
4.4.3	REJETS DE SOUCHES.....	13
4.4.4	GRAINES .....	13
4.4.5	CULTURE IN VITRO .....	13
<b>5</b>	<b><u>DONNEES SUR LA POPULATION DE PRUNUS AFRICANA.....</u></b>	<b><u>14</u></b>

<b>5.1</b>	<b>MILIEUX D'INVESTIGATION .....</b>	<b>14</b>
5.1.1	REGION ADMINISTRATIVE .....	14
5.1.2	FACTEURS ECOLOGIQUES .....	15
5.1.3	FACTEURS SOCIO-ECONOMIQUES .....	17
<b>5.2</b>	<b>METHODE D'ETUDES .....</b>	<b>18</b>
5.2.1	CHOIX DES SITES .....	18
5.2.2	MÉTHODES D'INVENTAIRE .....	20
5.2.3	INVENTAIRE D'AMÉNAGEMENT ET D'EXPLOITATION .....	28
<b>5.3</b>	<b>RESULTATS DES INVENTAIRES .....</b>	<b>35</b>
5.3.1	SOFIA 1 (FORET DE SOMOTRA).....	35
5.3.2	SOFIA 2 (AP MAHIMBORONDRO).....	39
<b>6</b>	<b><u>HISTORIQUE DE L'USAGE DE L'ESPECE .....</u></b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>EXPLOITATION .....</b>	<b>45</b>
6.1.1	HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION DE PRUNUS AFRICANA À MADAGASCAR .....	45
6.1.2	LES ACTEURS DE LA FILIÈRE.....	46
6.1.3	LES MODES D'EXPLOITATION DE LA RESSOURCE.....	48
6.1.4	TRANSFORMATION.....	51
<b>6.2</b>	<b>EXPORTATION .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b><u>PROPOSITION D'AMENAGEMENT .....</u></b>	<b>51</b>
<b>7.1</b>	<b>OBJECTIF DE L'AMÉNAGEMENT .....</b>	<b>51</b>
<b>7.2</b>	<b>PROCESSUS DE GESTION DE LA FILIERE .....</b>	<b>52</b>
<b>7.3</b>	<b>ROLE ET RESPONSABILITE DES INTERVENANTS DANS L'AMENAGEMENT PROPOSE .....</b>	<b>52</b>
7.3.1	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DE L'ADMINISTRATION.....	52
7.3.2	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES OPÉRATEURS ÉCONOMIQUES.....	53
7.3.3	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DE LA COMMUNE/DISTRICT.....	54
7.3.4	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DE LA POPULATION LOCALE .....	54
7.3.5	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES ONGS .....	54
<b>7.4</b>	<b>PARAMÈTRES DE L'AMÉNAGEMENT.....</b>	<b>55</b>
7.4.1	TECHNIQUES D'ÉCORÇAGE .....	55
7.4.2	ROTATION .....	55
7.4.3	DIAMÈTRE MINIMUM D'EXPLOITABILITÉ (DME) .....	55
7.4.4	DÉTERMINATION DU QUOTA ANNUEL .....	55
7.4.5	PÉPINIÈRE, RESTAURATION, AGROFORESTERIE .....	56
<b>7.5</b>	<b>SUIVI ET CONTRÔLES .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b><u>CONTROLE ET SUIVI .....</u></b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b><u>DISCUSSION ET CONCLUSION .....</u></b>	<b>57</b>

**10** **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....** **59**

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Relevé ombrothérmiques dans la zone de production de <i>Prunus africana</i> .....	8
Tableau 2 : Coefficients de variation des formations forestières délimitées par l'IEFNO en 1996.....	22
Tableau 3 : Tableau de détermination du taux de sondage, du maillage avec CV connu et « er » inférieur à 10%.....	24
Tableau 5 : Importance relative en pourcentage de chaque type de végétation au sein des communes cibles .....	35
Tableau 6: Aperçu globale sur les efforts d'échantillonnages au niveau du massif forestier .....	36
Tableau 7 : Localisation géographique et principales caractéristiques des arbres .....	41
Tableau 8 : Distribution par classe de diamètre des tiges récentes .....	42
Tableau 9 : Effectif total par classe de diamètre à Mahimborondro .....	43

## Liste des figures

Figure 1 : Méthode d'approche pour l'établissement de l'ACNP .....	5
Figure 2 : Méthode d'inventaire (dispositif de parcelle d'échantillonnage) .....	25
Figure 3 : Dispositif de parcelles de comptage au tour du layon .....	28
Figure 4 : Graphe démontrant l'obligation d'appliquer un terme correctif lorsque le sol est en pente. (Inspiré de Doucet 2015) .....	32
Figure 5 : Technique de contournement des obstacles .....	33
Figure 6 : Structure de la population de <i>Prunus africana</i> à Mahimborondro .....	42
Figure 7 : Structure de la population dans le lot 5 (Sofia 2).....	44
Figure 8 : Proposition du processus de gestion de la filière .....	52
Figure 9 : Schéma de la traçabilité des produits depuis la forêt jusqu'à l'exportation .....	57

## Liste des cartes

Carte 1 : Districts connus comme zone d'occurrence de <i>Prunus africana</i> .....	10
Carte 2 : Zones favorables pour <i>Prunus africana</i> .....	10
Carte 3 : Localisation de la Région Sofia .....	14
Carte 4 : Carte physique de la Région Sofia .....	16

Carte 5 : Localisation de la Forêt de Somotra (Andranomadio).....	19
Carte 6 : Localisation de l'Aire Protégée de Mahimborondro .....	20
Carte 7 : Carte de délimitation des placettes d'inventaire selon le maillage de 600m x 600m .....	25
Carte 8 : Localisation de la zone d'inventaire et des villages cibles (sites potentielles d'occurrence de Prunus africana) pour de nouveaux travaux d'inventaire .....	27
Carte 9 : Etendue géographique d'occurrences de Prunus africana au sein de la forêt de Somotra (sites d'inventaires Sofia 1). Les points rouges représentent les pieds observés sur terrain. ....	29
Carte 10 : Disposition des layons de l'inventaire dans la forêt de Somotra .....	30
Carte 11 : Disposition des layons de l'inventaire dans la forêt de Mahimborondro.....	31
Carte 12 : Dispositif de l'inventaire d'exploitation à Sofia 1 (Forêt de Somotra).....	34
Carte 13 : Dispositif de l'inventaire d'exploitation à Sofia 2 (AP Mahimborondro).....	35
Carte 14: Modèle moyen rassemblant tous les modèles de distributions.....	36
Carte 15: Carte d'occupation du sol du site d'étude .....	37
Carte 16 : Carte de priorisation du site d'étude .....	38
Carte 17: Carte de rotation de zone de collecte (cycle de 7ans) .....	56

## **Liste des photos**

Photo 1 : Sauvageon à 10 feuilles de Prunus africana .....	39
Photo 2 : Sauvageon de 1,23m de hauteur .....	40
Photo 3 : Individus adulte de 43 cm de DHP .....	40
Photo 4 : Arbre coupé pour utilisation dans la médecine traditionnelle à Sahavariana (diamètre : 13 cm) .....	50
Photo 5 : Arbre en processus de cicatrisation après l'écorçage à Sahavariana (diamètre : 20 cm) .....	50

# 1 Résumé exécutif

Madagascar envisage de renforcer à la fois la conservation des espèces des plantes en danger d'extinction à cause des activités anthropiques et l'économie du pays à travers l'exploitation durable des ressources vertes. La richesse de la biodiversité végétale et animale ainsi que les ressources marines de la Grande Ile permettra la mise en œuvre de cette vision lorsque les conditions nécessaires sont remplies.

L'espèce *Prunus africana* est considérée par l'UICN comme une espèce rare classée comme vulnérable du fait de la dégradation continue de son écosystème et de son intense exploitation. Au regard des pratiques de gestion non durables de cette espèce qui datent des années 70, son commerce est régulé par la Convention pour le Commerce international des espèces menacées (CITES) depuis 1995. Ainsi, depuis cette année, elle se trouve en Annexe II de la CITES. En 2008, par prudence et pour pouvoir mettre en place une stratégie permettant la préservation de l'espèce et l'organisation de la filière, Madagascar avait opté un quota zéro volontaire.

En 2019, la CITES a lancé le Programme CTSP (CITES TREE SPECIES PROGRAM) financé par l'Union Européenne. Madagascar a pu bénéficier un apport financier et technique dans ce programme afin de pouvoir avancer dans la mise en œuvre des recommandations concernant le *Prunus africana*. Ce programme a permis à Madagascar de : (i) faire des états des lieux sur les exploitations, les outils de gestion et les recherches effectués sur l'espèce *Prunus africana* ; (ii) d'établir un plan d'action réaliste ; (iii) d'élaborer et d'adopter des normes de gestion et d'exploitation ; (iv) d'élaborer un plan de gestion et un document ACNP ; (v) de renforcer les capacités des parties prenantes notamment l'Organe de Gestion et l'Autorité Scientifique. Le présent document ainsi que les données utilisées pour son élaboration ont été obtenues dans le cadre de ce programme.

Le Programme CTSP a permis de collecter d'importantes données scientifiques nécessaires pour l'élaboration d'ACNP de *Prunus africana* dans une région pilote. A cause des ressources financières limitées par rapport à l'étendu de l'aire de distribution de l'espèce à Madagascar (quatre Régions), une Région a été choisi comme pilote. Ainsi, l'étude a pour objectif d'être à la fois scientifique (établissement du modèle en termes de méthodologie et processus à suivre pour les autres Régions) et didactique (renforcement de capacité).

Suite à des analyses bibliographiques, des analyses des résultats des états des lieux et la potentialité présumée en écorce de *Prunus africana*, la Région Sofia a été choisie comme pilote. *Prunus africana* est une espèce très connue dans cette Région. Bon nombre de la population l'utilise dans la médecine traditionnelle et beaucoup en tirent des revenus dans la collecte d'écorce de l'espèce dans le passé. La Région est très connue par les opérateurs de la filière qui ont collecté de l'écorce depuis plusieurs années. Cela concerne les trois Districts : Bealanana, Befandriana et Mandritsara.

La collecte des données biologiques et écologiques a été faite en trois étapes : (i) pré-inventaire sur plus de 28 000ha dans Sofia 1, (ii) inventaire d'aménagement dans Sofia 1 (2 000ha) et Sofia 2 (1 000ha), (iii) inventaire d'exploitation dans Sofia 2 (1 000ha). Les inventaires d'aménagement et d'exploitation ont été réalisées suivant les normes recommandées afin d'établir un plan de gestion et un ACNP. En plus des comptages et des relevés de différents paramètres, ils s'agissaient également



des enquêtes et des observations de l'état biologique, physiologique et écologique. Les trois étapes de travaux sur terrain ont été dirigées par un Ingénieur forestier et un botaniste.

Le pré-inventaire s'est déroulé pendant 55 jours. Le taux de sondage obtenu est de 1.37%. Sur une surface de 392 ha échantillonnée, 79 individus de *Prunus africana* ont été trouvés. Pourtant, la répartition des pieds de *Prunus africana* dans les quatre 4 types de formations végétales de la zone d'inventaire n'est pas homogène : (i) Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude (forêt primaire) ; (ii) Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude dégradée, forêts denses humides sempervirentes écrémées (forêt secondaire) ; (iii) Forêt-galerie ; (iv) Savanes à ERICACEAE et Ptéridophytes. Un modèle de distribution a été établi et le massif peut être divisé en quatre zones : (a) Zone biologiquement critique : il s'agit de zones réellement occupées par le taxon cible, favorable au développement de ce dernier et hors d'atteintes des feux depuis 2020. Cette zone est la plus potentielle pour l'exploitation de l'écorce de *Prunus africana* ; (b) Zone de haute importance pour l'agroforesterie : il s'agit de zones, bien que non rapportées comme occupées par le taxon cible lors des descentes sur terrain, ces dernières sont favorables pour *Prunus africana* et non atteintes par le feu depuis 2020 ; (c) Zone de valeur moyenne : il s'agit de zones prédites comme favorable par un seul modèle de distribution, ces dernières peuvent éventuellement être considérée dans les opérations d'agroforesterie à venir si les ressources le permettent ; (d) Zone de valeur moindre : il s'agit de zone de forêt non prédite comme favorable pour le taxon.

L'inventaire d'aménagement à Sofia 1 a été effectué sur une superficie de 2 100ha avec 7 layons. La superficie réellement sondée est de 65ha, ainsi, le taux d'échantillonnage est de 3.09%. Aucune tige de *Prunus africana* n'a été trouvée La zone est soumise à une pression à cause de l'installation des différentes parcelles de vanillier au sein de la forêt. Une dynamique très forte du changement de l'utilisation du sol a été constatée dans le massif forestier en question.

L'inventaire d'aménagement et d'exploitation à Sofia 2 ont été effectués sur une superficie de 1 000ha. Au total, 7 layons ont été ouverts et comptés. La superficie réellement sondée dans la zone s'élève à 26.5ha, soit un taux de sondage de 2.65%. Vingt-six (26) tiges de *Prunus africana* de diamètre variant de 2 à 70cm ont été recensées. Ainsi, la densité de *Prunus africana* dans la zone explorée est estimée à 0.98 tiges/ha (pour toutes tiges supérieures à 1cm de diamètre). La structure de la population indique une distribution normale avec une abondance des jeunes plants. Le nombre de tiges inférieures à 30cm de diamètre représente 61% tandis que le nombre de tiges exploitables représente 39%. Le diamètre moyen de tige exploitable est de 47.9cm, il est assez élevé. Ainsi, la densité de tiges exploitables est de 0.38%.

Le résultat de l'étude sur la productivité de l'arbre de *Prunus africana* en fonction de diamètre est disponible pour la Région Sofia (publication en cours). Cette étude montre une productivité moyenne de l'ordre de 35kg de matière sèche par arbre ayant un diamètre moyen plus de 30cm. Ainsi, en appliquant la formule permettant de calculer le quota annuel pour les 377.36 tiges exploitables, la quantité à prélever pour une exploitation durable (demi rotation de 7ans) dans Sofia 2, sur la superficie de 1 000ha est de 1.8t/an d'écorce sèche. Notons que l'Aire Protégée de Mahimborondro a une superficie de plus de 70 000ha. L'inventaire effectué dans cette étude concerne seulement 1 000ha, ainsi la potentialité de la zone en termes de production d'écorce de *Prunus* reste à définir.

## 2 Introduction

*Prunus africana* est une plante de la famille des Rosaceas décrite pour la première fois par Hooker (1864) sous le nom de *Pygeum africanum* et rattachée au genre *Prunus* par Kalkman (Avana, 2006). Communément appelée merisier ou prunier d'Afrique (African cherry), amandier amer (bitter almond) ou bois puant (red stinkwood), elle est également connue sous de nombreuses dénominations vernaculaires au Cameroun : kanda stick en Pidgin, wotango en Bakweri, alumty en Ngemba, Vla en Oku, kirah en BansaBamenda, puis dalehi en Ffulde (Cunningham et Mbenkum, 1993). Cet arbre des régions montagneuses de l'Afrique tropicale peut atteindre 30 m à 40 m de hauteur et s'épanouit généralement entre 900 m et 3000 m (Tchouto, 1996 ; Nkuinkeu, 1999 ; *Ndam and Tonye, 2004*).

*Prunus africana* est retenu par l'UICN comme une espèce rare classée comme vulnérable du fait de la dégradation continue de son écosystème et de son intense exploitation. Au regard des pratiques de gestion non durables sur cette espèce qui datent des années 70, son commerce est régulé par la Convention pour le Commerce international des espèces menacées (CITES) depuis 1995.

*Prunus africana* est une espèce très connue dans la Région de Sofia, car bon nombre de la population l'utilise dans la médecine traditionnelle et beaucoup en tirent des revenus dans la collecte d'écorce de l'espèce. La Région est très connue par les opérateurs de la filière qui ont collecté de l'écorce depuis plusieurs années. Cela concerne les trois Districts : Bealanana, Befandriana et Mandritsara. Les Sociétés PRONATEX, SOTRAEX et INDENA disposaient d'autorisation d'exploitation.

Au début de l'exploitation, les récolteurs ont pu collecter beaucoup d'écorces, il était facile de trouver des pieds de *Prunus africana*. Une famille arrivait même à faire 2 récoltes de 45 – 110 kg en une journée, variant suivant le nombre de personne qui participait à l'abattage de l'arbre et en fonction de la distance et de la taille de l'arbre. A l'époque, la Grande Ile arrive en deuxième position pour la production et l'exportation après le Cameroun.

Depuis 1997, il a été ressenti que la ressource cible devient de plus en plus rare dans nos forêts. Face à cette situation, plusieurs actions ont été initiées entre autres : (i) La création du Comité national *Prunus africana* en 2002, (ii) L'élaboration du Plan d'action national pour la gestion durable de l'espèce en 2003, (iii) la mise en œuvre de l'atelier national sur l'espèce en 2002, (iv) la mise en œuvre de l'atelier de renforcement des capacités des pays de l'aire de répartition de l'espèce en septembre 2008, (v) l'application de la réglementation EC 338/97 de la Commission européenne et de ses amendements (EC Reg. 2724/2000 et 1497/2003) par les principaux pays d'importation de l'Union européenne (France, Espagne, Belgique, Italie).

Mais depuis 2000, *Prunus africana* devient très rare suite à la surexploitation et à la dégradation de la forêt. L'exportation et commerce sur les espèces CITES ont été volontairement suspendue par Madagascar en 2002 à la suite de l'évènement politique au pays. Au moment de la suspension, les Sociétés PRONATEX, SOTRAEX et INDENA disposaient d'autorisation d'exploitation. PRONATEX disposait encore d'un stock d'écorce d'environ 42 tonnes et INDENA en avait 30 tonnes.

A la reprise de l'exportation par Madagascar, les deux firmes ont pu continuer leur exploitation et exportation à cause des conventions établies avant 2002 et de la validité desdites conventions au-delà de l'année 2003 (SNGF, 2006). La société INDENA (ex SODIP), a exporté durant la période de 2001 à 2005, 850 tonnes d'écorces brutes (NEIMARK, 2010). La moyenne pour les trois dernières années est

de 100 tonnes. La suspension de commerce (quota zéro volontaire) au niveau de la CITES, à la suite de la mise en place de l'étude sur le commerce important, a été appliquée à partir de 2009 jusqu'à maintenant (RABARISON et RASOLOARIVONY, 2020).

Selon une étude de *Prunus africana* conduit par le SNGF en 2005, le District Bealanana, Région SOFIA, présente une potentialité d'exploitation de l'espèce. Elle possède une zone montagnarde qui constitue écologiquement l'aire de distribution naturelle de *Prunus africana* (de 800 à 3000m d'altitude). Selon les données en 2005, la densité moyenne à l'hectare, était de 1,35 pieds/ha où il n'existe aucun arbre de diamètre exploitable. Ainsi, après la suspension de l'exportation en 2008. C'est à l'issue de ces résultats prometteurs, surtout après l'interdiction d'exploitation de *Prunus africana* en 2008 qui nous ont amenés à choisir comme site d'étude d'ACNP dans la Région Sofia, plus précisément le site de Somotra et de Mahimborondro.

De plus, la forêt Somotra est parmi celle qui sera intégrée dans le site KOLOALA ou site de production durable, tandis que la forêt de Mahimborondro est une Aire Protégée de catégorie 5 gérée par The Perigrine Fund. Cette approche a été choisie afin d'obtenir des données représentatives et de mettre en place un plan de gestion régional qui intègre les différentes potentialités.

Le présent document est une proposition d'Avis de Commerce Non Préjudiciable de l'espèce *Prunus africana*, basée sur les études effectuées dans la Région Sofia. Elle est considérée comme une Région pilote pour pouvoir mener d'autre étude dans d'autre Régions aires de distribution de l'espèce. Ce document intègre des données récentes issues des inventaires et les consultations des parties prenantes de la Région.

### 3 Processus d'élaboration de l'ACNP

#### 3.1 Choix de la méthode

La méthode d'approche utilisée dans l'élaboration de ce document est présentée dans la figure 1. Elle se résume en quatre étapes :

(i) Etat des lieux :

Il consiste à comprendre :

- Les modes d'exploitation existants dans le passé et éventuellement à présent et d'évaluer leurs impacts sur les ressources ;
- Les outils de gestion existants dans le passé : textes réglementaires (lois, arrêtés, décrets, notes), rapports d'ateliers, recommandations de la CITES, degré d'application des lois, degré d'implication de toutes les parties prenantes dans la gestion ;
- La place des communautés locales dans l'exploitation et dans la gestion des ressources ainsi que dans le partage des avantages obtenus ;
- Les travaux de recherche sur l'espèce *Prunus africana* aussi bien à Madagascar que les innovations apportées au niveau international dans les aires de répartition de l'espèce. Une compilation des données/études scientifiques effectuées concernant l'espèce a été réalisée afin de relever les gaps et établir un plan de recherche.

(ii) Inventaire d'aménagement et d'exploitation

Il consiste à :

- Recenser, décrire un stock. L'inventaire d'aménagement sert à localiser et à évaluer le potentiel exploitable à court et moyen termes du produit cible.
- Evaluer l'état de la population de *Prunus africana* en décrivant sa structure. Il s'agit ainsi d'un inventaire d'aménagement.
- Apporter plus d'information sur la biologie et l'écologie d'une espèce afin de pouvoir alimenter la formulation de l'Avis de Commerce Non Préjudiciable (ACNP).

(iii) Elaboration du plan de gestion

Il consiste à :

- Elaborer dans un mécanisme inclusif et consensuelle une proposition de gestion de la ressource : présentation des données disponibles, résultats des analyses de ces données, présentation du modèle de gestion envisagé, validation par les parties prenantes.

