

Fall 2005

# The Effect of Human Predation, Rats and Goats on Small Colonies of Wedge-Tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus*) in Southwest Madagascar

Alexis P. Will  
*SIT Study Abroad*

Follow this and additional works at: [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection)



Part of the [Population Biology Commons](#)

---

## Recommended Citation

Will, Alexis P., "The Effect of Human Predation, Rats and Goats on Small Colonies of Wedge-Tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus*) in Southwest Madagascar" (2005). *Independent Study Project (ISP) Collection*. 408.  
[https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/408](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/408)

This Unpublished Paper is brought to you for free and open access by the SIT Study Abroad at SIT Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Independent Study Project (ISP) Collection by an authorized administrator of SIT Digital Collections. For more information, please contact [digitalcollections@sit.edu](mailto:digitalcollections@sit.edu).

La Flore Qui A Faim :  
Une Enquête Chimique, Biologique et Culturelle  
de la Dimorphisme Rouge/Verte et les Applications  
Médicinales de *Nepenthes madagascariensis*

Keirnan Willett  
Johny RABENANTOANDRO, encadreur  
Jim Hansen, directeur académique  
SIT Madagascar: écologie et conservation  
Automne 2005

## Contenus

Dédicace et Remerciements .....	1
Abstrait .....	2
Introduction .....	3
Méthodologie .....	6
<i>Descriptions des sites et sujets</i> .....	6
<i>Méthodologie chimique</i> .....	8
<i>Méthodologie biologique</i> .....	9
<i>Méthodologie des sondages</i> .....	10
Part I – Dimorphisme Rouge/Vert .....	11
<i>Résultats de l'analyse chimique</i> .....	11
<i>Résultats des mesures morphologiques</i> .....	14
<i>Discussion</i> .....	17
<i>Conclusions sur le dimorphisme</i> .....	19
Partie II – Applications Médicinales .....	21
<i>Résultats des sondages</i> .....	21
<i>Résultats de la littérature</i> .....	22
<i>Discussion</i> .....	22
Partie III – Potentiel pour l'Exploitation Durable .....	23
<i>Résultats des sondages informels</i> .....	23
<i>Discussion</i> .....	24
Conclusions .....	26
Références Cités .....	28
Appendice A – <i>Carte de la région</i> .....	30

## **Dédicace**

À toutes les plantes que je n'ai pas mesuré  
et toutes les gens qui je n'ai pas rencontré.

## **Remerciements**

Tara Schoenwetter for all her help, guidance and scientific papers. Johnny, Rivo Faly, Sylvie and all the incredibly welcoming people at QMM. Madame Baholy, Tiana, Miora and Dr. Rafatro at IMRA for the chemistry in Tana. Madame Baokoly at the U of Tana. Rockalain, a great translator and friend. The SIT staff. The SIT students. The CEL students. The Madagascar dollar menu. My family in Minnesota. My family in Ft. Dauphin.  
And all the people along the way.

## Abstrait

Le *Nepenthes madagascariensis* est une plante carnivore endémique du côté sud-est de Madagascar qui attirent la proie arthropode (insectes, araignées etc.) en employant les bouts de feuilles convertis en forme des pichets ou urnes. Après d'être attiré par le suc au bord de l'urne, les insectes devint désorientés, perdent la traction et se coulent dans le liquide riche en enzymes digestifs au dessous (14). Les substances nutritives des cadavres sont absorbées par la plante en compensant pour la lacune d'azote dans le sol. Les couvercles des urnes expriment une couleur rouge ou verte. Notre étude examine les différences chimiques et morphologiques des ces urnes et trouve que les rouges sont généralement plus efficace en attrapant la proie et plus productive selon plusieurs mesures morphologiques. En plus, la chromatographie de couche mince (CCM) suggère que les teintes rouges viennent d'un ralentissement de la production de la chlorophylle. Il est possible que ces différences chromatiques indiquent une réponse aux arbres ligneux envahissants dans la région. Ensuite, une série des entrevues révèle que les habitants locaux utilisent la plante comme une remède de la fièvre jaune et les maladies des yeux et ventre. Il existe aussi un grand potentiel pour l'exploitation durable de la plante puisque l'endroit devient de plus en plus touristique.

## Introduction

« Mais ils sont dangereux n'est-ce pas ? C'est une plante qui mange de la viande, ils ne vont pas vous piquer ? Il faut bien faire attention... »  
- Tsiravo, habitant de Ft. Dauphin

Voilà la réputation sauvage de *Nepenthes madagascariensis*, plante endémique du côté sud-est de Madagascar et membre de la taxon intrigant et effroyable des plantes carnivores. Ce groupe des plantes, ingénieusement adaptée pour les conditions pauvres en substances nutritives, est réparti sur six continents et, comme les autres organismes bien accoutumés aux conditions extrêmes, elles sont considérées très vieilles selon les temps évolutives et représente un lien avec les plantes de notre passé (16 et e6). Certes, ces adaptations envers les habitudes carnivores ont co-évolué de façon indépendante au moins six fois dans le passé, suggérant qu'elles remplissent une niche spécifique et constante dans les habitats divers (18). Par ailleurs, cette stratégie écologique et si efficace que jusqu'à aujourd'hui, il n'existe aucune plantes de transition – c'est à dire que les plantes avec les vestiges des pièges carnivores non-fonctionnels n'existent pas (7).

Parmi cette grande diversité géographique des plantes carnivores, il existe une pareille diversité des stratégies pour attraper la proie. Les pièges actifs, comme celui de la célèbre *Dionaea* ou *Venus Flytrap* des marécages des Etats-Unis de sud, attire les insectes avec le suc sucré. Puis, les feuilles referment comme les mâchoires d'une bête méchante au moment de stimulation des petits poils sensitifs. Les pièges adhésifs sont également extraordinaires avec les surfaces si collantes que des fois elles attrapent et digèrent les petits oiseaux. Cette étude, pourtant, se focalise sur les pièges inactifs. La famille Nepenthacées, bien éloigné autours de l'océan indien, ainsi que les Sarraceniacees de l'Amérique du Nord et les

Céphalotacées de l’Australie de Ouest, tous emploient les feuilles converties en petites urnes dans laquelle une liquide plein des enzymes digestifs est produite au fond. Quand les arthropodes (e.g. insectes) sont attirés par la suc sécrété par les glandes de nectar sur la lèvre cirée de l’urne (le *peristome*) ils devient de plus en plus désorientés par les vapeurs et, à la fin, ils perd la traction et se coulent dans la liquide en bas (14). Ainsi, le *Nepenthes* (duquel il y a environ 60 espèces) et autres « plantes de pichets ou bien *monkey cups*» sont capables de pousser dans les endroits très pauvres en substances nutritives du sol, surtout l’azote, pourvu qu’il y a assez de l’eau pour les satisfaire (19).

