RECHERCHES POUR LE DEVELOPPEMENT

Série Sciences Biologiques

N°26-2019

Antananarivo - Madagascar

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

ISSN 1025 - 3467

RECHERCHES
POUR
LE DEVELOPPEMENT
Série
Sciences Biologiques
N° 26
2019

Membres du Comité de lecture :

- Pr ANDRIANARIMANANA Omer
- Pr RATSIRARISON Joelisoa
- Pr RANARIJAONA Herylisy
- Pr RAMIARISON Claudine.
- Pr RASOAMANANJARA Jeanne A
- Pr RANDRIANARIMANARIVO Henri M.

Ce numéro a été édité avec le concours de

Université d'Antananarivo

et

Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique

Toute correspondance concernant les publications
RECHERCHES POUR LE DEVELOPPEMENT
doit être adressée au :

Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique
BP 6224 – Email : cidst@cidst.mg
Antananarivo - Madagascar

ISSN 1025-3467

RECHERCHES
POUR
LE DEVELOPPEMENT

Série Sciences Biologiques

N°26

2019

SOMMAIRE

Prévoir la date de récolte du litchi à Madagascar : élaboration d'un modèle statistique
parAina Fehizoro Rabodomanantsoa, Michel Jahiel, Jean Rasoarahona, Fanja Fawbush, Eric Malézieux **7**

Pertes de carbonedues à l'approvisionnement de charbon des palétuviers à Mahajanga
parRavaoarisoa Marie Berthine, Ramahefarison Heriniaina **17**

Caractéristiques physico-chimiques du Canal des Pangalanes à Mahanoro et Vatomandry
parRazanamalala Fideline, Rakotomavo Andriamparany et Randrianodiasana Julien **25**

Evaluation des activités antiulcéreuses d'une plante codée TYS1 (Rubiaceae)
parTemasoa Yvanna, Ranaivoarimanitra Patrice, Rajaonarison Jean François **31**

Comportement de *Cymbidiellafalcigera* dans un écosystème forestier à raphia
parRakotonirina Arsène Giovanni, Rakotomavo Andriamparany, Rasolofoharinoro et Roger Edmond **41**

Suiviécologique del'herpétofaune pour la pérennisation de la gestion et de la conservation de l'aire protégée complexeMahavavy-Kinkony
parRamiandra Velojaona Audlin, Randrianjafy Vololomboahangy, Randriamahatantsoa Bernard, Tsiavahananahary Tsaralaza Jorlin, Rabibisoa Nirhy Harinelina Christian **49**

Évolution spatio-temporelle et vulnérabilité des mangroves urbaines d'Antsohihy(Nord-ouest de Madagascar)
parRanaivojaona Sariaka Bianca ; Tsiavahananahary Tsaralaza Jorlin; Ranarijaona Hery Lisy Tiana **59**

Insectes ravageurs du black eyes dans les baiboho du District de Port-Bergé
parRandrianasolo Jossin, Ramahefarison Heriniaina **71**

Performance du *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) GIFT en élevage dans la côte Est malgache
parAhitantsoa Zaliah, Laserre Jeanne F G, Takasisoa Liezy A **79**

Influence des matières organiques exogènes sur l'abondance des nématodes
parFenomanantsoa Herimanitra Tsirimalala Fernand, Ramahefarison Heriniaina **85**

Démarche en matière d'enrichissement de la Station Forestière d'Ivoloina, Région Atsinanana
parLekala Roela, Rakotomavo Andriamparany, et Bredison Romuald **93**

Filière bambou, piste prometteuse pour la Réserve Spéciale d'Analalava
parMavinta Jean Christian, Rakotomavo Andriamparany, Miasa Eustache et Rasamoelina Henri **101**

Epidémiologie du White spot syndrome virus (WSSV) à Madagascar
par Onihary Alain M., Razanajatovo Iony M., Lydia Rabetafika, BastaraudAlexandra, Rasolofo Voahangy **109**

MISSIONS DU CIDST

- ⇨Valorisation et diffusion des résultats de recherches
- ⇨Appui des acteurs du développement en information scientifique et technique pour une meilleure prise de décision

---

Nos Services

Mise à disposition d'Information

- Service Questions-Réponse
- Diffusion selective d'information
- Consultation sur place (documents primaires, bases de données, ...)

Appui technique

- Etude, mise en place, réorganisation, informatisation de systèmes documentaires
- Mise à disposition de salle et matériels (Formation, Atelier, Visio-conférence...)

Activités de Recherche

- Sciences de l'information (information, documentation, archives, Bibliometrie, Communication, Gestion des connaissances, TIC)
- Formation à distance
- Développement du numérique

Formation

- Technique et gestion documentaire
- Informatique documentaire
- Modules liees au TIC
- Ressources Documentaires Numériques (RDN)

Edition, Impression

- Ouvrages, revues
- Brochures, dépliants...

Centre d'Appui à la Technologie et à l'Innovation (CATI)

- Accès à des bases de données en ligne (Brevets, Publications scientifiques)
- Formation et sensibilisation sur la Propriété Intellectuelle et Brevets

Nos Services

Centre deRessources pour le Développement (CRD)

- Salle de lecture
- Espace multimédia

FABLAB (Laboratoire de Fabrication Numérique)

Simulation et développement de la créativité, émergence de l'innovation :

- Conception de prototype
- Formation : au design 3D, Imprimante 3D, initiation à l'électronique (Arduino, Rasbery PI, ...)
- Communauté (Game Dev, Machine learning, Robotics, Haikintana).

Espace Co-Working

Espace de travail collaboratif

PREVOIR LA DATE DE RECOLTE DU LITCHI A MADAGASCAR : ELABORATION D'UN MODELE STATISTIQUE

par

RABODOMANANTSOAAina Fehizoro[(1)(2)], JAHIELMichel[(2)(3)], RASOARAHONAJean [(1)], FAWBUSHFanja[(1)], MALEZIEUXEric[(3)(4)]

(1) Ecole Doctorale GPSIAA, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques et Ecole Supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo, Madagascar.

(2) Centre Technique Horticole de Tamatave (CTHT), Madagascar.

(3) CIRAD, UPR HortSys, F-34398 Montpellier, France ;

(4) HORTSYS, Université de Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

RESUME

Madagascar est le premier exportateur mondial de litchi. La grande île en exporte près de 20 000t par an pour l'Europe, répondant à la forte demande pendant les fêtes de fin d'année. Une organisation rigoureuse est mise en place chaque année afin de satisfaire cette demande dans les temps. Un élément clé est la détermination de la date d'ouverture de la campagne. Depuis 2012, des suivis phénologiques ont été réalisés chaque année sur 1300 arbres répartis sur la zone de collecte allant de Soanierana Ivongo à Brickaville (côte Est du pays). L'objectif de cette étude est d'élaborer à partir de ces données, un modèle de prévision de récolte permettant de prévoir la date optimale d'ouverture de campagne de litchi à Madagascar. Des observations et des suivis sont effectués chaque année aux mêmes dates du mois de juillet au mois de novembre. A partir des mesures de suivi de diamètre des fruits réalisées aux trois premières dates, nous avons pu estimer la date de récolte en utilisant un modèle logistique. Ensuite, un modèle linéaire de croissance de fruit a été élaboré à partir des mesures de diamètre jusqu'à la récolte. Dans des conditions météorologiques normales, on a dénombré 65 jours entre le stade 4 mm et le stade 30 mm qui correspond à la récolte. D'autre part, des indicateurs de précocité de la récolte ont été identifiés : le pourcentage d'arbres florifères et le pourcentage d'arbres à un stade déterminé de la floraison ou de la fructification. Ces indicateurs sont comparés, à des dates données, aux scénarios des années antérieures pour déterminer en avance, dès l'apparition des premières fleurs et des premiers fruits, la précocité de la récolte. La prévision anticipée de la date de récolte constitue le point de départ clé pour l'organisation de la collecte et de l'export. Ces travaux ont ainsi permis d'établir un outil à la fois essentiel et pratique d'utilisation pour la filière. Il

contribue à la durabilité de l'exportation du litchi à Madagascar ; et à la sécurisation des revenus pour 30 000 petits producteurs de la côte Est.

Mots-clés : Litchi de Madagascar, date de récolte, prévision, suivis phénologiques, modélisation.

ABSTRACT

Madagascar is the first exporter of lychee in the world. Within only a month period, the country yearly exports approximately 20 000 t of lychee to Europe to meet the seasonal consumption over the end of the year festivities. An important organization is carried out every year to meet this demand on time. A key issue in this organization is the determination of the harvest date. Since 2012, phenological monitoring were performed every year on 1 300 trees distributed throughout the area along the east coast where fruits are collected from Soanierana Ivongo in the far north of the producing area to Brickaville towards the South. The aim of this study is to use the data thus gathered to establish a model that allows forecasting the optimal onset of the lychee campaign in Madagascar. Tree observations and fruit measurements were performed every year at the same dates from July to November. From the diameter measurements of the fruits done on the three first dates, the harvest date could be estimated using a logistic model. Then, a linear model of the fruit development was built using the diameters measurement until the harvest. On normal climatic conditions, there was 65 days between the 4 mm stage and the 30 mm stage, which is the required size at harvest. On the other hand, precocity indicators of harvest were identified: the percentage of productive trees and the percentage of trees at the main stage of blooming or fructification. These indicators from the same dates over the last years were compared. It allows an early determination of the harvest precocity at the emergence of the first flowers or the first fruits. The early prediction of the harvest date marks the onset of the organization process of fruit collect and export. This study allowed establishing a practical and essential tool for the lychee sector. It contributes to the sustainability of lychee export in Madagascar and allows securing the incomes of 30 000 small farmers in the east coast of the country.

Key-words : Lychee of Madagascar, harvest date, forecasting, phenological monitoring, modelling.

INTRODUCTION

Les litchis de Madagascar sont les premiers à arriver sur le marché européen pour les fêtes de fin d'année, faisant de la grande île le premier exportateur de litchi au monde (Jahiel et *al*., 2014). Le pays exporte ainsi par voie maritime et aérienne près de 20 000t en Europe pour satisfaire la consommation saisonnière de ce fruit pendant les fêtes de fin d'années (Gerbaud, 2018). Le litchi étant un fruit non climactérique, la maturité du fruit à la récolte est un facteur très important à maîtriser afin de remplir les critères de qualité nécessaires à la fois pour la gestion logistique et pour la satisfaction du consommateur (Bonora et *al.*, 2014).

De plus, le transport des fruits[1] vers l'Europe par bateau réfrigéré dure environ 18 jours et le litchi doit arriver deux week-ends avant Noël pour garantir la commercialisation des volumes exportés à la récolte. En y ajoutant le chargement des bateaux, tous cela doit répondre aux différentes contraintes i) de la maturité des fruits ; ii) des exigences de la logistique et du marché. Les bateaux ne peuvent pas quitter le port de Tamatave si leur chargement n'est pas complet (environ 8000 t/bateau), ce qui correspond à des besoins quotidiens en produits de collecte de près de 3000 t. La date d'ouverture de la campagne de litchi doit donc correspondre à un moment où il existe une quantité suffisante de fruits à maturité sur le verger malgache disponible pour l'export. Ces contraintes conduisent à la problématique suivante : Comment prévoir la date d'ouverture de la campagne du litchi afin d'approvisionner à temps le marché avec des produits conformes en quantité suffisante ?

Les méthodologies de prévision de récolte ont nettement progressé au cours des dernières années, principalement en raison de l'offre croissante des outils de modélisation (Fabio et *al.*, 2010). L'objectif de cette étude est de construire un modèle permettant de prévoir la date optimale d'ouverture de la campagne du litchi à Madagascar. Chaque année, depuis 2012, des données phénologiques sont régulièrement collectées par le CTHT1 sur l'ensemble de la zone de production. Ces données ont été réunies en une base de données et utilisées pour construire un modèle qui permettra de prévoir chaque année les dates de récolte de litchi à partir d'un suivi phénologique simplifié.

MATERIELS ET METHODES

La zone d'étude

La zone d'étude recouvre la principale zone de collecte pour l'exportation. Située sur la côte Est de Madagascar, elle est centrée sur le port de Tamatave duquel s'effectue le départ des fruits et s'étend sur 200 km du Nord au Sud. Cette zone est composée de 4 districts : Soanierana Ivongo, Fénérive Est, Tamatave et Brickaville.

[1] Centre Technique Horticole de Tamatave

Le dispositif de suivi

Un dispositif de suivi phénologique couvrant l'ensemble de la zone de collecte a été mis en place par le CTHT. Sur 75 sites répartis sur toute la zone d'étude, une population hétérogène de 1300 arbres a été référencée et suivie chaque année au cours de 5 observations successives. Une base de données de 6 ans (2012 à 2017) a été établie et utilisée. Les 5 suivis annuels ont été réalisés aux mêmes dates calendaires, chaque année (1er et 20 août, 29 septembre, 11 et 28 octobre). Les mesures effectuées par arbre sont les suivantes :

- Observation de l'éclosion des fleurs et de l'apparition des fruits.
- Suivi de stades de floraison (01 et 20 Août) et de fructification (29 Septembre, 11 et 28 Octobre) décrits dans le Figure 2.

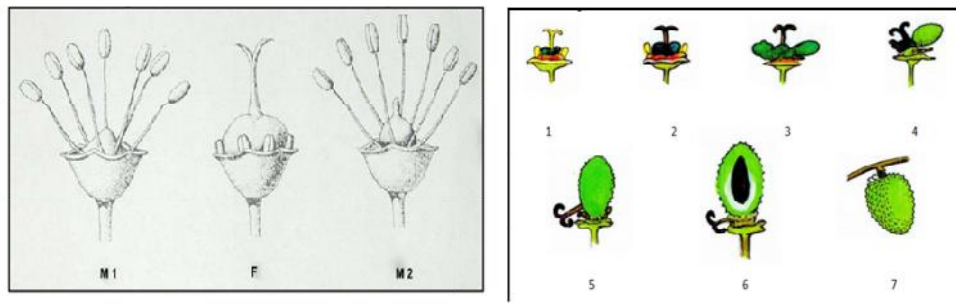


Figure 2 : Stades de floraison et de fructification du litchi
(Source : CTHT Tamatave)

La floraison du litchi est caractérisée par trois types de fleurs : M1 (fonctionnellement mâle), F (fonctionnellement femelle), M2 (fonctionnellement mâle) (Wei et *al.*, 2013). Au stade de fructification, 7 stades sont observés afin de suivre le développement du fruit.

- Calibre des fruits

Pour connaitre le calibre moyen des fruits à la récolte, des fruits ont été collectés (4000 de 2012 à 2015et 2000 en 2016-2017) et mesurés au port avant embarquement. Deux stations météorologiques ont été mises en place à Tamatave et à Fénérive depuis 2012. Celles-ci enregistrent la pluviométrie et les températures journalières. Ce suivi a permis d'analyser l'impact du climat sur la phénologie du litchi.

Traitement des données

Définition et analyse des indicateurs de précocité

Les indicateurs de précocité sont des observations quantifiées permettant de mesurer le niveau de développement phénologique des fleurs ou des fruits et donc de comparer le niveau de précocité de la récolte d'une année par rapport à une autre.

Les indicateurs de précocité sont: le pourcentage d'arbres ayant fleuri, le pourcentage d'arbres à un stade de floraison donné, le pourcentage d'arbres à la nouaison, le pourcentage d'arbres à un stade de fructification donné, le calibre moyen des fruits. A une date donnée, les observations effectuées ont été comparées entre années. Quand l'indicateur est plus élevé pour une année donnée par rapport à une autre, cela signifie que le développement phénologique est plus avancé et que la récolte sera plus précoce. Cela permet de situer la date de récolte d'une année par rapport à une autre.

Modélisation de la croissance des fruits

Le modèle logistique

L'évolution du calibre moyen au cours du temps a été modélisée pour chaque année afin de prévoir la date optimale de récolte. Le temps a été exprimé en «day of year» (DOY) représentant le énième jour de l'année. La croissance du fruit a été modélisée par une équation logistique, déjà utilisée pour d'autres fruits comme la pêche (Génard et *al.*, 1991) : $C = \frac{Cm}{1+ e^{-\beta(t-ti)}}$) où 'C' est le calibre du fruit, 'Cm' est le calibre maximal. Cm a été fixé à 32 mm, 'β'est une constante, 't' est la date de récolte, 'ti' est la date à mi-maturité du fruit. A partir des 3 premières dates de suivi de calibre, les modèles ont été construits et les paramètres ont été estimés pour chaque année. Le paramètre « t » exprimant la date de récolte a été estimé avec C = 30 mm, qui est le calibre d'un fruit mature.

Le modèle linéaire

Des analyses ont été effectuées pour corréler l'évolution du calibre avec les variables « somme de température » comme effectué par Lechaudel et *al.*(2009) et « nombre de jours ». L'évolution du calibre a été mesurée à partir de la nouaison estimée au stade 4mm. Avec les mesures de calibre réalisées (C), il est possible d'établir un modèle linéaire C = at +b avec t=nombre de jours après le stade 4 mm. Cette relation a permis d'estimer la date au stade 30 mm.

Traitement des données climatiques

Depuis le mois d'Avril (période d'induction florale) jusqu'en Novembre (période de récolte), les évolutions des températures moyennes journalières ont été comparées entre années pour déceler une origine de variabilité de la date de récolte liée à la température. De même, l'évolution du cumul de la pluviométrie a été effectuée pour détecter les déficits hydriques ou excès possibles, les comparer entre les années, et tester leur capacité à retarder ou accélérer le développement des fruits.

RESULTATS

Estimation de la récolte avec les indicateurs de précocité

Les indicateurs de précocités ont été comparés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Comparaison des indicateurs de précocités par année

Paramètre de suivi	Date de suivi	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Pourcentage d'arbres ayant fleuri(%)	02-août		0	4	14	89	0
	20-août	75	96,5	95	70	100	32
Pourcentage d'arbres en fleur au stade M1 (%)	20-août	70	67	52	81	0	100
Pourcentage d'arbres en fleur au stade F (%)		30	31	21	18	0	0
Pourcentage d'arbres en fleur au stade M2 (%)		0	0	20		60	0
Pourcentage d'arbre à la nouaison (%)		0	2	7	1	40	0
Pourcentage d'arbres au stade S4 (%)	28-sept	pas de données	3	10	19	0	46
Pourcentage d'arbres au stade S5 (%)			90	60	54	83	42
Pourcentage d'arbres au stade S6 (%)			7	30	27	17	1
Diamètre (mm)	11-oct	14,01	14,81	14,33	13,45	19,48	11,40
Date d'ouverture de la campagne		17-nov	19-nov	17-nov	19-nov	12-nov	22-nov

En comparant les observations par ligne, une floraison précoce est remarquée en 2016, 89% des arbres avaient fleuri alors que peu ou pas de floraisons n'ont été observées sur les arbres les années précédentes à la date du 02 Août. Il en est de même pour la nouaison. Un suivi des diamètres et des stades a aussi permis de comparer le degré d'évolution des fruits chaque année. Ces observations concordent aux dates de récolte qui indiquent que 2016 était une année précoce et 2017 une année tardive. Ainsi, pour une année donnée, les valeurs des indicateurs de précocité observés pourront être comparés à celles des années antérieures pour pouvoir définir précocement où se situe la date d'ouverture de campagne correspondante.

Le modèle de croissance du fruit

Un modèle logistique par année

Une modélisation de la croissance du calibre du fruit a été réalisée grâce aux modèles logistiques (Figure 3) établies à partir de l'estimation des paramètres exprimés au Tableau 2.

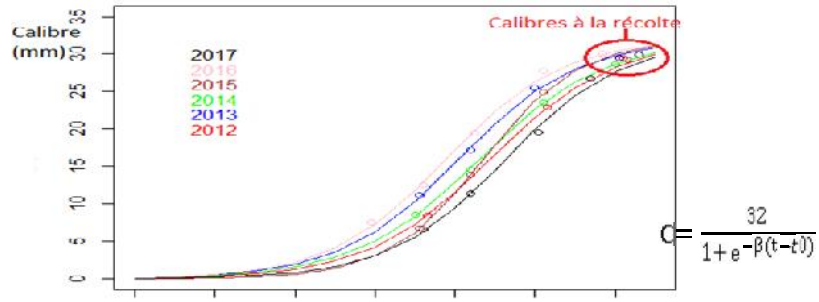


Figure 3 : Modélisation de la croissance du fruit à partir des 3 premiers suivis du calibre – prédire la date de récolte

Tableau 2 : Estimations des paramètres des équations logistiques par année

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017
β	0,067	0,067	0,064	0,083	0,069	0,068
$t0$	288	281	286	287	277	293

Les 3 premiers points de chaque courbe (4 premiers en 2016 et 2017) correspondent aux valeurs moyennes des diamètres observés sur les fruits prélevés sur tous les arbres du dispositif. Le dernier point est le point à estimer. Sur la courbe de la Figure 3 il correspond aux valeurs réelles des mesures à la récolte. En 2016 et 2014, nous avons une estimation juste de la date de récolte au jour près. Pour les autres années, le modèle peut estimer que le calibre moyen des fruits atteint 30 mm 3 à 7 jours avant ou après la date d'ouverture de campagne définie. En 2015, on remarque une accélération de la croissance fin octobre qui peut être reliée à l'effet de la pluviométrie (109 mm de pluie alors que la pluviosité dans cette période en moyenne « sèche » est pour les autres années comprise entre 0 à 8 mm).

Un modèle linéaire global

L'évolution du calibre augmente linéairement avec le nombre de jours, confirmant l'hypothèse du modèle linéaire C = at+b (Figure 4)

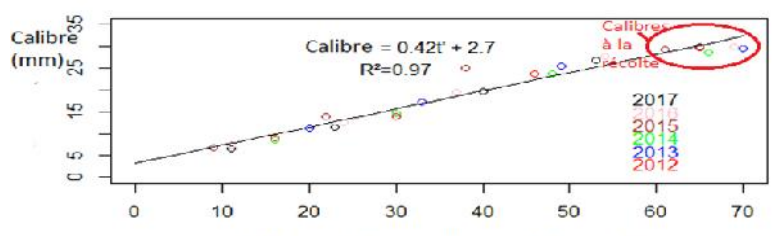


Figure 4 : Modélisation de la croissance du fruit à partir des suivis du calibre – avec mesure à la récolte

Ce modèle permet avec des mesures de calibres à une date donnée d'estimer la date de récolte « t' »défini quand le calibre est égal à 30 mm. D'après nos observations, le nombre de jours moyen entre la nouaison (stade 4 mm) et la récolte est de 65 jours. La prévision est juste pour les années 2012 et 2017, sinon elle diffère de 2 à 6 jours. La somme de température entre les stades« 4mm » et «30mm » est égale à 359°C jours en moyenne (298-407°C.jours).

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Dans cette étude, la date de récolte a été établie grâce à des observations sur le terrain de paramètres physiologiques, à partir d'un dispositif de 1300 arbres répartis dans toute la zone d'export. Les erreurs dans la prévision sont dues à une ouverture précoce ou tardive de la campagne, c'est-à-dire que le calibre moyen à la récolte à ces dates-là n'aurait pas atteint les 30mm sur le dispositif mis en place, (récolte trop précoce) ou les aurait dépassés (récolte trop tardive). A Madagascar, l'établissement de la date d'ouverture de la campagne est aussi influencé par des contraintes logistiques et commerciales (l'arrivée des bateaux, la préparation des activités des opérateurs, etc.). La date définitive d'ouverture de la campagne est établie par concertation entre les agents de l'Etat, du CTHT et les opérateurs de la filière qui ont chacun leur argumentaire propre. Les modèles de prévision peuvent alors améliorer l'efficacité des processus de prise de décision (Logan et *al.*, 2016).

La modélisation de la croissance des fruits est fréquemment utilisée pour prédire les rendements et les dates de récolte. Pour la tomate, la pomme et le poivron, les résultats montrent que la taille du fruit peut être prédite à partir d'un seul point de mesure au début du développement (Tijskens et *al.*, 2016). La maturité du litchi peut aussi être évaluée par des paramètres tels que la couleur du péricarpe, le poids du fruit, le rapport comestible, le taux d'acidité et le rapport sucre / acide (représenté par TSS / TA) (Batten, 1989).

L'effet de la température n'a pas été mis en évidence dans ce modèle très probablement car les variations inter-annuelles de la température sont faibles et non significatives dans cette région tropicale humide. Lechaudel et *al.*, (2009) ont établi un modèle de prévision de récolte de litchi à Madagascar. Ils ont observé que la somme de températures entre la floraison à la récolte était de 320-350°C.Jours. En utilisant la même méthode de calcul, ces résultats correspondent plutôt à la somme de température entre la nouaison et la récolte pour notre cas. Notre étude montre aussi que la somme de température est stable entre la nouaison et la récolte. La précocité de la récolte dépend donc fortement de la date de la floraison. Chen et *al.*, (2016) ont généré différents modèles pour décrire la floraison du litchi.

CONCLUSION

Grace à notre méthode simple, il est aujourd'hui possible de prévoir précocement la date de récolte de litchi grâce à des observations effectuées sur une même population d'arbres répartis sur la zone de collecte. Les modèles construits constituent des outils simples d'utilisation pour l'établissement de la date d'ouverture de la campagne du litchi à Madagascar. Ces prévisions contribuent à mieux organiser la collecte, et à assurer l'approvisionnement dans les temps des bateaux pour l'exportation de produits conformes. Cependant, pour garder la première place sur le marché international, les études sur le litchi de Madagascar doivent intégrer d'autres aspects de la prévision de récolte et surtout prendre en compte la quantité disponible et la qualité des fruits afin d'assurer un approvisionnement conforme aux attentes des consommateurs.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier les sociétés Compagnie Fruitière Import and Greenyard qui ont financé les travaux pour ces recherches.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Batten, D.J. (1989). Maturity criteria for litchis (lychees). Food Qual Prefer 1, 149–155.

2) Bonora, E., Noferini, M., Stefanelli, D., and Costa, G. (2014). A new simple modeling approach for the early prediction of harvest date and yield in nectarines. Sci. Hortic. 172, 1–9.

3) Chang, J., Chang, Y.-A., Tang, L., and Chang, J.-W. (2015). Characterization of generative development in early maturing litchi 'Early Big', a novel cultivar in Taiwan. Fruits 70, 289–296.

4) Chen, P.-A., Roan, S.-F., Lee, C.-L., and Chen, I.-Z. (2016). Temperature model of litchi flowering—From induction to anthesis. Sci. Hortic. 205, 106–111.

5) Fabio, O., Carlo, S., Tommaso, B., Luigia, R., Bruno, R., and Marco, F. (2010). Yield modelling in a Mediterranean species utilizing cause–effect relationships between temperature forcing and biological processes. Sci. Hortic. 123, 412–417.

6) Génard, M., Bruchou, C., and Souty, M. (1991). Variabilité de la croissance et de la qualité chez la pêche (Prunus persica L Batsch) et liaison entre croissance et qualité. Agronomie 11, 829–845.

7) Gerbaud, P. (2018). La lettre du litchi Campagne 2017-2018. Sem. 05 - 29 Janvier Au 2 Février 2018.

8) Jahiel, M., Andreas, C., and Penot, E. (2014). Experience from fifteen years of Malagasy lychee export campaigns. Fruits 69, 1–18.

9) Lechaudel, M., Damour, G., Fournier, P., Joas, J., and Jahiel, M. (2009). How to predict the harvest date of tropical fruit: from simple methods to complex models. In International Symposium Postharvest Pacifica 2009-Pathways to Quality: V International Symposium on Managing Quality in 880, pp. 175–182.

10) Logan, T.M., McLeod, S., and Guikema, S. (2016). Predictive models in horticulture: A case study with Royal Gala apples. Sci. Hortic. 209, 201–213.

11) Wei, Y.Z., Zhang, H.N., Li, W.C., Xie, J.H., Wang, Y.C., Liu, L.Q., and Shi, S.Y. (2013). Phenological growth stages of lychee (Litchi chinensis Sonn.) using the extended BBCH-scale. Sci. Hortic. 161, 273–277.

PERTES DE CARBONE DUE A L'APPROVISIONNEMENT DE CHARBON DES PALETUVIERS A MAHAJANGA

par

RAVAOARISOA Marie Berthine[1], RAMAHEFARISON Heriniaina[1]

(1) Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels - Université de Mahajanga

RESUME

A Madagascar, la forte demande en charbon de bois dans une ville comme Mahajanga constitue les principales causes des exploitations illicites de cet écosystème agressant et détruisant rapidement les mangroves. Des enquêtes auprès des opérateurs et des marchands des produits des palétuviers ont été effectuées afin d'estimer la perte de carbone liée à l'offre et la demande du charbon dans la ville de Mahajanga. La quantité de charbon approvisionnant Mahajanga pendant le premier semestre 2018 était estimée à 819,1 t entrainant une émission d'environ 87,579 t de carbone avec une disparition de 9,731 ha des mangroves. La fabrication de charbon de bois constitue un revenu monétaire supplémentaire considérable pour les populations près des mangroves. Cette étude permet de recommander les surfaces de mangroves à restaurer dans la ville de Mahajanga pour qu'il y ait une utilisation durable de l'écosystème des mangroves. La restauration constitue la principale alternative face à l'utilisation de charbon de palétuvier dans la ville de Mahajanga.

Mots-clés : Charbon, mangrove, carbone, Mahajanga.

