AIRES PROTÉGÉES ET LUTTE CONTRE LES BIOINVASIONS : DES OBJECTIFS ANTAGONISTES ? Le cas de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) autour du parc national de Ranomafana à Madagascar.

Stéphanie M. Carrière[1], Eric Randrianasolo[2] et Julie Hennenfent[3], [1] IRD Centre de Montpellier, 911 avenue Agropolis, BP 64501, 34394 Montpellier Cedex 05, France, stephanie.carriere@ird.fr, tel (33) 4 67 63 69 82, fax : (33) 4 67 63 87 78 ; [2] Université d'Antananarivo, ESSA-Forêt, Antananarivo, Madagascar, snoro.eric@caramail.com ; [3] 12 cour des trois hérons, 17137 Nieul sur Mer, julie.hennenfent@yahoo.fr .

Résumé : La question des bioinvasions est un sujet peu abordé et pris en compte par les politiques environnementales à Madagascar. Pourtant de nombreuses études montrent qu'au contraire, nombre d'écosystèmes et d'espèces sont menacés à moyen terme par les invasions. Nous nous proposons dans cette étude de mieux cerner les enjeux des bioinvasions à Madagascar à travers le cas de *Psidium cattleianum*. Son historique d'introduction dans la région du couloir Ranomafana-Andringitra (deux sites écologiquement contractés sur les Hautes-Terres malgaches) est relaté. Nous analyserons ensuite les dynamiques écologiques liés à l'invasion d'un site par cette espèce et en caractérisant ces effets sur la biodiversité végétale. Enfin, le rôle des animaux disperseurs de graines (homme, bovins et animaux sauvages du PN de Ranomafana) dans cette dynamique, a été analysé comme vecteur clé de l'invasion. Finalement, l'importance des usages de P. cattleianum par les populations locales a été montrée afin de discuter d'une possible lutte intégrée (lutte-valorisation économique) contre cette espèce hautement invasive.
Mots-clés : Madagascar, Hautes-Terres, bioinvasions, usages, aires protégées, lutte, biodiversité, *Psidium cattleianum*, Myrtaceae.

Abstract : Bioinvasion is a subject that has not been widely addressed and taken into account within environmental policy in Madagascar. However, many studies seem to show how ecosystems and species could be threatened in the medium term by invasive species. This study attempts to understand the history of introduction of *Psidium cattleianum* into the area of the Ranomafana-Andringitra corridor (between two ecologically-contrasting sites on the Malagasy highlands) and analyzes the ecological dynamics during the invasion of a site by this species and characterizes its effects on the biodiversity. Furthermore, the role of the faunal species as seed-dispersers (man, bovines and indigenous animals of the Ranomafana National Park) seems to be key vectors of the invasion. Finally, the important use of *P. cattleianum* by the local populations has been demonstrated in order to discuss a possible integrated effort to combat this highly invasive species while providing an economic return.
Key words : Madagascar, Highlands, Bioinvasion, Uses, Protected areas, Invasion control, Biodiversity, *Psidium cattleianum*, Myrtaceae.

Madagascar focalise sur sa déforestation

A Madagascar, la politique environnementale se focalise, à raison, sur la conservation de la biodiversité à travers la mise en place du SAPM (Système d'Aires Protégées à Madagascar) qui a pour objectif d'en tripler la surface en 5 ans[1]. C'est pourquoi ce pays cristallise de nombreux enjeux politiques et économiques dans le domaine de la conservation. D'ailleurs, le symposium global annuel de l'ONG emblématique CI[2] se tenait en 2006, pour la première fois, non pas à Washington comme à l'accoutumé, mais à Madagascar. Ce symposium, parrainé par le Président de la république malgache Marc Ravalomanana et rassemblant plus de 450 participants internationaux, était axé sur le thème de « Faire face au déclin de la nature : le contexte africain ». La teneur de ce Symposium (Anonyme, 2006) reflétait parfaitement les approches des politiques et des actions de conservation dans ce pays. Les objectifs étaient non seulement de convaincre du bien fondé de l'approche Aires Protégées AP pour sauvegarder la biodiversité sur la terre et dans les mers, mais également de poursuivre la lutte contre le fléau de la déforestation. Aucun exposé, ni même de référence aux autres causes environnementales, telles que les bioinvasions pourtant si présentes à Madagascar (Binggeli, 2003). Serait-il trop compliqué de protéger et d'éradiquer en même temps ? Conserver l'intégrité des écosystèmes dans les AP revient de manière générale à les protéger contre les agressions extérieures (chasse, défriche, feux, agriculture…). Qu'en est-il des menaces qui viennent de l'intérieur ou de celles que l'on a « enfermées »

[1] Voir la déclaration du Président M. Ravalomanana en 2003 à Durban lors du congrès mondial sur les parcs (Carrière *et al*., 2005 ; Carrière-Buchsenschutz, 2007). Voir à ce sujet : www.pnae.mg/chm-cbd/implementation/doc/sapm/les_ap_mcar_durban_sapm.pdf.
[2] Conservation International.

dans les AP en les créant ? Pourtant, en protégeant les forêts au sein d'AP, les espèces invasives sont également conservées.

L'introduction d'espèces allogènes est aujourd'hui considérée au niveau mondial comme la deuxième cause directe de perte de biodiversité après la destruction des habitats écologiques (MEDD, 2004). Une abondante et très ancienne littérature est disponible sur le sujet (cf. numéros spéciaux sur les bioinvasions, dans *Trends in Ecology and Evolution*, numéros 20 et 21, 2005-2006). Les espèces invasives constituent dans le monde et plus particulièrement sur les îles une menace pour tous les composants d'un milieu, pour les processus à l'échelle de l'écosystème (Vitousek et Walker, 1989), ils peuvent également influencer la répartition spatiale de la biodiversité (Brown et Gurevitch, 2004) mais aussi modifier la structure des communautés végétales et animales (Gratton et Denno, 2005). Il conviendrait donc d'intégrer cet aspect dans les politiques environnementales au même titre que la déforestation et de réfléchir à des mesures de gestion propres à la menace sourde que constituent les bioinvasions.

L'objectif de ce travail a été: (1) d'étudier l'écologie, les modes probables de dispersion des graines (apprécier le degré d'intervention des disperseurs de graines tels que les bovins) et la régénération d'une espèce invasive introduite, *Psidium cattleianum* (Myrtaceae), dans la zone périphérique sud du parc national de Ranomafana et de caractériser les milieux propices à l'établissement de cette espèce (milieux perturbés *versus* milieux non perturbés) ; (2) d'étudier et d'identifier les usages de cette espèce par les populations rurales afin de répondre à l'interrogation d'une possible lutte intégrée et (3) de mesurer le niveau de préoccupation des acteurs de la conservation de la biodiversité et de la politique environnementale malgache vis-à-vis du problème des bioinvasions.

Deux sites d'étude écologiquement contrastés autour du parc national de Ranomafana

La zone d'étude se situe au Nord du couloir forestier de Fianarantsoa (Figure 1). Ce couloir constitue une unité forestière du paysage qui relie deux AP : le parc national de Ranomafana au Nord et au Sud celui d'Andringitra. La végétation naturelle est constituée d'une forêt dense ombrophile de moyenne altitude caractérisée par une strate supérieure composée d'arbres culminant entre 20 et 25m de hauteur appartenant aux genres *Weinmannia* (Cunoniaceae) et *Tambourissa* (Monimiaceae) (Koechlin *et al.*, 1974). En plus des formations naturelles, les reboisements d'*Eucalyptus* et de *Pinus* marquent fortement les paysages (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004, Carrière et Randriambanona, 2007). Le couloir qui servirait de pont écologique entre ces AP (Carrière-Buchsenschutz, 2006) abrite une diversité faunistique exceptionnelle. A ce titre, il est intégré au SAPM et régit par des décrets provisoires de protection depuis 2007. En effet, il compte 12 espèces de lémuriens endémiques et plus de 100 espèces de reptiles et d'amphibiens dont une dizaine endémiques et 101 espèces d'oiseaux dont 53 endémiques (Goodman et Razafindratsita, 2001).