Une telle habitat bien convenable au *Nepenthes* se trouve dans les marécages toute le long le côté sud-est de l’île de Madagascar. Ici, deux espèces endémiques, *Nepenthes madagascariensis* Poir. (désormais *Nepenthes*) au sud et le plus rare *N. masoalensis* au nord font partie d’une biodiversité déjà spectaculaire. La combinaison unique de la topographie dynamique orientée nord-sud à travers d’une zone de latitude qui chevauche le tropique de capricorne crée une diversité étonnant des micro-habitats (SIT travail de cours). Grâce à cette pente géologique et la localisation de l’île, 80 percent de la flore et 90 percent de la faune sont trouvés nulle part ailleurs. Néanmoins, Madagascar est sur la liste de la banque mondiale des dix pays les plus pauvres du monde et les désirs et moyens de faire la recherche moderne sont souvent supplantés par les besoins immédiats d’une nation en train de développement. A ce moment, l’œuvre de Ratsirarson et Silander de 1995 sur les micro-communautés (14) et la recherche pas encore publié de Tara Schoenwetter (e6) sont les seules études formelles qui focalisent sur *N. madagascariensis*. En outre, ni l’un ni l’autre des ces œuvres abordent le sujet de la dimorphisme rouge/verte et la diversité phénotypique des populations. Considérant la grande importance économique de l’écotourisme à Madagascar et la lacune béant des enquêtes bien documentés sur les plantes carnivores de l’île, plus d’information sur n’importe quel aspect de *Nepenthes* est justifié.

Observé dans son habitat naturel, une des premières choses qu'on remarque de *Nepenthes* est une différence frappante entre les couleurs au dessous du couvercle ; quelques uns sont tous verts, des autres tous rouges et même des autres verts avec les taches rouges. Il est spéculé dans la recherche précédente d'une étudiante de SIT (16) que peut-être cette dimorphisme représente une nouvelle espèce. Notre enquête adresse cette question à travers d'une analyse chimique simple et des mesures morphologiques comparatives avec l'hypothèse que les différences chromatiques probablement n'indiquent pas les espèces séparées. Une telle spéciation sympatrique, très rare chez les plantes, nécessite que les espèces vraiment différentes partagent le même habitat même si elles sont reproductivement isolées (4). Ici, il est possible que la coloration variable entraîne les stratégies différentes de la capture de la proie.

Dans cette manière, l'étude examine la biodiversité génétique de la population. Mais en plus, si on veut considérer la biodiversité complète d'un endroit, il faut aussi penser à la biodiversité des espèces, la biodiversité des écosystèmes et la biodiversité culturelle de l'endroit (e3). Puisque la biodiversité des espèces et écosystèmes dans la région sud-est de Madagascar soit au-delà de la portée de cette enquête, seulement une étude culturelle sur le rôle de *Nepenthes* est examiné comme la deuxième cible de cette projet, afin de compléter le profil écologique de la plante. Pour achever cela, les traditions et usages locaux de *Nepenthes* (ou *Takotra* dans le vernaculaire) étaient élucidés à travers des entrevues avec les habitants. Puis, ces renseignements étaient comparés avec quelques références dans la littérature avec l'hypothèse que une plante qui fabrique les enzymes digestives si étonnantes aura également les usages médicaux étonnantes.

Finalement, il y a une triste tradition à Madagascar et aux pays pareils des chercheurs qui prennent beaucoup de connaissances locaux sans assurant les bénéfices partagés pour la population d'où les renseignements viennent. Dans un effort de briser cette tendance et



renforcer le lien entre la conservation et l'avenir économique de l'île, la troisième cible de ce projet est d'examiner le potentiel pour l'exploitation durable et responsable de *Nepenthes* comme une plante ornementales ou bien médicinales. Puisqu'il existe pas mal des contraintes logistiques dans ce domaine, on adresse tout simplement les premiers pas envers une situation où les habitants appauvrissees peuvent bénéficier fiscalement de leur biodiversité déjà exploiter par les étrangers.

## Méthodologie

### *Descriptions des sites et sujets*

Toutes les observations des *N. madagascariensis* étaient réalisées le 16-28 Novembre 2005 autours des villages de Mandena et Evatraha environ 12 km au nord de Ft. Dauphin (Taolagnaro) sur le côté sud-est de Madagascar (carte). La météo de la région est divisée entre une saison sèche (mai-novembre) et une saison chaude et pluvieuse (decembre-avril). Annuellement, la précipitation atteindre 1800 mm et la température moyenne est 22° C (14). La pluie assez forte est tombée chaque nuit de l'étude.

Le paysage consiste de la forêt littorale dégradé abondant en les herbes *Xyris semifuscatus*, *Eriocula* et *Cyprus madagascarensis*, les arbustes *Ericoïde* et *Hibbertia coriasea* et l'arbre *Ravinala madagascariensis*. Un tapis de *Sphagnum magellanicum* et des fougères abondantes entourent les *Népenthes* dans les marécages où ils poussent. De plus, *Vemnionopsis candata* et l'arbre envahissant d'Australie *Melaleuca quinquenervia* étaient observé à quelques sites. Les sols de la région sont sableuses, acidosiques, pauvre en substances nutritives et abondant en la dioxyde de titan blanc (illminite). Les feux de brousse – naturels et intentionnels – sont communs et se passe en vigueur chaque trois années (e1). Au stade de faune, les lézards, les grenouilles et les petits serpents étaient de temps en temps observés au champ pendant que les arthropodes divers (fourmis, moustiques, araignées etc.) soient été abondants. Enfin, il y avait l'évidence du pâturage des bœufs (zébu) dans la région.

La plante *Nepenthes* lui-même se développe progressivement avec les nouvelles feuilles jaillissant des anciens systèmes des racines – créant des longues tiges qui se répandent et grimpent loin de leur base. Il y a d'habitude sept feuilles vertes et actives, alternées et espacées environ 150° de leur voisin autour de la tige centrale (observation personnelle). Au bout de chaque feuille, des viriles se renflent et forment des urnes ressemblant des pichets qui se remplissent avec la liquide plein des protéases, nucléases, lipases, estérases et autres enzymes digestives avant d'ouvrir (7). En fonction de la distance entre les feuilles et des racines (observation personnelle), les *Nepenthes* produisent deux types des urnes : les terrestres plus larges et foncées adaptées pour la proie terrestres et les aériennes plus grandes en forme des trompettes adaptées pour la proie anthophilous (celles qui aiment les fleurs). Chaque urne reste active environ trois mois et dès que la plante grandisse, les vieilles urnes se fanent et les nouvelles sont produites (14). Donc, dépendant de la capacité pour une plante de grimper, les urnes terrestres sont plutôt produites par les jeunes pendant que les aériennes soient plutôt produites par les plus âgées.

Apparaissant en Novembre (pas consistant avec référence 2), l'appareil reproductif de *Nepenthes* consiste des inflorescences rouges unisexuées – c'est à dire que les fleurs mâles et femelles sont portées par les pieds différentes (plante *dioïque*) (2). Ces fleurs sont possiblement pollinisées par les fourmis qui sont abondantes dans l'habitat (observation personnelle). Les fruits produits ouvrent par quatre fentes et les grains allongés et légers sont distribués par le vent (2). En plus, le *Nepenthes* est efficace dans la reproduction végétale. Il était observé qu'une semaine après un feu de brousse substantiel les plants de *Nepenthes* était parmi les premières de régénérer (observation personnelle). Cette résilience est possiblement la raison derrière la réputation du *Nepenthes* comme une plante pyrophyte (amateur de feu) (e1 et e6).

## *Méthodologie Chimique*

Trois échantillons de *N. madagascarensis* étaient récoltés le 29 Sep 2005, laissées à sécher lentement et puis transportées à Antananarivo dans une boîte en carton. Les deux premières plantes, soulevé en entier, étaient vertes et vertes avec les taches rouges respectivement et celle-là aussi possédait quelques urnes de forme juvéniles (terrestres). La troisième, dont seulement trois urnes bien développé était soulevé, étaient en train de grimper une arbre environ 500 km des premières plantes et possédé les urnes rouges (carte).