ABSTRACT

In Madagascar, the strong demand for charcoal in a city as Mahajanga is the main cause of illegal logging of this aggressive ecosystem and rapidly destroying mangroves. Surveys of operators and merchants of mangrove products were conducted to estimate the carbon loss due to coal supply and demand in the city of Mahajanga. The quantity of coal supplying Mahajanga during the first half of 2018 was estimated at 819.1 t resulting in an emission of approximately 87.579 t of carbon with loss of 9.731 ha of mangroves. The production of charcoal constitutes a considerable additional monetary income for the populations living near the mangroves. This study makes it possible to recommend the mangrove areas to be

restored in the city of Mahajanga so that there is sustainable use of the mangrove ecosystem. The restoration is the main alternative to the use of mangrove coal in the city of Mahajanga.

Key-words : Charcoal, mangrove, carbon, Mahajanga.

INTRODUCTION

L'écosystème des mangroves joue un rôle important dans l'atténuation des effets des changements climatiques, en capturant et en stockant le carbone (Jones et *al.*, 2014). Cependant, cet écosystème est fragilisé par les activités humaines entrainant sa disparition et sa dégradation très alarmante. Dans le monde, la déforestation des mangroves entraine 10 % des émissions de CO2 dans l'atmosphère (Gatttenlohner et *al.*, 2007). Dans la région Ouest de Madagascar, la forte demande en charbon de bois de la ville constitue les principales causes des exploitations illicites des mangroves, agressant et détruisant rapidement cet écosystème autour de cette ville (WWF, 2007). Cette étude a pour objectif d'analyser les flux de charbon de palétuviers et d'estimer les pertes de carbone dues aux charbons de bois de palétuviers utilisés dans la ville afin de proposer des stratégies de gestion rationnelle et durable de cet écosystème.

MATERIELS ET METHODES

Cette deuxième partie est essentiellement axée sur la présentation du site d'étude et la méthodologie de travail qu'on a utilisée durant la réalisation de cette étude.

Matériels

Avant de voir les détails de l'offre et la demande de charbon de palétuviers dans la ville de Mahajanga ainsi que la perte de carbone due à cette demande, une présentation de cette ville est importante pour mieux comprendre l'étude.

Milieu d'étude

La ville de Mahajanga se situe dans la partie occidentale de l'île de Madagascar (15°25 de latitude Sud et 46°11 de longitude Est) et plus précisément dans la région Boeny à 570 km d'Antananarivo. La ville de Mahajanga connaît ainsi une croissance urbaine très importante engendrée par une dynamique migratoire intense et permanente (Mawois, 2009). En 2015, la population dans la ville était estimée à 252

804 avec une consommation en charbon de près de 143 000 tonnes. Actuellement, le nombre d'habitants s'élève à 259 709. Le charbon de bois reste le principal combustible utilisé par les ménages dans la ville de Mahajanga avec un taux d'utilisation de 94% (INSTAT, 2018).

Méthodes

Suite à la recherche bibliographique, les méthodes suivantes ont été utilisées afin de bien mener l'étude.

Enquêtes auprès des différents acteurs de la filière

Cette étude s'est déroulée durant le premier semestre de l'année 2018. Des enquêtes auprès des opérateurs et des marchands des produits des palétuviers ont été effectuées dans le but de localiser les principales zones d`approvisionnement, les quantités des produits approvisionnant dans la ville de Mahajanga.

Estimation des quantités de charbons, de carbone, de surface coupée

Un sac de charbon pèse environ 40 Kg en considérant la valeur de la densité du charbon (Montagne et *al.*, 2010). L'estimation des émissions de carbone est effectuée à partir des données suivantes : 250 Kg de charbon émettent 225 Kg de carbone (source ????). En ce qui concerne les surfaces des mangroves exploitées, la fabrication de 9 tonnes de charbon de bois nécessite la coupe d'un hectare de mangroves (Ravelondramamy, 2016).

RESULTATS

Variation du prix moyen de charbon

A cause de la faible quantité de charbon arrivant à Mahajanga au mois d'Avril, une augmentation importante du prix de charbon au mois de Mai à Mahajanga est constatée d'après la Figure 1 suivante.

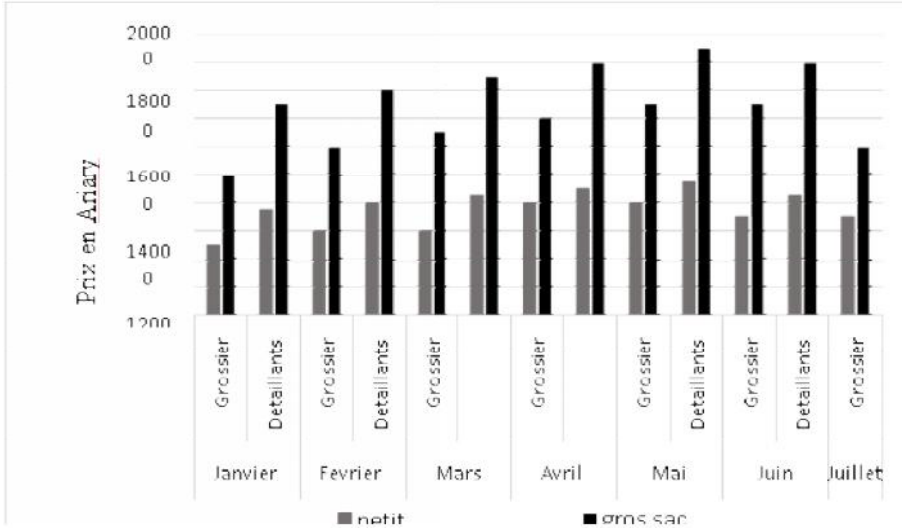


Figure 1 : Prix moyen mensuel de charbon dans la ville de Mahajanga

Lieux d'origine de charbon approvisionnant la ville de Mahajanga

Selon la figure suivante, la plupart de charbon de bois des palétuviers vendus à Mahajanga provient de Marosakoa de la Commune Mariarano.

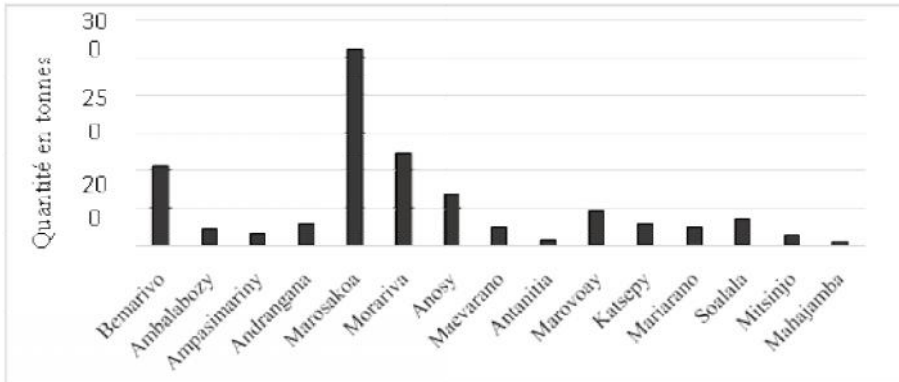


Figure 2 : Origine de charbon approvisionnant la ville de Mahajanga

Emissions de carbone de charbon approvisionnant la ville

L'abondance de charbon qui arrive au mois de Juin explique la hausse enregistrée par rapport aux autres mois de l'année, conformément à la figure ci-dessous.

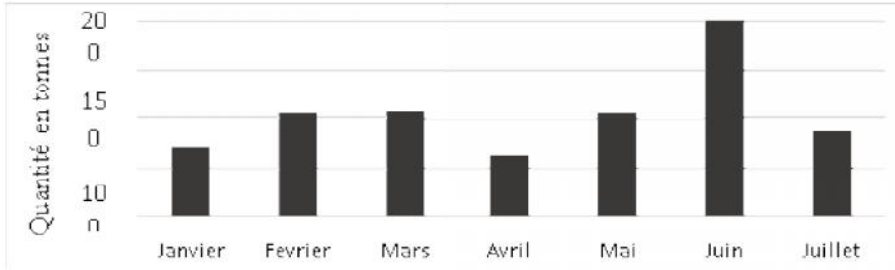


Figure 3 : Perte mensuelle en carbone dues à l'approvisionnement de la ville

Estimation de la surface de mangroves coupées

Le tableau 1 montre que l'approvisionnement de charbon de palétuviers dans la ville de Mahajanga entraine une disparition importante des palétuviers autour de cette ville.

Tableau 1 : Surface des mangroves déboisé dues aux charbonnages

Mois	Quantité de charbon		Surface de mangroves coupées (ha)
	En sac	En Kg	
Janvier	2 000	80 000	8,8
Février	2 940	117 600	13,07
Mars	2 700	108 000	12
Avril	820	32800	3,6
Mai	2900	11600	25,02
Juin	6440	225200	12,9
Juillet	3238	129500	14,39
Totaux			89,78

DISCUSSION

La fabrication de charbon de bois constitue un revenu monétaire supplémentaire considérable pour les populations près des mangroves (Andriamalala, 2007). La majorité du charbon commercialisé dans la ville de Mahajanga provient des zones où les palétuviers sont exploités de manière incontrôlée par des acteurs évoluant principalement dans le secteur informel et non durable. L'exploitation illicite des mangroves pour la fabrication de charbon a entrainé une perte significative de carbone et de superficie des mangroves.

En conséquence, pour préserver l'écosystème des mangroves et de lutter contre l'informel, il est important d'améliorer les techniques de carbonisation à Madagascar, de restaurer les mangroves. Dès la phase de l'exploitation jusqu`à la commercialisation du charbon, plusieurs acteurs interviennent. L'Etat peut ainsi intervenir dans la filière en tant que régulateur et contrôleur. Cette étude permet de recommander les surfaces de mangroves à restaurer dans la ville de Mahajanga pour qu'il y ait l'utilisation durable de l'écosystème des mangroves.

CONCLUSION

Le charbon de bois est l'un des produits indispensables pour la population dans la ville de Mahajanga. De ce fait, l'accroissement de la population induit une augmentation de la demande en charbon et entraine ainsi l'exploitation illicite et une dégradation alarmante des mangroves. La quantité de charbon approvisionnant Mahajanga pendant le premier semestre 2018 était estimée à 819,1t entrainant une émission d'environ 709,59 t de carbone et provoquant une disparition de 89,78 ha des mangroves. Pour que les mangroves déboisées dues à l'approvisionnement de charbons de palétuviers dans une ville comme Mahajanga, pendant le premier semestre 2018 sont restaurés, il est recommandé de faire de reboisement de 89,78 ha des mangroves autour de cette ville.

REFERENCESBIBLIOGRAPHIQUES

1) Andriamalala, C. 2007. Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection. Etude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar, Doctorat Université de Basel.

2) FAO, 2003. Status and trends in mangrove area extent worl wide. Forest resources Assessment working Paper. N°63. Forest Ressources Division. FAO, Rome.

3) Gattenlöhner, Lampert S., Wunderlich K., Emanuel L., Enright J., Gross O., Jayamanne S. C., Succow M., Suryadiputra N., Mudiyanselage A. E., 2007.

Mangrove Rehabilitation. Guidebook, Annual Report 2006/2007. Published in the framework of the EU-ASIA PRO ECO II B Post Tsunami Project in Sri Lanka Global Nature Fund (GNF) 78315 Radolfzell, Germany. 68p

4) Jones T., Rakoto Ratsimba H., Ravaoarinorotsihoarana L. A., Cripps, G. &Bey, A., 2014. Ecological Variability and Carbon Stock Estimates of Mangrove Ecosystems in North western Madagascar. *Forests*, vol. 5: 177-205.

5) Mawois M., 2009. Constitution des systèmes de culture maraîchère à proximité d'une ville : quelles marges de manœuvre des agriculteurs pour répondre à une augmentation de la demande ? Cas des systèmes de culture à base de légumes feuilles dans l'espace périurbain de Mahajanga (Madagascar), Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro paris Tech)

6) Montagne P., Crehay R., Rasamindisa A., Razafimahatratra S., 2010. Bonnes pratiques de carbonisation à Madagascar. Antananarivo, Madagascar, Cirad, Cra-W, Fofifa, Partage, 30 p.

7) Ravelondramamy F. P., 2016. Les utilisations du charbon de bois et leurs impacts socioéconomiques et environnementaux (cas de la commune urbaine d'Antsohihy). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master recherche ès sciences économiques. Université d'Antananarivo. 125p

8) WWF, (2007). État des lieux des mangroves face au changement climatique à Madagascar, Projet WWFMG 0933.01, 30p

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU CANAL DES PANGALANES A MAHANORO ET VATOMANDRY

par

RAZANAMALALA Fideline[1], RAKOTOMAVO Andriamparany[1]
et RANDRIANODIASANA Julien[2]

(1) Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable (ISSEDD)
Université de Toamasina
(2) Université de Mahajanga

RESUME

Long de 700 km, le Canal des Pangalanes figure parmi les cours d'eau artificiels malgaches les plus importants, de par ses fonctions écologiques et socio-économiques. Le peu d'informations fiables et actualisées sur le Canal nous pousse à faire un état des lieux physico-chimique. Vatomandry et Mahanoro (Région Atsinanana), traversées par le Canal ont été choisis pour faire l'objet d'investigations hydrologiques. La présente communication consiste en la description analytique des principaux paramètres physiques et chimiques des eaux du Canal en fonction de leur distance par rapport à l'importance des activités humaines qui se font autour. Un prélèvement d'eau de surface dans les 50cm et de profondeur a été mené pour les mensurations hydrologiques. 8 points de mesure ont été retenus, dont 4 à Mahanoro et 4 autres à Vatomandry. Le pH de l'eau tourne autour de 6,48à Mahanoro, contre 7,14 à Vatomandry, avec une conductivité respective de l'ordre de 52,4 à 453 µs/cm et 3,94 à 5,28 µs/cm. L'eau du Canal est moins saline à Mahanoro (0,2‰) qu'à Vatomandry (2,6%o). Elle est plus chargée en matières en suspension à Vatomandry (5,02mg/l contre 4,6 mg/l en amont) ; il en est de même pour sa contenance en nitrites (0,045 mg/l) et en fer (0,6 mg/l), laquelle est plus élevée qu'à Mahanoro. Ces premiers résultats permettent de mieux comprendre l'état de pollution et de dégradation des Pangalanes, et ce en relation avec l'importance des activités humaines qui se font dans et aux alentours du Canal.

Mots-clés : Charbon, mangrove, carbone, Mahajanga.

ABSTRACT

700 km long, the Pangalanes Canal is one of the most important Malagasy artificial waterways because of its ecological and socio-economic functions. The lack of reliable and up-to-date information on the Canal pushes us to make its physico-chemical inventory. This paper consists of an analytical description of the main physical and chemical parameters of the Canal's waters as per their distance from the importance of human activities around them. Surface water sampling within 50 cm and depth was conducted for hydrologic measurements. 8 measuring points were selected, 4 points in Mahanoro and 4 others in Vatomandry. The pH of the water is around 6.48 in Mahanoro, against 7.14 in Vatomandry, with a respective conductivity of about 52.4 to 453 µs/ cm and 3.94 to 5.28 µs / cm. Canal water is less saline in Mahanoro (0.2 ‰) than in Vatomandry (2.6 ‰). It is more loaded with suspended solids in Vatomandry (5.02 mg / l against 4.6 mg / l upstream); it is the same for its capacity of nitrites (0.045 mg / l) and iron (0.6 mg / l), which is higher than in Mahanoro. These first results provide a better understanding of the state of pollution and degradation of the Pangalanes, and this in relation to the importance of human activities that occur in and around the Canal.

Key-words : Pangalanes Canal, parameters, physico-chemical, anthropisation, Mahanoro, Vatomandry.

INTRODUCTION

Long de 700 km, le Canal des Pangalanes figure parmi les cours d'eau artificiels malgaches les plus importants, de par ses fonctions écologiques et socio-économiques. Non seulement, les Pangalanes servent de niche écologique pour la faune et la flore, mais le Canal joue également des rôles socio-économiques et culturels importants en matière domestique et agricole. Source d'eau irrigation pour les riverains constitue, il constitue aussi un patrimoine national, de par les faits historiques le concernant. En effet, sa construction et son aménagement datent de la colonisation, nécessitant une main d'œuvre importante, une organisation socio-culturelle et une modalité d'exploitation portuaire spécifiques.

Le peu d'informations fiables et actualisées sur le Canal nous pousse à faire un état des lieux physico-chimique, conformément à l'hypothèse selon laquelle la nature de l'eau du Canal serait fonction du degré d'anthropisation de son site environnant. Vatomandry et Mahanoro, deux localités de la Région Atsinanana traversées par le Canal des Pangalanes et le long duquel se concentrent un certain nombre d'activités

humaines. L'objectif de cet article consiste en la description analytique des principaux paramètres physiques et chimiques des eaux du Canal en fonction de leur distance par rapport à l'importance des activités humaines qui se font autour.

MATERIELS ET METHODES

Respectivement avec 104 et 90 habitants au km², Mahanoro et Vatomandry sont des localités moyennement peuplées où se concentrent 22% de pêcheurs et dont la plupart des eaux usées et pluviales des villages se déversent dans le Canal des Pangalanes. C'est la raison pour laquelle les deux sites ont été choisis dans le but de vérifier l'hypothèse sur le lien entre le degré d'anthropisation du village et les caractéristiques physico-chimique de l'eau du Canal.

Localisée à 48°48'56.4''E et 19°54'0,13''S et située à 270 km du chef-lieu de la Région Atsinanana, la ville de Mahanoro s'étend sur une superficie de 7.5 km². Celle de Vatomandry est sise dans la même Région (48°58'41.10''E ; 19°19'51.30''S), à 55km du village d'Antsampanana (Route Nationale n°2) (figure 1). Des enquêtes semi-formelles sur l'utilisation du Canal au niveau de ces deux localités ont été effectuées auprès d'une soixantaine de riverains du Canal, tout âge et tout sexe confondus, dont 20% de citadins, 40% de pêcheurs et 40% d'agriculteurs.

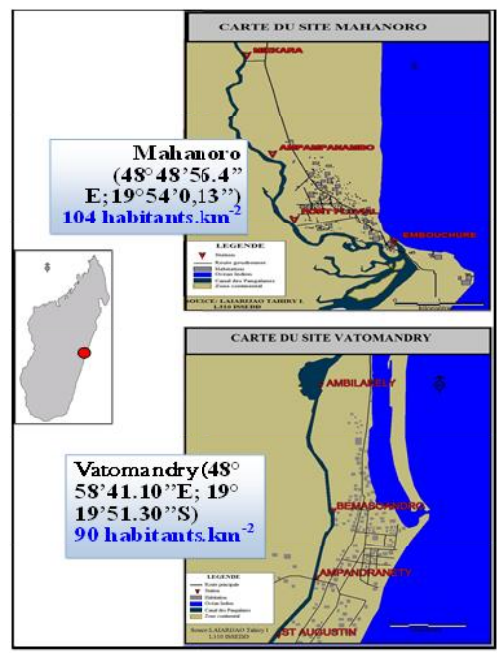


Figure 1 : La zone d'étude

Un prélèvement d'eau de surface dans les 50cm de profondeur a été mené au mois d'août 2018, pour faire l'objet de mensuration hydrologique in situ, à l'aide d'un appareil portatif d'analyse d'eau WTW Multi 3430 SET F IDS, et d'un Colormeter DR/890. 8 points de mesure ont été retenus, dont 4 à Mahanoro et 4 autres à Vatomandry. Leur emplacement tient compte du taux de concentration humaine, ainsi que de la distance entre le point de mesure et le village. Les prélèvements et mesures ont été réalisés durant 7 jours successifs, à raison de 3 répétitions par jour (à 6h, 12h et 18h).

RESULTATS

Un Canal à usage multiple

Le Canal des Pangalanes constitue l'une des voies de transport la plus prisée dans la zone ; 55% des riverains enquêtés l'utilisent pour se déplacer et pour transporter des marchandises. 40% des ménages le considèrent à la fois comme un lieu de baignade et une source d'eau domestique. A Mahanoro, 5% des riverains y puisent leur eau d'irrigation; ce dernier tient une place importante dans la riziculture de la zone.

Des différences paramétriques importantes entre Mahanoro et Vatomandry

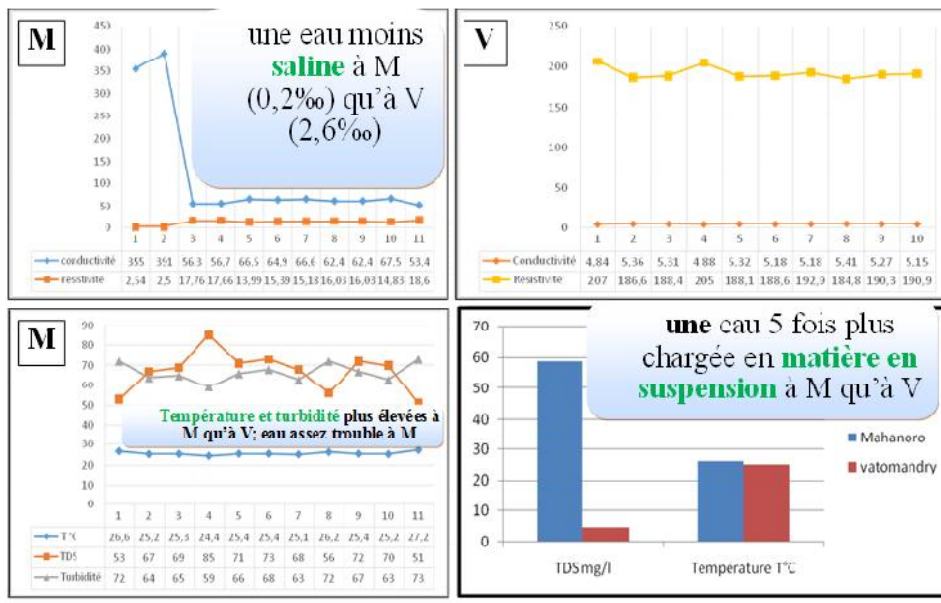


Figure 2 : Valeurs des paramètres physiques mesurés à Mahanoro (M) et à Vatomandry (V)

Le pH de l'eau tourne autour de 6,48 à Mahanoro contre 7,14 à Vatomandry avec une conductivité respective de l'ordre de 52,4 à 453µs/cm et de 3,94 à 5,28µs/cm. L'eau du Canal à Mahanoro est moins saline (0,2‰) que celle mesurée à Vatomandry (2,6‰). L'eau est plus chargée en matières en suspension à Vatomandry (TDS= 5,02mg/l contre 4,6mg/l en amont) ; il en est de même pour sa contenance en nitrites (0,045 mg/l) et fer (0,6 mg/l), laquelle est plus élevée qu'à Mahanoro (Figures 2 et 3).

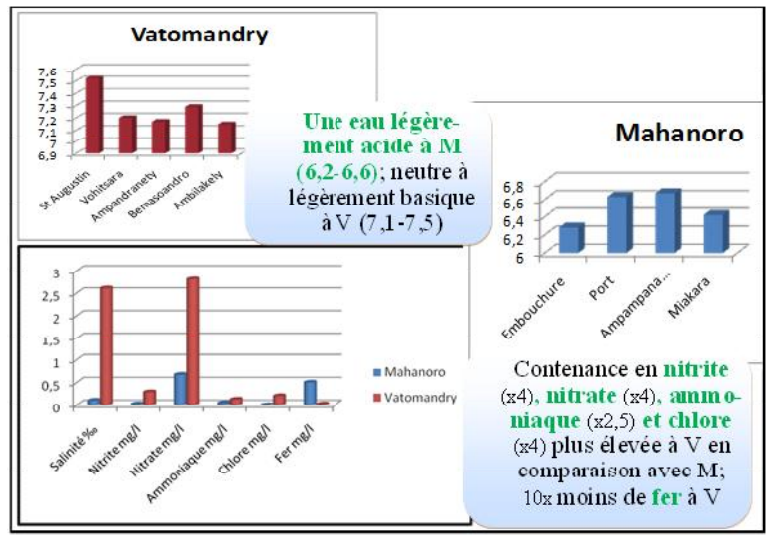


Figure 3: ??????

DISCUSSION

En comparant ces résultats avec ceux du Canal au pont Ifontsy à Toamasina, l'eau de Mahanoro et de Vatomandry présente un degré d'anthropisation plus faible où les valeurs de certains paramètres tels que les nitrites, le pH et le fer sont plus basses (Mouchet et *al.,* 2016). La distance et la connectivité du Canal par rapport à la mer jouent un rôle important dans la variation de la salinité, de la conductivité et du pH. Les déchets liquides et solides liés à l'anthropisation du site influent sur la contenance en nitrite, nitrate et ammoniaque (Labode, 2016).L'érosion du sol et le ruissellement sur collines ferralitiques influent sur la concentration en fer, laquelle est plus élevée à Mahanoro (Conil et *al.,* 1987).

CONCLUSION

Ces premiers résultats permettent de mieux comprendre l'état de pollution et de dégradation des Pangalanes, et ce en relation avec la concentration et l'importance des activités humaines qui se font dans et aux alentours du Canal. L'étude devra déboucher sur des pistes d'aménagement et de préservation durables de ce patrimoine national. Elle souligne l'importance du degré d'anthropisation du Canal ainsi que de l'impact des actions humaines sur l'état de dégradation de celui-ci. D'où la nécessité d'intégrer le Canal des Pangalanes dans tous travaux d'aménagement et de gestion des deux villes de Mahanoro et de Vatomandry, en y impliquant les riverains auteurs des diverses formes de dégradation de l'écosystème.

REFERENCESBIBLIOGRAPHIQUES

1) Conil, P. et Morin, D.. 1987. Etude de la lixiviation directe des minerais sulfurés complexes en milieu sulfaté. Rapport final BRGM. 150p. http://infoterre.brgm.fr/rapports/87-DAM-015-MIN.pdf

2) Labode. 2016. Comprendre l'analyse d'eau d'un puits. http://www.labo17environnement. fr/pdf/Ap2- 1.pdf)

3) Mouchet, P. et Rousta, M.. 2016. Caractéristiques et propriétés des eaux, eau pure et eaux naturelles. Ed. Techniques de l'ingénieur. https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/eau-proprietes-qualite-valeurs-d-usage-42506210/caracteristiques-et-proprietes-des-eaux-w110/

EVALUATION DES ACTIVITES ANTIULCEREUSES D'UNE PLANTE CODEE TYS1 (RUBIACEAE)

par

TEMASOA Yvanna[1], RANAIVOARIMANITRA Patrice,
RAJAONARISON Jean François

(1) Ecole Doctorale « Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) - Université de Mahajanga

RESUME

L'ulcère gastrique est la conséquence d'un déséquilibre entre les facteurs de protection (mucus, prostaglandines, bicarbonate,…) et les facteurs d'agressions qui peuvent être d'origine infectieuse (*Helicobacter pylori*) ou pas (Anti-inflammatoires non stéroïdiens, alcool,…etc). Pour traiter la pathologie, il existe plusieurs traitements soit par des inhibiteurs de sécrétion ou des protecteurs de la paroi gastrique. La plante TYS1 est traditionnellement utilisée pour traiter les maux d'estomac. Des rats mâles ou femelles ont été traités avec de l'extrait brut de la plante à des doses 400 et 800mg/kg, avec l'Oméprazole (20mg/kg) qui est un produit de référence, et le groupe non traité n'a reçu que de l'eau distillée à 10 ml/kg. Les activités antiulcéreuses ont été évaluées par le test sur l'ulcère provoqué par le stress et l'alcool à 95° dont les buts sont d'évaluer le pouvoir mucoprotecteur de l'extrait de plante par la comparaison de la longueur des hyperhémies. A la fin des tests,les estomacs de chaque rat ont été ouverts pour observer et mesurer la longueur d'hyperhémie. Comme résultats, l'extrait brut de plante TYS1 protège la muqueuse gastrique car aux doses 400 et 800mg/kg, la longueur des hyperhémies respectives est de 25,6 ± 4,70mm et 7,22 ± 7,24mm, et pour l'Oméprazol (20 mg/kg), elle est de 20 ± 2,20mm. Contrairement à ceux qui ont reçu de l'eau distillé, la longueur de l'hyperhémie atteint jusqu'à 85,4±15,08mm. Ces résultats démontrent que la plante TYS1 peut intervenir dans le traitement de l'ulcère gastrique en jouant le rôle d'un mucoprotecteur de la paroi gastrique.

Mots-clés :Ulcère, Rubiaceae, anti-ulcéreux, hyperhémie, mucoprotecteur

ABSTRACT

Gastric ulcer is the consequence of an imbalance between factors of protection (mucus, prostaglandins, bicarbonate...) and those of aggressions which can be of

infectious origin (*Helicobacter pylori*) or not (non-steroidal anti-inflammatory agent, alcohol... etc). This pathology can be treated either by inhibitors of secretion or by protective agents of the gastric wall. Plant TYS1 is traditionally used to treat stomachache. The effect of the rough extract of this plant was evaluated in vivo in the male and female rats, at doses of 400 and 800 mg/kg, by comparison with those of the reference products such as Omeprazole (20 mg/kg). The group of untreated animals received distilled water in 10 ml/kg. Antiulcer activities were evaluated by test on the ulcer caused by alcohol with 95° was also carried out to evaluate the capacity mucoprotector of the extract of TYS1 per comparison the length of hyperhemy. At the end of the tests, the stomach of each rat was opened in order to observe and count the number and the length of hyperhemy. The extract gross vegetable armature a protection of the gastric mucous membrane of 7,22 ± 7,24mm with 800 mg/kg, of 25,6 ± 4,70mm with 400 mg/kg and of 20 ± 2,20mm with Omeprazol (20 mg/kg), against 85,4±15,08mm. These results show that plant TYS1 is effective in the treatment of the gastric ulcer by carrying on a mucoprotectrice activity of the wall of the stomach.

Key-words : Gastric ulcer, Rubiaceae, hyperhemy, mucoprotector,phytomedicament.