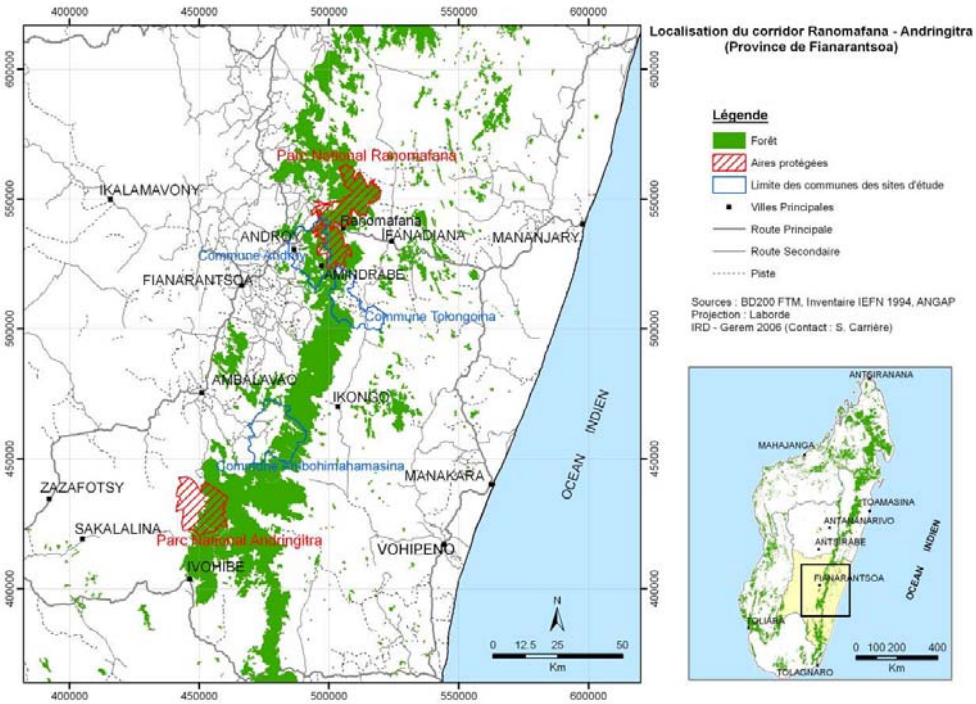


Figure 1. Localisation du couloir Ranomafana-Andringitra (Région de Fianarantsoa).

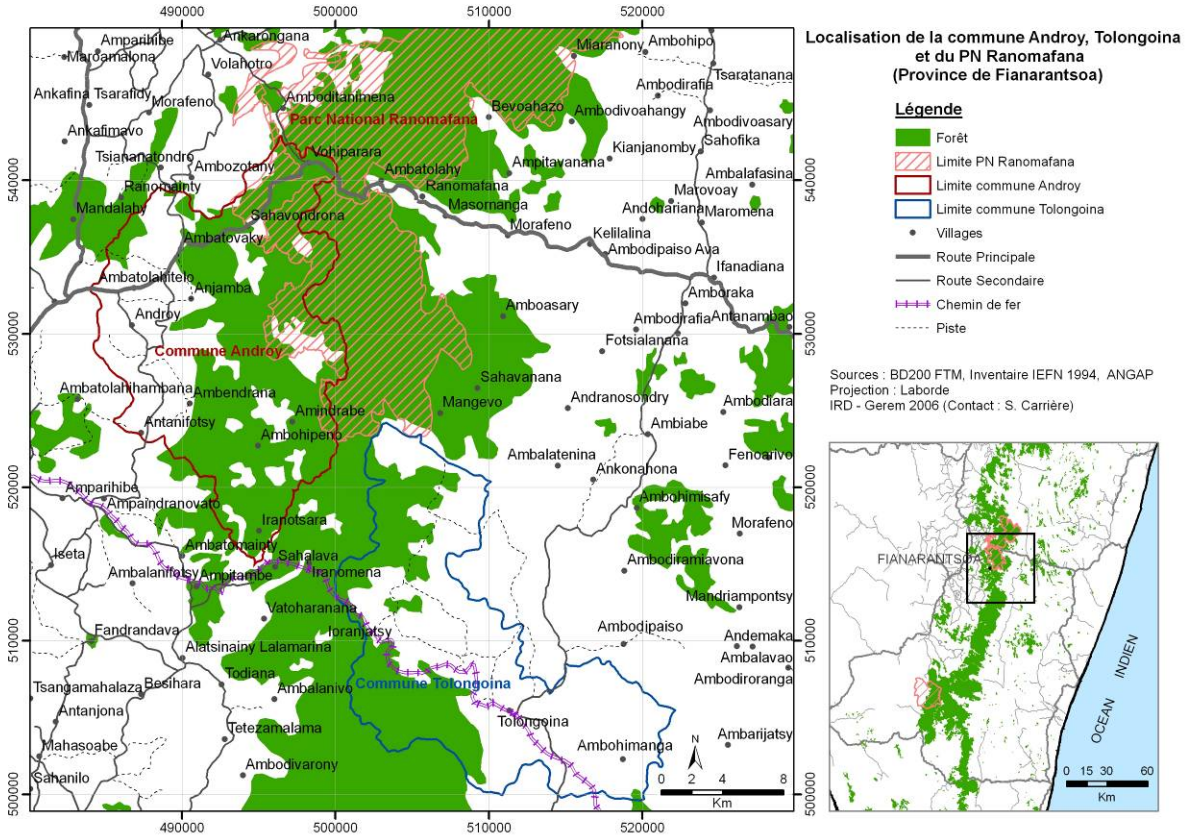


Figure 2. Localisation de la zone d'étude, communes d'Androy et de Tolongoïna.

Ces recherches ont été menées dans deux sites au Sud du PN de Ranomafana (Figure 2) : Ambendrana (Alt.=1132 m) en pays betsileo, commune rurale d'Androy, situé dans la zone périphérique du parc (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004) et Andrambovato en pays tanala (Alt.=891 m), commune rurale de Tolongoïna. A Ambendrana, la température moyenne annuelle est de 17,7°C et la pluviosité de 1370 mm (Serpantié *et al.*, 2007). Le climat est de type tropical unimodal de moyenne altitude caractérisé par un hiver frais, humide mais sans pluies importantes d'avril à septembre, un déficit hydrique d'août à octobre et parfois novembre et une saison des pluies estivale, de novembre à mars (Randriamalala *et al.*, 2007). Andrambovato, le deuxième site, situé au Nord-Est du couloir, est traversé par le chemin de fer FCE, principale voie de communication et d'échanges commerciaux depuis près de 1930. Le climat y est tropical perhumide chaud, les températures sont similaires à Ambendrana mais les précipitations sont plus abondantes (3500 mm/an) (Serpantié *et al.*, 2007). Les sols de types ferrallitiques pénévolués sont plus acides (pH=4.5) à Andrambovato qu'à Ambendrana (pH=5) (Serpantié *et al.*, 2007).

Matériel et méthodes

Etude écologique des formations végétales peu et très envahies par P. cattleianum

Des inventaires floristiques ont été effectués dans le cadre de l'étude afin de caractériser les formations entièrement colonisées et les formations peu colonisées par le goyavier pour apprécier l'environnement favorable au développement de l'espèce. Pour les formations végétales dont l'abondance relative de *P. cattleianum* est supérieure à 50%, la distance entre les placettes d'échantillonnage est de 20 m. Mais celles dont l'abondance est inférieure à 50%, la distance est de 100 m. Si l'abondance relative en *P. cattleianum* se situe entre 50 et 100%, les unités d'échantillonnage sont des parcelles de 400 m^2. Le compartiment d'une taille de 400 m^2 correspond aux tiges de diamètre supérieur à 5 cm. Le compartiment de dimension 100 m^2 (inclus dans le premier) correspond à l'étude des jeunes tiges de diamètre entre 5 et 1cm ainsi que les plantules. Pour les formations dont l'abondance en *P. cattleianum* est inférieure à 50%, le compartiment d'une taille de 40 x 40 m correspond aux tiges de diamètre supérieur à 15cm, celui de 20 x 20 m aux tiges de diamètre compris entre 5 et 15cm, celui de 10 x 10 m aux jeunes tiges de diamètre entre 1 et 5 cm et les plantules. Pour assurer

une bonne représentativité, six placettes par formation (12 placettes de 400 m^2 et 12 placettes de 1600 m^2) ont été étudiées.

Les paramètres floristiques classiques ont été notés[3]. Les deux sites disposent de formations colonisées par le *P. cattleianum*. Dans chaque formation, la structure floristique a été analysée : composition, richesse (nombre d'espèces), abondance spécifique (Fournier et Sasson, 1983) et la structure verticale qui permet de visualiser les différentes strates du peuplement (Gounot, 1969). Le profil structural permet de caractériser l'état de la formation végétale (dégradée ou pas) car il renseigne sur le recouvrement du sol (Guinochet, 1973) et la pénétration de la lumière. La structure horizontale est définie par la répartition des végétaux suivant le plan horizontal (Gounot, 1969) et permet d'évaluer l'abondance, la dominance et la fréquence relative. Le taux de régénération a été calculé. C'est le pourcentage de plantules par rapport au nombre d'individus semenciers (Rothe, 1964). Ce taux permet d'apprécier la vitesse de propagation de l'espèce étudiée. La taille adulte de *P. cattleianum* est de 7 à 10 cm de diamètre et l'espèce commence à fructifier à partir de 2 cm de diamètre. Ils ont donc été considérés comme des individus semenciers. Suivant l'échelle de Rothe (1964), l'espèce présente des difficultés de régénération si le taux est inférieur à 100% ; la régénération est bonne pour un taux compris entre 100 % et 1000 % et très bonne quant le taux est supérieur à 1000%. Pour connaître les conditions favorables au développement de l'espèce, les paramètres relatifs à l'habitat ont été notés[4].

La quantité de fruits pour 20 pieds de goyaviers et le nombre de graines pour 10 fruits par pied ont été estimés. Une enquête sur les circuits des bovins a été effectuée afin de comprendre les processus de dispersion. Dans chaque zone, 3 fèces dans 5 parcs à bœufs ont été analysées.

Des analyses de variance (Anova) et des analyses en composantes principales (ACP) ont été effectuées sur les données récoltées (XLSTAT 2003, pour Windows).