(iv) Etablissement du document d'ACNP

Il s'agit de la rédaction du document en collaboration avec les différentes parties prenantes de la filière notamment les opérateurs économiques, les Directions régionales de l'Environnement et du Développement Durable, les administrations territoriales décentralisées, les représentants de la communauté locale...

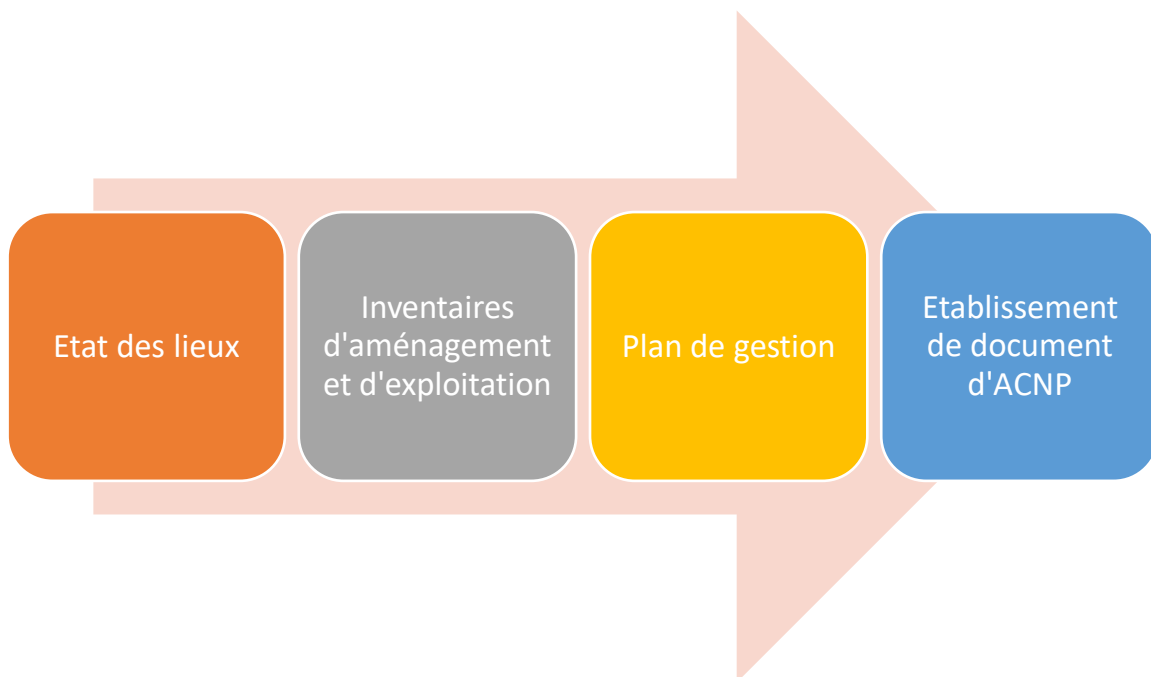


Figure 1 : Méthode d'approche pour l'établissement de l'ACNP

## 3.2 Collecte des données

La collecte des données se fait principalement à travers trois activités : (i) Etats des lieux sur les exploitations, la gestion et la recherche effectuée sur l'espèce, (ii) Inventaires (pré-inventaire, inventaire d'aménagement, et inventaire d'exploitation), (iii) ateliers et échanges avec les parties prenantes.

Ces données sont synthétisées dans le présent document.

# 4 Données sur la biologie et écologie de l'espèce

## 4.1 Description de l'espèce

Le *Prunus africana* est une espèce d'arbre de la famille de Rosaceae, c'est une espèce d'origine africaine. Elle est parfois appelée « Prunier d'Afrique ». C'est un arbre à feuilles persistantes poussant dans les régions montagneuses de l'Afrique Subsaharienne ainsi que sur les îles de Madagascar, Sao Tomé, Bioko et la Grande Comores.

### 4.1.1 Classification botanique :

La classification botanique est la suivante :

Règne	:	Plantae
Sous-règne	:	Tracheobionta
Division	:	Magnoliophyta
Classe	:	Magnoliopsida
Sous-classe	:	Rosidae
Ordre	:	Rosales
Famille	:	Rosaceae
Genre	:	Prunus
Espèce	:	<i>Prunus africana</i> (Hook.f.) Kalkman, 1965

Selon le statut de la conservation de l'UICN, l'espèce est classée vulnérable, et selon la CITES, l'espèce se trouve en Annexe II (Rev. du 23-06-2010).

La reconnaissance de l'espèce est axée principalement par la morphologie de ses feuilles, de la phyllotaxie et du type de son port ;

### 4.1.2 Port de la plante :

*P. africana* est un grand arbre de grande taille ayant 30 à 40 m de hauteur. La hauteur du fût varie entre 15 et 20 m. Le diamètre circulaire du tronc oscille entre 30 à 60 cm et peut aller jusqu'à 1m pour les arbres âgés. La couleur du bois après une entaille transversale varie du rouge pâle au rouge brun et même rouge sombre.

#### 4.1.3 Racine :

*P. africana* possède des racines pivotantes à large empattement de 10 à 15 m. La direction de ces racines est généralement vers la cour d'eau qui n'est pas loin de son site d'implantation. L'écorce racinaire est souvent de couleur noire.

#### 4.1.4 Feuilles :

L'espèce est reconnue facilement par ses feuilles de couleur vert intense. La feuille a une forme elliptique et oblongue avec un apex pointu et elle a une base un peu plus obtuse que l'extrémité. Son bout effilé lui permet d'égoutter l'eau. La nervation est anastomosée. Le limbe est large. Sa dimension varie entre 5 et 15cm de long et de 2,5 à 6 cm de large. Les feuilles sont reliées avec la tige par l'intermédiaire d'un pétiole rouge sombre d'environ 1,5 cm de long. *P. africana* a une phyllotaxie alterne.

#### 4.1.5 Fleurs :

La fleur est formée de petits et nombreux pétales blancs. Elle est portée par un pédoncule rouge d'environ 7 mm de long. L'inflorescence est une grappe. Elle répand une odeur caractéristique d'amande amère. *P. africana* est une plante dioïque c'est à dire que les organes de reproduction mâle et femelle sont portés par deux individus différents. La mode de pollinisation est mal connue.

#### 4.1.6 Fruits :

Les fruits sont en drupes de forme ellipsoïde. Sa dimension varie de 7 à 10 mm de long et de 10 à 12 mm de diamètre. Le péricarpe lisse est de couleur verte devenant rouge pourpre à maturité. Le fruit contient un noyau et à l'intérieur duquel se trouve le cotylédon et l'embryon qui est enveloppé par un endocarpe épais. La couche superficielle du fruit est charnue. Elle est très amère.

#### 4.1.7 Écorce :

La couleur de l'écorce est variable. Elle peut être rouge ou brun noir ou même blanche. Son épaisseur varie entre 4 et 30 mm suivant l'âge de l'individu. Il ne mesure que 9,94 mm pour les arbres qui sont déjà exploités (SUNDERLAND, 1999). L'écorce a une texture lisse chez les jeunes plants. Les récolteurs distinguent deux groupes de variétés :

- Celles qui ont une écorce rouge épaisse et rugueuse s'appellent "Kotofihy lahy" (*P. africana* mâle) ;
- Celles qui ont une écorce blanche, fine et lisse s'appellent "Kotofihy vavy" (*P. africana* femelle).

#### 4.1.8 Composition chimique de l'écorce :

GANTHUMBI et al (1993), ont décrit que l'écorce du *Pygeum africanum* contient 4 groupes de substances :

- i) Des longues chaînes d'acide gras en C12 et C24. L'acide palmitique est l'acide gras le plus dominant (LONGO et al, 1981) ;
- ii) Des stérols du  $\beta$  sistostérol,  $\beta$  sistostérol 3-O- glucosides,  $\beta$  sistostérol et compestérol ;

- iii) Du triterpénoïde pentacyclique appelé acide ursolique : l'acide 2- alpha hydroxy corsolique ; l'acide cratergolique, l'acide maslinique, l'acide epimaslinique et du friedelin ;
- iv) Des alcools linéaires les n-tétracosanol et n-docosanol. Auparavant, le principe actif recherché est le sistostérol (LONGO et TIRA, 1981). Mais actuellement le n- docosanol est considéré comme substance nécessaire au traitement de la maladie de « BPH » ou Bening Prostatique Hypertrophy ou Hyperplasie Bénigne de la Prostate (GATHUMBI, 1993).

Trois groupes de principes actifs de l'écorce de *P. africana* sont décrits dans le « Viable Herbal Solution » (VHS, 1996) :

- 1- Le phytostérol comme le betasitostérol ;
- 2- Les Triterpénoïdes pentacyclique à savoir les acides ursolique et l'acide oléanique ;
- 3- L'ester d'alcool gras : en particulier l'ester de docosanol et l'ester tetracosanol.

Le  $\beta$  sistosterol se rencontre chez plusieurs plantes

#### 4.1.9 Exigence climatique

*P. africana* supporte une température variant de 9°C à 30°C. Concernant la pluviométrie, l'espèce a besoin beaucoup d'eau, une précipitation annuelle supérieur à 1000 mm répond bien à ses exigences. En plus de l'eau de pluie, le brouillard d'hivers et les petits crachins entretiennent une atmosphère humide.

Le tableau montrant les relevés ombrothérmiques effectués dans les zones de localisations de *P. africana*.

Tableau 1 : Relevé ombrothérmiques dans la zone de production de *Prunus africana*

	T° min	T° max	T° moyenne	Précipitation (mm/an)	Altitude (m)
Anjozorobe	12.7	23.8	18.3	1365	1651
Moramanga	15,4	28.7		1626	750 à 900
Ambatondrazaka	17,9	30	21	920	780
Andilamena	15,3	28	-	1091	-
Bealalana	5	31	15	1331	1129
Mandritsara	15,4	-	-	1155	-
Anosibe an'ala	-	28.7	-	2194	900

(Source : Région et Développement 1993, cité par BIODEV, 2000)

## 4.2 Aire de distribution de l'espèce

### 4.2.1 Distribution en Afrique

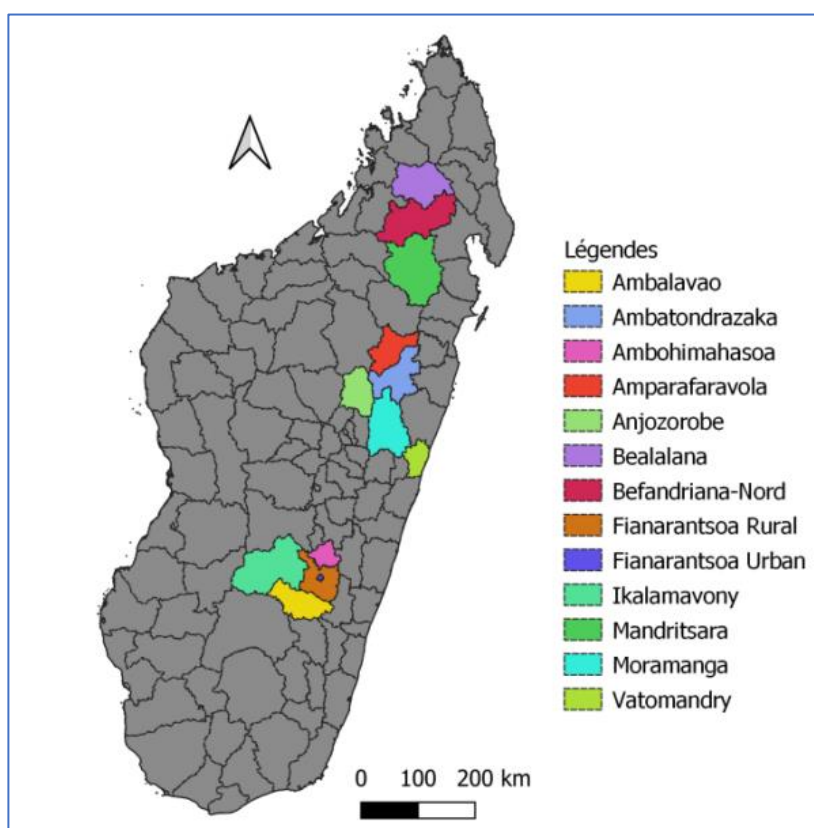
L'aire géographique de *Prunus africana* est délimitée dans les zones tropicales (CARDOT, 1908). Elle est rencontrée uniquement en Afrique et à Madagascar (GRAHAM, 1960 ; KALKMAN, 1965), plus précisément en Afrique du Sud, Burundi, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Éthiopie, Swaziland, Kenya, Madagascar, République Démocratique du Congo, Sao Tomé et Uganda (Amougou. *et al.*, 2011). Hall et al. (2000) signale sa présence dans 22 pays dont la plupart se trouve en Afrique orientale. Cette large distribution à travers l'Afrique et Madagascar est influencée significativement par l'altitude, la température, les précipitations et la couverture nuageuse. En effet, il pousse entre 900 et 3000m d'altitude (Dorthe, 2003) où, la température annuelle moyenne se situe entre 18 et 26°C et les précipitations annuelles moyennes sont de 2000mm.

Ces différents paramètres expliquent le fait que son aire de répartition naturelle couvre l'Afrique de l'Ouest, de l'Est, Centrale, Australe et l'Océan Indien (notamment Madagascar et les Comores).

### 4.2.2 Distribution à Madagascar

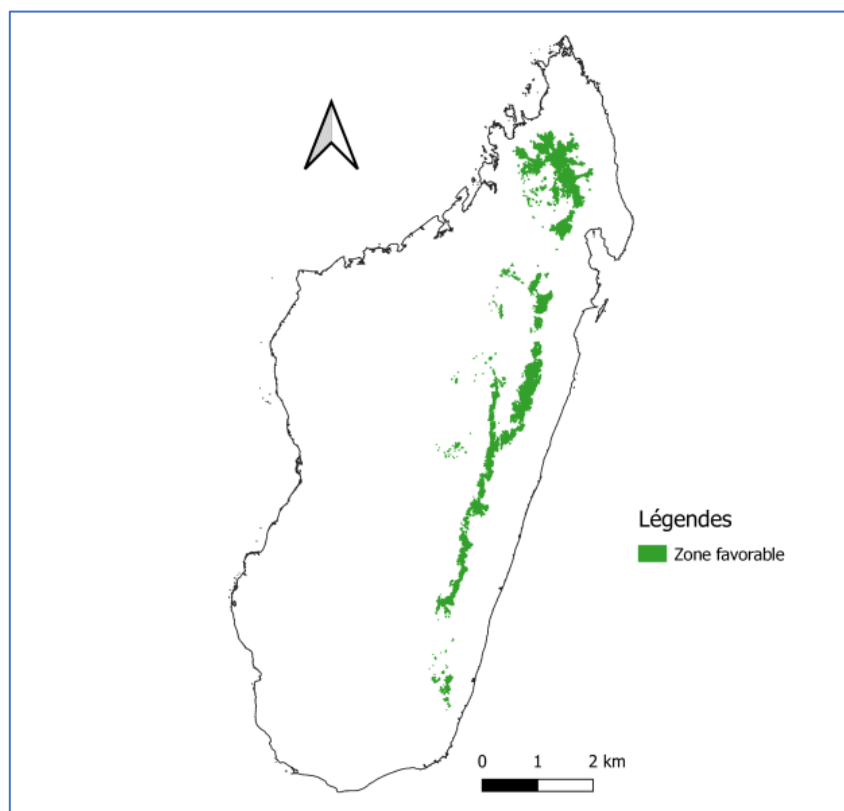
L'aire géographique de *Prunus africana* est délimitée dans les zones tropicales (CARDOT, 1908). Elle est rencontrée uniquement en Afrique et à Madagascar (GRAHAM, 1960 ; KALKMAN, 1965). Avant son exploitation à Madagascar, *Prunus africana* a été trouvée à Fianarantsoa, à Anosibe an'ala, sur l'axe Moramanga-Ambatondrazaka, à Mandritsara, à Befandriana Nord, à Bealalana, à Tsaratanàna et dans la Région d'Anjozorobe, commune d'Ambongamarina.

Actuellement, la zone de distribution est indiquée dans les cartes suivantes. Ainsi, une des principales zones de production est la Région Sofia au Nord-Ouest de l'île. A partir des informations sur l'écologie, il est possible de délimiter sur cartes les zones favorables pour le taxon. Ce qui correspond aux forêts humides des chaînes de montagne associée au bioclimat subhumide de la partie Est de Madagascar.





Carte 1 : Districts connus comme zone d'occurrence de *Prunus africana*



Carte 2 : Zones favorables pour *Prunus africana*

### 4.3 Autécologie de l'espèce

#### 4.3.1 Phénologie

Les évènements phénologiques se déroulent à divers périodes selon la zone considérée. En guise d'exemple et de référence la période de maturation des fruits varie :

- A Bealalana et Manditsara, la maturation des fruits se produit en mois de décembre;
- A Moramanga et Anosibe an'Ala, la maturation des fruits se produit entre mars et avril;
- A Anjozorobe, la maturation des fruits se produit entre octobre et avril.

Le fruit est considéré comme mature quand ce dernier est de couleur rouge pourpre et incassable à la main.

Table 1: Calendrier phénologique de *Prunus africana*

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Floraison</b>												
<b>Fructification</b>												
<b>Maturation</b>												

La fleur est formée de petits et nombreux pétales blancs. Elle est portée par un pédoncule rouge d'environ 7 mm de long. L'inflorescence est une grappe. Elle répand une odeur caractéristique d'amande amère. *P. africana* est une plante dioïque c'est à dire que les organes de reproduction mâle et femelle sont portés par deux individus différents. La mode de pollinisation est mal connue.

#### 4.3.2 Fructification

Les fruits sont en drupes de forme ellipsoïde. Sa dimension varie de 7 à 10 mm de long et de 10 à 12 mm de diamètre. Le péricarpe lisse est de couleur verte devenant rouge pourpre à maturité. Le fruit contient un noyau et à l'intérieur duquel se trouve le cotylédon et l'embryon qui est enveloppé par un endocarpe épais. La couche superficielle du fruit est charnue. Elle est très amère.

#### 4.3.3 Régénération

Les résultats des inventaires et observation sur les caractéristiques biologiques de l'espèce menées notamment dans la Région Sofia ont montré que l'espèce apparaît comme étant une espèce ayant un tempérament semi-héliophile. Les besoins en lumière varient en fonction de l'âge ou du stade de développement des individus :

- Stade régénération ou semis, à un âge inférieur à 2 - 3 ans : besoin moyen en lumière ;
- Stade juvénile à l'âge entre 2 et 3 ans : besoin faible en lumière ;
- Stade adulte, au-delà de l'âge de 3 ans : besoin élevé en lumière.

Les plus grands pieds sont ceux qui se rencontrent dans des milieux bien ensoleillés. Aussi, l'espèce est plus rencontrée dans des sites de transition entre les forêts dégradées ou même savanes et les forêts primaires.

Concernant les régénérations naturelles, en moyenne 10 pieds par ha d'individus au stade de semis et de juvénile ont été observés dans le massif forestier à Bealanana. Leur hauteur varie de 15 à 70 cm, tandis que le diamètre fait 0,5 à 1,2 cm. Cette population des régénérations forme les 37% de l'effectif total de l'espèce dans les 5 transects d'inventaire. L'inexistence d'individus jeunes au-delà de 70 cm de hauteur confirme le tempérament semi-héliophile de l'espèce, avec lequel l'ensoleillement n'est

pas toléré par l'espèce, à un certain stade de son développement. Par ailleurs, les régénérations observées ont été, pour la plupart, rencontrées sous l'ombrage d'autres arbres.

Les principales espèces associées à *Prunus africana* sont : *Tambourissa sp* (Ambora), *Ilex mitis* (Hazondrano), *Homalium maxillaire* (Hazoambo), *Anthocleista madagascariensis* (Lendemy), *Eugenia emirnensis* (Masaizano), *Croton sp* (Sily) et *Cyrtocaria sp* (Tavolo). Ces espèces sont généralement caractéristiques des forêts de hautes altitudes entre 800 et 1300m.

#### 4.4 Domestication et sylviculture

Cette partie regroupe essentiellement les acquis des différents organismes en matière de régénérations de l'espèce par bouturage, à partir des sauvageons, par rejet de souche, à partir des graines et de culture in vitro.

##### 4.4.1 Bouturage :

L'étude de RAJAONARIVONY (1994) sur le bouturage vise à tester divers mélanges de substrats ainsi que l'action des produits pour favoriser la rhizogenèse. Après 17 jours, l'on observe un taux de reprise de 15.3 % pour un essai réalisé en pépinière au mois de mars. Le meilleur résultat a été obtenu avec un substrat de proportion 1/3 sable, 1/3 terreau et 1/3 compost d'Andralanitra. En ce qui concerne le test des substances de rhizogenèse sous serre, l'on a noté un taux de reprise de 57.4 % avec l'hormone et 66% avec le miel.

En synthèse, les résultats obtenus à Madagascar ne permettent pas encore de tirer des conclusions rigoureuses sur la multiplication. Plus particulièrement pour le milieu, les résultats probants ont été obtenus sous serre. Mais l'enracinement le plus concluant s'est observé dans un essai effectué en milieu purement forestier. La période reste encore à déterminer vu la divergence d'idées. Les traitements exacts ne sont pas encore identifiés non plus. Pour les uns, c'est avec l'hormone de rhizogenèse et le miel que les meilleurs résultats ont été obtenus. Tandis que pour les autres aucun traitement n'a été appliqué, pourtant ils ont obtenu un enracinement développé.