INTRODUCTION

L'estomac est un organe appartenant au tube digestif jouant le rôle de réservoir d'aliments et de digestion. Il subit quotidiennement des agressions que ce soit exogène ou endogène pouvant conduire à l'altération de la paroi gastrique a tout moment si les barrières de protections sont franchies. (Moore et Dalley, 2011). La principale pathologie qui touche l'estomac est l'ulcère gastrique (Aziz et Bonnet, 2008). C'est une érosion qui atteint initialement la muqueuse de l'estomac et qui peut gagner les couches les plus profondes de la paroi gastrique (Sherwood, 2006). L'ulcère gastrique intervient lors d'un déséquilibre entre les facteurs de protection (mucus, prostaglandine, bicarbonate) et les facteurs d'agressions (*Helicobacter pylori*, anti-inflammatoires non stéroïdiens, alcool, etc…) (Souza Almeida et *al*., 2011). Le traitement des ulcères gastroduodénaux compliqués se fait en deux étapes: médical et chirurgical (MIB, 2008). Ces traitements conventionnels bien qu'efficaces ne sont pas bien suivis par les patients. Les raisons entre autres étant leur coût élevé, ce qui fait qu´ils ne sont pas accessibles à une très forte majorité de la population vivant en milieu rural. Ces patients utilisent les ressources de la médecine traditionnelle comme alternative de traitement. La médecine traditionnelle reste une option à grande potentialité thérapeutique des ulcères de façon générale. De nombreuses plantes médicinales possèdent une propriété curative sur les ulcères, parmi elles, TYS1 (*Rubiaceae*), dont la décoction de la plante entière est très utilisée sur la côte est de Madagascar pour soulager les maux d'estomac. L'objectif de cette

étude est de tester l'activité protectrice de l'extrait méthanolique de TYS1 contre l'ulcère induite par l'éthanol chez le rat.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

La plante TYS1 a été récoltée à Mahanoro dans la région Antsinanana et identifiée par un botaniste.

Préparation de l'extrait

La plante a été séchée à l'ombre puis broyé à l'aide d'un broyeur, la poudre la plante obtenue a été macérée dans le méthanol pendant 72h, puis filtrée et évaporée à l'aide d'un évaporateur rotatif afin d'obtenir un extrait méthanolique utilisé pendant le test.

Détermination des constituants chimiques

Le criblage phytochimique a pour but de déterminer les différentes familles chimiques présentes dans l'extrait et d'estimer d'une manière qualitative leur abondance. Il consiste à l'utilisation des réactifs spécifiques pour chaque familles chimiques auxquelles un précipité et/ ou un changement de couleur ou encore apparition de mousse sont observés en leur présence (Fong H.H.S.et coll., 1977). La teneur des groupes chimiques identifiés étaient évaluée selon l'intensité de la coloration observée lors de la réaction.

Les signes suivants ont été utilisés pour quantifier la proportion des différentes familles chimiques présentes dans l'extrait de TYS1 :

+++ : Abondance ou à forte teneur

++ : Présence à moyenne teneur

+ : présence à faible teneur ou trace

± : Présence de la famille chimique en très faible quantité.

Matériel animal

Des rats mâles et femelles de souche Wistar issus du Laboratoire de Recherche en Biotechnologie, Environnement et Santé de la Faculté des Sciences de la Technologie et de l'Environnement, âgés de 3 mois, pesant entre 200-250 g ont été utilisés. Au total, cinq lots de cinq rats ont été constitués à raison d´un lot pour chaque dose de substance à tester.

Détermination de l'activité antiulcéreuse gastrique

Ce test consistait à mettre en évidence et d'évaluer l'activité antiulcéreuse de TYS1 en provoquant des ulcères au niveau de la muqueuse stomacale du rat par un agent agressif qui est l'éthanol 95% (Morimoto et coll., 1991; Al-Bekairi et coll., 1992 ; Hiruma-Lima et coll., 2000). Cinq lots de 5 rats ont été utilisés, un lot témoin a reçu de l'eau distillée et un autre lot a reçu de l'Oméprazol (OMIZEC*) à dose de 20mg /kg utilisée comme produit de référence. Les 2 autres lots ont été traités par TYS1 aux doses de 400 et 800mg/kg de poids. L'eau distillée ainsi que les produits ont été administrés par voie orale dans un volume de 10ml/kg (Dielh. et Heinz K., 2010). Une heure après l'administration des produits, les animaux ont reçu 1ml d'éthanol (95%) par voie orale (Germano et coll., 1996). Une heure après l'administration de l'éthanol, les animaux ont été sacrifiés. Leur estomac a été prélevé, ouvert suivant la grande courbure, étalé pour faciliter la mesure de l'hyperhémie gastrique. Les résultats ont été exprimés par la moyenne de la longueur des hyperhémies en divisant leur longueur totale au niveau de la muqueuse stomacale par le nombre d'animaux dans chaque lot. La moyenne a été utilisée pour calculer le pourcentage d'inhibition des hyperhémies observées chez les animaux traités par rapport aux animaux témoins.

L'effet biologique du traitement est évalué en pourcentage d'inhibition des hyperhémies (H) observées chez le lot traité par rapport à celles du lot témoin négatif

$H (\%) = Mn - Mt$

Mn : Moyenne des longueurs des hyperhémies du lot témoin (%), Mt : Moyenne des longueurs des hyperhémies du lot traité (%)

Expression des résultats

Pour les tests répétés «n» fois ou effectués sur « n » animaux, les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± sem. Le test «t de Student» a été utilisée pour la comparaison de deux moyennes calculées et la différence est considérée comme statistiquement significative pour une valeur de $p<0,05$.

RESULTATS

Les familles chimiques identifiées dans l'extrait brut de TYS1

Les familles chimiques majoritaires présentes sont : stéroïdes, tripières et saponines (Tableau 1). Les groupes chimiques comme les tanins catéchiques, tanins galliques, et anthocyanes sont présents en faible teneur, et les sucres réducteurs sont présents mais en trace.

Tableau 1 : Les familles chimiques identifiées dans l'extrait méthanolique de TYS

Famille chimique	Teneur relative
Tanins catéchiques	++
Tanins galliques	++
Stéroïdes et triterpènes	+++
Sucres réducteurs	+
Saponines	+++
Anthocyanes	++

+++ : Forte teneur, ++ : Faible teneur, + : Trace

Activité antiulcéreuse de l'extrait de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol

L'étude a permis d'évaluer le degré de protection de la muqueuse gastroduodénale par les extraits méthanolique contre les ulcérations causées par l'éthanol à 95%. La longueur d'hyperhémie et les pourcentages de protection sont présentés dans le Figure 1. L'extrait méthanolique de TYS1 à dose 800mg/kg avec 91,54% de protection de la muqueuse gastrique a été plus actif que celle de la dose 400mg/kg et la référence avec une protection de 70,02% et 76,58% de chaque. Il y a une différence significative entre la longueur moyenne d'hyperhémie du lot témoin qui est égale à 85,4±15,08 mm et les lots traités avec l'extrait méthanolique de TYS1 aux doses 400 et 800mg/kg et l'oméprazol (référence) à 20mg/kg avec des valeurs respectives 25,6 ± 4,70mm ; 7,22 ±7,42mm et 20 ±2,19mmn (Tableau2).

Tableau 2 : Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats

Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats
Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de

méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats
Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats
Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats
Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats	Tableau 2: Activité anti-ulcère gastrique de l'extrait méthanolique de TYS1 sur l'ulcère provoqué par l'éthanol 95% chez les rats

La significativité est exprimée par: * significatif avec P<0,05 ; ** très significatif avec P<0,01 (test t de Student)

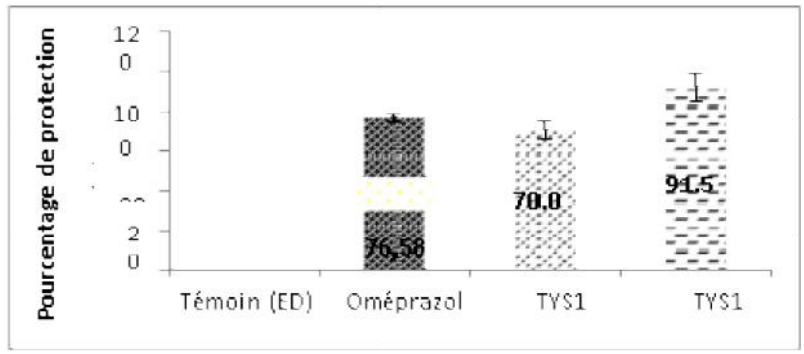


Figure 1 : Pourcentage de protection contre l'hyperhémie gastrique induit par l'éthanol

DISCUSSIONS

Les résultats que nous avons obtenus montrent que l'éthanol possède une activité ulcérogène sur la muqueuse gastrique. Son administration par voie orale nous a permis d'enregistrer 100% d'ulcération chez le lot témoin. L'éthanol provoque la formation des lésions gastriques par l'augmentation du flux sanguin (hyperhémie) qui, à son tour engendre le développement des aspects hémorragiques et nécrotiques de la paroi gastrique. Ainsi, l'alcool pénètre rapidement dans la muqueuse gastrique en causant des dommages cellulaires et membranaires (Raju D et coll., 2009).

En comparant nos résultats avec ceux qui sont obtenus avec d'autres plantes, nous avons constaté que l'extrait méthanolique de TYS1 a des effets gastro-protecteurs semblables à ceux de *Euphorbia hirta* dont le pourcentage de protection est de 90,4% (Meba, 2005) et ceux d'*Acacia nilotica* dont le pourcentage de protection est de 78,6% (Kam, 1995).

Par contre, Sairam et ses collaborateurs (2002) ont effectué des études sur l'activité antioxydante des plantes. Et Bhattacharya et coll. (2000) ont rapporté l'activité antioxydante in vivo des extraits tanniques. Ainsi, TYS1 pourrait exercer une activité antioxydante grâce à ses constituants tanniques.

Concernant l'ulcère expérimental provoqué par l'administration de l'éthanol chez le rat, les résultats montrent une activité protectrice exercée par l'extrait méthanolique de TYS1 envers l'effet nocif de ces agents en diminuant la longueur des hyperhémies gastriques. L'administration de l'éthanol entraîne la formation d'un ulcère aigu et la présence de l'acide chlorhydrique accélère le processus (Sun et coll., 1991).

Cependant, le mucus constitue la première ligne de défense de la muqueuse gastrique en formant une couche protectrice sous forme de gel qui est résistant envers

un certain nombre d'agent ulcérogène tels que l'acide, les médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), l'éthanol (Allen et coll., 1993). Ainsi donc, l'éthanol provoque une solubilisation et une déplétion de mucus qui sont les seuls mécanismes pathogéniques responsables des lésions gastriques induites par l'éthanol (Hiruma-Lima et coll., 2000). Les ulcères gastriques provoqués par l'éthanol ne sont pas inhibés par des antisécrétoires tels que la Cimétidine mais par des agents qui augmentent les facteurs protecteurs de la muqueuse gastrique tels que le Misoprostol et les prostaglandines E2 (Robert et coll., 1979). En effet, les médicaments protégeant la muqueuse gastrique libèrent des produits insolubles recouvrant la muqueuse et la protègent ainsi contre les agents nécrosants. Ils peuvent également stimuler la sécrétion de mucus et entraînent la libération des prostaglandines (Reid et coll., 1992). Ces prostaglandines endogènes (PGE) inhibent la sécrétion acide, stimulent la production de mucus et de bicarbonates, augmentent le flux sanguin de la muqueuse gastrique ainsi que la résistance de la muqueuse gastrique envers les agents ulcérogènes (Lewis et Hanson, 1991). De plus, Takeuchi et coll. (1999) ont démontré la capacité de ces prostaglandines à stimuler la sécrétion de bicarbonates chez la souris et le rat.

L'oméprazol, en plus de son inhibition de la pompe H^+-K^+-ATPase, renforce la couche de mucus par l'intermédiaire des prostaglandines (Blandizzi et coll., 1999). L'extrait de TYS1 pourrait agir de la même manière, soit en libérant des produits insolubles tapissant ainsi la muqueuse gastrique, soit en stimulant la synthèse de prostaglandines.

Les résultats obtenus lors du criblage phytochimique de TYS1 révèlent la présence de tanins et de saponines. Germano et coll. (1998) ont démontré que ces familles chimiques possédaient une activité antiulcéreuse. En effet, les tanins sont capables de tapisser la muqueuse gastrique et la rendent plus résistante et moins perméable aux agressions chimiques (Asuzu et coll., 1990). Par contre, la sécrétion du bicarbonate se ferait par l'intermédiaire de la prostaglandine (Lechat P et coll., 1990). En effet, les anthocyanes augmenteraient le taux de prostaglandine et stimuleraient la sécrétion de mucus gastrique. Par ailleurs, les saponines augmenteraient aussi la sécrétion de mucus (Borelli F. et Izzi A., 2000), comme le cas *de Barleria prionitis Linn*. (Manjusha, et coll., 2013).

Comme l'extrait contient toutes ces familles chimiques, il se peut qu'elles agissent ensemble, les anthocyanes comme stimulant de la production de la prostaglandine et les tanins comme protecteurs de la paroi gastrique. La combinaison de ces effets fait que l'extrait TYS1 possède une activité ulcéreuse. Or la prostaglandine a pour rôle de stimulation de la sécrétion des ions bicarbonates, de mucus et de maintien du flux sanguin au niveau de la muqueuse, ce qui accélère la

cicatrisation (Lechat P.et coll., 1990). Nous pouvons avancer une hypothèse selon laquelle, l'extrait stimulerait la synthèse de la prostaglandine, et par conséquent la quantité de mucus augmente et protège la paroi gastrique contre l'agression de l'acide dans l'estomac

CONCLUSION

Ces résultats nous permettent de dire que l'extrait de TYS1 possède une activité antiulcéreuse en accélérant la cicatrisation des lésions de la muqueuse et en diminuant l'acidité gastrique. Ces effets pourraient être dus aux anthocyanes ou aux saponines, ou aux tannins qu'il contient. Des recherches ultérieures sont nécessaires pour élucider son mécanisme d'action et identifier la structure de la ou les molécules responsables de ces effets.

REFERENCESBIBLIOGRAPHIQUES

1) Allen A. ; Flemströng G. ; Garner A. ; Kivilaasko E. : (1993) Gastroduodenal mucosal protection. Am. J. Physiol., 73, 823-857.

2) Asuzu I.U. ; ONU O.U. : (1990) Anti-ulcer activity of the ethanolic extract of Combretum dolichopetalum root. Int. J. Crude Drug. Res., 28, 27-32.

3) Aziz, K. et Bonnet, D. (2008). Hépato-gastro-entérologie. Paris : Edition Masson. p. 322-323.

4) Bhattacharya A.; Ghosal S. ; Bhattacharya S.K. : (2000) Antioxidant activity of tannoid principles of Emblica officinalis. Ind. J. Exp. Biol., 38, 877-880.

5) Blandizzi C. ; Natale G. ; Gherardi G. et coll. : (1999) Acid-independent gastroprotective effects of lanzoprazole in experimental mucosal injury. Dig. Dis. Sci., 44, 2039-2050.

6) Borelli F., Izzi A. A. (2000). The plant kingdom as a source of antiulcer remedies. Phytother. Res., 14: 581- 591

7) Chaibou M ,1965. Etude de l'activité des extraits d'écorce du tronc de Parkia biglobosa (Jacq.)Benth. (Mimosaceae) R.Br. Thèse : Méd.Vet : Dakar ; 15.

8) Dielh., Henz K. (2010). A good practice guide to the administration of substances and removal of blood, including rat and volume. J. Applied Toxicol.,21(2001):15-23.

9) Fong H.H.S., Tin-Wa M., Farnsworth N.R. (1977). Phytochemical Screening. College of Pharmacy, University of Illinois, Chicago, (USA). 6-7.

10) Germano M.P. ; Sanogo R. ; Guglielmo M. ; De Pasquale R. ; Grisafi G. ; Bisignano G. : (1998) Effects of Pteleopsis suberosa extracts on experimental gastric ulcers and Helicobacter pylori growth. J. Ethnopharmacol., 58, 167-172.

11) Germano' MP, De Pasquale R, Iauk L, Galati EM, Keita A, Sanogo R. (1996). Antiulcer activity of

12) Vernoniakotschyana Sch. Bip. Phytomed., 2(3): 229-233.

13) Hiruma-Lima C.A. ; Grasioso J.S ; Toma W. et coll. : (2000) Evaluation of the gastroprotective activity of Cordatin, a diterpene isolated from Asparthmium cordatum (Euphorbiaceae). Biol. Pharm. Bull., 23, 1465-1469.

14) Hiruma-Lima C.A., Gracioso J. De S, Rodriguez J.A., Haun M., Nunes D.S., Souza Brito A.R.M. (2000) Gastroprotectrice effect of essential oil from Croton cajurana Benth. (Euphorbiaceae).J. Ethnopharmacol., 69, 229-234.

15) Jude EO, Paul A. Antiulcer and Anticonvulsant Activity of Croton Zambesicus. J. Pharm. Sci. 2009; 22:384- 390.

16) Kam A, 1995. Contribution à l'étude de l'activité anti-ulcéreuse des extraits totaux de fruits murs d'Acacia nilotica (L.) var.Adansonii (GUILL.et PERR.)O.KTZE (Mimosaceae L.) Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 23.

16) Lechat P., Calvo F., Cremoux P., Giroud J.-P., Rouveix B., Weber S. (1990). Pharmacologie médicale, Correcteurs des troubles digestifs. Ed. Masson, Paris, chap. 38: 518.

17) Lewis D.A. ; Hanson P.J. : (1991) Progress in Medicinal Chemistry. Ed. Ellis G.P., West G.B., Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 201-231.

18) Meba M.A, 2005. Contribution à l'étude de l'activité anti-ulcéreuse de Euphorbia hirta (L.) (Euphorbiacées). Thèse : Méd Vét : Dakar ; 8

19) MIB N°290 2008. Ulcère gastrique et duodénal, gastrite. Faculté de Médecine Monpellier-Nîmes, LIPCOM- RM: p14. Disponible à : http://www.med.univmontp1. fr/enseignement/cycle_2/MIB/Ressources_locales/App Digest/MIB_290_ ulcere_gastrique_duodenal_gastrite_word .pdf

20) Moore, K. et Dalley, A. (2011). Anatomie Médicale. In: Aspects fondamentaux etapplication clinique.4eme édition. Paris : Boeck. p. 242.

21) Morimoto Y., Shimohara K., Oshima S., Sukamoto T. (1991) Effects of the new anti-ulcer agent KB-5492 on experimental gastric mucosal lesions and gastric mucosal defensive factors as compared to those of teprenome and cimetidine.Jpn. J. Pharmacol., 57, 405-505.

22) Raju D. et ses collaborateurs .Evaluation of Anti-ulcer activity of methanolic extract of Terminalia chebula fruits in experimental rats. J. Pharm. Sci. & Res. 2009; 3:101-107.

23) Reid J.L. ; Lee E. ; Whiting B. : (1992) Drugs and gastrointestinal disease. Lectures notes on clinical pharmacology. 4 Ed, Blackwell Scientific Publ, 179-185.

24) Robert A. ; Nezamis J.E. ; Lancaster C. ; Hanchar A.J. : (1979) Cytoprotection by prostaglandins in rats. Prevention of gastric necrosis produced by alcohol, HCl, NaOH, hypertonic NaCl and thermal injury. Gastroenterol., 77, 433-443.

25) Sairam K.; Rao Ch.V. ; Dora Babu M. ; Vijay Cumar K. ; Agrawal V.K. ; Goel R.K. : (2002) Antiulcerogenic effect of methanolic extract of Emblica officinalis: an experimental study. J. Ethnopharmacol., 82, 1-9.

26) Sherwood, L. (2006). Physiologie humaines. 2ème édition. Paris : Boeck. p. 452-462.

27) Souza Almeida, E.S., Filhob, V.C., Nierob, R., Clasenb, B.K., Baloguna, S.O. et Oliveira Martines, D.T. (2011). Pharmacological mechanisms underlying the antiulcer activity of methanol extract and canthin-6-one of Simaba ferruginea A. St-Hil. In animal models. Journal of Ethnopharmacology, 134: 630 636.

28) Sun X.B. ; Matsumoto T. ; Yamada H. : (1991) Effects of polysaccharide fraction from the roots of Bupleurum falcatum L. on experimental gastric ulcer models in rats and mice. J. Pharm. Pharmacol., 43, 699-704.

29) Takeuchi K. ; Ukawa H. ; Furukawa O. et coll. : (1999) Prostaglandin E receptor subtypes involved in stimulation of gastroduodenal bicarbonate secretion in rats and mice. J. Physiol. Pharmacol., 50, 155-167/

COMPORTEMENT DE *CYMBIDIELLAFALCIGERA* DANS UN ECOSYSTEME FORESTIER A RAPHIA

par

RAKOTONIRINA Arsène Giovanni[1], RAKOTOMAVO Andriamparany[2], RASOLOFOHARINORO[2] et ROGER Edmond[3]

(1) Doctorant à l'ISSEDD (Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable) Université de Toamasina - Madagascar
(2) Enseignant à l'ISSEDD (Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable) Université Toamasina - Madagascar
(3) Laboratoire d'Ecologie Végétale – Université d'Antananarivo

RESUME

La déforestation et la collecte illicite d'espèces sauvages constituent des facteurs de dégradation environnementale, voire une cause de disparition de certaines Orchidées comme *Cymbidiellafalcigera*, une espèce endémique de l'Est de Madagascar. La perturbation de son écosystème environnant pourrait affecter sa vulnérabilité. Cette communication cherche à connaitre les facteurs qui conditionnent le comportement de la population de cette espèce d'*Orchidaceae* dans un écosystème forestier à Rafiafarinifera. Pour ce faire, 2256 pieds de raphia, servant de supports pour *Cymbidiellafalcigera*, ont fait l'objet d'observation au niveau de 5 sites de la Commune Rurale d'Antetezambaro (Ambodinonoka, Sandahatra, Analambo, Sahasina) – Région Atsinanana et à Maromandia Sainte-Marie – Région Analanjirofo. Les analyses ANOVA et Kruskal Wallis confirment que les orientations Est-Ouest et Nord-Sud conditionnent la taille *de Cymbidiellafalgicera* (p-value:<0,05) pour les tranches d'hauteur de support respectives de 1-2 m et 5-6 m. Au-dessous de 4m, l'abondance des fougères *Blechnum simillimum* et *Phymatosorusscolopendria* influe sur le nombre d'individus *de Cymbidiellafalgicera* (R=0,080 ; p-value<0,05). Le taux de régénérations naturelles régresse en fonction du nombre de pétioles de raphia. Vu l'importance des prélèvements anthropiques de pétioles (2 à 6 pétioles/ha) et la destruction continue des supports dans et aux alentours des sites d'étude, la conservation ex-situ de *Cymbidiellafalgicera* constitue une alternative pour sa préservation durable.

Mots-clés : *Cymbidiellafalcigera*, Rafia farinera, Atsinanana, Analanjirofo, fougères, conservation ex-situ.

ABSTRACT

Deforestation and the illegal collection of wild species are factors of environmental degradation, or even a cause of disappearance of some Orchids like *Cymbidiellafalcigera*, a species endemic to Eastern Madagascar. It seems that the destruction of its surrounding ecosystem could affect its vulnerability. This paper seeks to know the factors that condition the behavior of the population of this species of *Orchideae* in a predominantly Rafiafarinifera forest ecosystem. 2 256 supports including 95% of Rafiafarinifer plants, 4,2% of Raveneasp., and 0,8% of *Ravenalamadagascariensis* were studied in 5 sites of the Rural Commune of Antetezambaro (Ambodinonoka, Sandahatra, Analambo, Sahasina) – Atsinanana Region and in Sainte-Marie – Analanjirofo Region. The statistical tests carried out confirm that the orientations East, North, West and South have no direct effect on the behavior of *Cymbidiellafalgicera* (p-value:<0,05), unless the distance between the supports is between 30 cm and 2 m and their height does not exceed 2 m. On Raffia *farinera, Blechnumsimillimum* and *Phymatosorusscolopendriaferns* predominate in numbers, especially below 2 m height. The more ferns at the base of the supports, the more the Orchids settle in height (R=0,080 ; p-value<0,05). Given the anthropogenic removal of petioles and the continuous destruction of supports (2 to 6 plants of raffia per year per hectare) in and around the study sites, the ex-situ conservation of the species constitutes an alternative for its sustainable preservation.

Key-words: *Cymbidiellafalcigera*, Raffia farinera, conservation ex-situ, Orchids, Atsinanana Region, Analanjirofo Region.

INTRODUCTION

Les Orchidées constituent la plus étendue famille botanique des plantes à fleurs, présentement elle compte 27135 espèces réparties en 925 genres (www.theplanlist.org) et l'une des familles botaniques des plus compliquées. À Madagascar, les 1100 espèces d'Orchidées recensées sont presque toutes endémiques, soit 90 % (Bosseret *al.*, 2011). La destruction de l'habitat naturel des Orchidées, la culture sur brulis, extraction des minerais font que certaines variétés sont devenues introuvables ; d'autres n'existent plus qu'en quelques exemplaires comme le cas de l'Orchidée noire *Cymbidiellafalcigera*, une espèce endémique de l'Est de Madagascar (Bertrand, 2008 ; Rakouth, 2012). Outre les pressions qui pèsent sur l'espèce, la germination de ses graines s'avère difficile, nécessitant une association symbiotique avec des champignons du genre *Rhizoctonia*, et avec un taux de germination très faible de moins de 1% (Ardittiet *al.*, 2000). D'où

l'hypothèse ''la destruction de ses supports ainsi que la perturbation de son écosystème environnant affecteraient sa vulnérabilité''. Le présent article a ainsi pour objectif de connaitre les facteurs qui conditionnent le comportement de la population de *Cymbidiellafalcigera* dans un écosystème forestier à prédominance *Rafiafarinifera*.

MATERIELS ET METHODES

La zone d'études concerne deux régions bien distinctes : celles d'Analanjorofo (Maromandia) et d'Atsinanana (Sahasina, Ambodinonoka, Analambo, Parc Ivoloina). En tout, 2 256 supports, dont 95% de pieds de raphia, 4,8% de *Raveneasp*.et 0,2% de *Ravenalamadagscariensis* éparpillés dans des lots de forêt à *Rafia farinera* de 1 à 10 ha, ont fait l'objet d'observation dans le but de noter l'effectif et le comportement de l'espèce *Cymbidiellafalcigera*, le long et aux alentours de ces supports. Les paramètres observés concernent :

Figure1 : Localisation des zones d'étude

• ENOS ou orientations par rapport aux 4 points cardinaux Est(E), N(Nord), Ouest (O) et Sud(S) pour comprendre la direction de la tige de *Cymbidiellafalcigera* face au soleil (Lecoufle, 2004), nécessitant l'utilisation d'une boussole ;

• Taille de l'orchidée, c'est-à-dire la longueur de sa tige, laquelle a été catégorisée par classe de 5 cm ([00-05[, [05-10[, etc.) ;

• Hauteur de l'orchidée correspondant à la distance entre son emplacement sur le support et le sol, nécessitant l'utilisation des outils de précision comme GPS, décamètre de 5 met télémètre.

• Taux de Régénération naturelle (TRN) de l'orchidée : c'est l'ensemble des processus par lesquels les espèces se reproduisent naturellement sans intervention sylvicole, dans une formation végétale (Rollet B., 1983).

$$\mathbf{TRN\% = \frac{Nr}{Ns} x\ 100}$$

où

TRN : Taux de Régénération Naturelle (TRN) en %, Nr : Nombre d'individus régénérés, Ns : Nombre d'individus semenciers. La régénération est « mauvaise » si TRN<300% , « bonne » si TRN>300%.

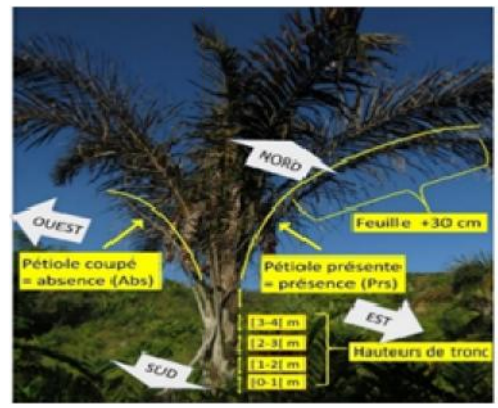


Figure 2 : Paramètres observés et critères d'évaluation considérés pour un pied de raphia support

Compte tenu de l'hypothèse de départ, l'état de dégradation ou de développement des pieds de raphia supports a également été considéré ; le pétiole est qualifié d'absent (Abs) lorsque sa longueur n'excède pas 30 cm, il est présent (Prs) au-delà de ce chiffre (figure 1).

Les données collectées sur terrain ont été saisies sous Xlstat2014, puis traitées sous R3.3.3..Des tests paramétriques sous ANOVA ont été effectués après test de normalité de Shapiro-Wilk et d'homogénéité de Bartlett. Le test non paramétrique de Kruskal Wallisa été utilisé selon les résultats des analyses statistiques sur la comparaison des tailles et orientations ENOS ; l'analyse de la corrélation entre les effectifs des individus de fougères et d'orchidées a été réalisée avec le test de corrélation de Spearman.

RESULTATS

Relation entre orientations ENOS et effectif des orchidées

D'une manière générale, les orientations ENOS n'ont pas d'effet direct sur l'effectif de *Cymbidiellafalgicera* (p-value = 0,7412). Toutefois, la relation ENOS-Effectif devient significative lorsque la distance entre les supports est comprise entre 30 cm et 2 m et leur hauteur <2 m (p-value 0,0013) (Figure 3).

