

# Bioéconomie et conservation durable des plantes et des forêts à Madagascar

## Bioeconomy and sustainable conservation of plants and forests in Madagascar

Hery Lisy Tiana Ranarijaona<sup>1</sup>, Tiantsoa Andrianasetra<sup>1</sup>, Liva Jackson Raharinaivo<sup>1</sup>, Vololoniaina Ramahatafandry<sup>1</sup>, Michaël Befinoana<sup>1</sup>, Auguste Botovao Ramiandrisoa<sup>1</sup>, Cyrille Maharombaka<sup>1</sup>, Sylvana Tomboanona<sup>1</sup>, Chéri Christian Totondrabesa<sup>1</sup>, Fenoza Andriamanantena<sup>1</sup>, Simon Georges Andrianasetra<sup>2</sup>, Ainazo Andriamanantena<sup>1</sup> et Antoine Zafera Rabesa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) Université de Mahajanga (UMG) [hnanarijaona@gmail.com](mailto:hnanarijaona@gmail.com), [jessicamamisoa1111@gmail.com](mailto:jessicamamisoa1111@gmail.com), [donitaliva@gmail.com](mailto:donitaliva@gmail.com), [vrjarstk1@yahoo.fr](mailto:vrjarstk1@yahoo.fr), [mbefi2012@gmail.com](mailto:mbefi2012@gmail.com), [botovaoauguste@gmail.com](mailto:botovaoauguste@gmail.com), [maharocyrille@gmail.com](mailto:maharocyrille@gmail.com), [tomboanona@gmail.com](mailto:tomboanona@gmail.com), [Totondrabesa7@gmail.com](mailto:Totondrabesa7@gmail.com), [Fenoza\\_fenzoh@gmail.com](mailto:Fenoza_fenzoh@gmail.com), [andriainazo@gmail.com](mailto:andriainazo@gmail.com), [z\\_rabesa@yahoo.fr](mailto:z_rabesa@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique (CIDST) [gsimon@moov.mg](mailto:gsimon@moov.mg)

**RÉSUMÉ.** Madagascar est très riche en biodiversité dont 90% est endémique. Cependant, à cause des pressions anthropiques, des espèces sont menacées selon le statut UICN, voire en extinction, alors que des groupes de plantes sont peu connues et de nouveaux taxons sont encore découverts. Par ailleurs, l'éducation Malagasy est trop théorique et imaginaire. Également, la dépendance de la population aux plantes médicinales, par leur usage quotidien afin de prévenir la covid-19 a été constatée. Ce sont les raisons de la création du jardin botanique innovant. Il s'agit d'un jardin avec implication des 3P et de la population locale. L'objectif est de démontrer la dépendance de l'homme aux plantes médicinales traditionnelles et les nouveaux usages de plantes aujourd'hui, afin de renforcer la conservation, l'économie et le développement durable. Cette dépendance est basée sur les plans culturel, cosmétique, pharmacopée et conservation. En se basant sur des données anciennes, un recensement des plantes médicinales utilisées pour prévenir contre la covid-19 a été effectué en juillet 2020 grâce à des enquêtes réalisées auprès de la population de Mahajanga et sa périphérie. Des listes de plantes avec leurs informations scientifiques respectives et celles extraites pour leur huile essentielle sont mises en exergue. Une connexion du jardin avec une forêt dense sèche restaurée avec deux plantes endémiques à essence est prévue. Ainsi, le jardin botanique et la forêt universitaire de Mahajanga pourraient être une clef de la bioéconomie. Pour faire preuve d'innovation et face au changement climatique, la création des projets de bioéconomie vertueuse au service du développement institutionnel durable et du partenariat sera en vue.

**ABSTRACT.** Madagascar is very rich in biodiversity; 90% of the species are endemic. Due to anthropogenic pressures, threatened and endangered species are ranked by the IUCN. However, entire groups of plants are still not well-known and new taxa are still being discovered, and Malagasy education is too theoretical and imaginary. Also, the population's dependence on medicinal plants, through their daily use to prevent covid-19, has been noted. These are the reasons for the creation of the innovative botanical garden; a garden with the involvement of 3Ps and the local population. The aim is to demonstrate human dependence on traditional medicinal plants as well as new uses of plants, in order to strengthen their conservation, economy and sustainable development. This dependence is based on cultural, cosmetic and pharmacopoeia plans as well as conservation. Based on historical data, a survey of medicinal plants used to prevent Covid-19 was conducted in July 2020 through investigations of the population of Mahajanga and its periphery. Lists of plants, including those extracted for essential oil, are highlighted, with scientific information about them added. The connection of a garden with a dense dry forest, restored with two endemic plants and their essential oil, is provided. Thus, the Mahajanga Botanic Garden and University Forest could be key to understanding bioeconomy. To demonstrate innovation and address climate change, the creation of virtuous bioeconomy projects for sustainable institutional development and partnership is studied.

**MOTS-CLÉS.** Madagascar, connaissances anciennes et actuelles des plantes médicinales, médecine traditionnelle, jardin botanique, bioéconomie.

**KEYWORDS.** Madagascar, ancient and current knowledge of medicinal plants, traditional medicine, botanical garden, bioeconomy.

## 1. Introduction

Les défis mondiaux du 21<sup>ème</sup> siècle sont nombreux et majeurs : le changement climatique, la raréfaction rapide des ressources naturelles, la dégradation des terres et des écosystèmes avec une perte majeure de biodiversité, les insécurités alimentaire et nutritionnelle, les inégalités d'accès aux ressources, à l'éducation et à la santé, l'urbanisation [AXE 20]. La bioéconomie est très souvent mise en avant comme une des solutions pour relever ces défis. Par ailleurs, Madagascar possède une richesse inestimable dans le domaine de la pharmacopée et de la médecine traditionnelle. Plus de 14 000 espèces végétales y sont répertoriées appartenant à 119 familles de Ptéridophytes, 2 familles de Gymnospermes et 212 familles d'Angiospermes. Parmi les familles d'Angiospermes, cinq sont endémiques : Asteropeiaceae, Barbeuiaceae, Physenaceae, Sarcolaenaceae et Sphaerosepalaceae, et 2 familles quasi-endémiques : Didiereaceae avec 7 genres dont 4 endémiques de Madagascar et Didymelaceae avec 1 genre endémique de Madagascar et des Comores.

Pour plus de 80 % de la population des pays en développement [RAK 17], la médecine traditionnelle et l'utilisation de plantes constituent le premier recours pour se soigner. A Madagascar, de nombreuses espèces floristiques sont ainsi utilisées comme des remèdes efficaces pour guérir différentes maladies. La consommation nationale est estimée à plus de 4 000 tonnes de plantes fraîches par an [LEI 96]. D'après [PE 92], 3 000 espèces ont été recensées comme ayant des vertus curatives avec un taux d'utilisation des espèces variant d'une région à une autre. Cependant, diverses pressions anthropiques et menaces pèsent sur cette richesse inestimable en plus du changement climatique. Or, des espèces végétales sont encore méconnues surtout pour les populations locales.

Bien que la vision des jardins botaniques varie selon les individus, ils sont généralement perçus comme des établissements éducatifs et des lieux de détente, où la science côtoie l'esthétisme [BAR 12]. Mais qu'est-ce qu'un jardin botanique ?

« Un jardin botanique est défini comme une institution détenant des collections documentées de plantes vivantes à des fins de recherche scientifique, de conservation, de présentation et d'éducation » [WYS 00].

Selon les mêmes auteurs [WYS 00], il existe plus de 3 762 institutions botaniques dans le monde. Les jardins botaniques offrent des avantages économiques, sociaux et environnementaux. Sur le plan économique, ils attirent des touristes et des visiteurs journaliers, dont les dépenses profitent à l'économie locale et à la communauté au sens large. Ce sont également des employeurs et des acheteurs de biens et de services. La politique des collections est un document stratégique fondamental pour tous les jardins botaniques. Elle guide la constitution et la gestion des collections végétales et permet d'éviter que les responsables s'éloignent de la fonction et du contenu prévus des collections [GRA 20]. De plus, les jardins améliorent la valeur esthétique et récréative d'un quartier, augmentant la valeur des propriétés voisines, et les revenus du gouvernement local liés aux impôts. Ils sont importants sur le plan culturel et renforcent l'identité culturelle nationale et locale.

