

## TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES CARTES .....</b>	i
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	i
<b>LISTE DES PHOTOS .....</b>	i
<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	ii
<b>ABREVIATIONS ET ACRONYMES .....</b>	iii
<b>GLOSSAIRE .....</b>	iv
<b>INTRODUCTION.....</b>	1
<b>PREMIERE PARTIE : MILIEU D'ETUDE .....</b>	3
<b>I.1 MILIEU D'ETUDE .....</b>	3
<b>I.1.1 Situation géographique.....</b>	3
<b>I.1.2 Milieu abiotique .....</b>	3
<b>I.1.3 Milieu biotique.....</b>	4
<b>DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODE .....</b>	7
<b>II.1 MATERIEL BIOLOGIQUE.....</b>	8
<b>II .2 METHODES.....</b>	10
<b>II.2.1 Etudes préliminaires .....</b>	10
<b>II.2.2 Choix de la zone d'étude.....</b>	10
<b>II.3 COLLECTE DE DONNEES .....</b>	10
<b>II.3.1 Enquêtes ethnobotaniques.....</b>	10
<b>II.3.2 Méthode de relevés écologiques.....</b>	11
<b>II.3.3 Analyse pédologique.....</b>	12
<b>II.4 ETUDE DE LA PRODUCTIVITE DE <i>Sigesbeckia orientalis</i> .....</b>	13
<b>II.5 TRAITEMENT DES DONNEES .....</b>	14
<b>II.5.1 Analyse en composantes principales ou ACP .....</b>	15
<b>II.5.2 Analyse de variance ANOVA .....</b>	16
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....</b>	16
<b>III.1 ETUDES PRELIMINAIRES.....</b>	17
<b>III.1.1 Etude ethnobotanique.....</b>	17

<b>III.1.2 Analyse pédologique .....</b>	<b>18</b>
<b>II.2 VARIATION DE LA PRODUCTIVITE DE <i>Sigesbeckia orientalis</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>III.2.1 Variations de la productivité en fonction des périodes de cueillette .....</b>	<b>21</b>
<b>III.2.2 Variations de la productivité en fonction des points d'eau .....</b>	<b>22</b>
<b>III.2.3 Variation de la productivité en fonction des caractéristiques du sol .....</b>	<b>23</b>
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>I</b>

# **LISTE DES CARTES**

Carte 1 Localisation des sites d'étude dans la région Alaotra Mangoro .....	5
---	---

# **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 Courbe ombrothermique de Moramanga selon la méthode de GAUSSSEN.....	3
Figure 2 Schéma descriptif de la morphologie de <i>Sigesbeckia orientalis</i> .....	9
Figure 3 Schéma du dispositif de relevé.....	12
Figure 4 Schéma récapitulatif des étapes de l'analyse pédologique .....	13
Figure 5 Etapes opérationnelles pour le calcul de la biomasse foliaire sèche .....	14
Figure 6 Cercle de corrélation des caractéristiques du sol .....	15
Figure 7 Variation de la productivité en fonction des périodes.....	21
Figure 8 Diagrammes phénologiques de <i>Sigesbeckia orientalis</i> en fonction des périodes de collecte .....	22
Figure 9 Variation de la productivité par rapport à la proximité des points d'eau .....	22
Figure 10 Cercle de corrélation des caractéristiques du sol .....	23
Figure 11 Variation de la quantité de biomasse par rapport au ph du sol .....	24
Figure 12 Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du rapport C/N du sol .....	25
Figure 13 Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du taux de sable du sol .....	25
Figure 14 Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du taux d'argile du sol .....	26

# **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 Paysage de la Région Alaotra Mangoro.....	4
Photo 3 Population de la Commune d'Ambohidronono .....	7
Photo 2 Population de la Commune de Sabotsy Anjiro .....	7
Photo 4 <i>Sigesbeckia orientalis</i> à l'état végétatif .....	8

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 Tableau des données climatiques de Moramanga (1961-1990).....	I
Annexe 2 Questionnaire d'enquête ethnobotanique.....	II
Annexe 3 Fiche de relevé écologique.....	III
Annexe 4 Protocoles d'analyse pédologique de FOFIFA.....	IV
Annexe 5 Informations sur les sites d'études .....	XIV
Annexe 6 Tableau des variations des paramètres et de la biomasse foliaire.....	XV

# **ABREVIATIONS ET ACRONYMES**

**ACP :** Analyse en Composante Principale

**ANOVA:** Analysis Of Variance

**APG:** Angiosperm Phylogeny Group

**BFF :** Biomasse foliaire fraîche

**BFS :** Biomasse foliaire sèche

**DBEV :** Département de Biologie et Ecologie Végétales

**FOFIFA :** Foibem-pirenena ho an'ny Fikarohana ampiharina ho Fampandrosoana ny eny

Ambanivohitra

**PBZT :** Parc Botanique et Zoologique de Tananarive.

**RTA :** Remèdes traditionnels améliorés

**SOTRAMEX:** SOciété de TRAnsformation Malgache et d'EXportation

**TAN :** Herbarium du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza.

**T.M.D :** Trans- Mad'Développement

# GLOSSAIRE

**Adventice de culture :** terme agronomique désignant toutes plantes qui poussent dans un champ cultivé, sans y avoir été intentionnellement mises par l'agriculteur.

(<http://mots-agronomie.inra.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Adventice>, 2016).

**Bioactif :** qualifie une biomolécule active (<http://mobile-dictionary.reverso.net/francais-definition/bioactif>, 2016)

**Biomasse :** quantité de matière vivante mesurée en unité de masse de substance fraîche ou sèche (FRONTIER et al. 1998).

**Cosmétique :** toute préparation non médicamenteuse destinée au soin du corps, à la toilette et à la beauté (LE PETIT LAROUSSE, 1996).

**Cosmétologie :** étude de la préparation et de l'usage des cosmétiques (<http://www.universalis/fr/recherche/>, 2016).

**Erodibilité :** niveau de facilité avec laquelle le sol a été érodé (<http://www.universalis/fr/recherche/>, 2016).

**Erosivité :** niveau de facilité avec laquelle les facteurs abiotiques érodent le sol (<http://www.universalis/fr/recherche/>, 2016).

**Espèce rudérale :** plante qui pousse spontanément dans les décombres, les friches, le long des chemins, souvent à proximité des lieux habités par l'homme (<http://www.miaime-a-ou.com/rudérale.php>, 2016).

**Espèce annuelle :** plante dont le cycle de vie dure quelques mois au cours d'une année (<http://www.rustica.fr/article-jardin/plantes-annuelles,4400.html>, 2016).

**Espèce phare :** espèce populaire et charismatique qui sert de symbole et de point de ralliement pour stimuler la sensibilisation à la conservation et à l'action. ([http://www.biodiv.be/mali/glossary\\_keywrods/F/flagship\\_species](http://www.biodiv.be/mali/glossary_keywrods/F/flagship_species), 2016).

**Métabolites secondaires :** molécules ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Ils jouent différents rôles dont celui de moyen de défense contre les agressions externes et ne sont pas toujours nécessaire à la survie de la plante (KONE, 2009).

**Phytochimie :** étude des comportements, des réactions chimiques et du métabolisme des végétaux (<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/phytochimie/>, 2016).

**Phytothérapie** : traitement des maladies par les plantes (LE PETIT LAROUSSE, 1996).

**Principes actifs** : substance active qui agit au niveau thérapeutique en petite quantité (<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/principe-actif/>, 2016).

**Productivité** : quantité de richesse (naturelle, vivante) que peut fournir une surface ou un volume donné d'un milieu naturel (LE PETIT LAROUSSE, 1996).

Rapport-Gratuit.com

# *INTRODUCTION*

La science a permis la découverte de nombreux remèdes contre les différentes maladies dont la plupart sont encore traditionnels et requièrent l'utilisation des plantes médicinales. Dans le monde, 50 000 à 70 000 espèces végétales sont connues des systèmes médicaux traditionnels ainsi que modernes (SCHIPPmann & al, 2006). La phytothérapie est fondée sur l'utilisation des plantes médicinales dont les vertus sont dues à des principes actifs qu'elles synthétisent. Ces produits sont des métabolites secondaires bioactifs pouvant être dotés de pouvoir pharmacologique (SMALL & CALTING, 2000). Ces principes actifs constituent la base des remèdes traditionnels améliorés ou RTA (FARNSWORTH, 1988 ; ALCOM, 1995).

Madagascar possède treize milles variétés d'herbes et de végétaux à vertus thérapeutiques et aromatiques ce qui la place à la 4<sup>ème</sup> position après la Chine, les Etats Unis et l'Indonésie dans le classement mondial. Dans le contexte de la mondialisation de l'économie, la grande île doit diversifier ses produits d'exportation si bien que neuf cent tonnes de plantes médicinales ont été exportées en 2010. ([www.orange.mg/actualité/plantes-médicinales, 2015](http://www.orange.mg/actualité/plantes-médicinales, 2015)). Ainsi, les plantes traditionnelles font l'objet d'une recherche très stratégique de la part des chercheurs Malagasy, mais aussi des chercheurs mondiaux de la pharmacie, de l'agrochimie et de la biotechnologie.

Les phytochimistes sont particulièrement intéressés par les principes actifs contenus dans les extraits de plantes. Récemment, *Sigesbeckia orientalis* est entrée dans le domaine de la médecine et de la cosmétologie grâce à ses feuilles qui contiennent de la gomme-résine notamment riche en terpènes et en molécules de la famille des polyphénols comme le Darutoside, un composé qui est à l'origine de la propriété cicatrisante et apaisante (GEETHA & GOPAL, 2011).

Dans le cadre de l'exportation de plantes médicinales, SOTRAMEX (SOciété de TRAnsformation Malgache d'EXportation) commence l'exportation de feuilles de *Sigesbeckia orientalis* en 2010 pour le compte de la société Yves Rocher Paris, qui œuvre dans le monde de la cosmétique. (<http://www.yves-rocher.fr/control/com/fr/l-herbier-digital/le-sigesbeckia, 2015>). CHUPIN en 2010 affirme que les principaux enjeux de l'approvisionnement portent sur les volumes (biomasse) et la qualité intrinsèque de la plante (les taux de principes actifs), qui représentent son efficacité thérapeutique. Comme la filière *Sigesbeckia orientalis* n'est apparu que récemment, aucune étude relative à la disponibilité de la biomasse n'a encore été faite.

## **INTRODUCTION**

Sur ce, la Société Yves Rocher Paris a confié au Département de Biologie et Ecologie Végétales de l'Université d'Antananarivo, la réalisation de cette présente étude intitulée « La variation de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* par rapport aux gradients écologiques dans la région Alaotra Mangoro (cas d'Anjyro et de ses environs) dont les objectifs sont :

- de connaître la réalité sur la filière *Sigesbeckia orientalis*
- d'identifier les facteurs appropriés pour une bonne productivité

Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses suivantes ont été émises :

- la productivité varie selon la période de cueillette (la saison de cueillette et la phénologie de la plante).
- la productivité varie selon les caractéristiques physiques et chimiques du sol.
- la productivité varie selon la distance par rapport au point d'eau.

Cette étude sera divisée en quatre (4) parties : d'abord la présentation de la zone d'étude, ensuite les matériels et méthodes d'études adoptées, puis la compilation des résultats et les interprétations et enfin dans la dernière partie figurera la discussion suivie d'une conclusion générale et de quelques perspectives.

# PREMIERE PARTIE :

## MILIEU D'ETUDE

## I.1 MILIEU D'ETUDE

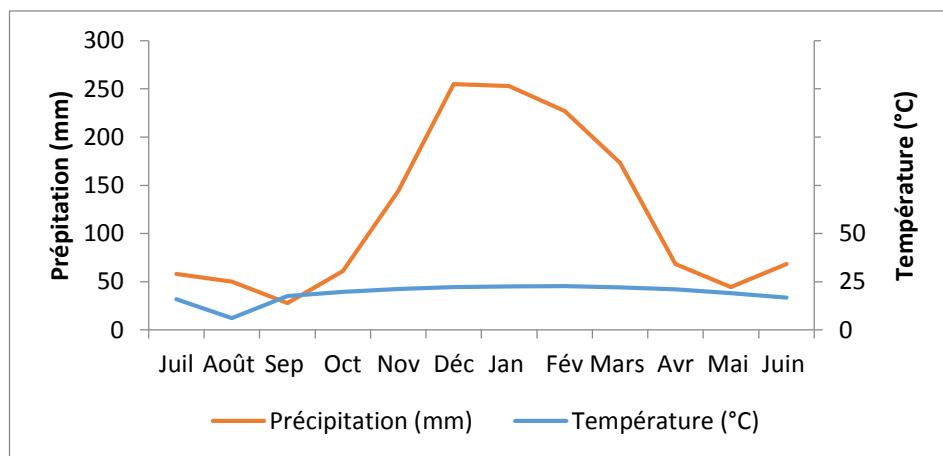
### I.1.1 Situation géographique

La présente étude a été réalisée dans le Centre Est de Madagascar, dans la Région Alaotra Mangoro, situé entre 17°19' et 19°9' de latitude Sud et 48°12' et 48°39' de longitude Est (ex-province de Tamatave) ; plus précisément dans le District de Moramanga où se trouve la Commune de Sabotsy Anjiro. (JARIALA/ONE, 2010). Durant l'année 1993, la Commune rurale de Sabotsy Anjiro a été éclatée en six communes à savoir : Sabotsy Anjiro, Antanandava, Vodiriana, Anosibe Ifody, Belavabary, Ambohidronono. Dans cette étude, ces communes ont été prises en compte comme toujours appartenant à la commune de Sabotsy Anjiro (Carte 1).

### I.1.2 Milieu abiotique

Dans le domaine climatique, la partie Est de Madagascar appartient au type climatique perhumide, avec une assez forte érosivité. Elle est annuellement menacée par des cyclones tropicaux générateurs de fortes pluies (CTFT, 1974 ; HUMBERT & COURS- DARNE, 1965).

Ce sont les données climatiques fournies par le service météorologique d'Ampandrianomby, des années entre 1961-1990 (Annexe 1), qui ont été prises pour la caractérisation climatique de la ville de Moramanga. La pluviométrie annuelle est de 1430,6 mm, le mois le plus arrosé est le mois de Décembre tandis que le mois de Septembre est le moins pluvieux comme le montre le diagramme ombrothermique de Gaussen dans la figure1.



**Figure 1** Courbe ombrothermique de Moramanga selon la méthode de GAUSSEN

D'après les données climatiques obtenues, la température minimale est de 15,9°C, enregistrée au mois de juillet et la température maximale est de 22,8°C, enregistrée au mois de Février. La température moyenne annuelle est proche de 20°C (RABENARIVO, 2015).

La région Alaotra Mangoro est située entre la falaise de l'Angavo à l'Ouest et la falaise Betsimisaraka à l'Est. Le relief est caractérisé au Nord par les cuvettes de l'Alaotra, d'Andilamena, et de Didy qui sont de vastes plateaux intermédiaires (CTFT, 1974). Les zones plus basses sont occupées par les marais et les eaux libres comme le Lac Alaotra et le Lac Antsomanga (RABENARIVO, 2015).