Usages du goyavier par les populations rurales autour du parc de Ranomafana

Pour mieux comprendre l'histoire de l'implantation de *P. cattleianum* dans les territoires villageois ainsi que les divers savoirs et savoir-faire liés à cette espèce, des recherches bibliographiques et des enquêtes informelles auprès des villageois, et plus particulièrement les *ray aman-dreny* (personnes âgées), ont été effectuées. Un total de 15 et 12 exploitations familiales ont été enquêtées respectivement à Andrambovato (commune de Tolongoïna) et à Ambendrana (commune d'Androy). Des entretiens informels et des enquêtes semi-directives ont été menés auprès des communautés rurales de la zone d'étude, pour obtenir des informations sur les différents types d'utilisation de l'espèce par les villageois (usages, parties utilisées, périodes de collecte, transformation, traitements, quantités prélevées, durée d'utilisation, revenus obtenus, espèces de substitution…), les problèmes éventuels rencontrés avec cette espèce et sur le mode de conduite de l'élevage (alimentation avec les fruits de goyaviers et usages du fumier). La méthode utilisée se basait sur des questions ouvertes ou semi-ouvertes selon les circonstances et les personnes enquêtées et sur une observation participante en passant des journées entières auprès des exploitations familiales. Enfin, des enquêtes formelles ont complété les premières investigations pour obtenir des données quantitatives concernant l'utilisation de cette espèce. Une série de questions fermées ou semi-ouvertes a été établie à partir des résultats obtenus grâce aux enquêtes semi-directives. Des entretiens avec les personnels du parc national Ranomafana qui sont les premiers observateurs des usages du goyavier par les villageois de la zone tampon du parc, ont apportés des compléments pertinents.

Bioinvasions et politique environnementale malgache

Une enquête institutionnelle semi-directive, ciblée en fonction des interlocuteurs, a été effectuée auprès des acteurs ayant un lien avec la conservation de la biodiversité à Antananarivo et dans les AP, soit au total près de 45 personnes (Hennenfent, 2006) :

- Institutions nationales liées au Plan d'Action Environnemental : Association Nationale de Gestion des AP (ANGAP), Comité Multi-local de Planification (CMP-Fianarantsoa), Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement (SAGE), Office National pour l'Environnement (ONE) ;
- Bailleurs de fonds et ONG de conservation de la nature : Conservation International (CI), Coopération française, Wildlife Conservation Society (WCS), World Wildlife Fund (WWF), Eco-Regional Initiatives program (ERI-USAID), Organisation Suisse pour le développement et la coopération (SAHA), United States Agency for International Development (USAID) ;
- Acteurs locaux : Communautés locales de base (COBA, mises en place dans le cadre des GCF), maires ;
- Gestionnaires : Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêts (MINENVEF), agents forestiers de terrain, guides de parcs ;
- ONG de développement et de conservation : Association « Fanamby », Association « L'Homme et l'environnement », Association « MITSINJO », Association « Missouri Botanical Garden » (MBG) ;
- Institutions de recherche : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le

[3] Le nom de l'espèce et son type biologique, le diamètre à 1,30 m de hauteur (en cm), la hauteur totale (en m), la hauteur du fût (en m), les coordonnées des arbres suivant deux axes (x,y) en mètre, les diamètres des couronnes suivant deux axes (x,y) en mètre. Les espèces non identifiées sur le terrain ont été mises en herbier pour être identifiées à l'Herbarium de Tsimbazaza, Antananarivo.

[4] Les coordonnées géographiques, l'altitude, la pente et l'exposition de chaque site.

Développement (CIRAD), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Centre de National de Recherche sur l'Environnement (CNRE), Centre de recherche pour la valorisation de la biodiversité (VALBIO), Université d'Antananarivo, Département « Géographie », Département « Economie », Département « Biologie animale ».

Les objectifs des entretiens étaient de cerner les contours de la politique environnementale au sens large et plus particulièrement de comprendre les outils et les approches mis en œuvre pour la conservation et la gestion de la biodiversité (Carrière-Buchsenschutz, 2006, Carrière et Méral, 2008, Carrière *et al*., sous-presse) mais aussi pour la gestion et la lutte contre les espèces invasives (Hennenfent, 2006). Les questionnaires tentaient, à travers des questions ouvertes, de connaître la perception par les acteurs des différentes menaces qui pèsent sur les écosystèmes malgaches (déforestation, feux, invasions, …). Ensuite, des questions plus ciblées ont permis de connaître les moyens de lutte contre les plantes et plus généralement les espèces invasives à Madagascar. Enfin, les gestionnaires de terrain, ont répondu à des questions plus concrètes sur les difficultés rencontrées sur le terrain vis-à-vis des espèces invasives et surtout vis-à-vis du goyavier de Chine dans la région du PN de Ranomafana (Hennenfent, 2006).

L'objectif n'était pas d'être exhaustif, mais d'embrasser la diversité des acteurs afin d'obtenir un échantillon le plus représentatif des points de vue sur la question des bioinvasions à Madagascar. Le plus important était de confirmer l'hypothèse que les acteurs de terrain, étant confrontés quotidiennement à ces problèmes, sont ceux qui possèdent les connaissances et les savoir-faire les plus précis sur cette question.

Résultats

Ecologie de Psidium cattleianum

La présence dans les deux sites étudiés d'espèces pionnières et de lianes ainsi que le profil structural indiquent que la forêt est perturbée (Randrianasolo, 2006). Les formations peu colonisées par *P. cattleianum* sont moyennement riches en espèces (Tableau 1). Le coefficient de mélange (CM[5]) indique que la formation d'Andrambovato est plus hétérogène que celle d'Ambendrana.

Le nombre d'espèces recensées dans la formation colonisées par le *P. cattleianum* est encore plus faible (Tableau 1). De plus, il semblerait que les formations d'Andrambovato soient plus sensibles à l'envahissement. Néanmoins, le coefficient de mélange reste élevé pour la formation d'Ambendrana et reflète l'homogénéité de la formation liée à la dominance de *P. cattleianum*. Le coefficient est particulièrement élevé pour les jeunes tiges, classes dans laquelle le *P. cattleianum* est très abondant.

Les deux formations colonisées ont une tendance monostrate engendrée par les perturbations et liée à la dominance de *P. cattleianum*. Le recouvrement varie entre 75 et 85% (Figure 3). La densité en *P. cattleianum* induit un ombrage important. *P. cattleianum* domine au niveau de l'étage inférieur. Sa taille est comprise entre deux et huit mètres. Cette espèce colonise fortement l'espace. Les tiges représentent 78,6% du total des tiges pour Andrambovato et 80,6% pour Ambendrana.

Figure 3. Aspect de l'agencement vertical et degré de fermeture du couvert de la formation colonisée par *P. cattleianum*.

[5] Le coefficient CM est définit ici comme le rapport entre le nombre d'espèce S sur le nombre de tiges N pour une surface d'inventaire donnée.

Tableau 1. Richesse et diversité floristique des formations pauvres et colonisées par *P. cattleianum*

	Site	Ambendrana (Betsileo)			Andrambovato (Tanala)		
	Diamètre (cm)	1≤D<5	5≤D<15	15≤D	1≤D<5	5≤D<15	15≤D
Formations pauvres	Nombre de Familles	26	24	12	39	36	27
	Nombre d'espèces	56	41	18	86	81	56
	Nombre de tiges	933	634	256	369	446	245
	CM	1/17	1/15	1/14	1/4	1/5	1/4
Formations colonisées	Nombre de Familles	23	18	-	16	20	-
	Nombre d'espèces	44	35	-	27	31	-
	Nombre de tiges	2603	719	-	860	286	-
	CM	1/59	1/21	-	1/31	1/9	-

Tableau 2. Fréquence relative de *P. cattleianum* dans la formation pauvre en selon le degré d'éloignement (de 1 à 6) aux formations colonisées.

Site	Ambendrana						Andrambovato					
Parcelles	5	6	7	10	11	12	1	2	5	6	9	10
Degré d'éloignement	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Densité / ha	272	144	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fréquence relative	50%						0%					

Les surfaces terrières de la formation colonisée d'Ambendrana sont très élevées par rapport à Andrambovato. Cette formation compte un nombre de tiges élevé et occupe une grande partie de la surface (Tableau 3). De plus, la dominance relative du *P. cattleianum* dans la formation colonisée à Ambendrana est plus faible qu'à Andrambovato (Tableau 3). La dominance relative semble être inversement proportionnelle à la dominance absolue : l'augmentation de la surface terrière en *Psidium* provoquerait la diminution de celle de la formation. Plus de 98% des tiges ont un diamètre inférieur à 5cm dans les formations colonisées qui reflète la dominance de *P. cattleianum* arbuste au diamètre maximum de 5 cm.

Tableau 3. Abondance relative, surface terrière relative et absolue du *P. cattleianum* dans les formations colonisées.

Site	Ambendrana		Andrambovato	
Diamètre (cm)	1≤D<5	5≤D	1≤D<5	5≤D
Abondance relative (en %)	84,0	31,0	82,4	31,8
G absolue (m^2/ha)	31,2	26,5	20,6	10.0
G relative (m^2/ha)	83,9	13,8	87,4	15,0

Les différences entre les deux sites résident dans la taille des tiges. A Andrambovato, les tiges de la formation colonisée dépassent rarement 20 cm de diamètre (Figure 4).