Aujourd'hui, l'Université, dans certaines villes de Madagascar, commence à s'imposer non seulement comme simple prestataire de services, mais aussi comme un acteur qui peut participer au développement urbain. Pour les collectivités territoriales, les retombées économiques des investissements publics méritent d'être précisément définies. Pour les Universités elles-mêmes, une étude de leur positionnement régional peut permettre de révéler les points forts. La contribution économique de ces établissements universitaires au développement de leur territoire d'accueil peut être perçue à travers les conséquences directes de l'investissement initial et les effets des dépenses des étudiants, du personnel ou de fonctionnement sur l'environnement [BEF 20]. Selon les mêmes auteurs, la contribution économique de ces établissements universitaires au développement de leur territoire d'accueil peut en effet être perçue à deux niveaux : à travers les conséquences directes de l'investissement initial et les effets des dépenses des étudiants, du personnel ou de fonctionnement

sur l'environnement. Dans un contexte de 3 700 jardins botaniques à l'échelle mondiale qui regroupent quelques 60 000 scientifiques, horticulteurs et spécialistes dans le domaine de l'éducation environnementale [GRA 20], Botanic Gardens Conservation International ou BGCI, (2020), le Jardin Botanique Educatif (JBE) « Vololona Ranjamalala » est un jardin frugal créé en 2018, sur le campus universitaire de Mahajanga, dans le nord-ouest de Madagascar avec une superficie de 1 ha (Figure 1). Ce jardin remplit plusieurs missions : éducation, recherche et conservation *ex situ* des plantes de l'ouest malgache (surtout celles endémiques menacées selon l'Union Internationale de la Conservation de la Nature) et des plantes mellifères, production de plants en pépinière à partir de graines collectées à des fins de restauration. Ce jardin résout en partie le problème de l'absence de moyens pour les voyages d'étude des étudiants, les recettes des entrées étant destinées à assurer le fonctionnement du jardin lui-même. Par conséquent, les dépenses engendrées à l'occasion du projet Pagesupre doivent être considérées comme des dépenses d'investissement et s'élèvent ainsi à 35 646 132,52 MGA (MGA ou l'ariary (ISO 4217 : MGA) est l'unité monétaire officielle de la République de Madagascar depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005), soit une valeur de 14 000 euros en 2018 [RAN 18], [RAN 19] (8001,22 euros en 2022). Aujourd'hui, ce jardin a quatre ans et est ouvert à tout public, ce qui permet de développer la responsabilité sociétale et de sensibiliser à la nécessité de conserver les espèces végétales. Le jardin conserve un palmier endémique menacé d'extinction, seuls 30 individus sont encore présents dans le milieu naturel. Découvert récemment en 2018, *Tahina spectabilis* (Arecaceae) est une espèce végétale qui ne fleurit que tous les 50 ans et qui meurt après sa floraison [DRANS 08]. Des graines ont été achetées auprès des villageois de son site naturel à *Antsingilava Antsanifera* district *Analalava*, région *Sofia*, (14°45'01"S, 47°25'53"E, altitude 9 m). Ce système de vente permet de les motiver à conserver les spécimens restants. Par ailleurs, le JBE est le seul jardin botanique à conserver cette espèce végétale *ex situ* sur tout le territoire de Madagascar. Il est en connexion avec la forêt d'Antsanitia (Figure 1), dénommée site écotouristique *Mandravasaroetra* (ou « qui guérit tout »), appellation donnée à une plante endémique très réputée pour ses vertus et également utilisée pour prévenir contre la covid-19. Il s'agit d'une forêt dense sèche à feuilles caduques de l'ouest Malagasy de 47 ha de superficie, et dégradée à cause de l'exploitation illicite du bois pour la fabrication de charbon et pour le bois de construction, mais aussi pour l'exploitation illicite de la *mandravasaroetra*. Avec une restauration correcte, cette forêt peut être valorisée en site écotouristique et de recherche. Toutefois, la parcelle 2 du JBE est munie d'une collection de plantes médicinales dont celles utilisées par la population locale pour prévenir contre la covid-19. La crise sanitaire causée par la covid-19 a frappé le monde entier depuis le mois de mars 2020 à Mahajanga et a eu des conséquences significatives dans la vie des populations malgaches.

Un projet intitulé « la pharmacopée de l'ouest malagasy est de retour pour la covid19 : connaissance partagée et vitrine au jardin botanique éducatif de l'université de Mahajanga » a été menée sur la recherche de solutions pour lutter contre la pandémie covid-19. Il consiste à la mise à jour et à l'amélioration de la pharmacopée du Nord-ouest Malagasy, la publication d'un livret de pharmacopée Covid19, et à la création d'une base de données, des herbiers, des pépinières et collections vivantes « COVID19 » dans le Jardin Botanique « Vololona » Ambondrona. Un inventaire, enquêtes ethnobotanique, sociologique et anthropologique sur la covid19 et son impact, sont réalisés à Antsanitia et Antrema, avec sensibilisation des villageois sur la covid 19 et sur la conservation. Dans le projet précité, des analyses phytochimique et nutritionnelle sont effectuées pour deux plantes ciblées. La connaissance de la médecine traditionnelle malagasy est héritée des ancêtres depuis plusieurs siècles. Du point de vue de la littérature, la pharmacopée de l'Ambongo Boina [RAK 93] contribue aux pharmacopées Malagasy. Elle contient des planches de description de plantes faites à la main, des noms vernaculaires et scientifiques des plantes avec une description simplifiée de leur morphologie, les types de maladies connues traditionnellement, les indications thérapeutiques, et les modes d'utilisation. Cependant, l'ouvrage sur la pharmacopée Ambongo Boina se fait rare dans les bibliothèques alors que des étudiants, des enseignants chercheurs ainsi que d'autres usagers en ont besoin. L'actualisation de la pharmacopée de l'Ambongo Boina pourrait

la rendre disponible et accessible aux intéressés et apporter des connaissances. Les informations actualisées à l'issue de la pharmacopée Ambongo Boina pourront servir de base pour les scientifiques nationaux ou internationaux qui souhaitent valoriser les plantes ; autrement dit : la disponibilité de l'information est beaucoup plus élargie sur la pharmacopée malagasy à l'issue de la présente recherche en ce qui concerne la covid-19. Quelle est la contribution économique de l'UMG au développement de son territoire ?

L'hypothèse est que la mise en place d'un jardin médicinal traditionnel dans le JBE est un patrimoine vivant de la médecine traditionnelle Malagasy pour aider et apprendre les jeunes Malagasy et la population entière à préserver et connaître les valeurs de la nature.

L'objectif est d'optimiser la pharmacopée traditionnelle malagasy pour une valorisation de la recherche dans le futur. Les objectifs spécifiques sont de (1) multi-valoriser les pharmacopées du nord-ouest Malagasy, par la mise à jour et l'amélioration des données ; (2) connaître les plantes médicinales utilisées par la population durant cette pandémie : traitement curatif et lutte préventive ; (3) faire des enquêtes ethnobotanique, sociologique et anthropologique dans les 26 fokontany de Mahajanga I, et dans la forêt dégradée d'Antsanitia, afin de permettre à analyser les indices d'utilisation de chaque plante ; (4) sensibiliser les enquêtés sur la covid-19 sur la conservation de la forêt qui héberge les plantes médicinales, que la forêt est le berceau de la vie et mérite d'être protégée pour la conservation durable ; (5) établir une liste des plantes utilisées, d'après les enquêtés, pour soigner et prévenir contre la covid-19, et des maladies dont les symptômes sont proches de ceux de la covid-19, avec les indications thérapeutiques et les modes d'usages, afin d'introduire la bioéconomie pour une conservation durable de la forêt dégradée d'Antsanitia ; (6) rehausser les chercheurs en citant les propriétés phytochimiques et pharmacologiques connues de la plante dans la pharmacopée mise à jour et améliorée, pour les plantes dont les informations sont déjà publiées dans des revues scientifiques.