La partie Est de Madagascar est caractérisée par des sols ferralitiques rouges ou jaunes sur rouges, caractéristiques des régions chaudes et humides. L'altération chimique du substrat géologique est très poussée et entraîne une importante épaisseur du sol (JARIALA/ONE, 2006). Dans le domaine agro-écologique, les sols sont faiblement érodables et sont protégés par une végétation dense. Toutefois, la mise en culture par les défrichements (cultures sur brûlis) et les labours des sols (exemple : culture de gingembre) occasionnent de fortes pertes en terre allant jusqu'à 150t/ha/an (ROOSE & SARRAILH, 1972).

### **I.1.3 Milieu biotique**

- Flore et végétation**

La région Alaotra Mangoro présente des zones appartenant au domaine de l'Est, avec quelques traits du domaine du centre : forêt humide de moyenne altitude (HUMBERT, 1965).



©A.M.A ,2015

**Photo 1** Paysage de la Région Alaotra Mangoro

Selon FARIMALALA & RAJERIARISON (1990), c'est une zone intermédiaire entre la zone écofloristique de basse altitude (0 à 800m) de la série à *Anthostema* et à

MYRISTICACEAE et la zone écofloristique de moyenne altitude (800 à 1800m) de la série à *Weinmannia* et à *Tambourissa*. Dans la région, *Prunus africana* (Kotofihy) est un exemple d'espèce de plante phare , qui se trouve dans la partie Nord-Est d'Alaotra Mangoro.

Des Orchidées comme *Aerangis modesta* et *Aeranthes neoperrieri*, des Palmiers comme *Dypsis heterophylla*, *Dypsis hildegardii* et *Dypsis louvelii* ou bien comme *Ravenea latisecta* et *Ravenae madagascariensis* et aussi *Pandanus analamazaotrensis*, *Pandanus leptopodus* et *Pandanus spinifer* sont localisées notamment dans le parc National de Mantadia et considérées comme des espèces phares de la Région (<http://www.parcs-madagascar.com,2016>).

• **Faune**

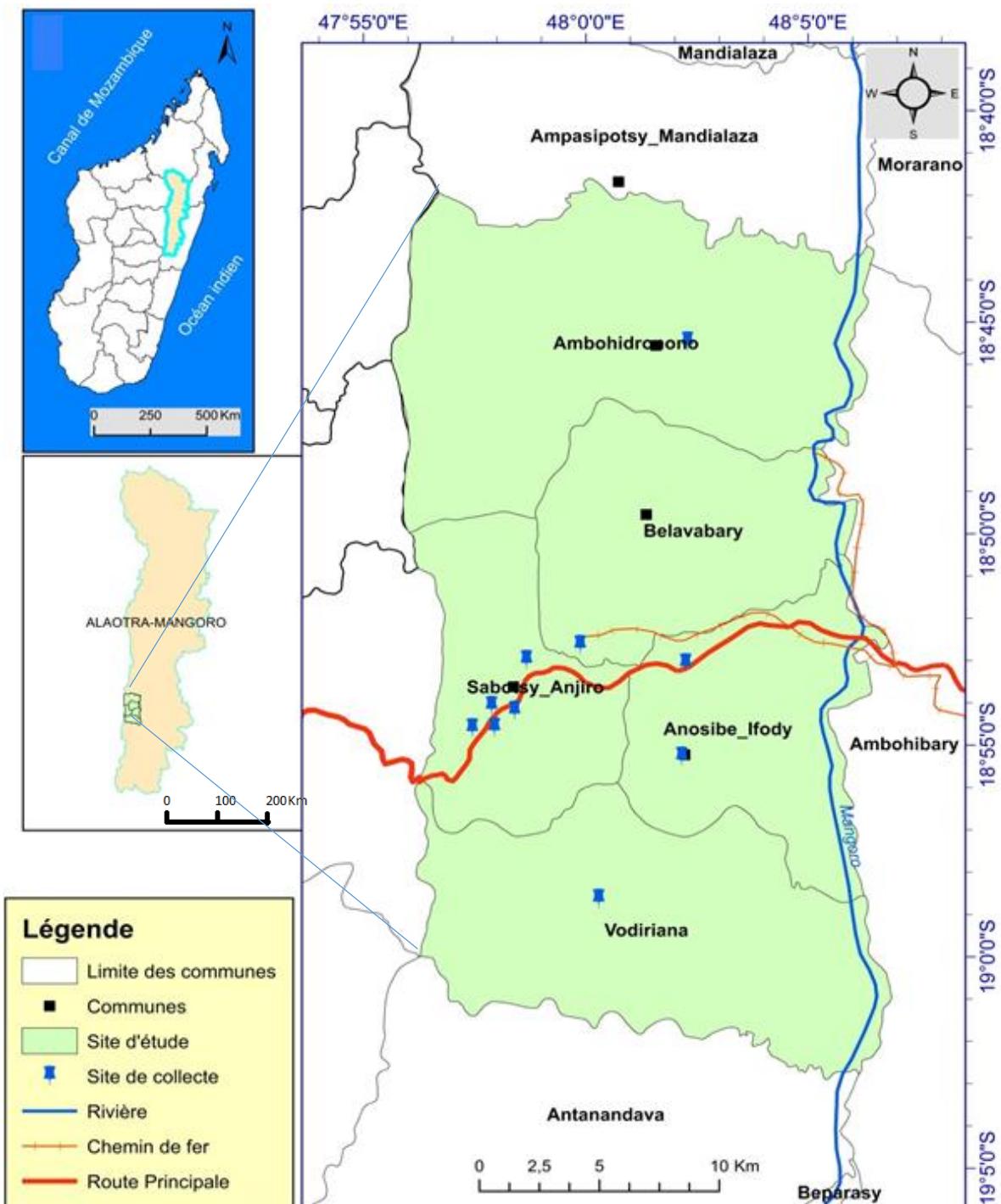
La faune de la région Alaotra Mangoro est caractérisée par : 34 espèces de Lémuriens, 84 espèces d'Oiseaux, 76 espèces de Micromammifères, 51 espèces de Chiroptères, 89 espèces d'Amphibiens et 63 espèces de Reptiles. (JARIALA/ONE, 2006).

Voici quelques espèces phares de la région Alaotra Mangoro (<http://www.parcs-madagascar.com,2016>) : *Indri indri*, *Eulemur fulvus*, *Propithecus diadema* (Lémuriens), *Atelornis pittoides* (Oiseaux), *Calumma parsonii*, *Brevu cornis* (Reptiles) et *Mantella pulchra* (Amphibiens).

• **Population et ses activités**

Sabotsy Anjiro vient de la juxtaposition de Sabotsy et Anjiro. Le nom de la commune a été donné par Radama I en souvenir du feu allumé entre Sabotsy et Anjiro pour symboliser la guerre entre la population locale et les militaires du Roi Andrianampoinimerina (T.M.D., 2008).

La population est composée par les Bezanozano et compte 17 193 habitants dont 52% de femmes et 48% d'hommes. D'après les statistiques, les migrants représentent plus de 25% de la population dont les principaux sont les Merina 8,28 %, les Betsimisaraka 6,13 %, les Sihanaka 4,37%, les Betsileo 3,35%, les Antaimoro 2,84% (T.M.D., 2008).



Carte 1 Localisation des sites d'étude dans la région Alaotra Mangoro

Dans la commune de Sabotsy Anjiro, la population locale pratique la riziculture, l'élevage et la polyculture (légumes et fruits) tandis que les migrants exercent dans les secteurs tourisme, hôtellerie et commerce. Par ailleurs, la récolte de plantes médicinales comme *Centella asiatica*, *Aphloia theaformis*, *Sigesbeckia orientalis* et autres plantes médicinales et aromatiques, fait partie des activités supplémentaires pour la majorité de la population d'Anjiro, depuis la fin du 19ème Siècle. Dans certaines localités, l'élevage de porcin et la vente de mouton sont interdits, tout comme travailler la terre le mardi et le jeudi (T.M.D., 2008).



©RAKOTOANADAHY ,2015

**Photo 3 :** Avec la population de la Commune de Sabotsy Anjiro



© NANTENAINA, 2015

**Photo 2 :** Avec la population de la Commune d'Ambohidronono

DEUXIEME PARTIE :  
MATERIELS ET METHODE

## II.1.MATERIEL BIOLOGIQUE

*Sigesbeckia orientalis* appartient à la famille des ASTERACEAE ou COMPOSITAE. Cette famille comporte des arbres, des arbustes, des lianes et des herbacées (ALLORGE, 2008). Les détails de sa classification sont présentés ci-dessous :

**Classification botanique validée par Angiosperm Phylogeny Group III (M.W.CHASE & J.M. REVEAL, 2009).**

(<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/2016>) ;

ORDRE: ASTERALES (Link) ;

FAMILLE : ASTERACEAE (Bercht. & J. Presl) ;

GENRE : *Sigesbeckia* L. ;

ESPECE : *orientalis* L. ;

SYNONYME : *S. glutinosa* ;



©A.M.A, 2015

**Photo 4** *Sigesbeckia orientalis* à l'état végétatif

NOMS MALGACHES : Satrikoazamaratra, Tsivadihana, Mandalodiaraikitra (HUSSON & al, 2010) ;

NOMS FRANÇAIS : Guérit-vite, Herbe divine, Herbe de Saint-Paul, Colle-colle. (YVES ROCHER, 2014).

### Description de *Sigesbeckia orientalis* L.

*Sigesbeckia orientalis* est une espèce rudérale annuelle, herbacée, érigée, de 40 à plus de 100cm de hauteur. Comme la figure l'indique, les feuilles sont simples, opposées, dentelées. Le limbe est velu avec des nervures pourpres. Les fruits sont des akènes minces et rugueux. La reproduction se fait par graines uniquement .Les fleurs sont jaunes regroupées en inflorescences soutenues par des feuilles poilues et collantes. La tige est rougeâtre munie d'une racine pivotante. Cette espèce est un adventice qui fréquente des cultures, sur sols relativement riches. (HUSSON & al, 2010 ; L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT, 2001),

**Distribution et utilisation de l'espèce**

Plante originaire des Indes, répandue de l'Asie du Sud Est jusqu'en Australie et en Polynésie, ainsi que sur les îles de la Réunion, Maurice et Madagascar. Elle est connue par ses vertus cicatrisantes en l'appliquant directement sur la plaie après broyage ou mâchage. Les propriétés antiallergiques, anti-inflammatoires, anti radicalaires démontrées convergent vers des applications en dermo - cosmétique. (L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT, 2001 ; IRD, 2005 ; [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).



a : Inflorescence en capitule ; b : Fruit ; c : graine en akènes ;

**Figure 2** Schéma descriptif de la morphologie de *Sigesbeckia orientalis*

## **II .2 METHODES**

### **II.2.1 Etudes préliminaires**

Les études préliminaires ont été effectuées de façon préalable avant la descente sur terrain et pendant les travaux. D'une part, des documents concernant *Sigesbeckia orientalis* ont été consultés ainsi que des ouvrages, des mémoires de DEA et de doctorat, relatifs aux méthodes écologiques et aux milieux d'étude. D'autre part, la consultation des spécimens d'herbier a été effectuée afin de confirmer la description botanique de l'espèce *Sigesbeckia orientalis*, les noms vernaculaires et les lieux où on peut la rencontrer. Celle-ci a été faite à l'herbarium TAN du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza.

### **II.2.2 Choix de la zone d'étude**

La société SOTRAMEX a déjà entamé la récolte des feuilles de *Sigesbeckia orientalis* dans la Commune de Sabotsy Anjiro. Le choix de commencer l'étude dans ce site semble être le plus judicieux pour débuter la recherche. Les parcelles d'étude ont été installées dans des endroits présentant *Sigesbeckia orientalis*. Chaque parcelle doit avoir une dimension permettant d'évaluer la productivité de *Sigesbeckia orientalis* pour confirmer les hypothèses mentionnées dans l'introduction.

## **II.3 COLLECTE DE DONNEES**

La collecte de données se divise en deux parties : les enquêtes ethnobotaniques et les relevés écologiques.

### **II.3.1 Enquêtes ethnobotaniques**

L'ethnobotanique est une science pluridisciplinaire à la croisée de la botanique et des sciences sociales. Dans ce cadre de réflexion les principaux thèmes abordés concernent les plantes utiles à l'homme (MALAISSE, 1997) Dans le but de mieux connaître un peu plus *Sigesbeckia orientalis*, des enquêtes sur son utilisation, sa répartition dans la commune, sa période d'abondance, ses différents types de substrat ainsi que les cultures probablement contaminées, ont été menées. Les interviews sont de type semi-structuré avec des questions semi - ouvertes pour garder une certaine flexibilité dans la conversation et d'ouvrir des échanges avec l'informateur. (GERIQUE, 2006). Une fiche d'enquête préétablie (annexe 2) a été utilisée comme guide pour se souvenir des points importants et les réponses ne sont notées qu'après chaque entretien. Les lieux de rencontre sont soit les habitations, les champs de cultures, les chemins ou d'autres endroits qui conviennent aux interlocuteurs.

### **II.3.2 Méthode de relevés écologiques**

Afin de localiser les sites de relevé, une prospection de la zone d'étude a été effectuée. Par définition, un relevé écologique est l'ensemble d'observations écologiques effectuées sur une unité élémentaire qui doit être la plus homogène possible (uniformité des conditions apparentes, homogénéité phisyonomique, homogénéité floristique) (GOUNOT, 1969). Pour chaque champ, on a délimité une superficie égale à l'aire minimale qui est la plus petite surface présentant le plus grand nombre d'espèces (Braun Blanquet, 1965). Pour la communauté des plantes adventices, elle est équivaut à 25 m<sup>2</sup> (Walter, 2002). Lors de notre étude, la surface de relevé est donc fixée à 25m<sup>2</sup>. Comme les champs où pousse *Sigesbeckia orientalis* appartiennent à des petits paysans très modestes, la surface d'étude n'atteint pas toujours les 25 m<sup>2</sup>, ainsi pour atteindre cette surface, des champs situés côte à côte (Figure 3) doivent être combinés pour constituer la parcelle de relevé.