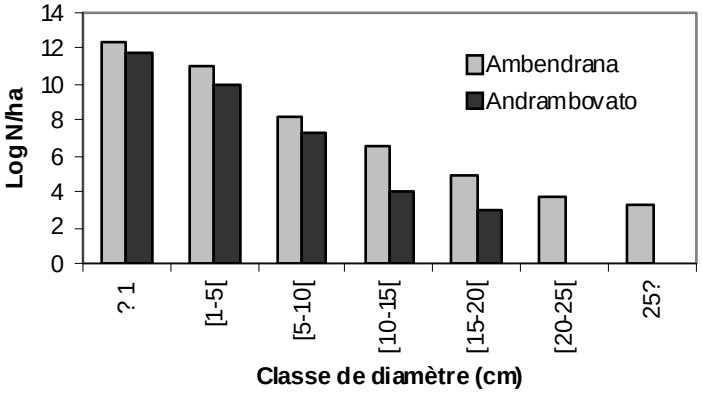


Figure 4. Structure totale de la formation colonisée par *P. cattleianum*

Tableau 4. Fréquence relative des plantules

Site	**Ambendrana (Betsileo)**						**Andrambovato (Tanala)**					
Degré d'éloignement	**5**	**6**	**7**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**5**	**6**	**9**	**10**
Parcelle	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Tiges de *P. cattleianum*	720	224	80	96	0	0	0	0	0	0	0	0
Fréquence relative	66,7%						0					

Tableau 5 : Richesse floristique et abondance relative des plantules de *P. cattleianum* de la formation colonisée.

Site	**Ambendrana**	**Andrambovato**
Nombre de familles	25	22
Nombre d'espèces	47	34
Nombre de tiges	10946	5549
CM	1/233	1/163
Abondance relative plantules (%)	92.5	94.6

Pour ce qui est de la régénération naturelle de cette espèce, la formation d'Andrambovato ne compte pas de plantules. A Ambendrana, au contraire, 4 placettes sur les 6 sont envahies de jeunes individus, soit 66,7% des placettes. *P. cattleianum* est de moins en moins abondant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la formation colonisée. A Ambendrana, la parcelle 1, la plus proche des formations colonisées, compte le plus grand nombre de plantules tandis que la parcelle 6, plus éloignée, n'en compte pas du tout (Tableau 4).

Les deux zones d'étude sont perturbées et donc favorables à l'installation des plantules des familles des Myrtaceae (93,4% à Ambendrana et 95,0% à Andrambovato) et des Rubiaceae (4,3% pour les deux sites). *P. cattleianum* domine numériquement dans la régénération. A Ambendrana, la formation colonisée par *P. cattleianum* est caractérisée par la présence de plantules appartenant aux espèces suivantes : *Schismatoclada psychotrioides* (1,0%), *Mapouria angustifolia* (0,9%), *Syzygium emirnense* (0,8%) *Psychotria subcapitata* (0,8%). L'inventaire a révélé la présence des genres témoins de la dégradation de la formation (*Macaranga, Aphloia…).*

A Andrambovato, les plantules de *P. cattleianum* cotoient *Mapouria angustifolia* (2,0%), *Saldinia* sp. (0,5%), *Chassalia ternifolia* (0,4%) et *Tambourissa purpurea* (0,3%). Les genres indicateurs de formation perturbée, *Aphloia, Dombeya* et *Macaranga* sont présents. La formation colonisée par *P. cattleianum* à Ambendrana est plus riche en espèce de plantules que celle d'Andrambovato (Tableau 5). La formation colonisée compte un nombre de plantules à l'hectare très élevé de *P. cattleianum* (Tableau 5).

Le cercle et la matrice de corrélation (Figure 5) indiquent que l'augmentation de l'abondance de *P. cattleianum* entraîne une diminution de la valeur du coefficient de mélange et un appauvrissement en espèces de la formation. L'envahissement provoquerait une homogénéisation des formations et la diminution de la diversité floristique.

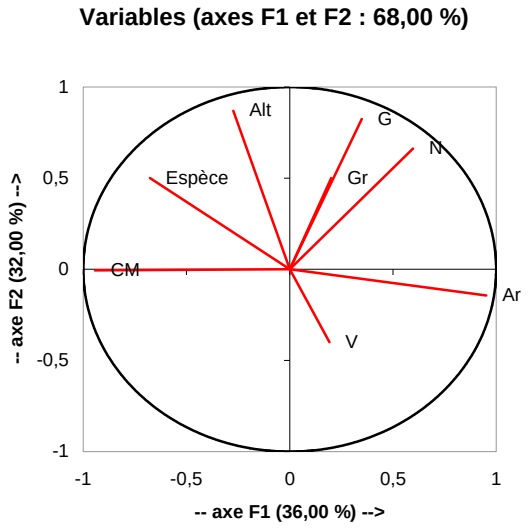
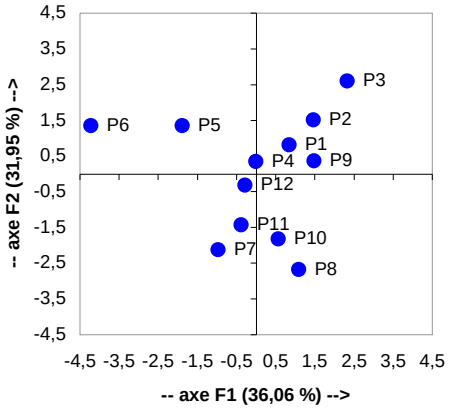


Figure 5. Résultats de l'ACP, cercle de corrélation.



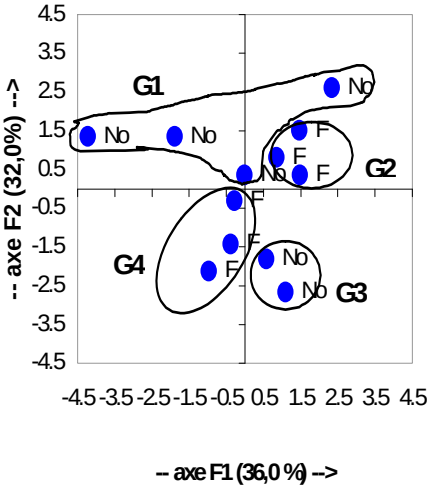


Figure 6. Résultats de l'ACP, projection des parcelles.

L'ACP montre (Figure 6) que la dominance relative de *P. cattleianum* et le biovolume sont orientés dans deux sens opposés, c'est-à-dire que la dominance entraîne la diminution de la biomasse de la formation colonisée. Enfin, la dominance relative de l'espèce est indépendante du coefficient de mélange. La projection des parcelles sur le plan (Figure 6) permet de distinguer 4 groupes : (1) Groupe 1 : P3, P4, P5, P6 : parcelles à une altitude élevée avec forte pente, une dominance et une abondance absolue élevées ; (2) Groupe 2 : P1, P2, P9 : parcelles à des altitudes élevées, à pente faible, fortement colonisée par *P. cattleianum*, caractérisées par une diversité floristique et un coefficient de mélange très faibles (homogénéité), densité des parcelles et dominance absolue élevée[6] ; (3) Groupe 3 : P8, P10 : localisées en basse altitude avec des pentes importantes, fortement dominées par le *P. cattleianum*, à faible richesse floristique et à répartition déséquilibrée des tiges au sein des espèces. Abondance absolue et dominance absolue faibles ; (4) Groupe 4 : P7, P11, P12 : sites de basse altitude et de pente faible, à envahissement faible, formation végétale diversifiée et hétérogène et un nombre de tiges à l'hectare et une surface terrière faibles.

D'après nos relevés, *P. cattleianum* s'accommode aux différentes altitudes et positions topographiques : versants, crêtes et bas-fonds. Aucune des formations colonisées n'est exposée au Sud (ensoleillement faible).

Le taux de régénération permet d'apprécier la vitesse de propagation (Tableau 6). Ce taux est supérieur à 1000 dans les 2 sites, ce qui confirme le dynamisme de ces populations. La régénération de *P. cattleianum* est très élevée d'après l'échelle de Rothe (1964). D'autre part, le taux de régénération de la formation d'Andrambovato est nettement supérieur à celui d'Ambendrana. La région tanala semble plus favorable à la régénération de *P. cattleianum*.

Tableau 6. Taux de régénération du *P. cattleianum* de la formation colonisée par *P. cattleianum*.

Site	**Ambendrana**	**Andrambovato**
Taux de régénération (%)	1008,1	1894,6

La reproduction de l'espèce est assurée par les graines issues de la reproduction sexuée et la multiplication végétative. *P. cattleianum* a un grand potentiel de fructification. Généralement, les fruits vivement colorés dont le mésocarpe est charnu, juteux et sucré, sont consommés par les oiseaux et les mammifères (Gautier-Hion *et al.*, 1985). *P. cattleianum* présente ces deux caractères (Figure 7). La récolte effectuée au mois d'avril 2005 a révélé qu'un pied produit en moyenne 90 fruits par saison (± 37) et jusqu'à 162 fruits pour certaines tiges. Un fruit de *P. cattleianum* produit en moyenne 21 graines (± 5 ; N=200). L'étude effectuée par Pier en 2002 a montré qu'un fruit peut produire jusqu'à 70 graines. Ici, chaque pied produit donc en moyenne 1890 graines pour une seule saison de fructification.