A l'Institut Malgache pour la Recherche Appliqué (IMRA) à Antananarivo, la chromatographie de couche mince (CCM) était réalisée sur les trois couleurs des urnes aérielles (trompettes) et aussi sur les urnes terrestres. Une échantillon de chaque type étaient râpé et puis mit dans un macération de l'éthanol de 40° C. Après 24 heures le solvant était filtré dans une ballon de verre et le processus était répété.

Chaque extrait d'éthanol était évaporé, re-suspendu dans l'eau de-ionisé et lavé (mêlé avec une nouveau solvant, laissé à séparer en deux couches dont la couche désirées était enlevé) avec l'hexane plusieurs fois jusqu'à la couche hexanique est devenu clair (d'habitude cela a nécessité trois lavages). Ce processus était répété avec le dichlorométhane (DCM) et puis l'acétate d'éthyle. Ces trois solvants améliorent la séparation des composants chimique selon leur polarité car ils ont des portées de solubilité bien plus spécifiques que celle d'éthanol chaud, dans lequel presque tout dissoudre. Ensuite, les quatre types de ces trios extraits était évaporé à une quantité de quelques mls avant d'être spotté de côté à côté (i.e. appliqué dans les petites gouttelettes) sur les plaques de CCM (250 µm de gel de silice sur l'aluminium) et mit dans les solvants courants selon le plan suivant : les extraits d'hexane avec 100% DCM, les extraits de DCM avec 98% DCM et 2% méthanol, et les extraits d'acétate d'éthyle avec 67% DCM et 33% méthanol. Les plaques plus longues étaient utilisées avec l'hexane et l'acétate d'éthyle pour améliorer la puissance de résolution. Après

que les solvants courants ont monté jusqu'à la haut de chaque plaque, ils étaient enlevés et visualisés avec une lampe d'UV de 254 nm et les taches étaient marquées avec un crayon ainsi que leur couleur soit été recordée (fig. 1). La valeur  $R_f$ , ou ratio entre la migration totale du solvant et la migration des taches spécifiques, était calculé pour certains taches et utilisé pour la comparaison.

### *Méthodologie Biologique*

Deux promenades de transects (transect walks) étaient faites le 16-18 de Novembre 2005 à deux sites abondants de *Nepenthes* à Mandena (carte). Site 1 était sélectionné à cause de l'abondance des plantes avec des urnes vertes pendant que site 2 était sélectionné pour les rouges. Pourtant, pendant chaque promenade de transect - 50m et 10m respectivement - tous les pieds de *Nepenthes* sur l'axe avec au moins une urne aérienne active étaient enregistrés. A chaque site, utilisant une ruban à mètres, 50 pieds étaient mesurés selon les critères suivants : nombre de viriles, nombre d'urnes actives, présence et genre d'une tige reproductive, hauteur maximum de la lèvre d'une urne (désormais *peristome*), longueur de l'urne, largeur de l'urne, largeur de peristome, niveau de la liquide intérieur, couleur du couvercle (rouge, vert ou tacheté), distance minimum aux *Nepenthes* voisins, et les autres commentaires (accrochage aux autres plantes par exemple). En plus, la proie visible dans la liquide de chaque plante était évaluée qualitativement (peu, beaucoup et grand) et catégorisée comme volant et non-volant. Enfin, des petits verres blancs dans la liquide, supposé d'être les larves des moustiques (14), étaient énumérés. Utilisant Microsoft Excel (2001), les tests student (students t-test) étaient effectués entre les groupes et critères pour tester les différences significatives (table 2). Les valeurs de P moins de 0.05 (disant que la probabilité que les deux groupes sont différents tout simplement à cause de la chance et moins que cinq percent) étaient considérés significatives.

### *Méthodologie des Sondages*

Les entrevues étaient réalisées en trois parties : le matin du 23 Novembre 2005 dans les villages d'Imangaiky, Ianandrano et Mandromondromotra interprétées par M. RIVO, le matin du 24 Novembre à Mandromondromotra interprétées par Mme. SYLVIE et l'après-midi et matin du 27-28 Novembre à Evatraha interprétées par M. ROCKALAIN (voir la carte). Chaque partie a inclus trois, trois et quinze informants respectivement. M. RIVO travaille comme administrateur et technicien de la forêt pour QMM (QIT Madagascar Minerals), une grande entreprise minière qui fait beaucoup de recherche écologique dans la région pour un grand projet prévu pour l'exploitation de dioxyde de titane. Mlle. SYLVIE est une étudiante d'écologie et stagiaire à QMM. M. ROCKALAIN est un étudiant de deuxième année à le Centre Ecologique de Libanona à Ft. Dauphin. Ils parlent tous le français et le malgache couramment.

Chaque entrevue a abordé les thèmes suivants dans un ordre aussi naturel que possible dans la conversation : leurs connaissances générales de la *Nepenthes*, les applications médicinales et comment on les prépare, la fréquence d'utilisation et facilité d'accès dans la communauté, leurs usages personnels et l'efficacité, et la différence entre les urnes rouges et vertes. Les entrevues ont duré environ 15 min de moyenne et les noms de chaque source étaient enregistrés. Avant de commencer, une visite courtoise au chef de Fokotany (quartier) était faite pour annoncer nos intentions. Des fois, les sujets étaient sélectionnés au hasard et des fois ils étaient trouvés selon les conseils d'une source précédente et un effort était fait de parler avec les femmes aussi que les hommes.

## Partie I - Le dimorphisme chromatique

### Résultats des analyses chimiques

Les données de CCM fait possible une comparaison qualitative directe entre les composants chimiques des quatre échantillons d'urnes qui sont soluble dans hexane, DCM, et acétate d'éthyle (table 1 et fig. 1). Dans l'ordre ascendant, la polarité des solvants (et ainsi, la polarité des composants soluble la dedans) utilisé dans cette analyse est - la silice (substrat des plaques CCM), l'hexane, le DCM et l'acétate d'éthyle. Le CCM est une technique de se séparer les composants chimiques selon ces différences de polarité.

Dans l'hexane, les urnes vertes rendent deux taches uniques (pas d'homologues dans les autres extraits) de couleur verte à une valeur Rf de 0,14 et de couleur rouge à Rf = 0,23. En plus, la tache à Rf = 0,9 est jaune chez les vertes et non colorées chez les autres. Les urnes tachetées sont les seules manquant une tache aux valeurs Rf 0,09 et 0,14 et 0,54.



**Figure 1.** Plaques de chromatographie de couche mince (CCM) de quatre structures de *N. madagascariensis*. De la gauche : les extraits d'hexane, DCM et acétate d'éthyle. Avec les spots les urnes tachetées, les urnes vertes, les urnes rouges et les urnes terrestres.

Solvant d'Extrait	Urne d'Origine	Taches Visibles	Taches UV	Totale
hexane	tachetée	1	3	4
hexane	verte	4	6	10
hexane	rouge	2	4	6
hexane	terrestre	1	7	8
DCM	tachetée	2	8	10
DCM	verte	6	3	9
DCM	rouge	1	4	5
DCM	terrestre	2	4	6
acétate d'éthyle	tachetée	0	7	7
acétate d'éthyle	verte	0	7	7
acétate d'éthyle	rouge	0	7	7
acétate d'éthyle	terrestre	0	7	7

**Table 1.** résultats comparatifs de chromatographie de couche mince entre quatre préparations des urnes sèches de *Nepenthes madagascariensis*. Les extraits étaient faits à partir des macérations d'éthanol chaud qui était re-suspendues dans l'eau et puis lavées avec hexane, dichlorométhane (DCM) et l'acétate d'éthyle.