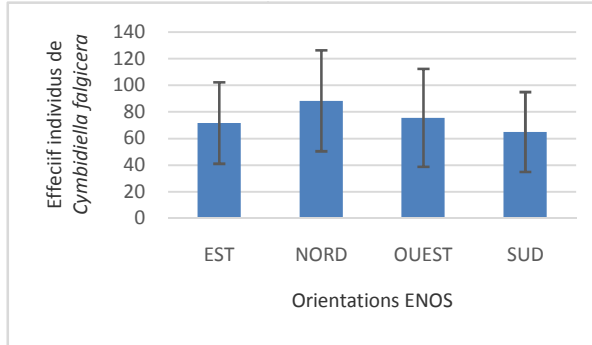


Figure 3 : Effectif de *Cymbidiellafalgicera* en fonction des orientations ENOS résultat obtenu sur 2256 pieds de raphia supports

Répartition verticale *de Cymbidiellafalgicera* le long des supports

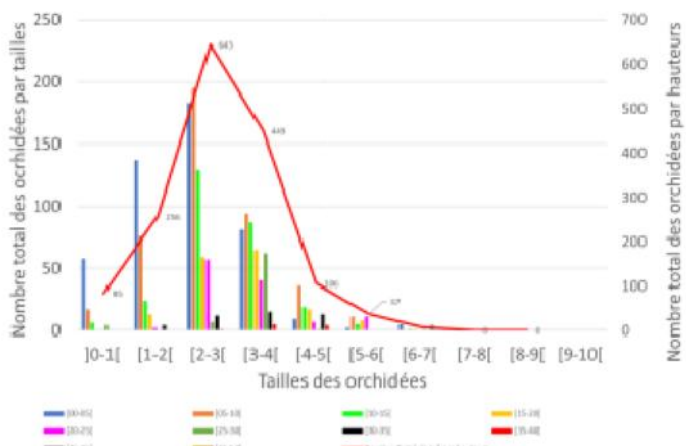


Figure 4 : Répartition en effectif de *Cymbidiellafalgicera* le long des supports– résultat obtenu sur 2256 pieds de raphia supports

Près de 90% des individus de *Cymbidiellafalgicera* se concentrent au-dessous de 4 m de haut. Le Test de Kruskal Wallis démontre une différence significative au niveau de la classe de hauteur [1-2m[(p-value=0,001294). La classe [5-6m[se démarque également, avec une valeur de p-value = 0,03586 (Figure 4).

Cohabitation fougères et *Cymbidiellafalgicera*

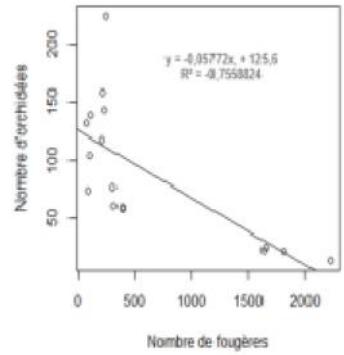


Figure 5 : Corrélation sur le nombre des orchidées et les fougères

Sur *Rafia farinera*, les fougères *Blechnum simillimum* et *Phymatosorusscolopendria* prédominent en nombre, notamment au-dessous de 2 m où leur abondance relative s'élève à 80%. Plus il y a de fougères à la base des supports, plus *Cymbidiellafalgicera* s'installe en hauteur (p-value = 0,0011 ; R = -0,756) (Figure 5)

Etat des supports raphia et régénération naturelle de Cymbidiellafalgicera

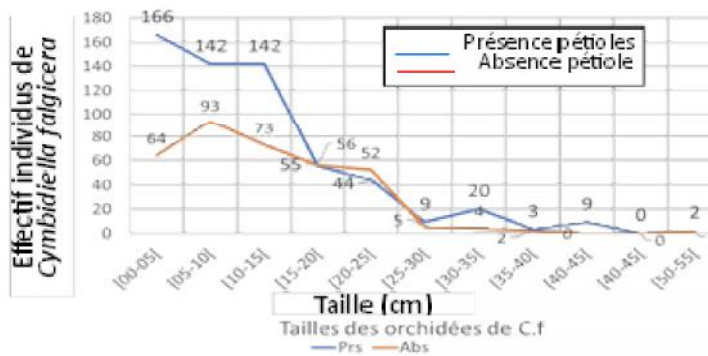


Figure 6 : Lien entre l'état des pétioles de raphia, la taille et l'effectif des régénérations naturelles de *Cymbidiellafalcigera*- résultat obtenu sur 2256 pieds de raphia supports

100 à 200% des régénérations de *Cymbidiellafalgicera* meurent sur place là où des traces de prélèvement anthropique de pétioles de raphia sont visibles (p-value 0,0351). Le taux de régénération, s'avère moyennement bon, s'élevant jusqu'à 317%, là où les pétioles sont présents (p-value 0,0351), contre TRN = 191% en absence de pétiole (Figure 6).

DISCUSSION

Le comportement de *Cymbidiellafalgicera* dans un écosystème forestier à raphia est dicté par :

• La température et l'humidité pour les hauteurs comprises entre 1 et 4 m (p-value 0,0001). Les Orchidées de la forêt d'Analambo-Maromandia préfèrent ainsi les crêtes où les strates sont assez ouvertes, favorisant la stagnation d'eau lors de la saison de pluie (Bertaux, 2010).

• L'abondance des fougères, un facteur de lumière et d'humidité. Kauthet al. (2008) souligne d'ailleurs que les espèces épiphytes telles que *Cymbidiellafalgicera* sont assez exigeantes en lumière.

• L'écartement entre les supports et la hauteur de ces derniers (<2 m), deux facteurs essentiels pour qu'ENOS devienne influent sur les effectif des Orchidées.

• La concurrence intrinsèque entre *Cymbidiellafalgicera* et ses espèces associées, ainsi que l'état de dégradation des supports ; ce sont des paramètres importants pour la préservation de l'orchidée

CONCLUSION

Vu les prélèvements anthropiques de pétioles et la destruction continue des supports (minimum 2 à 6 pieds de raphia par an par hectare) dans la zone, la conservation ex-situ de l'espèce constitue une bonne alternative. Pour ce faire, les paramètres ENOS, état de l'air ambiant, concurrence intrinsèque entre les autres espèces, et état des supports sont autant de facteurs essentiels à considérer, que ce soit *on farm* qu'*on station*. La préservation de l'habitat de l'orchidée qu'est la forêt de raphia s'avère également prioritaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Arditti, J., and A.K.A., Ghani, (2000). Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. New Phytologist 145(3): 367-421.

2) Bertaux F., (2010). Les orchidées : Maladies et ravageurs des orchidées. Journée Biologique du Parc Phoenix – Nice. Institut Océanographique Paul Ricard. 82 p

3) Bertrand P., (2008). Information presse : les orchidées de Madagascar. 10p.

4) Bosser J. & Lecoufle M. (2011). Les orchidées de Madagascar. Orchids of Madagascar. Éditions Biotope, Mèze. 496p.

5) Kauth P.J., Dutra D., Johnson T.R., Stewart S.L., Kane M.E., Vendrame W.A., (2008). Techniques and applications of in vitro orchid seed germination. (JA

Teixeira da Silva ed.) Floriculture, ornamental and plant biotechnology: advances and topical issues. Isleworth: Global Science Books, 375–391.

6) Lecoufle M., (2004). Le traité des Orchidées. Éditions Artémis. Chamalières, France.384p.

7) Rakouth, H.N., 2012. *CynorkiselataRolfet* et *Cymbidiellafalgicera* Garay, ORCHIDACEAE endémiques Malgaches rencontrées dans la Région de Fort Dauphin.

8) Rollet B., (1983). La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêts des tropiques. 202p.

SUIVI ECOLOGIQUE DE L´HERPETOFAUNE POUR LA PERENNISATION DE LA GESTION ET DE LA CONSERVATION DE L´AIRE PROTEGÉE COMPLEXE MAHAVAVY-KINKONY

par

RAMIANDRA Velojaona Audlin[(1)(2)], RANDRIANJAFY Vololomboahangy[(1)(2)], RANDRIAMAHATANTSOA Bernard[(1)(2)], TSIAVAHANANAHARY Tsaralaza Jorlin[(1)(2)], RABIBISOA Nirhy Harinelina Christian[(1)(2)]

(1) Ecole Doctorale « Ecosystèmes Naturels », Université de Mahajanga
(2) Faculté de Sciences, de Technologie et de l'Environnement, Université de Mahajanga.

RESUME

La connaissance approfondie sur l´herpétofaune est un élément de choix dans le processus d´identification de site prioritaire en matière de conservation au sein de l´Aire Protégée Complexe Mahavavy-Kinkony (NAP CMK). La mise à jour de données réalisée en 2016 a permis d´établir les données de référence, ainsi que le suivi écologique jusqu´en 2018. Cela a permis au gestionnaire de reformuler les cibles de la conservation pour les espèces d'intérêt écosystémiques pour les années à venir. Le principal but est d'assurer la pérennité de la biodiversité.

Ainsi, trois zones d´études, Anjiabe/Anjiamaloto, Ankaramanasa/Tsiombikibo, et Katondra, ont été choisies. Quatre (04) méthodes d'échantillonnages standardisées ont été adoptées : trous- pièges, observations générales, fouilles systématiques et enquête auprès des populations locales. Les données collectées ont été analysées avec le programme STATISTICA 6.1. La NAP CMK est riche en herpétofaune avec 103 espèces répertoriées dont 27 sont des Amphibiens et 76 des Reptiles. Le taux d´endémisme respectif est de 92,6% et 84,9%.

L´analyse de la richesse spécifique et de la structure de la communauté a permis de situer le NAP comme la zone de transition entre le Nord et le Sud de Madagascar d´une part et d´autre part d´aboutir á l´évaluation de valeurs écologiques et les indicateurs de gestion. Deux zones sont priorisées : Anjiabe-Anjiamaloto et Ankaramanasa-Tsiombikibo car elles abritent au moins six espèces menacées. Face à l´épanouissement de commerce illicite, il est jugé nécessaire de faire de suivi sur les espèces indicatrices des milieux ouverts.

Mots-clés : suivi écologique, Herpétofaune, indicateur, conservation, gestion, NAP CMK.

ABSTRACT

The deepened knowledge of the Herpetofauna is an element of choice to process the identification of priority sites in the conservation on the New Protected Area Mahavavy-Kinkony Complex (NPA MKC). The update of the database carried out on 2016 allowed us to establish the reference data and the ecological survey until 2018. Those permitted the manger to reformulate the conservation focus through the target ecosystemic species for the future.

The main goal is to ensure the sustainability of the biodiversity. Thus, three zones were choosen: Anjabe-Anjiamaloto, Ankaramanasa-Tsiombikibo, and Katondra. Four standard sampling methods have been adopted: pit-fall traps, general observation, opportunistic and systematic searching, and local people opinion inquiring. The collected data have been analyzed by STATISTICA 6.1. As a result, 103 species has been reported at the NPA MKC of which 27 are Amphibians and 76 are Reptiles. These represent respectively 84, 9% and 92, 6 % of the endemism.

The analyzes of the specific richness and the community structure, allowed us, in one hand, to situate NP as transition zone between Ankarafantsika National Park and Reserve Natural integral of Tsingy of Namoroka group and Tsingy of the Bemaraha National Park. The two zones, Anjabe-Anjiamaloto and Ankaramanasa-Tsiombikibo, have been suggested as priority zones for having at least six threatened species. To face the illicit trade extend, it is necessarily suggested to survey the opened habitat indicator species.

Key-words: ecological survey, Herpetofauna, Indicator, management, conservation, MKC NPA.

INTRODUCTION

A Madagascar, la diversité herpétofaunique est presque concentrée dans la forêt humide de l'Est. Mais un important taux d'endémicité est aussi connu comme étant confiné dans différents types de forets sèches malgaches (Raselimanana et al, 2000). En raison des enjeux sur les forêts sèches telles que la forte sensibilité au feu, la pauvreté du sol avec une prédominance de sable, le manque d'eau, la fragmentation et la dégradation de la forêt qui est quasiment impossible à la régénération, les

amphibiens et les Reptiles sont parmi les vertébrés les plus sensibles au changement climatique (Vallan, 2002, 2003b). La majorité est forestière et subit des menaces. Ce sont les premières victimes de la déforestation à cause de leurs faibles moyens de déplacement (Raselimanana, 1998) et sont aussi la communauté la plus vulnérable au changement de l'environnement naturel (Vallan, 2003a). Or ils constituent un élément de choix dans le processus d'identification des sites prioritaires en matière de conservation et l'efficacité de cette conservation dépend de la connaissance profonde de cette biodiversité (Andreone et al, 2005). Jusqu'à maintenant, la connaissance des communautés des herpétofaunes reste encore lacunaire et est généralement mal connue dans quelques Nouvelles Aires Protégées à Madagascar comme le cas de Complexe Mahavavy-Kinkony (CMK) malgré la présence de nombreux types formations végétales naturelles telles que les forêts sèches caducifoliées, les savanes à palmiers et les savanes arborées et arbustives.

Plusieurs études ont été effectuées sur la faune herpétologique de cette NAP comme celle de Razafimahatratra et al.,(2004), Rakotozafy (2014). Mais la collaboration avec l´Asity Madagascar et le Projet NABU (Randrianjafy, 2016 ; 2017 ; 2018) a pour objectifs de faire la mise à jour et de renforcer les bases de données pour connaître l'évolution immédiate de la communauté amphibienne et reptilienne afin de proposer des indicateurs et d´évaluer les valeurs de ceux-ci comme référence de base de la priorisation de gestion et de la conservation dans la NAP CMK.

MATERIELS ET METHODES

La méthodologie adoptée a été jugée appropriée pour obtenir le maximum d'information sur la composition herpétofaunique de la NAP CMK et a été choisie également pour les habitats dans la partie sèche de l'île.

Zones d´études

Trois (03) zones étudiées ont été inventoriées. Elles se trouvent dans la Région malgache occidentale, Domaine de l'Ouest, Secteur de l'Ambongo-Boina, caractérisée par la forêt dense sèche à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia* et des savanes herbeuses, arborées, à palmiers..., à *Hyparrheniarufa*, *Heteropogoncontortus*, *Aristidarufescens* (Cornet et Guillaumet, 1976). La description des trois zones visitées faite par Randrianjafy (2016) a été toujours adoptée. Les trois zones qui ont fait l'objet de suivi restent toujours les mêmes pendant les trois ans. Ce sont :

1- Zone d'Anjiabe-Anjiamaloto, Commune Rurale d'Antongomena, constituée par des formations mixtes composées par des essences forestières et des palmiers, des forêts sur sable blanc, des forêts sèches près du lieu sacré (Doany), des forêts sur dune près des mangroves, des forêts sur dune de sable, des savanes, clairière et des milieux ouverts généralement anthropisés.

2- Zone d'Ankaramanasa, Commune Rurale de Matsakabanja, caractérisée par des formations forestières bordant des lacs, des marécages et des ruisseaux, des lisières de forêt, des savanes et des forêts sèches typiques de l'ouest considérées comme une végétation primaire.

3- Zone de Katondra, Commune Rurale de Bekipay, constituée par les habitats visités sont constitués surtout par des forêts sur sol sableux roux plus ou moins intactes ou peu perturbées, des formations bordant le lac Katondra, des forêts perturbées et/ou dégradées et des formations ouvertes avec dominance de *Ziziphusmauritiana*.

Méthodes d´études

Ces trois années d´étude ont été faites à la fin de la saison humide, mars et avril, pendant laquelle l'activité de l'herpétofaune est encore maximale. La technique et la durée de chaque méthode pratiquée de façon identique expriment l'effort de recherche déployé. Cet effort a été maintenu constant pour tous les sites. Tout échantillonnage a été assuré par trois observateurs. Les matériels et les méthodes couramment utilisés par de nombreux chercheurs (voir Raxworthy & Nussbaum, 1994 ; Nussbaum et *al*., 1999, pour les détails): ont été toujours adoptés pour obtenir le maximum d'informations sur les Amphibiens et les Reptiles de chaque zone d'étude : les observations directes le long des itinéraires échantillons pendant le jour et la nuit, la fouille systématique des lieux de refuge et le piégeage par lignes de trous-pièges (« pitfall »)avec une barrière en plastique.

RESULTATS

Durant les trois années de suivi, 2016, 2017 et 2018, un total de 103 espèces herpétofauniques a été répertorié pour la NAP CMK dont 27 sont des Amphibiens et 76 des Reptiles. Les résultats ont montré que de nouvelles espèces s'ajoutent à la liste des espèces répertoriées d'une année à une autre (figure 1). Sept (07) espèces d'entre elles sont figurées parmi les espèces menacées selon les catégories de l'UICN. Ce sont des Reptiles dont quatre caméléons : Furciferlabordi (VU), F. Nicosiai (EN), F. Rhinoceratus (VU) et F. Petteri (VU) ; un gecko Uroplatusguentheri (EN) ; un lézard Trachylepisdumasi(VU) et une tortue Erymnochelysmadagascariensis(CR).

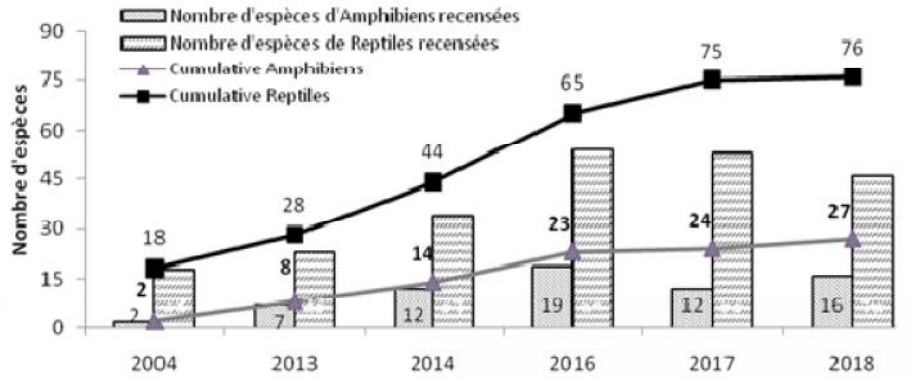


Figure 1 : Nombre d'espèces nouvellement découvertes par année d'observation

L'analyse des espèces répertoriées, Amphibiens et Reptiles, dans la NAP CMK avec la composition spécifique herpétofaunique des autres aires protégées (AP) les plus proches et ayant des données fiables, a permis de situer la NAP CMK par rapport à ces aires protégées ayant déjà été longtemps mises sous protection légale. Il s'agit du Parc National d'Ankarafantsika (PNA), du Parc National de Tsingy de Bemaraha et de la Réserve Naturelle Intégrale (RNI) de Tsingy de Namoroka. Ainsi, le dendrogramme de similarité de Jaccard (figure 2) a permis de placer la NAP CMK entre le groupe PN Ankarafantsika et Tsingy de Namoroka et le PN Tsingy de Bemaraha. La NAP CMK possède 29 espèces propres à elle et qui la distinguent de ces autres AP dont 16 méritent une détermination à base d'études génétique et/ou moléculaire car elles ont des caractéristiques morphologiques externes qui, à la fois, les diffèrent et les ressemblent avec les espèces décrites auparavant. L'absence des spécimens provenant de CMK pour des études antérieures a rendu difficile la confirmation si CMK constitue une zone intermédiaire entre le nord-ouest et l'ouest de Madagascar grâce à la présence d'immenses formations savanicoles et la forêt typique dense sèche de l'ouest.

Le dendrogramme obtenu (Figure 2) montrant les distances métriques euclidiennes a permis de regrouper que PN Ankarafantsika et Tsingy de Namoroka sont les plus proches du point de vue composition spécifique et PN Tsingy de Bemaraha se trouve le plus éloigné. 25 espèces sont communes à ces 4 AP. En dehors de ces 25 espèces qui sont communes pour toutes ces AP, 2 espèces sont propres pour PN Ankarafantsika et PN Tsingy de Namoroka alors que chacune d'elles est caractérisée par ses propres espèces à elles, qui sont respectivement de 19 et 5. La NAP CMK se place entre le groupe PN Ankarafantsika et Tsingy de Namoroka d'une part et PN Tsingy de Bemaraha d'autre part. Cette AP possède 29

espèces propres à elle et qui la distinguent de ces autres AP dont 16 méritent une détermination à base d'études génétique et/ou moléculaire car elles ont des caractéristiques morphologiques externes qui, à la fois, les diffèrent et les ressemblent avec les espèces décrites auparavant. L'absence des spécimens provenant de CMK pour des études antérieures a rendu difficile la confirmation si CMK constitue une zone intermédiaire entre le nord-ouest et l'ouest de Madagascar grâce à la présence d'immenses formations savanicoles et la forêt typique dense sèche de l'ouest. De plus, le PN Tsingy de Bemaraha possède un plus grand nombre d'espèces spécifiques, 37 espèces, qu'il ne partage pas avec les trois autres AP

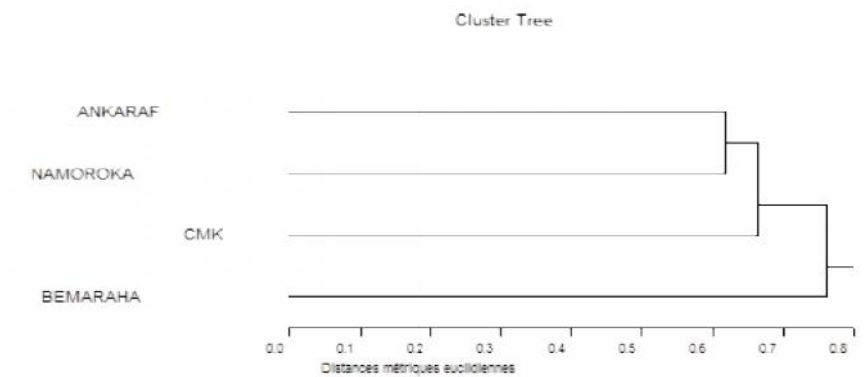


Figure 2 : Dendrogramme de similarité de Jaccard de quatre aires protégées dans la partie ouest de Madagascar (ANKARAF : PN Ankarafantsika)

Concernant l´affinité biogéographique des trois zones d´étude, l'interrelation entre les zones est déterminée par le coefficient de Jaccard. Les valeurs de l'indice de similarité des zones deux à deux sont synthétisées par le tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Coefficient de similarité de Jaccard entre les trois zones

Zones d'interventions	Katondra	Tsiombikibo	Anjiamaloto
Katondra	1		
Tsiombikibo	0,377	1	
Anjiamaloto	0,344	0,403	1

Le coefficient de similarité de Jaccard a montré des valeurs moyennement faibles. Elle varie de l'ordre de 0,377 à 0,403. Bien que la richesse spécifique soit relativement élevée pour chaque zone, le nombre d'espèces partagées entre les zones, prises deux à deux, varie énormément.

Du point de vue diversité spécifique, d'après le tableau 3 ci-après, les valeurs de H' et de l´équitabilité des trois zones sont élevées. Autrement dit les trois zones sont très diversifiées et renferment plusieurs types d'écosystèmes d´où l´hétérogénéité et la complexité de chaque zone.

Tableau 2 : Valeurs des indices de diversité herpétofaunique dans les trois zones

ZONE	Ambaripaiky Katondra	Tsiombikibo Ankaramanasa	Anjiabe Anjiamaloto
H'	4,105	4,228	4,55
log2S	4,907	5,426	5,672
E	0,837	0,779	0,797

D´après l´étude effectuée en 2016, prise comme base de référence, sept (7) types de formations végétales ont été analysés dans tous les sites. Il s'agit de formations ou forêt primaires, la formation dégradée, la formation ou fourré xérophile, la formation de savanes à palmiers et/ou arbustives, formation de régénération après passage des feux, formation sur dune de sable et enfin la formation ripicole. Il est constaté que les formations primaire et dégradée sont les plus riches en espèces tandis que la formation de régénération après le passage des feux á Ankaramanasa est marquée par la recolonisation des animaux qui pourrait traduire le rétablissement de la formation végétale. La Figure 2 ci-dessous montre la distribution d'espèces suivant les types de formations par zone.

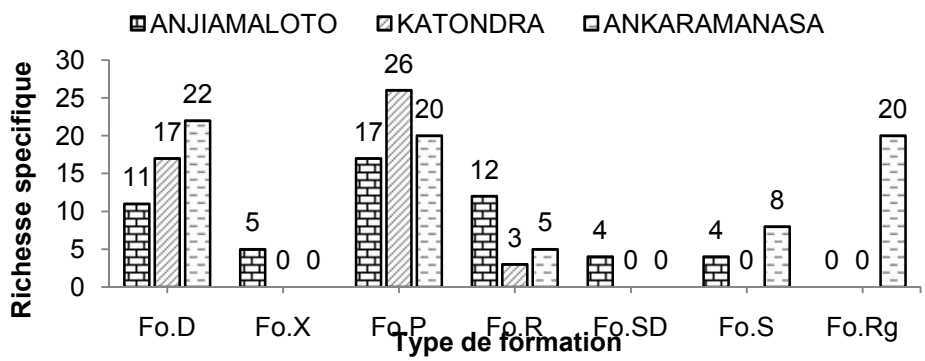


Figure 3 : Richesse spécifique par type de formation par zone

(Fo: formation, D : dégradée, X : xérophile, P : primaire, SD : sur dune, S : savane composé à Palmier et/ou arbustive, Rg : formation de régénération après passage des feux).

Le changement de l'état de cet écosystème et la modification des conditions écologiques pourraient avoir des influences directes et probablement négatives sur la répartition de ces espèces.

DISCUSSION

Depuis la constitution de bases des données sur l'herpétofaune (UCPE- MRPA, 2013) et celle réalisée par Rakotozafy (2014), pour l'élaboration du document de références afin d'obtenir le statut définitif en Nouvelle Aire Protégée, le suivi écologique de l'herpétofaune dans la NAP CMK depuis 2016 jusqu'à maintenant mérite une attention particulière. Des espèces nouvellement recensées ont apparu toujours et il semble être en relation avec les conditions de l'environnement. La richesse biologique qui s'y trouve est pourtant menacée par diverses activités destructrices de ses habitats de la part de la population environnante et peut-être par les variabilités climatiques trop marquées et le changement climatique d'origine anthropique.

Jusqu'à maintenant, aucune étude approfondie comme la phylogénétique et moléculaire sur les taxa n'a été abordée malgré l'existence de nombreuses espèces présentant à la fois des caractéristiques similaires et distinctes des autres espèces dans les forêts de l'ouest comme Ankarafantsika, Bemaraha, Namoroka et dans la Région de Betsiboka où les habitats présentent parfois d'énormes différences. C'est pour cela que certaines espèces appartenant aux genres *Furcifer*, *Lygodactylus* et *Mantella* qui ont représenté les plus de confusion avec celles des autres forêts et leur nom d'espèces a ont été toujours gardées mais précédées de "aff." ou "cf.".

Par ailleurs, cette étude a permis d'élargir les aires de répartition de certaines espèces qui étaient préalablement inconnues dans les régions de Madagascar, de trouver des spécimens de taxons qui constituent probablement des espèces nouvelles pour la science tels que *Boophissp.,Mantellaaff.expectata,Mantidactylusaff. femoralis1*, *M.aff. femoralis2*, *Mantidactylus sp1*, *Furcifersp. tuzetae*, *Furcifersp.*, *Lygodactylussp.*, *Phelsumasp. madagascariensis*, *Paroeduraaff.stumpffi.* Cette situation s'avère combiner avec la situation biogéographique de ce NAP, qui se trouve à l'intermédiaire du domaine de l'ouest et du nord-ouest.

CONCLUSION

Actuellement, après avoir effectué les trois années de suivi sur les Amphibiens et les Reptiles, la NAP CMK représente 103 espèces qui sont réparties en 27 Amphibiens et 76 Reptiles. Pour les Amphibiens, 25 sur les 27 inventoriés sont endémiques, soit un taux d'endémisme de 92,6 % et 68 sur les 76 sont endémiques pour les Reptiles, soit 84,9 % endémiques. Sept espèces de Reptiles sont classées menacées selon la liste rouge de l'UICN. De nombreuses espèces s'adaptent aux conditions écologiques de l'ouest et ne se retrouvent que dans la partie ouest de Madagascar, parfois du nord au sud et s'étendent vers le sud-est, jusqu'à Tolagnaro. L'utilisation des données sur les autres aires protégées environnantes a permis d'analyser la richesse spécifique de la partie nord-ouest et l'ouest de Madagascar et a permis également de situer la NAP CMK entre le groupe PN Ankarafantsika et RNI Tsingy de Namoroka d'une part et PN Tsingy de Bemaraha d'autre part.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Cornet A. et Guillaumet J.-L. (1976). Divisions floristiques et étages de végétation à Madagascar. Cah.ORSTOM, sér. Biol., vol. XI, no 1, 1976: 35-40.

2) Nussbaum, R. A., C. J Raxworthy, A. P. Raselimanana, & J.-B. Ramanamanjato, (1999). Amphibians and reptiles of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. In a faunal and floral inventory of the Reserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference to elevational variation, ed. S. M.Goodman. Fieldiana: Zoology, new series, 94: 155-173.ornithology, London Guide 22, 175 pages. Parc National Ranomafana entre l'été et l'hiver. Faculté des Sciences, Université Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative.

3) Rakotozafy L. M. S. (2014). Inventaire des Amphibiens et Reptiles dans le Complexe Mahavavy Kinkony. Rapport d'activité 14 mai – 06 juin 2014.

4) Rakotozafy L. M. S. (2014). Inventaire des Amphibiens et Reptiles dans le Complexe Mahavavy Kinkony. Rapport d'activité 14 mai – 06 juin 2014.