## 2.Méthodes d'études

### 2.1. Sites d'études

Outre l'analyse bibliographique sur les pharmacopées malagasy et sur la covid-19, les études ont été plus particulièrement réalisées dans la Région *Boeny* (Figure 1) notamment dans la ville de Mahajanga I et dans le fokontany Antsanitia.

#### 2.1.1. La ville de Mahajanga I

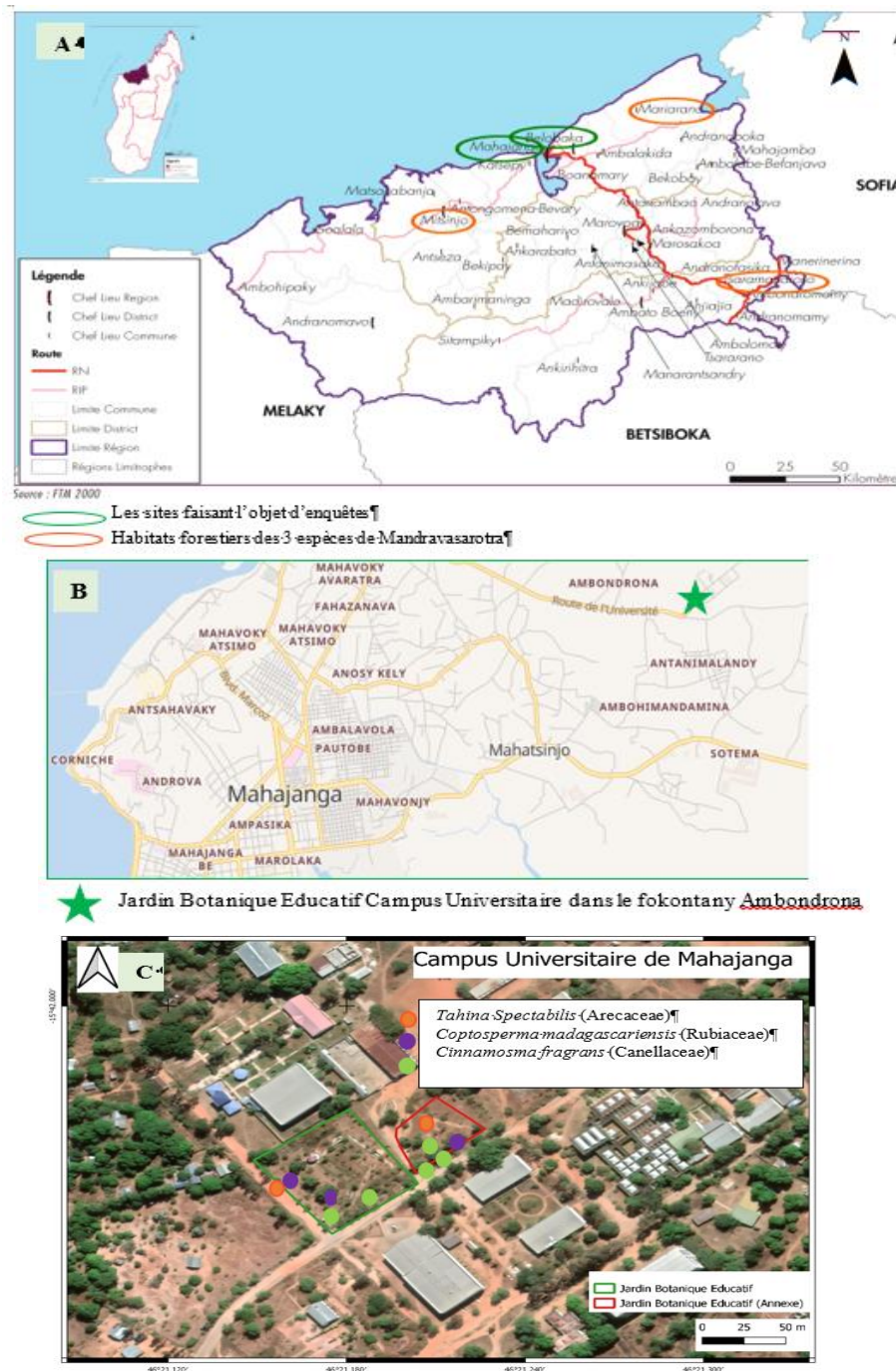
La ville de Mahajanga I comprend 26 *Fokontany* (délimitation territoriale administrative comprenant des secteurs ou des villages), dans le district de Mahajanga I, Commune rurale de Mahajanga I. La ville se situe entre 15°39'26.6" et 15°43'21.6" de latitude Sud et 46°18'21.9" et 46°22'07.1" de longitude Est. La zone d'intervention est soumise à un climat tropical chaud et sec. La température moyenne annuelle est de 30°C et une pluviométrie annuelle moyenne de 440 mm. La végétation climacique est caractérisée par des forêts tropicales denses sèches caducifoliées avec une longue façade littorale [MO 07].

#### 2.1.2. Le fokontany Antsanitia

Le fokontany Antsanitia héberge la forêt de *Mandravasaroetra* appartenant à l'Université de Mahajanga, dans le district de *Mahajanga II*, Commune rurale de *Belobaka*, région *Boeny*. La forêt se trouve sur le littoral Nord-Ouest de Madagascar, entre 15° 33' à 15° 34' de latitude Sud et 46° 25' à 46° 26' de longitude de l'Est. Il est caractérisé par sa richesse en espèces floristiques, médicinales et endémiques, élevées, mais malheureusement fortement exploitées pour la fabrication du charbon et pour la construction.

## 2.2. Enquêtes ethnobotaniques

Des enquêtes ethnobotaniques ont été faites en juillet 2020 (période où la covid-19 sévissait dans la ville de Mahajanga), auprès de 312 enquêtés (260 enquêtés dans la ville de Mahajanga et 52 enquêtés dans le fokontany Antsanitia). L'enquête est basée sur les différentes plantes médicinales utilisées par la population locale afin de permettre d'analyser les indices d'utilisation de chaque plante, et de prévenir contre la pandémie. En vue de valoriser les espèces préventives-covid-19 dans la ville de Mahajanga I, les questionnaires sont basés sur l'identification des plantes utilisées pour lutter contre les maladies relatives au covid-19 tels que la fièvre, la toux, la diarrhée, les maux de ventre, les maux de gorge, et la fatigue, ainsi que leur mode d'utilisation. Dix personnes par fokontany ont été choisies au hasard pour effectuer l'enquête, soit au total 260 enquêtés. Une fiche d'enquête a été préétablie avec des séries de questions à la fois ouvertes et fermées. Les personnes enquêtées sont âgées de 15 à 90 ans.



**Figure 1.** Localisation des sites d'études : A. Les sites d'études dans la région Boeny. B. Le Jardin Botanique Educatif « Vololona » dans la ville de Mahajanga ; C. Le Jardin Botanique Educatif dans le campus Universitaire Ambondrona Mahajanga, vue du ciel.

Parmi ces enquêtés, nous avons ciblé davantage les tradipraticiens, les herboristes, les matrones, et les masseurs mais aussi de simples citoyens qui n'ont pas de connaissances particulières sur les plantes. L'indice d'utilisation de ces espèces cibles selon Byg et Balslev [BYG 01] a été adopté pour exprimer le consensus d'informateurs ou l'indice de confirmation des plantes médicinales, avec la formule suivante :

$$ICs = Na/Nt \quad [1]$$

où ICs est l'indice de confirmation, Na = nombre de personnes ayant cité cette espèce et Nt = nombre total de personnes interviewées.

En ce qui concerne le *fokontany Antsanitia*, 52 individus ont été enquêtés dans les trois secteurs dont 22 femmes et 30 hommes. Afin d'inventorier les espèces médicinales dans le site *Antsanitia*, une prospection a été effectuée.