Pour chaque parcelle, les paramètres suivants ont été relevés :

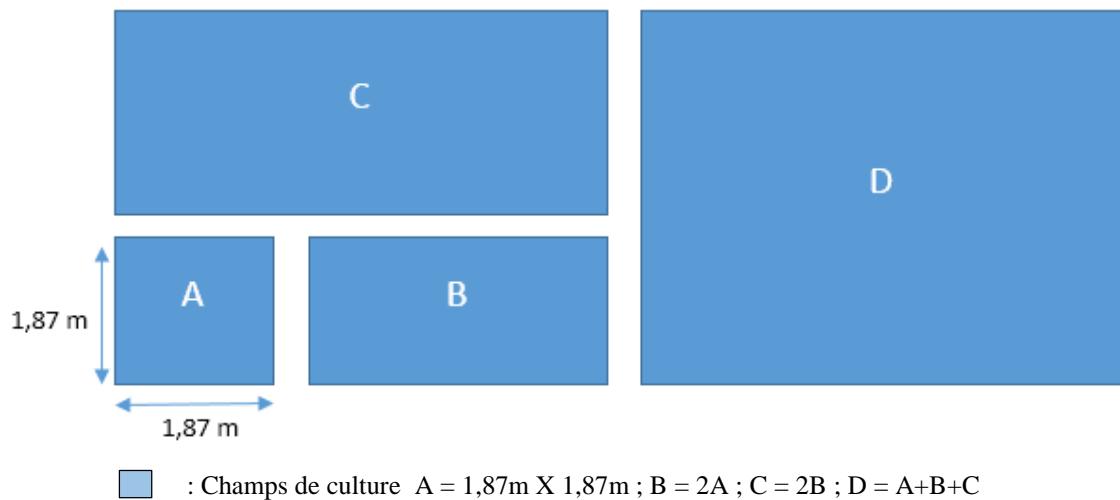
#### **Paramètres stationnels :**

- ✓ Station : Humide, sèche
- ✓ Topographie : bas fond, mi-versant, haut versant
- ✓ Altitude : niveau par rapport à la mer en mètre
- ✓ Coordonnées géographiques : Latitude et longitude données par le GPS
- ✓ Proximité des points d'eau par rapport au site de relevé
- ✓ Période ou mois de relevé : début de saison de pluie, pleine saison de pluie et fin saison de pluie.

#### **Paramètres biologiques :**

- ✓ Le nombre d'individu de *Sigesbeckia orientalis* pour chaque placeau
- ✓ Le nombre de feuilles pour chaque individu
- ✓ Stade phénologique de chaque individu

Les données sont notées sur une fiche de relevée pour chaque placette (Annexe 3).



**Figure 3** Schéma du dispositif de relevé

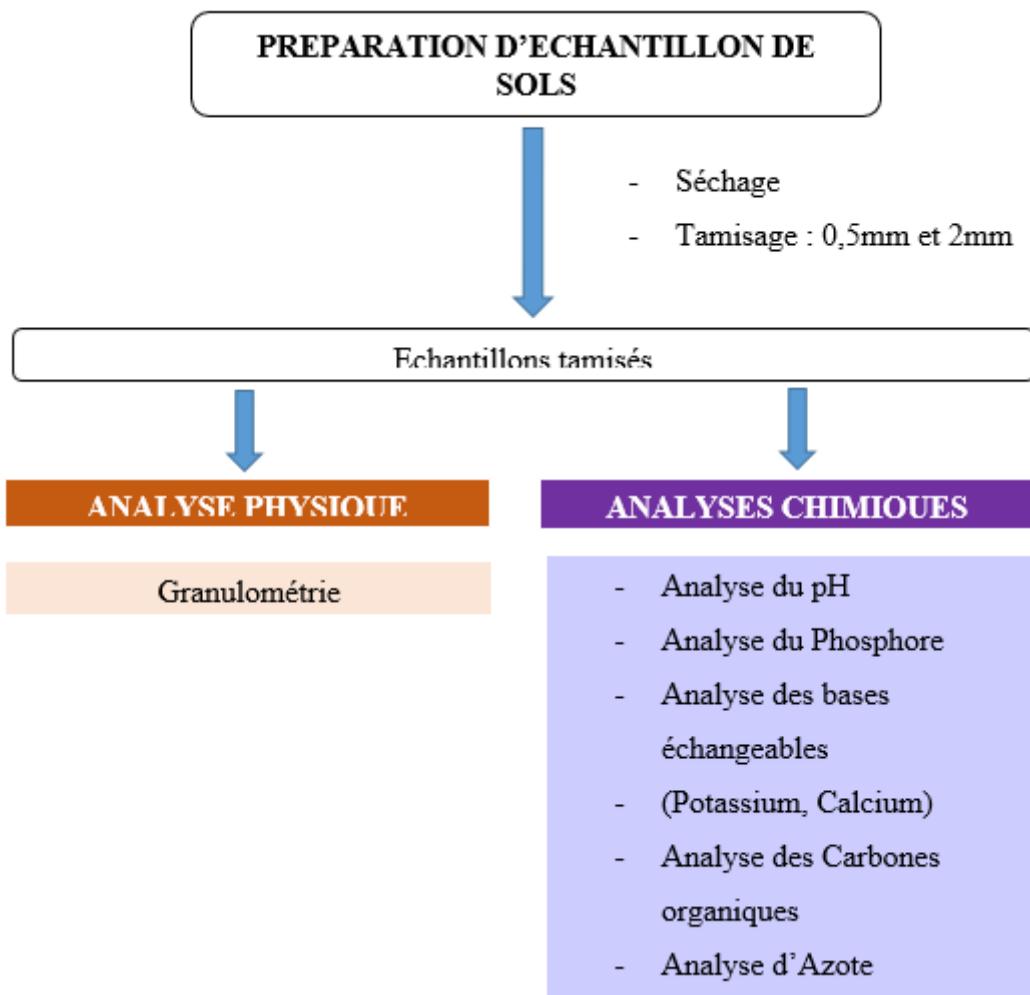
### II.3.3 Analyse pédologique

Afin d'évaluer les caractéristiques du sol favorable à l'installation de la végétation et de déterminer la relation sol-plante, dans chaque site d'étude, un échantillon de sol de 500g a été prélevé.



Les racines de *Sigesbeckia orientalis* ne sont pas très longues (10 à 12 cm) donc une fosse pédologique de 40 cm de largeur et de 10 à 14 cm de profondeur a été creusée pour le prélèvement des échantillons de sol.

L'analyse pédologique a été réalisée au laboratoire de FOFIFA Tsimbazaza Antananarivo Madagascar. Après la collecte des échantillons de sol, des analyses physiques et chimiques ont été faites pour connaître les caractéristiques du sol de chaque site (figure 4). Les procédés d'analyse sont détaillés dans l'annexe 3.



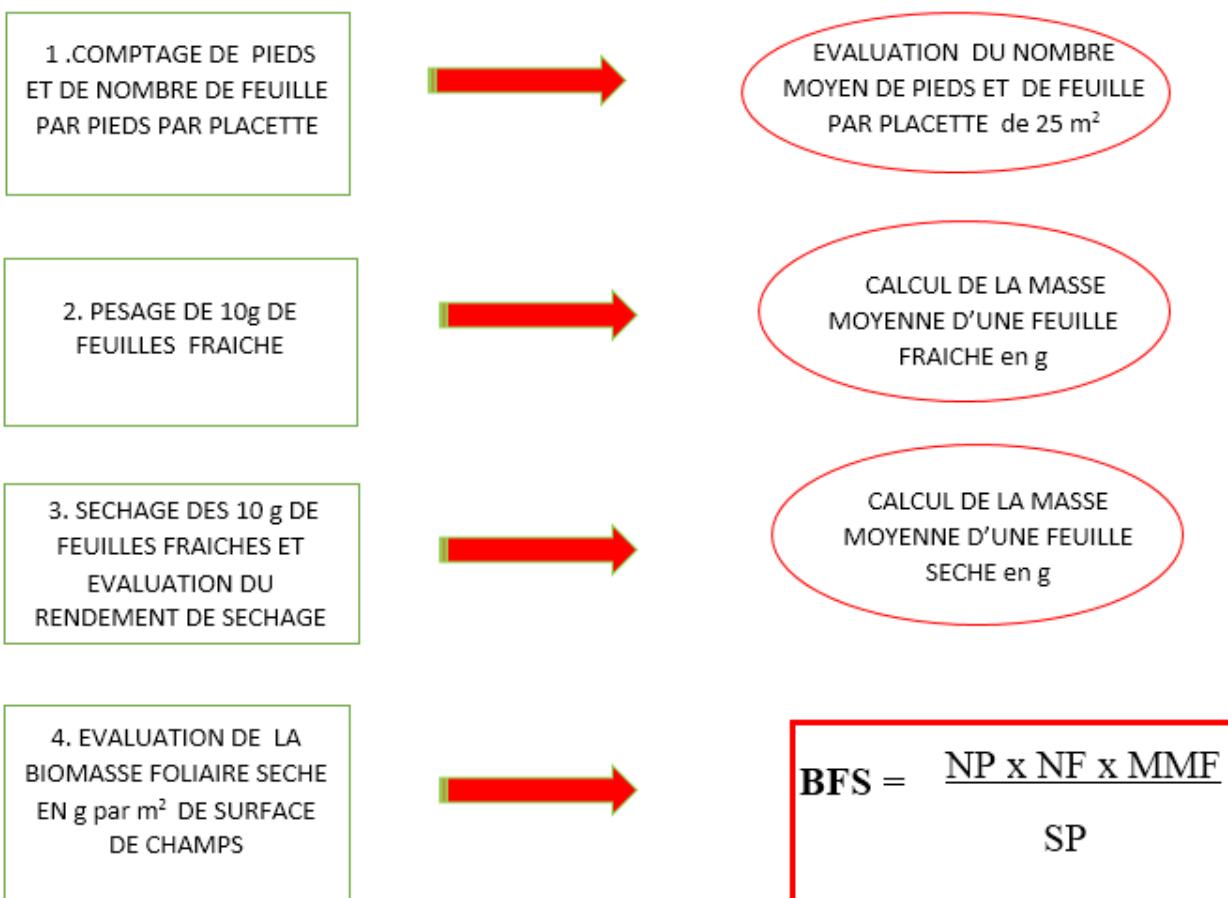
**Figure 4** Schéma récapitulatif des étapes de l'analyse pédologique

#### II.4 ETUDE DE LA PRODUCTIVITE DE *Sigesbeckia orientalis*

Afin d'évaluer la productivité de *Sigesbeckia orientalis*, la quantité de biomasse foliaire a été calculée. La biomasse est la quantité de matière vivante mesurée en unité de masse de substance fraîche ou sèche.

L'utilisation de la masse sèche est plus judicieuse vue qu'une plante peut perdre 80% de son eau de constitution en 1h par transpiration (FRONTIER et al. 1998). Comme on n'utilise que les feuilles pour l'extraction du Darutoside, la productivité sera représentée par la valeur de la biomasse foliaire en g de matière sèche par m<sup>2</sup> de surface de champs de culture.

Pour chaque site, les étapes (figure 5) suivant ont été suivies.



**BFS** : quantité de biomasse foliaire sèche en g par m<sup>2</sup>

**MMF**: Masse moyenne d'une feuille sèche en g ; **NP** : Nombre moyen de pieds par placette

**NF**: Nombre moyen de feuille par placette ; **SP** : Surface d'une placette égale à 25 m<sup>2</sup>

**Figure 5** Etapes opérationnelles pour le calcul de la biomasse foliaire sèche

Ces calculs ont été faits pendant les trois périodes d'étude (Janvier, Mars, Décembre) pour étudier la variation.

## II.5 TRAITEMENT DES DONNEES

Pour confirmer les hypothèses sur la productivité de *Sigesbeckia orientalis*, des analyses statistiques ont été effectuées.

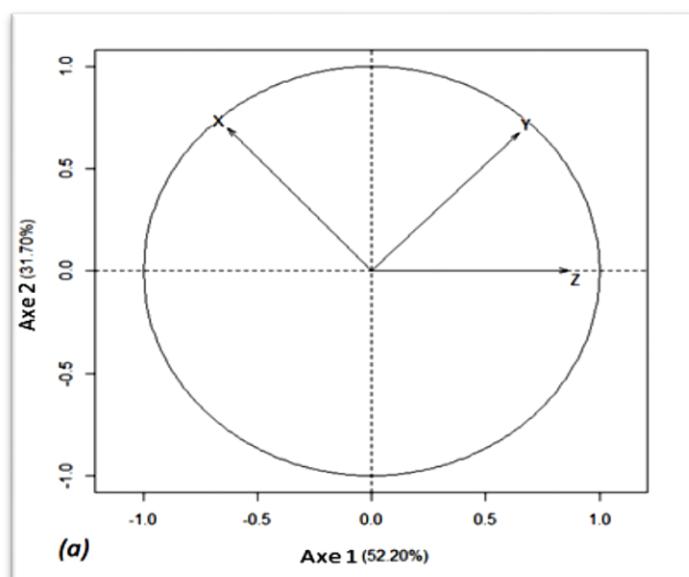
L'analyse numérique des données constitue un support méthodique lors de la conception d'une recherche (LEGENDRE & LEGENDRE, 1979). Face à la complexité des données, cette analyse permet de réduire la dimensionnalité des données et de rendre les données interprétables. Plusieurs méthodes ont été utilisées :

### II.5.1 Analyse en composantes principales ou ACP

L'objectif de l'Analyse en Composantes Principales ou ACP est de regrouper les paramètres redondants pour diminuer le nombre à analyser lors de l'analyse de variance ANOVA pour les caractéristiques du sol.

L'Analyse en Composantes Principales ou ACP est une méthode qui consiste à analyser plusieurs variables. Elle est très utile pour l'ordination des objets décrits par des variables environnementales. Très souvent, ces variables étant mesurées dans des unités différentes, les variables sont réduites et centrées avant l'analyse (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Selon la variante de calcul choisie, l'ACP privilégie deux types de représentations. Pour la présente étude, seul le cadrage de type 2 « vecteurs propres normés à  $\alpha$  », représenté par le cercle de corrélation a été utilisé (Figure 6). Les angles entre descripteurs dans l'espace factoriel représentent la corrélation entre eux.



**Figure 6** Cercle de corrélation des caractéristiques du sol

- Si  $\alpha=0$ , la corrélation est maximale, donc l'affinité est maximale entre les deux descripteurs
- Si  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ , la corrélation est positive, donc il y a une affinité entre ces deux variables
- Si  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ , la corrélation est négative, donc il y a une affinité négative entre ces deux variables, c'est-à-dire ces deux variables n'agissent pas à la fois
- Si  $\alpha=90^\circ$ , la corrélation est nulle.

### **II.5.2 Analyse de variance ANOVA**

Cette analyse sera utilisée pour voir les variations probables de la quantité de biomasse foliaire sèche en fonction des gradients écologiques. C'est une méthode statistique basée sur la comparaison des moyennes de plusieurs échantillons. Le principe de l'ANOVA est de comparer la variabilité à l'intérieur de chaque échantillon avec les variabilités entre les échantillons. Pour cela nous avons utilisé le test de Fischer F qui exprime le ratio entre l'estimation intergroupe par rapport à l'estimation intra-groupe. Le paramètre statistique utilisé est la probabilité p indiquant le niveau de différence de variable au niveau de confiance de 95%. Si  $p < 0,05$ , la différence entre les niveaux de variable est statistiquement significative.

TROISIÈME PARTIE:  
RESULTATS ET  
INTERPRETATIONS

### III.1 ETUDES PRELIMINAIRES

#### III.1.1 Etude ethnobotanique

Dans cette entrevue, 100 personnes ont été interviewées dont 79 affirment connaître la plante et 21 ne connaissant pas. Toutes les données d'enquête présentées dans cette partie résultats et interprétations proviennent de ces 79 personnes.