5) Randrianjafy V. (2016). Inventaire de l'herpétofaune de la Nouvelle Aire Protégée du Complexe Mahavavy – Kinkony, Mitsinjo, Région Boeny. Rapport d'activité. Période humide (avril 2016). NABU-1/ASITY MADAGASCAR, 32 pages.

6) Randrianjafy V. (2017). Inventaire de l'herpétofaune de la Nouvelle Aire Protégée du Complexe Mahavavy – Kinkony, Mitsinjo, Région Boeny. Rapport d'activité. Période humide (mai 2017). NABU-1/ASITY MADAGASCAR, 37 pages.

7) Randrianjafy V. (2018). Inventaire systématique et suivi écologique de l'herpétofaune de la Nouvelle Aire Protégée du Complexe Mahavavy – Kinkony,

Mitsinjo, Région Boeny. Rapport d'activité. Période humide (mai 2017).NABU-1/ASITY MADAGASCAR, 37 pages.

8) Raselimanana, A. P. (2000). Contribution à la systématique, à l'analyse phylogénétique et biogéographique des Gerrhosauridés malgaches. Thèse de Doctorat de Troisième Cycle, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

9) Raselimanana, A.P. (1998). La diversité de la faune de Reptiles et d'Amphibiens. In Rakotondravony, D. et S.M. Goodman (eds). Inventaire biologique de la forêt d'Andranomay, Anjozorobe. Recherche pour le développement. Série Sciences Biologiques n° 13. Pp 43-59.

10) Raxworthy, C.J. et R.A Nussbaum (1994).A rainforest survey of amphibians, reptiles and small mammals at Montagne d'Ambre, Madagascar. Biological Conservation 69:65-73

11) Razafimahatratra B., Rabenandrasana M. & Virginie M. C. (2004). Inventaire de la faune herpétologique des zones humides de Kinkony et les lacs satellites (Reptiles aquatiques). In Rabenandrasana Marc N (éd). Évaluation écologique et identification des sites potentiels pour la conservation de la biodiversité des zones humides du complexe Mahavavy/Kinkony (province de Majunga). Rapport final pour Conservation International, center for biodiversity conservation Madagascar.

12) UCPE- MRPA (2013). Établissement de la situation de référence du site MRPA en valeurs de la biodiversité et écologique, culturelle, sociale et économique. Cas du site Mahavavy Kinkony. Rapport Final. Unité de Coordination des Projets Environnementaux (UECP) & Project Managed Resource Protected Areas (MRPA).

13) Vallan, D. (2003b). Consequences of rain forest fragmentation for herpetofauna: A case study from Ambohitantely. In The natural history of Madagascar, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 899-907. The University of Chicago Press, Chicago.

14) Vallan, D. (2003a). Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of eastern Madagascar. Journal of Tropical Ecology, 18: 725-742.

15) Vallan, D.2002. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the natural reserve.

ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE ET VULNERABILITE DES MANGROVES URBAINES D'ANTSOHIHY (Nord-Ouestde Madagascar)

par

RANAIVOJAONA Sariaka Bianca[(1)]; TSIAVAHANANAHARY Tsaralaza Jorlin[(1)]; RANARIJAONA Hery Lisy Tiana[(1)]

(1)Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels, Université de Mahajanga)

RESUME

Se trouvant entre les interfaces terre et mer, les mangroves malagasy se situent majoritairement sur la partie occidentale. L'exploitation à outrance des bois, aggravée par les effets du changement climatique menacent fortement ces écosystèmes. Les mangroves à proximité des agglomérations sont les plus exposées. L'objectif de cette recherche est d'évaluer la vulnérabilité des mangroves urbaines de Madagascar. La ville d'Antsohihy a constitué le site d'étude. Pour ce faire, une enquête socio-économique, couplée à une étude cartographique à partir des images Landsat 5, 7 et 8, et une étude écologique ont été menées. Les bois de mangroves sont exploités à des fins commerciales. Une carte a été établie, montrant une forte dégradation des mangroves d'Antsohihy de l'ordre de 62,89%. L'analyse de vulnérabilité de ces mangroves a montré que la composition floristique et l'altitude du site en sont les facteurs déterminants. Des activités de restauration ont été entreprises. La considération de l'affinité entre la nature du sol et l'espèce reboisée reste à renforcer. La promotion du tourisme de paysage pourrait constituer un appui à ces activités. La restauration de ces mangroves est primordiale en tant que barrière protectrice des côtes de Madagascar.

Mots-clés : Mangroves urbaines, pressions, changement climatique, gestion durable.

ABSTRACT

Located between the land and the sea interfaces, Malagasy mangroves are mainly on the western part. Excessive exploitation, aggravated by the effects of climate change, is a major threat to these ecosystems. Mangroves near the agglomerations are the most exposed. The aim of this research was to evaluate the vulnerability of urban mangroves in Madagascar. The city of Antsohihy was chosen as the study site. A socio-economic survey, coupled with a mapping study based on Landsat 5, 7 and 8 images, and an ecological study were conducted. Mangrove wood is exploited for commercial purposes. A map was established showing some significant degradation with 62.89% of mangroves in Antsohihy. A vulnerability analysis of these mangroves showed that the floristic composition and the altitude of the site are the determining factors. Restoration activities were undertaken. The consideration of the affinity between the nature of the soil and the reforested species remain to be strengthened. Promoting landscape tourism could support these activities. The restoration of these mangroves is essential as they form a protective barrier of the coasts of Madagascar.

Key-words: Urban mangroves, pressures, climate change, sustainable management.

INTRODUCTION

Le continent africain dispose de 3,2 millions d'hectares de mangroves (FAO, 2007). A Madagascar, la surface occupée par les mangroves était de 213 000 hectares en 2016 (Jones et *al.*, 2016). La mangrove fait partie intégrante du paysage de la plupart des villes côtières de Madagascar. Cet écosystème, telle une barrière protectrice des côtes, subit toutes formes de pressions, de la terre ou de la mer, naturelles ou humaines. La majorité des mangroves malagasy se trouvent sur la partie occidentale (Spalding et *al.*, 2010), la ville d'Antsohihy a constitué le site d'étude afin d'évaluer la vulnérabilité écologique des mangroves urbaines de Madagascar. Cette recherche a pour objectif de décrire la situation écologique des mangroves urbaines, évaluer les menaces et pressions liées aux activités humaines et analyser la vulnérabilité aux effets du changement climatique de ces mangroves urbaines.

MATERIELS ET METHODES

Site d'étude

Localisée entre 14°52'de latitude Sud et 47°59' de longitude Est, la ville d'Antsohihy est située au Nord-ouest de Madagascar, dans la Région Sofia. Cette ville, se trouvant à 440 km de Mahajanga, est composée de 7 quartiers et s'étend sur une superficie de 11,80 km2.

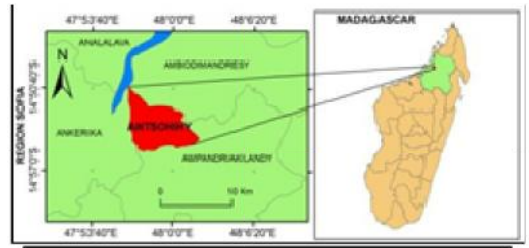


Figure 1. Localisation de site d'étude

Enquête socio-économique, étude écologique et télédétection

Une enquête socio-économique a été menée et se porte sur l'utilisation et les valeurs des bois de mangroves. Puis un relevé de superficie de 40 m x 40 m et/ou 20 m x 20 m a été réalisé dans les différentes catégories de mangroves existantes. La hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine de chaque espèce inventoriée ont principalement été pris en compte. Ces données ont été traitées afin d'en déterminer la densité, la fréquence et le taux de régénération. Quant à l'évaluation de la dynamique spatio-temporelle, les modifications se faisant dans l'espace et dans le temps, une étude diachronique a de ce fait été menée (Emran, 2005). Cette évaluation consiste à déterminer les changements au sein des mangroves, à partir des images satellites traitées, et comparer l'occupation des sols de 1993 à 2013. Les logiciels Erdas Imagine 2018 et QGIS 2.18.20 ont été utilisés dans la réalisation de ces analyses. Le tableau suivant donne les informations relatives aux images Landsat utilisées

Tableau 1 :Caractéristiques des images satellites Landsat traitées

Capteur	Date d'acquisition	Identification
LandsatTM	1993-06-02	LT05_L1TP_159070_19930602_20170118_01_T1
Landsat TM	2003-11-21	LT05_L1TP_159070_20031121_20161203_01_T1
Landsat ETM	2013-07-03	LE07_L1TP_159070_20130703_20161123_01_T1
Landsat OLI_TIRS	2018-03-03	LC08_L1TP_159070_20180303_20180319_01_T1

Evaluation de vulnérabilité écologique

Les études de la vulnérabilité des écosystèmes et de la communauté côtière se rapportent à l'exposition à divers risques climatiques et/ou non climatiques, ainsi que la sensibilité et la capacité d'adaptation (Füssel, 2007). L'exposition étant liée au type, à l'ampleur et au rythme des variations du climat et des événements climatiques et/ou des facteurs anthropiques, les menaces auxquelles sont exposés les écosystèmes dépendent ainsi de la localisation de ceux- ci par rapport à la mer (IPCC, 2007). L'augmentation du niveau de la mer et l'érosion constituent des risques climatiques, si les coupes de bois et l'ensablement sont les risques non climatiques (WWF, 2013a). La sensibilité est une mesure de l'impact potentiel du risque climatique et/ou non climatique ; par ailleurs, elle dépend du nombre de population, de l'étendue des écosystèmes exposés aux risques, et du niveau de dépendance de la communauté locale aux ressources naturelles (IPCC, 2007 ; Tuler et *al.*, 2008). Lesrisques seraient l'inondation permanente, l'augmentation de salinité et l'ensablement (WWF, 2013a ; WWF, 2013b). La résilience est la capacité d'atténuation des dommages potentiels et de récupération d'un système suite à une perturbation en maintenant ses fonctionnalités (IPCC, 2007). Le taux de régénération et le mode de dispersion des diaspores constituent les principaux facteurs déterminants (Clausen et *al.,*2010 ; Razakanirina, 2016).

RESULTATS

Diversité floristique de la mangrove

L'étude écologique menée dans la mangrove urbaine d'Antsohihy a permis d'établir la liste floristique suivante.

Tableau 2 : Liste floristique de la mangrove urbaine d'Antsohihy

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Avicenniaceae	*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh	Afiafy
Rhizophoraceae	*Bruguiera gymnorhiza* (L.)Savigny	Tsitolomy
	Ceriops tagal (Perr.) C.B.Rob.	Honkovavy
	*Rhizophora mucronata*Lam.	Honkolahy
Sonneratiaceae	*Sonneratia alba*Smith	Farafaka
Sterculiaceae	*Heritiera littoralis* Aiton	Moromony
Meliaceae	*Xylocarpus granatum* J. Koenig	Antalaotra
Combretaceae	*Lumnitzera racemosa* Wild	Lovinjo

Tableau 3 :Herbacées et épiphytes dans la mangrove urbaine d'Antsohihy

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Pteridaceae	*Acrostichum aureum*	Kiro
Fabaceae	*Derris uliginosa*	Vahy
Loranthaceae	*Viscum sp*	Velomihanto
Poaceae	*Sporobolus sp*	-

Mesures biométriques

Suivant des classes de diamètres bien définies, la répartition des diamètres à hauteur de poitrine de chaque espèce inventoriée est représentée comme suit.

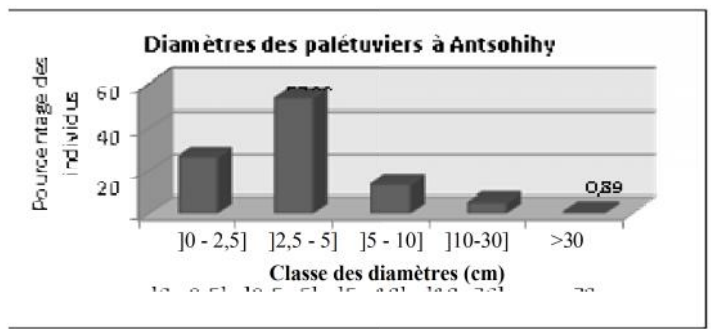


Figure 2. Diamètres des palétuviers à Antsohihy

Le taux des individus inventoriés varie de 0,89 % à 53,99 %. Cet histogramme des classes de diamètres permet de déterminer l'état de santé du peuplement de palétuviers du site d'étude. Toutes les classes y sont représentées, toutefois la régénération estperturbée.

Densité

La densité de chaque site a été déduite à partir du nombre d'individus dénombrés dans les placeaux. Seules les espèces ayant un DHP supérieur ou égal à 5 cm ont été considérées, donnant ainsi une densité de 115 individus par hectare.

Fréquence

Dans la mangrove d'Antsohihy, l'espèce *Rhizophora mucronata* se rencontre le plus fréquemment (59,14 %). *Heritiera littoralis*, étant une espèce de transition entre la mangrove et la terre ferme, a été la moins rencontrée sur le site d'étude.

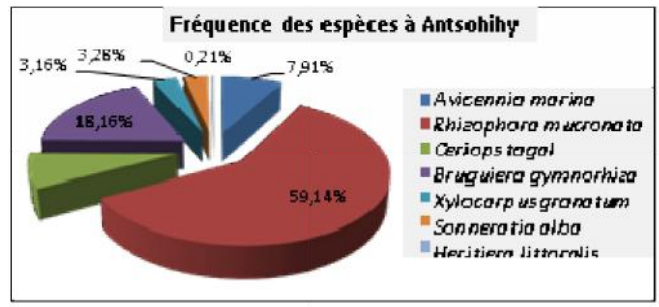


Figure 3 : Fréquence des espèces à Antsohihy

Différentes utilisations des bois de mangrove

Les informations recueillies auprès de la communauté locale ainsi que les observations effectuées ont permis de connaitre les utilisations des bois de mangrove. Ces utilisations peuvent être classées en 3 catégories dont les constructions permanentes, les constructions légères et les bois d'énergie (bois de chauffe et charbon de bois)

Evolution spatio-temporelle

A partir des images Landsat, la carte de la dynamique spatio-temporelle des mangroves urbaines d'Antsohihy suivante a été établie.

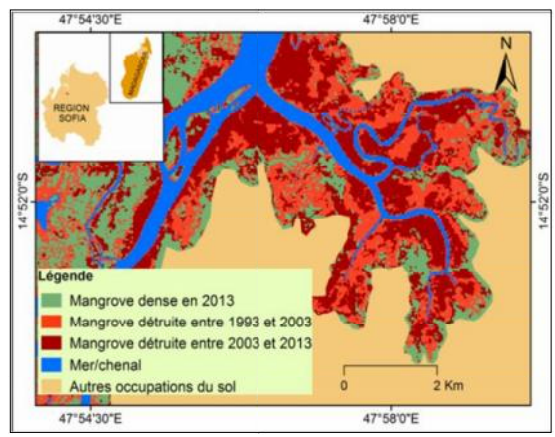


Figure 4 : Evolution spatio-temporelle de la mangrove d'Antsohihy (1993 – 2013)

Une dégradation accentuée a été constatée entre 2003 et 2013. Près de 62,89 % de ces mangroves ont été détruites par rapport à son état en 1993.

Vulnérabilité des mangroves

Cinq (5) catégories de mangrove ont été observées et retenues du front de la mer vers la terre ferme incluant la mangrove claire avec des individus espacés, la mangrove récente où les jeunes plants sont des espèces régénérées ou issues d'un reboisement, la mangrove dégradée constituée par des espèces adultes espacées mettant en évidence la coupe sélective, la mangrove très dégradée où les souches d'arbres coupés dominent par rapport au nombre de pieds existants et la mangrove rabougrie avec des individus adultes associés ou non à la Fougère de mangrove *Acrostichum aureum.*

Les bois de *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Xylocarpus granatum* sont les plus exploités. Selon les observations, les Rhizophoraceae sont sujets à des coupes sélectives, surtout les bois de 2,5 à 10 cm de diamètre et avec une hauteur de plus de 2m. Par rapport à ces coupes, les mangroves mixtes à *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Xylocarpus granatum*, et la mangrove à *Bruguiera gymnorhiza* et les autres catégories dont la mangrove claire à *Avicennia marina* et *Sonneratia alba*, et la mangrove claire à *Avicennia marina* et *Xylocarpus granatum* sont les plus exposées.

La sensibilité des différentes catégories de mangroves a été évaluée en considérant la tolérance de chaque espèce à l'augmentation de la salinité, la durée d'immersion permanente, ou encore l'assèchement. La proportion de chaque espèce que constitue chaque catégorie détermine également la sensibilité des mangroves. A cet effet, plus l'abondance des espèces tolérantes à ces risques est faible, plus la mangrove est considérée comme étant sensible.

Le taux de régénération des espèces a été le facteur déterminant de la résilience des mangroves. Le mode de dispersion des diaspores a également été pris en compte. Le site d'étude est caractérisé par l'absence de surface de migration.

La vulnérabilité de chaque catégorie de mangroves, variant de faible à forte, résulte de l'évaluation de l'exposition, de la sensibilité et de la résilience de ces mangroves.

La mangrove urbaine d'Antsohihy présente majoritairement une forte vulnérabilité, exceptée les catégories de mangroves récentes et celle composée par Bruguiera gymnorhiza.

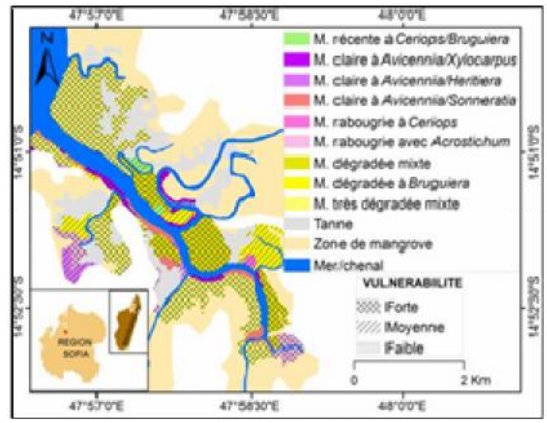


Figure 5 : Vulnérabilité écologique des mangroves d'Antsohihy

DISCUSSION

Bien que Madagascar ait déjà ratifié des conventions internationales relatives à l'utilisation durable et à la conservation des ressources naturelles, nos ressources demeurent principalement vulnérables à diverses pressions, ce qui expliquerait leur dégradation suite à des exploitations massives et abusives voire anarchiques. En plus de ces exploitations, les mangroves en milieu urbain sont sujettes au remblayage mais également à la privatisation.

En outre, la mangrove se trouvant en zone côtière, sa vulnérabilité aux risques du changement climatique est inévitable. A Madagascar, des analyses sur la vulnérabilité des mangroves ont été réalisées, dans les mangroves de Manambolo et le delta de Tsiribihina (Clausen et *al*., 2010), de l'Aire Marine Protégée de Nosy Hara (WWF, 2013a), d'Ambodivahibe (WWF, 2013b), et du delta de Tsiribihina et de la Réserve de Biosphère de Sahamalaza (Razakanirina, 2016) entre autres.

Dans le présent travail, les caractéristiques des mangroves ont été prises en compte tant sur la composition floristique que sur l'état de dégradation, ainsi que les pressions et menaces climatiques ou non climatiques.

Concernant la sensibilité des espèces, les espèces Rhizophora mucronata, Bruguiera gymnorhiza et Sonneratia alba sont tolérantes par rapport à l'augmentation du niveau de la mer c'est-à-dire à une immersion permanente (Tostain, 2010). De ce fait, les catégories de mangroves constituées majoritairement, par plus de 80%, de ces espèces dites tolérantes sont peu sensibles à ce risque. Par rapport au risque d'immersion permanente, la mangrove claire à Avicennia marina et Heritiera littoralis, la mangrove rabougrie à Ceriops tagal, la mangrove claire à Avicennia marina et Xylocarpusgranatum sont fortement sensibles à ce risque (Hervieu, 1968 ; Lebigre, 1990 ; Tostain, 2010). L'espèce Xylocarpus granatum étant très sensible à une forte salinité, la mangrove constituée principalement par

cette espèce serait fortement sensible à ce risque. Par ailleurs, Rhizophora mucronata et Bruguiera gymnorhiza sont moyennement sensibles à la salinité, tandis que les espèces Sonneratia alba et Ceriops tagal tolèrent une forte salinité (Hervieu, 1968 ; Baltzer, 1969 ; Lebigre, 1990 ; Tostain, 2010).

La création d'une zone intégrée en milieu urbain pourrait augmenter la capacité d'adaptation de ces mangroves. Néanmoins, la valorisation de ces ressources dans le cadre du développement du tourisme de paysage défendrait, davantage, sa valeur d'existence.

CONCLUSION

La présente étude a permis de déterminer l'état de santé des mangroves urbaines d'Antsohihy et d'évaluer leur vulnérabilité face aux facteurs climatiques et non climatiques. Cinq catégories de mangroves ont été rencontrées dans ce site ; constituées par 7 espèces, les mangroves d'Antsohihy sont fortement dégradées et la majorité des catégories de ces mangroves ont un fort degré de vulnérabilité. Cette vulnérabilité est surtout liée aux coupes de bois relatives à un taux de mortalité très élevé dans ce site. La population locale et les vendeurs de bois ont effectué et continuent d'entreprendre des activités de restauration notamment avec les espèces Ceriops tagal et Bruguiera gymnorhiza. Toutefois, un appui tant sur le plan technique que sur le plan financier s'avère nécessaire et mérite d'être renforcé. Un suivi des activités entreprises serait favorable pour de meilleurs résultats. Cela est primordial dans la protection des côtes de Madagascar.

REMERCIEMENTS

Nous tenons sincèrement à remercier la DREEF Sofia et la Commune Urbaine d'Antsohihy pour leur collaboration. Nous remercions particulièrement Madame Holiarisoa Razafinandriana, notre guide, pour son dévouement tout au long de la réalisation des travaux sur terrain à Antsohihy.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Baltzer, F. (1969). Les formations végétales associées au delta de la Dumbea (Nouvelle- Calédonie). Cah. ORSTOM. Sér. Géol. 1 (1): 59-81.

2) Clausen, A., Rakotondrafy, H., Ralison, HO & A. Andriamanalina. (2010). Mangrove ecosystems in western Madagascar: an analysis to vulnerability of climate change. WWF, CI, WCS. 24 p.

3) Emran, A. (2005). Données Landsat mises à disposition pour le Développement Durable enAfrique, Institut Scientifique UMVA Rabat, 52 p.

4) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). The world's mangroves 1980-2005, FAO Forestery Paper, n 153, Rome-Italy, 55 p.

5) Füssel, H.M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. Global Environmental Change17: 155-167.

6) Hervieu, J. (1968). Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. ORSTOM, Paris. 400p.

8) IPCC. (2007). Summary of Policymakers. In: Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment Report of the intergovernmental Panel on climate change, M.L. PARRY, O.F. Canziani, J.P. Palutikof,

9) P.J. Van Der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 17 pages.

10) Jones, T.G., Glass, L., Gandhi, S., Ravaoarinorotsihoarana, L., Carro, A., Benson, L.,Rakoto Ratsimba, H., Giri, C., Randriamanatena, D. and Cripps, G. (2016) Madagascar's Mangroves: Quantifying Nation-Wide and Ecosystem Specific Dynamics, and Detailed Contemporary Mapping of Distinct Ecosystems. Remote Senings, 8, 106.

11) Lebigre, J. M. (1990). Les marais maritimes de Gabon et de Madagascar. Contribution géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical. Livre 1-2-3. Thèse de doctorat d'état. Institut de géographie, Université de Bordeaux III. 195 p.

12) Razakanirina, H. (2016). Les Mangroves de Madagascar: Utilisation des Ressources en bois, caractéristiques anatomiques du bois et vulnérabilité écologique par rapport au changement climatique (Cas des mangroves du delta de Tsiribihina et de la Réserve de Biosphère de Sahamalaza). Thèse de Doctorat en Sciences de la vie et de l'Environnement - Sciences du Végétal, Université d'Antananarivo, Antananarivo, 177 p.

13) Spalding M, Kainuma M & Collins L. (2010). World Atlas of Mangroves. Earthscan Publications, London. 319pp.

14) Tostain, S. (2010). Les espèces de palétuviers dans les mangroves de Tuléar. Formad Environnement. 32 p.

15) Tuler, S., Agyeman, J., Da Silva, P. P., Lorusso, K. R. &R. Kay. (2008). Assessing vulnerabilities: Integrating information about driving forces that affect risks and resilience in fishing communities. Human Ecology Review15: 171–184.

INSECTES RAVAGEURS DU BLACK EYES DANS LES BAIBOHO DU DISTRICT DE PORT-BERGE

par

RANDRIANASOLOJossin[1], RAMAHEFARISON Heriniaina[1,2]

(1)Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) - Université de Mahajanga, Madagascar
(2)Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE)
Université de Mahajanga, Madagascar

RESUME

Le black eyes occupe plus de 70% de la surface cultivée dans les baiboho de Port-Bergé. Actuellement, cette culture est sujette à des attaques d'insectes ravageurs qui poussent les agriculteurs à utiliser les pesticides de façon intensive et abusive. L'objectif de cette étude est d'inventorier les ravageurs du black eyes dans les baiboho de Port-Bergé et de Mampikony. Des enquêtes ont été faites auprès des agriculteurs pour connaître les principaux ravageurs. La chasse à vue suivi de ramassage manuel, la méthode de quadrat et le filet fauchoir ont été utilisés pour inventorier et capturer les nuisibles pour chaque stades phénologiques de la plante. Des documentations et des élevages de chenilles ont été faites pour l'identification des espèces collectées.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier 6 espèces d'insectes ravageurs différentes. *A. craccivora*, *H. armigera*, *M. testulalis* et *C. elongata* sont les plus redoutables à la culture du black eyes. En termes d'abondance, ce sont *A. craccivora* et *L. trifolli* qui prédominent durant tous les stades phénologiques de la plante.

Mots-clés : black eyes, inventaire, insectes ravageurs, Port-Bergé.

ABSTRACT

Black eyed bean cultivation cover more than 70% of cultivated area in the baiboho of Port-Bergé. Currently, this crop is subject to insect pest attacks that push farmers to use pesticides intensively and abusively. Objective of this study is to inventory insect pests of black eyed bean in the Baiboho of Port-Bergé and Mampikony. Surveys have been made with farmers to find out the main pests. The hunting at sight followed by manual pickups, the quadra method and the butterfly net were used to inventory and capture pests insects for each phenological stage of the

plant. Documentations and caterpillars farms breeding were carried out to identify the species collected.

Results obtained made to identify 6 differents insect pest species. *A. craccivora*, *H. armigera*, *M.testulalis* and *C. elongataare* the most terrible of black eyed bean cultivation. In terms of abundance, there are *A. craccivora* and *L. trifolli* predominate during all the phenological stages of the plant.

Key-words : black eyed bean, inventory, insect pests, Port-Bergé.

INTRODUCTION

Madagascar est un pays doté de grandes potentialités agricoles qui contribuent d'une part à une importante rentrée de devise pour le pays et d'autre part à des créations d'emplois pour de nombreuses populations. En effet, le secteur agricole concourt pour environ 25% de la production intérieure brute (ONSSA et FAO, 2015). Dans les baiboho du district de Port-Bergé, la culture de niébé occupe plus de 70 % de la surface cultivée. Actuellement, cette culture est sujette à des attaques des adventices, des maladies, notamment les insectes ravageurs (Mahipal et *al.*, 2017). Les pucerons, la noctuelle sont les insectes ravageurs causant le plus de dommage pour l'agriculture dans le monde et même cas pour Madagascar (Rafalimanana, 2012; Son et *al.*, 2017 Kadri et *al.*, 2013 ; Kumar et *al.*, 2017). Afin d'atteindre des niveaux de production économiquement viables, les agriculteurs utilisent des produits phytosanitaires contre les insectes ravageurs de façon intensive et abusive (Kandaet *al.*, 2013). Malgré cela, l'utilisation incontrôlée des pesticides peut avoir des effets négatifs sur la diversité biologique et augmenter la résistance des organismes visés (Rafalimanana, 2012).

Dans le cadre de la recherche des méthodes pour une agriculture durable, la lutte intégrée figure parmi les solutions efficaces pour la protection de l'environnement et de la santé humaine. La connaissance des bio-écologies de ces ravageurs revêt une étape importante avant la réalisation de ces stratégies innovantes.

C'est dans ce cadre que s'insèrent nos études dont les objectifs sont :(i) connaître les principaux insectes ravageurs du niébé dans les baiboho de Port-Bergé; (ii) déterminer l'abondance des insectes ravageurs au niveau de chaque stade phénologique du black eyes.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Les matériels utilisés durant cette étude comprennent les sites d'études, la plante cible et les matériels de terrain.

Site d'études

Le district de Port-Bergé est parmi des districts se trouvant dans la région Sofia et province de Mahajanga (Madagascar) sur l'axe de la route nationale numéro 6 (RN6). Il se trouve à 335 Km au Nord-Ouest du centre-ville de Mahajanga, à 76 Km au Nord du district de Mampikony et à 122 Km au Sud du district d'Antsohihy qui est le chef-lieu de la région Sofia. Il a un climat de type subtropical caractérisé par deux saisons distinctes dont la saison humide située pendant la saison chaude du mois de novembre jusqu'au mois de mars. La saison sèche est longue, située du mois d'avril jusqu'au mois de novembre.

Matériels de terrains

- Corde qui sert à délimiter les parcelles pour les comptages des insectes ravageurs.
- Filet fauchoir qui permet de capturer les insectes volants lors de la chasse à vue.
- Boite de pétrie, utilisée pour la collecte et l'élevage des chenilles avant de les identifier.