Les plantes à valeur économique effective ou potentielle, celles dont les études phytochimiques et/ou pharmacologiques en cours permettent d'envisager des applications, et celles dont les données ethno médicales sont pertinentes et méritent d'être rapportées [LO 06] ont ensuite été mises en exergue.

Les graines et/ou des plants des espèces végétales ayant un intérêt contre les symptômes proches de ceux de la covid-19 (selon les enquêtés) ont été collectés dans la forêt dégradée d'*Antsanitia*. Les graines (quantité non définie) (figure 2) ont été séchées dans le chalet du JBE puis mises en pépinières pour leur germination. Dix plants de *mandravarotra* et dix plants de *masinjoany* ont été octroyés (dons) par le partenaire privé « le complexe hôtelier domaine du *mandravarotra* » dont le siège est dans le village d'*Antsanitia*, non loin de la forêt. Des platebandes ont été mises en place : du terreau a été commandé et ramené en camion à côté d'*Ambalakida* à environ 20 km de la ville de Mahajanga. Ce terreau est ensuite acheminé par les jardiniers vers l'endroit où les platebandes sont mises en place. Il est rajouté au substrat du JBE qui est très dur et relativement caillouteux, également des engrais ont été mélangés pour avoir des platebandes correctes. Chaque platebande est couverte de « ketihety » ou bambous émincés, et tenue par un fil de raphia formant une sorte de natte. Des sachets en plastique sont achetés pour la mise en graine pour certaines espèces dont les graines ne sont pas cultivées directement dans la platebande. Ils ont fait l'objet de pépinières dans le JBE depuis le mois de novembre 2020 et mis en terre collectionnés dans le JBE en mars 2021.



*Abrus precatorius* L.  
 Famille : FABACEAE  
 Nom vernaculaire : Voamaintilany



*Vitex bemarivensis*  
 Famille : VERBENACEAE  
 Nom vernaculaire : Moiiro



*Rhopalocarpus lucidus* Bojer  
 Famille : SPHAEROSEPALACEAE  
 Nom vernaculaire : Hazondringitra



*Commiphora lamii* H. Perrier  
 Famille : BURSERACEAE  
 Nom vernaculaire : Mahatambelona



*Stereospermum euphoroides* (Baker) A.DC.  
 Famille : BIGNONIACEAE  
 Nom vernaculaire : Mangarahara



*Caesalpinia bonducella*  
 Famille : CAESALPINIACEAE  
 Nom vernaculaire : Katra



**Figure 2.** Des échantillons des graines des plantes utilisées pour lutter contre la covid 19, collectées dans la forêt dégradée d'Antsanitia [RAN 21].

### 3. Résultats

#### 3.1. Perception de la covid-19 dans la ville de Mahajanga

Au total, 260 individus ont été enquêtés dans les 26 quartiers de la ville de *Mahajanga* que nous avons visités dont 126 femmes et 134 hommes. Les catégories des enquêtés varient de 20 à 40 ans que ce soit homme ou femme. Toutes les personnes enquêtées connaissent l'existence de la pandémie à Madagascar ainsi que dans le monde entier. Leurs modes d'acquisition d'informations sont la radio (53,07 % des enquêtés), la télévision (71,92 % des enquêtés), le facebook (22,69 % des enquêtés), de bouche à oreilles (27,69 %). Seulement 3 personnes sur les 260 enquêtés n'appliquent pas de gestes barrière. Parmi les plantes citées par les enquêtés, le *ravintsara* ou *Ravensara aromatica* Sonn. (Lauraceae) est la plante la plus utilisée pour traiter certains symptômes liés à la covid-19 comme : maux de tête, état grippal, toux et même difficulté respiratoire. Il y a plusieurs façons de le préparer : soit par décoction des feuilles puis utilisation du jus en boisson ou en bain ; soit pour l'inhalation de son huile essentielle. Elle peut aussi être mélangée avec d'autres plantes pour des tisanes à boire.

#### 3.2. Perception de la covid-19 dans le fokontany Antsanitia

Au total, 52 individus ont été enquêtés dans les trois secteurs de fokontany *Antsanitia* que nous avons visités dont 22 femmes et 30 hommes. Ils sont âgés de 15 à 90 ans. La totalité des personnes enquêtées sont conscientes de la propagation du covid-19. Ainsi, 45 personnes (soit 87%) de personnes enquêtées ont entendu les informations sur la pandémie covid-19 à la radio. Pour prévenir contre cette maladie, la plupart de la population dans le site d'*Antsanitia* préfère utiliser la plante médicinale endémique Malagasy comme le *mandravasarotra* ou *Cinnamosma fragrans* Baill. (Canellaceae) au lieu d'appliquer tous les gestes barrières recommandés sur la prévention de la covid-19. En outre, il est utile de signaler que malgré la dépendance des villageois à la forêt d'*Antsanitia*, une surexploitation des bois pour la construction et la fabrication de charbon a été constatée sur place. Ainsi, il faut penser aux besoins de la population en cas de reboisement et /ou restauration forestière.

### 4. Perception de l'usage des plantes médicinales dans le domaine socio-économique dans les deux sites cibles

#### 4.1. Effets curatifs

Selon les enquêtés, les plantes médicinales traditionnelles traduites littéralement *raokandro* peuvent soulager les douleurs, soigner les fièvres avec des symptômes grippaux et des signes neurologiques. Le *raokandro* peut traiter tout type de maladie. Avec un bon tradipraticien, cela peut aller jusqu'à la guérison de la maladie même des plus graves.

Sur le plan économique : les *raokandro* sont de prix abordable : avec le pouvoir d'achat de tout le monde, par l'exploration, ils peuvent être des sources de devises pour le pays et les vendeurs ;

Sur le plan social, pendant la pandémie de covid-19 en 2020, une cohésion sociale a été constatée envers l'utilisation de la médecine traditionnelle : partage de plantes ou des feuilles, conseil de bouche à oreille, partage de connaissance sur l'usage des plantes médicinales à la radio, dans divers réseaux sociaux comme le facebook et le twitter.

#### 4.2. Plantes médicinales recensées

Les plantes médicinales recensées concernent (1). celles dans la littérature dont les symptômes d'usages sont proches de la covid-19 et (2). celles selon le réponses des enquêté(e)s dans les deux sites cibles.



Au total, d'après le recensement effectué dans la littérature et les enquêtes effectuées dans les sites cibles, 106 espèces végétales dont 26 endémiques soignent des symptômes dont certains sont proches de ceux de la covid-19. Un livret intitulé « La pharmacopée de l'ouest malagasy est de retour pour covid-19 : connaissance partagée et vitrine au jardin botanique éducatif 'vololona' de l'Université de Mahajanga (*hay voary\_mahajanga*) » a été établi [RAN 21], pour la description des espèces, les usages thérapeutiques ainsi que les modes d'emploi et les propriétés phytochimique et pharmacologique connues pour certaines plantes.

#### 4.3. Plantes médicinales utilisées pour prévenir et traiter les maladies liées à la covid-19 dans le fokontany Antsanitia

Parmi les 37 espèces inventoriées, 26 espèces sont des plantes médicinales (soit 70% des espèces recensées) dont 13 espèces sont endémiques. Ils appartiennent à 24 familles et 25 genres, composés d'arbres, arbustes et de lianes. 22 espèces peuvent traiter les maladies relatives à la covid-19 dont huit espèces végétales médicinales (provenant ou non de la forêt Antsanitia) utilisées par la population d'Antsanitia pour prévenir et traiter les maladies liées à la covid-19 : *Cinnamosma fragrans* (*mandravarotra*) (Canellaceae), *Citrus aurantiifolia* (citron ou *voasarimakirana*) (Rosaceae), *Eucalyptus* sp. (*kininimpotsy*) (Myrtaceae), *Zingiber officinale* (gingembre ou *sakaitany*) (Zingiberaceae) (cette dernière provient des hauts-plateaux). *Cinnamosma fragrans* est l'espèce la plus utilisée avec un indice d'utilisation égale à 0.36, ensuite viennent le citron et le gingembre. 14 espèces sont connues comme étant des plantes sauvages alimentaires dont 5 espèces ont trouvées lors de l'inventaire et les autres sont cités par les gens enquêtés. Parmi ces 14 espèces, 10 espèces sont des plantes fruitières et 4 espèces sont à tubercules alimentaires.