##### 4.4.2 A partir des sauvageons

En mai 1997, une récolte des jeunes plants dans la Forêt Classée d'Ankeniheny a été engagée. Une partie est plantée dans une forêt exploitée plusieurs fois. Une partie est plantée sur un site dégradé (savoka) occupé par *Psidium catleyanum* et *Psiadia altissima*. La troisième partie a été élevée en pépinière. En pépinière, ANDRIANARISATA a constaté que le taux de survie est élevé. Les jeunes plants nécessitent de la lumière pour leur croissance. Lorsque l'ombrage est trop dense, ils meurent.

Les régénérations du *P.africana* sont difficiles à distinguer avec celles d'autres espèces. Il a été remarqué que l'enracinement des sauvageons reste superficiel. En fait, ils se fixent uniquement sur la litière en voie de décomposition sans pénétration profonde au sol.

Il est préférable d'utiliser de sauvageons de faible taille de 20 à 30 cm à ceux de grande taille. En fait, les premiers sont faciles à manipuler et semblent disposer d'une vitesse de reprise plus élevée. La période de repiquage peut s'étaler tout au long de l'année. Celle-ci n'a aucune influence majeure sur le devenir de ces sauvageons.

Les sauvageons récoltés dans la forêt doivent rester à la pépinière au moins pendant 5 mois avant la mise en pépinière et la transplantation. Cela constitue une sorte de durcissement des plants avant leur transplantation. Après, ils sont transplantés dans de sol forestier dont le critère de choix se base sur l'existence de l'espèce sur ce milieu auparavant. Une société privée (SODIP) a réalisé de l'expérience à partir de 2000 sauvageons en 1997. Les plants ont été prélevés dans la forêt de Sandrangato, Andranomena et Manjato. La moyenne de hauteur oscille entre 45 et 55 cm avec une moyenne de 3 à 4 cm de diamètre. Après 6 mois, les plants sont transplantés sur sol dénudé et en pente de 20 %. Il a été remarqué que la croissance de ces sauvageons est lente. On a observé un faible taux de réussite de 10 %. Selon le responsable, ce résultat peut provenir de la méconnaissance du mode de plantation, de la nature de terrain et du manque d'entretien.

#### 4.4.3 Rejets de souches

Dans la forêt de Manakambahiny Est, après une coupe à 50 cm du sol, il se forme des rejets (RABODO, 2001). Mais après avoir dépassé 50 cm de hauteur, ils flétrissent. L'évaporation excessive et l'insuffisance des nutriments ont été avancées comme causes de l'avortement.

#### 4.4.4 Graines

Des essais de semi étaient réalisés dans différents endroits de l'île. Des graines collectées au mois de mai ont été semées au mois d'avril. La densité des graines était estimée à 1300 unités par kilo. Après avoir subi un traitement qu'est la décortication, les graines matures ont été mises dans le sable. A noter que la maturité se caractérise par la couleur noire de la partie externe et blanche de l'amande. Finalement, l'expérimentation se déroule dans la chambre de germination. Après une période de 20 jours, l'on a observé une apparition des plantules.

Le taux de réussite a été évalué à 35 %. Ainsi, la régénération à partir de graines pourra être intéressante et méritera d'être approfondie. Mais l'inconvénient majeur réside sur l'irrégularité de disponibilité de graines, cause liée essentiellement à la méconnaissance des conditions biologiques et écologiques très particulières de l'espèce, entre autres sa phénologie dans les différentes aires de répartition à Madagascar.

#### 4.4.5 Culture In vitro

Des essais de culture in vitro de l'espèce ont été effectués. Il a été soulevé au cours de l'Atelier national tenu en décembre 2002 que l'avantage de ce type de multiplication réside sur la vitesse de la reproduction, la possibilité de production à tout moment et la nécessité de peu de matériel végétal de reproduction. En fait, l'on pourrait obtenir à partir d'un bourgeon, 412 jeunes plants à la fin d'une année d'expérience.

La culture in vitro reste peu répandue à Madagascar suite au coût de l'installation. Toutefois, elle présente plusieurs avantages entre autres la vitesse de production des plants.

## 5 Données sur la population de *Prunus africana*

### 5.1 Milieux d'investigation

#### 5.1.1 Région administrative

La Région Sofia est l'une des vingt-trois Régions de Madagascar, nommée d'après le nom d'un fleuve. Elle est située dans la province de Majunga (ou Mahajanga) et son chef-lieu est Antsohihy. Géographiquement, la Région se situe à cheval entre le bassin du Nord-Ouest et les hautes terres du nord de Madagascar. Elle a une superficie de 52 504 km<sup>2</sup>, sur laquelle vivaient environ 1 280 847 habitants en 2014.

La Région Sofia est composée de 7 districts à savoir Analalava, Antsohihy, Bealanana, Befandriana, Mampikony, Mandritsara, Port-Bergé. Elle est composée de 108 communes et 1 335 fokontany. Elle est dirigée par le chef de Région qui représente l'Etat dans sa circonscription.



*Carte 3 : Localisation de la Région Sofia*

## 5.1.2 Facteurs écologiques

### 5.1.2.1 Relief

La partie Ouest de la région est occupée par des reliefs à basse altitude (< 100 m). Ce type de relief représenté près de 11 573 km<sup>2</sup>. Les reliefs à des altitudes de plus de 1200 m se trouvent principalement dans la partie Nord - Nord Est (District de Bealanana). Ce type de relief représente 5 082 km<sup>2</sup> soit 1/10 du territoire régional. La totalité du district de Bealanana se trouve à une altitude de plus de 1 000 mètres tandis que 60% de son territoire est à plus de 1 200 mètres d'altitude.

Les pieds du grand massif de Tsaratanana commencent dans cette partie Nord - Nord Est de la région et l'un des accès à ce site pittoresque se situe au niveau de la Commune rurale de Mangindrano District de Bealanana.

### 5.1.2.2 Pente

La partie Ouest (Analava - Antsohihy - Mampikony et Port Bergé), à proximité de la littorale, est dominée par des terrains à pente faible. On rencontre les terrains à pente moyenne et forte généralement à l'Est divisant ainsi la région en deux zones différentes. 1/5 du territoire régional est fait de pente à plus de 12%. Les terrains dont les pentes se trouvent entre 4 et 8% représentent un peu moins de 40% qui sont à peu près équivalents aux terrains à faible pente (Moins de 4%). Les districts se trouvant à l'Est du territoire régional sont dominés par des terrains à moyenne et forte pente (Befandriana Nord et Mandritsara 2/3 - Bealanana 4/5).

### 5.1.2.3 Hydrographie

La région Sofia a un potentiel hydrographique assez élevé. Concernant les fleuves, le nord ouest dispose de vastes bassins hydrologiques favorisant l'écoulement et le déversement des grands fleuves dans le Canal de Mozambique. La région est traversée par le fleuve de la Sofia qui prend sa source dans le district de Bealanana.

La région connaît un régime hydrologique caractérisé par des crues bien alimentées en saison de pluies de décembre à mars et d'étiage faible de juillet en octobre. Les cours d'eau de type permanent représentent une longueur de 35 650 km tandis que les périodiques de 126 130 km. Les crues sont très abondantes en saison de pluies, les fleuves débordent et inondent une grande partie des plaines et des baiboho. Les dépôts d'alluvions sont très importants surtout sur les bordures de la Sofia et de Mahajamba rendant tout rouge les bassins versants.

La Région possède également de nombreux lacs. On peut citer : Lac Tseny, Lac Amparihy, Lac Bemakamba, Lac Marovariho, Lac Sofia ; Lac Andrampongy, Lac Matsaboribe, Lac Mangilihilia, Lac Maroankoay.



Carte 4 : Carte physique de la Région Sofia

La région de Sofia présente un climat de type Sub semi-humide caractérisé par deux saisons bien distinctes, sèche de Mai à Octobre, humide de Novembre à Avril. Il varie suivant l'altitude, les plateaux Nord étant moins arrosés et plus frais que les zones littorales. Il fait plus chaud sur les côtes que sur les plateaux (Bealanana Mandritsara).

#### 5.1.2.4 Température

La température varie suivant le climat et l'altitude. La moyenne des températures varie entre 19.9 °C à 26.2 °C en période sèche et de 22.2 °C à 27.2 °C en période pluvieuse. Elle est nettement élevée sur les zones côtières, où la température annuelle moyenne atteint 26 °C.

La partie littorale enregistre une température beaucoup plus élevée que la partie des hautes terres de l'Est (Bealanana, Befandriana Nord et Mandritsara). La température est plus fraîche dans la partie des Est tandis qu'elle devienne plus élevée dans la partie Ouest. La partie Est enregistre une amplitude moyenne entre 11 °C et 17 °C. Par contre, au niveau de la partie Ouest, cette amplitude est entre 9.5 °C (Analalava) et 14.9 °C (Mampikony).

En saison sèche, elle descend jusqu'à 13,7 °C à Bealanana qui se trouve à 1 125 m d'altitude. Elle est de 12,7 °C à Mangindrano, au pied du massif Tsaratanana. La température moyenne mensuelle la plus élevée est observée à Mampikony avec 33,6 °C.

Ainsi, la région de Sofia présente 2 zones thermiques bien distinctes : (i) une zone côtière, avec une température moyenne annuelle supérieure à 25 °C, qui concerne les districts de Port-Bergé, d'Antsohihy et d'Analalava ; (ii) une zone dite de hautes terres où la température varie de 20 °C à 25 °C. Il s'agit des sous-préfectures de Bealanana, Befandriana Nord, Mandritsara et Mampikony.

#### *5.1.2.5 Pluviométrie*

La pluviométrie est caractérisée par une forte irrégularité. La saison humide commence en général au mois de décembre. Les pluies se concentrent sur 4 mois de l'année (décembre à avril). On peut assister à des précipitations violentes de quelques heures pendant la journée.

Dans l'ensemble, la variation des pluies est moins nette et la pluviométrie annuelle se situe entre 1 100 à 1 900 mm.

#### *5.1.2.6 Végétation*

D'importantes formations forestières existent dans la Région Sofia, elles sont constituées par : des forêts denses sèches, forêts humides. La forêt sèche qui prédomine dans le Centre et le Sud est particulièrement menacée par l'intensité des feux de brousse. La Région héberge de nombreuses Aires Protégées : Makira, Komatsa Nord et Sud, Anjanahary be Sud, Tsaratanana, Mahimborondro, Bemanevika, Marotandrano, Anjimangirana, Corridor forestier Bongolava.

### **5.1.3 Facteurs socio-économiques**

#### *5.1.3.1 Caractéristiques démographiques*

Étant une Région avec une large majorité vivant en milieu rural, plus de 70 % de la population active exercent dans le domaine de l'agriculture. Cette tendance est aussi bien valable pour les hommes que pour les femmes.

Pour les femmes, mise à part l'agriculture qui occupe 86,3 % des actifs, 7,4 % travaillent dans le cadre des ventes et des services et 4,2 % dans travaux manuels spécialisés.

#### *5.1.3.2 Activités économiques de la population*

La grande diversité de ses ressources naturelles confère à la région de la SOFIA de grandes potentialités agronomiques. Les échanges commerciaux figurent parmi les activités économiques dominantes de la région du fait de sa vocation fortement agricole et notamment dans les districts qui produisent les cultures industrielles et de rente. La proximité des marchés constitue de ce fait un élément dans l'incitation des producteurs à produire.

On note la prépondérance des cultures vivrières qui dépasse les 85 % des superficies cultivées. Les cultures industrielles (coton, canne à sucre, arachides, tabac) viennent en deuxième position avec environ 4 % des superficies, et enfin les cultures de rente dont le café n'occupant que 3 % des superficies cultivées.



La répartition de la superficie cultivée par type de spéculation montre la prépondérance de la culture du Riz qui occupe près de 79 % des superficies des cultures. Vient en deuxième position maïs loin après le riz, le maïs puis le manioc.

Le district de Bealanana (Nord - Nord Est) dispose d'une superficie importante de riziculture (Près de 40% de la superficie régionale) faisant de lui le district avec la plus grande surface cultivée puis suit Antsohihy et Befandriana Nord. Ce dernier en compagnie de Mandritsara produit la plus grande variété de culture.

Les cultures permanentes industrielles sont représentées par le café, la vanille, le poivre et le girofle ainsi qu'une infime superficie destinée à la culture de cacao tandis que les cultures temporaires sont représentées par la culture de cannes à sucre et d'arachide ainsi que du coton et du tabac. Près de 98 % des superficies en légumineuses sont occupées par des haricots.

## 5.2 Méthode d'études

### 5.2.1 Choix des sites

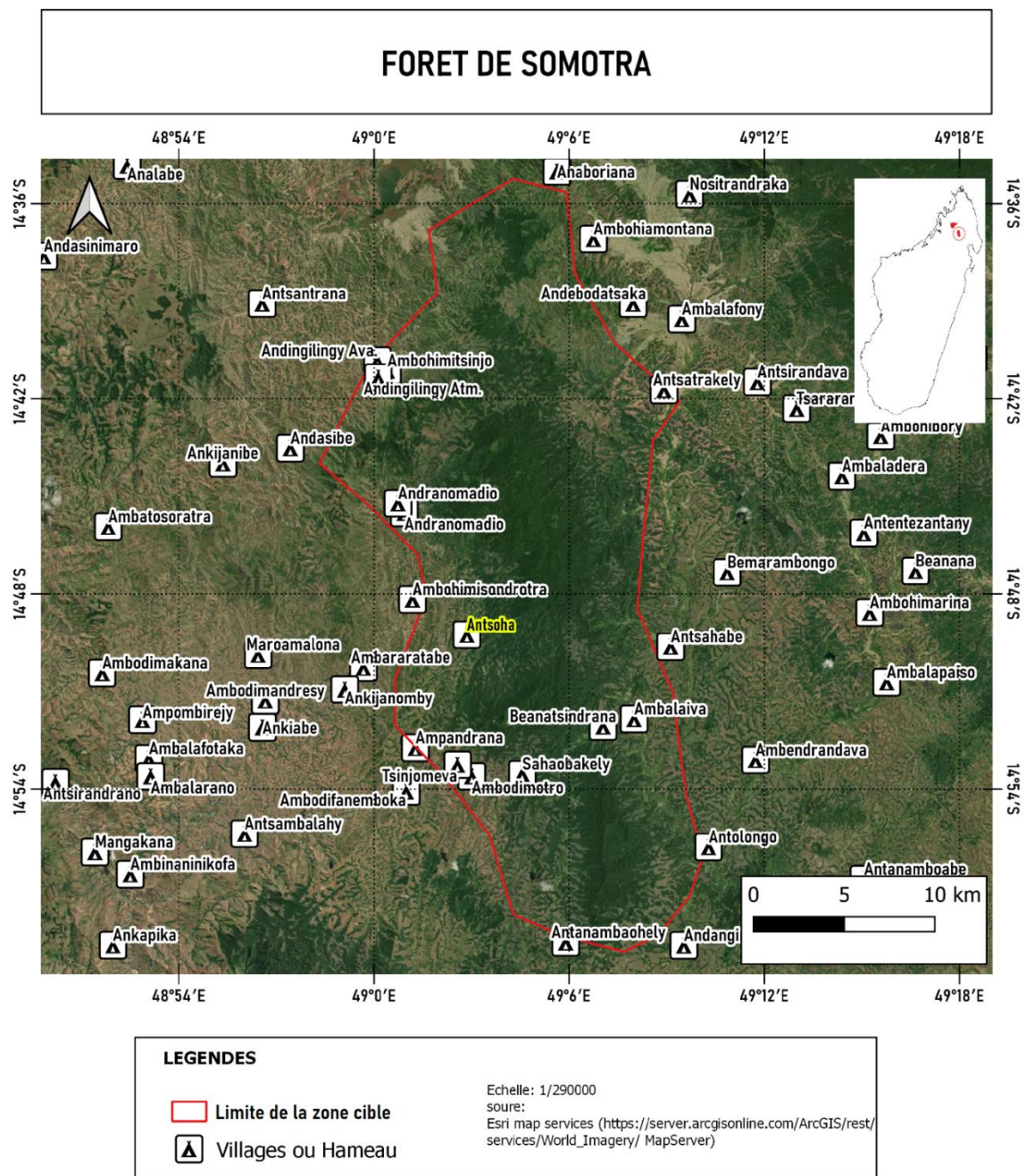
La problématique liée à la gestion durable de l'espèce repose sur l'existence antérieure (depuis plus d'une trentaine d'années) d'une exploitation abusive ou irrationnelle, car ayant été seulement axée sur les besoins et guère sur les potentialités. Les techniques utilisées ont été complètement destructives,

car les arbres ont été abattus, voire déracinés pour pouvoir être totalement écorcés. L'octroi de titre d'exploitation a été opéré sans activité de reconnaissance et la collecte d'écorces a été laissée au gré des

récolteurs sans qu'il y ait le minimum de contrôle. *Prunus africana* se régénère assez faiblement naturellement. Par ailleurs, la dégradation des écosystèmes forestiers (forêts denses humides de moyenne et haute altitude) qui l'abritent fait que les recrues atteignent très difficilement l'âge adulte. Bien entraîné dans le commerce international, *Prunus africana* figure dans la liste des espèces régies par la CITES, donc est mondialement connue comme étant une espèce en danger et menacée de disparition.

#### 5.2.1.1 Forêt de Somotra (Andranomadio) :

Selon une étude de *Prunus africana* conduit par le SNGF en 2005 à Andranomadio, district Bealanana, Région SOFIA, la densité moyenne à l'hectare est de 1,35 pieds/ha où il n'existe aucun arbre de diamètre exploitable. Ainsi, après la suspension de l'exportation en 2008, il est fort probable qu'il aurait des arbres exploitables après une dizaine d'années de croissance. C'est à l'issue de ces résultats prometteurs, surtout après l'interdiction d'exploitation de *Prunus africana* en 2008 qui nous ont amenés à choisir comme site d'étude d'ACNP la Région de Sofia plus précisément le site d'Andranomadio. De plus, la forêt d'Andranomadio (SOMOTRA) est parmi celle qui sera intégrée dans le site KOLOALA ou site de production durable. Ce qui coïncide parfaitement avec l'objectif d'ACNP de *Prunus africana*. Par ailleurs, la forêt d'Andranomadio est la dernière zone d'exploitation de *Prunus africana* en 2008. Ainsi, le fond disponible et la forte probabilité de retrouver des pieds de *Prunus africana* à Andranomadio constituent aussi des facteurs qui nous guidant à choisir ce site parmi les zones de distribution de Prunus. Cette zone montagnarde constitue les zones écologiques de distribution naturelle de *Prunus africana* (de 600 à 3000m d'altitude).



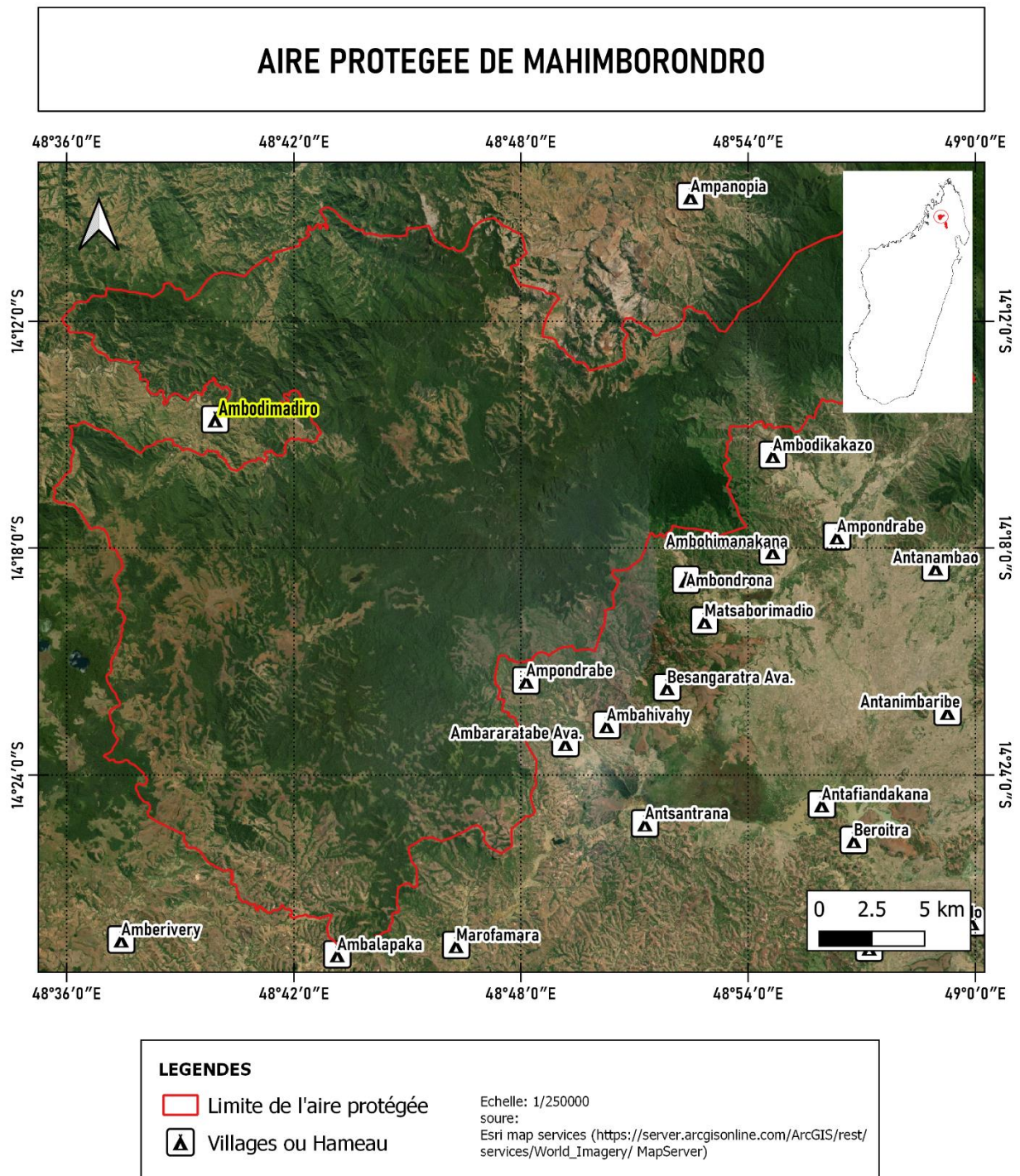
Carte 5 : Localisation de la Forêt de Somotra (Andranomadio)

### 5.2.1.2 Aire protégée de Mahimborondro :

Dans une optique d’acquérir une somme de connaissance conséquente, à la fois, sur la biologie et la répartition de l’espèce *Prunus africana* présente dans le district de Bealanana, Région Sofia, Province de Mahajanga, il a été entrepris un inventaire “monospécifique”. Il permettra de situer des sites préférentiels dont certaines caractéristiques locales pourraient être à l’origine de la présence et du développement du *Prunus africana*. Ainsi, afin de pouvoir établir une stratégie de gestion de l’espèce au niveau régional, il s’avère nécessaire de réaliser des travaux complémentaires notamment dans des zones peu perturbées comme une aire protégée. Les résultats (site Koloala et aire protégée) vont nous



permettre d'effectuer une analyse comparative de l'état de population de *Prunus africana* dans la Région.