Figure 7. Fruits de *Psidium cattleianum* (MYRTACEAE), goyave de Chine.

[6] Formations dont l'effectif est élevé.

L'homme et l'absence de latrines dans les villages jouent tout au long des périodes de fructification un rôle important dans la dispersion du *P. cattleianum*. Les habitants se soulagent autour des villages, zones justement propices au développement de cette espèce. La majorité des lémuriens recensés dans le couloir Ranomafana-Andringitra se nourrit des fruits de Myrtaceae (Birkinshaw et Colombown, 2003) dont ceux de du goyavier de Chine (Obs. pers.). Les lémuriens dispersent les graines dans leurs territoires forestiers ainsi que dans les recrûs post-agricoles.

Au total, 14 espèces d'oiseaux frugivores ont été identifiées dans cette zone (Viano, 2004), mais l'observation permet d'avancer que les principaux consommateurs de fruit de *P. cattleianum* sont *Coua caerulea*, *Hypsipetes madagascariensis* et *Alectroenas madagascariensis* qui effectuent des aller-retour entre la forêt et les terroirs de la zone périphérique (Obs. pers.). Les forêts monospécifiques de *P. cattleianum* sont éloignées des habitations. Ces zones constituent un habitat idéal pour les sangliers (*Potamochoerus larvatus*) consommateurs de *P. cattleianum* qui participent à la dispersion dans la forêt. De plus, les perturbations induites par les activités de fouissage pourraient favoriser l'établissement du *P. cattleianum* (Huenneke et Vitousek, 1990).

Eidolon dupreanum était le seul Mégachiroptère dans la zone d'étude en 2006. Les fruits de *P. cattleianum* comptent parmi les fruits les plus consommés par ce frugivore pendant les périodes de fructification (Picot Manuel *et al.*, 2007).

Enfin, les bovins sont des consommateurs de fruits de *P. cattleianum*, dont c'est, à certaines saisons, une alimentation courante (Carrière *et al.*, 2005). A Ambendrana, sur les 15 fèces récoltées dans 5 parcs à bœufs différents, 30% des graines appartiennent à *P. cattleianum*. Les fèces comportent en moyenne 45 graines (±62) de *P. cattleianum* qui sont dispersées dans les pâturages et dans les terrains agricoles fertilisés par l'apport de fumier. Durant la période de fructification de *P. cattleianum*, les bovins pâturent dans les bas fonds et les versants des vallées. Ainsi, les bovins y disséminent les graines. L'observation des pâturages fréquentés par les bovins pendant la période de maturation des fruits de *P. cattleianum* montre que ces espaces sont peuplés de *P. cattleianum* à l'instar des sites non fréquentés.

Psidium cattleianum : entre peste et richesse

Selon nos enquêtes, dans la région d'Ambendrana, *P. cattleianum* est introduit volontairement par les colons orpailleurs d'Ambohimalaza vers 1910, probablement comme arbre fruitier. L'espèce a ensuite été cultivée dans le village d'Andaobato par un exploitant minier. Le village d'Ambohimalaza (premier site d'étude envahi) a été abandonné vers 1930. Dans le deuxième site d'étude, l'introduction de *P. cattleianum* a eu lieu lors de la construction de la voie ferrée Fianarantsoa-Côte Est (FCE). Les travaux de la ligne ferroviaire furent commencés en 1928 (La Presse coloniale, 1932). Le site d'inventaire de Mandikanamana, une ancienne route construite vers 1930 ayant servi de piste pour permettre l'approvisionnement en engins mécaniques indispensables à l'exécution rapide de l'ouvrage est aujourd'hui une forêt à tendance monospécifique de *P. cattleianum*.

P. cattleianum est une plante à usage multiple (bois de service, dans la construction de clôture ou d'abris, de coffrage ou d'échafaudage). La région d'Ambendrana est connue pour la fabrication de manches d'*angady* (bêche malgache) et de pilons, principale activité rémunératrice (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004, Carrière *et al.*, 2005). *P. cattleianum* fait partie des matières premières les plus utilisées. De plus, ce bois est également utilisé pour la fabrication de manches de couteau, de hache, de canne... Depuis la mise en place de la GCF en 2001, l'exploitation des ressources ligneuses à des fins commerciales est interdite (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004, Carrière *et al.*, 2005). Dans ce contexte d'interdiction et de contrôle, les villageois attribuent une valeur importante au *P. cattleianum*, abondant et de collecte autorisée. L'espèce est appréciée des villageois pour sa dureté, sa résistance et sa faible tension. Pourtant, son noircissement suite au contact avec l'eau la rend difficilement commercialisable sous forme de manche d'*angady*. Pour la fabrication de pilon, de manche de hache et de couteau, les populations locales classent cette espèce au même niveau que les meilleurs bois tels que *Dalbergia* spp., *Weinmannia* spp., *Nuxia* spp. A Andrambovato, l'usage de *P. cattleianum* en tant que bois de service est un phénomène récent. Depuis deux ans, face à la limitation de la collecte, les gens se tournent vers cette espèce exotique. Les villageois d'Andrambovato utilisent en plus ce bois pour l'édification des maisons et des clôtures. L'étude a révélé que 15% des hommes produisent des gaulettes en *P. cattleianum*. La gaulette est vendu de 10 MGA à 20 MGA la pièce (0.005-0.01 $ ou 0.004-0.008 €). L'utilisation de cette espèce est courante grâce à la qualité de son bois.

Les fruits de *P. cattleianum* sont très appréciés par les gens. Généralement, les fruits sont consommés frais. Ils contiennent 400 mg de vitamine C pour 100 g (Commission du Pacifique Sud, 1995), soit 17 fruits. Cette vitamine est bénéfique à la santé des enfants qui sont les plus carencés. Ces derniers mangent environ 20 fruits par jour. Ces fruits sont également vendus. Actuellement, les populations étudient les différentes transformations possibles : fabrication de confiture et de vin traditionnel. Durant la période de fructification, la commercialisation des fruits de cette espèce fait partie des activités rémunératrices pour les habitants betsileo du hameau d'Ambalanonoka, d'Ambalavao Antsinana et d'Iambara, soit environ pour 9,1% des ménages. En pays tanala, la vente est pratiquée par environ 23.6% de la population active. Les personnes intéressées par cette filière sont plus nombreuses en pays tanala que bestileo grâce à la présence de la gare qui facilite l'écoulement des produits. Chaque marchand vend en moyenne 1 à 2 paniers de fruits à chaque passage du train, mais certains parviennent à vendre jusqu'à 7 à 9 paniers. Les fruits sont vendus

au prix de 100 MGA (0.05 $ ou 0.04 €) le panier. Ces revenus servent à assurer l'achat de produits de première nécessité.

P. cattleianum est une plante médicinale dont les feuilles, les racines ou les fruits sont utilisés comme antidiarrhéique. Les potentialités médicinales des plantes de la région sont élevées (Raharimiandra, 1995). *P. cattleianum* peut, de ce fait, constituer un excellent substitut. Les fleurs mellifères de *P. cattleianum* sont visitées par les abeilles pendant les mois de novembre-décembre. L'espèce fleurit pendant le *vakilalona* durant lequel *Weinmannia rutenbergii*, autre mellifère, fleurit également (Andriambololona, 2003). D'ailleurs, Ambohimalaza, lieu d'introduction de l'espèce, fut un lieu de collecte de miel (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004)

Enfin, en pays tanala, les formations à tendance monospécifique de *P. cattleianum* font l'objet de culture sur brûlis. Suite à l'interdiction par la GCF[7] de l'extension des terres cultivées par le *tavy* dans les forêts naturelles, les villageois d'Andrambovato défrichent ces formations envahies. Les sols couverts de cette espèce sont riches en matière organique grâce à la dégradation des fruits et des feuilles mortes. De plus, la densité très importante de tiges dans ces formations (Photographie 1) procure, une fois brûlées, une grande quantité de cendres directement utilisable pour les espèces cultivées, plus particulièrement le riz. Une formation colonisée peut avoir selon eux, le même rendement que la forêt naturelle. Cette pratique paysanne contribue au ralentissement de l'envahissement mais également à la limitation de la déforestation.

