

Revue des stratégies nationales sur la biosécurité et perspectives sur la gestion des espèces exotiques envahissantes à Madagascar

Toky M. Randriamoria

Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101,
Madagascar & Mention Zoologie et Biodiversité
Animale, Domaine Sciences et Technologies,
Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101,
Madagascar
E-Mail : tokilaci@yahoo.fr

Résumé

Ce document examine les stratégies sur la biosécurité de la République de Madagascar et émet des recommandations en matière de gestion des espèces exotiques envahissantes. Cette revue est principalement basée sur l'analyse de la politique et de la structure nationale sur la biosécurité. Le pays a signé le Protocole de Carthage en 2000 et l'a ratifié en 2003. Ainsi, la politique nationale sur la biosécurité aborde les risques potentiels d'importation et d'introduction des biotechnologies en rapport avec la santé humaine, la société et l'environnement. Le présent document expose également la législation existante en vigueur en termes de biosécurité. Il apparaît qu'un seul décret soit lié à l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. La comparaison avec les systèmes nationaux de biosécurité d'autres pays comme l'Australie et la Nouvelle-Zélande montrent des lacunes importantes dans celui actuellement en place à Madagascar. Ainsi, des recommandations et des perspectives sont fournies pour améliorer le système national de biosécurité du pays, en particulier sur les aspects liés aux espèces exotiques envahissantes. Une priorisation des secteurs économiques cibles devrait être entreprise pour élargir et renforcer la politique nationale sur la biosécurité.

Mots clés : biosécurité, Madagascar, espèce exotique envahissante, Protocole de Carthage.

Extended abstract

This article presents a review of current biosecurity strategies of the Republic of Madagascar, and discusses different aspects related to invasive alien species management. The National Biosecurity Policy and Framework, elaborated in 2004, was considered

as the principal background document for this current review. Firstly, the Madagascar government signed the Convention on Biological Diversity in 1992 to express and support efforts in conserving its fauna and flora. With this aspect in mind, Madagascar signed the Cartagena Protocol on Biosecurity in 2000 and ratified it in 2003. This protocol is the first international agreement on biosecurity relating to the Convention on Biological Diversity.

The current biosecurity policy in Madagascar is mainly focused on the introduction and management of Genetically Modified Organisms (GMOs), which are one of the main aspects addressed in Madagascar legislation related to biosecurity and human health, socio-economic conditions, and the protection of the environment. Among the different documented legislations, only one decree is linked to the prevention of the introduction of invasive plant and animal species, which is among the greatest threats to biodiversity in islands ecosystems around the world.

There are several cases of invasive species being introduced to Madagascar in recent decades, which underline deficiencies in the current national biosecurity strategies and provisions. The biosecurity systems of Australia and New Zealand, which are among the strictest at an international level, are documented to explore relevant recommendations for Madagascar. In addition, biosecurity strategies adopted by some other countries in the western Indian Ocean region may also be adaptable/transferrable for Madagascar, specifically La Réunion.

The biosecurity system and strategy of Madagascar needs to be improved and strengthened. Actions to reduce the possibility of invasive alien species introductions to the island should be prioritized. These actions would avoid or effectively manage potential future colonization events of invasive species, contribute to the preservation of the island's biodiversity, and prevent emerging invasive alien species from harming the socio-economic conditions of the country, notably the agricultural sector, which is a pillar of the national economy.

Key words: biosecurity, Madagascar, invasive species, Cartagena Protocol.

Introduction

Madagascar est un pays en voie de développement et qui est également réputé pour sa forte concentration en espèces endémiques (Myers *et al.*, 2000 ; Goodman & Benstead, 2005). Cet endémisme n'est pas restreint au niveau spécifique mais inclut des genres, des sous-familles et des familles, à la fois pour la faune (Wilson & Reeder, 2005 ; Raherilalao & Goodman, 2011) et la flore (Schatz, 2002 ; Callmander *et al.*, 2011). La Convention sur la Diversité Biologique adoptée à Rio de Janeiro en 1992 reconnaît les espèces exotiques envahissantes comme l'une des principales menaces pour les espèces endémiques dans les îles, comme Madagascar.