Dans le DCM, l'apparition très légère des urnes rouges (fig. 1) peut être attribué à une quantité réduite d'échantillon sèche initiale, alors, on va ne tenir aucun compte de la manque des taches pour les rouges dans cette solvant. Le grand nombre des taches apparissant et désapparissant entre les échantillons dans le DCM est adressé dans la discussion.

Dans l'acétate d'éthyle, toutes les taches sont non colorées et semble pareilles à travers de chaque type d'urne.

### *Discussion*

D'habitude, quand les extraits végétaux sont passés par le CCM, les pigments apparaissent dans l'hexane et DCM (4). De cette façon, l'abondance relatif des taches colorées des urnes vertes dans l'hexane et le DCM (table 1, valeurs foncées) suggère que les vertes possèdent une variété des pigments plus grand que les rouges ou les tachetées. Donc, il est possible que la coloration rouge qu'on observe chez certaines urnes ne soit pas à cause d'un pigment supplémentaire, mais en revanche, une lacune des pigments verts qui dévoilent les teintes rouges déjà présents.

Aussi dans les extraits hexaniques, on voit souvent les produits odorants très volatile (facilement vaporisée) qui ont le potentiel de s'éloigner très loin. Les produits odorants moins volatile, par contre, sont souvent enlevés par le DCM à cause de leur polarité supérieure (4) et ils ont l'habitude de rester plus proche de la source (l'urne dans notre cas). Possiblement, ils tiennent une odeur plus fort même qu'ils ne sont pas aussi répartis que les autres (4). Pour tester cette théorie avec nos données, il est nécessaire de comparer seulement les vertes et les tachetées car la récolte maigre des urnes rouges malheureusement se manifeste dans l'extrait DCM. Suivant notre théorie, les taches invisibles plus nombreuses des urnes tachetées dans le DCM suggèrent que les urnes plus rouges contiennent les odorants moins volatile et potentiellement plus concentrés. Egalement, les taches non visibles plus nombreuses des urnes vertes dans l'hexane suggèrent que les vertes peuvent attirer la proie avec les odeurs d'une distance plus grande (table 1, valeurs soulignés). Une explication de cette différence biochimique concerne la stratégie d'attraction des deux types des urnes. Peut-être les rouges, plus attirant aux insectes volants à cause de leur couleur plus contrastée à l'environnement, n'ont pas besoins des odeurs volatiles pour attirer leur proie, et donc, elles produisent les odeurs qui restent plus près de l'urne pour mieux retenir les insectes qu'elles ont déjà captivé. Par contre, les vertes produisent les odeurs plus volatiles comme une méthode d'attirer la proie avec le nez au lieu des yeux.

Enfin, on peut éteindre cette même idée de la capture de la proie au sein des urnes terrestres, qui sont presque toujours rouge. Leur manque générale des taches visible et abondance des taches non visible dans l'hexane suggèrent qu'elles aussi attirent la proie avec les odeurs. Possiblement, elles ont les teintes foncées pour mieux se cacher parmi l'humus dégradant pendant qu'elles attiraient les arthropodes avec les mêmes odeurs que les vertes.



### Résultats des mesures morphologiques

Suivant une épreuve de signifiante statistique, les urnes rouges (ou bien les plantes avec les urnes rouges) sont plus hautes et plus grandes, produisent plus des urnes et plus des viriles, et attrapent plus proie par rapport aux plantes avec les urnes vertes (table 2). Les rouges sont également supérieur que les tachetées dans les mêmes critères sauf le production des urnes et tiges reproductives et la capture de la proie terrestre, où il n'y avait pas une différence mesurable. Les tachetées sont supérieur des vertes au stade de production des urnes et viriles et aussi par rapport au présence des larves de moustiques. Les vertes ont une ratio de volume de liquide à volume d'urne plus haut que les tachetées. Dans toutes les autres comparaisons, notre étude ne trouve pas les différences significatives entre les urnes des couleurs différentes.

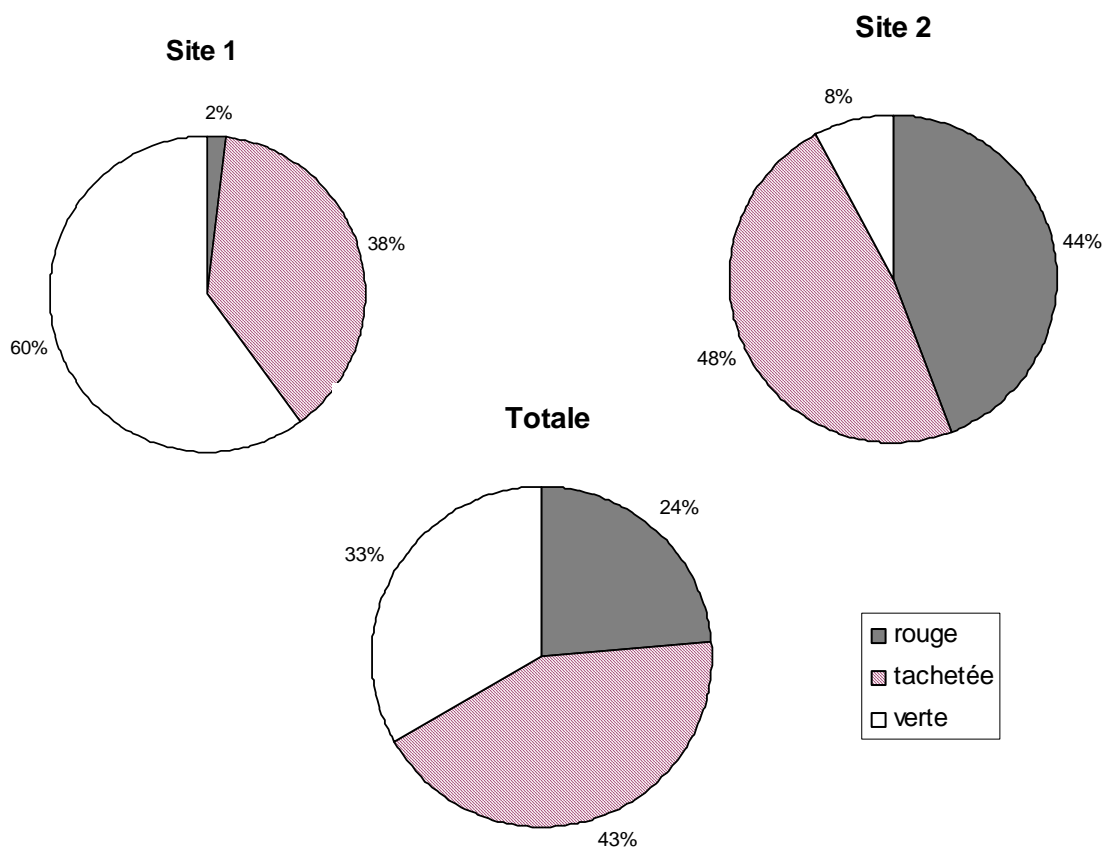
<b>critères</b>	<b>comparaisons de t test</b>		
	vertes et rouges	rouge et tachetée	verte et tachetée
hauteur totale	R	R	-
nombre des urnes	R	-	T
nombre des viriles	R	R	T
nombre des tiges reproductives	-	-	-
proie volante	R	R	-
proie terrestre	R	-	-
larve	R	R	T
volume	R	R	-
ratio de volume de liquide et volume d'urne	-	-	V
ratio de largeur de peristome et largeur d'urne	-	-	-

**Table 2.** Différences significatives entre trois couleurs des urnes de *N. madagascariensis* selon quelques critères morphologiques. Si le valeur de  $p < 0,05$  (la probabilité que les deux populations sont différents à cause de la chance est moins de cinq percent), le lettre de la population avec le valeur supérieur est indiqué pour chaque critère.