#### 4.4. Plantes médicinales pour prévenir contre la covid-19 collectionnées dans le JBE

Au total, 20 espèces de plantes (dont six endémiques) sont disponibles suite aux pépinières effectuées et ont été collectionnées dans le JBE parcelle 2, comme étant utilisées pour prévenir contre la covid-19. Treize espèces sont endémiques (soit 65%) telles que *Cinnamosma fragrans*, *Ravensara aromatica*, *Coptosperma madagascariensis*, *Stereospermum euphoroides*, *Caesalpinia bonducella*, *Strychnos madagascariensis*, *Dalbergia greveana*, *Salacia madagascariensis*, *Commiphora pervilleana*, *Rhopalocarpus lucidus*, *Vitex beraviensis* var. *acuminata*, *Mascarenhasia arborescens* et *Vitex ankarananensis*.

Le tableau 1 donne les impacts de la création du JBE annexe (figure 1C) (ou parcelle 2) à court, moyen et à long terme.

Impacts		
A court terme	A moyen terme	A long terme
Connaissance des plantes permettant de réduire les symptômes proches de ceux de la covid-19, par le public par leur exposition dans le jardin botanique éducatif de l'UMG, qui va retracer l'historique de la covid-19 à l'ouest de Madagascar.	Jardin Botanique Educatif Ambondrona = vitrine des plantes médicinales traditionnelles dont celles utilisées pour lutter la covid-19 Espace AUF COVID-19 reconnu au niveau régional et national	Espace AUF COVID-19 reconnue même au niveau international : un accueil organisé qui parle des valeurs culturelle, alimentaire, cosmétique et médicinale des plantes est prévu par le JBE, pour les touristes

		internationaux.
<p>Les <i>mandrivasarotra</i>, <i>ravintsara</i>, <i>mangarahara</i>, (<i>Stereospermum euphorioides</i> (Bojer) A. DC, (Bignoniaceae) <i>kininimpotsy</i> (<i>Eucalyptus globulus</i> (Myrtaceae), <i>kininina oliva</i> ou <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook. (Myrtaceae), peuvent intervenir dans le traitement contre la covid-19. Ils apportent également une justification de l'utilisation traditionnelle des extraits aqueux sous forme de décoction dans le traitement contre le virus de la Covid 19.</p> <p>Les trois premières espèces sont endémiques.</p>	<p>La Covid-19 peut être un outil de sensibilisation à la conservation : communiquer covid-19 pour la conservation</p>	<p>Etude plus approfondie des quatre espèces</p>
<p>Connaissance de la pharmacopée améliorée – Utilisation des plantes améliorée et raisonnable – Accessibilité aux informations</p>	<p>Les feuilles de <i>Ravensara aromatica</i> (Lauraceae) ou <i>ravintsara</i>, R. <i>madagascariensis</i>, <i>mandrivasarotra</i> ou <i>Cinnamosma fragrans</i>, <i>Eucalyptus globulus</i> ou <i>kininimpotsy</i>, <i>E. citriodora</i> ou <i>kininina oliva</i> (Myrtaceae).</p>	<p>Les populations pourront aussi cultiver chez elles les plantes en question dans l'espace, des pépinières des plantes sont prévues</p>
<p>Un nouvel espace d'étude pour les étudiants (travaux pratiques sur la morphologie des plantes et sur la systématique)</p>	<p>Des plantes vont y être rajoutées</p>	
<p>Cohésion et solidarité entre les établissements universitaires, la société civile et la population locale,</p>		
<p>Etudiants et jeunes chercheurs responsables, savoir partager et participer aux actions de la nation ;</p>	<p>Découverte de nouvelles substances de plantes pour la prévention de la covid-19 si des subventions sont disponibles pour l'analyse phytochimique</p>	<p>Découverte de nouvelles substances de plantes pour la prévention du covid-19 si des subventions sont disponibles pour l'analyse pharmacologique</p>
	<p>Connaissance traditionnelle partagée et sera valorisée par les acteurs ayant les moyens</p>	<p>Visibilité de l'UMG, de Madagascar vis-à-vis du monde</p>

	pour le bien-être de tous.	entier. Bioéconomie démarrée
--	----------------------------	------------------------------------

**Tableau 1.** Impacts de la création du JBE annexe ou parcelle 2 à court, moyen et à long terme.

#### 4.5. Plantes suggérées pour la bioéconomie de Mahajanga

Il est important de mobiliser plus de biomasse sous contrainte climatique tout en préservant la forêt dégradée d'*Antsanitia*. Les plantes endémiques précitées pour prévenir contre la covid-19, sont suggérées comme un levier de la bioéconomie et pourront faire l'objet de la restauration dans la forêt dégradée d'*Antsanitia*. On peut commencer avec les espèces dont la demande est déjà connue. La restauration des zones dégradées avec le *mandravarosotra* ou *Cinnamosma fragrans* et le *masinjoany* ou *Coptosperma madagascariensis* deux espèces très réputées par leur vertu, la première espèce est médicinale et la deuxième espèce est à la fois médicinale et cosmétique. Les deux espèces pourront être exploitables quatre ans après leur restauration. Avec une exploitation rationnée, leur restauration pourrait résoudre le défi sur la préservation de l'espace de la biodiversité entière dans la forêt, sur l'approvisionnement en matériaux et sur le revenu des populations locales impliquées en premier lieu, la région et le pays par la suite. Le tableau 2 démontre l'avantage de la valorisation de la biomasse pour une bioéconomie future.

Situations actuelles de l'exploitation illicite ou non des arbres pour la fabrication de charbon	Avantages de l'exploitation rationnelle de la biomasse pour une bioéconomie : vision du futur
1 sac de charbon coûte 15000 MGA (3.06 Euros)	1 sac de feuilles de <i>mandravarosotra</i> coûte 150 000 MGA (soit 33,48 euros) à 250 000 MGA (soit 55,81 euros) En se basant sur les données de Andrianoelisoa et de Rajoelina : 20 000 kg /an de production de feuilles exploitables équivaut à 3 milliards MGA (soit 672 105,87 euros) à 5 milliards MGA (soit 1 120 176,45 euros).
<p><u>En 2014 :</u></p> <p>Pour 1ha (travail de 10 personnes) valorisable en charbon uniquement 10 sacs en moyenne : vendu à 7000 Mga le sac dans la zone de production, (Razaoharimiasa, 2013, Andriamifidy, 2014).</p> <p><u>En 2022 :</u> il est très difficile de trouver du bois pour le charbon, souvent on ne rencontre que du jujubier.</p> <p>Pour 1 ha : valorisable en charbon uniquement dans la région <i>Boeny</i> : 5 sacs (communication personnelle) vendus à 50000 Mga (soit 10.20 euros) après au moins 7 jours de travaux pour 3 à 5 personnes.</p>	<p>Restauration avec du <i>mandravarosotra</i> sur une surface de 1 ha : 100 pieds (accompagnement des populations locales pendant la phase pépinière de <i>mandravarosotra</i>)</p> <p>Un jeune pied de <i>mandravarosotra</i> âgé de 4 ans peut produire en moyenne : 1 kg de feuilles en moyenne</p> <p>Pour 1 ha (travail de 5 personnes) : 100 pieds peuvent produire jusqu'à 100 kg de feuilles de <i>mandravarosotra</i> soit 2 sacs de feuilles qui coûtent au minimum 300000 MGA (soit 61.22 euros) par jour.</p>

Nombre d'arbres moyen abattus par mois dans une superficie de 1 ha (diamètre moyen : 5cm, il n'en reste que le jujubier en majorité actuellement dans la région Boeny) : 9	Aucun arbre abattu, la cueillette des feuilles qui a eu lieu. En moyenne, 100 m <sup>2</sup> de surface sauvée s'il n'y a pas abattage d'arbres comprenant au moins 6 espèces végétales y compris les animaux à l'intérieur, la séquestration du carbone effectuée, la résilience. Possibilité d'obtention de la ristourne de l'opérateur économique qui exploite les feuilles pour la production d'huile essentielle selon la convention avec les populations locales. Changement climatique atténué.
La forêt est actuellement dégradée et exploitée illicitement	Valorisation dans le futur de la forêt dégradée <i>Antsanitia</i> en site écotouristique de recherche
	Site de recherche des étudiants et des enseignants Circuits écotouristiques valorisés grâce aux travaux communs des chercheurs et les populations locales Populations locales formées pour les pépinières et comme guides locales. Entrée payante dans le site écotouristique Bioéconomie de Mahajanga améliorée

**Tableau 2.** intérêt de l'exploitation de la biomasse pour la bioéconomie prévue dans la forêt d'Antsanitia ; vision dans le futur et sa valorisation en site écotouristique de recherche.