Une espèce exotique envahissante concerne une sous-espèce ou une quelconque partie d'un animal ou d'une plante (œuf, graine ou autres propagules qui pourraient survivre et se reproduire) de cette espèce présente en dehors de son habitat naturel passé ou présent, dont l'introduction et/ou la dissémination intentionnelle ou accidentelle entraîne ou susceptible d'entraîner des impacts négatifs sur l'économie d'un pays, la diversité biologique ou la santé humaine (Genovesi & Shine, 2004 ; Beck *et al.*, 2008 ; Pyšek *et al.*, 2009). Cependant, ces processus d'établissement et de dispersion dans une nouvelle aire géographique peuvent être indépendant de l'origine de l'espèce, c'est-à-dire endémique ou introduite (Thompson *et al.*, 1995 ; Colautti & MacIsaac, 2004). C'est ainsi qu'une espèce envahissante peut être endémique (Valéry *et al.*, 2009), comme dans le cas de la liane *Cynanchum mahafalense* dans le Sud-ouest de Madagascar (Ratsirarson, 2005), ou encore l'arbre du voyageur *Ravenala madagascariensis* qui s'établit très rapidement sur les zones forestières défrichées et prédomine actuellement sur la façade orientale de la Grande Ile.

Il est bien connu à l'échelle internationale, et surtout dans les écosystèmes insulaires, que les espèces de plantes ou d'animaux envahissants entraînent généralement des impacts négatifs sur les espèces endémiques par la compétition directe (nourriture/nutriments, habitat ou micro-habitat), les différentes formes de prédation et la transmission des maladies et des parasites (Goodman *et al.*, 2017). Il peut arriver que ces impacts soient extrêmement sévères et souvent irréversibles (Rocamora & Henriette, 2015), comme le déclin ou même l'extinction des espèces, notamment dans les îles (Soubeyran, 2008). Par ailleurs, les espèces exotiques envahissantes affectent les conditions

socio-économiques des populations humaines, en particulier par la dévastation des cultures, des stocks alimentaires ou la circulation et la transmission des maladies (Lowe *et al.*, 2000 ; Pimentel *et al.*, 2005), particulièrement dans les îles (D'Antonio & Dudley, 1995 ; Reaser *et al.*, 2007). A Madagascar, la plupart des espèces considérées comme envahissantes ont été introduites aussi bien en ce qui concerne la flore (Binggeli, 2003 ; Kull *et al.*, 2012 ; Goodman *et al.*, 2018), que la faune (Goodman *et al.*, 2017).

Pour satisfaire aux objectifs globaux de préservation de la biodiversité, le gouvernement de Madagascar a signé la Convention sur la Diversité Biologique lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992. Cette convention a trois objectifs principaux : la conservation de la biodiversité, l'utilisation durable des ressources naturelles et le partage équitable des bénéfices issus de l'utilisation des ressources génétiques. Madagascar a ratifié la convention sur la base de la loi n° 95-013 du 9 août 1995 (MEEF, 2004). Le pays s'est ainsi, dans le cadre de conventions internationales, engagé à poursuivre les actions de conservation de ses ressources naturelles et à mettre en œuvre les recommandations de cette convention pour mieux gérer sa biodiversité et contribuer indirectement à la préservation du patrimoine biologique mondial.

Parallèlement, Madagascar a également signé le Protocole de Carthagène en septembre 2000 et l'a ratifié en novembre 2003. L'objectif de ce Protocole est de « *contribuer à assurer un niveau de protection adéquat dans le domaine du transfert, de la manipulation et de l'utilisation sans danger des organismes vivants modifiés issus de la biotechnologie moderne, et qui peuvent avoir des effets défavorables sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique, compte tenu des risques sur la santé humaine, et en mettant spécifiquement l'accent sur les mouvements transfrontaliers* ». La politique nationale sur la biosécurité malgache actuelle est principalement dérivée de ce protocole, et repose sur la Constitution de la République de Madagascar, la Déclaration de Rio, la Charte de l'Environnement et le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (MEEF, 2004).