Les informations collectées lors des enquêtes sont récapitulées dans le tableau 1.

**Tableau 1** Résultats des enquêtes ethnobotaniques

Catégories	Réponses obtenues	Pourcentage des réponses obtenues (%)
<b>SUBSTRATS</b>	Terre fertile	<b>82,52</b>
	Près des points d'eau	17,48
<b>PERIODES D'ABONDANCE</b>	Octobre	<b>30,66</b>
	Novembre	26
	Décembre	25,27
	Janvier	18,11
<b>REPARTITIONS</b>	Commune de Sabotsy Anjiro	65,17
	Communes avoisinantes de Sabotsy Anjiro	34,82
<b>CULTURES ASSOCIEES</b>	Haricot	<b>44,78</b>
	Gingembre	36,28
	Mais	18,92
<b>USAGES</b>	Anti- diarrhéique	<b>68,36</b>
	Cicatrisant	30,94
<b>PROCEDES DE CUEILLETTE</b>	Toutes les feuilles	<b>18,08</b>
	Quelques feuilles seulement	40,22
	Plante entière	<b>41,72</b>
<b>COUT DU KG SEC EN ARIARY</b>	100-200	4,76
	1500-1200	4,76
	2000-3000	<b>55,47</b>
	3000 et plus	35
<b>CUEILLEURS</b>	FEMME	<b>64</b>
	HOMME	36

Toutes les réponses obtenues sont très significatives avec des probabilités p<0,0001.

Les interviews auprès de la population ont montré que *Sigesbeckia orientalis* est une plante qui pousse en majorité sur les terres fertiles (82,52%) ce qui signifie que malgré sa réputation de mauvaise herbe, elle a des exigences en matière de substrat. Elle est abondante au mois d'Octobre (30,66%) et les interviewés affirment qu'elle pousse dans la Commune de Sabotsy Anjiro (65,17%) mais aussi dans les Communes voisines (34,82%). Les cultures susceptibles d'être contaminées par *Sigesbeckia orientalis* sont la culture de haricot (44,78%), de gingembre (36,28%), et quelques fois la culture de maïs (18,92%). La plupart des gens de la commune l'utilise comme anti-diarrhéique (68,36%) ou comme cicatrisant (30,94%).

Pour en savoir plus, des interviews sur les procédés de cueillette et le prix du kilogramme de feuilles sèches ont été faites. Ces enquêtes ont permis de voir les failles suivantes : la majorité de plantes sont arrachées (41,72%) pendant la cueillette pour gagner du temps. Aussi, le prix du kilogramme de feuilles sèches varie entre 2000 à 3000 Ariary (55,47%). Enfin, 64% des cueilleurs sont des femmes et 36% sont des hommes malgré la dureté du travail.

### **III.1.2 Analyse pédologique**

Les résultats des analyses physiques et chimiques du sol sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous. Et les informations sur les lieux de collecte d'échantillon sont résumées dans l'annexe 4

Le tableau 2 montre les valeurs du pH, le taux de carbone C, de l'azote N, du potassium K, du phosphore P et les proportions d'argile, de limon ainsi que de sable pour chaque échantillon de sol prélevé dans les 10 sites.

**Tableau 2** Résultats des analyses pédologiques

Sites	pH	C %	N %	C/N	P (BrayII) ppm	K (méq /100g)	Arg %	Lim %	Sab %
Anjiro Gare	5,23	5,03	0,273	18,4	59,7	0,95	20	16	64
Antatabe	5,53	1,52	0,133	11,4	53,4	0,51	14	8	78
Ambohijanaka	4,18	2,56	0,21	12,2	5,1	0,41	14	12	74
Ambohitsitompo	4,41	0,68	0,056	12,1	0,1	0,09	16	10	74
Manankasina	4,16	3	0,203	14,8	19,1	0,31	22	10	68

## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

(suite tableau 2)

Antanandava	5,15	3,76	0,259	14,5	27	0,97	28	4	68
<b>Sites</b>	<b>pH</b>	<b>C %</b>	<b>N %</b>	<b>C/N</b>	<b>P (BrayII) ppm</b>	<b>K (méq /100g)</b>	<b>Arg</b>	<b>Lim</b>	<b>Sab</b>
Belavabary	5,24	3,6	0,224	16,1	56,9	0,44	10	4	86
Vodiriana	4,47	2,4	0,168	14,3	33,6	0,26	14	10	76
Anosibe Ifody	5,48	2,17	0,154	14,1	83,9	0,44	12	6	82
Ambohidronono	5,16	3,34	0,21	15,9	12,9	0,82	14	10	76

**A :** taux d'argile ; **C :** taux de carbone ; **C/N :** Rapport entre carbone et azote ; **K :** taux de potassium ; **L :** taux de limon ; **N :** taux d'azote ; **P :** taux de phosphore.

Les interprétations des résultats obtenues sont récapitulées dans le tableau 3. En général, le sol à *Sigesbeckia orientalis* présente: une texture de type limoneux très argileux avec un pH variant de fortement acide à extrêmement acide. Le rapport C/N est satisfaisant, signifiant un taux de matières organiques et minérales équilibré tandis que les taux de potassium et de phosphore sont très variables allant de très riche à très pauvre.

**Tableau 3** Interprétation des résultats de l'analyse pédologique

Sites	pH	C %	N %	C/N	P (BrayII) ppm	K (méq /100g)	Texture
Anjiro Gare	F. acide	Très riche	Très riche	S	Très riche	Très riche	LAS
Antatabe	M. acide	Moyen	Moyen	S	Très riche	Riche	LTS
Ambohijanaka	E. acide	Riche	Riche	S	Moyen	Riche	LTS
Ambohitsitompo	E. acide	Moyen	Pauvre	S	Très pauvre	Très pauvre	LTS

**A :** taux d'argile ; **C :** taux de carbone ; **C/N :** Rapport entre carbone et azote ; **E. acide :** Extrêmement acide ; **F. acide :** Fortement acide **K :** taux de potassium ; **L :** taux de limon ; **LAS :** Limono – argilo- sableux ; **LTS :** Limoneux très sableux ; **M. acide :** Moyennement acide ; **N :** taux d'azote ; **P :** taux phosphore ; **S :** Satisfaisante **SL :** Sablo-limoneux.

## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

(suite tableau 3)

Sites	pH	C %	N %	C/N	P (BrayII) ppm	K (méq /100g)	Texture
Manankasina	E. acide	Très riche	Riche	S	Riche	Moyen	LAS
Antanandava	F. acide	Très riche	Très riche	S	Très riche	Très riche	LAS
Belavabary	F. acide	Très riche	Riche	S	Très riche	Riche	SL
Vodiriana	E. acide	Riche	Riche	S	Très riche	Moyen	LTS
Anosibe Ifody	F. acide	Riche	Riche	S	Très riche	Riche	LTS
Ambohidrono no	F. acide	Très riche	Riche	S	Riche	Très riche	LTS

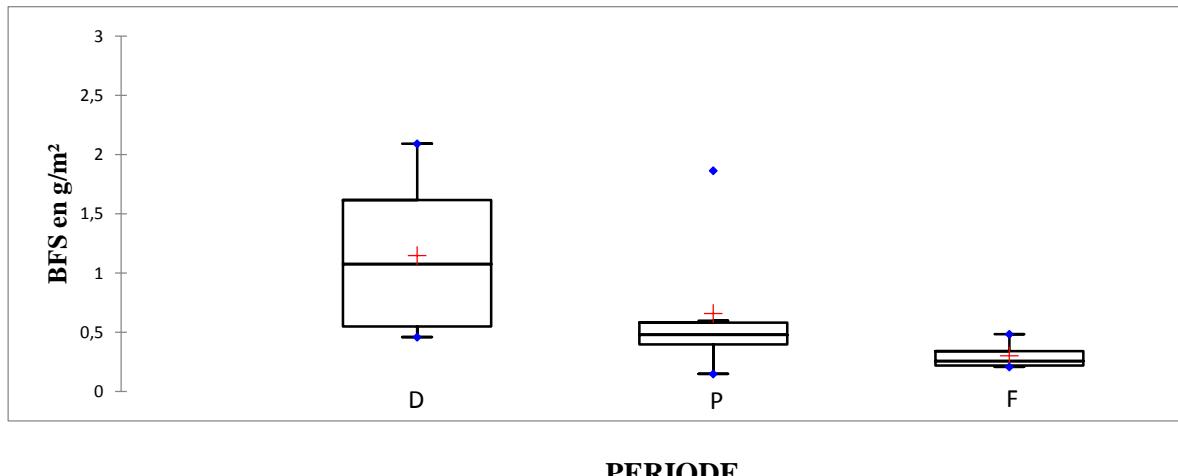
**A :** taux d'argile ; **C :** taux de carbone ; **C/N :** Rapport entre carbone et azote ; **E. acide :** Extrêmement acide ; **F. acide :** Fortement acide **K :** taux de potassium ; **L :** taux de limon ; **LAS :** Limono – argilo- sableux ; **LTS :** Limoneux très sableux ; **M. acide :** Moyennement acide ; **N :** taux d'azote ; **P :** taux phosphore ; **S :** Satisfaisante **SL :** Sablo-limoneux.

### II.2 VARIATION DE LA PRODUCTIVITE DE *Sigesbeckia orientalis*

Les résultats des étapes entreprises pour le calcul de la biomasse foliaire sèche ainsi que les données utilisées pour l'obtention des figures ci-dessous sont résumés dans l'annexe 5.

### III.2.1 Variations de la productivité en fonction des périodes de cueillette

La figure 7 montre les variations de la biomasse foliaire par rapport à la période de cueillette.



**PERIODE**

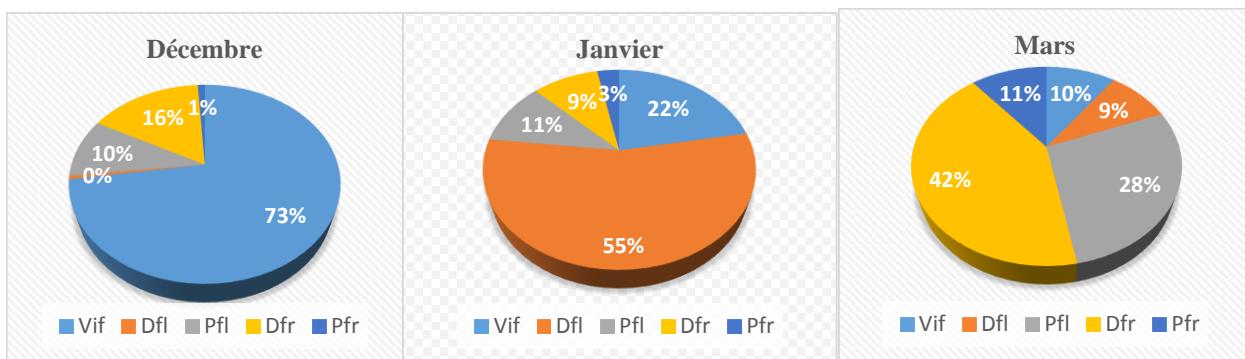
BFS : Biomasse foliaire sèche ; **D** : Début de saison de pluie ; **P** : Pleine saison de pluie ; **F** : fin de saison de pluie

**Figure 7** Variation de la productivité en fonction des périodes

La figure 7 montre une régression de la quantité de biomasse foliaire à partir du début de la saison de pluie vers la fin de la saison de pluie et l'analyse de variance ont montré une différence significative ( $p = 0,026$ ) entre début de la saison de pluie ( $2,092\text{g /m}^2$ ) et la fin de la saison de pluie ( $0,48\text{g/m}^2$ ). En effet, il y a une différence considérable de  $1,612\text{g/m}^2$  de biomasse foliaire.

La variation de la période du début vers la fin de saison de pluie influence donc la productivité de *Sigesbeckia orientalis*. Cette variation pourrait être reliée à l'état phénologique de la plante. Ainsi, le diagramme du cycle phénologique de *Sigesbeckia orientalis* a été établi dans la figure 8 ci-dessous.

Au début de la saison de pluie, 73% des individus sont en phase végétative, ce qui entraîne la valeur élevée de la biomasse ( $2,092\text{g /m}^2$ ). Pourtant, à partir de la pleine saison de pluie *Sigesbeckia orientalis* est déjà en phase de floraison et de fructification, en parallèle avec la réduction progressive de la biomasse foliaire : en pleine saison de pluie la valeur de la biomasse foliaire est de  $1,86 \text{ g /m}^2$  et en fin de saison de pluie elle est de  $0,48\text{g/m}^2$ .

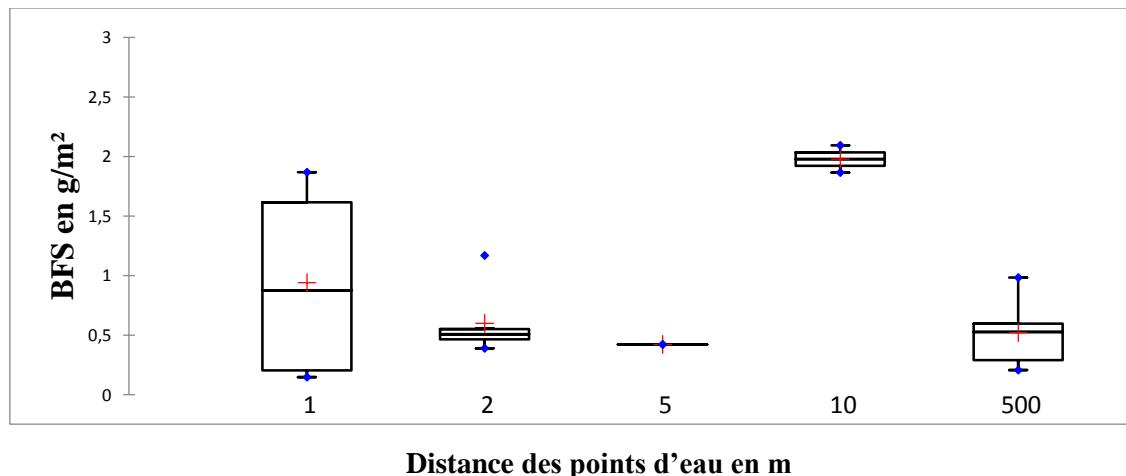


**Dfl** : début de floraison ; **Dfr** : début de fructification ; **Pfl** : pleine floraison ; **Pfr** : pleine fructification ;  
**Vif** : état végétatif.

**Figure 8** Diagrammes phénologiques de *Sigesbeckia orientalis* en fonction des périodes de collecte

### III.2.2 Variations de la productivité en fonction des points d'eau

Les variations de la quantité de biomasse foliaire sèche par rapport au point d'eau est représentée dans la figure 9 ci-dessous.