Carte 6 : Localisation de l'Aire Protégée de Mahimborondro

### 5.2.2 Méthodes d'inventaire

L'inventaire a été effectué en deux temps : (i) pré-inventaire qui va permettre d'obtenir des informations basiques concernant la répartition géographique de l'espèce, l'écologie du milieu et

l'accessibilité aux différents endroits de la forêt. ; (ii) l'inventaire d'aménagement et d'exploitation proprement dit qui va nous permettre de quantifier les ressources disponibles et d'établir l'ACNP.

#### 5.2.2.1 Pré-inventaire

##### a. Forêt de Somotra

Il s'agit d'un inventaire par échantillonnage, la récolte d'informations s'effectue sur une partie de la population, un échantillon. Cet échantillon doit être représentatif de l'ensemble de la population à inventorier pour que les informations récoltées sur l'échantillon puissent être utilisées pour estimer les valeurs des caractéristiques étudiées sur l'ensemble de la population. Nous allons utiliser ce type d'inventaire dans un souci de temps et de moyens.

Pour plus de précision et aussi de réduire les effets de la variabilité de la population, la sélection des unités d'échantillonnage sera systématique à partir d'un maillage avec des écartements prédéfinis. Notre unité de sondage est la parcelle. Les parcelles sont centrées sur des layons et mesurent 20m x 250m, pour une surface de 0,5 ha. Le début de chaque layon des parcelles est les points d'intersection des maillages., les principaux paramètres mesurés sont : (i) nombre de tiges, (ii) hauteur, (iii) diamètre, (iv) relevé des nombres de la régénération (arbre inférieur à 10 cm de diamètre), (v) appréciation de l'état de santé de l'arbre (V = arbre vivant ; D = arbre dépérissant ; M = arbre mort), (vi) caractéristique de l'arbre surtout le paramètre F de l'index PHF.

##### - Index PHF

Le PHF est un index de 3 chiffres qui résume qualitativement l'état d'un arbre dans un peuplement (BLASER, 1993). Cet index de trois chiffres est une évaluation de la position de l'arbre (par rapport aux autres et indiquant ainsi la dominance et le stade de compétition ou l'exposition vers l'étage dominant), de la forme générale des houppiers, et de la forme des fûts. Les notes varient de 111 qui est meilleur à 556 la plus médiocre. L'index PHF est un indice de l'état de vigueur d'un arbre.

P représente la position du houppier et on peut attribuer à P les valeurs de 100 (houppier bien exposé) à 500 (houppier mal exposé, dominé) selon lequel le houppier est complètement libre et bien exposé au soleil ou non.

H donne la forme du houppier et peut prendre les valeurs de 10 (couronne /houppier circulaire, symétrique) à 50 (couronne sans forme très petit médiocre et dégradé) qui correspond à la forme de la couronne. On attribue la valeur 0 à la couronne d'un arbre mort.

L'index F de 1 à 6 indique la forme du fut c'est à dire un tronc bien cylindrique et droit (1) jusqu'à un tronc tortueux et ou bossu (6)

##### - Taux d'échantillonnage

Avant de fixer les sites d'étude et l'emplacement des layons des placettes, il faut connaître le taux de sondage à appliquer. Ce taux de sondage représente la proportion de la concession étudiée par rapport à l'ensemble de la concession, la taille de l'échantillon par rapport à la taille de la population-parent (idéalement, le pourcentage de l'aire de répartition par rapport à l'ensemble de l'aire de répartition). Ici, le terme concession peut vouloir exprimer différentes choses : une aire protégée, un site KOLOALA, l'aire de répartition d'une espèce etc...

Ce taux de sondage est calculé en fonction de l'erreur relative tolérée ( $e_r$  = marge d'erreur fixée en pourcentage autour du résultat de l'estimation, dans laquelle l'estimation devrait se retrouver 95 fois sur 100), du coefficient de variation (CV = un écart-type divisé par la moyenne) et d'un degré de confiance  $\alpha$  généralement fixé à 0,95. (Voir Equation 5). S'il est bien calculé, il garantit une faible erreur d'échantillonnage. Donc la personne qui veut fixer un taux d'échantillonnage doit d'abord fixer une marge d'erreur qu'elle ne veut pas dépasser (95 fois sur cent), cette marge d'erreur est fixée en pourcentage par rapport à la valeur, et elle correspond à l'erreur relative.

Une fois le taux de sondage connu, il faudra sélectionner les zones à étudier. Pour placer les placettes/parcelles d'inventaire correctement, il faut, premièrement, bien connaître les limites de la zone que l'on veut inventorier et sa surface.

Pour les espèces ayant une large aire de répartition qui couvrent différents types de milieux forestiers, un pré-inventaire sera souvent nécessaire. L'objectif du pré-inventaire est essentiellement d'apprécier la variabilité de la ressource ligneuse entre les différentes strates et d'évaluer le taux de sondage à appliquer sur le territoire à inventorier. Il reste cependant facultatif, car on peut toujours s'appuyer sur des données d'inventaire antérieur effectué à proximité du massif forestier ou provenant du même type de forêt (Ministère de l'environnement, conservation de la nature, 2007). Si la surface à étudier est petite et homogène, le pré inventaire ne sera pas nécessaire.

En général, en Afrique Centrale, on conseille des taux de sondages : (i) Supérieurs ou égaux à 1,5% pour les massifs forestiers à surfaces utiles < 50.000 ha, (ii) Supérieurs à 1% pour les massifs forestiers à surfaces utiles comprises entre 50.000 et 100.000 ha et (iii) Supérieurs à 0.6% pour les massifs forestiers à superficies utiles > 100.000 ha.

- Détermination des nombres de placettes

Le tableau ci-dessous nous montre les données pouvant être utilisées pour le cas des inventaires à Madagascar

Tableau 2 : Coefficients de variation des formations forestières délimitées par l'IEFNO en 1996

Domaines phytogéographiques (IEFNO, 1996)	Types de forêts / fourrés	Superficie IEFNO 1996 (ha)	Coeff. de variation (%)
Domaines de l'Est et du Sambirano (altitude 0 à 800m)	Forêts littorales	56 732	46,7
	Forêts denses humides sempervirentes de basse altitude	2 423 729	40,5
	Forêts denses humides sempervirentes de basse altitude dégradées	246 890	62,7
Domaines du Centre Versants Orientaux Etage des moyennes altitudes (800 – 1800 m)	Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude	2 870 742	40,7
	Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude dégradées	55 278	61,4

Domaines phytogéographiques (IEFNO, 1996)	Types de forêts / fourrés	Superficie IEFNO 1996 (ha)	Coeff. de variation (%)
Domaines du Centre Étage des montagnes (>1800 m)	Forêts denses sclérophylles de montagne	2 566	59,5
Domaines du Centre – Versants Occidentaux étage de moyenne altitude (800 à 1800 m)	Forêts denses sclérophylles occidentales de moyenne altitude (Forêt à Tapia)	139 552	45,1
Domaines de l’Ouest (0 à 800 m)	Forêts denses sèches (série à <i>Dalbergia</i> , <i>Commiphora</i> et <i>Hildegardia</i> )	2 889 984	68,5
	Forêts denses sèches dégradées (série à <i>Dalbergia</i> , <i>Commiphora</i> et <i>Hildegardia</i> )	854 171	54,3
Domaines du Sud	Forêts denses sèches (série à <i>Didieraceae</i> )	610 442	67,1
	Fourrés xérophiles	841 434	49,6
	Fourrés xérophiles dégradés	569 585	30,5

Source : PERR-FH 2014 (livrable 2)

Les caractéristiques des forêts dans la Région de Sofia plus précisément de Bealanana sont :

- Forêts denses humides sempervirentes de basse altitude dégradées (CV : 62,7)
- Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude (CV : 40,7)
- Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude dégradées (CV : 61,4)
- Forêts denses sclérophylles de montagne (CV : 59,5)

Pour ces types de forêts, l’analyse des données de l’IEFN<sub>0</sub>, montre le plus grand coefficient de variation de 62,7.

Etant donné que la forme dégradée de ces forêts ne sera pas considérée comme une strate distincte lors de l’inventaire de l’écorage des forêts de cette partie Nord de Madagascar<sup>1</sup>, le calcul du nombre d’échantillons à inventorier dans cette strate doit être effectué en considérant la plus grande variabilité observée lors de l’IEFN<sub>0</sub>. Pour ces types de forêts, l’analyse des données de l’IEFN<sub>0</sub>, a montré la valeur la plus élevée du coefficient de variation de 62,7.

- Précision de l’inventaire

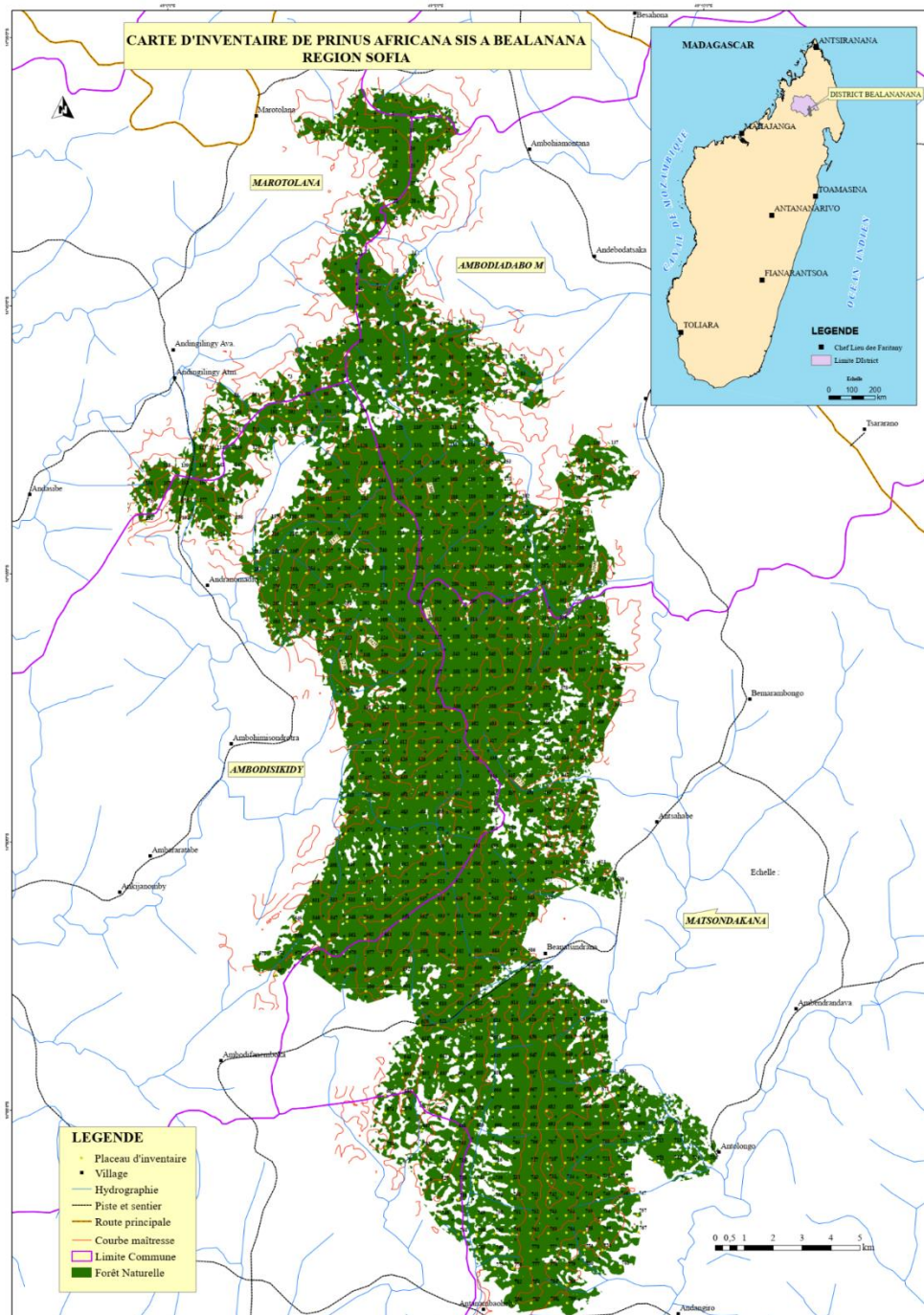
<sup>1</sup> En effet, le plan de sondage réalisé dans le cadre du présent inventaire été construit à partir de données cartographiques existantes. Aucune carte de stratification des forêts de cette partie de Madagascar n’étant disponible à ce jour, le critère forêt intacte/forêt dégradée n’a pas pu être retenu pour réaliser un échantillonnage stratifié.



Pour pouvoir atteindre une erreur relative inférieure à 10 à un seuil de probabilités égalant 95% et aussi un taux de sondage respectant les normes, le nombre de placettes à mesurer est le suivant :

Tableau 3 : Tableau de détermination du taux de sondage, du maillage avec CV connu et « er » inférieur à 10%

Cas	t	Cv (IEFNO)	er	alpha	n	surface mesurée (ha)	surface totale de la population (ha)	taux de sondage	Maillage (m)
Prunus 1	1,96	0,685	0,0902	0,05	471	235	28 000	0,84	750
Prunus 2	1,96	0,627	0,0707	0,05	767	383	28 000	1,37	600



Carte 7 : Carte de délimitation des placettes d'inventaire selon le maillage de 600m x 600m

- Délimitation des placettes/Parcelles d'inventaire

Chacune des parcelles couvre la moitié d'un hectare. Elles mesurent 250 mètres de long et 20 mètres de large pour un total de 5.000 m<sup>2</sup>.

Le plan d'une parcelle à appliquer à partir de chacun des points dont les coordonnées sont entrées dans les GPS est le suivant :

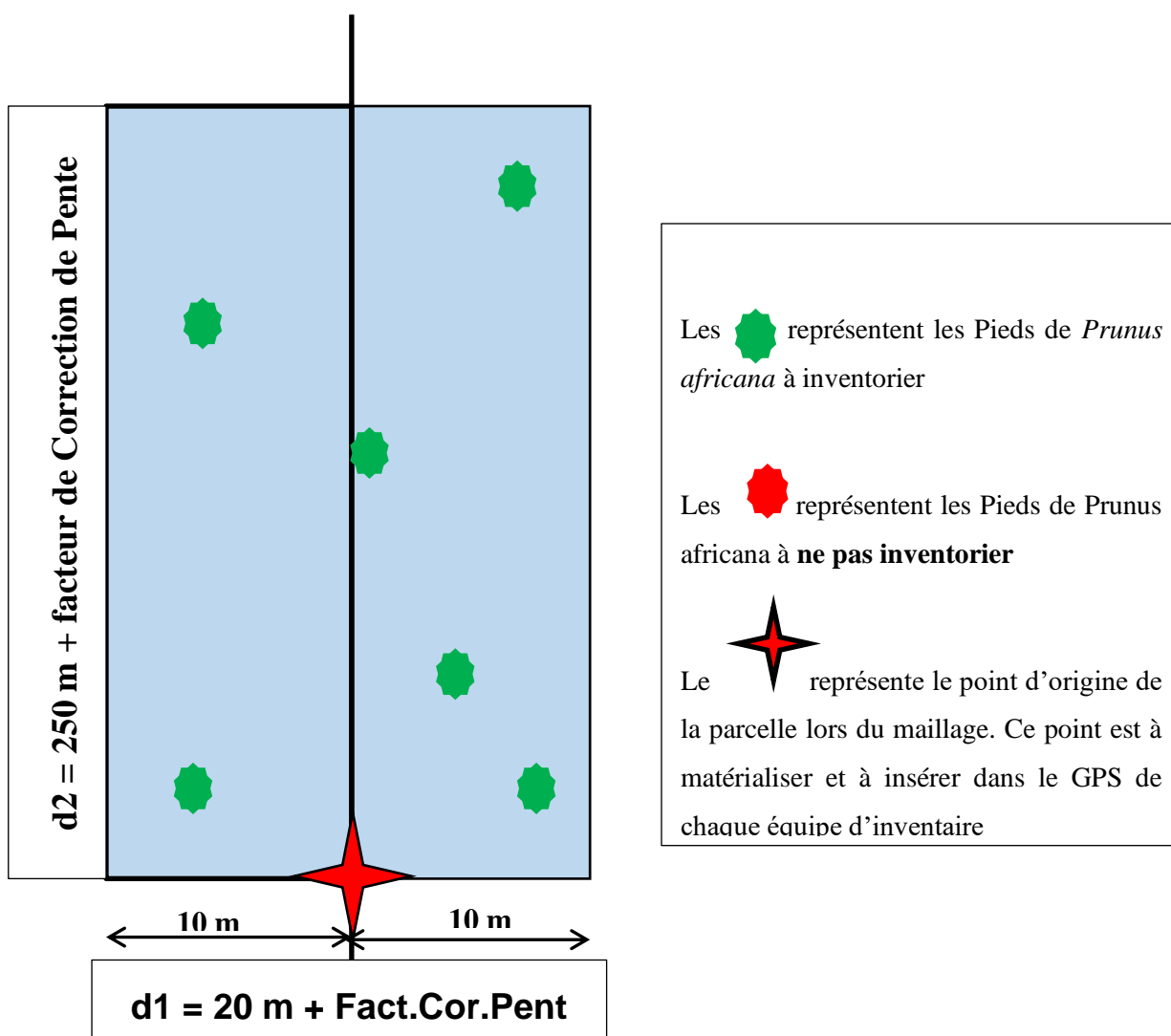


Figure 2 : Méthode d'inventaire (dispositif de parcelle d'échantillonnage)



Lorsque nous obtiendrons en inventaire par sondage, une erreur à craindre de  $\pm 10\%$  au seuil de probabilité de 95 %, nous pourrions penser avoir pratiquement atteint l'approximation normale et jugée suffisante de l'inventaire total (Parde, 1958).

L'erreur admissible sur les résultats peut être souvent choisie à 20% pour un seuil de probabilité de 0,8 (Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme, 2009).

La valeur d'un paramètre tel que l'effectif par hectare présente des variations estimées par le calcul de l'erreur qui diminue avec l'augmentation de la surface inventoriée (Favrillon et al, 1998)

Par rapport aux données sur le tableau ci-dessus, des marges dans le nombre des échantillons ont été prises en compte pour pouvoir encore améliorer l'erreur liée à l'inventaire et justifiant aussi le taux de sondage de 1,37%.

L'orientation des placettes doit toujours être perpendiculaire au réseau hydrographique et à tout autre type de gradient (altitude, proximité par rapport à l'océan, appauvrissement des sols, diminution de la pluviosité, ...) afin de prendre en compte la plus grande variabilité du milieu et de ne pas tirer des conclusions pour l'entièreté de la population, mais qui ne s'appliqueraient qu'à notre échantillon.

Lorsque le protocole a été établi, il faut prévoir et organiser un maximum la mission. Connaître les points d'accès, les points d'eau, les possibles endroits de campement. Le protocole informe aussi l'équipe de terrain sur toutes les mesures à effectuer et comment les effectuer, il sert de référence à la gestion des situations critiques et accidents.