A travers ces différents contextes, il apparaît que d'une part, les espèces exotiques envahissantes peuvent constituer une réelle menace pour la diversité biologique de Madagascar ; et que d'autre part, le pays a montré sa volonté à s'engager dans la conservation durable de cette biodiversité. Pourtant, à travers les engagements déjà réalisés, les liens

entre la conservation de la biodiversité et la gestion des espèces exotiques envahissantes semblent ne pas être clairement établis.

Le présent manuscrit passe d'abord en revue la politique nationale sur la biosécurité à Madagascar, les législations existantes s'y rapportant, puis essaye d'établir les liens avec la gestion des espèces exotiques envahissantes dans la Grande Ile. Cette démarche permettra de fournir des perspectives et des recommandations sur la gestion des espèces exotiques envahissantes pour le pays. Ces perspectives et recommandations proposées sont renforcées par des stratégies sur les biosécurités performantes adoptées par d'autres pays.

Politique nationale sur la biosécurité

La politique nationale sur la biosécurité à Madagascar est basée sur la nécessité de la réconciliation de l'Homme avec la nature et l'environnement, y compris les ressources naturelles, conformément à la Constitution, aux principes de la Déclaration de Rio, à la Charte de l'Environnement et au Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (MEEF, 2004). Le souci du bien-être humain des générations actuelles et futures est également au centre de cette politique. Les priorités du pays sont le développement socio-économique et l'éradication de la pauvreté. Dans le processus du développement, la protection de l'environnement constitue une composante importante qui est déterminée par la lutte contre la pauvreté *via* l'élimination des modes de production et de consommation non durables. En effet, la politique et la réglementation nationales en termes de biosécurité visent à protéger les individus, la société et l'environnement en minimisant les dangers potentiels associés aux nouvelles mises en œuvre des recombinaisons de matériels génétiques et en facilitant l'utilisation rationnelle de la biotechnologie.

En d'autres termes, l'objectif de la politique nationale sur la biosécurité est « *de faire face de manière rationnelle, objective et sécurisée aux questions des Organismes Génétiquement Modifiés sur la base d'informations bien maîtrisées, d'un outil juridique contraignant, de capacités techniques et scientifiques appropriés et selon un processus de prise de décision impliquant la participation du public* » (MEEF, 2004). Pourtant, dans la Déclaration de Rio, le principe de précaution (Principe 15, pour la protection de l'environnement) pourrait servir de repère pour aborder la gestion des espèces exotiques envahissantes car ce principe stipule que « des mesures de précaution doivent être largement

appliquées par les Etats selon leur capacités ; en cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ».

Organismes Génétiquement Modifiés (OGM)

La politique nationale sur la biosécurité malgache est essentiellement focalisée sur la gestion des OGM étant donné que la biotechnologie est utilisée dans divers secteurs rattachés à l'amélioration des conditions socio-économiques de la population humaine à travers le pays. Ces secteurs comprennent :

- Alimentation : les OGM sont utilisés pour améliorer la production, la qualité nutritionnelle et visuelle, le goût et la composition des aliments destinés à la consommation humaine.
- Industrie médicale et pharmaceutique : pour fabriquer des vaccins, des antibiotiques, de l'insuline, et des vitamines.
- Environnement : les OGM qui réduisent le besoin d'engrais chimiques et de pesticides réduisent également la présence de composés nocifs dans l'environnement.
- Agriculture : pour améliorer le niveau de rendement des cultures et les pratiques agricoles, la santé animale et la nutrition, la productivité et la fertilité des sols. D'autres secteurs utilisent également les OGM, comme l'industrie chimique (par exemple pour fabriquer des huiles dérivées de colza, de lin, de tournesol, de soja).