## 5. Discussion

Grâce à ses facteurs écologiques multivariés (altitude, bioclimat, nature du substrat, ...), Madagascar possède des écosystèmes particuliers parmi les plus riches du monde avec un taux d'endémicité exceptionnel de près de 90 % : l'Ouest (altitude inférieure à 800 m) est caractérisé par une forêt dense sèche dont les feuilles sont caduques pendant la saison sèche ou l'hiver, avec beaucoup de plantes appartenant au genre *Dalbergia* et *Commiphora* ; l'Est (avec une altitude inférieure à 800 m) est caractérisé par des forêts denses humides dont les feuilles restent vertes et persistantes toute l'année avec des plantes comme *Anthostema* ou appartenant aux Myristicaceae. Les haut-plateaux (800 m – 1800 m) comprennent des formations forestières humides et sub-humides mais dont la taille des arbres est relativement moins importante et les forêts sont caractérisées par les espèces *Weinmannia* et *Tambourissa*. Pour une même altitude, mais sur la côte ouest, appelée également bois de pente occidentale, une formation forestière endémique Malagasy (avec une prédominance d'espèces végétales endémiques) s'installe : c'est la forêt à tapia ou *Uapaca bojeri* et aux plantes appartenant aux Sarcolaenaceae. Au-dessus de 1800m, on rencontre la forêt claire (arbres de taille relativement petite voire 6 m de haut) avec des Ericaceae. Et enfin, le Sambirano situé dans le nord-ouest de Madagascar, a une altitude inférieure à 800 m, possède un microclimat différent des autres régions et une végétation particulière avec un micro-endémisme. Dans chaque répartition phytogéographique, des espèces végétales sont caractéristiques, c'est-à-dire se trouvent en abondance et parmi elles, les espèces de forts usages. En outre, chaque région devrait avoir les valeurs d'indices d'utilisation des espèces végétales, dont la connaissance est très importante, les espèces à forte valeurs d'indices d'utilisation (sur le plan artisanal, pour la

construction, pour la médecine traditionnelle et pour l'alimentation, ...) sont celles qui méritent d'être multipliées.

Tel est le cas de la plante aromatique endémique *mandrivasarotra* qui se répartit dans le nord-ouest, le centre-ouest et l'Est de Madagascar. Elle est aussi appelée *motrobeatignana*, ou saro (les noms vernaculaires ou appellation varient d'une région à une autre), Ce genre comprend trois espèces d'arbustes ou d'arbres : *C. fragrans*, distribué dans les parties nord, nord-ouest et centrales ouest de Madagascar ; *C. macrocarpa* et *C. madagascariensis* sont localisés dans l'Est, le Sud-Est et dans la partie Sud de l'île [HAR 06] ; [HAR 07] ; [HAR 08]. Leur valorisation dans leurs régions respectives pourrait démarrer la bioéconomie régionale Malagasy, par l'exportation de l'huile essentielle extraite de leurs feuilles. Des données sont disponibles en ce qui concerne leur composition chimique, qu'exigent les vendeurs en France. Elles varient d'une région à l'autre et cette variation justifie l'authenticité de l'huile essentielle. La composition chimique de l'huile essentielle de *C. fragrans* provenant de deux sites différents ont montré l'existence de deux différents types chimiques [RAZ 11] : le linalol pour *Tsaramandroso* (nord-ouest) et le 1,8 cinéole pour *Mariarano* (Nord-ouest), région *Boeny* (figure 1). Par ailleurs, des variabilités des constituants majoritaires des huiles essentielles de *C. fragrans* sont constatées. Son huile essentielle présente un large spectre d'activité antibactérienne et pourrait être une alternative aux antibiotiques dans l'aquaculture de crevettes [RAN 09] ; [RAN 10]. Ainsi, l'espèce en question présente des vertus curatives très vastes, et est utilisée dans la médecine traditionnelle contre les maladies de l'appareil respiratoire, les parasitoses intestinales, la maladie du foie, la syphilis [PER 57] ; [SCH 72] et la malaria. Également, l'huile essentielle de *C. fragrans* est distinguée par la forte teneur en néral et géraniol et acide gérannique si l'huile essentielle de *C. madagascariensis* a comme composant majeur l'oxyde de caryophyllène et l'oxyde d'humulène. Les huiles essentielles de ces deux espèces constituent une alternative aux antibiotiques en aquaculture de crevettes [RAZ 11]. Des études phytochimique et pharmacologique, effectuées par l'Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation de l'Université de Mahajanga, dont la publication est en cours, ont montré de l'acide gérannique, du limonène, de l' $\alpha$ -pinène et du  $\beta$ -pinène en majoritaire, pour l'espèce *C. fragrans* du district de *Mitsinjo*, région *Boeny* afin de justifier son efficacité pour lutter contre la covid-19 [ROUK 21]. C'est l'espèce la plus utilisée pendant la période de la covid-19 en 2020 selon les enquêtes réalisées à *Antsanitia* et à *Antrema*. Dans ces deux zones forestières, elle se trouve très rare à cause de la surexploitation. Il en est de même à *Mariarano* et à *Tsaramandroso*, ce qui mérite vraiment une plantation à grande échelle vue la demande actuelle. D'ailleurs, une exploitation par cueillette des feuilles de la population locale de *Tsaramandroso* a eu lieu, en partenariat avec des chercheurs scientifiques dans le cadre d'un projet financé par l'Union Européenne : GESFORCOM (Gestion Communale, Communautaire, et Développement local). Ce projet a démontré la potentialité de cueillette des feuilles de 20000 kg par an, de 600 kg d'huile par an, avec un rendement moyen de 3 %, et 15 à 20 kg d'huile produite par mois.

A Madagascar, 60% de la population s'intéressent à la médecine traditionnelle et aux plantes médicinales face à la pénurie et le coût élevé des médicaments [LEI 96]. Outre la cherté des médicaments, le manque de médecins, et/ou de pharmacie incite les gens à utiliser les plantes médicinales pour se soigner, surtout dans les zones enclavées. Certains ne font tout simplement pas confiance à la médecine moderne et préfèrent se soigner de manière traditionnelle. Le nombre de plantes médicinales de Madagascar est environ 3245 espèces appartenant à 1050 genres et 203 familles, avec un taux d'endémicité de 60% [RAF 19]. Mais l'exploitation de toutes ces plantes médicinales provient de récolte et de collecte effectuées dans la nature. La régénération naturelle qui assure la production n'arrive pas à suivre les prélèvements irrationnels et non contrôlés. L'utilisation de pharmacopée Malagasy a augmenté pendant cette période de pandémie covid-19 concernant surtout les traitements curatifs. Hormis les herboristes qui existaient au sein des grands marchés de la ville, un grand nombre de nouveaux herboristes vendent des plantes médicinales dans les rues depuis l'arrivée de la pandémie dans la ville de Mahajanga.