Méthodes

Enquêtes approfondies auprès des agriculteurs

Au total, 235 agriculteurs ont été enquêtés durant nos études. Les principaux thèmes abordés durant ces discussions concernent : les principaux ennemis des cultures, les symptômes d'attaques et les parties des plantes attaquées.

Inventaire des insectes ravageurs

Les inventaires ont débutés 20 jours après plantation jusqu'à la récolte, à raison d'un (01) inventaire par semaine. Ils sont réalisés 1 jour avant traitement phytosanitaire.

Méthode de quadrat : des quadras de 1,5 m x 1,5 m ont été délimités au hasard sur les parcelles de niébé pour le comptage des ravageurs.

Chasse à vue : consiste à capturer directement à la main les organismes nuisibles.

Identification des espèces récoltées

Analyse bibliographique

L'identification a été réalisée en utilisant les différentes clés d'identifications disponibles au niveau de divers documents.

Elevage des chenilles

Des élevages des chenilles ont été également effectués pour trouver l'imago de ces chenilles, afin de faciliter leur identification (Tsafack, 2014)

Analyse statistique

L'analyse statistique a été faite en utilisant le logiciel R (R i386 3.4.4). Le test de Kruskal-Wallis suivi du test de deux à deux (Mann-UWhitney) ont été effectués pour la comparaison des espèces et d'individus de ces insectes ravageurs sur chaque phase phénologique du black eyes au seuil de 5%.

RESULTATS

Systématique des principaux insectes ravageurs inventoriés

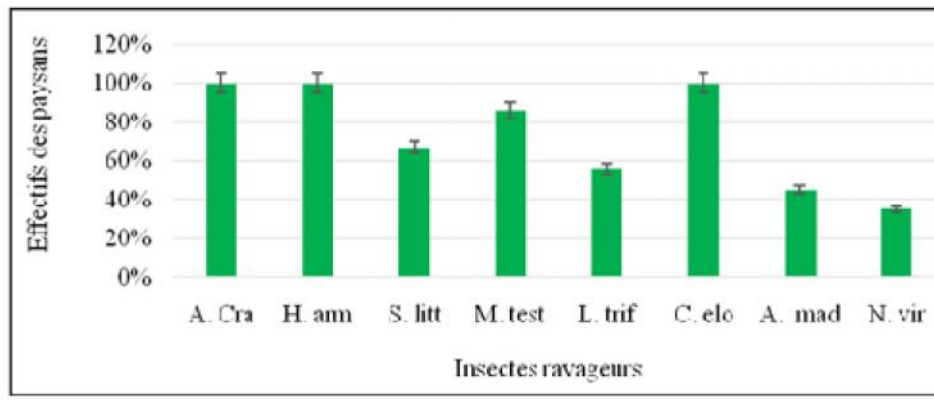
La systématique des insectes ravageurs de la culture du black eyes dans le baiboho de Port-Bergé sont présentés dans le tableau suivant. Ces insectes ravageurs appartiennent à quatre ordres, 6 familles et 8 espèces différentes (tableau : 1).

Tableau 1 : Systématique des principaux insectes inventoriés

Ordres	Familles	Noms scientifiques	Nom vernaculaire
Homoptera	*Aphidideae*	*Aphis craccivora*	Fandrama
Lepidoptera	*Noctuideae*	*Heliothis armigera*	Sababaka
	Noctuideae	*Spodoptera littoralis*	Sababaka
	Crambideae	*Maruca testulalis*	Sababaka
Diptera	*Agromyzideae*	*Liriomyza trifolii*	-
Heteroptera	*Coreideae*	*Clavigralla elongata*	Finiky
	Coreideae	*Anoplocnemis madagascariensis*	Voam-pangeto mainty
	Pentatomideae	*Nezara viridula*	Voam-pangeto maintso

Résultats des enquêtes auprès des agriculteurs sur les principaux insectes ravageurs

Selon producteur (Figure. 1), *Aphis craccivora*, *Heliothis armigera*, *Maruca testulalis*, *Spodoptera littoralis*, *Clavigralla elongata* sont les principales contraintes de la culture des niébés cité par les agriculteurs enquêtés (100 % des agriculteurs).



Légendes : A.cra= *A. craccivora* ; H.am= *H. armigera*; S.litt= *S. littiralis*; M.test= *M. testulalis*; L.trif= *L.trifolii*; C.elo= *C. elongata*; A.mad= *A. madagascariensis*; N.vir= *N. viridula*

Figure 1 : Réponse des agriculteurs sur les principaux ravageurs des niébés

Abondance relative (AR%)

Pour l'abondance, on a remarqué que *A. craccivora* et *L. trifolii* dominent durant toutes les phases phénologiques des plantes (Figure.2).

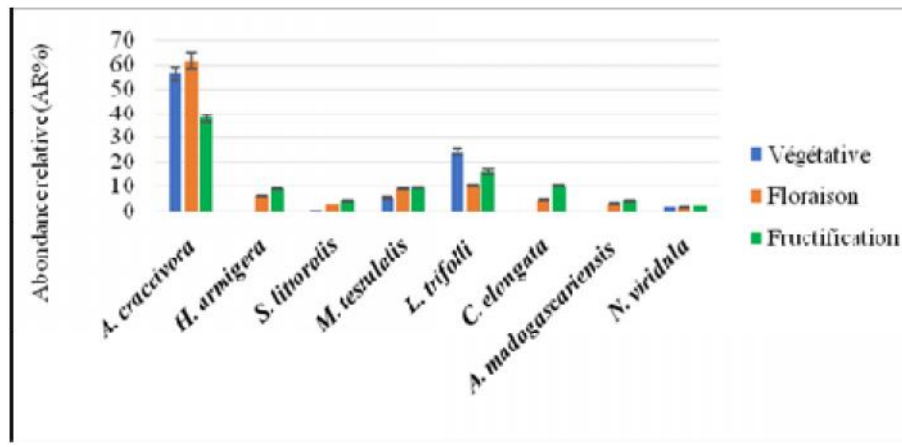


Figure 2 : Abondance relative des espèces inventoriées

Résultats de test statistique et vérification de l'hypothèse

Tableau 2 : Résultats de test statistique (Kruskal-Wallis)

	PV	PF	PFR	p-value	Signification
Espèces	06	08	08	0,020	Significatif
Individus	1330	2336	1492	0,018	Significatif

Légende : PV= phase végétative ; PF= phase de floraison ; PFR= phase de fructification

Pour la richesse spécifique, la valeur de la probabilité est égale à 0,020. Le test de deux à deux a permis de distingués cette différence significative. Pareil pour le nombre d'individu inventorié durant nos études, une différence significative a été également observée avec la valeur de probabilité est égale à 0,018. Cette différence significative est observée entre la phase de floraison et celle de phase végétative et fructification. Ces résultats expliquent que la culture du black eyes dans les baiboho de Port-Bergé est attaquée par les insectes ravageurs durant tous leurs cycles de production. Mais, en observant la richesse spécifique et l'abondance des insectes ravageurs inventoriés par phase phénologique du black eyes, on a observé que les insectes ravageurs se concentrent dans la phase de reproduction du black eyes que dans la phase végétative.

DISCUSSION

Aphis craccivora ; *Heliothis armigera* ; *Spodoptera littoralis* ; *Maruca testulalis* ; *Nezara viridula* ; *Anoplocnemis madagascariensis* ; *Clavigralla elongata* ; *Liriomyza trifolli* sont les principaux ravageurs du niébé dans le district de Port-Bergé. Kadri et al., 2013 ; Kumar et al. (2017) affirme ce résultat. Durant nos enquêtes, *Aphis craccivora* est le plus cité par 100% des agriculteurs. Il occupe presque 60,17% des insectes inventoriés durant la phase végétative, puis, 62,12% pendant la phase de floraison et 46,18% à la phase de fructification. *Heliothis armigera* est aussi parmi les insectes ravageurs qui cause le plus dommage. Brevault et al. (2007); et Czepak et al. (2013) affirme que *Heliothis armigera* est présente partout dans le monde. Elle est considérée comme l'un des ravageurs les plus redoutables de plusieurs cultures. Les femelles *d'H armigera* peuvent pondre plusieurs centaines d'œufs.

En cas de forte pullulation des insectes ravageurs, les agriculteurs de Port-Bergé utilisent uniquement des produits phytosanitaires pour les contrôler. L'utilisation croissante des insecticides a eu des conséquences comme une augmentation régulière

du nombre d'insectes résistantes (Brevault et al, 2007). Pour contrôler la pullulation de puceron par exemple, le Gazidim, Dimex, Dimethovert (Diméthoate 400 g/l EC : Organophosphorés) sont utilisés par les agriculteurs enquêtés. Du même résultat a été évoqué par Brevault et al. (2007) sur la culture du coton en Afrique centrale. L'utilisation massive de la pyréthrinoïde pour lutter contre les chenilles a provoqué un phénomène de résistance de ces ravageurs à cet insecticide (Brevault et al., 2007). Malgré les avantages apportés par les insecticides chimiques, ils présentent également de nombreux inconvénients sur la faune auxiliaire, les utilisateurs et l'environnement (Egho et al, 2012). Les conséquences suivantes peuvent être observées suite à l'utilisation non raisonnée des insecticides tels que : un déséquilibre écologique, la promotion non intentionnée de certaines espèces nuisibles, la pollution de l'eau, du sol et de l'air. Enfin, les risques d'intoxication tant aigue que chronique des utilisateurs et d'une population riveraine insouciante (Kanda et al, 2013 ; ONSSA et FAO, 2015; Son et al., 2017).

CONCLUSION

A Port-Bergé, la culture de niébé est victime d'attaque des insectes ravageurs. Le puceron (*A.craccivora*), les chenilles (*H. armigera, M. testulalis*) et la punaise (*C. elongata*) sont les insectes ravageurs les plus redoutables et le plus cité par les agriculteurs. En termes d'abondance, ce sont les Aphidideae (*A. craccivora*) et Agromyzideae (*L. trifolii*) qui prédominent durant toutes les phases phénologiques de la plante. Les agriculteurs dans ces zones n'arrivent pas à contrôler la pression de ces bioagresseurs sans utilisation des produits phytosanitaires. Quels sont les risques sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation abusive de ces produits chimiques? Quelles méthodes peuvent minimiser ces risques ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Boualem M., Maameri E., Abbou A., Ghelamallah A., 2014 - Etude bioécologique de deux pucerons *myzuspersicae* et *aphis gossypii* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre. AFPP – Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier 1 page.

2) Brévault T., Beyo J/, Nibouche S., Vaissayre M., 2007. La résistance des insectes aux insecticides : problématique et enjeux en Afrique centrale. Actes du colloque, Garoua, Cameroun. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis HAL Id : hal-00142447 ; 7 pages.

3) EghoE. O, Enujeke E. C., 2012 - Minimising Insecticide Application in the Control of InsectPests of Cowpea (*Vigna Unguiculata* (L) WALP) in Delta State, Nigeria. Published by Canadian Center of Science and Education. Sustainable Agriculture Research Vol. 1. 9 pages.

4) Kanda M., Djaneye-Boundjou G., Wala K., Gnandi K., Batawila K., Sanni A. et Akpagana K., 2013, Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 13 Numéro 1 ; URI : id.erudit.org/iderudit/1026574ar. 17 pages.

5) Kumar S. ; Singh R. U. ; Singh A. K., 2017 - Population dynamics of major insect-pests of cowpea [*Vigna unguiculata* (L) Walp.] And their correlation with metrological parameters ISSN 0972-5210. pp. 620-622.

6) Mahipal M. S., Chandrakar S. G., Nirala Y. S., Nishad D., TiggaB., 2017 - Seasonal Incidence of Major Insect Pests of Cowpea in Relation to Biotic and Abiotic Factors, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN : 2319-7706 Volume 6 Number 8 pp. 1777-1784.

7) ONSSA et FAO, 2015 - Etude sur le suivi de l'effet des pesticides sur la santé humaine et l'environnement. Rapport final du projet qui vise à faire un diagnostic sur les effets des pesti-cides sur la santé et sur l'environnement utilisés dans la région d'Adba/Chaouia Ouardigha Maroc. 73 pages.

8) Son D., Somda I., Legreve A. et Schiffers B., 2017 - Pratiques phytosanitaires des produc-teurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. Cahiers d'Agriculture 26, 25005 ; Disponible en ligne : www.cahiersagricultures.fr. 6 pages.

9) Tsafack M., N., 2014 - Abondance et origine trophique de la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*) dans les paysages ruraux de production cotonnière au nord bénin. Thèse en vue de l'obtention du doctorat de l'université de Toulouse ; 205 pages.

PERFORMANCE DU *TILAPIA NILOTICA* (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) GIFT EN ELEVAGE DANS LA COTE EST MALGACHE

par

AHITANTSOA Zaliah[1], LASERRE Jeanne F G[2], TAKASISOA Liezy A[3]

(1) Institut Supérieur de Sciences, Environnement & Développement Durable (ISSEDD)
(2) Université de Montpellier
(3) Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM)

RESUME

Une étude de la performance de la souche GIFT de *Oreochromis niloticus* en provenance de la Thaïlande introduite à Madagascar en 2013 a été menée pour la première fois dans la Région Atsinanana de Madagascar. Huit étangs de 700m² chacun ont été utilisés ; avec une densité d'alevins monosexes de 3,5 individus par mètre carré, d'un poids moyen de 0,4g. L'alimentation est constituée de provende extrudée : dont le processus de fabrication incluse inclut un passage à chaud des provendes fabriquées localement et importées. Le nourrissage a été fait suivant une table de nourrissage standard fournie par le fournisseur de l'aliment qui est calculée ??en fonction du poids moyen des alevins dans l'étang. L'étude a porté sur un cycle d'élevage, l'indice de conversion alimentaire, la croissance et la survie des alevins ont été suivis de près afin de mesurer la performance du cheptel expérimental.

L'étude a montré que la souche GIFT du Tilapia nouvellement introduite s'adapte et se porte bien au sein de l'écosystème de la côte st malgache. Pour un cycle d'élevage utilisant de la provende locale extrudée, elle atteint un poids moyen de 200g au bout de 7 mois, soit de Mars à Septembre 2018. Pour un cycle d'élevage utilisant de la provende importée extrudée, cette croissance est plus importante et le cheptel atteint facilement 250g au bout de 6 mois d'élevage avec une température moyenne de 28°C. Le taux de mortalité oscille autour de 10% et le taux de conversion alimentaire est de 1,3 en moyenne pour la provende importée, contre 1,7 en moyenne pour la provende extrudée fabriquée localement.

Mots-clés : Elevage, Tilapia, GIFT, performance, Est de Madagascar.

ABSTRACT

A study of the performance of the GIFT strain of *Oreochromis niloticus* from Thailand introduced in Madagascar in 2013 was conducted for the first time in the Atsinanana Region of Madagascar. Eight ponds were used; the size of the ponds were 700m² each, the stocking density of 3.5 individuals per square meter and the feed consisting of extruded feed manufactured locally and imported. Monosex fry were stocked in ponds at an average weight of 0.4g and feeding was done according to a standard feeding table provided by the feed. supplier which is calculated based on the average weight of the fry in the pond. The study focused on one farming cycle, the feed conversion ratio, the growth and the fry survival were closely monitored to measure the performance of the experimental livestock.

The study showed that the newly introduced Tilapia GIFT strain is adapting and doing well within the Malagasy east coast ecosystem. For a farming cycle using local extruded feed, it reaches an average weight of 200g after 7 months, from March to September. For a farming cycle using extruded imported feed, this growth is higher and the fish easily reaches 250g after 6 months of farming. The survival rate varies around 90% and the feed conversion ratio is 1.3 on average for imported feed, compared to an average of 1.7 for locally produced extruded feed.

Key-words : Farming, Tilapia, GIFT, performance, East coast of Madagascar.

INTRODUCTION

L'introduction de l'espèce Tilapia nilotica à Madagascar en provenance de l'Egypte date des années cinquante (Rakotoambinina, 2011). Les problèmes de nanisme liés à un hybridisme important (Hickling, 1963) des géniteurs locaux ont incité à l'importation de la souche GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) pour des fins d'élevage. Ainsi, une étude de la performance de la souche GIFT de *Oreochromis niloticus* en provenance de la Thaïlande introduite à Madagascar en 2013 a été menée pour la première fois dans la Région Atsinanana de Madagascar. Celle-ci a été menée du mois de Mars 2017 au mois de Septembre 2017 au cours duquel, la température moyenne de l'eau est de 28°C, en adoptant la même conduite d'élevage dans le cadre du développement de la pisciculture semi- intensive par le Tilapia de l'Est dans sur la côte Est malgache en vue de vérifier dans quelles mesures le GIFT s'adapte aux conditions de la côte Est malgache, et ayant une bonne performance par rapport aux autres Tilapia adaptés dans cette région.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été menée dans sur la côte Est de Madagascar, plus précisément, au sein de dans la Région Atsinanana, dans la Commune rurale d'Ambinaninony. Huit étangs de 700m² chacun ont été utilisés, dont quatre (04) pour l'utilisation de provende fabriquée localement et quatre (04) pour la provende extrudée importée, dont les taux de protéines sont de 30% chacun pour le grossissement. La densité d'alevins monosexes adoptée est de 3,5 individus par mètre carré, d'un poids moyen de 0,4g. Le nourrissage a été fait suivant une table de nourrissage standard fournie par le fournisseur de l'aliment qui est calculée en fonction du poids moyen des alevins dans l'étang. L'étude a porté sur un cycle d'élevage de 6 mois et de 7 mois jusqu'à atteindre la taille commercialisable des poissons, l'indice de conversion alimentaire, la croissance et la survie des alevins ont été suivis de près afin de mesurer la performance du cheptel expérimental. Le taux de protéines contenu dans les provendes ont été les mêmes : 40% pour l'élevage larvaire et le pré grossissement de 0,4g à 30g et 30% pour la totalité de la phase de grossissement. Le suivi de l'évolution de la croissance a été faite toutes les deux semaines en capturant au moins 50 individus qui sont pesés ensemble, et dont le poids total est divisé par le nombre d'individu pour avoir le poids moyen. Ils sont ensuite relâchés dans l'étang.

Les paramètres zootechniques habituels tels qu'utilisés par Yacouba Bamba et al en 2008 ont été calculés suivant les formules suivantes :

Gain de poids moyen = Poids final – Poids initial

Croissance mensuelle = $\frac{\text{Poids final – Poids initial}}{\text{Durée d'élevage}}$

Taux de mortalité = $\frac{(\text{Nombre de poissons initial – Nombre de poissons final})}{\text{Nombre de poissons final}}$ X 100

Indice de conversion alimentaire = $\frac{\text{Aliment distribué}}{\text{Biomasse produite}}$

RESULTATS

Les expériences menées sur la performance de *l'Oreochromis niloticus* GIFT dans les côtes Est de Madagascar a permis d'avoir les résultats résumés dans les figures ci-après.

Performance zootechniques du GIFT nourris avec des provendes locales extrudées

Figure 1 : Croissance mensuelle des poissons

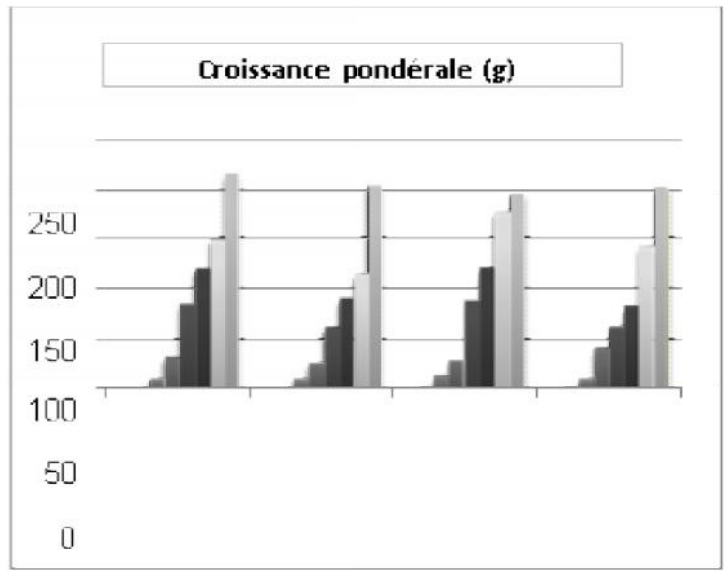


Figure 2 : Gain de poids mensuel (g)

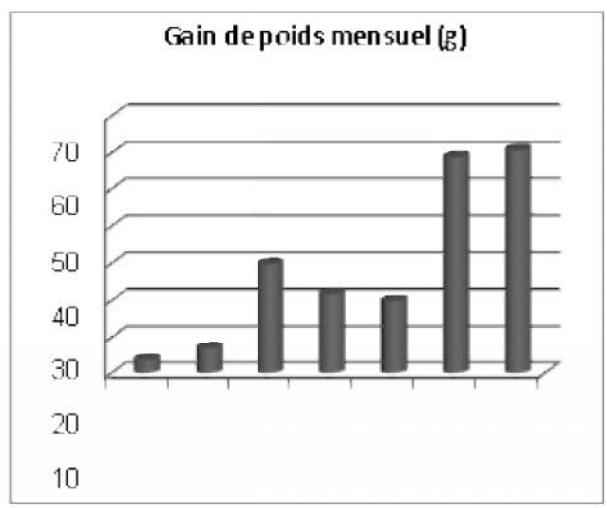
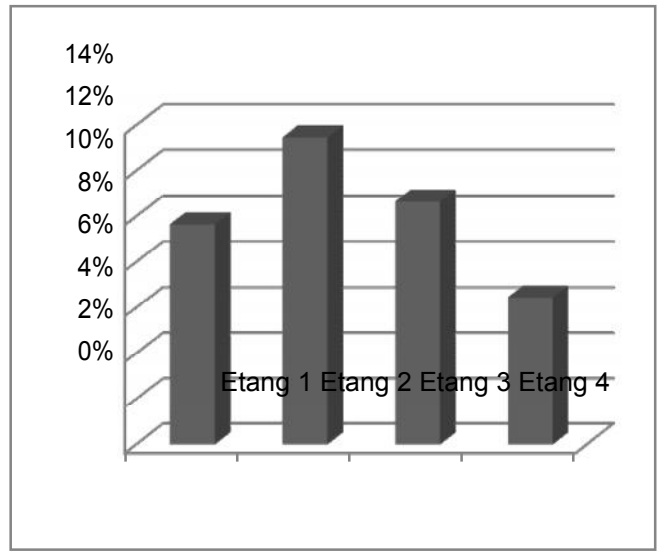


Figure 3 : Taux de mortalité des poissons (%)



En utilisant la nourriture extrudée importée, le Tilapia GIFT élevé en étang dans la Région Atsinanana atteint un poids moyen de 250g au bout de 180 jours d'élevage. L'indice de conversion obtenu est de 1,3 pour les quatre étangs où l'expérience a été menée. Le gain de poids moyen est très important, allant jusqu'à 100g au sixième mois de l'élevage, tandis que le taux de mortalité varie de 2 à 18%. Si l'on compare les résultats obtenus entre les 2 types d'aliments : les croissances et les taux de conversion sont significativement plus élevés avec la provende importée qu'avec la provende locale alors que les mortalités ne diffèrent pas significativement.

DISCUSSIONS

La performance de croissance du GIFT en système d'élevage semi-intensif s'avère déjà intéressante étant donné que le poids commercialisable est atteint au bout de 6 à 7 mois. Les résultats obtenus à partir de cette étude est comparable aux résultats obtenus par El Sayed en 2008 en Asie du Sud-Est qui a utilisé différents systèmes d'alimentation du Tilapia à base de différentes matières premières locales. L'adoption de la fertilisation et de l'alimentation supplémentaire comme la provende serait plus appropriée et rentable (Diana et *al.*, 1994). La mortalité est cependant variable d'un étang à l'autre comme elle dépend de plusieurs facteurs dont la qualité de l'eau, les prédateurs, la compétition entre les alevins, ect…

CONCLUSION

Les résultats du pré-grossissement et du grossissement du Tilapia GIFT dans sur la côte Est malgache sont très prometteurs en termes de croissance et de survie au cours de l'élevage. Le type d'aliment utilisé ainsi que la saison jouent cependant un rôle non-négligeable du fait de l'importance de la qualité et de la disponibilité permanente des matières premières, dont le maïs, le soja, la farine de poissons, pour la fabrication des provendes localement. Cette étude a montré l'importance du renouvellement des souches de géniteurs pour atteindre une bonne performance en Tilapiaculture. La prochaine étape de cette étude concernera l'analyse de la qualité des eaux et des aliments d'élevage qui jouent également des rôles importants dans la réussite de l'élevage de Tilapia ainsi que l'étude de la performance reproductive de cette souche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Diana, J. S., C . K.Linand, K . Jaiyen. 1994. Supplemental feeding of tilapia in fertilized ponds. J. World Aquacult. Soc., 25:497-506.

2)El-Sayed, A.-F. M. 2008. Reducing feed costs in semi-intensive tilapia culture. Int. Aqua feed, 11 (1): 32-34.

3) HICKLING C. F., 1963. The cultivation of tilapia. Sei. Am. 208(5): 143-152 RAKOTOAMBININA, S., 2011, Contexte socio-économique de la production halieutique et perspective de développement de la pisciculture continentale à Madagascar : le cas du Lac Itasy. Doctorat de l'Université de Tuléar.136p.

4) Lazard J. 2007. Aquaculture et espèces introduites : Exemple de la domestication ex situ des tilapias. Cahiers Agricultures, 16(2): 123–124.

5) Yacouba Bamba, Allassane OUATTARA1, Kouassi S. DA COSTA2 & Germain GOURÈNE Germain 1* 2008. Production d'*Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles, Sciences & Nature Vol. 5 N°1 : 89 - 99 (2008)

INFLUENCE DES MATIERES ORGANIQUES EXOGENES SUR L'ABONDANCE DES NEMATODES

par

FENOMANANTSOA Herimanitra Tsirimalala Fernand[(1)],
RAMAHEFARISON Heriniaina[(1)]

(1)Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) - Université de Mahajanga, Madagascar

RESUME

Au sein des organismes du sol, les nématodes jouent des rôles majeurs dans de nombreux processus du sol, telles que la minéralisation et la décomposition. Leurs interactions avec la population microbienne sont d'une importance capitale, notamment en ce qui concerne les flux d'azote. Une étude sur l'effet de matières organiques exogènes (MOE) sur l'abondance des nématodes a été entreprise à Mahajanga. L'objectif est de déterminer l'effet des MOE sur leur abondance. Nous avons fait des expérimentations en pot avec du fumier bovin, porcin, de la fiente de volaille et du lombricompost mélangés avec du sol. Trois doses différentes de MOE chacune et 10 répétitions par dose ont constitué le dispositif expérimental avec le sol comme témoin. L'observation de ces microorganismes a été effectuée tous les 7 jours pendant 10 semaines. L'échantillon témoin a toujours eu de très faibles abondances. Avec le fumier bovin, les abondances sont élevées, suivi de celles du fumier de porc. Par contre, la fiente de volaille et le lombricompost ont de faibles abondances. Il y a un effet dose de MOE sur l'abondance de nématodes, plus la dose est élevée, plus ils sont abondants.

Mots-clés : influence, abondance, nématodes, dose, matières organiques exogènes, sol.

ABSTRACT

Within soil organisms, nematodes occupy major roles in many soil processes, such as mineralization and decomposition. Interactions with the microbial population provoke an important interest, particularly the flow of nitrogen. A study on the effect of exogenous organic matter (MOE) on nematode abundance was undertaken in Mahajanga. Objective is to determine the effect of the MOE on their abundance. We did potted experiments with cow manure, pig manure, poultry manure and

vermicompost mixed with soil. 03 different doses of MOE each and 10 repetitions per dose constituted the experimental unit with the soil as a control. Microorganism observations were made every 7 days for 10 weeks. The control sample had always very low abundances. With cow manure, abundances are high, followed by those of pig manure. On the other hand, poultry droppings and vermicompost have low abundances. Some authors were discovered several factor give influency on nematodes community. There is a dose effect of MOE on the abundance of nematodes, the higher the dose, the more they are abundant.

Key-words : influence, abundance, nematodes, dose, exogenous organic matter, soil.

INTRODUCTION

Les nématodes sont les organismes les plus abondants du règne animal vivant dans diverses populations constituant des communautés (Moura, G., F. Gilmar, 2017). Ils sont très abondantes en nombre et en espèces dans le sol (Čerevková, A., C. Ľudovít, 2012 ; Moura, G., F. Gilmar, 2017). Environ 30 000 espèces de nématodes sont connues dans le monde. Au sein des organismes du sol, les nématodes constituent l'un des groupes les plus importants d'invertébrés (Villenave et *al.*, 2009). Ils jouent également des fonctions essentielles dans les processus de la décomposition de la matière organique et de la minéralisation de l'azote (Holajjer et *al.*, 2016). Cependant, ils sont encore largement négligés dans les efforts de préservation. La diversité et la structure de leur communauté peuvent être influencées par plusieurs facteurs (Moura, G., F. Gilmar, 2017). Seulement, leur action possible dans la dynamique des sols demeure aussi très peu connue. Nous avons ainsi étudié les effets de matières organiques exogènes (MOE) sur l'abondance des nématodes. L'objectif général de ce travail est d'étudier l'abondance des nématodes qui sont des indicateurs de la fertilité des sols. L'objectif spécifique est de déterminer les effets des types et des doses de MOE sur l'abondance des nématodes.