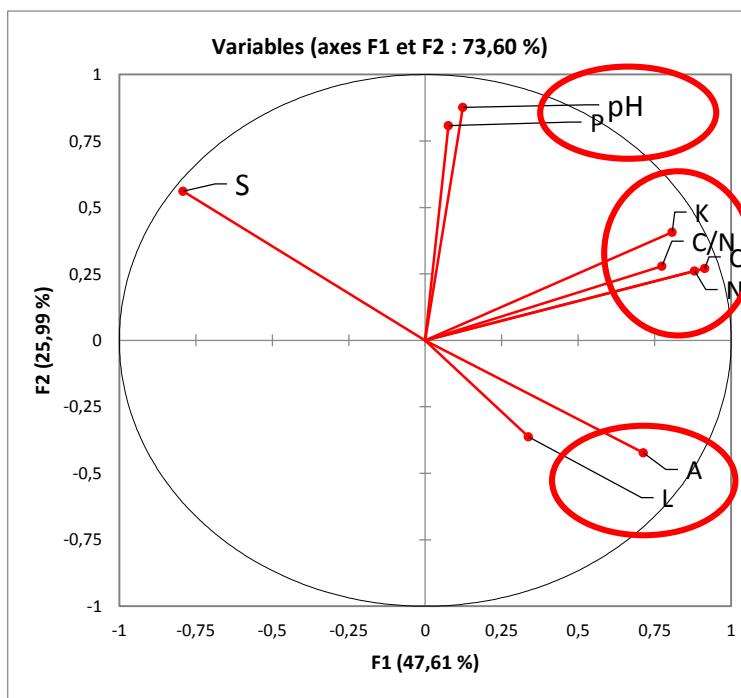
**Figure 9** Variation de la productivité par rapport à la proximité des points d'eau

Selon la figure, une distance de 10 m d'un point d'eau donne une biomasse élevée égale à  $1,979 \text{ g}/\text{m}^2$  et pour les distances inférieures et supérieures à celle-ci la quantité de biomasse diminue. Selon les statistiques, entre la distance 10 m et les autres distances de point d'eau il y a une différence significative avec  $p = 0,004$  à  $0,030$ . Donc, cette variation de la distance par rapport au point d'eau a un effet sur la quantité de la biomasse et la distance de point d'eau 10m est la plus appropriée pour *Sigesbeckia orientalis*.

### III.2.3 Variation de la productivité en fonction des caractéristiques du sol

Après l'analyse physique et chimique du sol, les différentes caractéristiques du sol ont été relevées pour l'analyse en composante principale ou ACP afin de définir les paramètres à analyser dans l'analyse de la variance de la productivité.

L'analyse en composante principale ou ACP a donné le cercle de corrélation de la figure 10.



**A : taux d'argile ; C : taux de carbone ; C/N : Rapport entre carbone et azote ; K : taux de potassium ; L : taux de limon ; N : taux d'azote ; P : taux de phosphore.**

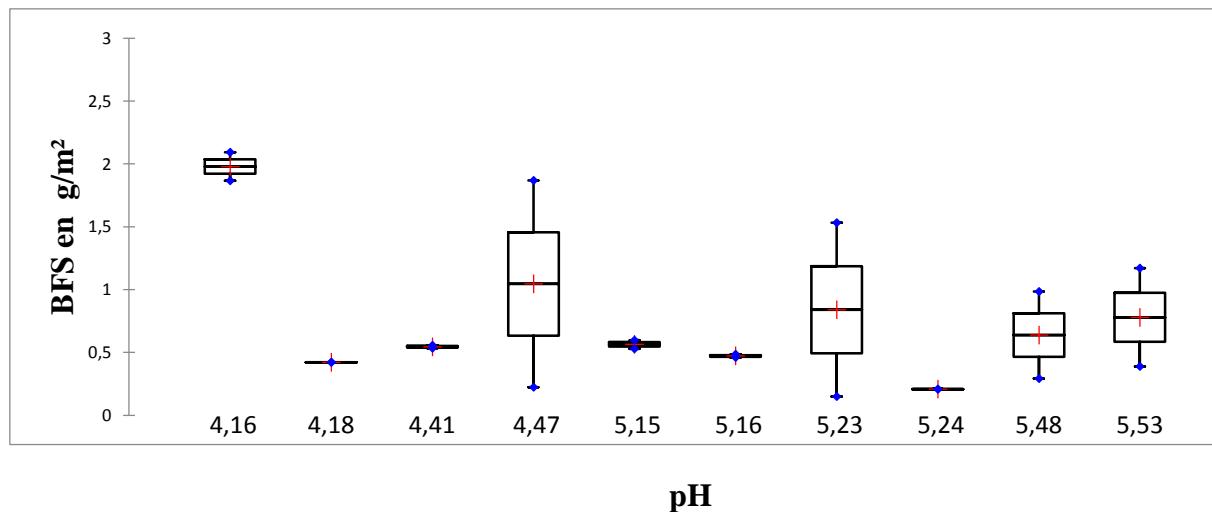
**Figure 10** Cercle de corrélation des caractéristiques du sol

- ✓ Le ph et le phosphore sont positivement corrélés, ce qui indique une affinité entre les deux paramètres : quand la valeur de ph augmente, le taux de phosphore augmente proportionnellement.
- ✓ Le rapport C/N, le taux de C, le taux de N et le taux de K sont positivement corrélés quand la valeur de C/N augmente le taux de C, le taux de N et le taux de K augmentent aussi.
- ✓ Le taux de limon et d'argile sont positivement corrélés mais ils ont une corrélation négative avec le taux de sable. Ce qui signifie que quand le taux de sable est élevé, la valeur des deux autres éléments diminue.

Les paramètres corrélés positivement sont considérés comme un seul paramètre pour éliminer la redondance. Ainsi seul le pH, le rapport C/N, le taux de sable et d'argile seront considérés pour l'analyse de la variance de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* selon les caractéristiques du sol.

- Influence du pH du sol sur la quantité de biomasse foliaire

Après l'analyse du sol, des valeurs du pH ont été relevé, la figure 11 montre la variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction de la valeur du pH.



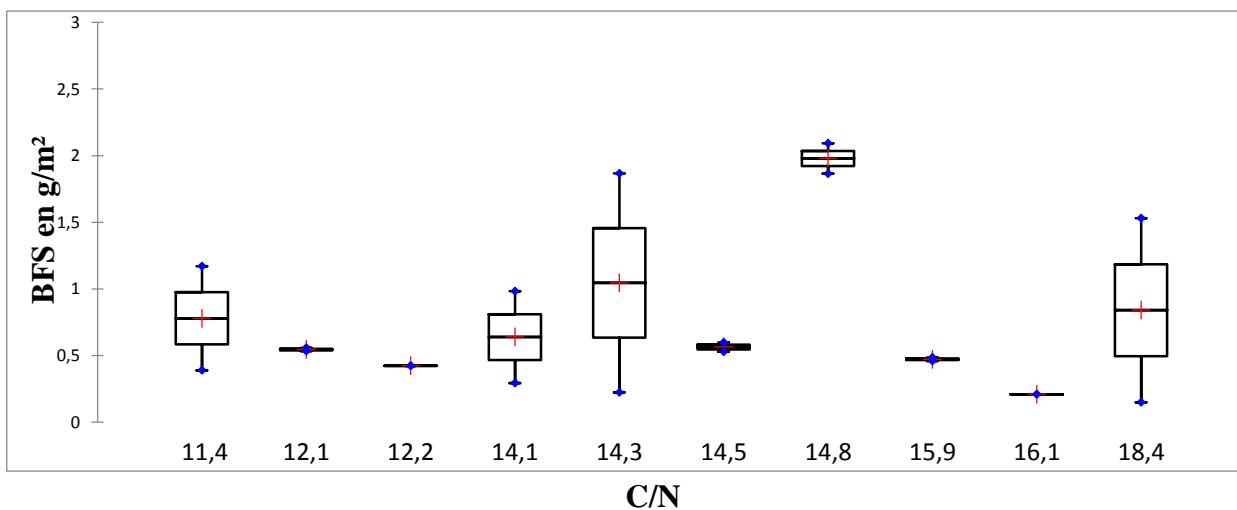
BFS : Biomasse foliaire sèche

**Figure 11** Variation de la quantité de biomasse par rapport au pH du sol

Le pH varie de 4,16 à 5,53 indique un pH acide. Selon les statistiques, il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de la biomasse pour le pH 4,16 à 5,53 ce qui veut dire que la quantité de la biomasse n'est pas affectée par la variation du pH.

- Influence de la variation de rapport C/N du sol sur la biomasse foliaire

La figure 12 montre la variation de biomasse foliaire sèche en fonction du rapport C/N à partir de l'analyse de la variance.



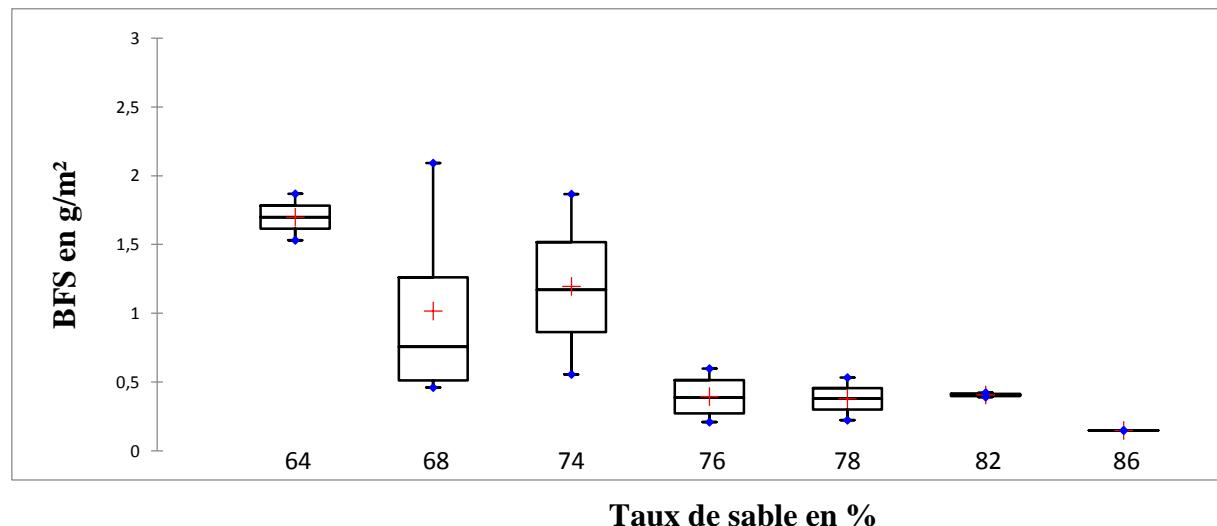
BFS : Biomasse foliaire sèche

**Figure 12** Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du rapport C/N du sol

Le rapport C/N varie de 11,4 à 18,4 avec une quantité de biomasse foliaire de 0,208 à 1,979 g/m<sup>2</sup>. Selon les statistiques, il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de la quantité de biomasse foliaire suivant valeurs du rapport C/N. Compte tenu de ces résultats, la variation du rapport C/N n'influence pas la quantité de biomasse foliaire.

- Influence du taux de sable du sol sur la quantité de la biomasse foliaire

La figure 13 montre les résultats sur la variation de la quantité de biomasse foliaire sèche par rapport au taux d'argile et de sable du sol.



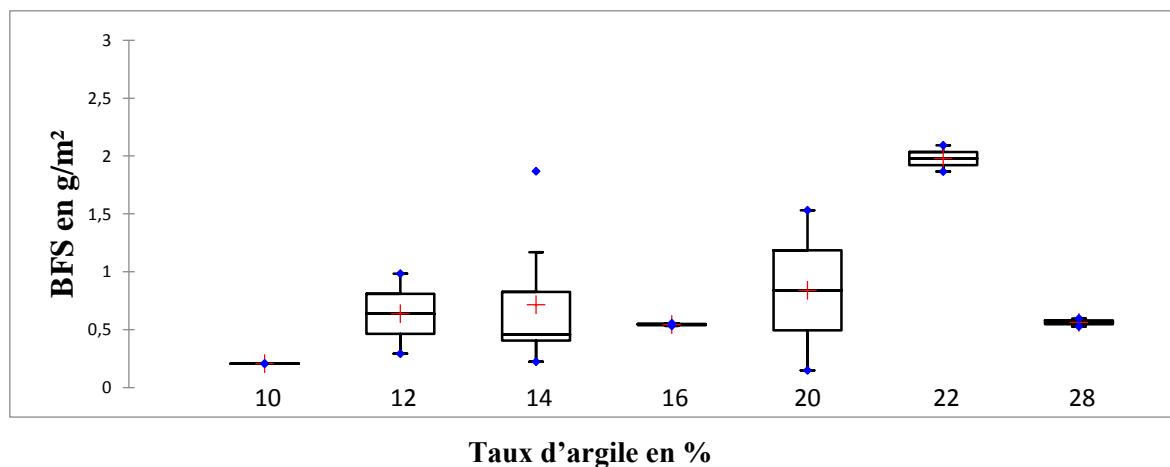
BFS : Biomasse foliaire sèche

**Figure 13** Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du taux de sable du sol

Visiblement, il y a une diminution de la quantité de biomasse à mesure que le taux de sable augmente. Statistiquement, il y a une différence significative entre les valeurs de biomasse relevées pour chaque taux de sable  $p= 0,012 \text{ à } 0,028$  indiquant ainsi l'influence régressive de taux de sable sur la quantité de la biomasse foliaire.

- Influence du taux d'argile du sol sur la quantité de la biomasse foliaire

Apres l'analyse des variances (ANOVA), les résultats suivant ont été obtenus selon la figure14.



**BFS :** Biomasse foliaire sèche

**Figure 14** Variation de la quantité de biomasse foliaire en fonction du taux d'argile du sol

Il y a augmentation progressive de la valeur de la biomasse à partir du taux d'argile 10 à 22% et au-delà de ce taux, la valeur diminue progressivement. Ces variations progressives de la valeur de la biomasse sont statistiquement significatives par rapport aux taux d'argile 20% et 22% ( $0,015 \leq p \leq 0,033$ ). La biomasse est donc sensible à la variation du taux d'argile, et les taux les plus appropriés sont situés entre 20% et 22%.

# DISCUSSION

Les études effectuées précédemment ne sont pas exhaustives et comportent quelques points à discuter.

### **1 - Problèmes rencontrés lors des études sur le terrain.**

Les méthodes de relevés ont rencontré quelques difficultés au niveau de la réalisation. Vu que *Sigesbeckia orientalis* est considérée comme une mauvaise herbe, les propriétaires des champs n'acceptent pas de les laisser sur leurs champs pour nos suivis et procèdent à un désherbage. Par conséquent, pour poursuivre nos recherches, il a fallu voir les autres champs voisins avec des caractéristiques similaires pour les suivis périodiques. Donc, les individus observés au début de la saison des pluies ne sont pas forcément ceux observés à la période de pleine pluie ni à la fin de la saison de pluie.