Par ailleurs, le jardin JBE est un outil de culture, de recherche, d'innovation, de conscientisation, et de conservation pour la résilience écologique. Il a pour mission la conservation durable et la valorisation à la collection – la cosmétopée et la pharmacopée écotouristiques : à savoir promouvoir la recherche, l'éducation, l'innovation et la conservation des plantes diverses (médicinales, cosmétiques et menacées), la multiplication et les échanges de graines. Également, à moyen terme, le jardin a pour mission d'élaborer une connexion avec la forêt naturelle d'*Antsanitia*, valoriser cette dernière en site écotouristique et la restaurer avec des plantes utiles avec implication des populations locales pour l'amélioration de leur qualité de vie. Les autres missions sont la valorisation des plantes par l'extraction de leurs huiles essentielles, le reboisement et restauration d'espèces endémiques et enfin le support à la recherche des étudiants de divers établissements (Sciences, Tourisme, Agronomie, Vétérinaire, Pharmacie). Le JBE a obtenu le label innovation responsable francophone en 2021 par l'Agence Universitaire de la Francophonie, grâce à la collection vivante des plantes utilisées pour prévenir la covid-19. Il répond aux objectifs de développement durable 4, 12 et 15 [CDB, 11] qui sont la formation, la recherche, le service à la communauté et la gouvernance. Le JBE est un outil pour la pratique des étudiants de l'UMG. Il est reconnu officiellement et commence à avoir sa place dans la ville de Mahajanga. À son état actuel, c'est un projet innovant pour l'Université de Mahajanga et pour Madagascar car c'est le troisième jardin de plantes à Madagascar après le Parc Botanique et Zoologique de *Tsimbazaza* et le Jardin botanique de l'Université d'Antananarivo [BEF 20].

La forêt dégradée d'*Antsanitia* est une forêt exploitée illicitement pour la fabrication du charbon et l'extraction des bois pour la construction. Sa valorisation en site écotouristique de recherche et sa restauration avec des plantes à essence comme le *mandravarotra*, le *katrafay* et le *ravintsara* avec implication de la population locale pourront apporter une résolution pour sa conservation. D'ailleurs, la forêt d'*Antsanitia* était l'habitat naturel du *mandravarotra*, en grand nombre il y a plus d'une dizaine d'années, mais qui a été fortement exploitée pour sa vertu ainsi qu'en raison de la vente des feuilles de *mandravarotra* collectées pour la fabrication de l'huile essentielle. Il ne reste plus qu'une dizaine de pieds à l'intérieur actuellement. Durant la propagation de cette pandémie, l'utilisation de cette espèce devient très importante avec un indice d'utilisation de l'ordre de 0.36. Cette plante est dotée de plusieurs indications thérapeutiques et peut traiter plusieurs types de maladies incluant tous le symptôme du covid. Mais dans la nature, l'abondance de cette espèce est de l'ordre de 0.97%. Cette situation pourrait donc mettre en danger la disparition cette espèce sur cette zone. D'où l'intérêt de la restauration avec l'espèce en question.

En outre, l'intérêt de la restauration demande au moins quatre ans si on parle de la production, c'est-à-dire la collecte des feuilles. Un autre enjeu est que la faible densité, la saisonnalité et la périssabilité de la biomasse représentent des défis technologiques, organisationnel et économiques considérables. A cet effet, il est nécessaire d'aborder l'organisation des filières dans des territoires en tenant compte des attentes socioéconomiques. La réussite et l'échec, notamment au regard des controverses sociales, de l'expression des groupes d'intérêt, des formes d'opposition et de soutien aux projets bioéconomiques devront être analysés. Au début du projet, il y a aussi le besoin de disponibilité de l'outil d'aide à la décision par la disponibilité des données quantitatives et qualitatives (obtention de graines des plantes à restaurer, le transport et le suivi, ...). Ces données peuvent également être intégrées à des modèles dynamiques socio-économiques de gestion des bioressources, de quantification des flux de matière mobilisés, de comportement socio-économique des acteurs, de production de l'appareil industriel afin d'évaluer la viabilité de telles transitions, [AXE 20]. L'accompagnement des populations locales et les chercheurs pour le démarrage du projet de bioéconomie s'impose et cela par des réponses à un appel à manifestation de projet de recherche et/ou entrepreneuriat.

## 5. Conclusion

Le présent chapitre démontre la richesse et l'importance des plantes médicinales dans la vie quotidienne des populations Malagasy. Malheureusement, il s'agit plutôt de cueillette dans les forêts naturelles protégées ou non sans aucune mesure de restauration et/ou de plantation des espèces cibles médicinales ou non. Une telle forme d'exploitation pourrait ne pas être durable. Les espèces à forte indice d'utilisation ont été énumérées, notamment celles pour lutter contre la covid-19. Bon nombre d'espèces sont des espèces forestières, nombreuses sont endémiques, si nous ne parlons que les espèces utilisées par les populations majungaises : *mandravarotra*, *masinjoany* et *mangarahara* et, elles pourront bel et bien être utilisées à la restauration forestière. Ce sont des plantes endémiques forestières de la forêt caducifoliée de l'ouest Malagasy. La première est une plante médicinale endémique très réputée de l'ouest, la seconde est une plante endémique cosmétique (poudre de la tige comme masque faciale) à valeur culturelle pour les femmes malagasy de l'ouest et comorienne. Planter les espèces précitées serait une très bonne idée pour le reboisement étant donné les valeurs de leur indice d'utilisation. Il est vrai que Madagascar est très riche en espèces végétales dont 80 à 90 % sont endémiques, mais la considération des sollicitations des populations locales, de leurs besoins, des valeurs d'indice d'utilisation des espèces d'une région donnée, est très importante. Il en est de même pour le reboisement et /ou la restauration forestière afin qu'il y ait résilience écologique et développement durable et pour éviter que le reboisement soit porté en échec.

Le *mandravarotra* ou *Cinnamosma fragrans* pourrait être une ressource végétale très productive pour les populations malagasy : sa rentabilité varie de 150000 MGA (MGA ou l'ariary (ISO 4217 : MGA) est l'unité monétaire officielle de la République de Madagascar depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005) (soit 33,48 Euros) au minimum à 5 milliard MGA (soit 1 120 176,45 Euro) par an (chiffre obtenu en 2012). Mais valoriser sans cultiver réduit le revenu à 0 MGA car à l'heure où nous parlons, il est très difficile de trouver des feuilles de *mandravarotra* alors que l'obtention des plants de pépinières n'est pas facile non plus. Une formation et sensibilisation des villageois et des citoyens en ville devront être nécessaire, afin de protéger ensemble les biens et les services écologiques rendus par la biodiversité à l'homme pour les générations futures. Mais au-delà, il faut démontrer l'intérêt économique de l'exploitation au niveau local, régional et national, malgré l'existence du transfert de gestion locale dans certaines régions et l'impact de l'exploitation sur la conservation de l'espèce cible. Après 4 ans de plantation, on peut exploiter un pied de *mandravarotra* et le démarrage de la bioéconomie de Madagascar serait assuré avec la préservation de cette ressource naturelle. La restauration forestière ou le reboisement de cette plante pourrait être une clé de démarrage de la bioéconomie Malagasy. Il y en a d'autres et elles sont nombreuses Mais il faut connaître les valeurs d'indices d'utilisation dans chaque région car chacune à ses plantes aromatiques « emblématiques ».

Une bioéconomie au service des personnes, de la sécurité alimentaire et des changements climatiques pourrait être créée pour le jardin botanique éducatif *Vololona* Ranjamalala dans le futur. Une connexion à la forêt dégradée d'Antsanitia par la restauration de plantes utiles comme le *mandravarotra* ou *Cinnamosma fragrans*, une plante endémique très réputée de l'ouest, est indispensable rapidement. De plus, la valorisation de la forêt d'Antsanitia en site écotouristique de recherche pourrait également augmenter la capacité financière de l'Université de Mahajanga mais surtout pour les populations locales et ceux ou celles impliquées dans la valorisation. Avec le renforcement de la collaboration des partenaires privé et public, le succès du projet vers la bioéconomie du jardin botanique éducatif et sa connexion avec la forêt dégradée d'Antsanitia seraient assurés et promettants.