A propos des la distribution des plantes avec les urnes rouges et les urnes vertes, la couleur de chaque pied était considéré la même que la couleur de l'urne active la plus bas. A

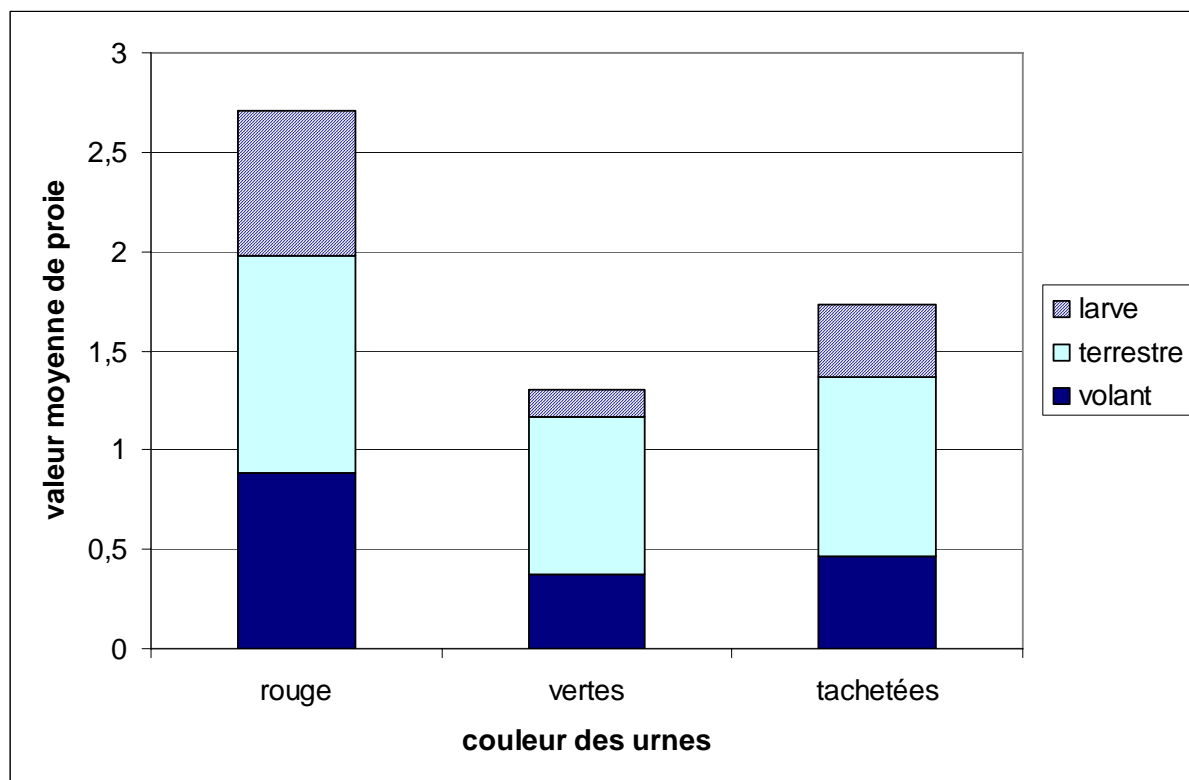
chaque site, environ la moitié des plantes sont tachetées et la moitié des plantes sont la couleur ciblée par les chercheurs (fig. 2). Ensemble, les plantes mesurées sont approximativement un quart rouge, un quart verte et une moitié tachetées.

Une dissection détaillée d'une urne révèle que la majorité de la proie capturée par les *Nepenthes* se situe bien au fond du pichet en train d'être digérée hors de la vue d'un observateur (fig. 3). Pourtant, nous adoptons la supposition que la proie récemment capturée qui flot encore dans le liquide de l'urne est représentative de la proie totale attirée par l'urne. Les urnes rouges montrent une capacité élevée pour attirer les deux types de proie ainsi que une capacité élevée pour la croissance des larves (fig. 4).



**Figure 2.** Composition chromatique de deux populations de *N. madagascariensis*. Chaque site consiste de 50 pieds. La couleur des plantes était définie par l'urne active la plus bas.

**Figure 3.** Dessin de la proie en train de digestion dans une urne typique de *N. madagascariensis*.



**Figure 4.** Distribution de la proie capturée par les urnes de *N. madagascariensis* des couleurs différents. Chaque animale observé dans la liquide de l'urne était classifié comme proie volant, proie terrestre ou larve et était assignée une numéro : 1 pour moins de quatre individus, 2 pour quatre ou plus individus et 3 pour les individus notamment grand.

## Discussion

En pensant du dimorphisme vert/rouge de ces plantes, après un peu du temps au champ il est clair qu'il y a une tendance pour les urnes jeunes d'être plutôt vertes et les urnes vieilles d'être plutôt rouge. Cette observation est confirmée par nos données. Si on définit la couleur de chaque plante par la couleur de l'urne supérieur, on trouve que 66% de site 1 et 15% de site 2 consiste des urnes vertes – contrastée par 8% et 60% respectivement si on définit la couleur des plantes par les urnes inférieures. Donc, les urnes deviennent de plus en plus rouges pendant leur croissance. Si nous acceptons notre conclusion précédente que la teinte rouge est causée par une lacune des pigments vertes (i.e. chlorophylle), il est probable que ces plantes s'agissent comme les arbres érables au Etats-Unis. En réagissant des signales environnementales ou internes, la production de la chlorophylle commence à ralentir dans les feuillues plus vieilles et on arrive à voir les carotenoids (type de pigments) rouges et jaune au-dessous (17). En plus, cette observation des urnes qui deviennent rouges quand elles sont vieilles est une observation bien répartie parmi les habitants du côté sud-est de Madagascar (selon nos sondages).