MATERIELS ET METHODES

Dispositif expérimental

L'étude a été entreprise à Mahajanga pendant deux ans durant lesquels 04 cycles de 10 semaines d'expérimentation ont été effectués. Le terrain d'où provient le sol utilisé pour la culture des nématodes est le site maraicher d'Ambondrona. Il

s'agissait d'expérimentation en pots et chaque MOE a été mélangé avec le sol. L'expérimentation comprenait 04 traitements notamment le fumier de bovin (FB), fumier de porc (FP), fumier de volaille (FV) et le lombricompost (LO). Pour étudier l'effet dose, on a eu 03 doses différentes pour chaque type de MOE. Le sol (100 g) sans fertilisant est l'échantillon témoin (T) (tableau 1). Nous avons utilisé la méthode de Baerman pour faire l'extraction des nématodes. Les matériels utilisés sont l'échantillon 100 g (échantillon témoin et échantillon du sol avec la dose de MOE respective), un papier filtre, un tamis, une cuvette et de l'eau. L'observation des nématodes a été effectuée par semaine.

Tableau 1 : Dispositif expérimental : 12 traitements et 10 répétitions

Traitements	Poids du sol avec dose des MOE respectives	Répétitions
Témoin (T)	T : 100 g du sol	10
Fumier de bovin (FB)	D1FB : 75 g du sol et 25 g de fumier	
Fumier de porc (FP)	D2FB : 87,5 g du sol et 12,5 g de fumier	10
Fumier de volaille (FV)	D3FB : 93,75 g du sol et 6,25 g de fumier	
Lombricompost (LO)		

Analyse statistique

Pour connaitre les effets type des MOE, les effets des différentes doses de MOE et afin de vérifier les hypothèses, nous avons procédé à une analyse de variance avec un seuil de signification 5%. Les abondances moyennes des nématodes pour chaque dose de MOE ont particulièrement été étudiées.

RESULTATS

Effets des types des MOE sur l'abondance des nématodes

Des différences significatives sont constatées, stipulant qu'il y a un effet MOE sur l'abondance des nématodes. La probabilité calculée a une valeur très inférieure au seuil de signification 5%. Les différentes MOE ont ainsi des effets sur l'abondance des nématodes. Les nématodes sont plus abondants dans les mélanges

sol/fumier de bovin, moins abondants avec le fumier de porc et dans les extraits issus du sol/fiente de volaille et sol/lombricompost, les nématodes sont peu abondants.

Effets des doses des MOE sur l'abondance des nématodes

Les abondances de nématodes avec le fumier de bovin et le fumier de porc sont plus importantes pour les doses 3 par rapport aux deux autres doses. Les échantillons ayant reçu la dose 2 contiennent plus de nématodes pour la fiente de volaille et le lombricompost. Concernant le fumier de bovin, les populations de nématodes les plus nombreuses sont dans l'échantillon ayant reçu la dose la plus élevée. Par contre, la plus faible abondance a été observée dans l'échantillon où l'on a apporté la faible dose de fumier bovin (Figure 1).

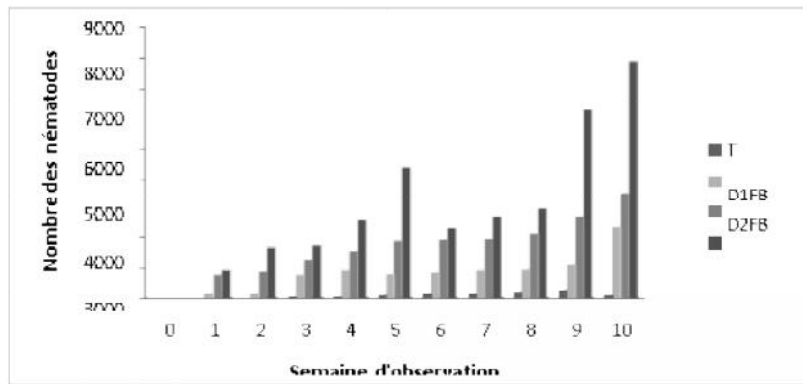


Figure 1 : Abondance des nématodes selon la dose de fumier de bovin (FB)

Pour les mélanges sol/fumier de porc, les abondances des nématodes sont proportionnelles aux doses de MOE apportées. En effet, les extraits des pots ayant reçu une dose élevée concentrent plus de nématodes (Figure 2).

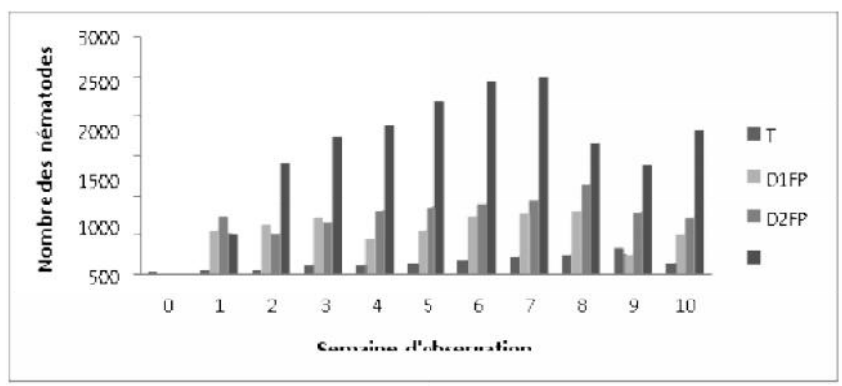


Figure 2 : Abondance des nématodes selon la dose de fumier de porc (FP)

La plus forte abondance a été trouvée dans le sol où l'on a apporté 12,5 g de la fiente de volaille. La faible abondance des nématodes a été constatée pour la plus forte et la plus faible dose de fiente de volaille (Figure 3).

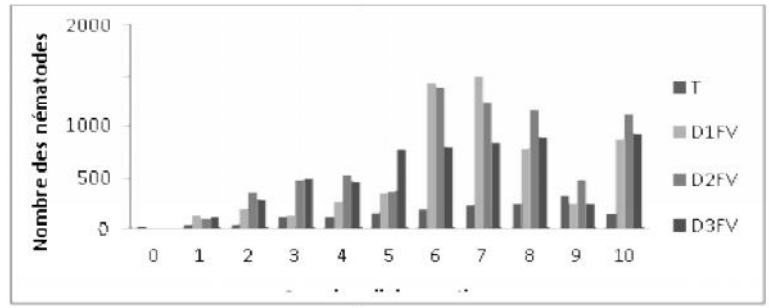


Figure 3 : Abondance des nématodes selon la dose de la fiente de volaille (FV)

Pour les mélanges, le lombricompost, les nématodes sont plus abondants dans la dose 2 suivi de la dose 3. Les abondances sont faibles avec la dose 1 (6,25 g de lombricompost) (Figure 4).

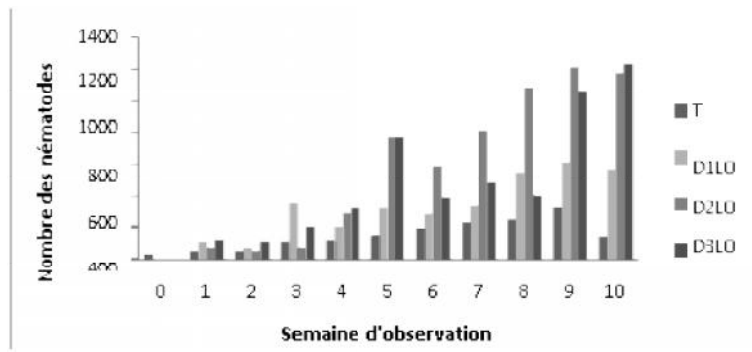


Figure 4 : Abondance des nématodes selon la dose de lombricompost (LO)

DISCUSSION

L'abondance moyenne des nématodes dans 100 g d'échantillon de sol dans la région de Komoča en République Slovaque était de 239 (Čerevková, A., C. Ľudovít, 2012). Elle est élevée à celle de l'abondance que nous avons effectuée. Plusieurs facteurs tels que la végétation présente, le type de sol, la saison, le niveau d'humidité du sol et la quantité de matière organique peuvent influencer sur ces microorganismes (McSorley, R., J. Federick. 2000). Nos résultats étaient similaires aux autres études effectuées. L'application de composés organiques favorise une augmentation du nombre de nématodes (Moura, G., F. Gilmar, 2017). Cependant,

ces auteurs précisent aussi que les composés organiques favorisent une activité biologique du sol élevée avec une augmentation des nématodes bactérivores.

Une étude effectuée dans la région du Piémont, en Caroline du Nord montre que ces nématodes bacterivores sont l'un des groupes trophiques les plus abondants dans les traitements organiques tels que le fumier de bœuf, le fumier de cheval, le fumier de porc et la fiente de volaille (Benkovic-Lacic *et al.*, 2013). Il est fort probable que les bacterivores sont l'un des groupes des nématodes les plus abondants dans nos échantillons. Une étude montre que l'augmentation de ces groupes de nématodes est directement associée à la décomposition de la matière organique et à l'ingestion de microbes saprophytes (McSorley, R., J. Federick, 2000). La décomposition correspond à une libération d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes.

CONCLUSION

Notre étude a démontré qu'il y a un effet type et dose des MOE sur l'abondance des nématodes. L'abondance augmente avec les doses de matière organique apportée. Ces nématodes jouent un rôle important sur la décomposition des MOE et le recyclage des nutriments dans le sol. Ils peuvent ainsi être utilisés comme bio indicateurs de la qualité des sols.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de thèse. Mes remerciements s'adressent également au Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique (CIDST) et le Comité de lecture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Benkovic-Lacic, T., M. Brmez, M. Ivezic, E. Raspudic, D. Pribetic, Z. Loncaric (2013). Influence of organic and inorganic fertilizers on nematode communities in cornfield. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19: 235-240

2) Čerevková, A., C. Ľudovít, (2012). Seasonal effects on the population dynamics of soil nematodes in a maize field. *Journal of Central European Agriculture*, 2012, 13(4): 739- 746.

3) Holajjer, P., A. Kamra and P. Singh (2016). Influence of nematode-bacterial interactions on N and P mineralization in soil and on decomposition of crop residues during aerobic composting. *Applied ecology and environmental research* 14(2): 283-299.

4) McSorley, R., J. Federick. (2000). Short-term effects of cattle grazing on nematode communities in Florida Pastures. *Nematropica* 30: 211-211.

5) Moura, G., F. Gilmar, (2017). Biodiversity of nematodes biological indicators of soil quality in the agroécosystèmes. *Arq. Inst. Biol.* 84: 1-8.

6) Villenave, C., K. Ekschmitt, S. Nazaret and T. Bongers (2004). Interactions between nematodes and microbial communities in a tropical soil following manipulation of the soil food web. *Soil Biology & Biochemistry* 36. 2033–2043.

DEMARCHE EN MATIERE D'ENRICHISSEMENT DE LA STATION FORESTIERE D'IVOLOINA, REGION ATSINANANA

par

LELAKA Roela[(1)], RAKOTOMAVO Andriamparany[(1)],
et BREDISON Romuald[(1)]

(1) Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable (ISSEDD) - Université de Toamasina

RESUME

Face aux menaces et pressions anthropiques tels que feux de végétation et coupes illicites de bois, un projet d'enrichissement à base d'espèces autochtones a été initié dans le but de retrouver l'état originel de la Station Forestière d'Ivoloina, et afin de préserver les espèces locales. L'objectif de cet article est de restituer les premiers résultats de la démarche méthodologique sur l'enrichissement de la Station, et d'en préconiser une approche participative pérenne pour une meilleure appropriation de la démarche. L'étude se focalise sur le suivi de 10 espèces autochtones. 6 plots permanents de 10 m x 10m ont été utilisés pour suivre le diamètre, la hauteur et le taux de survie des plantules. Entre Juin 2017 et Août 2018, le nombre total des individus vivants s'élève à 217 pour l'ensemble des plots, soit l'équivalent d'un taux de mortalité de 9,58%. Le test statistique démontre l'existence d'une différence significative entre les diamètres des plantes (0,94 à 2,27 cm) et la croissance en hauteur des plantules (21,89 à 45,72 cm). La comparaison entre les régénérations naturelles qui se trouvent en dehors des plots, dans un rayon de 100 m de ces derniers, et les plantules fraîchement installées, montre un accroissement en hauteur plus important au niveau des parcelles expérimentales d'enrichissement. Afin de pérenniser et accélérer la reconstitution de la forêt sans que le processus soit trop influencé par les pressions anthropiques, il est important d'impliquer les riverains dans toutes les étapes de reforestation, et ce, sous forme de Recherche-Action.

Mots-clés : Espèces autochtones, Station Forestière Ivoloina, Région Atsinanana, suivis, plots permanents, enrichissement, Madagasikara.

ABSTRACT

In front of threats and anthropogenic pressures such as wildland fire and illegal logging, an enrichment project based on indigenous species had been undertaken with the aim of recovering the original status of the Ivoloina Forest Station on the one hand, and in order to preserve the local species, on the other hand. The purpose of this paper is to provide the first results of the methodological approach on the enrichment of the Ivoloina Forest Station and to recommend a sustainable participatory approach for a better ownership of this approach. The study focuses on the monitoring of 10 indigenous species. 6 permanent plots of 10 x 10 m were used to monitor seedling diameter, height and survival rate. Between June 2017 and August 2018, the total number of living individuals was 217 for all blocks, equivalent to a mortality rate of 9.58%. The statistical test demonstrates the existence of a significant difference between plant diameters (0.94 to 2.27 cm) and seedling height growth (21.89 to 45.72 cm). The comparison between natural regenerations that are outside the plots, within a radius of 100 m of these, and freshly planted seedlings, shows a greater increase in height at the experimental enrichment plots. In order to sustain and accelerate the reconstruction of the forest without the process being too influenced by anthropogenic pressures, it is important to involve residents in all stages of reforestation, and this, in the form of Research Action.

Key-words : Indigenous species, Ivoloina Forest Station, Atsinanana Région, monitoring, permanent plots, enrichment, Madagasikara.

INTRODUCTION

Selon MEEF (2017), Madagascar a perdu 3,8 % de sa surface forestière totale en 2017, soit l'équivalent de 510 000 ha de forêt naturelle. La situation est si alarmante que Madagascar a dépassé le Brésil, l'Indonésie et la République démocratique du Congo en termes de déforestation. Les feux de brousse et la coupe illicite de bois en sont les principales causes, entraînant une disparition conséquente de la biodiversité végétale, dont notamment les espèces autochtones. Pour faire face à de tels fléaux, l'Etat Malagasy, dans sa politique environnementale, prévoit un reboisement annuel de 40 000 hectares (MEEF, 2017). Parallèlement à cela, l'Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable (ISEDD – Université de Toamasina), en partenariat avec Madagascar Flora and Fauna Group (MFG), a initié un projet d'enrichissement de la Station Forestière d'Ivoloina (SFI), en valorisant les espèces végétales autochtones. La finalité en est de retrouver un jour l'aspect originel de la forêt restante actuelle, en se focalisant sur la préservation

des espèces locales. La présente communication s'efforce à répondre à quatre questions de recherche, à savoir comment procéder pour retrouver l'état originel d'une forêt dégradée via enrichissement ? Quelle démarche appropriée pour la SFI ? Quelles espèces utiliser ? Et comment impliquer les riverains dans la démarche ? Partant d'une hypothèse selon laquelle il serait encore possible de reconstituer l'état initial de la forêt d'une Station Forestière perturbée via réintroduction d'espèces autochtones, l'article a pour objectifs de procéder à la restitution des premiers résultats de la démarche méthodologique sur l'enrichissement de la SFI, et d'en préconiser une approche participative pérenne pour une meilleure appropriation de cette démarche surtout pour la population locale.

MATERIELS ET METHODES

Zone d'étude

S'étendant sur 282 ha, la SFI se trouve à 13 km au nord de la ville de Toamasina, dans le Fokontany Ambonivato, Commune Rurale Antetezambaro, Région Atsinanana et se situe entre 49°19'E - 49°22'E et18°22' - 18°24'S. C'est une station gérée par MFG où s'effectuent un certain nombre d'activités touristiques, de conservation et d'éducation environnementale en faveur des enfants qu'elle offre. L'enrichissement objet de la présente communication s'effectue dans la partie sud de la SFI, dans une zone forestière dégradée à *Ravenala madagascariensis* dénommée Mandela Arboretum (Figure 1), d'une superficie de 45 ha environ, dont la gestion technique a été déléguée par MFG à ISSEDD.

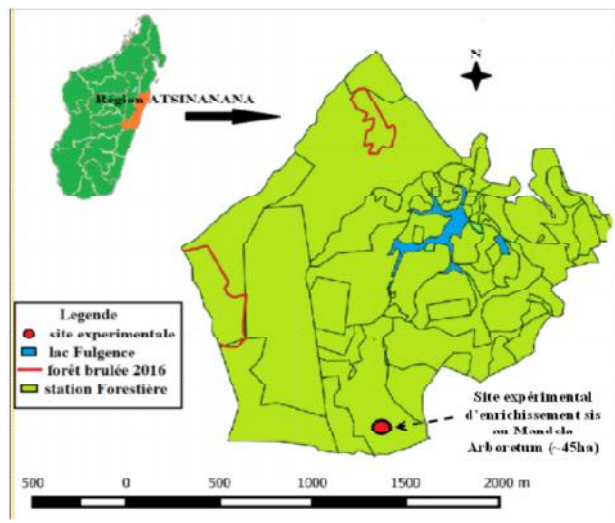


Figure 1 : Localisation du site expérimental d'enrichissement au sein de la Station Forestière d'Ivoloina

Dispositif expérimental

L'étude consiste en un essai d'enrichissement, lequel se focalise sur le suivi des 10 espèces autochtones ci-après : *Burassaiasp, Dipsislutescens, Macaranga sp.,Parckiamadagascariensis, Physenamadagascariensis, Plagioscyphussp, Sorindiasp, Streblussp., Tambourissasp et Uapacasp*. 6 plots permanents de 10 m x 10 m (Gounot, 1969) ont été utilisés pour suivre le diamètre, la hauteur et le taux de survie des plantules. La densité de plantation a été de 40 plants/plot, soit 667 individus/ha, toutes espèces d'enrichissement confondues. Les parcelles témoins se trouvent dans un rayon de 100 m, à proximité de chacun des plots expérimentaux, à l'intérieur du Mandela Arboretum même ; elles font l'objet de suivi au même titre que les 6 plots.

Les données de suivi ont été traitées à l'aide du logiciel R, tenant compte de l'analyse descriptive de Kruskal-wallis avec une marge d'erreur de *p value* < 0,001. Les premiers résultats obtenus concernent la période comprise entre Juin 2017 et Août 2018.

RESULTATS

Faible mortalité

De Juin 2017 à Août 2017, soit trois mois de plantation, les plots expérimentaux enregistrent un taux de réussite de 90,42%, soit l'équivalent d'une mortalité de moins de 10% (Figure 2). Comparé avec les résultats des reboisements effectués à l'échelle nationale (>10% selon MEEF, 2018), ce taux de mortalité s'avère faible, montrant la bonne adaptation des plants d'enrichissement aux conditions expérimentales de la zone, du moins durant les trois premiers mois. Vu la difficulté de faire la même comparaison avec les plants des parcelles témoins de proximité (les plantules ont déjà plus de 3 mois), on ignore pour l'instant comment se comporteraient les espèces dans le milieu réel.

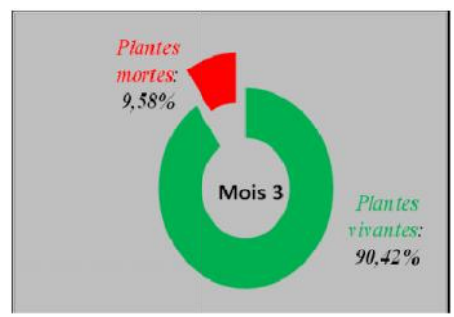


Figure 2 : Taux de réussite des travaux d'enrichissement durant les 3 premiers mois de plantation

Accroissements diamétral et vertical significatifs des plants

De Juin 2017 à Août 2017, soit trois mois de plantation, les espèces d'enrichissement cultivées au niveau des plots expérimentaux connaissent un accroissement diamétral de 0,94 à 2,27 cm (Figure 3). Leur hauteur augmente de 21,89 cm en moyenne.

Comparés avec ceux des mêmes espèces des parcelles témoins, ces accroissements sont significativement élevés (*p value* = 0,03 pour le diamètre ; 0,025 pour la hauteur).L'absence de compétition en matière d'ombrage constitue entre autres un des facteurs d'accroissement rapide des jeunes plants en milieu contrôlé (Sadanandan et *al.*, 1993). En milieu réel où l'ambiance forestière est conditionnée par un certain nombre de paramètres (compétition en lumière, concurrence en nutriments, densité des arbres, stratification et aux ?? de recouvrement spatial des arbres (Laurent et *al.,* 2017), microclimat par endroit), les plantes ont du mal à s'y adapter rapidement, soldant parfois à un ralentissement progressif de leur croissance au bout de quelques mois d'acclimatation (Sadanandan et *al.*, 1003 ; .Korstian et *al.*, 1938).

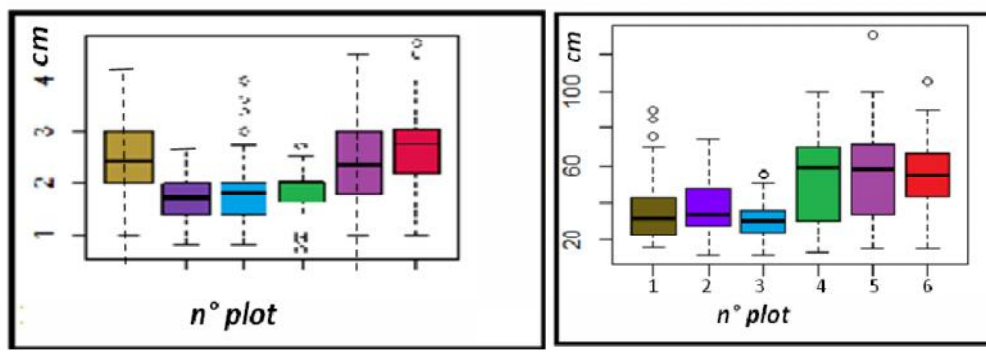


Figure 3 : Accroissement diamétral (à gauche) et vertical (à droite) des plants d'enrichissement des pots expérimentaux

Faible accroissement des régénérations naturelles en milieu contrôlé

La comparaison entre les plantules régénérées naturellement (parcelles témoins) et celles des plots expérimentaux montre un taux d'accroissement faible au niveau des parcelles témoins (0,011<*p value*<0,037). En effet, entre Juin 2017 et août 2018, l'accroissement moyen en hauteur enregistré au niveau des parcelles témoins est cinq à huit fois plus faible (0,03 à 0,05 cm / jour) que celui mesuré dans les plots expérimentaux (0,243 cm / jour).

Outre les causes liées aux conditions microclimatiques et micro-écologiques ci-dessus (Sadanandan et *al.*, 1003 ; .Korstianet *al.*, 1938), il est également important de souligner la présence des matières organiques (litières) présentes dans la partie superficielle du sol, qui, sous l'effet de l'ambiance forestière, constitue un paramètre régulateur dans le développement et l'adaptation des plantes aux conditions réelles du milieu. Les fonctions mychoriziennes y afférentes assurent le maintien de la survie des plantules en milieu réel, malgré leur faible accroissement (Mousain et *al.*, 1997). Aussi, contrairement au milieu contrôlé où les fonctions symbiotiques des champignons diffèrent sensiblement de celles sous forêt, les plantules fraîchement installées en milieu réel auront-elles du mal à s'y acclimater durant un laps de temps d'adaptation donné.

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Loin d'être complets et illustratifs, ces premiers résultats constituent une étape essentielle d'une démarche d'enrichissement d'une station forestière. D'autres paramètres méritent d'être élucidés et approfondis pour améliorer cette démarche. Aussi, pour la suite, est-il important d'apporter plus de lumières au sujet des différences d'accroissement observées au niveau de chaque espèce d'enrichissement. Le paramètre pédologique pourrait ainsi y apporter des explications. Par ailleurs, la participation effective des riverains dans les travaux de suivi et de plantation s'avère essentiel. Non seulement, cela faciliterait l'appropriation du projet par la population locale, mais avec cette approche participative, les risques liés à la destruction de la forêt seront réduits, vu que les riverains deviendraient des acteurs clés dans les différents travaux d'enrichissement projetés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Gounot, M. 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation, Masson et Scie Paris, 45p.

2) Korstian, C.F. 1938. Plant competition in forest stands. ISBN : MINN: 31951P00443523G

3) Laurent et al. 2017 Méthodes d'inventaire et de cartographique des groupements végétaux. Guide méthodologique, Conservatoire botanique national de Brest, 42p.

4) MEEF Madagascar. 2017. Analyse des moteurs de déforestations et de dégradations dans les écorégions. Rapport annuel, 66p.

5) Rakotozafy. 2013. Caractérisation écologique des types de forêts et analyse de la distribution de la flore du massif forestier d'Ankerana, Rapport technique, mars 213. 81p

6) Mousain, D., Matumoto-Pintro, P., Quiquampoix, H.1997. Le Rôle des mycorhizes dans la nutrition phosphatée des arbres forestiers. Rev.For.Fr.XLIX - n°sp. 1997. pp. 67-81. DOI : https://doi.org/10.4267/2042/5676

7) Sadanandan, N.E.K. and Sands, R.. 1993. Competition for water and nutrients in forests. Revue canadienne de recherche forestière, 1993, 23(10): 1955-1968, https://doi.org/10.1139/x93-247

FILIERE BAMBOU, PISTE PROMETTEUSE POUR LA RESERVE SPECIALE D'ANALALAVA

par

MAVINTA Jean Christian[1], RAKOTOMAVO Andriamparany[2], MIASA Eustache[2] et RASAMOELINA Henri[3]

(1) Doctorant à l'ISSEDD (Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable) Université de Toamasina - Madagascar

(2) Enseignant à l'ISSEDD (Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable) Université Toamasina - Madagascar

(3) Professeur à l'EAD Sciences, Environnement et Développement Social (SEEDS), à l'ISSEDD (Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable), Université Toamasina - Madagascar.

RESUME

L'Est malgache est riche en bambous. Leur valorisation économique est peu connue, pourtant cela pourrait constituer une alternative aux coupes illicites de bois dans et aux alentours de la Réserve Spéciale d'Analalava (RSA). L'objectif de cet article est de faire l'état des lieux de la valorisation du bambou par les riverains de la Réserve en vue de proposer des pistes d'actions favorables à la préservation durable de ses ressources.171 ménages de ses 5 Fokontany, soit 13% des ménages riverains immédiats de la RSA, ont été interviewés à l'aide d'un formulaire d'enquête, pour identifier les principales espèces de bambou connues et utilisées par les villageois, leurs formes de valorisation socio-économique, culturelle et écologique, ainsi que les revenus générés par la filière poureux. Quatre espèces de bambou existent dans la zone, à savoir Dendrocalamusgiganteus, Bambusavulgarisconstrictinoda, Bambusavulgarisstriata et Valiha diffusa. Pour 99 % des ménages, l'utilisation du bambou dans les villages reste traditionnelle. Rares sont les riverains qui le valorisent dans le petit artisanat telle que la confection de paniers (<0,5%). La filière génère une recette moyenne mensuelle nette de 250 000 Ariary pour un tresseur de plaques à base de bambou à Foulpointe–Ouest, à 10 km de la RSA. 65% des bambous utilisés proviennent de la zone périphérique de la RSA. L'intérêt de l'article repose sur l'importance de la promotion de l'industrie du bambou. C'est une piste prometteuse pour la préservation de la RSA et pour l'amélioration du cadre de vie des riverains.

Mots-clés : Filière-bambou, Réserve Spéciale d'Analalava, Foulpointe-Toamasina, bambou-culture, valorisation économique durable.

ABSTRACT

The East of Madagascar is rich in bamboo. Their economic valuation is so far little known by residents of the Analalava Special Reserve (ASR), yet it could be an alternative to illegal logging in and around the ASR. The purpose of this communication is to take stock of the value of bamboo by residents of the Reserve with a view to proposing avenues of action favorable to the sustainable preservation of its resources. 171 households, or 13% of the immediate riparian households of the Reserve, were interviewed. The surveys focused on the inventory of the main bamboo species existing in the villages and known by the inhabitants of the ASR; their forms of socio-economic, cultural and ecological valorization. 4 species of bamboo, namely Dendrocalamusgiganteus, Bambusavulgarisconstrictinoda, Bambusavulgarisstriata and Valihadiffusa exist in the area. For 99% of the people surveyed, the use of bamboo in the villages remains traditional, being limited to the construction of pens and the construction of houses. Few households value it in small crafts such as making baskets (<0.5%). The industry generates an average monthly income of 250 000 Ariary for a bamboo panel weaver based at West-Foulpointe, 10 km from the ASR .Taken elsewhere and delivered by inhabitants of the other localities of Foulpointe, 65% of the raw materials used come from the peripheral zone of the ASR. The focus of this study is on the importance of promoting the bamboo industry. This is a promising route both for the preservation of the ASR and for the improvement of the living environment of the local residents.

Key-words : Special Reserve of Analalava-Foulpointe, bamboo sector, bamboo culture, Sustainable economic valuation.