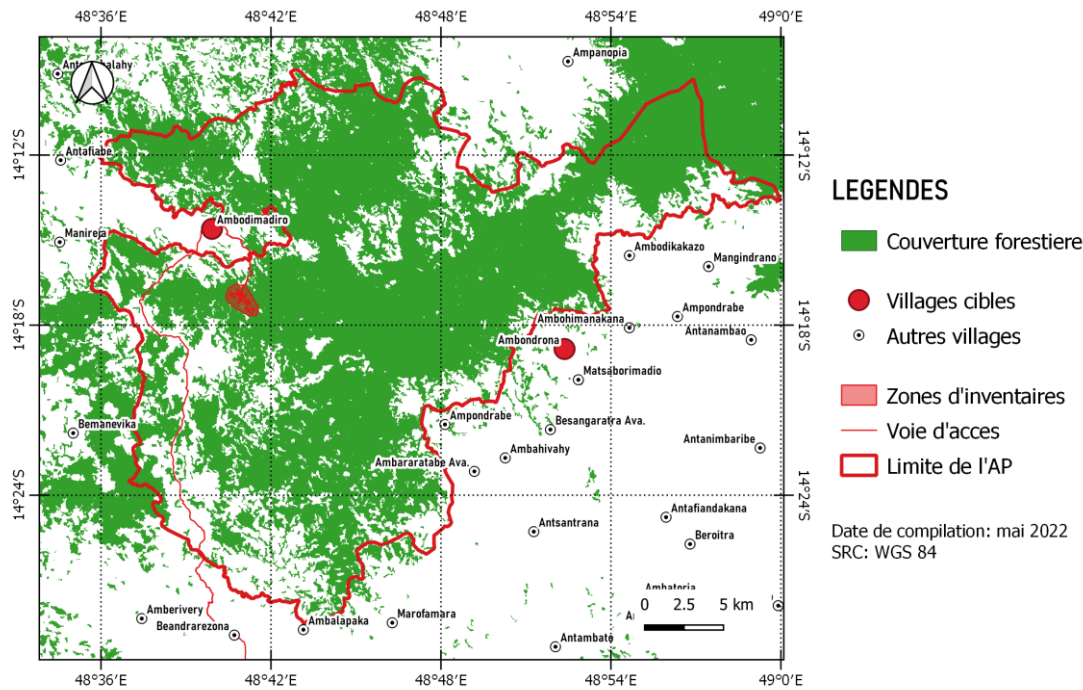
Afin d'évaluer et de garantir la fiabilité des données, le protocole prévoira un moyen de contrôle des résultats fournis par l'équipe de terrain. Il ne faut pas préciser quelles parcelles seront contrôlées, mais expliquer qu'environ 5% des parcelles sur lesquelles les équipes auront travaillé seront contrôlées et vérifiées. Cette étape de contrôle est très importante pour garantir la fiabilité de la recherche. Ainsi, si des missions de supervisions doivent avoir lieu, elles devront viser deux points importants : (i) la rigueur de travail des équipes d'inventaire, (ii) l'avancement technique de l'inventaire.

- Suivi de l'inventaire

A cet effet, des missions de supervisions sont effectuées de manière aléatoire, suivant la cadence de travail des équipes de terrain, x nombres de placettes, tirées aléatoirement sur celles déjà inventoriées, et dont il est possible de refaire l'inventaire durant une journée. La suite de la mission de supervision sera de continuer et d'aider les équipes d'inventaire dans la réalisation proprement dite du restant de leurs placettes.

**b. Aire protégée de Mahimborondro**

Pour Mahimborondro, la surface utile a été étendue à la zone dénommée "Andranomorapitsoka" désignée aussi par la population comme zone d'occurrences de *Prunus africana* lors des enquêtes de terrain. Andranomorapitsoka est une zone adjacente de celle où des pieds de *Prunus africana* ont été observés. Etant difficile à délimiter en se basant uniquement sur les résultats des enquêtes, une large partie de la zone se trouvant à l'Est de celle précédemment prospectée ont été retenue.



Carte 8 : Localisation de la zone d'inventaire et des villages cibles (sites potentielles d'occurrence de *Prunus africana*) pour de nouveaux travaux d'inventaire

#### - Echantillonnage

Cet inventaire profite grandement du fait que le nombre d'information sur l'écologie du taxon cible ont été collecter lors de la précédente. Notamment le type de végétation et les caractéristiques géomorphométrique de préférences du taxon cible.

Dans ce cadre en tenant compte des informations déjà à disposition et de considérations pratique et logistique, l'adoption d'une méthodologie d'échantillonnage systématique n'est plus souhaitable. Dès lors il est préférable de passer à une approche mixte alliant enquêtes sur terrain, stratification et génération aléatoire de checkpoints au sein de groupes écologiques définis et considérés alors comme homogène.

#### - Dispositifs de relevés biologique et écologique

Le dispositif de relevé écologique reste le plot de 250m sur 20m (soit 0.5ha). Ce dernier est installé de manière à couper la ligne générale de la pente.

#### - Paramètres mesurés

##### Paramètres stationnels:

- ★ Types de végétation
- ★ Pente
- ★ Proximité à un point d'eau
- ★ Présence d'activité Anthropique
- ★ Altitude

### Paramètres dendrométriques

- ★ Hauteur totale
- ★ Hauteur de fût
- ★ DHP
- ★ Indice PHF

### Paramètres écologiques

- ★ Flore associé
- ★ Nombre d'individus de moins de 5 cm de DHP

### Echantillons biologiques à collecter

- ★ Deux spécimens d'herbiers par groupes écologiques si possible
- ★ Trois échantillons d'écorce de 4 cm<sup>2</sup> de surface à collecter sur chaque individu au niveaux de trois niveaux du tronc : au niveau du fût, à 1 m 30 du sol et à mi-chemin des deux.

#### 5.2.3 Inventaire d'aménagement et d'exploitation

L'inventaire d'aménagement visant à obtenir les informations biologiques et écologiques de base concernant la ressource y compris la quantité globale estimée de la ressource inventoriée.

Un inventaire d'exploitation qui a pour but d'effectuer un recensement exhaustif de la ressource à exploiter sur une portion de la superficie inventoriée en tenant compte soit du temps de rotation ou de demi-rotation (dans le cas de *Prunus africana* ils sont respectivement de 14 et 7 ans).

La méthode adoptée utilise les informations collectées durant les pré-inventaires dans les deux sites. La méthode est identique pour les deux sites.

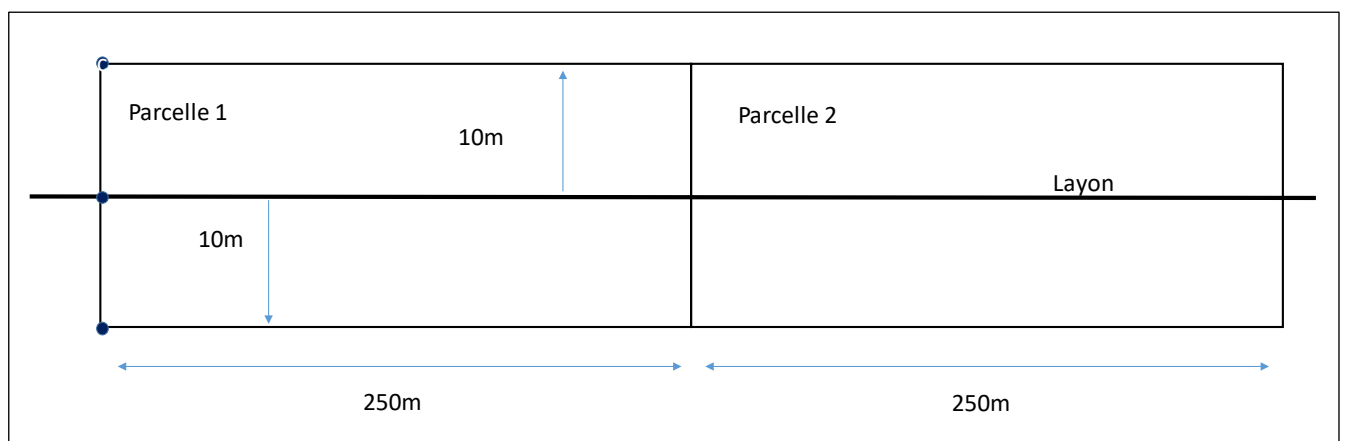


Figure 3 : Dispositif de parcelles de comptage au tour du layon

- Délimitation de la surface utile et taux d'échantillonnages

La surface utile correspond à la zone d'inventaire contenant uniquement la forêt. Elle a été obtenue en éliminant toutes les zones non forestières sur Quantum Gis version 3.8. D'abord la surface utile des sites d'inventaires (Sofia 1 et Sofia 2) ont été isolées à partir de la plus récente couche raster des zones forestière de Madagascar (source: [www.bioscenemada.cirad.fr](http://www.bioscenemada.cirad.fr) ). Ensuite, des ajustements sur QGis ont été effectués en se servant d'une image satellite prise sur google earth en se servant du plugin *QuickMapServices* (source de l'image : <https://mt1.google.com/vt/> ).

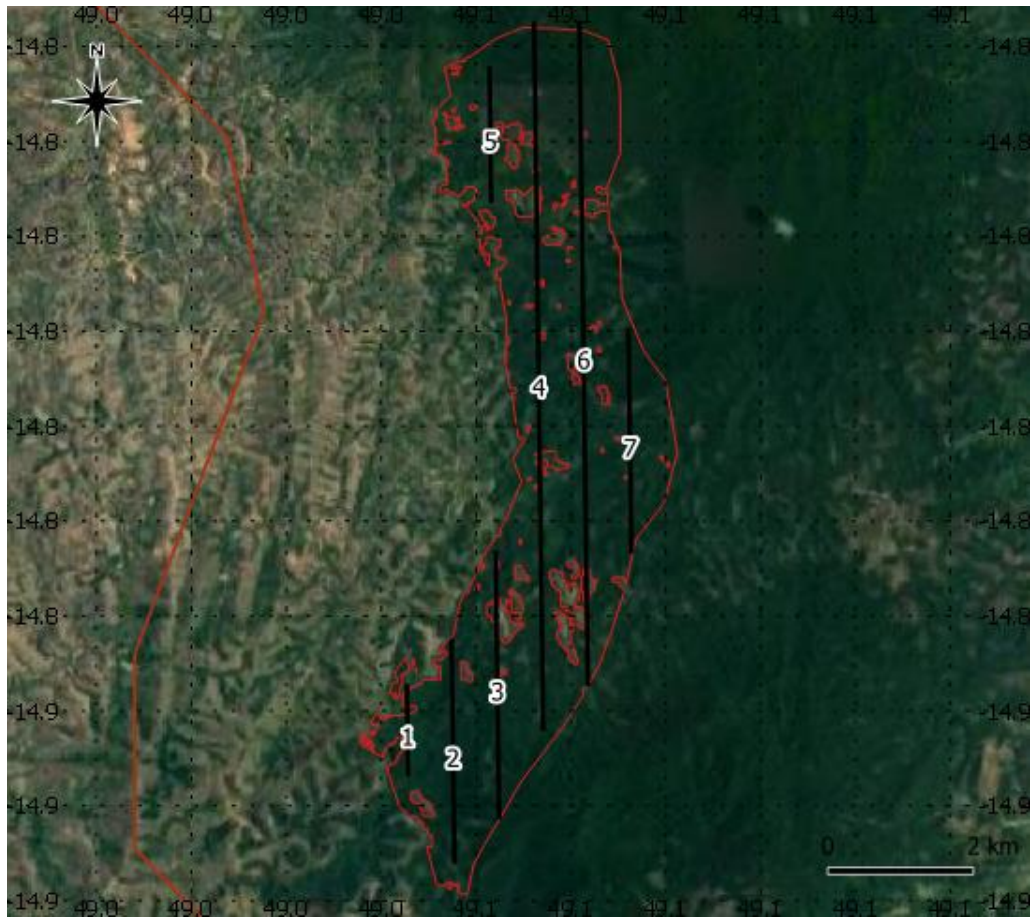
Les restrictions budgétaires ne permettent pas d'effectuer un inventaire sur la totalité des surfaces utiles pour chaque site. En se servant des données d'occurrences obtenues lors des phases de prospection, il est possible réduire la superficie de la surface à sonder. Sur Qgis: (i) l'étendue géographique des zones d'occurrences de *Prunus africana* au sein de chaque sites est extraite. Il s'agit principalement d'un rectangle renfermant tous les pieds de *Prunus africana* observée au sein d'une zone d'inventaire ; (ii) Ensuite, cette couche est combinée avec celle de la couverture forestière afin d'obtenir la surface utile retenue au sein de chaque site d'inventaire.

Pour Sofia 2, la surface utile a été étendue à la zone dénommée "Andranomorapitsoka" désignée aussi par la population comme zone d'occurrences de *Prunus africana* lors des enquêtes de terrain. Andranomorapitsoka est une zone adjacente de celle où des pieds de *Prunus africana* ont été observées. Etant difficile à délimiter en se basant uniquement sur les résultats des enquêtes, une large partie de la zone se trouvant à l'Est de celle précédemment prospectée a été retenue.



Carte 9 : Etendue géographique d'occurrences de *Prunus africana* au sein de la forêt de Somotra (sites d'inventaires Sofia 1). Les points rouges représentent les pieds observés sur terrain.

La surface utile retenue a été fixée à 2000 ha pour la forêt de Somotra (site SOFIA 1) et à 1000 ha pour la forêt de Sandrakota, de l'Aire Protégée de Mahimborondro (site SOFIA 2). Pour chaque site le taux de sondage est fixée à 3% ce qui fait respectivement 60 ha et 30 ha de surface sondée prévue. Il est également à remarquer que la largeur des layons est fixée à 20 m.



Carte 10 : Disposition des layons de l'inventaire dans la forêt de Somotra





Carte 11 : Disposition des layons de l'inventaire dans la forêt de Mahimborondro

- Dispositif de sondage

Le dispositif de sondage pour ce type d'inventaire comporte des layons continues équidistantes établies au sein de la surface utile retenue. L'orientation des layons est choisie de sorte que ces dernières soient parallèles aux courbes de niveaux.

- Orientation des layons

- Nord - Sud pour Sofia 1
- Nord Ouest - Sud Est pour Sofia 2

L'équidistance est calculée suivant la formule :

$$\text{Equidistance} = \frac{\text{Surface utile retenue}}{\text{Surface sondée}} * \text{largeur des layons}$$

*Avec surface utile retenu= 1000ha (sofia 2) et 2100 ha (sofia 1)*

*Surface sondée = 30ha (sofia 2) et 63 ha (sofia 1)*

*Largeur des layons =20m*

De ce fait, compte tenu des calculs l'équidistance fut arrondie et fixée à 600m (Carte 12 et 13).

- Correction de pente

Pour que la technique de l'échantillonnage soit correcte d'un point de vue statistique, il est important que les différentes parcelles aient exactement les mêmes dimensions. Sur un terrain en pente, il faudra additionner un « terme correcteur de pente » afin d'avoir des parcelles exactement égales en termes de superficies. En effet, comme on peut le voir dans

Si un terrain est en pente, la distance que nous parcourons à pied en montée ou en descente est plus grande que la distance horizontale correspondante (Théorème de Pythagore sur un triangle rectangle). De ce fait, si on place les jalons tous les 25 mètres sur un terrain en pente, on place des parcelles trop petites (moins de 25 mètres horizontaux). C'est pourquoi on ajoute une certaine longueur (qui est fonction de la pente) aux parcelles qui sont placées sur des terrains pentus. Plus la pente est forte, plus la longueur à ajouter sera grande.

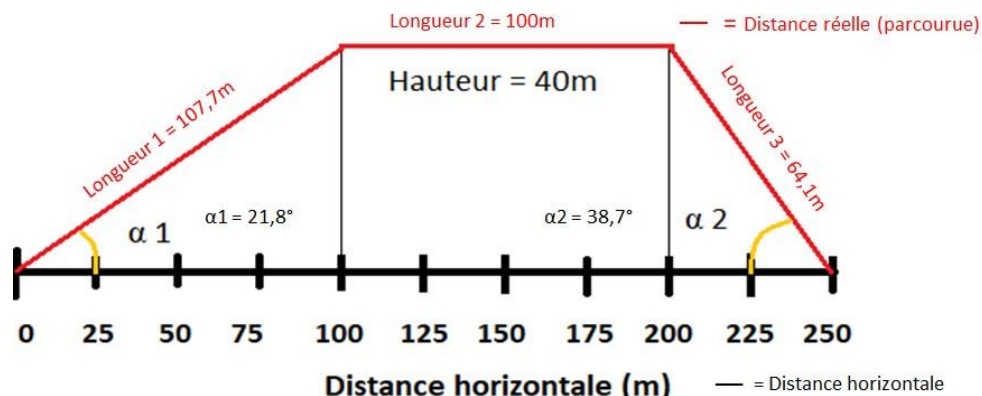


Figure 4 : Graphe démontrant l'obligation d'appliquer un terme correctif lorsque le sol est en pente. (Inspiré de Doucet 2015)

La formule générale de correction de pente est :

$$Lr = Lh + Lh \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) = \frac{Lh}{\cos \alpha}$$

Équation 1 : Formule qui donne la longueur du terme de correction de la pente

Avec : - Lr : la distance réelle à parcourir ; Lh : la distance horizontale ;  $\alpha$  l'angle de la pente exprimée en degré. (Doucet, 2015)

- Contournement d'obstacle

Des obstacles devront être contournés durant le layonnage. Le contournement d'un obstacle débute par une perpendiculaire au layon jusqu'à ce que le terrain redevienne praticable. Ensuite, on suit de

nouveau une direction parallèle à celle du layon, dans le sens de la marche jusqu'à ce que l'obstacle soit dépassé. On retourne alors dans l'alignement du layon par une perpendiculaire. Les perpendiculaires sont déterminées à la boussole. Les deux distances latérales qui permettent, l'une de s'éloigner du layon et l'autre d'y revenir ont la même longueur horizontale. Si nécessaire, les corrections de pente seront effectuées.

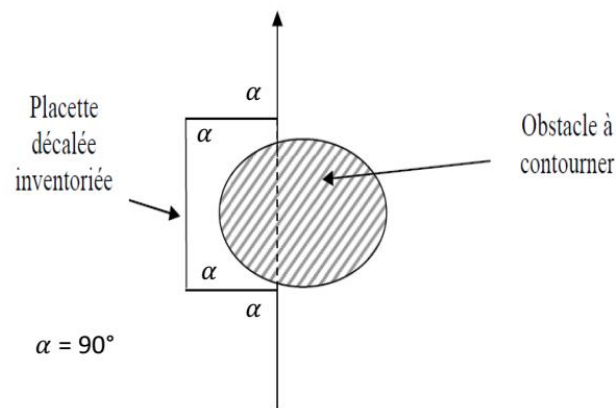


Figure 5 : Technique de contournement des obstacles

- Encodage des données

Lors de l'encodage des données, il est très important d'être bien concentrés (/es), car beaucoup d'erreurs peuvent provenir d'un mauvais encodage et le travail à effectuer sur les données pour les uniformiser et les traiter requiert énormément de temps.

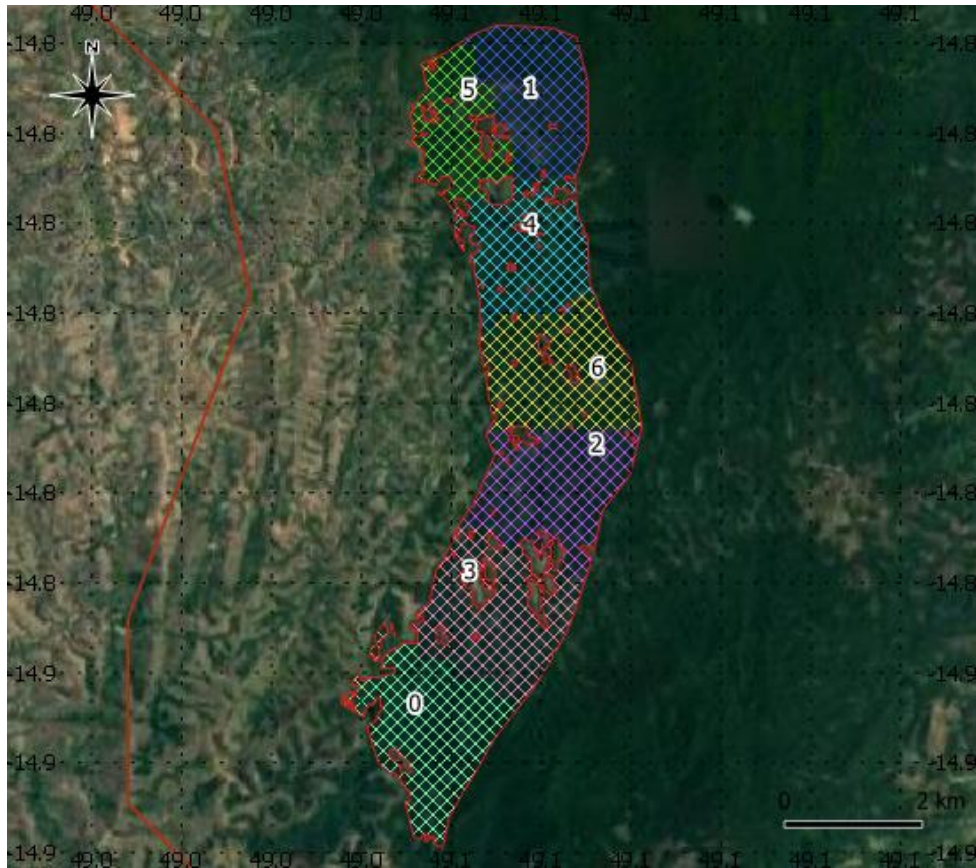
Il faut utiliser les outils mis à notre disposition (encodage automatique et fonction de défilement et d'addition dans Excel), tout en vérifiant que ce que l'on encode a du sens. En général, toutes les informations se retrouvant sur la fiche à encoder doivent se retrouver dans le fichier informatique.

On retrouvera une première colonne qui contiendra l'identifiant de la ligne, nous aurons ensuite au minimum ces informations : le nom de l'espèce inventoriée, le diamètre des arbres, la hauteur des arbres, leur position (Numéro de layon, numéro de parcelle, X, Y) et les remarques observées sur le terrain.