Perceptions de la question des bioinvasions par les acteurs de la conservation

Une grande proportion (37% ; N=45) des acteurs de la conservation à Madagascar n'ont pas d'avis sur la question ou estiment que les bioinvasions ne sont pas un problème, sans argumenter pour autant. A la question : « Que pensez-vous de l'impact des plantes invasives sur la biodiversité malgache ? » les réponses sont « Je ne sais pas … ; Les plantes envahissantes ne représentent pas une réelle menace pour la biodiversité ; Comme les espèces envahissantes sont valorisées à Madagascar elles ne sont pas une menace (…) ; Il n'y a pas de problèmes avec les espèces invasives… ». Pour les autres acteurs (63%), les bioinvasions sont considérés comme étant un problème dans ce pays et à la même question ces derniers ont répondu « Oui bien sûr c'est un gros problème (…) ; Il y a le *Lantana*, la vigne marronne, le gingembre, l'*Aframomum*, le goyavier et le *Pinus* (…) ; Les espèces invasive sont bien sûr une menace pour la biodiversité ; Les plantes invasive sont réellement une menace pour la biodiversité à Madagascar, notamment le *Raketa mena* (*Opuntia stricta*) dans le Sud et Sud-Ouest (région de l'Androy), il envahit la réserve du Cap Ste Marie, ses fruits rouges sont valorisés par la populations pendant la période de soudure et par les animaux (dont le bétail), ils contribuent à sa prolifération en rejetant les graines par déjection, le Goyavier (*Psidium cattleianum*), plante héliophile est envahissante que les deux 1ère plantes ; Oui elles sont une réelle menace dans le Sud et l'Ouest de Madagascar ; Dans la forêt de l'Est nous avons un problème de réhabilitation de la forêt naturelle à cause de ces plantes (ex: Aframomum, goyavier, ...). Les plantes envahissantes sont également une menace pour la biodiversité car elles dominent les espèces endémiques ; Les plantes envahissantes : oui bien sûr c'est toujours une menace car elles risquent de faire disparaître les autres espèces, notamment les espèces autochtones (…).»

La plupart des enquêtés sensibles à la question des invasions déplorent l'absence de politique établie sur le territoire malgache pour tenter de juguler ce problème (13 enquêtés), pourtant considérable aux yeux des spécialistes (Binggeli, 2003). La pratique de la culture sur brûlis ou *tavy*, les exploitations forestières illicites, la chasse, la pauvreté des communautés rurales sont les problèmes les plus souvent mentionnés. Pour autant, aucun des enquêtés n'a de prime abord parlé du problème des invasions comme cause de disparition de la biodiversité.

Pour les gestionnaires de l'ANGAP (Association Nationale de Gestion des AP) œuvrant au quotidien dans les AP, « les espèces envahissantes constituent une réelle menace pour la biodiversité ». Selon eux, « les plantes invasives déséquilibrent l'écosystème en prenant la place des espèces malgaches ». Les plantes invasives occupent une part importante de l'AP de Ranomafana (le site de Talatakely en particulier), ce qui représente autant d'espace non disponible pour les espèces endémiques. « Ici, dans notre PN de Ranomafana, la principale plante invasive est le *Psidium cattleianum*. C'est une plante envahissante qui domine certaines parties du parc ». Ils assistent impuissants aux invasions dans les AP. Cependant, le mode de gestion non interventionniste des gestionnaires malgaches leur interdit toute forme de lutte. Dans une AP « on laisse faire la nature ». Les gestionnaires ont conscience que l'efficacité de reproduction de cette espèce est pour beaucoup dans son caractère invasif : « elle se reproduit par multiplication végétative au niveau des ses racines et disperse ses graines grâce aux animaux frugivores.» Ils mentionnent que « le goyavier est également présent dans le noyau dur de l'AP.» « Des luttes ont eu lieu autrefois (déracinement, défrichement) sans aboutir à un quelconque résultat ». Selon eux, « le seul moyen d'éradiquer ces espèces serait la lutte chimique mais elle nécessite de gros moyens financiers qu'ils ne possèdent pas », « seules quelques actions de lutte mécanique ont été entreprises en quelques endroits, sans réel succès.»

Pour la Wildlife Conservation Society (WCS), les plantes invasives sont une menace pour la biodiversité notamment le

[7] La loi N°96-025 du 10/09/96 à instauré le transfert de gestion des ressources naturelles renouvelables (lacs, forêts, pâturages…) vers les communautés riveraines. C'est la Gestion Locale SEcurisée ou GELOSE. En novembre 2001, un décret sur un autre type de transfert de gestion, la Gestion contractualisée des forêts (GCF), qui concerne seulement les forêts, a été publié (Blanc-Pamard et Rakoto Ramiarantsoa, 2007).

raketa mena (*Opuntia stricta*) envahissant dans le Sud et le Sud-Ouest de Madagascar ainsi que certains phanérophytes et algues dans les AP marines. Dans l'Est de Madagascar, le goyavier est mentionné car « il poserait des problèmes quant à la réhabilitation des milieux forestiers dégradés, bloquant les successions forestières ». Le WWF a bien conscience de ce problème également incarné par les espèces animales (rongeurs). De nombreux acteurs déplorent le manque de données, de recherches et donc de politiques pour agir contre ces phénomènes de bioinvasion. « Il n'y a pas encore de lutte mais nous sommes en train d'y réfléchir », nous a-t-on dit sans grande conviction. A plusieurs reprises, les personnes enquêtées ont mentionné la valorisation économique comme moyen possible de lutte (cas de l'*Opuntia*, de l'*Eucalyptus* et du *Psidium*). Le fait que les plantes envahissantes sont une menace réelle mais que ces dernières ne peuvent pas s'installer spontanément dans les forêts mais plutôt à la faveur d'une perturbation, ressort également des enquêtes. Cette réflexion est en général scientifiquement non fondée car ce n'est valable que pour un nombre limité d'espèces (Brown et Gurevitch, 2004).

Discussion

Les plantes invasives affectent les écosystèmes naturels à Madagascar (Binggeli, 2003) comme le montre également cette étude. Les forêts ne comptent qu'un petit nombre d'espèces invasives par rapport aux autres formations végétales (herbacées). Dans un contexte de mondialisation, avec accélération des échanges, ce constat pourrait encore s'aggraver. Les écosystèmes récemment perturbés pourraient faire l'objet de nouvelles invasions.

Ecologie de Psidium cattleianum : un fort potentiel d'invasion en milieu perturbé

P. cattleianum, arbuste connu sous le nom vernaculaire *goavitsinahy* ou goyavier de Chine (Figure 3), est originaire d'Amérique tropicale et subtropicale, plus précisément des parties basses du Brésil (Parana à Sao Paulo) (Mauremootoo et Rodriguez, 2005, Brown, 2000, Turk, 1995). C'est une espèce cultivée, elle est introduite dans plusieurs régions de part le monde pour rapidement devenir une espèce envahissante des plus redoutées à Hawaï, en Polynésie et aux Mascareignes. *P. cattleianum* a été introduit à Madagascar depuis l'île de la Réunion par le botaniste André Michaux en 1802 (Turk, 1995, Binggeli, 2003).

Psidium cattleianum est actuellement classée comme étant une espèce représentant une réelle menace pour les écosystèmes naturels et ceci plus particulièrement sur les îles (World Status 3, Binggeli *et al*., 1998). Même en dehors de son aire naturelle, l'espèce possède une grande faculté de développement (Huenneke et Vitousek, 1990). En effet, elle induit une diminution drastique de la biodiversité dans les sites colonisés en bloquant les successions végétales. Cette espèce pionnière héliophile ne peut pas se développer dans les milieux ombragés (Figier et Souleres, 1991), expliquant son absence dans la formation forestière à voûte continue d'Andrambovato. *Le* goyavier de Chine s'installe dans les endroits dégagés et les ouvertures de la forêt perturbée : autour des villages, chemin de fer, au bord des chemins, jachères et même entre les ballastes de la voie ferrée. *P. cattleianum* de part son tempérament héliophile, semble se développer préférentiellement en lisière forestière où ont été observés les peuplements monospécifiques les plus denses.

Cette espèce dispose d'une vitesse de propagation remarquable. Le nombre de tiges s'accroît (multiplication végétative et reproduction sexuée) pour dominer les formations végétales. Seuls les individus de grand diamètre déjà installés auparavant résistent à la compétition. L'abondance des tiges de petite taille et des plantules montre que la population est très dynamique. Les plantules de *P. cattleianum* entrent directement en compétition avec les jeunes tiges et plantules des essences autochtones. Une fois installée, l'espèce colonise ainsi l'espace pour de longues périodes. Les perturbations dans les sites d'étude sont très anciennes (1910 et 1930). Pourtant, ces zones sont encore aujourd'hui totalement envahies. Une fois installée, le retour à une évolution normale de la végétation est quasiment impossible. Brown et Gurevitch (2004) ont observé que des sites perturbés et envahis il y a plus de 150 ans dans le PN de Ranomafana n'ont pas encore retrouvé leur diversité en espèces indigènes. Les sites des anciens villages aujourd'hui abandonnés dans le PN de Ranomafana (Talatakely) sont toujours envahis par cette espèce (Obs. pers., Blevins, 1994). De plus, *P. cattleianum* sécrèterait des substances allélophatiques, ce qui empêche le développement des autres espèces à proximité (Mauremootoo et Rodriguez, 2005).

La faune participe à la dispersion des graines et constitue un important facteur favorisant l'invasion. Les graines sont dispersées dans différents habitats après un passage dans le tractus digestif des animaux. En avalant le fruit, ils assurent la dispersion des graines et stimulent même parfois la germination. Les hommes ont donc probablement joué un rôle important dans la dispersion primaire de cette espèce en consommant leurs fruits. Ces arbustes sont très fréquents dans les lieux d'aisance des villages aurifères (Blanc-Pamard *et al*., 2005). L'espèce s'est donc propagée à partir de ces 2 villages se trouvant à l'époque dans la forêt du couloir.