D'après nos données morphologiques, les *Nepenthes* rouges semblent bien plus productifs (tailles, nombre des urnes etc.) que les vertes. Il est difficile d'attribuer ces différences uniquement aux couleurs différents quand maintes d'autres variables existent (la richesse relative des sols entre les deux sites par exemple). Malgré cela, nos deux sites ne s'éloignent plus de 500 m, et donc, la variabilité des habitats est minimale. Il est possible que les interactions avec les autres plantes affectent ce dimorphisme chromatique. Par exemple, au deuxième site, les arbres *Melaleuca quinquenervia* sont significativement abondantes (observation personnelle) pendant qu'elles ne soient pas observées à site 1. Si ces arbres envahissant de l'Australie agissent comme les stockages d'azote disponible pour les autres plantes, peut-être cela met une pression évolutive sur les *Nepenthes* d'obtenir plus d'azote. Si

les *Melaleuca* ligneux accaparent tout l'azote auparavant disponible, les autres plantes, par conséquence, seront forcées des trouver les autres sources. Chez les *Nepenthes*, cette pression traduisait en un besoin pour plus de proie, et donc, les urnes rouges qui sont plus efficaces en attirent la proie serait sélectionnées par l'évolution. Peut-être dans le passé, les urnes vertes ont suffit. L'avantage des urnes vertes par rapport aux rouges et qu'il y a toujours la chlorophylle dans les urnes vertes qui ajoutent à la photosynthèse de l'organisme. Quand on commence à limiter l'azote, cette avantage de la photosynthèse en même temps que la capture de proie devient inefficace et la plante est forcé de remplacer ses urnes adaptées à la photosynthèse (vertes) avec les urnes adaptées à la capture des insectes (rouges).

Bien qu'on aura besoin d'une étude bien plus profonde sur la répartition des urnes rouges, la répartition du *Melaleuca quinquenervia* et le budget d'azote du *Nepenthes* pour prouver une telle théorie, quelques autres observations soutiennent l'idée. Par exemple, le *Melaleuca quinquenervia* était introduit pendant les temps coloniaux de Madagascar. Cette espace d'environ 200 ans est un cadre raisonnable pour une telle dérive des phénotypes dans la population. En plus, le travail de Zamora (18) observe une réaction pareille avec les plantes carnivores en Espagne. Là-bas, la plante carnivore *Pinguicula vallisneriifolia* était observée en train de re-diviser ses énergies entre la photosynthèse et la capture de la proie dans les conditions variable de la lumière et fréquence des insectes. Certes, ces changements étaient mêmes visibles pendant la vie d'une seule génération des *Pinguicula vallisneriifolia*. Si on pense aux changements conduits par les pressions génétiques, comme ceux dans notre situation de *Nepenthes*, la notion des adaptations provoquée par un changement dans l'approvisionnement d'azote semble croyable.

Après de discuter *pourquoi* ce dimorphisme rouge/verte existe, on peut également parler de *comment* cela existe. Selon nos données, il y a une tendance rude suggérant que la gène pour les urnes vertes et les urnes rouges exprime la dominance partielle - supposant que

la plante et diploïde. C'est à dire que les individus homologues,  $GG$  pour les vertes et  $gg$  pour les rouges, montre une couleur nette. Puis, les individus hétérologues,  $Gg$ , apparaisse tachetés aux degrés différents. Si on fait les croisements de Mendel pour chaque site suivant les proportions de chaque couleur déjà présent, il semble que chaque population est presque en équilibre avec soi-même. Disant que si on croise une  $GG$  avec une  $Gg$  (statistiquement probable au site 1 où il y a une moitié de chacune) on arrive aux mêmes proportions dans la population (figs. 2 et 5). Pourtant que cette tendance soit certainement plus complexe que ce modèle, l'idée des teints qui sont produites par les allèles en dominance incomplète est soutenu par nos observations.

		<b>Site 1</b>				<b>Site 2</b>				<b>Totale</b>	
		G	G			g	g			G	g
G		GG	GG	G		Gg	Gg	G		GG	Gg
g		Gg	Gg	g		gg	gg	g		Gg	gg

**Figure 5.** Croisements de Mendel possibles qui montrent la dominance incomplète des allèles responsables pour la coloration rouge/verte dans le *N. madagascariensis*. G = verte, g = rouge, Gg = tachetée.

### *Conclusions sur la Dimorphisme*

Nos trouvailles à propos des composants chimiques et morphologie variable soutiennent notre hypothèse qu'il y a les différences mesurables entre les urnes rouges et les urnes vertes de *Nepenthes*. Il est clair que les produits chimiques de chaque type d'urnes, soit les pigments ou soit les autres choses, varient avec les urnes différentes. Pourtant que plusieurs répétitions des mêmes analyses soient tout a fait nécessaire de prouver la différence entre les deux couleurs, et pourtant qu'une vraie identification soit nécessaire d'examiner complètement les odorants possibles, nos analyses chimique sont au moins capables de distinguer entre les urnes. Ensuite, bien que nos mesures morphologique bénéficieraient énormément des répétitions aux autres sites, ils établissent quantitativement les différences

entres les populations vertes et rouges et suggèrent une théorie de pourquoi et comment ces différences se manifestent. Au stade des étiquettes, ces données certainement ne prouvent pas l'existence d'une nouvelle espèce. Pour achever cela, il faut que les deux populations soient reproductivement isolées – disant que leurs gènes ne se mélangent pas de tout. En fait, le polymorphisme comme ce qu'on voit ici n'est pas inconnu dans la nature. Les serpents *Thamnophis ordinoides*, par exemple, exhibent les différences de coloration rudes entre les écailles bandées et noir bien qu'elle appartient à la même espèce (4). Néanmoins, il y a la possibilité que ces deux morphes constitue une sous-espèce ou une variante locale. Et, si les habitats continuent à diverger avec la présence de *Melaleuca quinquenervia*, il est possible que la spéciation se passera dans l'avenir. Plus de recherche et publication taxonomique élucidera une telle catégorisation.

« *Nepenthes* : quelque chose qui provoque l'oubli de la tristesse ou la soulagement de la douleur. » - [www.dictionnaire.com](http://www.dictionnaire.com)

## Partie II – Les applications médicinales

### *Résultats des sondages*

Avec l'aide des traducteurs, une entrevue était fait à Imangaiky, une à Ianandrano, quatre à Mandromondromotra et quinze à Evatraha pour une totale de 21 sources. Une série des questions à propos des utilisations de *Nepenthes* (voir méthodologie) a produit quelques réponses communes. 52% des répondants ont reporté qu'on peut renverser une quantité de la liquide d l'intérieur des urnes pas encore ouvertes (ou bien filtrer la liquide des urnes ouvertes) dans les yeux pour soulager les douleurs et améliorer la vision. 24% ont dit qu'une décoction des tiges, feuilles ou la plante entière guéri les maladies du ventre. 24% ont dit qu'avec une décoction pareille, on peut remédier la fièvre jaune (considéré la même que jaundice et l'albumine dans la dialecte locale). En plus, il y avait les sources uniques qui utilisent la plante pour la calmement des nerfs, les articulations rides, le lavage des plaies, les maladies de la respiration et les eczéma chez les bébés.

Au stade des utilisations non-médicinales, 38% ont raconté la croyance que si on renverse le liquide dans l'urne, cela attire la pluie. Il était observé que la semaine après nos mesures morphologiques au champ - où beaucoup des urnes étaient dérangées - il a plu sans cesse. Quelques répondants évitent les plantes intentionnellement à cause de cette croyance et insistent que les enfants les laissent tranquille aussi. Selon Patsa à Evatraha, « c'est pas un jeu, on ne peut pas jouer avec... ». En plus, un répondant a dit que le brûlage des urnes attire le tonnerre et un autre a dit qu'on peut mélanger les *Nepenthes* avec quelques autres plantes et épandre l'assortiment autour de la maison pour la protection contre la foudre.