Lors des enquêtes ethnobotaniques, nous avons remarqué que la population n'accorde pas de grande importance à *Sigesbeckia orientalis*. La plupart ignore que celle-ci peut être une source de revenu et ceux qui ne l'ignorent pas ne s'en préoccupent pas. Evidemment pour eux, le cout du kilo de feuilles sèches est très bas (2000 à 3000 Ariary) et ils ne voient pas l'intérêt de perdre du temps pour si peu. Seules les familles les plus pauvres participent à sa cueillette et pour ne pas laisser leurs gagne-pain quotidien, cette tâche est attribuée aux femmes qui sont le plus souvent des femmes au foyer.

Sa réputation de mauvaise herbe affecte beaucoup sa cueillette, si bien qu'elle se fait tant qu'il y en a et cela devient un problème de conservation puisque les acheteurs ne viennent que quand ils en ont besoin. Maintenir la qualité du produit devient donc un challenge de plus pour les pauvres paysans. Les résultats d'enquête apportent des informations sur les enjeux de la filière au niveau de la qualité et de la quantité.

### **2 - Variation de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* en fonction de la période de cueillette**

La productivité de *Sigesbeckia orientalis* varie en fonction de la période de cueillette. HAINGOTIANA en 2010 affirme que la période de récolte favorable va d'Octobre à Mars pour cette plante. Nos études indiquent que le mois de Décembre est le mois où la quantité de récolte est la plus élevée et par la suite, il y a régression progressive de la productivité jusqu'au mois de Mars. Ainsi, le mois de Décembre pourrait donc être considéré comme le mois propice à la cueillette.

### **3 - Variation de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* en fonction de la distance par rapport au point d'eau**

Nos résultats rapportent que la productivité est influencée par la distance de l'espèce par rapport au point d'eau. Ce résultat est similaire aux travaux de FRONTIER et PICHOD-VIALE en 1998, affirmant que l'eau devient un facteur limitant si la quantité excède ou ne comble pas le besoin de la plante. En plus, l'eau joue un rôle très important dans la conduction des sèves, d'abord en véhiculant les éléments de la racine jusqu'au niveau de la feuille, puis en élaborant les éléments et les actifs de la feuille vers les autres organes. Comme *Sigesbeckia orientalis* est une plante herbacée à racine fragile, l'eau devient un facteur limitant de la croissance à une distance supérieure ou inférieure à 10 m. D'ailleurs, CHUTIA et BORAH en 2012, affirme que le manque d'eau peut entraîner un stress affectant le statut physiologique d'un organisme en altérant son métabolisme, sa croissance et son développement. Pour avoir une bonne productivité de *Sigesbeckia orientalis*, il faut respecter ses besoins en eau, donc la distance par rapport au point d'eau égale à 10 m est la plus appropriée pour maintenir une bonne condition en matière d'eau.

### **4 - Variation de la productivité par rapport aux caractéristiques du sol**

Selon les résultats, il n'y a pas de variation de la productivité suivant le pH et le rapport C/N ; cela pourrait être expliqué par le fait que le pH ne varie pas beaucoup (entre 4,16 - 5,53) tout comme le rapport C/N qui reste élevé (11- 18,4). Ces 2 caractéristiques du sol semblent être adéquates pour le *Sigesbeckia orientalis* contrairement aux taux de sable et d'argile qui influencent sa productivité. ANDRE en 1960, affirme que le sable favorise la circulation de l'eau mais ne la retient pas et procure au sol une bonne aération. Pour *Sigesbeckia orientalis*, quand le taux de sable augmente, la biomasse foliaire diminue proportionnellement. Les résultats montrent que 64% de sable est le taux approprié pour maintenir un équilibre entre la circulation d'eau et l'aération du sol afin d'avoir une bonne productivité. En 1960, DUCHAUFOUR a trouvé que l'argile a la capacité de retenir une grande quantité d'eau grâce à sa structure feuilletee. Nos résultats révèlent que la quantité d'eau retenue par un taux de 20 à 22% d'argile assure la meilleure productivité de *Sigesbeckia orientalis* .

### **5 - Relation entre la productivité de la biomasse foliaire et la quantité de Darutoside**

Compte tenu de nos résultats, si on considère la quantité de la biomasse, la meilleur période de cueillette serait donc la saison de début de pluie puisque la productivité y est élevée. Cependant, les travaux de NANTENAINA en 2016 qui considèrent la quantité de Darutoside affirment que la période propice à la cueillette serait plutôt pendant la saison de fin de pluie

où la quantité de principe actif est la plus élevée. Par conséquent la saison où la productivité de la biomasse foliaire est au maximum, la quantité de Darutoside est moindre et crée un problème au niveau de la réalisation du travail de cueillette. Notons aussi que pendant la saison de fin de pluie, *Sigesbeckia orientalis* est en période de floraison et de fructification et la biomasse foliaire est ainsi réduite, ce qui est similaire à l'état *d'Artemisia annua* dont le taux d'Artemisine est aussi élevé à ce stade (QUENNOZ et al, 2008). Donc, la quantité de Darutoside dépend de l'état physiologique de la plante.

# CONCLUSION

## **CONCLUSION**

Nos études ont permis d'avoir des informations sur la filière *Sigesbeckia orientalis*. En effet, les enquêtes entreprises ont permis de voir la réalité sur les sites d'étude. Les interviewés (79%) connaissent la plante et l'utilise en tant que anti-diarrhéique, cicatrisant ou antifatigue. Elle pousse en général sur les terres fertiles, quelques fois près des point d'eau et elle se repartie dans la commune de Sabotsy Anjiro et ses environs. Selon les entretiens auprès de la communauté locale, l'abondance de *Sigesbeckia orientalis* est marquée pendant la saison de pluies, cette espèce est considérée comme une plante adventice des cultures ; elle est présente couramment dans les champs de manioc, d'haricot et de gingembre. La filière est encore mal connue par la communauté locale et les procédés de cueillette sont parfois destructifs (arrachage de pied ou de toutes les feuilles) qui nuisent beaucoup à la régénération de la plante. Les cueilleurs sont la plupart du temps des femmes au foyer et le coût du kilo de feuilles sèches est trop bas (2000 à 3000 Ariary).

Ce travail a aussi apporté une précision sur les facteurs appropriés pour une bonne productivité de *Sigesbeckia orientalis* : début de la saison de pluie, présence de point d'eau à 10 m et un sol à : pH acide de 4,16 à 5,53, un rapport C/N entre 11 et 18,4, un taux de sable égale à 64 % et un taux d'argile de 20 à 22%. En effet, les trois hypothèses sont confirmées : la quantité de biomasse foliaire varie selon la période de cueillette, la distance par rapport au point d'eau et les caractéristiques du sol sur lequel elle se développe.

Ces recherches ont aussi permis de constater que la période propice à la cueillette basée sur la productivité (de saison de pluie) ne coïncide pas avec la période où le taux de principe actifs est élevé (fin de la saison de pluie). Il faut aussi prendre en compte la découverte du stade phénologique où la quantité de Darutoside est exploitable (état de floraison et de fructification) ce qui indique que l'état physiologique de la plante a un rapport avec l'augmentation de la sécrétion de métabolites secondaires. Ainsi, il est nécessaire de trouver un compromis sur la productivité et la quantité de Darutoside pour augmenter le rendement de la cueillette. Etant données que cette étude est la première étude écologique réalisée sur cette plante d'autres études supplémentaires doivent encore être faites. Une étude mensuelle se déroulant sur une ou deux années servirait à donner beaucoup plus de précision sur la vie de la plante.

Pour gérer la productivité et assurer la survie de l'espèce, un essai de culture devrait aussi être envisagé prochainement. Vu que *Sigesbeckia orientalis* est en phase d'exploitation, une étude sur l'impact environnemental de la cueillette est indispensable pour la gestion durable des ressources et la protection de l'espèce.

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- ALCOM, J.B. 1995 - The scope and aims of Ethnobotany in a developing world. *Ethnobotany: evolution of a discipline. Schultes and von Reis (Eds)*. DioscoridesPress, Portland, Oregon. pp.23-39.
- ALLORGE, L. 2008 - Plantes de Madagascar Atlas. Ulmer.Paris:67p.
- ANDRE, G. 1960 - *Chimie agricole*. Chimie du sol. Ballière J.B. et Fils éd, France : 625p.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1965. *The study of communities*. Plant sociology. Masson. New York and London. 430p.
- CHUPIN, J. 2010 - *Comment l'exploitation durable d'une plante dans un territoire, affecte-la sécurisation de l'approvisionnement dans la filière? Cas d'étude de Centella asiatica (L.) Urban, plante médicinale et à usage cosmétique, à Madagascar*. Master Recherche Innovation et Développement des Territoires Ruraux. SUPAGRO Montpellier. 129 p
- CHUTIA, J. & BORAH, S. P. 2012- Water Stress Effects on Leaf Growth and Chlorophyll Content but Not the Grain Yield in Traditional Rice (*Oryza sativa* Linn.) Genotypes of Assam, India II Protein and Proline Status in Seedlings under PEG Induced Water Stress, *American Journal of Plant Sciences*, 3, 971-980. pp 1- 10.
- KONE, D. 2009 - *Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante*. Thèse de Doctorat. Mention : Chimie organique. Univ. Bamako : 188p.
- FARIMALALA, M.H. & RAJERIARISON, C., 1990 - *Nomenclature des formations végétales de Madagascar*. ANGAP. Antananarivo. 42p.
- FARNSWORTH, N.R. 1988 - Screening plants for new medicines. In: *Biodiversity. E. O. Wilson (Eds)*. National Academy Press, Washington DC, USA. pp 83-97.
- FRONTIER, S & PICHOD-VIALE, D. 1998. *Ecosystèmes*, DUNOD 2<sup>e</sup> éd, pp 62-93.
- GEETHA, R & GOPAL, G V. 2011: Phytochemical screening of *Sigesbeckia orientalis* L., a medicinal plant of ASTERACEAE. *Journal of Basic & applied biology*, 9p.

## REFERENCES

- GERIQUE, A. 2006 – An introduction to ethnoecology and ethnobotany, Integrative assessment and planning methods for sustainable agroforestry in humid and semiarid regions. Department of geography, University of Giessen. pp 1- 20.
- GOUNOT, M. 1969 – *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*; Masson. Paris; 314p
- HAINGOTIANA, S. H. 2013. *Influence des facteurs démographiques et écologiques sur la qualité des récoltes des plantes médicinales*. Mémoire de DEA en Biologie et Ecologie Végétales. Option: Ecologie Végétale. Univ. Antananarivo. 90p.
- HUMBERT, H. & COURS-DARNE, G. 1965. *Notice de la carte de Madagascar*. Trav. Sect. Sc. Tech. Inst. Fr. Pondichéry. 135p.
- HUSSON, O., CHARPENTIER, H., CHABAUD, F. X., NAUDN, K., RAKOTONDRAMANANA, & SEGUY, L. 2010 - Flore de jachères et adventices des cultures: Les principales plantes des jachères et adventices de cultures à Madagascar. In: Flore de Madagascar. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar*. Annexe1. 64p
- JARIALA/ONE. 2008 – Profil environnemental de la Région Alaotra Mangoro. Analyse, diagnostic environnementale, enjeux environnementaux et indicateurs; 1180 – 000- ONE, 139p.
- L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT. 2011- *Inventaire des plantes médicinales de Vohimana Madagascar et propriétés ethno médicales associées selon les savoirs-faire locaux rapportés*. Phyto- logic éd, pp 168 - 169.
- LEGENDRE, P., & LEGENDRE, L. 1998. *Ecologie Numérique*. Analyses multidimensionnelle. Bio 2042. Elsevier. Amesterdame. pp: 45 - 46.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1979. *Ecologie Numérique*. Le traitement multiple des données écologiques. Masson. Paris .T 1. 187p
- MALAISSE, F. 1997 – Se nourrir en forêt Claire africaine: Approche écologique et nutritionnelle. *Presses Agronomiques*, Gembloux, Belgique. 384p.

- DUCHAUFOUR, D. 1960 – Précis de pédologie. Masson et Cie, Paris : pp 14 - 16
- NANTENAINA, R. H. 2016 - *Influence Des Facteurs Eco-Biologiques Et Des Traitements Des Echantillons De Sigesbeckia Orientalis L. Sur La Production De Darutoside Dans La Region Alaotra Mangoro (Cas D'Anjirro)*. Mémoire de Master en Biologie et Ecologie végétales, Parcours : DIASE, Univ. Antananarivo ; 78p
- QUENNOZ, M., CARLEN, C. & SIMONNET, X. 2008 - Rôle de la recherche agronomique pour une meilleure compétitivité des produits à base de plantes médicinales et aromatiques. *Anlass* ; Conférence Wädenswil, ZHAW. pp 1 – 4.
- RABENARIVO, T. M. 2015. *Etude écologique des espèces végétales et animales les plus utilisées par les communautés locales dans la zone du projet Ambatovy en vue d'une création de stratégie de conservation*. Mémoire de DEA en Biologie et Ecologie Végétales. Option: Ecologie Végétale Appliquée. Univ. Antananarivo. 104p.
- RAKOTONDRAMANANA, & SEGUY, L. 2010. Flore de jachères et adventices des cultures: Les principales plantes des jachères et adventices de cultures à Madagascar. In: *Flore de Madagascar. Manuel pratique du semis direct à Madagascar*. Annexe 1. 64p.
- ROOSE E. & SARRAILH J.-M. 1972 - *Erodibilité de quelques sols tropicaux Vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles*, Centre ORSTOM, Montpellier Cedex France. Forestier du CTFT Kourou-Guyane française. pp: 7-30.
- SCHIPPmann, U., LEAMAN, D. & CUNNINGHAM, A. B. 2006 - Cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. In: *Medicinal and aromatic plants*. Bogers, R. J., L. E. Craker, and D. Lange (Eds). Springer, Dordrecht, Wageningen. Series n°17.
- SCHONHUTH, M. & KIEVELITZ, U. 1994 – *Les méthodes participatives de recherché et de planification dans la coopération au développement. Diagnostic rapide en milieu rural*. GTZ (GmbH). Coopération technique Exhbork, 140 p.
- SMALL, E. & CALTING, P. 2000 – *Les cultures médicinales canadiennes*. CNRC- NRC, Canada. 281p.

- T.M.D. 2008. *Monographie de la Commune Rurale de Sabotsy Anjiro*. 43p.
- YVES ROCHER. 2014 – *L'extrait de feuilles de Sigesbeckia orientalis, un actif destine aux peaux sensibles*; Synthèse des travaux de LUBRANO, C. et PORTET,B. ; Paris, 20p.
- WALTER, A. M., CHRISTENSEN, S. & SIMMELSGAARD, S. E. 2002. Spatial correlation between weed species densities and soil properties. *Weed Research*, pp: 26-38.

- LISTE WEBOGRAPHIQUE (2015/2016)

<http://www.orange.mg/actualité/plantes-médicinales> [site consulté le 12 mars 2015].