De plus, nos résultats tendent à montrer que l'utilisation du fumier dans la fertilisation constitue un facteur favorisant la dispersion des graines, le fumier issu des parcs à bovins étant à l'origine de la majorité des fertilisations agricoles (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004). En revanche, le pâturage étant interdit en forêt, les bovins contribuent peu à la dispersion dans l'AP. C'était le cas autrefois (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004), avant la mise en place du décret de protection, ce qui pouvait ainsi contribuer à l'établissement du *P. cattleianum* dans des zones assez reculées en forêt. Le *mpanarivo* (contremaître) de l'exploitation d'Ambohimalaza (site Ambendrana) dans les

années 1920 possédait un troupeau de plus de 50 têtes (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004), ce qui pourrait en partie expliquer l'efficacité de l'envahissement.

La production d'une grande quantité de fruits et de graines fait partie des conditions favorables à l'envahissement. En outre, les zones où domine l'espèce constituent d'excellents sites de base où l'espèce peut se propager *via* ses propagules. Des lémuriens (*Eulemur fulvus rufus*) ont été observés hors du PN à proximité des villages d'étude dans les zones envahies ; ils sont capables de parcourir de longues distances pour se nourrir de *Psidium*. Ces sites semblent attirer la faune du parc et pourraient contribuer à la dispersion de cette espèce dans l'AP. Dans le PN de Ranomafana, Overdorff (1988) a observé qu'un groupe de lémuriens, *Eulemur rubriventer*, peut passer 95% de son temps à la recherche de nourriture sur des *P. cattleianum*. Lors d'une diminution de la fructification des espèces forestières (observée en 1989, résultats non publiés), ces lémuriens peuvent parcourir 4-5 km hors de leur zone d'approvisionnement pour consommer des fruits de *P. cattleianum*. Les effets collatéraux de la dispersion secondaire autour de ces zones n'étant pas évalués, les propositions de lutte nécessitent des méthodes raisonnées en vue de ne pas pénaliser les espèces frugivores menacées du PN de Ranomafana.

Une introduction ancienne pour des savoirs et des usages bien développés

Face à cette situation écologiquement préoccupante, les populations locales peuvent, quant à elle, profiter de cette espèce. En effet, dans le contexte de conservation, où l'exploitation des ressources rares et/ou menacées est limitée, la ressource abondante et indésirable que constituent les espèces invasives pourrait être utilisée pour subvenir à leurs besoins. Ce n'est aujourd'hui pas le cas au sein des AP, bien que dans les zones tampon où à proximité, une véritable filière s'organise autour du *P. cattleianum* comme en témoignent ces résultats. Il faudrait alors penser à ce type d'alternative qui combinerait lutte intégrée contre les espèces invasives et valorisation économique. Ce type de lutte mécanique pourrait être suivi d'actions de restauration afin de favoriser l'établissement d'essences pionnières malgaches favorable à la régénération de la forêt. Les exemples ne manquent pas (Holloway, 2003).

Ces exemples d'usages montrent l'importance du *P. cattleianum* dans l'économie des ménages de cette région aux forts enjeux de conservation, dans le contexte d'interdiction de collecte des ressources forestières. Déjà organisée en filière, cette ressource représente une alternative pertinente et possible face à la conservation des espaces et des espèces.

Un problème négligé des politiques environnementales malgaches

La diversité des points de vue sur la question des bioinvasions montre que le problème n'est pas clairement identifié par les acteurs. Les gestionnaires d'AP et les biologistes-écologues sont les seuls conscients du problème généré par les bioinvasions car ils possèdent de réels éléments de réponse aux questions.

Pourtant les phénomènes ne sont tout simplement pas à l'ordre du jour de la politique environnementale malgache. La prise de conscience du problème lié aux invasions biologiques est très peu relayée à Madagascar. D'autres problèmes liés à la diminution de la biodiversité (déforestation, feux, érosion) l'emportent de loin quant aux efforts déployés par les politiques environnementales. Le sujet est tout simplement ignoré dans les publications récentes et dans les discours conservationnistes à Madagascar (Global Symposium CI, 2006). Cette non prise de conscience par les acteurs de la conservation à Madagascar se traduit directement par un manque d'intérêt, de recherches et d'actions. Le problème est pourtant bien réel comme le montre la synthèse de Binggeli (2003) pour le cas malgache.

Les zones envahies par le *P. cattleianum* ne sont pas une aubaine pour les seules populations rurales et les animaux. En effet, les témoignages des gestionnaires d'AP attestent que grâce aux fruits de *Psidium*, ils peuvent garantir à 100%, aux touristes, les chances de pouvoir observer les lémuriens dans cette AP. Sans cette espèce, ils reconnaissent que le parc serait bien moins attractif, populaire et aussi certainement moins rentable. Ces considérations pourraient également expliquer pourquoi, dans le cas du PN de Ranomafana, aucune mesure d'éradication n'a été entreprise. On entrevoit la contradiction qui s'établit entre conservation et rentabilité de l'AP, gage de sa pérennité. La réputation d'une AP dépend des chances d'apercevoir la faune. D'un coût écologique de la conservation, l'invasion pourrait constituer, à travers la gestion raisonnée de l'espèce invasive, un avantage économique au service du financement des AP.

A Madagascar, des invasions auraient pu être évitées si quelques mesures de précaution avaient été prises au moment de l'introduction des espèces à risque. Le cas de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*, Pontederiaceae) illustre le résultat de l'inaction suite à une détection précoce. Selon Binggeli (2003), les processus d'éradication chimique et mécanique sont impossibles à réaliser sur des espèces qui sont déjà largement dispersées à travers le pays. Il indique également que des programmes d'éradication pourraient être envisagés seulement s'ils ciblent les espèces à large distribution et si cette lutte est coordonnée entre tous les pays de la région de l'Océan Indien.

De plus, la « diabolisation » permanente de la pratique du *tavy* (culture sur brûlis) et les tentatives actuelles du PEIII[8] pour tenter d'enrayer la déforestation (Carrière-Buchsenschutz, 2006), ne sont sans doute pas étrangères à l'ignorance des acteurs sur la question des bioinvasions.

[8] Le PEIII constitue la troisième phase (2004 à nos jours) du PAE (Plan d'Action Environnemental), qui fut mis en place par le gouvernement malgache, en 1991, sous l'égide de l'Office National de l'Environnement.

Conclusion

Les phénomènes de bioinvasions dépassent largement la problématique des AP, zones de conservation de la biodiversité endémique mais hélas aussi de la biodiversité introduite. Ce dilemme avait déjà été évoqué par Goodman (1995) à propos du rat et de la conservation des rongeurs malgaches. Comment éradiquer les uns et protéger les autres ? Les zones perturbées et/ou envahies avant le décret de protection le resteront probablement encore longtemps, favorisant la dispersion et donc le maintien voire la propagation des espèces envahissantes au sein même des AP. De nombreuses espèces végétales invasives produisent des fruits à large spectre, attirant un très grand nombre d'animaux frugivores et disperseurs. Or dans les AP, les animaux frugivores sont nombreux et protégés, assurant ainsi la dispersion de ces espèces invasives au sein des AP mais également de l'extérieur vers l'AP. De même, d'autres espèces frugivores (les chauves-souris endémiques qui vivent à l'extérieur des AP) peuvent venir dans les AP se nourrir d'espèces malgaches et y apporter d'autres espèces invasives. Au regard de ces phénomènes de bioinvasions et des processus écologiques qui les sous-tendent, il est clair que l'AP ne peut être considérée comme un tout, comme un espace fonctionnant en vase clos. Au contraire, les processus écologiques au sein de l'AP demeurent indissociables de ceux des zones périphériques voire de l'extérieur de l'AP. Les interrelations écologiques fonctionnelles entre ces espaces, délimités par l'homme, sont nombreuses et déterminantes (Janzen, 1983). On ne peut donc pas ignorer les territoires situés à l'extérieur des AP. De même, une AP porte les stigmates d'une histoire d'occupation du milieu. Dans la zone d'étude, l'histoire d'occupation de la forêt, les motifs qui ont poussé les hommes à s'y établir (exploitation aurifère) et leurs modes de vie (arboriculture fruitière et élevage bovins) (Blanc-Pamard *et al.*, 2005) ont contribué à l'introduction d'une espèce hautement invasive.

On voit avec l'exemple du goyavier de Chine, qu'il existe non seulement un coût économique à la conservation (manque à gagner pour les populations, coût de la mise en place des AP…) par le système des AP, mais aussi un coût écologique. A vouloir protéger des forêts dont on ne maîtrise pas toujours l'histoire, on s'expose à conserver des écosystèmes imparfaits avec leurs ennemis directs. Cependant, la question de l'éradication demeure. En effet, tant les coûts et les bénéfices économiques et écologiques sont étroitement liés au sein de réseaux d'interactions complexes. Pourquoi ne pas combiner lutte intégrée et développement économique au sein d'une filière rentable et productive ? Dans ce cas là, l'AP pourrait devenir un lieu d'expérimentation du développement durable : protéger les espèces rares et menacées, exploiter les espèces abondantes et invasives au profit de la conservation et du développement économique des populations.