### *Résultats de la littérature*

Selon une analyse de 1971, les tiges et feuilles des *Nepenthes* contiennent les quinones, saponosides, tannins et possiblement cardénolides. Il ne contient pas les stérols, leucoanthocyanes, flavonoïdes ou alcaloïdes (5). En 1996 les alcaloïdes étaient trouvées dans le tissu de feuille, le suc et le liquide d'urne (14). Une publication de 1961 rapporte que une décoction des tiges et feuilles de *Nepenthes* guéri les maux de vessie et reins (1). Une quête sur les bases de données à l'internet indique que ces identifications des produits chimiques représentent des catégories très larges des médicaments (19). Sans plus de précision, ses produits ont le potentiel de servir comme les agents (en anglais) : anti-hémorragie, anti-tumor, anti-biotique, anti-microbien, anti-protazoal, anti-malarien, anti-inflammatoire, anti-allergénique, anti-asthme, anti-psoriasis, anti-eczéma, bronchodilatateur, thrombus prévention et hypotension. La majorité de ces usages vient des quinones, un produit actif dans le transfert des électrons pendant la photosynthèse. Il y a même une catégorie de *naphthoquinones* duquel la vitamine K appartient (19).

### *Discussion*

Il est évident que l'information disponible à présent de la composition chimique des *Nepenthes* ne suffit pas pour réaliser une exploitation de ses aspects médicaux dans un sens occidental. Mais le *Nepenthes* n'est pas unique dans cette façon. Bien qu'il y ait maintes organisations publiques et privées qui s'occupent de la phytothérapie de Madagascar (IMRA et le Centre National pour l'Application et Recherche Pharmaceutique par exemple), la diversité énorme de la flore assure que tout le potentiel pour les nouveaux découvertes ne sera épuisé pour plusieurs décades (e4). Pourtant, sans les ressources plus définitives, on est toujours libre à spéculer. D'un point de vue non-spécialiste, il semble raisonnable que les propriétés anti-septiques du liquide dans les urnes guérissent les infections des yeux ou bien

nettoient les plaies. Il y a l'évidence même que le liquide des urnes contient une concentration de 20-30 mM chlorite, l'ingrédient actif de l'eau de javelle (9). En plus, toutes les enzymes digestives qui sont si efficace en digérant les insectes pourrait également efficace en digèrent les nourritures pourris qui cause peut-être les maux de ventre. A part ce ces petites spéculations, la seule chose concrète qu'on sait à propos des applications médicales de *Nepenthes* est qu'il est sans doute utilisé par les habitants de la région. La majorité des informants ont exprimé un sentiment que la plante est utilisée assez souvent dans la communauté et jusqu'à ce statut n'existe plus, la plante tienne un rôle important dans la santé et culture des êtres humains. Possiblement avec une analyse phytopharmaceutique exhaustif, on pourrait étendre ce rôle au système occidental dans l'avenir.

*« En s'inspirant de sa forme, on ferait un très élégant pichet à Bordeaux. »  
- Joseph Hooker, botaniste britannique de la 19ième siècle*

### **Partie III – Potentiel pour l'exploitation durable**

#### *Résultats des sondages informels*

Une série des entrevues informelles aux organisations et entreprises variées à Ft. Dauphin a indiqué qu'une compagnie qui s'appelle *Pronatex* est la seule entreprise formelle qui exploite les plantes directement pour ses valeurs médicinales et ornementales. A ce moment, tous leurs produits sont envoyées hors du pays et vendues à un seul distributeur européen. Leurs plantes ornementales consistent principalement des espèces de la région de sud sèche et sont tous cultivé dans une pépinière. Leurs produits des plantes médicinales, également exportées, sont collectés au champ (e5). L'entreprise engage plus que 200 emplois

dans trois villes et n'exporte pas le *Nepenthes* à ce moment à cause de la difficulté de la culture.

Les usages locaux des plantes ornementales semblent limitées aux hôtels et entreprises, puisque la majorité de la population vie dans les maisons assez modeste d'un perspectif occidental. En parlent avec les propriétaires de cinq hôtels avec la clientèle généralement étrangère, il était trouvé que leurs plantes ornementales viennent pour la plupart des cultivateurs locaux. Les plantes sont généralement mises en pots des souches de fougères et coûtent entre 3000 et 20 000 Ar (1,5 – 10 US). Bien que une variété des vendeurs mobile était décrite, un endroit spécifique, La Domaine de la Cascade, semblait assez connu pour ses plantes ornementales. L'utilisation de *Nepenthes* en pot comme plante ornementale n'était pas observée, sauf un homme qui a dit qu'il en avait une dans le passé mais maintenant elle est morte. Pourtant, quand la possibilité de *Nepenthes* comme plante décorative était discutée, les propriétaires semblaient très positifs envers l'idée.

### *Discussion*

Puisque Madagascar et surtout la ville de Ft. Dauphin deviennent de plus en plus touristiques, la demande pour l'accès et l'information à propos des richesses naturelles de l'île monte. Pour servir ce marché de l'écotourisme, il y a déjà pas mal des hôtels, restaurants et boutiques installées pour satisfaire le nombre montant des étrangers qui paient pour les comforts occidentaux pendant qu'ils jouissent le paysage. Néanmoins, ces entrées d'argent dans la communauté tiennent aussi des conséquences – par exemple les prix des biens dans le marché sont prévus de doubler avant 2007 (e8). Il est évident que la gestion sage des ressources écologiques désirées par les touristes est clé pour le bien-être des habitants de la région.

Le *Nepenthes* fait partie de cette valeur touristique. Il y a même un hôtel et bar pour les touristes à Ft. Dauphin qui s'appelle *Nepenthes*. Le propriétaire dit que c'est un symbole de la région et les touristes l'aiment. En outre, bien qu'il n'y ait pas des *Nepenthes* à l'hôtel *Keleta*, une jolie photo en couleur des plantes est accrochée sur le mur (observation personnelle). D'un côté plus sombre, au moins trois informants ont exprimé que quelques fois les touristes prennent les plantes eux-mêmes – arrachant les plantes entières pour les garder comme les souvenirs. A partir de toutes ses observations et les attitudes des habitants, il semble que le potentiel économique pour le *Nepenthes* est grand. Les touristes viennent de très loin pour voir la flore intéressante et ils sont clairement prêts de payer pour la possibilité de bonne volonté.

L'installation d'une petite industrie d'exploitation durable de *Nepenthes* peut bénéficier les habitants locaux énormément. Le village de Mandromondromotra, par exemple, est un arrêt fréquent des touristes en route de Lokaro, une péninsule célèbre pour ses plages idylliques. Si les habitants de ce village relativement pauvre peuvent gérer leur propre pépinière des *Nepenthes* de bonne qualité, la vente des plantes aux touristes sera une addition de leur revenue bienvenue. Or, cette idée n'est pas complètement fiable. Pourtant que les touristes essaient, l'importation personnelle des plantes n'est pas légale en Europe ni aux Etats-Unis. Donc, un alternatif possible est la vente des plantes d'une pépinière pareille aux hôtels et entreprises touristiques à Ft. Dauphin. Dans ce façon, les malgaches locaux pourraient accéder un peu de l'argent des étrangers indirectement mais durablement.