<http://www.yves-rocher.fr/control/com/fr/l-herbier-digital/le-sigesbeckia> [site consulté le 12 mars 2015].

<http://www.parcs-madagascar.com> [site consulté le 31 mai 2016].

<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> [site consulté le 31 mai 2016].

<http://www.tropicos.org> [site consulté le 24 août 2016].

<http://mots-agronomie.inra.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Adventice> [site consulté le 24 août 2016].

<http://mobile-dictionary.reverso.net/francais-definition/bioactif> [site consulté le 24 août 2016].

<http://www.universalis.fr/recherche/> [site consulté le 24 août 2016].

<http://www.mi-aime-a-ou.com/rudérale.php> [site consulté le 24 août 2016].

<http://www.rustica.fr/article-jardin/plantes-annuelles,4400.html> [site consulté le 24 août 2016].

## **REFERENCES**

[http://www.biodiv.be/mali/glossary\\_keywrods/F/flagship\\_species](http://www.biodiv.be/mali/glossary_keywrods/F/flagship_species) [site consulté le 24 août 2016].

<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/phytochimie/> [site consulté le 24 août 2016].

<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/principe-actif/> [site consulté le 24 août 2016].

# ANNEXES

**Annexe 1 :** Tableau des données climatiques de Moramanga (1961-1990)

<b>Mois</b>	<b>Jan</b>	<b>Fév</b>	<b>Mars</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Août</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Déc</b>	<b>Moyenne annuelle</b>
<b>Précipitation (mm)</b>	253	227,2	173,4	68,2	44,4	68,4	58	50,2	28	60,9	144	255	1 430,6
<b>Nombre de jours de pluie (jours)</b>	19,7	17,9	21,2	15,1	16,2	16,9	18,8	19	12,8	12,8	15,2	19	185,6
<b>Température (°C)</b>	22,5	22,8	22	21	19	16,8	15,9	6,1	17,5	19,7	21,3	22,2	19,73

**Source :** Direction de la Météorologie d'Ampandrianomby, 2008

**Annexe 2:** Questionnaire d'enquête ethnobotanique

<b>INFORMATIONS SUR LA PLANTE</b>
Connaissez-vous le « Satrikoazamaratra » ?
Sur quel genre de substrat peut-on la rencontré ?
Pendant quel période cette espèce est-elle la plus abondante ?
Dans quelle commune se répartie-t-elle ?
Sur quel type de culture peut-on la trouver ?
Cette plante a-t-elle pour vous des usages thérapeutiques ?
<b>INFORMATIONS SUR LA FILIERE</b>
Comment procède- t- on à la cueillette des feuilles ?
Combien coûte le kilo de feuilles sèches ?
Les cueilleurs sont-ils des femmes ou des hommes ?

**DATE: 26/01/15****Altitude: 912m****Station: humide****CG: S 18°52'37.8" E 47°59' 52.4"****Distance par rapport au point d'eau: 5 m****Topographie: bas fond**

Lieu	N°placette	N de pieds	N de feuilles
Ambohijanaka	1	1	8
	1	1	8
	1	1	6
	1	1	5
	1	1	4
	1	1	4
	1	1	10
	1	1	6
	2	1	30
	2	1	10
	2	1	48
	2	1	10
	2	1	72
	2	1	10
	2	1	10
	2	1	60
	3	1	24
	3	1	10
	3	1	8
	3	1	6
	3	1	6
	3	1	8
	3	1	8
	3	1	10

## Annexe 4 PROTOCOLES D'ANALYSE PEDOLOGIQUE DE FOFIFA

### PREPARATION D'ECHANTILLON DE SOLS

#### Procédure

- Verser et étaler le sol sur une feuille de papier portant la référence.
- Glisser le sac d'origine sous l'échantillon afin de ne pas le séparer de ce dernier.
- Deux ou trois fois par jour, écraser à la main les mottes de terre afin de favoriser le séchage. L'échantillon est sec lorsqu'il s'effrite entre les doigts sans coller.
- Faire passer à travers un tamis de 2mm d'ouverture.

Après chaque opération de tamisage, verser le refus sur une feuille de papier. Si celui-ci contient de la terre agglomérée, la mettre dans un mortier en porcelaine, et à l'aide d'un pilon, écraser les petites mottes de terre sans taper ni appuyer trop fort.

Pour les analyses de routine, conserver environ 500g de cet échantillon dans un sachet plastique portant la référence.

- Broyer ensuite 10g de ce même échantillon et faire passer à travers un tamis de 0.5mm d'ouverture. Le conserver dans un sachet plastique portant le référence. Cet échantillon est réservé pour les analyses suivantes :
- ✓ Carbone organique
- ✓ Azote Kjeldahl

### DETERMINATION DU PH DES ECHANTILLONS

#### Principe

La différence de potentiel créée entre une électrode de verre et une électrode de référence plongées dans une solution à analyser est une fonction linéaire du pH de celle-ci.

#### Appareillage et réactifs

- pH mètre
- Bécher de 50ml
- Solution tampon pH 4 et pH 7

#### Mode opératoire

- Peser 10g de sol séché à l'air dans un Bécher de 50ml.
- Ajouter 25ml d'eau distillée.
- Laisser en contact pendant 30mn en agitant de temps en temps à l'aide d'une baguette de verre.

Après étalonnage du pH-mètre, introduire avec précaution l'électrode dans la suspension et lire le pH.

Ne pas agiter la suspension durant la mesure.

## **DETERMINATION DU TAUX DE PHOSPHORE ASSIMILABLE**

### **Principe**

Les phosphates donnent un complexe phosphomolybdique en présence de molybdate d'ammonium, en milieu acide.

Après une réduction par une solution de chlorure stanneux, ce complexe développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.

### **Réactifs**

- NH<sub>4</sub>F 1N. Dissoudre 37g de fluorure d'ammonium avec de l'eau distillée et compléter le volume à 1L en utilisant une fiole jaugée de 1L. On peut stocker cette solution dans une bouteille en polyéthylène.

- HCl 2N. Diluer 80.8 ml de HCl concentré par de l'eau distillée pour avoir un volume total de 500 ml.

- Solution extractante. Ajouter 15 mL de fluorure d'ammonium 1N et 25 ml de HCl 2N dans 460 ml d'eau distillée. Cette solution nous donne 0.03N de NH<sub>4</sub>F et de 0.1N de HCl. On peut la stocker dans une bouteille en verre pendant 1 an.

- SnCl<sub>2</sub>, 2H<sub>2</sub>O concentré : Dissoudre 10g de chlorure stanneux dans 25 ml de HCl concentré. Le stocker dans une bouteille à compte-goutte sombre pendant 6 semaines.

- Molybdate d'ammonium : dissoudre 15g de paramolybdate d'ammonium dans 350 ml d'eau distillée. Y ajouter lentement 290 ml de HCl 12N en agitant. Refroidir et compléter le volume à 1L avec de l'eau distillée.

Stocker cette solution dans une bouteille en verre sombre pendant 2 mois.

- Solution diluée de SnCl<sub>2</sub> : Diluer 3 gouttes de SnCl<sub>2</sub> concentré dans 50 ml d'eau distillée. Cette solution est à renouveler toutes les 2 heures.

- Solution mère étalon de P 100 ppm : Dissoudre 0.2129 g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> séché à l'étuve à 110°C dans de l'eau distillée. Compléter le volume à 500 ml en utilisant une fiole de 500 ml.

- Solution fille étalon de 10 ppm : Mettre 10 ml de la solution mère étalon de 100 ppm dans une fiole de 100 ml. Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- Solutions standards : 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm et 5 ppm.

A partir de la solution fille de P 10 ppm, mettre respectivement 2.5 ml, 5 ml, 7.5 ml et 12.5 ml dans 4 différentes fioles jaugées de 25 ml portant chacune leur référence, et ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

### **Mode opératoire**

Peser 2 g de sol à 2 mm de diamètre dans une bouteille nalgène de 125 ml. Ajouter 14 ml de la solution extractante. Bien fermer la bouteille et agiter rigoureusement pendant 1 mn. Filtrer avec un papier filtre Watman N° 42. Le filtrat ainsi obtenu contient le P assimilable contenu dans l'échantillon de sol.

- Préparation des étalons

Dans un tube à essai, mettre respectivement 1 ml de la solution standard de 1ppm de P, 2 ml de la solution extractante, 4 ml d'eau distillée, 2 ml de la solution de molybdate d'ammonium et 1 ml de la solution diluée de chlorure stanneux. Bien homogénéiser le contenu du tube à essai à l'aide d'un mélangeur Vortex. Répéter les mêmes opérations avec les autres solutions standards de P.

- Préparation des échantillons

Dans un tube à essai, mettre successivement 2 ml de filtrat, 5 ml d'eau distillée, 2 ml de la solution de molybdate d'ammonium et 1 ml de la solution diluée de chlorure stanneux. Bien homogénéiser le contenu du tube à essai. Faire un essai à blanc.

Attendre 20 mn pour la stabilisation de la coloration ainsi obtenue, puis effectuer les mesures au spectromètre UV/VIS à la longueur d'onde de 660 nm.

### **Expression des résultats**

Avec un facteur multiplicatif de 3.5, l'appareil donne la teneur en P assimilable de l'échantillon de sol.

## **ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

### **Principe**

Les différentes particules du sol sont dispersées par une solution diluée de métaphosphate de sodium. La détermination de la proportion des sables, des limons et des argiles dans le sol utilise la technique selon laquelle les particules mises en suspension dans un liquide se disposeront avec une vitesse V telle que :

$$2.r^2 \cdot (D_s - D_l)$$

$$V = \frac{-----}{9.n} \quad (\text{loi de Stokes})$$

9.n

r : rayon des particules supposées sphériques

D<sub>s</sub> et D<sub>l</sub> : densités du solide et du liquide

n : viscosité du liquide

Une fraction de terre est dispersée dans l'eau, puis abandonnée à elle-même à un certain temps. La vitesse de sédimentation étant proportionnelle au carré du rayon des particules. Les sables se déposent beaucoup plus rapidement que les limons, et les limons beaucoup plus vite que les argiles.

La quantité des particules restantes dans l'eau sont mesurée à l'aide d'un densimètre de Bouyoucos.

### **Matériels et réactifs**

- Mixeur
- Cylindre jaugé de 1l
- Densimètre de Bouyoucos gradué en /l.
- Thermomètre
- Hexamétaphosphate de sodium 5% : 5 l par échantillon.
- Alcool amylique.
- Chronomètre.

### **Procédure**

- Peler 50g de sol séché à l'abri dans un Bécher de 600 ml.
- Ajouter 50 ml d'hexamétaphosphate de sodium et 100 ml d'eau distillée.
- Bien mélanger et laisser au repos pendant une nuit.
- Agiter pendant 5 mn à l'aide d'un mixeur.
- Transvaser dans un cylindre de 1l et à l'aide de l'eau de rinçage, compléter le volume jusqu'au trait et laisser se reposer quelques minutes afin d'obtenir l'équilibre thermique avec le milieu ambiant.
- Boucher le cylindre et retourner vivement à plusieurs reprises pendant 1 mn. Laisser se reposer et déboucher.

Après 40 s et 2 heures de repos, introduire le densimètre dans le liquide surnageant et faire la lecture.

### **REMARQUE :**

L'introduction du densimètre dans le liquide se fait 10s avant la lecture.

S'il y a formation de mousse à la surface, ajouter quelques gouttes d'alcool amylique pour les faire disparaître.

Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

### Calcul

Soient :  $L_{B40}$  la lecture après 40s de blanc.

$L_{B2h}$  la lecture après 2 heures de blanc.

$L_{40}$  la lecture après 40s de l'échantillon.

$L_{2h}$  la lecture après 2 heures de l'échantillon.

$t^{\circ}_{40}$  la température après 40s.

$t^{\circ}_{2h}$  la température après 2 heures.

0.36 ( $t^{\circ} - 20$ ) correction en température  $t^{\circ}$  en °C

$$\% \text{ sable} = 100 - 2[L_{40} - L_{B40} + 0.36(t^{\circ}_{40} - 20)]$$

$$\% \text{ argile} = 2[L_{2h} - L_{B2h} + 0.36(t^{\circ}_{2h} - 20)]$$

$$\% \text{ limon} = 100 - (\% \text{ sable} + \% \text{ argile})$$

## **DETERMINATION DES BASES ECHANGEABLES ET CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE**

### Extraction et détermination des bases échangeables

On met en contact le sol avec une solution molaire et neutre d'acétate d'ammonium. Les cations basiques échangeables sont extraits dans la solution, tandis qu'une partie de  $\text{NH}_4^+$  est adsorbée par le sol, suivant l'équilibre ci-dessous :



M : cation basique échangeable

Les cations basiques ainsi extraits sont ensuite déterminés à l'aide du spectromètre d'absorption atomique.

### Détermination de la capacité d'échange cationique

Après l'extraction des bases échangeables, le sol est saturé de  $\text{NH}_4^+$ . On enlève les sels d'ammonium libre, puis on procède à l'extraction de  $\text{NH}_4^+$  ainsi adsorbé par une solution molaire de NaCl.

L'ammoniaque sera ensuite déplacée en milieu alcalin, puis entraîné par la vapeur d'eau. Le dosage volumétrique est effectué sur le distillat.

### **Réactifs**

- Acétates d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1 M : Peser 77.08 g d'acétate d'ammonium et le dissoudre dans de l'eau distillée à 1l.
- Ethanol 60%
- Solution de NaCl 1 M : dissoudre 68.5 g de NaCl dans 1 l d'eau distillée. Le conserver dans une bouteille en verre de 1 l.
- Solution d'hydroxyde de sodium 10 N
- Solution d'acide sulfurique 0.01 N
- Indicateur mixte : dissoudre 0.0495 g de vert de bromocrésol et 0.033 g de rouge de méthyle dans 50 ml d'éthanol.
- Solution d'acide borique à 2% : Dans une fiole jaugée de 2 l, dissoudre 40 g de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  dans 1800 ml d'eau distillée. Ajouter ensuite 40 ml de la solution de l'indicateur mixte. Mélanger et ajuster le volume avec de l'eau distillée jusqu'au trait de la jauge.

### **Procédure**

- Placer 10g de sol de diamètre 2mm dans un erlenmeyer de 125 ml. Ajouter 40 ml d'acétate d'ammonium 1M.
- Tournoyer et laisser reposer pendant 1 heure ou plus.
- Transférer le contenu de l'erlenmeyer dans un entonnoir garni d'un papier filtre.
- Récupérer le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml.
- Bien rincer plusieurs fois le contenu de l'erlenmeyer par 10 ml d'acétate d'ammonium 1M et le transférer dans l'entonnoir jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml. Compléter le volume jusqu'au trait de jauge par l'acétate d'ammonium.

Déterminer les concentrations en Ca, Mg, K et Na par le spectromètre d'absorption atomique.

Le contenu de l'entonnoir sert à la détermination de la capacité d'échange cationique.