## Bibliographie

- [AXE 20] Axelos M. A.V., L. Bamière, F Colin, J.-Y. Dourmad, M Duru, S. Gillot, B. Kurek, J.-D. Mathias, J. Méry, M. O'Donohue, S. Recous, V. Requillart, J.-P. Steyer, A. Thomas, S. Thoyer, H. de Vries, J. Wohlfahrt, Réflexion prospective interdisciplinaire bioéconomie, Rapport de synthèse INRAE, (<https://hal.inrae.fr/hal-02866076>) DOI 10.15454/x30b-qd69, 2020.
- [BAR 12] Barabé D. Cuerrier A. et Quilichini A. « Les jardins botaniques : entre science et commercialisation », *Natures Sciences Sociétés*, 20, 334-342. 2012.
- [BEF 20] Befinoana, M., Ranarijaona H.L.T., « L'Université, économie locale et externalités : le cas de Mahajanga ». *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (RSTE)* Volume 2 : 298-309, 2020.
- [BYG 01] Byg A, Balslev H., « Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar ». *Biodiversity and Conservation*, 10 : 951- 970, 2001.
- [CDB 11] Convention sur la Diversité Biologique, Biodiversité et Programme De Développement Durable à l'horizon 2030. Note technique. 28p, 2011.
- [DRANS 08] Dransfield, J., Rakotoarinivo M., Baker WJ, Bayton RP, Fisher JB, JW Horn, B. Leroy, Metz X., « Un nouveau genre de palmier coryphoïde de Madagascar ». *Journal botanique de la Linnean Society*, 156 : 79-91. 2008.
- [GRA 20] Gratzfeld, J., *Manuel BGCI sur la planification, l'aménagement et la gestion des jardins botaniques. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, Royaume-Uni.* <https://www.bgci.org/resources/bgci-tools-and-resources/bgcis-manual-on-planning-developing-and-managing-botanic-gardens>. ISBN-13: 978-1-905164-76-9, 2020.
- [HAR 06] Harinantenaina L., Takaoka S., Cinnafagrins A-C: dimeric and trimeric drimane sesquiterpenoids from *Cinnamosma fragrans*, and structure revision of capsicodendrin. *J. Nat. Prod.* 69 : 1193 – 1197, 2006.
- [HAR 07] Harinantenaina L., Asakawa Y.; Clercq E. Cinnamacrins A-C, Cinnafagrins D, and cytostatic metabolites with alpha-glucosidase inhibitory activity from *Cinnamosma macrocarpa*. *J. Nat. Prod.* 70 : 277 – 282, 2007.
- [HAR 08] Harinantenaina L., Katsuyoshi M., Hideaki O., Masatoshi K., Kentaro Y.; Yoshinori A., Secondary metabolites of *Cinnamosma madagascariensis* and their alpha-glucosidase inhibitory properties. *J. Nat. Prod.* 71 : 123 – 126, 2008.
- [LEI 96] Leipzig, Madagascar : rapport de pays pour la conférence technique internationale de la FAO sur les ressources phylogénétiques, 1996.
- [LO 06] Lorre, Un regard sur l'évolution de la médecine traditionnelle malgache, Thèse de doctorat en Pharmacie. Faculté de Pharmacie Université Henri Poincaré - Nancy 1 France, 2006.
- [MO 07] Moat, J. and Smith, P. 2007. Atlas of the Vegetation of Madagascar. *Kew Publishing*, Royal Botanic Gardens, Kew.
- [PER 57] Pernet R., Meyer G. *Pharmacopée de Madagascar. Institut de Recherche Scientifique Tananarive, Tananarive-Tsimbazaza*, p 86, 1957.
- [PE 92] Petit Jean, M. ; Rakotovao, L. et Rasoanaivo, M. P., Les plantes utiles de Madagascar : Inventaires : genres, espèces et variétés. Académie de Madagascar. Tome II, 1992.
- [RAF 19] Rafidison V., Ratsimandresy F., Rakotondrajaona R., Rasamison V., Rakotoarisoa M., Rakotondrafara A., Rakotonandrasana S.R., Synthèse et analyse de données sur les inventaires de plantes médicinales de Madagascar, 2019.
- [RAK 93] rakotobe e. a., rasolomanana c. j. c, randrianasolo s. s., Pharmacopées de l'Ambongo et du Boina, CIDST Antananarivo, 1993.
- [RAK 17] Rakotonandrasana S. R., Rakotondrafara A., Rakotondrajaona R., Rasamison V., Ratsimbason M., Plantes médicinales des formations végétales de la baie de Rigny-Antsiranana à Madagascar. *Revue Bois et Forêts des Tropiques CIRAD*, Volume n° 331 (1), 2017.
- [RAM 05] Ramananjanahary R. & Ratsimiala Ramonta I., « Etudes biologique et écologique de deux espèces anti-diarrhéiques d'Ankarafantsika et d'Antrema (Cas de *Cabucala erythrocarpa* et *Mascarenhasia arborescens*) » dans ROGER E., RAJERARISON C., RAKOUTH B., *Recueil de documents pour suivi écologique du programme environnemental*, Editeurs scientifiques : Tohiravina 1, 30-38, Antananarivo, 2005.



- [[RAN 18](#)] Ranarijaona, H. L.T., Jardin Botanique Educatif « Vololona Ranjamalala » au campus universitaire Ambondrona Mahajanga Madagascar, Rapport final, Projet Fond de Solidarité Prioritaire PAGESUPRE, 23p, 2018.
- [[RAN 19](#)] Ranarijaona, H. L. T., Formation en aménagement paysager des doctorants et enseignants de l'Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) : Application au Jardin des plantes Vololona Ranjamalala Campus Ambondrona, Rapport final, Projet Fond de Solidarité Prioritaire PAGESUPRE, 29p, 2019.
- [[RAN 21](#)] Ranarijaona H. L. T., Voninary A., Rahilonambinina F. J., Rakotoarison E. A., Niembesa D., Ratsimamanga A. J. M., Rivonirina R., Rasolofoniainarinosy N. M., Tomboanona S., La pharmacopée de l'ouest malagasy est de retour pour covid 19: connaissance partagée et vitrine au jardin botanique éducatif « vololona » de l'Université de Mahajanga (hay voary\_mahajanga). Livret Covid 19. Projet AUF-COVID 19, 2021.
- [[RAN 09](#)] Randrianarivelo R., Sarter S., Odoux E., Brat P., Lebrun M., Romestand B., Menut C., Andrianoelisoa S., Raherimandimby M., Danthu P., Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Cinnamosma fragrans*. *Food chem.* 114(2) : 680-684, 2009.
- [[RAN 10](#)] Randrianarivelo R., Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar *Cinnamosma fragrans*, alternative aux antibiotiques en crevetticulture, Thèse de Doctorat Option Biochimie Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, 2010.
- [[RAZ 11](#)] Razafimamonjison D. E. N. G., Variabilités chimiques et activités antimicrobiennes des huiles essentielles de *Cinnamosma* spp. (Alternative aux antibiotiques en aquaculture de crevette). Thèse de Doctorat Option Industries Agricoles et Alimentaires Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo, 2011.
- [[ROUK 21](#)] Roukia Djoudi, Razafinirina Emma Isabelle, Omary Houseny, Randriamaharosa Benjamin et Temasoa Yvanna et Rajaonarison Jean François, La pharmacopée de l'ouest malagasy est de retour pour covid19 : connaissance partagée et vitrine au jardin botanique éducatif « vololona » de l'Université de Mahajanga (hay voary\_mahajanga). Analyses phytochimique et nutritionnelle. Coordonnateur : Ranarijaona H.L.T. Rapport Projet AUF-COVID 19, 2021.
- [[SCH 72](#)] Schulte V.K.E., Rücker G.; Lewe W.A., Über Die in altsstoffe von *Cinnamosma fragrans* Baillon-einer arzneipflanze aus Madagaskar. *Deutsche Apotheker Zeitung* 41 : 1578 – 1579, 1972.
- [[WYS 00](#)] Wyse Jackson, P.S. et Sutherland, L.A., Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques. Botanic Gardens Conservation International, U.K. ISBN: 0 9520275 93, 2000.