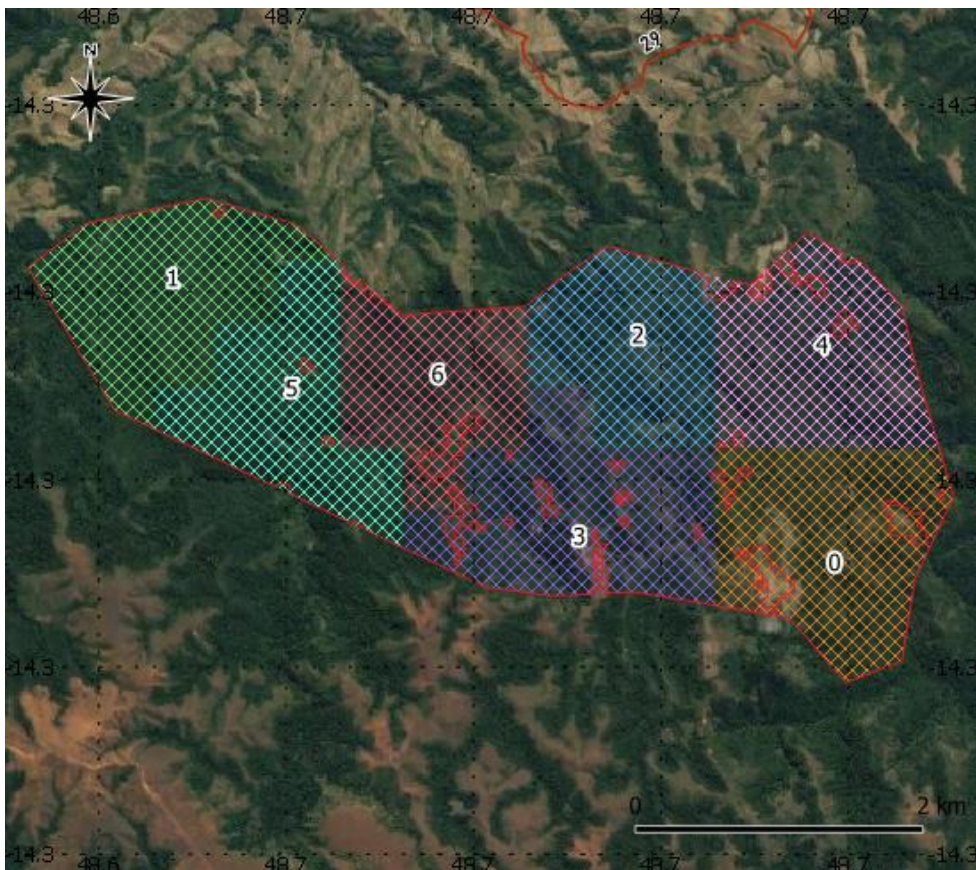
- L'inventaire d'exploitation

En tenant compte du cycle de demi-rotation de 7 ans pour l'exploitation de *Prunus africana* établie au Cameroun, la surface utile retenue est divisée en 7 sous-parties (image 3). Au sein d'une des sous-parties un comptage exhaustifs des pieds de 20cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine est effectué. Pour Sofia 1 une sous-partie fait 285 ha et pour Sofia 2 une sous-partie fait 142 ha.





Carte 12 : Dispositif de l'inventaire d'exploitation à Sofia 1 (Forêt de Somotra)



*Carte 13 : Dispositif de l'inventaire d'exploitation à Sofia 2 (AP Mahimborondro)*

Le choix de la parcelle d'exploitation à inventorier se fera par tirage au hasard une fois toutes les lignes d'inventaire réalisées. Les fiches d'inventaire ont été élaborées pour faciliter la collecte et la saisie des données.

### 5.3 Résultats des inventaires

#### 5.3.1 Sofia 1 (Forêt de Somotra)

##### 5.3.1.1 Pré-inventaire

Le pré-inventaire s'est déroulé pendant 55 jours du 13 Décembre 2020 au 05 Février. 2021. La durée des trajets aller-retour vers le site et entre chaque site est de 17 jours en moyenne. Le nombre de jour de repos et les jours perturbés par le cyclone est aux environs de 5. En effet, le nombre de jour effectif est de 33 jours.

L'analyse de la carte de végétation appuyée par les prospections et les études sur le terrain nous a permis de distinguer 4 types de formations végétales dans la zone d'inventaire :

- (i) Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude (forêt primaire) ;
- (ii) Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude dégradée, forêts denses humides sempervirentes écrémées (forêt secondaire) ;
- (iii) Forêt-galerie ;
- (iv) Savanes à ERICACEAE et Ptéridophytes.

*Tableau 4: Importance relative en pourcentage de chaque type de végétation au sein des communes cibles*

Type de végétation / commune	Matsondakana	Marotaolana	Ambodiadabo
Forêt humide	14.5	13.5	19.1
Forêt humide dégradée	20.3	13.7	21.8
Formation herbeuse boisée - formation buissonnante	23.3	22.1	21.6
Végétation éparses ou sol nu	33.0	39.8	32.9
Eau	5.2	6.8	3.0
Zone obstruée et inclassifiable	3.7	4.1	1.6

Sur une surface de 392 ha échantillonnée, nous avons inventorié, 79 individus de *Prunus africana*. Quinze (15) individus sont inventoriés hors plots.

Les principales causes de plots non inventories sont : les affleurements rochers, Ala fady, Champ de culture de vanille, canne à sucre, café, Feu de brousse

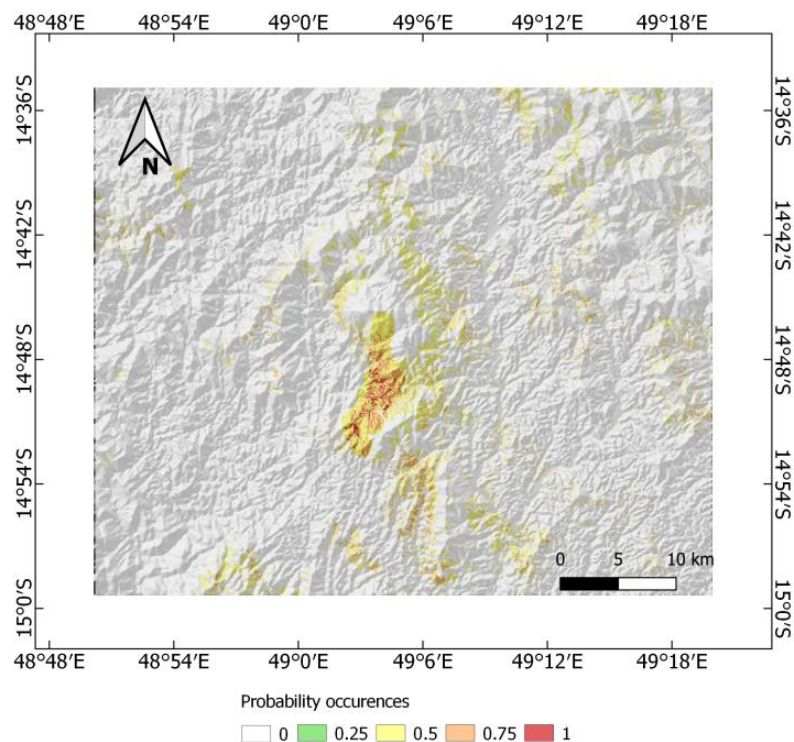
Tableau 5: Aperçu globale sur les efforts d'échantillonnages au niveau du massif forestier

Superficie totale du massifs forestier (ha)	Nombre de placettes prévues	Nombre de placettes réalisées	Superficie sondée (ha)	Taux de sondage (%)
27 000	789	705	352.5	1.3

Le modèle de distribution géographique tend à définir une distance seuil autour des points de présence pour laquelle l'occurrence de l'espèce est possible.

Les prédicteurs retenus pour les modèles écologiques après le test du facteur d'inflation de la variance sont les bandes spectrales B5, B7 et B11. Chacune de ces bandes est relative à la biomasse, l'humidité du sol et à la température. Les résultats issus de chaque technique de modélisation présentent des différences. D'où l'importance de tenir compte tous les résultats.

Au sein du modèle moyen, associant le modèle de distribution géographique et les modèles de distribution écologiques, l'occurrence de l'espèces cible va de 0 a 1.

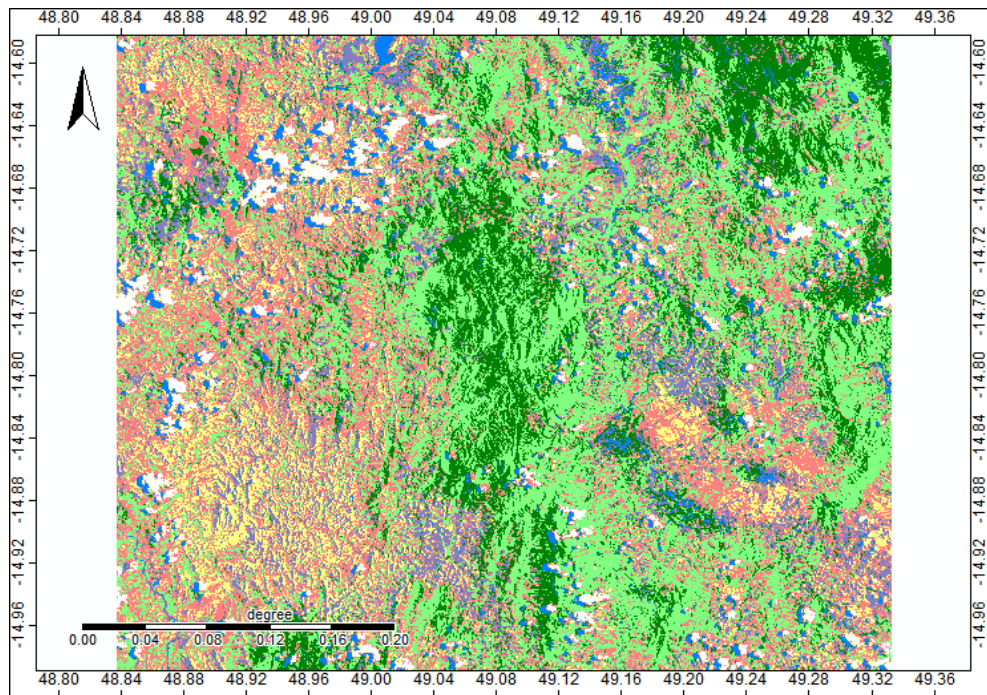


Carte 14: Modèle moyen rassemblant tous les modèles de distributions

La carte d'occupation du sol présente 4 types de végétations. Une certaine partie de l'image est recouverte de nuage qui n'ont pu être masquer. Le reste des catégories sont : les zones inondables et



l'eau. La carte de distribution des points feux présente les points feux et l'étendue de leurs zones d'influence.



#### Type de vegetation

- Nuage
- Eau
- Zone de culture
- Zone inondable
- Formation herbeuse boisée - formation buissonnante
- Forêt humide dégradée
- Forêt humide

Carte 15: Carte d'occupation du sol du site d'étude

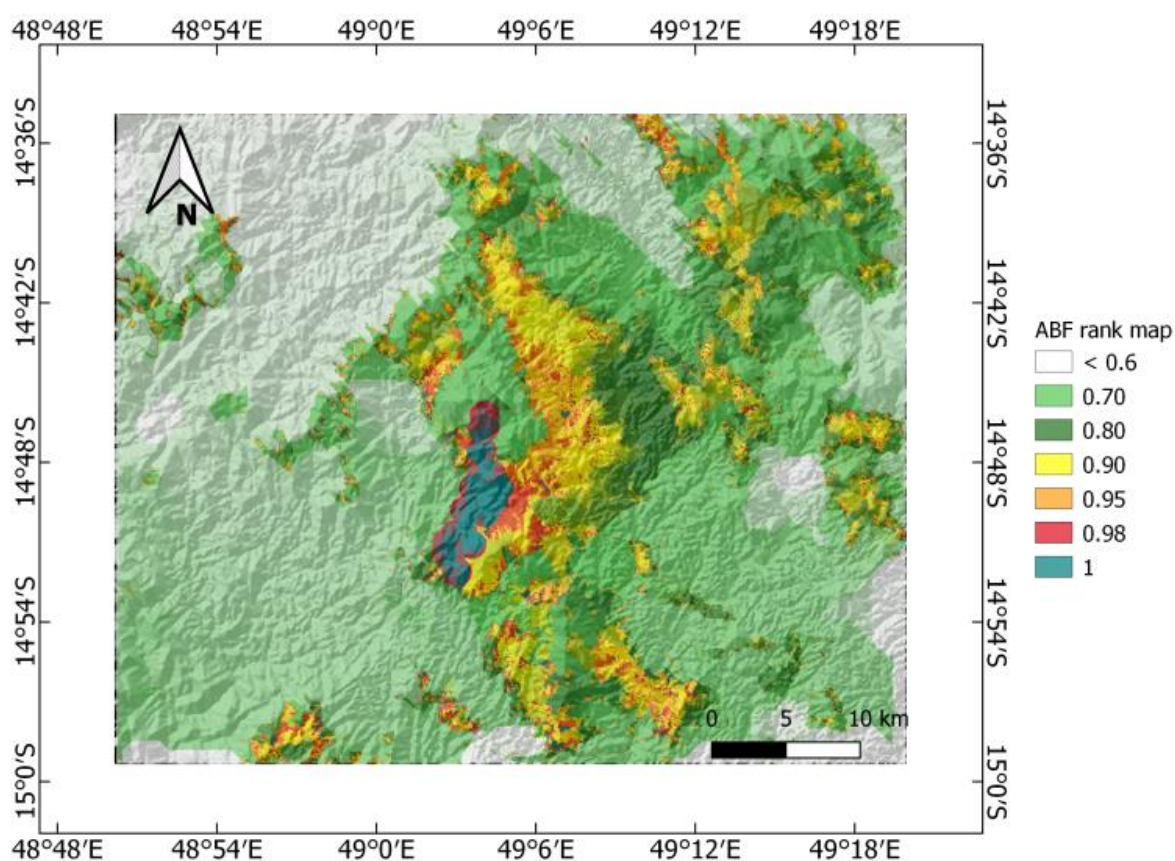
La carte finale offre une hiérarchisation du site d'étude en fonction :

- a) L'occupation réelle de l'espèce cible ;
- b) Du fait que la zone soit favorable ou non à l'espèce cible ;
- c) Du type de végétation;
- d) De l'influence du feu en 2020.

Le score de priorité variant entre 0 à 1 est quantitatif. Afin d'assurer une allocation optimale des ressources qui seront associées à la réalisation des objectifs de gestion, il est possible de catégoriser ce dernier de la façon suivante :

- i. **Zone biologiquement critique** (score de priorité supérieur a 0.98): il s'agit de zones réellement occupées par le taxon cible, favorable au développement de ce dernier et hors d'atteintes du feu depuis 2020. Cette zone est la plus potentielle pour l'exploitation de l'écorce de *Prunus africana*.

- ii. **Zone de haute importance pour l'agroforesterie** (score de priorité entre 0.98 et 0.95): il s'agit ici de zones, bien que non rapportées comme occupées par le taxon cible lors des descentes sur terrain, ces dernières sont favorables pour *Prunus africana* et non atteintes par le feu depuis 2020.
- iii. **Zone de valeur moyenne** (score de priorité entre 0.95-0.70): Zones prédites comme favorable par un seul modèle de distribution, ces dernières peuvent éventuellement être considérée dans les opérations d'agroforesterie à venir si les ressources le permettent.
- iv. **Zone de valeur moindre** (score de priorité inférieur ou égale a 0.7): Il s'agit de zone de forêt non prédite comme favorable pour le taxon. Ces zones, selon les critères choisis ne présentent des conditions médiocres pour la réalisation des objectifs de gestion.



Carte 16 : Carte de priorisation du site d'étude

### 5.3.1.2 Inventaire d'aménagement et d'exploitation

La superficie inventoriée est de 2100ha avec 7 layons. La superficie réellement sondée est 65ha, ainsi, le taux d'échantillonnage est de 3.09%

Aucune tige de *Prunus africana* a été trouvée, la zone est soumise à une pression à cause de l'installation des différentes parcelles de vanillier au sein de la forêt. Une dynamique très forte du changement de l'utilisation du sol a été constatée dans le massif forestier de Somotra.

## 5.3.2 Sofia 2 (AP Mahimborondro)

### 5.3.2.1 Pré-inventaire

Taux de sondage:

- Surface sondées (ha): 380
- Surface inventoriées (ha): 20.5
- Taux de sondage (%): 5.39

Résultats des observations

- Nombre de plots réalisés : 41
- Nombre de pieds observés : 87
- Nombre de jeunes plants observés : 2314

Variation de l'ouverture canopée associée à la présence de *Prunus africana*

- Pourcentage d'ouverture moyenne : 17.93%
- Pourcentage d'ouverture maximale : 36.22%
- Pourcentage d'ouverture minimale : 9.1%



Photo 1 : Sauvageon à 10 feuilles de *Prunus africana*





*Photo 2 : Sauvageon de 1,23m de hauteur*



*Photo 3 : Individus adulte de 43 cm de DHP*

### 5.3.2.2 Inventaire d'aménagement

- Superficie couverte, superficie sondée et taux de sondage

Sur un total de 7 layons programmés, ils ont été totalement ouverts et comptés. Il y a des obstacles pour le layon n°1, il a été raccourci de 17m. La superficie réellement sondée dans la zone s'élève à 26.5ha, soit un taux de sondage de 2.65%. Le taux de sondage est en conformité avec les standards souvent utilisés pour les inventaires d'aménagement qui veulent que pour des superficies  $\leq 5\ 000$  ha, le taux de sondage soit  $\geq 2\%$ .

- Densité des tiges de *Prunus africana*

Un total de 26 tiges de *Prunus africana* de diamètre variant de 2 à 70cm a été recensé dans les 26,5 ha de forêts prospectées. Ainsi, la densité de *Prunus africana* dans la zone explorée à Mahimborondro est estimée à 0.98 tiges/ha (pour toutes tiges supérieures à 1cm de diamètre).

Tableau 6 : Localisation géographique et principales caractéristiques des arbres

ID	Longitude	Latitude	Apparence du fût	Diamètre (DHP)	Circ. HP	Hf	Observations
1	14°16'43.3"	048°41'21.5"	P	54.14	170.00	22.00	APE
2	14°17'00.5"	048°41'39.4"	P	70.06	220.00	8.50	APE
3	14°17'03.7"	048°41'42.4"	T	24.20	76.00	7.50	
4	14°16'33.8"	048°40'44.3"	D	17.20	54.00	12.00	
5	14°16'35.3"	048°40'47.0"	D	4.78	15.00	6.00	
6	14°16'38.0"	048°40'48.9"	D	6.37	20.00	9.00	
7	14°16'59.9"	048°41'11.6"	D	4.14	13.00	5.50	
8	14°17'00.0"	048°41'11.2"	D	2.23	7.00	4.50	
9	14°17'07.4"	048°41'19.2"	P	51.91	163.00	14.00	APE
10	14°17'08.2"	048°41'19.9"	T	45.86	144.00	20.00	APE
11	14°17'20.1"	048°41'02.1"	T	5.10	16.00	1.50	
12	14°17'27.4"	048°41'10.2"	D	27.07	85.00	7.00	
13	14°16'51.7"	048°40'32.8"	T	15.61	49.00	8.00	
14	14°16'51.3"	048°40'32.1"	D	30.57	96.00	15.00	
15	14°17'05.2"	048°39'52.1"	D	30.25	95.00	4.00	
16	14°17'14.3"	048°39'90.4"	D	47.77	150.00	8.00	
17	14°17'08.9"	048°39'55.3"	D	3.82	12.00	0.50	
18	14°17'09.3"	048°39'55.1"	D	1.59	5.00		
19	14°17'13.3"	048°39'58.4"	D	2.23	7.00		
20	14°17'23.6"	048°40'18.9"	P	59.24	186.00	10.00	
21	14°17'06.3"	048°39'24.8"	D	38.22	120.00	16.00	
22	14°17'06.1"	048°39'24.5"	T	21.02	66.00	6.00	
23	14°17'00.0"	048°39'19.7"	D	50.96	160.00	18.00	
24	14°16'46.0"	048°39'03.1"	T	18.15	57.00	15.00	
25	14°16'43.8"	048°39'00.6"	T	15.61	49.00	12.00	
26	14°16'41.8"	048°39'00.3"	D	23.89	75.00	13.00	



- Structure de la population

La structure de la population indique une distribution normale avec une abondance des jeunes plants. Le nombre de tiges inférieures à 30cm de diamètre représente 61% tandis que le nombre de tiges exploitables représente 39%.

Tableau 7 : Distribution par classe de diamètre des tiges récentes

<10	[10-20[	[20-30[	[30-40[	[40-50[	[50-60[	>=60
8	4	4	3	2	4	1

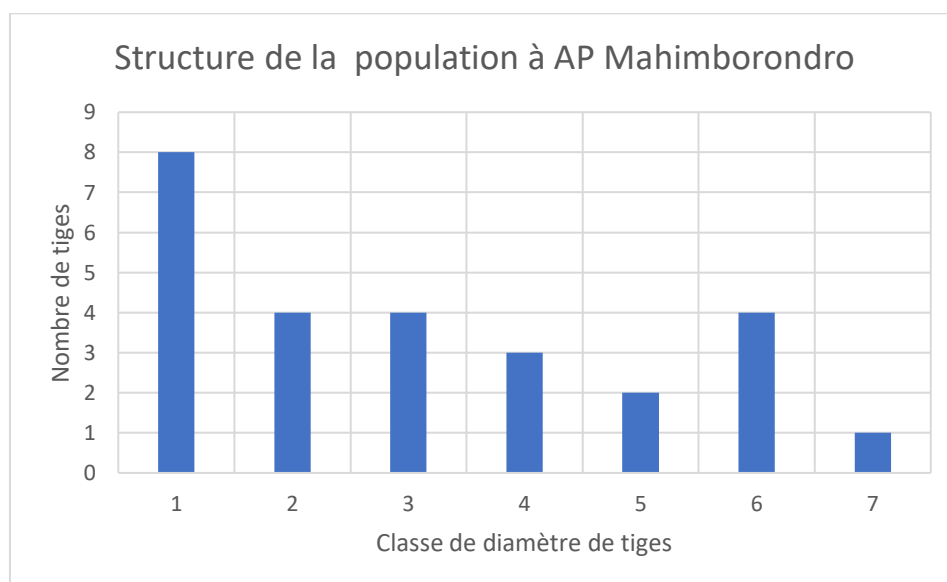


Figure 6 : Structure de la population de *Prunus africana* à Mahimborondro

- Distribution de densité par classe de diamètre pour la superficie totale

Le diamètre moyen de tige exploitable est 47.9cm, il est assez élevé.