La réalisation d'un tel projet n'est pas impossible. Un botaniste avec un peu de formation et une connaissance de la langue malgache pourrait proposer l'idée aux habitants de la région, chercher les clients et desserrer le cycle production. En plus, si on trouve une bonne méthode de faire pousser les plantes en captivité, il y a le potentiel de vendre les *Nepenthes* partout à Madagascar – profitant de la tendance nationale envers plus d'écotourisme. Enfin,

bien que *Pronatex* ne s'intéresse pas d'une telle exploitation à ce moment, il y a aussi des entreprises d'ailleurs à Madagascar qui s'occupe de la vente des plantes exotique sur l'internet. Quand on peut payer 20 USD (40 000 Ar) sur l'internet pour un *Nepenthes* crée dans une serre à Floride, il semble bien possible qu'il y aura un marché pour les plantes cultivé à la main ici à Madagascar (19). Bien sur, il faut débiter petit à petit. Et quand on commence à travailler avec les entreprises plus grandes, il faut bien assurer que les habitants locaux sont vraiment les bénéficiers principaux de leurs ressources environnementales. Pourtant, le potentiel est grand et puisque on cherche toujours les moyens d'améliorer le gagne-pain des malgaches, une telle exploitation durable vaut plus d'examen.

## Conclusions

Les aspects uniques est fascinantes d'une plante carnivore se manifestent également au stade scientifique ainsi que culturelle. Le dimorphisme rouge/verte des urnes de *Nepenthes*, - tandis que cela indique probablement une variante locale ou bien une sous-espèce au lieu d'une espèce complètement nouvelle -montre les interactions dynamiques de la plante. Nos enquêtes chimiques et biologiques ont bâtis sur les autres œuvres (14 et 16), élucidées un peu plus les détails de ce dimorphisme et mis en avant quelques explantations théorétiques possibles. Dans l'avenir, une étude plus profonde des espèces des arthropodes dans chaque type d'urne sera utile pour vraiment comprendre les interactions des proies complexes de la plante. Ensuite, l'écologie culturelle de *Nepenthes* ou *Takosy* n'est pas négligeable. Les feuilles et urnes de la plante sont utilisées assez souvent par les habitants de la région pour leurs besoins de santé. Pour bien faire une plan d'aménagement pour le futur de cette espèce endémique régionalement, une étude plus profonde de la degré d'usages de la plante sera utile. Il faut tenir compte de ses usages parmi les pressions sur l'habitat de la plante. Enfin,

Madagascar est un pays en train d'un développement dans laquelle l'exploitation durable des ressources naturelles fait une grande partie. Avec chaque marche en avant de ce programme, il faut toujours bien équilibrer les besoins des gens qui dépendent sur la biodiversité pour survivre avec les besoins de préserver la biodiversité pour l'industrie touristique et un héritage national. Dans cette esprit, nos petit recherches superficiels sur la potentiel de l'exploitation de *Nepenthes* indiquent que la marché et les moyens existent, il faut tout simplement la motivation et le main d'œuvre de faire cette idée une réalité.

## Références Cités

### Littérature

- 1) Bost, R. 1961. *Pharmacopée Malgache*. Mémoire de l'institut scientifique de Madagascar. Serie B. Tome X. fascicule 2
- 2) Cabanis, Y., L. Chabouis et F. Chabouis. 1970. *Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes*. Tome 4. Bureau pour le développement de la production agricole, agence de Madagascar. Antannarivo.
- 3) Cabanis, Y., L. Chabouis et F. Chabouis. 1970. *Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes*. Tome 1. Bureau pour le développement de la production agricole, agence de Madagascar. Antannarivo.
- 4) Campbell, N. 1992. *Biology*. Third edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City, California. p. 446.
- 5) Debray, M., H. Jacquemin et R. Razafindrambao. 1971. *Contribution à l'inventorie des plantes médicinales de Madagascar*. Travaux et Documents de l'ORSTOM. Paris.
- 6) Emberger, L. 1960. *Les végétaux vasculaires*. Tome II. Masson et Cie. p. 1334
- 7) Fahn, A. 1979. *Secretory tissues in plants*. Academic Press. NY p. 129.
- 8) Jeannot. 1901. *Les productions végétales naturelles de la région de Betsimisaraka – Betanimena*. Rev. Cult. Colon., VIII, 73, 168-76.
- 9) Lüttge, U. et N. Higinbotham. 1979. *Transport in plants*. Springer – Verlag. NY.
- 10) Moran, J.A., W.E. Booth and J.K. Charles. 1999. *Aspects of Pitcher Morphology and Spectral Characteristics of Six Bornean Nepenthes Pitcher Plant Species: Implications for Prey Capture*. Annals of Botany 83: 521-528.
- 11) Novak, F.A. 1973. *Encyclopedie illustrée du monde végétal*. Gründ.
- 12) Owen, T.P. and K.A. Lennon. 1999. *Structure and Development of the Pitchers from the Carnivorous Plant Nepenthes alata (Nepenthaceae)*. American Journal of Botany 86 (10): 1382-1390.
- 13) Pernet, R. et G. Meyer. 1957. *Pharmacopée de Madagascar*. Publications de l'institut de recherche scientifique. Tananarive – Tsimbazaza.
- 14) Ratsirason, Joelisoa and John Silander. 1996. *Structure and Dynamics in Nepenthes madagascariensis Pitcher Plant Micro-Communities*. Biotropica 28: 218-227
- 15) Schulze, W. W.B. Frommer and J.M. Ward. 1999. *Transporters for Ammonium, Amino Acids and Peptides Are Expressed in Pitchers of the Carnivorous Plant Nepenthes*. The Plant Journal 17(6): 637-646.

- 16) Theiss, Kathryn. 2001. *The effects of cap color on insect attraction of Nepenthes madagascariensis*. School for International Training: Madagascar Ecology and Conservation Independent Study.
- 17) *Why Leaves Change Color*. US Department of Agriculture – Forest Service. [www.usda.com](http://www.usda.com). 12 Nov. 2005.
- 18) Zamora R. J.M. Gomez and J.A. Hodar. 1998. *Fitness Responses of a Carnivorous Plant in Contrasting Ecological Scenarios*. *Ecology* 79 (5): 1630-1644.
- 19) Online sources. [www.cookscarnivorousplants.com](http://www.cookscarnivorousplants.com), [www.quinones.com](http://www.quinones.com), [www.kobo.ch](http://www.kobo.ch), [www.cancerweb.com](http://www.cancerweb.com). 5 Nov. 2005

### *Entrevues Personnelles*

- e1) Communication personnelle. M. RANDRIATAFIKA Faly, botaniste, QMM. 12 Oct. 2005, Ft. Dauphin.
- e2) Communication personnelle. M. RABENANTOANDRO Johny, coordinateur composante flore et restauration écologique, QMM. 14 Nov. 2005, Ft. Dauphin.
- e3) Communication personnelle. Mme. Bakolimala RAKOUTH, professeur de la botanie, Université d'Antananarivo. 12 Sept 2005 à Ft. Dauphin et 10 Nov 2005 à Antananarivo.
- e4) Communication personnelle. Mme. RAFATRO Baholy, chimiste et guide, IMRA. 7 Nov. 2005, Antananarivo.
- e5) Communication personnelle. M. RANDRIANASOLO Tita, Pronatex. 25 Nov. 2005, Ft. Dauphin.
- e6) Correspondance continue. Mme. SCHOENWETTER Tara, Frostburg University, Maryland, USA. Commencent Sept 2005.
- e7) Communication personnelle. Dr. RAKOTOBÉ Etienne, Directeur du Centre National des Recherches Pharmaceutiques. 18 Oct. 2005, Antananarivo.
- e8) Communication personnelle. Andry Ratsirahersion, habitant de Ft. Dauphin, 15 Oct 2005.