INTRODUCTION

La forêt d'Analalava était devenue Réserve Spéciale d'Analalava(RSA) Foulpointe depuis 2015 (Décret n0 765, 2015). Appartenant aux forêts humides de l'Est, elle est à la fois patrimoine national et mondial (UNESCO,2007) et par ricochet, fait partie intégrante d'un des World HeritageSites (Groom et al. 2006) dont la protection et la conservation sont considérées comme primordiales. Intitulée «Filière bambou, piste prometteuse pour la Réserve Spéciale d'Analalava», l'étude suppose que la valorisation économique du bambou constituerait une source de revenu durable pour les riverains et contribuerait à la réduction des pressions qui pèsent sur les ressources naturelles de la RSA. La recherche a pour but de faire l'état des lieux de la valorisation du bambou par les riverains de la Réserve en vue de proposer des pistes d'actions favorables à la gestion durable de l'Aire Protégée et ses espaces périphériques. Elle s'efforce de répondre dans quelle mesure la filière

bambou pourrait constituer une piste alternative pour une gestion durable de la Réserve? Quid de la diversité en bambous de la zone et quelles sont leurs diverses formes de valorisation?

MATERIELS ET METHODES

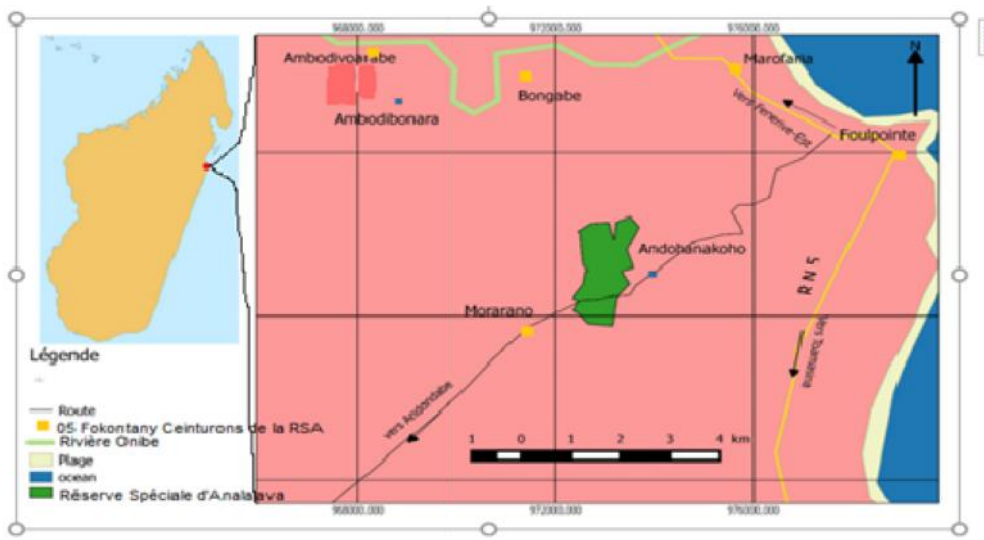


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et la Réserve Spéciale d'Analalava

La forêt d'Analalava se trouve dans le Fokontany Morarano, Commune Rurale de Mahavelona-Foulpointe, District de Toamasina II, dans la Région Atsinanana de Madagascar. Sa latitude est comprise entre 17°41'et 17°42' Sud et sa longitude entre 49°26' et 49°27' Est, avec une altitude ne dépassant pas 79m. Elle est située à 8km de la ville touristique de Mahavelona Foulpointe, et est traversée par une route secondaire qui relie Foulpointe et Andodabe. La Réserve Spéciale d'Analalava (RSA) a une superficie d'environ 229 ha, se subdivisant en différentes zones de gestion dont zone de restauration écologique, noyau dur, zone écotouristique, zone de services et zone de reboisement. Elle est ceinturée par 5 Fokontany (figure1) dont à l'Est, le Fokontany Mahavelona Foulpointe ; au Nord-Est, le Fokontany de Marofaria ; au Nord-Ouest, celui d'Ambodivoarabe ; au Nord, le Fokontany de Bongabe et au Sud-Ouest, celui de Morarano. 171 ménages, soit 13% des ménages riverains immédiats de la Réserve, ont été interviewées au moyen d'un formulaire d'enquête. Les enquêtes ont porté sur l'inventaire des principales espèces de bambou existant dans les villages et connues par les habitants des 5 Fokontany périphériques. Leurs formes de valorisation socio-économique, culturelle et écologique, ainsi que les revenus générés par la filière chez les riverains, ont été cernés lors des entretiens.

Les données collectées sur terrain ont été saisies sur Excel et traitées sous le logiciel statistique R, avec un degré de confiance de 95% et une marge d'erreur de ±5%.

RESULTATS

Connaissances locales sur le bambou et ses utilisations limitées

Figure2 : Bambusavulgarisvar. constrictinoda *: A – Une touffe (patch) & 3 de ses moyens de transport,* ***B, C****: Gaines ;* ***D, E****- Ses utilisations*

100% des villageois enquêtés, soit 171 personnes sur 171 signalent l'existence de quatre espèces de bambous dans leur zone. Il s'agit de *Dendrocalamusgiganteus* (volobe), *Bambusavulgaris var. constrictinoda* (volomaitso ou volovala), *Bambusavulgaris var. striata* (volomavo) et *Valiha diffusa* (valiha ou vologasy ou volozatsy). Pour 99% des ménages, leurs utilisations locales sont limitées essentiellement aux usages traditionnels domestiques tels que petites constructions, équipement de cuisine et enclos (Tableau 1). Rares sont ceux qui le valorisent dans le petit artisanat telle que la confection de paniers (<0,5%). Seulement deux artisans opérant à Foulpointe-Ouest ont pu être recensés.

Tableau 1 : Utilisations locales des 04 espèces de bambou connues par les riverains de la RSA

Espèces	Utilisations
Dendrocalamusgiganteus **(volobemavo)**	Pilier, plancher, clôture, mangeoire, escalier, parc à bœufs et radeau
Bambusavulgarisvar.striata **(volomena)**	Toiture de maison, enclos, parc à bœufs et pilier de maison
Bambusavulgarisvar.constrictinoda**(volomaitso)**	

***Valiha diffusa* (volo gasy)**	Meubles, mur, toiture de maison, enclos, plancher, radeau, parc à bœufs, canal d'irrigation, gouttière d'eau, récipient pour contenir et boire de l'alcool durant les fêtes traditionnelles, instrument pour chercher de l'eau et ustensile de cuisine

Une filière pourtant rémunératrice

D'après le Tableau 2, la confection mensuelle de 15 murs en bambou de 8 m² génère 250 000 Ariary de bénéfice net pour un tresseur de Foulpointe. Les dépenses en matières premières, y compris la collecte et le transport du bambou depuis le site de récolte jusqu'à Foulpointe, s'élève à 180 000 Ariary, soit près de 86% du coût total des investissements. Le bénéfice net mensuel enregistré par l'artisan avoisine 119% du coût des investissements.

Tableau 2 : Budget moyen mensuel relatif à un tressage de 15 murs en bambou de 8m2 à Foulpointe – Ouest

Principales rubriques	**Quantité**	**Recette (Ariary/mois)**	**Dépenses (Ariary/mois)**
Matières premières	15 murs tressés / mois		180 000
Main d'œuvre			30 000
Vente de produits finaux	15 murs tressés / mois	460 000	
	Total	**460 000**	**210 000**
	Bénéfice net	**250 000**	

DISCUSSIONS

Selon Decary (1962), la région de Foulpointe était dénommée « Analambolo », qui signifie « à la forêt de bambous ». Ceux qui habitent dans la forêt sont même appelés jusqu'ici « Tambanivolo », littéralement « ceux qui habitent sous forêt de bambous », toujours selon l'auteur. Autrement dit, Foulpointe et ses zones environnantes étaient riches en bambous, malgré le peu d'espèces signalées par les riverains dans le cadre de cette étude. En sus des 4 espèces connues localement, Randrianarisoa (2009) confirme la présence du « volobeambivahitra » (Dendrocalamusasper) dans l'Atsinanana. Plus utilisée à Brickaville, cette espèce n'existe-t-elle pas dans ou aux alentours de la RSA ?

La présente étude confirme que contrairement au cas de l'Inde qui dispose déjà d'une politique de développement du bambou axée sur une approche pro-pauvre, environnementale et participative, et malgré les inputs économiques et écologiques importants susceptibles d'être générés, la valorisation du bambou reste limitée et

aucune norme régissant la filière n'existe à Madagascar (MEEF, 2018). Force est toutefois de constater que la valorisation d'une telle ressource, qualifiée de PFNL (Produits Forestiers Non Ligneux) par APEMA et al. (2010), ne constitue pas seulement une alternative verte aux problèmes de déforestation, mais aussi une stratégie durable pour améliorer l'économie des ménages, le niveau de sécurité alimentaire et la préservation de l'environnement. En effet, Sambotiana (2013) confirme que cette ressource peut être valorisée dans l'alimentation et que les entreprises chinoises spécialisées dans le bambou réalisent annuellement des chiffres d'affaires de 8 milliards USD.

Par ailleurs, le bambou utilisé dans l'industrie pharmaceutique est réputé comme fixateur de calcium (Sambotiana, 2013). Il peut fixer 30% de CO2 que les arbres feuillus, avec une capacité de séquestration allant jusqu'à 12 t de CO2 par hectare par an, contre 3 tonnes pour une forêt de feuillus

CONCLUSION

Compte tenu de la richesse en bambou de la RSA et ses environs, ces derniers pourront devenir un futur lieu d'approvisionnement pour Foulpointe, et plus tard pour les villages périphériques de la RSA eux-mêmes. Cette proposition nécessite toutefois une meilleure organisation de la filière à travers le renforcement de capacités techniques des futurs exploitants, la maîtrise de la bambouculture, ainsi que celle des aspects commerciaux de la filière. C'est une piste prometteuse aussi bien pour la préservation de la RSA que pour l'amélioration du cadre de vie des riverains. Des activités génératrices de revenus peuvent ainsi être promues dans la zone en valorisant le bambou dans la construction, l'alimentation, l'énergie, le textile, la pharmacie, la cosmétique et la menuiserie. Le choix des espèces à planter sera fonction des besoins ; celles à usage multiple tel que le bambou épineux et non creux seront à privilégier, vue son adaptabilité aux constructions modernes, à la fabrication de charbon et ses bienfaits en matière de préservation des eaux et des sols (INBAR, 2017).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Andriamiarisoa L. R., Rakotoralahy J-B., Razakamalala Richard et Andriambololonera S., 2017. Rapport sur l'inventaire des Bambous de Madagascar pour l'étude de « BambooCoveringMapping », 87 p.
2) Apema R, Mozouloua D, Madiapevo SN, 2010. Inventaire préliminaire des fruits sauvages comestibles vendus sur les marchés de Banguiin Systématique et Conservation des Plantes Africaines (ed.) X van der Burgt, J van der Maesen& JM Onana, Royal BotanicGardens, Kew, 313-319.

3) Decary R., 1962,NastuscapitatusKunth, in Journal d'Agriic.? Tropicale et de Botanique Appliquée, T. IX, n° 1-2, janv.-fév. 1962.

4) Décret n0 765, 2015 portant création Réserve Spéciale d'Analalava Fokontany de Morarano, Commune de Mahavelona – Foulpointe District de Toamasina II, Région d'Atsinanana Province autonome de Toamasina

5) Groom, M J. Meffe, G.K., Carrol, C.C. and Contributors. 2006. Principles of Conservation Biology, 3rd Edition, Sinauer. 793p.

6) INBAR, 2017. South-South in Action, Inspiring Sustainable Development with Bamboo. United Nations, Office for South-South Cooperation. 64p. https://drive.google.com/file/d/1N0bAznMvBCTkZqi6Unl_zVxHqte_MbsK/view

7) Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2009. Étude Filière Bambou. Rapport Final. Biodev. Madagascar Consulting, 186 p.

8) Ministère de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts, 2018. Politique et Stratégie Nationale de Développement de la Filière Bambou à Madagascar, 21p.

9) Randrianarisoa R. J. M., 2009. Viabilité Socio-économique et Écologique de la filière (espèce Valiha diffusa) dans la Région Atsinanana, DEA ESSA-Université d'Antananarivo 45p.

10) Sambotiana A., 2013, Évolution du marché de Bambou, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Maîtrise Es- Sciences Économiques, Université d'Antananarivo, 65 p.

11) UNESCO, 2007. Forêts Humides de l'Est de Madagascar. https://whc.unesco.org/fr/list/1257

EPIDEMIOLOGIE DU WHITE SPOT SYNDROME VIRUS (WSSV) A MADAGASCAR

par

ONIHARY Alain M.[(1)(2)],RAZANAJATOVO Iony M.[(1)], RABETAFIKA Lydia[(2)], BASTARAUD Alexandra[(1)], RASOLOFO Voahangy[(1)(2)]

(1) Institut Pasteur de Madagascar (IPM)
(2) Université d'Antananarivo

RESUME

Le White Spot Syndrome Virus (WSSV) est la virose la plus dévastatrice qui menace l'industrie crevettière dans le monde. Ses caractéristiques et son épidémiologie sont encore mal connues à Madagascar. Pourtant, la filière crevettière est l'une des filières d'exportation constituant une source importante de devises et d'emplois pour le pays. En ce sens, ce projet s'intéresse à la surveillance et à l'épidémiologie de WSSV dans l'objectif de mieux comprendre la circulation du virus à Madagascar. 2186 échantillons de crevettes et de crabes ont été analysés par des réactions de polymérisation en chaîne (PCR). Ces échantillons ont été collectés au niveau de cinq fermes crevettières (S1 à S5), quatre zones de pêche (A à D) et deux zones de mangroves situées près de S1 et S4 entre 2009 à 2016. Nos résultats montrent que WSSV est maintenant largement distribué dans les eaux malgaches, ce qui menace en permanence la filière crevettière. En effet, Madagascar était indemne de WSSV avant l'épidémie désastreuse enregistrée sur le site S1 au Sud-ouest de Madagascar en avril 2012. À partir de ce moment, WSSV s'est propagé du sud vers le nord Littoral Ouest malgache et actuellement tous les sites aquacoles et zones de pêche sont WSSV-positifs. Il y a quelques années (à préciser), il existait plus de cinq fermes à crevettes à Madagascar, aujourd'hui, seules trois fermes restent actives.

Mots-clés : WSSV, White Spot, aquaculture, crevette, épidémiologie, Madagasikara.

ABSTRACT

White Spot Syndrome Virus (WSSV) is the most devastating virosis threatening the shrimp culture industry worldwide. For Madagascar, little is known regarding this virus and the epidemiology of White spot. Even so, shrimp culture and fisheries are one of the main sources of foreign curacy and jobs for Madagascar. Therefore, the present research has been carried out to examine the populations of Madagascar crustaceans for evidence of WSSV and the extent of carriage to better understand the virus circulation. Some 2186 samples of shrimps as well as crabs were analyzed using Polymerase Chain Reaction (PCR).These samples were obtained from five shrimp farming (S1 to S5), from four fishing areas (A to D) and two mangroves near S1 and near S4 between 2009 and 2016. Our results show that WSSV is now widely distributed in Madagascar and Malagasy shrimp culture is threatened anytime. Madagascar was WSSV-free before the onset of a disastrous epidemic recorded in the southern-west of Madagascar on April 2012. From then on, WSSV spread from the South to the North-West coast and shrimp farms are now WSSV-positives, facing episodic outbreak. Few years ago, there were more than five shrimp farms in Madagascar and today only three remain active due to WSSV.

Key-words : WSSV, White Spot, aquaculture, shrimp, epidemiology, Madagasikara.

INTRODUCTION

Le « White Spot Disease » (WSD) ou la maladie des points blancs, causé par le « White spot syndrome virus » (WSSV), est une infection virale mortelle affectant plusieurs espèces de crustacés dans le monde (Sparagano et *al.*, 2003). Les crevettes pénéides sont les plus touchées par la maladie mais le virus affecte également les crabes, les homards, les écrevisses, les copépodes, ou même certaines larves d'insectes (Bateman et *al.*, 2012). Le WSSV est un virus à ADN double brin, représentant le seul genre Whispovirus de la famille des Nimaviridae (Mayo, 2002). En aquaculture crevettière, la maladie présente un taux élevé de mortalité pouvant atteindre les 100% en l'espace de trois à dix jours, dès l'apparition des premiers signes cliniques (Marks et *al.*, 2004). Ce virus a été responsable de plus de huit milliards de dollars de pertes lors des épidémies sur les continents asiatique et américain (Responsible Aquaculture Foundation, 2013). En effet, depuis son apparition au nord de Taïwan et au sud de la Chine en 1992/1993 (Chou et *al.,* 1995), la maladie s'est rapidement propagée et est maintenant largement distribuée à travers le monde, y compris Madagascar (Flegel, 1997 ; Lightner et *al.*, 1997 ; Tang et *al.*, 2013). Alors que la filière crevettière est l'une des premières filières

d'exportation constituant une source importante de devises et d'emplois pour le pays, la production de l'industrie crevettière malgache a chuté de 16 000 Tonnes/an en 1998 (Goedefroit, 2002) à 8 046 Tonnes/an en 2013. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce déclin, mais l'une d'entre elles est l'émergence de WSSV avec des conséquences désastreuses enregistrées dès le mois d'avril 2012. De plus, les connaissances liées aux caractéristiques et à l'épidémiologie de ce pathogène sont encore assez limitées pour le cas de Madagascar. En ce sens, cette étude s'intéresse à la surveillance de WSSV sur les côtes aquacoles de Madagascar, dans l'objectif de mieux comprendre sa circulation.

MATERIELS ET METHODES

Matériels biologiques et sites d'études

Les échantillons biologiques sont constitués de différentes espèces de crevettes, à différents stades physiologiques (larves, post-larves, juvéniles, adultes et géniteurs) et de crabes. Ils sont issus de quatre zones de pêche selon la zonation légale de la pêche à Madagascar (zone A à zone D), de cinq sites aquacoles (S1 à S5), ainsi que de deux zones de mangroves au niveau de Belo sur Tsiribihina (près du site S1) et de la baie de Mahajamba (près du site S4) (Fig. 1). Les échantillons ont été obtenus entre 2009 à 2016 et étaient conservés à -20°C ou dans de l'éthanol à 95%. Les larves et post-larves en écloserie furent échantillonnées par pool de cent cinquante (150) individus. Chaque échantillon de crevettes fut constitué d'un pool de cinq (5) individus, tandis que les crevettes géniteurs et les crabes furent analysés individuellement.

Extraction d'ADN total

Vingt à cinquante milligramme de tissus (pléopodes, branchies ou crevette entière pour les larves et post-larves) ont été pesés et broyés pour l'extraction d'ADN total utilisant le Kit d'extraction « NucleoSpin® Tissue » (REF740952.250-Macherey Nagel), selon les recommandations du fabriquant. La qualité d'ADN obtenue est estimée par la mesure de la densité optique (BioPhotometer, Eppendorf) avec une valeur du ratio 260/280 qui doit être comprise entre 1,8 et 2,2.

Diagnostic de WSSV par PCR

Le diagnostic de WSSV se fait par Réactions de Polymérisation en Chaine (PCR) nichées (Lo et *al.*, 1996). La première PCR utilise le couple d'amorces 146F1/146R1 pour l'amplification d'un fragment d'ADN d'une taille de 1447 paires de bases (pb). La deuxième PCR utilise le couple d'amorces 146F2/146R2 avec le

produit d'amplification de la première PCR comme matrice produisant un amplicon d'une taille de 941 pb. Ce dernier est spécifique et permet de confirmer l'appartenance du fragment amplifié à WSSV.

Les séquences des amorces sont 146F1 5'- ACT ACT AAC TTC AGC CTA TCT AG -3' et 146R1 5'- TAA TGC GGG TGT AAT GTT CTT ACG A -3' pour le premier couple, puis 146F2 5'- GTA ACT GCC CCT TCC ATC TCC A -3' et 146R2 5'- TAC GGC AGC TGC TGC ACC TTG T -3' pour le second. Le contrôle positif est constitué d'un tissu de crevette infectée obtenu auprès de l'Organisation Mondiale de la Santé animale et le contrôle négatif par un extrait sans ADN.

Pour la première PCR (tableau I), le volume réactionnel final est de 20 µl, contenant 4 µl d'ADN total à une concentration de 10 à 100 ng.µl-1, 1 U de Platinum Taq DNA Polymerase (Invitrogen), 10 mM Tris-HCl, pH 9.0, 50 mM KCl, 1,5 mM MgCl2, 0,2 mM de chaque dNTP et 0,5 µM de chaque amorce 146F1 et 146R1. Pour la deuxième PCR nichée (tableau I) 10 µl de produit d'amplification de la première PCR ont été utilisés comme matrice. Chaque volume réactionnel final de 25 µl contient 1,25 U de Platinum Taq DNA Polymerase, 10 mM Tris-HCl, pH 9.0, 50 mM KCl, 1,5 mM MgCl2, 0,2 mM de chaque dNTP et 1 µM de chaque amorce 146F2 et 146R2.

Tableau I : Programme d'amplification par PCR sur un Thermocycleur (Biometra T3000)

1ère PCR		
Dénaturation initiale	94°C - 4 min	1 cycle
Hybridation	55°C - 1 min	
Elongation	72°C - 2 min	
Dénaturation	94°C - 1 min	19 cycles
Hybridation	55°C - 1 min	
Elongation	72°C - 2 min	
Elongation finale	72°C - 5 min.	1 cycle
2ème PCR (nichée)		
Dénaturation	94°C - 1 min	40 cycles
Hybridation	62°C - 1 min	
Elongation	72°C - 2 min	
Elongation finale	72°C - 5 min	1 cycle

Dix microlitres des produits d'amplification sont analysés sur 1,2% de gel d'agarose contenant 0,5 µg.µl-1 de bromure d'éthidium puis visualisés et photographiés sous rayonnement ultra-violet (Transluminator, Biovision).

RESULTATS

Au total 2186 échantillons ont été analysés dont 308 étaient WSSV-positifs. La figure 1 illustre la circulation de ce virus dans les eaux malgaches. Madagascar était indemne de WSSV avant le mois d'avril 2012. La maladie a émergé au niveau du site S1 provoquant une épidémie désastreuse avec un taux de mortalité élevé. Le virus s'est propagé par la suite et une deuxième épidémie a été observée sur le site S2 et S3 vers le mois de septembre et octobre 2012. Dès le mois de septembre 2013 et au début de l'année 2014, des échantillons positifs ont été observés sur respectivement les sites S3 et S4. Enfin, de 2014 à 2016, les résultats montrent que WSSV est présent en portage chez les crevettes issues de tous les sites aquacoles malgaches ainsi que chez les crevettes et les crabes vivant dans la nature au niveau des trois zones de pêche B, C, D et les deux zones de mangroves étudiées.

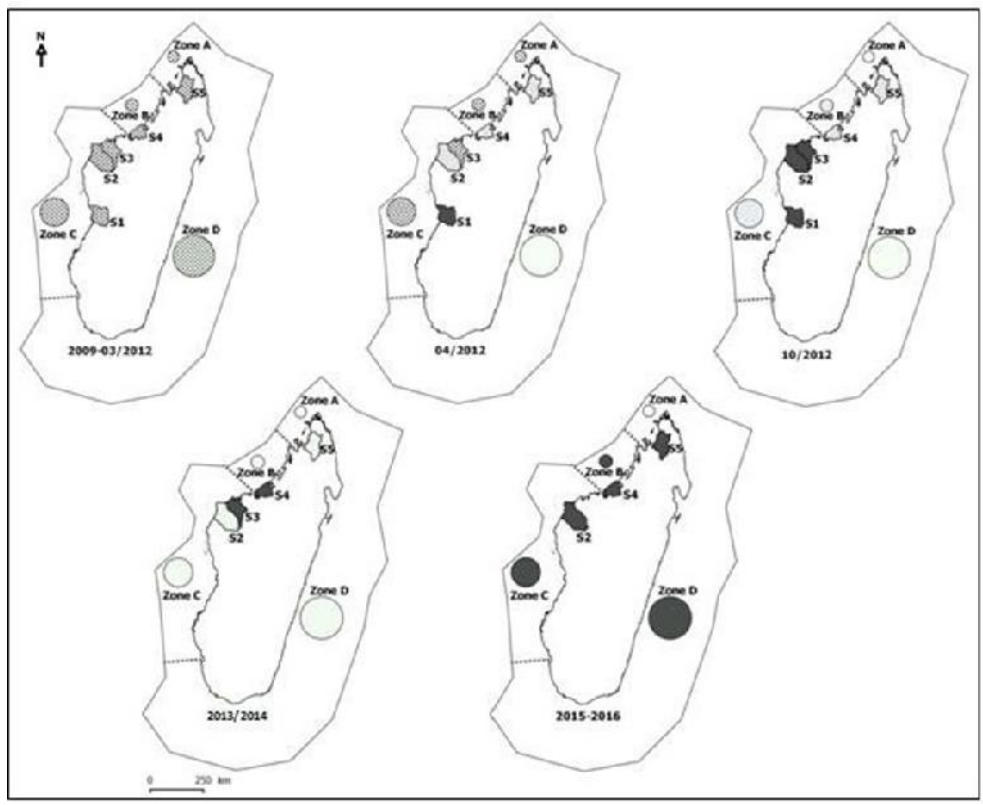


Figure 1 : Distribution et circulation de WSSV à Madagascar

S1 à S5 : *districts des sites aquacoles*,
Zone A à D : *zones de pêche* (Représentées par des cercles selon la superficie de chaque zone),
en hachuré : site WSSV-négatif,
en gris : site WSSV-positif,
en blanc : aucunes données disponibles

DISCUSSION

Cette étude a été réalisée pour évaluer la situation de Madagascar vis-à-vis de WSSV et pour comprendre sa circulation. En effet, le virus semble se propager du sud vers le nord du Littoral Ouest de Madagascar. Cette circulation est probablement favorisée par le déplacement des individus porteurs du virus transportés par le courant océanique (PNUE, 2002). Le virus est naturellement présent chez les crustacés sauvages et ne pose généralement problème qu'au niveau des fermes d'élevage de crevettes suite à des variations des facteurs environnementaux (Sun et *al.,*2014). En effet, les modifications des conditions environnementales tels que la température, le pH, la salinité induisent le stress chez les hôtes sensibles. Ce qui favorise la réplication virale entrainant une perte d'appétit, un comportement de propension à se regrouper à la surface de l'eau et au bord des bassins d'élevage avec une apparition des points blancs sur la coquille ou une couleur foncée et rouge du corps et des appendices.

CONCLUSION

WSSV est maintenant largement distribué à Madagascar. La maladie y est endémique et le virus est en portage chez les crustacés du milieu naturel ou chez les crevettes d'élevage. Etant donné qu'aucun vaccin ou traitement efficace n'est disponible à ce jour, l'aquaculture de crevettes malgache doit s'adapter et évoluer en maîtrisant les paramètres inducteurs des épidémies de WSSV. Ainsi, la production devrait reposer sur la gestion des risques avec l'adoption des mesures de biosécurité strictes associées à un plan de surveillance adéquat pour la détection précoce de pathogénicité de ce virus, des épidémies afin d'amoindrir les répercussions sur la production. Actuellement, le virus est largement distribué à Madagascar et la maladie y est endémique. Les perspectives de recherche sont surtout axées sur la sélection des crevettes résistantes à ce virus ainsi qu'à l'étude approfondie de ce pathogène, de ses hôtes et de leurs interactions qui conduiront probablement à des mesures de lutte ou de traitement adaptées et efficaces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Bateman KS., Tew I., French C., Hicks RJ., Martin P., Munro J & Stentiford GD (2012). Susceptibility to infection and pathogenicity of White Spot Disease (WSD) in non- model crustacean host taxa from temperate regions. J Invertebr Pathol, 110(3), 340–351

2) Chou HY., Huang CY., Wang CH., Chiang HC & Lo CF (1995). Pathogenicity of a baculovirus infection causing white spot syndrome in cultured penaeid shrimp in Taiwan. Dis Aquat Organ 23: 165–173

3) Flegel TW (1997). Major viral diseases of the black tiger prawn (Penaeus monodon) in Thailand. World J Microbiol Biotechnol 13: 433–442

4) Goedefroit S., Chaboud C., Breton Y (2002). La ruée vers l'or rose : regards croisés sur la pêche crevettière traditionnelle à Madagascar. Paris, IRD Éditions coll. Latitudes 23, 229 p

5) Lo CF., Ho CH., Peng SE., Chen CH., Hsu HC., Chiu YL et al (1996). White Spot Syndrome Baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. Dis Aquat Organ 27(3): 215 - 225

6) Lightner DV., Redman RM., Poulos BT., Nunan LM, Mari JL., Hasson KW (1997). Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) 16(1) : 146-160

7) Marks H., Goldbach RW., Vlak JM & Van Hulten MCW (2004). Genetic variation among isolates of White spot syndrome virus. Arch Virol 149 : 673–697

8) Mayo MA (2002). A summary of taxonomic changes recently approved by ICTV. Arch Virol 147 : 1655–1663

9) PNUE (2002). Atlas des Ressources Côtières de l'Afrique Orientale. DGIC., RFI Comores, ISBN 92-807-2171-2, Nairobi, 154 p

10) Responsible Aquaculture Foundation (2013). Case study of the outbreak of White spot syndrome virus at Shrimp Farms in Mozambique and Madagascar: Impacts and management recommendations. Report of the case study #3 of a series entitled, "Lessons learned in aquaculture disease management". 93 p

11) Sparagano O., Lanieri A., Giangaspero A (2003). La recrudescence de la maladie virale des points blancs chez les crustacés. Epidémiol. et santé anim 43: 31-33

12) Sun Y., Li F., Sun Z., Zhang X., Li S., Zhang C & Xiang J (2014). Transcriptome Analysis of the Initial Stage of Acute WSSV Infection Caused by Temperature Change. PLoS ONE, 9(3)

13) Tang KJF., Le Groumelec M., Lightner DV (2013). Novel, closely related, White spot syndrome virus (WSSV) genotypes from Madagascar, Mozambique and the Kingdom of Saoudi Arabia. Dis Aquat Org 106: 1-6