Tableau 8 : Effectif total par classe de diamètre à Mahimborondro

Classe de diamètre	Nombre de tiges (N)	Densité	Effectif total
<10	8	0.30	301.89
[10-20[	4	0.15	150.94
[20-30[	4	0.15	150.94
[30-40[	3	0.11	113.21
[40-50[	2	0.07	75.47
[50-60[	4	0.15	150.94
>=60	1	0.03	37.74
Tiges non exploitables	16	0.60	603.77
Tiges exploitables	10	0.38	377.36
Total	26	0.98	981.13
Surface sondée (ha)	26.5		
Surface totale (ha)	1000		

- Estimation du quota annuel pour Mahimborondro

Une étude est en cours pour établir la relation entre le diamètre de l'arbre et la quantité en matière fraîche et sèche produite. Une centaine d'arbres ont été échantillonnés afin de pouvoir établir l'équation notamment dans la Région Sofia.

Le résultat préliminaire de cette étude montre une productivité moyenne de l'ordre de 35kg de matière sèche par arbre ayant un diamètre moyen plus de 30cm.

Ainsi, en appliquant la formule permettant de calculer le quota annuel pour les 377.36 tiges exploitables à Mahimborondro :

$$Q_a = 377.36 * 35\text{kg} / 7$$

$$Q_a = 1\,886.8\text{kg}$$

La quantité à prélever pour une exploitation durable à Mahimborondro, sur la superficie de 1 000ha est de 1.8t/an d'écorce sèche.

Notons que l'Aire Protégée de Mahimborondro a une superficie de plus de 70 000ha. L'inventaire effectué dans cette étude concerne 1 000ha, ainsi la potentialité de la zone dans la production d'écorce de *Prunus* reste à définir.

- Estimation de la capacité de production de sauvageons

Une étude est en cours pour savoir la capacité d'un pied mère de *Prunus africana* à produire de sauvageons. Le résultat préliminaire indique la variation de 10 à 150 sauvageons par pied mère. La valeur moyenne est autour de 100 sauvageons par pied.

Pour les 339 tiges matures (supérieur à 30cm de diamètre), le nombre de sauvageons produits est de l'ordre de 33 900. Si on fait la collecte de 25% de ces sauvageons par an, on arrive à un chiffre de 8 475

sauvageons par an. Ce nombre va permettre de mettre en place une pépinière pour pouvoir restaurer d'autre forêt dans la Région Sofia.

### 5.3.2.3 Inventaire d'exploitation

L'inventaire d'exploitation consiste à compter des pieds de *Prunus africana* au sein de différents lots d'exploitation. Parmi les 07 lots qui est numéroté de 0 à 6, nous avons choisi le lot numéro 05. Le tableau suivant représente la liste des pieds recensées au sein du lot numéro 5. Quarante cinq (45) pieds ont été recensées lors de l'inventaire d'exploitation. Le diamètre à hauteur de poitrine DHP (cm) varie de 15 à 92 cm de diamètres, d'une hauteur de 10 à 35 mètres.

Tableau 9 : Effectif de pieds de *Prunus africana* par classe de diamètre dans le lot 5 (Sofia 2)

Diamètre	Effectif
<20	3
[20-30[	14
[30-40[	5
[40-50[	10
[50-60[	7
[60-70[	4
[70-80[	1
>80	1
Total	45
Tiges exploitables	28

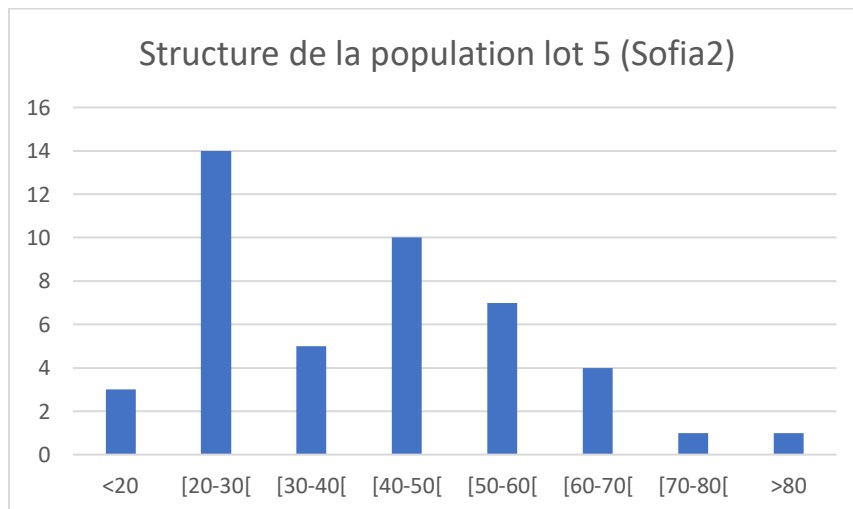


Figure 7 : Structure de la population dans le lot 5 (Sofia 2)

## 6 Historique de l'usage de l'espèce

### 6.1 Exploitation

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Politique Forestière, l'accroissement de la performance économique du secteur forestier et l'amélioration de la gestion des ressources forestières sont une priorité et un souci permanent de l'administration forestière. En ce sens, la valorisation des produits secondaires des forêts dans une optique de gestion durable et rationnelle en vue de conserver la biodiversité tient une place primordiale. Tel est le cas de *Prunus africana*, espèce de haute valeur économique, endémique à Madagascar, en Afrique Centrale et Orientale et dont les recettes à l'exportation représentent environ 60% de la valeur globale des plantes médicinales exportées.

#### 6.1.1 Historique de l'exploitation de *Prunus africana* à Madagascar

L'exploitation de *Prunus africana* a commencé au nord, dans la région de Bealanana, au cours des années soixante-dix, puis s'est déplacée dans la forêt de l'Est (1988) en commençant par les forêts limitrophes des Réserves Naturelles Intégrales de Zahamena et dans la forêt classée d'Ambohilero de Didy (WALTER et RAKOTONIRINA, 1995).

A cette époque, la production annuelle oscille entre 300 et 400 tonnes alors que la capacité de la société d'extraction des plantes médicinales, SODIP (ex-INDENA) est de 900 tonnes par an. Il fut un temps où le SODIP devrait alors importer du Cameroun pour compléter ses collectes locales dans la fabrication d'extraits. Ce n'est que plus tard, fin 1992, que l'exploitation a commencé dans la région de Moramanga. Cette exploitation a pris fin en 1999 faute de disponibilité de ressources. L'installation d'un centre de livraison en 1993 et qui a débuté ses activités de collecte en 1996 à Moramanga a favorisé l'apparition massive des exploitants dans les zones environnantes.

Au début de l'exploitation, les récolteurs ont pu collecter beaucoup d'écorces, il était facile de trouver des pieds de *Prunus africana*. Une famille arrivait même à faire 2 récoltes de 45 – 110 kg en une journée, variant suivant le nombre de personne qui participait à l'abattage de l'arbre et en fonction de la distance et de la taille de l'arbre. A l'époque, la Grande Ile arrive en deuxième position pour la production et l'exportation après le Cameroun.

Depuis 1997, il a été ressenti que la ressource cible devient de plus en plus rare dans nos forêts. Face à cette situation, plusieurs actions ont été initiées entre autres : (i) L'élaboration du plan de stratégie national pour la gestion des ressources phytogénétiques forestières en 2000, (ii) La création du Comité National *Prunus africana* en 2002, (iii) L'élaboration du Plan d'action National pour la gestion durable de l'espèce en 2003, (iv) Un atelier national sur l'espèce en 2002, (v) Un atelier de renforcement des capacités des pays de l'aire de répartition de l'espèce en septembre 2008, (vi) L'application de la réglementation EC 338/97 de la Commission européenne et de ses amendements (EC Reg. 2724/2000 et 1497/2003) par les principaux pays d'importation de l'Union européenne (France, Espagne, Belgique, Italie).

Depuis 2000, *Prunus africana* devient très rare suite à la surexploitation et à la dégradation de la forêt. L'exportation et commerce sur les espèces CITES ont été volontairement suspendue par Madagascar en 2002 à la suite de l'évènement politique au pays. Au moment de la suspension, les Sociétés

PRONATEX, SOTRAEX et INDENA disposaient d'autorisation d'exploitation. PRONATEX disposait encore d'un stock d'écorce d'environ 42 tonnes et INDENA en avait 30 tonnes.

A la reprise de l'exportation par Madagascar, les deux firmes ont pu continuer leur exploitation et exportation à cause des conventions établies avant 2002 et de la validité desdites conventions au-delà de l'année 2003 (SNGF, 2006). La société INDENA (ex SODIP), a exporté durant la période de 2001 à 2005, 850 tonnes d'écorces brutes (NEIMARK, 2010). La moyenne pour les trois dernières années est de 100 tonnes. La suspension de commerce (quota zéro volontaire) au niveau de la CITES, à la suite de la mise en place de l'étude sur le commerce important, a été appliquée à partir de 2009 jusqu'à maintenant.

### 6.1.2 Les acteurs de la filière

En tant qu'espèce génératrice de revenus, différents acteurs se manifestent dans les maillons de la Filière :

#### - L'opérateur

L'opérateur est une personne physique ou morale qui a une activité concernant le *Prunus africana* agréé par l'Administration Forestière pour l'opération dont il s'est fixé l'objectif lui-même. L'agrément ne peut lui être accordé tant qu'il ne remplit pas les conditions édictées dans les procédures opérationnelles.

L'opérateur peut déléguer une partie de ses activités comme la collecte à d'autres personnes (collecteurs) s'il remplit les conditions précisées dans le cahier de charge.

#### - Le récolteur

Le récolteur qui est chargé de procéder au prélèvement sur pied des parties de *Prunus africana*. Les récolteurs se catégorisent en deux généralement : récolteur temporaire et celui dit permanent. En fait, le premier est constitué des gens qui s'occupent déjà d'autres activités agricoles ou forestières mais en trouvant un pied de *Prunus africana* dans sa trajectoire, il se convertit en récolteur temporaire. En général, les paysans appartenant à cette catégorie profitent des jours « fady » (tabou) généralement le mardi et jeudi dans la région Alaotra Mangoro pour récolter les produits des forêts. Le deuxième associe généralement les familles démunies qui ne disposent pas de zébus et le nombre de familles est supérieur à cinq (5). Ils n'ont pas assez de terres cultivables et pratiquent souvent le métayage.

En général il est mandaté par un exploitant et agit sous sa responsabilité directement ou à travers un collecteur.

#### - Le collecteur

Le Collecteur est une personne physique ou morale mandatée par un exploitant et qui agit sous sa responsabilité pour assurer la collecte des écorces auprès des récolteurs. Généralement, le collecteur détient un site de ramassage, de traitement préliminaire comme le séchage et le stockage des produits collectés.

#### - L'exploitant

L'*exploitant* est souvent le propriétaire du titre d'exploitation permettant de faire l'exploitation par le prélèvement d'une partie de l'arbre.

- Le transformateur

Il est chargé de transformer les produits bruts de *Prunus africana* en produits semi travaillés ou travaillés

- L'exportateur

L'Exportateur est chargé d'exporter les produits bruts ou transformés en produits semi travaillés ou travaillés de *Prunus africana*, il est titulaire d'une carte d'exportation l'autorisant à exporter des produits à l'extérieur du pays.

Par ailleurs, les collectivités territoriales décentralisées et la population locale sont impliquées directement ou indirectement dans le processus d'exploitation de la ressource par leurs interventions formelles.

Il est évident que les autorités administratives et techniques jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement de la filière, en commençant par le Président du Fokontany (RAKOTOVAO et al., 1998).

Le rôle de Communes Rurales et de Communautés locales ou Fokontany est de contrôler et surveiller les mouvements ou opérations autorisées effectuées dans leur territoire ainsi que la vérification de l'authenticité des autorisations (cachet, signature) et la conformité des produits collectés par rapport à l'autorisation. Les collectivités territoriales alertent l'Administration Forestière si elles constatent un problème concernant la gestion de la faune et de la flore. Les ristournes sont perçues au niveau des Communes. Le montant des ristournes est fixé par arrêté communal ou régional.

- Le Président du Fokontany :

C'est l'autorité locale qui préside les Assemblées Générales et les Commissions du Fokontany en vue des décisions à prendre concernant les demandes de cueillettes et de collectes dans le domaine du Fokontany, qui signe les récépissés de paiement des ristournes et peut stopper les activités de collecte au cas de non-paiement de celle-ci, qui vise les laissez-passer et les diverses conventions et contrats faits auprès du Fokontany.

- Le Maire :

C'est l'autorité locale qui a les mêmes responsabilités que le Président du Fokontany mais au niveau de la Commune Rurale.

- L'Administration Forestière

Parmi les attributions de l'Administration Forestière, édictées dans la Politique Forestière, figure la « Gestion durable des ressources en faune et flore sauvages ». Elle s'occupe de la gouvernance de la ressource, de la législation, du contrôle, de la politique forestière et de la gestion durable. Elle est notamment chargée de la coordination, du suivi et du contrôle de l'exécution et de la mise en œuvre des activités techniques menées par le Ministère et celles conduites par les projets de coopération dans le domaine « forêts ». Elle réalise aussi le triage forestier dans certains endroits surtout pendant la période de l'état des lieux.

- Le Ministre en charge des forêts

C'est l'autorité compétente qui signe les actes règlementaires comme les Arrêtés, Décrets concernant les affaires des Eaux et Forêts.

- Le Directeur Général en charge des Forêts

La Direction Générale chargée des Forêts est l'Organe de la Gestion CITES, ou l'autorité administrative nationale désignée par le pays conformément à l'article IX de la convention CITES.

- Le Directeur Régional des Eaux et Forêts

C'est l'autorité compétente qui signe les Permis d'exploiter. Il est responsable du suivi de la mise en application des actes réglementaires régissant l'exploitation.

- Le Chef Cantonement des Eaux et Forêts ou le Chef de la Circonscription des Eaux et Forêts

C'est l'autorité compétente au niveau du District qui surveille et contrôle dans le domaine des eaux et forêts et qui peut décider un arrêt provisoire ou temporaire des activités en cas d'infractions ou non-accomplissement des obligations acceptées. Il est en charge du suivi de l'exécution du permis d'exploiter sur terrain.

Il existe également les autres entités qui sont concernées par l'utilisation de l'espèce cible comme les Institutions de recherches, les utilisateurs de plante comme remède : tradipraticiens, les organisations paysannes, et les organismes œuvrant dans la conservation de la biodiversité et le développement

- Les organisations de recherche

Ce sont des organismes gouvernementaux ou non qui font des recherches sur la thématique de *Prunus africana* et qui aident l'administration pour coordonner les programmes d'une telle recherche sur tout le territoire national.

- Raokandro : médecine traditionnelle

Il s'agit de l'utilisation locale de l'espèce par des guérisseurs en pharmacopée. La préparation est administrée sous forme de boisson ou tisane pour soigner les maux de ventre ainsi que le vertige.

- Communauté locale de base

Il s'agit d'une structure locale de gestion communautaire des ressources naturelles. A travers le transfert de gestion, il est possible que la communauté locale soit responsable de gestion des ressources de leurs terroirs par une approche contractuelle et selon une démarche patrimoniale.

### 6.1.3 Les modes d'exploitation de la ressource

En général, l'exploitation de *Prunus africana* à Madagascar a été faite d'une manière irrationnelle. En fait, pour prélever le maximum de quantité d'écorce, l'arbre a été abattu, ensuite le tronc est écorché jusqu'à la racine. Cette pratique s'est effectuée, avant 2000, dans la région Est de la zone de répartition de *Prunus africana*.

En effet, au début de l'exploitation de *Prunus africana* dans la région de l'Alaotra Mangoro, RANDRIAMBOLOLONA (1994) a déjà indiqué que la pratique était irrationnelle et constituait une sérieuse menace pour la population naturelle de l'espèce. L'exploitation de *Prunus africana* était régie par l'Arrêté interministériel N° 2915/87 du 30 juin 1987. Elle exigeait un permis d'exploitation délivré par la Circonscription Régional des Eaux et Forêts du chef-lieu du District où se trouvait le lieu de l'exploitation. Dans le dit permis il a été mentionné l'abattage des arbres. Bien que, y sont également notés que 02 pieds par hectare, sains et bien portant, devraient être épargnés pour servir de porte-

graines en vue de la régénération et aucune coupe de bois n'est autorisée à moins de 10 m des cours d'eau, la réalité en était autre : les récolteurs, ignorant les règles, ont abattu tous les arbres avec lesquels l'extraction de l'écorce en quantité a été obtenu et cela jusqu'à la racine même, excluant ainsi la régénération aussi bien végétative que par semis. En plus, des permis ont été délivrés pour 2 ans sans mentionner la limite de la quantité d'écorce prélevée par personne (WALTER et RAKOTONIRINA, 1995).

En outre, au début, dans la région concernée, *Prunus africana* était abondante dans la forêt périphérique de Zahamena, mais à cause du nombre élevé de récolteurs, la plante se faisait rare, ce qui a entraîné les récolteurs à pénétrer plus à l'intérieur de la forêt pour trouver les grands arbres. D'après, les données recueillies par RANDRIAMBOLOLONA (1994) dans la zone de protection autour de Zahamena, l'abondance de pieds de diamètre supérieur à 10 cm est de 20 individus par hectare dans le bas-versant. Dans la forêt de Fierenana, le nombre de pieds par hectare répondant à la norme d'exploitation a été estimé à 3-4 pieds par Ha (RABEMANANJARA, 2003).

Plus tard, à partir de 1996, lorsque la raréfaction rapide de la ressource était évidente. Afin de limiter les dégâts, l'administration forestière apporta des amendements administratifs et techniques afin de limiter les dégâts. Ces derniers portent entre autres sur la pratique de récolte selon laquelle l'exploitation se fait par écorçage sur pied des deux faces latérales diamétralement opposées du tronc. De plus, il a été stipulé dans les clauses de contrat, que l'exploitant doit contribuer au repeuplement de l'espèce en enrichissant la moitié du lot d'exploitation à raison de 400 plants par hectare. Mais ces efforts ont été vains face à la demande effrénée de la production. C'est pour cette raison que des méthodes rationnelles de collecte ont été mises en place en 2002. L'exploitation devait commencer par la recherche et/ou l'inventaire de populations de plante, puis après vient le marquage, ensuite l'écorçage sans abattage.

Plus tard, en 2006, dans la région SOFIA, deux méthodes de collecte ont été observées. L'un était la coupe totale et l'autre consiste à utiliser la méthode rationnelle de collecte.

En principe, pour cette dernière méthode, pour les arbres de diamètre 30 – 50 cm, elle consistait à effectuer le choix rationnel sur la dimension de pieds ou individus à écorcher et entamer le prélèvement possible de 2 panneaux qui ne dépassent pas une largeur équivalente au quart (1/4) de tour du tronc sur 2 côtés opposés. Pour les arbres de diamètre supérieur à 50 cm, le prélèvement possible est de quatre panneaux, chacun étant moins large que le huitième (1/8) du tour de tronc, et séparé du prochain par une portion d'écorce de la même longueur. Il faut éviter d'endommager la couche du cambium afin de permettre à l'écorce de se régénérer. Pour appliquer cette méthode, l'utilisation éventuelle d'un traitement antifongique sur la partie écorchée s'avère indispensable pour éviter la pourriture et/ou la contamination. Puis, il faut respecter un arrêt de prélèvement pendant 4-5 ans, temps nécessaire pour sa cicatrisation et pour permettre une régénération suffisante de l'écorce. Enfin, il faut préserver 2 pieds mères/ha pour assurer la régénération naturelle.

Lors des descentes sur terrain dans le cadre de cet état des lieux, aucune informations n'ont été obtenues sur le suivi de collecte sur l'utilisation de la méthode.





*Photo 4 : Arbre coupé pour utilisation dans la médecine traditionnelle à Sahavariana (diamètre : 13 cm)*



*Photo 5 : Arbre en processus de cicatrisation après l'écorçage à Sahavariana (diamètre : 20 cm)*

Au Cameroun, il ressort de l'étude de KOUROGUE (2010) que la régénération de l'écorce est fonction de la dimension (diamètre de l'arbre) et de la méthode d'écorçage utilisée. La méthode qui permet une bonne régénération de l'écorce est la méthode B (1/4 de l'écorce totale enlevée) tandis que l'épaisseur de l'écorce régénérée est inversement proportionnelle à la dimension de l'arbre.

#### 6.1.4 Transformation

Après l'extraction des écorces, les récolteurs les coupent en plaques de 20 – 40cm qu'ils font ensuite sécher. Le séchage s'effectue à l'air libre sous l'ombrage pendant une durée variable selon l'épaisseur de l'écorce, son humidité ainsi que le climat. Les écorces asséchées sont entreposées dans des sacs de conservation sous hangar en attendant l'arrivée des collecteurs. Toutefois, ce conditionnement des écorces varie selon la demande des collecteurs.