- Ajouter 50 ml de la solution d'éthanol 60% dans l'entonnoir. Récupérer le filtrat dans un erlenmeyer de 125 ml. Après le lessivage par la solution d'éthanol, ajouter ensuite la solution de NaCl dans l'entonnoir. Récupérer le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml. Continuer cette opération jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml.
- Dans l'appareil à distillation, introduire 10 ml du filtrat et 5 ml de la solution de soude. Recueillir le distillat dans un erlenmeyer de 125 ml contenant 5 ml de la solution d'acide borique. Effectuer le dosage avec la solution d'acide sulfurique.

Un témoin est préparé dans les mêmes conditions.

**Expression des résultats :**

Soient :

V<sub>a</sub> le volume de la solution d'acide sulfurique versé pour l'échantillon

N sa normalité

V<sub>o</sub> le volume de la solution d'acide sulfurique versé pour le témoin

La quantité d'acide pour neutraliser la solution sera : V = V<sub>a</sub> – V<sub>o</sub>

L'équivalence de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ainsi dosé est égale à l'équivalence de la capacité d'échange cationique de la prise d'essai, soit : N x V

Dans 100 ml de la solution à analyser, on a N x V x 100/10 = 10 x N x V

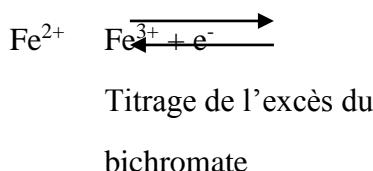
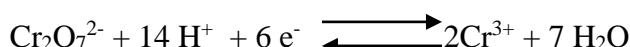
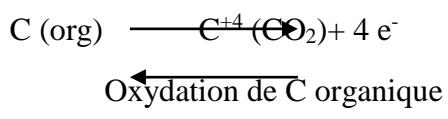
Pour 100 g de sol donc, l'équivalence de la capacité d'échange cationique est :

10 x N x V x 100/10 = 100 x N x V

Comme N= 0.01 N, alors : **CEC = V méq/100 g**

**DETERMINATION DU TAUX DE CARBONE ORGANIQUE****Principe**

Les carbones organiques sont oxydés par un excès d'une solution de bichromate de potassium, en milieu acide. L'excès sera ensuite déterminé à l'aide d'une solution de sulfate ferreux. Les réactions correspondantes seront les suivantes :



### Réactifs

- Bichromate de potassium 1N : Dissoudre 49.04g de  $K_2Cr_2O_7$  dans une fiole jaugée de 1l avec de l'eau distillée et compléter le volume jusqu'au trait du jauge.
- Acide sulfurique concentré : 20 ml par échantillon.
- Sulfate ferreux 0.5 N : Dissoudre 140g de sulfate ferreux ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dans une fiole jaugée de 1l avec de l'eau distillée. Ajouter 15 ml de  $H_2SO_4$  concentré et compléter le volume à 1l avec de l'eau distillée.
- Complexe ferreux-ortho-phénantroline 0.025 M : dissoudre 1.485 g d'ortho-phénatroline monohydraté  $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$  et 0.695g de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dans de l'eau distillée et compléter le volume à 100 ml.

### Procédure

Peser à peu près 0.5 g de sol de diamètre 0.5 mm et noter le poids exact. Le transférer dans un erlenmeyer de 250 ml.

Ajouter 10 ml de bichromate de potassium 1N et faire tournoyer l'rlenmeyer pour faire disperser le sol dans la solution.

Ajouter rapidement 20 ml de  $H_2SO_4$  concentré. Tournoyer l'rlenmeyer puis agiter vigoureusement pendant 1 mn.

Laisser reposer pendant 30 mn. Ajouter 200 ml d'eau distillée. Ajouter 4 gouttes d'ortho-phénantroline et titrer la solution avec  $FeSO_4$  0.5N.

La fin de la réaction s'observe par le virage d'une coloration verte intense au rouge violacé.

Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

### CALCUL

$$\text{Carbone organique (\%)} = (N_{ox} \cdot V_{ox} - N_{red} \cdot V_{red}) \cdot 0.39 / \text{masse du sol}$$

Ox : bichromate de potassium

Red : sulfate ferreux

Le taux de la matière organique étant obtenu par la formule simplifiée suivante :

$$M.O\% = \text{carbone \%} \times 1.72$$

## DETERMINATION DU TAUX D'AZOTE PAR LA METHODE DE KJELDAHL

### Principe

On chauffe la substance avec de l'acide sulfurique concentré qui, à l'ébullition, détruit les matières organiques azotées. Le carbone et l'hydrogène se dégagent à l'état de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O, l'azote transformé en ammoniaque est fixé par l'acide sulfurique à l'état de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> permet d'élever la température d'ébullition de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'à 430°C. CuSO<sub>4</sub> sert de catalyseur. NH<sub>3</sub> est ensuite déplacé par une solution d'hydroxyde de sodium, entraîné à la vapeur et fixé à l'état de borate, lequel est dosé par une solution titrée d'acide sulfurique.

### Réactifs

- Acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Catalyseur de minéralisation Kjeltab : mélange de 3.5 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et de 0.4 g de CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O par échantillon.
- Solution d'hydroxyde de sodium 10 N
- Solution d'acide sulfurique 0.01 N
- Indicateur mixte : dissoudre 0.0495 g de vert de bromocrésol et 0.033 g de rouge de méthyle dans 50 ml d'éthanol.
- Solution d'acide borique à 2% : Dans une fiole jaugée de 2 L, dissoudre 40 g de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dans 1800 ml d'eau distillée. Ajouter ensuite 40 ml de la solution de l'indicateur mixte. Mélanger et ajuster le volume avec de l'eau distillée jusqu'au trait de la jauge.

### Mode opératoire

#### - Minéralisation de l'azote organique.

Dans un tube de digestion, introduire successivement 1g de sol à 0.5 mm de diamètre, 1 catalyseur de minéralisation et 10 ml d'acide sulfurique concentré. Chauffer fortement (environ 430 °C) pendant 30 minutes. Après refroidissement, transvaser le contenu du tube de digestion dans une fiole de 50 ml. Ajuster au trait de la jauge avec de l'eau distillée.

#### - Distillation de l'azote

Dans l'appareil à distillation, introduire 10 ml de la prise d'essai et 10 ml de la solution de soude. Recueillir le distillat dans un erlenmeyer de 125 ml contenant 20 ml de la solution d'acide borique. Effectuer le dosage avec la solution d'acide sulfurique.

Un témoin est préparé dans les mêmes conditions.

**Expression des résultats :**

Soient :

V<sub>a</sub> le volume de la solution d'acide sulfurique versé pour l'échantillon

N sa normalité

V<sub>o</sub> le volume de la solution d'acide sulfurique versé pour le témoin

La quantité d'acide pour neutraliser la solution sera : V = V<sub>a</sub> – V<sub>o</sub>

L'équivalence de l'azote Kjeldahl dans la prise d'essai est égale à : N x V

Soit dans la solution à analyser : N x V x 50 / 10

Comme la masse d'un milliéquivalent d'azote étant 14 mg, la quantité d'azote dans 1 g de sol sera : (N x V x 50 / 10) x 14 x 10<sup>-3</sup> g

Dans 100 g de sol, la quantité de N Kjeldahl sera :

$$N = (N \times V \times 50 / 10) \times 14 \times 10^{-3} \times 100 \text{ g}$$

Comme N = 0.01 N, alors : **N% = V x 0.07**

**Annexe 5** Informations sur les sites d'études

<b>Site d'étude</b>	<b>Station</b>	<b>Topographie</b>	<b>Altitude(m)</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>
<b>Anjiro Gare</b>	Humide	Bas fond	901	S 18°52'59.2"	E 47°58' 40.0"
<b>Ambohijanaka</b>	Humide	Bas fond	896	S 18°54'4. 3"	E 47°57' 52.9"
<b>Antanandava</b>	Humide	Bas fond	920	S 18°54'36. 0"	E 47°57' 26.9"
<b>Ambohitsitompo</b>	Humide	Bas fond	902	S 18°54'11. 0"	E 47°58' 24.1"
<b>Manankasina</b>	Humide	Bas fond	883	S 18°54'34. 3"	E 47°57' 56.8"
<b>Antatabe</b>	Humide	Bas fond	912	S 18°52'37. 8"	E 47°59' 52.4"
<b>Anosibe Ifody</b>	Humide	Bas fond	931	S 18°55'16. 4"	E 48°02'9.6"
<b>Belavabary</b>	Humide	Bas fond	925	S 18°53'03. 7"	E 48°02'14.7"
<b>Ambohidronono</b>	Humide	Bas fond	912	S 18°45'27. 4"	E 48°02'17.3"
<b>Vodiriana</b>	Humide	Bas fond	931	S 18°58'37. 9"	E 48°00'17.4"

**Annexe 6** Tableau des variations des paramètres et de la biomasse foliaire

PERIODES	DSC (m)	pH	C/N	Argile (%)	Sable (%)	NP/Placette	NF/pi eds	BFF/pieds (g)	BFF/placette (g)	BFF (g/m <sup>2</sup> )	BFS (g/m <sup>2</sup> )
Début de pluie	2	5,53	11,4	14	78	63	16	4,64	292,32	11,69	1,169
Début de pluie	2	4,41	12,1	16	74	30	16	4,64	139,2	5,568	0,556
Début de pluie	1	5,23	18,4	20	64	66	20	5,8	382,8	15,312	1,531
Début de pluie	1	4,47	14,3	14	76	115	14	4,06	466,9	18,676	1,867
Début de pluie	10	4,16	14,8	22	68	82	22	6,38	523,16	20,9264	2,092
Début de pluie	500	5,48	14,1	12	82	53	16	4,64	245,92	9,8368	0,983
Début de pluie	500	5,15	14,5	28	68	57	8	2,32	132,24	5,2896	0,529
Début de pluie	2	5,16	15,9	14	76	66	6	1,74	114,84	4,5936	0,460
Pleine pluie	1	5,23	18,4	20	64	8	16	4,64	37,12	1,4848	0,145
Pleine pluie	2	5,53	11,4	14	78	24	14	4,06	97,44	3,8976	0,389
Pleine pluie	5	4,18	12,2	14	74	26	14	4,06	105,56	4,2224	0,422
Pleine pluie	2	4,41	12,1	16	74	46	10	2,9	133,4	5,336	0,53
Pleine pluie	10	4,16	14,8	22	68	134	12	3,48	466,32	18,6528	1,865
Pleine pluie	500	5,15	14,5	28	68	43	12	3,48	149,64	5,9856	0,598
Fin de pluie	2	5,16	15,9	14	76	19	22	6,38	121,22	4,8488	0,48488
Fin de pluie	1	4,47	14,3	14	76	16	12	3,48	55,68	2,2272	0,22272
Fin de pluie	500	5,48	14,1	12	82	18	14	4,06	73,08	2,9232	0,29232
Fin de pluie	500	5,24	16,1	10	86	15	12	3,48	52,2	2,088	0,2088

BFF : Biomasse foliaire fraîche ; BFS : Biomasse foliaire sèche ; NF : Nombre de feuille ; NP : Nombre de pieds

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
DOMAINE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE  
MENTION: BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

Parcours : Diagnostique, Suivi Ecologique et Aménagement des Ecosystèmes et de l'Environnement  
(DIASE)

**Titre :** Variation de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* suivant les gradients écologiques dans la Région Alaotra Mangoro (cas de la Commune de Sabotsy Anjiro et de ses environs).

**Auteur :** Mihajamalala Andotiana ANDRIAMANOHERA

**Résumé :**

*Sigesbeckia orientalis* est une plante annuelle de la famille des ASTERACEAE à forte valeur médicale mais classée comme une plante adventice des cultures. Les feuilles renferment des métabolites secondaires tels que le Darutoside d'où son utilisation en cosmétique. La Société de Cosmétique YVES ROCHER nous a confié cette étude intitulée «Variation de la productivité de *Sigesbeckia oreintalis* suivant les gradients écologiques dans la Région Alaotra Mangoro (cas de la Commune de Sabotsy Anjiro et de ses environs) » dont l'objectif est de déterminer les facteurs appropriés pour une bonne productivité (quantité de biomasse foliaire) de *Sigesbeckia orientalis*. Au cours de la période des pluies, des enquêtes ethnobotaniques et des collectes de données écologiques ont été effectuées dans chaque site pour l'évaluation de la productivité de *Sigesbeckia orientalis* dans les communes rurales de Sabotsy Anjiro et de ses environs, zone de collecte de SOTRAMEX. La meilleure productivité de *Sigesbeckia orientalis* a été observée au début de la saison pluvieuse pendant son état végétatif, à une distance de 10 m de l'espèce par rapport au point d'eau, sur un sol ayant les caractéristiques suivantes: un pH acide compris entre 4,16 et 5,53, un rapport C/N entre 11 et 18,4, un taux de sable égale à 64 % et un taux d'argile cadré entre 20 et 22%. Cependant, un suivi périodique, un essai de culture ainsi qu'une étude sur l'impact environnemental de la cueillette est indispensable pour la gestion durable et la conservation de l'espèce.

**Mots clés :** *Sigesbeckia orientalis*, productivité, biomasse foliaire, gradients écologiques, Région Alaotra Mangoro.

**Encadreur:** Docteur Verohanitra RAFIDISON

UNIVERSITY OF ANTANANARIVO  
MAJOR FIELD: SCIENCES AND TECHNOLOGY  
MENTION: PLANT BIOLOGY AND ECOLOGY

Option: Diagnose, Ecological Survey and Management of Ecosystems and Environment  
(DIASE)

**Title:** Variation of *Sigesbeckia orientalis* leaf's productivity under ecological factors in Alaotra Mangoro Region (case of Sabotsy Anjiro's communes and its surroundings)

**Author:** Mihajamalala Andotiana ANDRIAMANOHERA

**Abstract:**

*Sigesbeckia orientalis* is a member of Asteraceae family and it is a weed with high medicinal value. The aerial parts (leaves) of the plants were screened for secondary metabolites like "Darutoside", and because of it, this species is highly demanded in cosmetics. YVES ROCHER, a cosmetics company, decided to entrust us a study on the variation of leaf's productivity under ecological factors in Alaotra Mangoro Region (case of Sabotsy Anjiro's communes and its surroundings). During the rainy season, ethnobotanical survey and data collection allowed us to evaluate the variation of leaf's productivity under the influence of ecological factors in the communes of Sabotsy Anjiro and its surroundings. Indeed, it has been observed that factors which give the higher productivity are : the beginning of the rainy season period, 10 meters of the field to a river, an acid pH (4,16 to 5,53), a high carbone and nitrogen ratio (11 to 18,4), 64 % of sand content and 20 to 22% of clay content.

However, a periodic monitoring, several tests of culture and a study of *Sigesbeckia orientalis* plucking impacting on the environment remain to be undertaken for a better knowledge of the sustainable management and the conservation planning of *Sigesbeckia orientalis*.

**Key words:** *Sigesbeckia orientalis*, productivity, leaf biomasse, ecological factors, Alaotra Mangoro Region.

**Advisor:** Docteur Verohanitra RAFIDISON