Cependant, l'utilisation des OGM peut poser divers types de risques à différents niveaux:

- Médical : risque d'allergie, risque de transfert de résistance aux antibiotiques et risque de cancer.
- Environnement : pollution génétique, altération des équilibres écologiques par pression de sélection anormale et création de nouveaux organismes envahisseurs.
- Géopolitique : augmentation des inégalités Nord-Sud, les pays du Sud pouvant être progressivement exclus du jeu économique mondial.
- Socio-économique et culturel : quelques grandes entreprises peuvent devenir fournisseurs exclusifs de la planète ; à l'échelle locale, les paysans pourraient dépendre de l'importation

des semences hybrides qu'ils seraient obligés de racheter chaque année.

Législation relative à la biosécurité à Madagascar

Une série de lois nationales relatives à l'introduction et à l'utilisation des produits pouvant intégrer des OGM ont été identifiées à travers la mise en place de la structure nationale de biosécurité. Les législations existantes sont résumées dans l'Annexe 1.

La législation qui traite l'introduction des espèces exotiques, éventuellement envahissantes, est le décret n° 69-434 (1969), modifié par le décret n° 2004-041 (2004), qui fixe le régime appliqué à « *l'importation et l'exportation des animaux, des produits et des denrées d'origine animale et des graines, des fourrages et des denrées destinées à l'alimentation des animaux* ». Dans son Article 4, ce décret interdit l'importation d'espèces animales exotiques pouvant provoquer d'effets prédateurs sur la faune et la flore locales et pouvant devenir dangereux pour les animaux d'élevages et les humains. Cet Article 4 stipule également que les importations des espèces animales non représentées à Madagascar ne peuvent être autorisées qu'à des fins de recherches scientifiques ou à titre de démonstration. Dans son Article 11, ce même décret prescrit les mesures à prendre par le Responsable et les agents du Poste Frontalier (ports et aéroports) dans le cas où une maladie contagieuse est suspectée ou détectée sur les animaux importés. En cas d'infraction des dispositions dudit décret, l'Article 11 stipule que le Responsable du Poste Frontalier peut ordonner l'abattage des animaux, la saisie et la destruction des produits d'origines animales. Ces derniers devraient inclure les œufs qui pourraient être l'origine d'une introduction d'espèces d'oiseaux exotiques.

Cependant, il s'avère que le décret n° 2004-041 (2004) traite uniquement les cas d'importation et d'exportation d'animaux ou de plantes ou de leurs dérivés, c'est-à-dire intentionnel, mais ne régleme pas spécifiquement les cas d'introductions accidentelles d'organismes accompagnant les importations légales de biens et de marchandises divers.

Contexte historique récent lié à la biosécurité et aux espèces exotiques envahissantes à Madagascar

Au cours des trois dernières décennies, Madagascar a progressivement développé des instruments juridiques pour améliorer la protection de la santé publique, la situation socio-économique de ses citoyens et son environnement face aux menaces que peuvent représenter les OGM. Plusieurs de ces lois et dispositions actuelles répondent en partie aux quatre principales cibles de la biosécurité considérées par la FAO (2007), à savoir la vie et la santé du public, les animaux, les plantes et la protection de l'environnement. Cependant, il n'y a pratiquement aucune disposition ni stratégie appropriée contre l'introduction accidentelle et la propagation des espèces exotiques envahissantes, alors que celles-ci figurent parmi les plus importantes menaces pour la biodiversité insulaire et des secteurs économiques-clés, comme l'agriculture (Naylor, 1996 ; Reaser *et al.*, 2007), le tourisme (Feare, 1999 ; Merton *et al.*, 2002 ; Sealey, 2006) surtout dans les pays en voie de développement.

Comme dans d'autres pays du monde, les hommes ont introduit une grande variété de plantes et d'animaux au cours des derniers millénaires à Madagascar à des fins alimentaires, économiques, esthétiques ou accidentellement. L'introduction des espèces envahissantes à Madagascar a été formellement enregistrée depuis près de cent ans avec, par exemple, le cas d'une variété du figuier de barbarie (cactus raquette) du genre *Opuntia* (Kull *et al.*, 2014). Cependant, les débats sur les espèces envahissantes à Madagascar sont relativement rares, et le premier événement consacré à ces espèces dans la Grande Ile n'a eu lieu que les 9 et 10 octobre 2013 à l'Université d'Antananarivo. Il s'agissait d'un colloque régional axé sur l'identification des connaissances acquises et des besoins pour l'évaluation et la gestion des espèces envahissantes dans les îles du Sud-ouest de l'océan Indien (Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences, 2014).