Bibliographie

Andriambololona, M.M., 2003, L'importance socio-économique et les possibilités de valorisation de l'apiculture dans la zone périphérique du Parc National Ranomafana, Mémoire de fin d'étude, ESSA Forêt, Université d'Antananarivo, 60p.

Anonyme, 2006, Final declaration, In Global Symposium Madagascar. Defying Nature's End : the African context (ed Conservation International), Antananarivo, 6p.

Binggeli, P., Hall J.B. et Healey, J.R., 1998, A review of invasive woody plants in the tropics, School of Agricultural and Forest Sciences Publication, number 13, Bangor, University of Wales.

Binggeli, P., 2003, Introduced and invasive plants, pp.257-268, Goodman, S.M. et Benstead, J.P., The Natural History of Madagascar, The University of Chicago Press, Chicago et London.

Birkinshaw, C. et Colombown, J.C., 2003, Lemur food plants, pp.1207-1220, Goodman, S.M. et Benstead, J.P., The natural history of Madagascar, The University of Chicago Press, Chicago et London.

Blanc-Pamard, C. et Rakoto-Ramiarantsoa, H., 2007. Normes environnementales, transferts de gestion et recompositions territoriales en pays betsileo (Madagascar). Natures, Sciences et Sociétés, 15, 253-268.

Blanc-Pamard, C., Rakoto-Ramiarantsoa, H. et Andriantseheno, D., 2005, Foncier et territoires entre pouvoirs locaux et politiques publiques environnementales : pratiques, acteurs, enjeux (corridor betsileo, Madagascar), Rapport GEREM Fianarantsoa (IRD-CNRE), CNRS-EHESS-CEAf Centre d'Etudes Africaines, ICoTEM Université de Poitiers, UR 168, France, 162p.

Blanc-Pamard, C. et Ralaivita, M., 2004, Ambendrana, un territoire d'entre deux. Conversion et conservation de la forêt. Corridor betsileo Madagascar, GEREM-IRD-CNRE/CNRS-EHESS-CEAf, France, 86p.

Blevins, L.L., 1994, Invasiveness of the alien plant *Psidium cattleianum* during secondary succession following shifting cultivation in eastern Madagascar, Thesis submitted to the graduate Faculty of North Carolina State University, Department of Forestry, Raleigh, 96p.

Brown, K.A., 2000, Impact of non native plants on native and composition in Madagascar, Parc National Ranomafana, Madagascar, 30p.

Brown, K.A. et Gurevitch, J., 2004, Long-term impacts of logging on forest diversity in Madagascar, Proceedings of the National Academy of Sciences, 101, 6045–6049.

Carrière-Buchsenschutz, S.M., 2006, L'urgence d'une confirmation par la science du rôle écologique du corridor forestier de Fianarantsoa, Etudes Rurales, 178 : 181-196.

Carrière, S.M., Andrianotahiananahary, H., Ranaivoarivelo, N. et Randriamalala, R.J., 2005, Savoirs et usages des recrûs post-agricoles du pays Betsileo : valorisation d'une biodiversité oubliée à Madagascar, VertigO, La revue en sciences de l'environnement, 16, 1-14.

Carrière, S.M. et Randriambanona, H., 2007, Biodiversité introduite et autochtone : antagonisme ou complémentarité ? Le cas de l'eucalyptus à Madagascar, Bois et Forêts des Tropiques, 292, 5-21.

Carrière S. & Méral P. 2008. Corridors : la nécessité d'une réflexion. In : Garnier L. (Coord.), Entre l'Homme et la Nature, une démarche pour des relations durables. Réserves de Biosphère – Notes techniques 3, 2008, Unesco, Paris, 58-60pp.

Carrière S., Méral Ph., Andriamahefazafy F., & Hervé D. 2008. Sous-presse. Corridors : passage obligé ? Le cas malgache. In Aubertin C. & Rodary E. (Eds), Les aires protégées : rupture ou continuité ? IRD Editions.

Commission du Pacifique Sud, 1995, La goyave, Edition revue, Fiche n°4, Stredder Print Limited, Auckland Nouvelle-Zélande, 6p.

Figier, J. et Souleres, O., 1991, Le problème des exotiques envahissantes, Bois et Forêts des Tropiques, 229, 31-34.

Fournier, A. et Sasson, A. (eds.), 1983, Ecosystèmes forestiers d'Afrique, Recherche sur les ressources naturelles XIX, Editions ORSTOM, UNESCO, Paris, 473p.

Gautier-Hion, A., Duplantier, J.-M., Quris, R., Feer, F., Sourd, C., Decoux, J.-P., Dubert, G., Emmons, L., Erard, C., Hecketsweiler, P., Moungazi, A., Roussilhon, C. et Thiollay, J.-M., 1985, Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community, Oecologia, 65, 324-337.

Goodman, S. M., 1995, *Rattus* on Madagascar and the dilemma of protecting the endemic rodent fauna, Conservation Biology, 9, 450-453.
Goodman, S. M. et Razafindratsita, V.R., 2001, Inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra, CIDST, Recherches pour le Développement n°17, Antananarivo, 243p.
Gounot, M., 1969, Méthode d'étude quantitative de la végétation, Masson et Cie, Paris, 314p.
Gratton, C. et Denno, R.F., 2005, Restoration of anthropod assemblages in a *Spartina* salt marsh following removal of the invasive plant, Phragmites australis. Restor. Ecol., 13, 358-372.
Guinochet, M., 1973, Phytosociologie, Collection d'écologie 1, Paris, 227p.
Hennenfent, J., 2006, Etude de la politique et des programmes environnementaux pour la gestion de la biodiversité : le cas des "corridors" forestiers à Madagascar, Mastère1 BGAE, Ingénierie en Ecologie et en gestion de la Biodiversité, IRD-Université Montpellier II, 56p.
Holloway, L., 2003. Ecosystem restoration and rehabilitation in Madagascar, pp.1444-1451, Goodman, S.M. et Benstead J.P., The natural history of Madagascar, The University of Chicago Press, Chicago et London.
Huenneke, L. F. et Vitousek, P. M., 1990, Seedling and clonal recruitment of the invasive tree *Psidium cattleianum* : implications for management of native hawaiian forests, Biological Conservation, 53, 199-211.
Janzen, D.H., 1983, No park is an island: increase in interference from out side as park size decrease, Oikos, 41, 402-410.
Koechlin, J., Guillaumet, J.-L. et Morat, P., 1974, Flore et végétation de Madagascar, J. Cramer, Gantner Verlag, Vaduz, 687p.
La Presse coloniale; 1932, Les grands travaux de Madagascar, FCER, Madagascar.
Mauremootoo, J. et Rodriguez, J., 2005, Global invasive species database, Mauritian Wildlife Fondation et Invasive Species Specialist.
MEDD, 2004, Stratégie nationale pour la biodiversité : enjeux, finalités, orientations, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, République Française, Paris.
Overdorff, D., 1988, Preliminary report on activity cycle and diet of the red-bellied lemur (*Lemur rubriventer*) in Madagascar, American Journal of Primatology, 16, 143-153.
Picot Manuel, M., Jenkins, K. B., Ramilijaona, O., Racey, P. A. et Carrière, S.M., 2007, The feeding ecology of *Eidolon dupreanum* (Pteropodidae) in eastern Madagascar, African Journal of Ecology, Doi:10.1111/j.1365-2028.2007.00788.x.
Raharimiandra, A.S.; 1995, Etude ethnopharmacognosique des plantes médicinales de la région de Ranomafana Ifanadiana et ses environs, Centre VALBIO Ranomafana Ifanadiana, Madagascar, 171p.
Randriamalala, J.R., Serpantié, G. et Carrière, S.M., 2007, Influence des pratiques culturales et du milieu sur la diversité des jachères d'origine forestière (Hautes-Terres, Madagascar), Revue d'Ecologie (Terre Vie), 62 : 169-189.
Rothe, P.L.,1964, Régénération naturelle en forêt tropicale : le *Dipterocarpus dyeri* (Dau) sur le versant cambodgien du golfe du Siam, Bois et Forêt des Tropiques, 8, 386-397.
Serpantié, G., Toillier, A., Carrière, S.M., Rakotonirina, A., Rakotondramanana, M. et Ramarorazana, B., 2007, Origine climatique et humaine des couloirs forestiers, Serpantié, G., Carrière, S.M. et Rasolofoharinoro (Eds. Sc.), Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le corridor Ranomafana-Andringitra, Madagascar, IRD-CITE, Antananarivo, 27-38pp.
Turk, D., 1995, A guide to trees of Ranomafana National Park and centre Eastern, Tsimbazaza Botanical Garden and Zoological Garden and Missouri Botanical Garden, Antananarivo, 329p.
Viano, M., 2004, Rôle des pratiques paysannes Betsileo sur la dispersion des graines par les oiseaux en lisière du corridor forestier de Fianarantsoa (Madagascar), DEA "Aménagement, Développement, Environnement", Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université d'Orléans, 105p.
Vitousek, P. M. et Walker, L. R., 1989, Biological invasion by *Myrica faya* in hawaii: plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects, Ecological Monographs, 59, 247-265.