S'il est relativement facile de se procurer du matériel pour broyer l'écorce et la transformer en poudre, il est coûteux de créer une usine de production d'extrait et de recycler des solvants assez onéreux. L'extrait d'écorce est exporté de Madagascar principalement en France, en Italie et en Suisse.

## 6.2 Exportation

L'exportation de *Prunus africana* a débuté à Madagascar au début des années 1970 avec son exploitation et depuis, la quantité d'écorce brute exploitable et exportable n'a cessé d'augmenter. Entre 1972 et 1981, 1.3 millions de Kg d'extrait mou ont été exportés. En 1985, l'exploitation a cessé et elle a repris en 1988 conduisant à un taux d'exploitation élevé de 300 000 – 600 000 kg d'écorce brute (SCHIPPMANN, 1991). Selon WALTER et RAKOTONIRINA (1995), Madagascar exportait annuellement 300 à 400 tonnes d'écorce.

Elle devient parmi les espèces de plante les plus exploitées en 1990. Entre 1995 et 1998, environ 14 000 kg d'extrait mou a été exporté (équivalent de 2.82 millions kg d'écorce sèche).

Globalement, l'extrait mou exporté en 1995 était d'environ 2.45 millions kg, allant jusqu'à plus de 2.78 millions kg en 1996 et 3.091 millions kg en 1997 (SCHIPPMANN, 1997).

Pourtant à partir de 2000, elle a diminué à cause de l'arrêt de l'octroi du permis d'exploitation au niveau de la Direction Générale chargée des Forêts (CITES, 2006).

La France constitue le principal pays destinataire de produits de *Prunus africana* en provenance de Madagascar. Les produits exportés sont sous différentes formes : écorces brutes, écorces broyées, extraits fermes ou extraits mous. Le tableau suivant montre les principaux pays importateurs et exportateurs de *Prunus africana* de 1995 – 2004.

## 7 PROPOSITION D'AMENAGEMENT

### 7.1 Objectif de l'aménagement

L'objectif de l'aménagement est de mettre en place une gestion durable de *Prunus africana* dans la Région Sofia. Cet objectif se réalise à travers :

- (i) La production qui n'entrave pas la survie de l'espèce ;
- (ii) L'approvisionnement régulier en produits de bonne qualité ;

- (iii) La production entraînant une recette à l'Etat ;
- (iv) La production qui améliore les conditions de vie des populations locales ;
- (v) La production qui respecte le mécanisme de partage équitable des bénéfices tirées des ressources génétiques ;
- (vi) La bonne conservation des ressources et extension de la zone productrice en dehors des Aires Protégées ;
- (vii) Le développement de l'agroforesterie et restauration des anciennes zones productrices.

## 7.2 PROCESSUS DE GESTION DE LA FILIERE

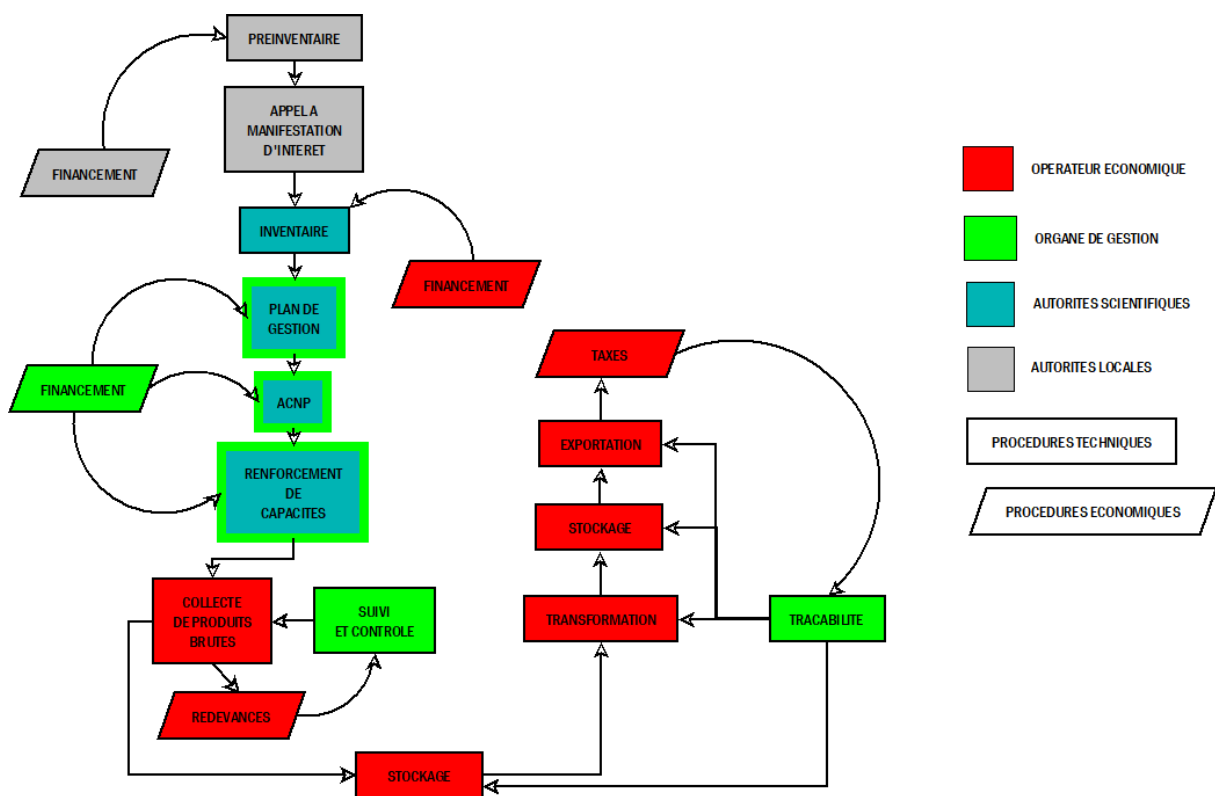


Figure 8 : Proposition du processus de gestion de la filière

## 7.3 ROLE ET RESPONSABILITE DES INTERVENANTS DANS L'AMENAGEMENT PROPOSE

Pour assurer le succès de cet aménagement, les rôles et responsabilités de chacun des intervenants doivent être définis.

### 7.3.1 Rôle et responsabilité de l'administration

#### a. Au niveau central

- Approuver les plans de gestion,

- Préparer et signer la convention de collecte et d'exportation ;
- Elaborer et approuver les normes techniques d'exploitation et d'inventaire ;
- Approuver le quota annuel ;
- Délivrer le permis annuel d'exploitation ;
- Contrôler les activités d'exploitation de manière inopinée et annuellement ;
- S'assurer du paiement des taxes liées à l'exploitation ;
- Assurer la traçabilité des écorces et produits dérivés,
- S'assurer que toutes les parties prenantes sont impliquées dans la gestion ;
- Délivrer les documents d'exploitation, de transport et d'exportation ;
- Prendre des sanctions.

#### **b. Au niveau Régional**

- Contrôler l'exécution des travaux de délimitation et d'inventaire sur le terrain,
- Approuver les résultats d'inventaire et de délimitation,
- Délivrer les attestations de conformité des travaux d'inventaire et de délimitation,
- Assurer le contrôle et le suivi régulier des activités d'exploitation,
- Rendre compte au Ministre en charge des forêts de l'évolution des activités d'exploitation,
- Appuyer techniquement l'opérateur et les populations à travers les conseils,
- Assurer la traçabilité des écorces et produits dérivés,
- Assurer le contrôle de routine et trimestriellement les activités d'exploitation,
- Faciliter la collaboration entre l'opérateur, les populations et les communes
- Sensibiliser les populations sur l'importance économique et scientifique de *P. africana*.

### **7.3.2 Rôle et responsabilité des opérateurs économiques**

- Exécuter les travaux d'inventaire et de délimitation,
- Récolter les écorces suivant les techniques en vigueur,
- Assurer la bonne tenue des documents de transport et d'exploitation,
- Effectuer une quantité définie de restauration dans des anciennes zones de production ;
- Mettre en place une pépinière pour l'espèce et produire des plantules pour la Région ;

- Assurer la traçabilité des écorces et produits dérivés,
- Payer les taxes dues à l'Etat et les redevances aux populations et aux Communes telles que définies dans le cahier de charges,
- Appuyer les communes et les populations en matière de régénération du Prunus et réalisations des infrastructures de base,
- Contribuer au financement des activités de recherche,
- Impliquer les populations locales dans les activités d'exploitation.

### 7.3.3 Rôle et responsabilité de la commune/district

- Faciliter la collaboration entre l'opérateur et les populations locales,
- Entretien des infrastructures routières et socio-économiques avec l'appui de l'opérateur,
- Participer à la régénération de *P.africana* par la mise en place des forêts communales avec introduction de *P.africana* et par la fourniture des plants aux populations,

### 7.3.4 Rôle et responsabilité de la population locale

Dans le cadre de cet aménagement, les populations riveraines conservent leurs droits d'usage. En d'autres termes, elles maintiennent leurs droits reconnus par la législation notamment celui de récolter les produits forestiers non ligneux, ligneux, fauniques et halieutiques pour leur usage domestique et ce en respectant les prescriptions du présent plan de gestion.

Toutefois, ils auront à :

- Participer aux activités d'exploitation (inventaire, délimitation et récolte des écorces etc.),
- Participer aux activités de régénération,
- Percevoir la part de bénéfice provenant des activités d'exploitation,
- Faciliter les activités d'exploitation.

### 7.3.5 Rôle et responsabilité des ONGs

- Sensibiliser la population à la conservation de l'espèce ;
- Assister la population à l'amélioration de leur condition de vie ;
- Pladoyer auprès des opérateurs économiques pour le meilleur partage de bénéfice (structure des prix des produits).

## 7.4 Paramètres de l'aménagement

### 7.4.1 Techniques d'écorçage

Plusieurs techniques d'écorçage garantissant la régénération de l'écorce après le passage de l'exploitation ont été proposées à savoir :

- (i) la récolte de deux 1/4 opposés de la circonférence de l'arbre au même moment laissant les deux autres 1/4 opposés en attente d'être exploités pendant la durée de la rotation ;
- (ii) Celle qui préconise la récolte par plaques intercalées par une bande de 5-10 cm pour permettre la circulation de la sève avec possibilité d'interruption de l'écorçage lorsque les attaques d'insectes et/ou des champignons sont sévères ou l'état de santé est médiocre (Ndam , 2011).

Dans le cas de Sofia, la méthode deux 1/4 opposés ou (2/4) a été adoptée, et plus adaptée à la situation actuelle (diamètre max au tour de 70cm).

### 7.4.2 Rotation

Par manque des données scientifique, la rotation en principe est de 7 ans pour des mesures de précautions est considérée comme acceptable pour une exploitation durable. Des études sont en cours pour voir la vitesse croissance des écorces en fonction de taille de l'arbre et d'autres facteurs écologiques.

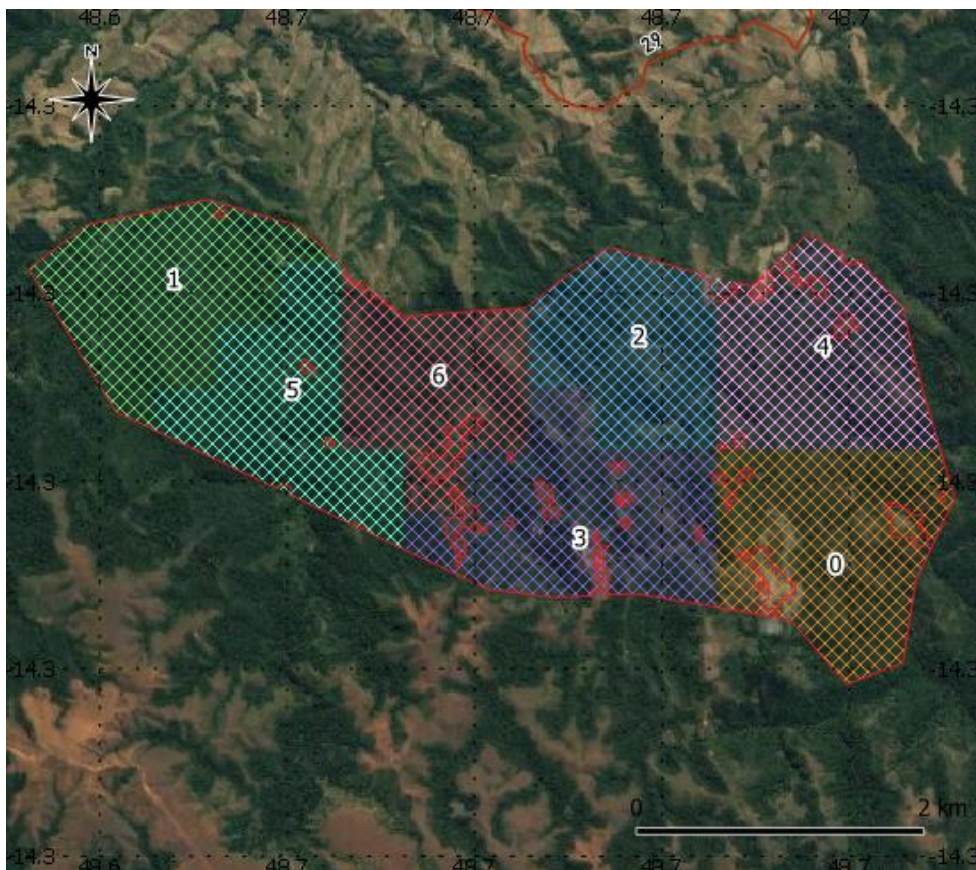
### 7.4.3 Diamètre minimum d'exploitabilité (DME)

Le Diamètre Minimum d'Exploitabilité (DME) est celui en deçà duquel aucune tige ne peut être exploitée. Il est situé à hauteur de poitrine c'est-à-dire à 1,30 centimètre au-dessus du sol. Dans le cadre de cet aménagement, il a été fixé à 30 centimètres.

### 7.4.4 Détermination du quota annuel

Le quota annuel pour la Région Sofia est de 1.694t d'écorce sèche par an. La zone de collecte est bien définie dans la carte 23.





Carte 17: Carte de rotation de zone de collecte (cycle de 7ans)

#### 7.4.5 Pépinière, restauration, agroforesterie

Les opérateurs économiques en collaboration avec les ONG de conservation et l'administration forestière régionale, devraient :

- Mettre en place des pépinières de l'espèce *Prunus africana* en collectant des sauvageons et des graines dans l'AP de Mahimborondro ;
- Effectuer des restaurations dans la zone destinée de la forêt de Somotra ;
- En collaboration avec les institutions de recherche, développer avec la population l'agroforesterie pour limiter dans les futurs les collectes d'écorce dans l'AP.

#### 7.5 Suivi et contrôles

- Durant l'exploitation : convention de collecte, implication des agents AP dans le suivi ; matérialisation des lots d'exploitation ;
- Durant la collecte des produits : constatation et contrôle
- Durant le transport : Autorisation de transport
- Traçabilité

Activité	Documents nécessaires	Suivi et contrôle
Inventaire	Rapport d'inventaire certifié Plan de gestion validé et document ACNP	OG AS-CITES DREDD
Exploitation	Convention de collecte	OG
Achat des écorces	Contrat de fourniture	DREDD
Transport	Autorisation de transport	DREDD
Transformation	Autorisation de transformation	OG DREDD
Exportation	Permis d'exportation CITES	OG

## 8 Contrôle et suivi

La mise en place de traçabilité depuis l'identification des forêts jusqu'à l'exportation des produits transformés est un élément important dans la gestion de la filière. La logique indique que l'autorisation d'exploitation d'une forêt doit être délivrée à l'issue de la bonne connaissance des ressources, notamment de l'inventaire. La traçabilité doit commencer par l'autorisation d'exploitation. La figure 8 montre les différentes étapes depuis d'inventaire jusqu'à l'exportation des écorces.

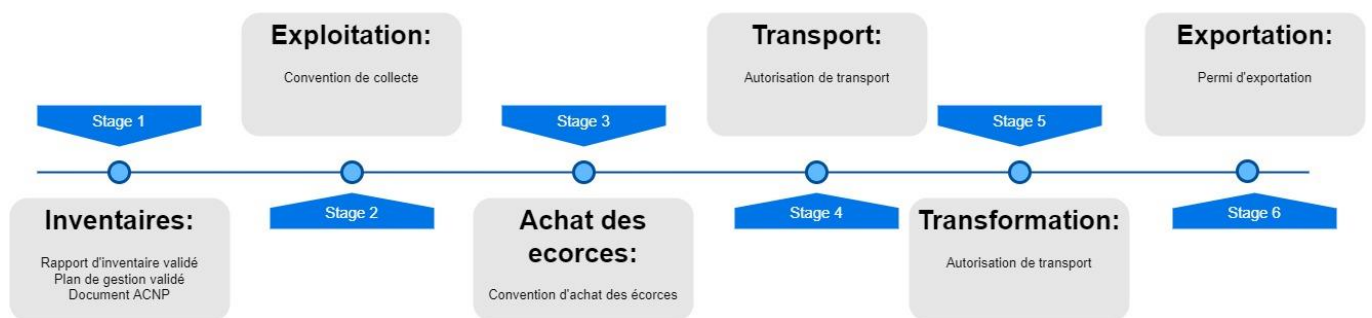


Figure 9 : Schéma de la traçabilité des produits depuis la forêt jusqu'à l'exportation

La Direction du contrôle devrait mettre en place un système de traçabilité électronique afin d'empêcher les blanchiments des écorces provenant des forêts non autorisées.

## 9 Discussion et conclusion

Le défis d Madagascar dans le retour vers l'exploitation du *Prunus africana* reste de taille, on peut le résumer en quatre points majeurs : (i) la mise en place d'un système de contrôle efficace, (ii) la mise en



place du système de traçabilité des écorce depuis la forêt jusqu'à l'exportation afin d'éviter le blanchiment des écorces collectés d'une manière illucite, (iii) l'élargissement des acquis obtenus dans la zone pilote vers les autres Régions aires de distribution de l'espèce ; (iv) la mise en application des normes établies dans toutes les exploitations de l'espèces.

Ce défis nécessite la collaboration interne (les acteurs de la filière, l'OG et l'AS) ainsi que le développement des partenariats internationaux à travers des programmes de développement et de conservation.

## 10 Références bibliographiques

- Betti JL. 2007a. Perspectives d'une fiscalité appropriée promouvant le commerce et la gestion durable des produits forestiers non ligneux en Afrique centrale. Projet 'Renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique centrale à travers la gestion et l'utilisation durable des produits forestiers non ligneux, GCP/RAF/398/GER, FAO–COMIFAC–GTZ, 59p.
- Betti JL. 2007b. Perspectives d'une fiscalité appropriée promouvant le Commerce et la Gestion durable des Produits forestiers non ligneux en Afrique centrale. Projet Renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique centrale à travers la gestion et l'utilisation durable des produits forestiers non ligneux, GCP/RAF/398/GER, FAO – COMIFAC – GTZ, 59p.
- Betti J.L., Belinga S.J., Samba D. 2011. Stock of *Prunus africana* stems on mount Cameroon. African Journal of Plant Sciences, 5 (13):781-789.
- Betti J.L., Ambara J., 2013. Mass of *Prunus africana* stem barks on Tchabal mbabo and Tchabal gang daba mountain forests, Cameroon. African Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 7, 19p.
- Betti J.L, Ngankoue Manga C, Njimbam Njukouyou F.O., Wete E. 2016. Monitoring the implementation of *Prunus africana* (Rosaceae) management plans in Cameroon: respect of norms. African Journal of Plants Sciences 10 (9) : 172-188. DOI: 10.5897/AJPS2016.1444, ISSN 1996-0824.
- Betti J.L, Fouajo B, Wete E, Ngueguim J, Njimbam Njukouyou F.O, Tientcheu Womeni S, Tchiyip Pouepi D 2019 Monitoring the harvesting of the barks of *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman (Rosaceae) in the agroforest systems of North-West region of Cameroon. International Journal of Agricultural Policy and Research Vol.7 (3), 55-69p.
- Cunningham, A.B et Mbenkum F.T., 1993. Sustainability of Harvesting *Prunus africana* Bark in Cameroon. A Medicinal Plant in International Trade. People and Plants working paper 2. UNESCO, Paris, pp. 1-28
- Cunningham, A.B., Ayuk E., Franzel S., Duguma B., Asanga C., 2002. An economic evaluation of medicinal tree cultivation *Prunus africana* in Cameroon. People and Plants Working Paper 10, 35 p.
- Doucet J.-L., 2015. Chapitre 6 . L 'aménagement forestier des forêts tropicales Sommaire.
- Favrichon V, Sylvie G-F, Avner BH, Hélène D, 1998, Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide Eléments pour une méthodologie d'analyse des données, CIRAD, 74p.)
- Manuel d'inventaire Forestier, 2009, Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme, 34p.
- Ministère de l'environnement, conservation de la nature et des eaux et forêts, 2007. Normes d'inventaire d'aménagement forestier, Guide opérationnel.
- Ndam, N. and Tonye, M.M., 2004. *Prunus africana* on Mount Cameroon: A case study of the production-to consumption systems. In: Sunderland T. and Ndoye O. (Eds). Forest Products, Livelihoods and Conservation. Case studies of Non-Timber Forest Product Systems. Vol.2-Africa. Pp 37-52.

Parde J, Méthodes Mathématiques-Statistiques d'Inventaire, 1958, 104p.

Rabarison H., Rasoloarivony R., 2020, état des lieux dans le cadre de la gestion de l'espèce *Prunus africana* à Madagascar, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo,

Thiombiano A. 2015. Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Ann. des Sci. Agron.*, 19(April), 15–31.