Certains cas d'introductions récentes montrent des lacunes dans le système national de biosécurité malgache, depuis au moins les quatre dernières décennies. Par exemple, vers 1985, le moineau domestique, *Passer domesticus*, a été signalé pour la première fois à proximité du port de Toamasina (Langrand & Sinclair, 1994), et jusqu'en 1987, la population était estimée à environ 20 individus

(Goodman *et al.*, 2017). A cette époque, une proposition d'éradication, soumise aux autorités malgaches, a été rejetée car cette action n'a pas été considérée comme priorité pour la conservation de la biodiversité de la Grande Ile. Actuellement, la population du moineau domestique est abondante le long de la côte de la région de Toamasina et de Fénérive-Est (Nord de Toamasina) avec une population estimée à près de 7 700 000 individus en 2017 (Goodman *et al.*, 2017), dans la région d'Antsiranana au nord de Madagascar, dans la région de Mahajanga dans le Nord-ouest, et des individus ont été observés à Antananarivo, dans le Centre de la Grande Ile (Goodman, comm. pers.).

En effet, il est particulièrement intéressant de rappeler que les impacts d'une espèce envahissante ne se limitent pas uniquement à la biodiversité. Par exemple, sur la base d'informations issues d'une expérience en captivité (El-Danasory & Abouamer, 2012), et en supposant que le régime alimentaire du moineau domestique soit composé de riz à 25 %, la population actuelle du moineau domestique dans la région de Toamasina pourrait consommer jusqu'à 4 100 tonnes de riz par an (Goodman *et al.*, 2017), ce dégât étant estimé à près de huit milliards d'Ariary (soit près de 2 millions d'Euros) compte tenu du prix moyen du kilos de riz sur le marché local en 2017. Ainsi, une espèce introduite à Madagascar et devenue envahissante pourrait avoir des impacts socio-économiques importants, outre les interactions négatives avec la biodiversité endémique.

Basé sur ce cas, il est important de souligner que la probabilité d'éradiquer une espèce introduite est nettement plus élevée lorsque sa population est encore de petite taille et sa distribution est encore relativement restreinte, d'où la nécessité d'élaborer une stratégie de réponse et d'action appropriée dès le premier signalement de la présence d'une espèce récemment introduite. Cet aspect de détection précoce et de réaction rapide fait partie intégrante d'une stratégie efficace de biosécurité.

Plus récemment en 2003, l'écrevisse parthénogénétique *Procambarus fallax* f. *virginalis* a été introduite sur les Hautes Terres du Centre de Madagascar. Cette espèce est présumée devenir envahissante et avoir des impacts négatifs sur les écosystèmes d'eau douce (Feria & Faulkes, 2011). La raison de l'introduction reste inconnue mais il existerait un lien avec un projet de construction de routes réalisé par des entrepreneurs étrangers en 2003/2004. Compte tenu de cette hypothèse, il est clair que des mesures de biosécurité appropriées

n'ont pas été identifiées et mises en œuvre, notamment aux frontières d'accès à l'aéroport ou au port maritime.

En outre, l'incursion du crapaud commun d'Asie, *Duttaphrynus melanostictus*, dans l'Est de Madagascar constitue également une menace importante pour la biodiversité et la population humaine dans cette partie de l'île. En effet, pourvu d'un fort potentiel d'envahissement, ce crapaud introduit pourrait entraîner un déclin ou même une extinction des populations de ses proies invertébrés et vertébrés endémiques (par exemple, les amphibiens) à Madagascar (McClelland *et al.*, 2015). En raison des toxines que cette espèce contient, des prédateurs naturels comme les serpents, les oiseaux et les mammifères carnivores pourraient être également victimes d'empoisonnement suite à l'ingestion de crapauds. En effet, une étude récente a montré la vulnérabilité des vertébrés prédateurs de Madagascar aux toxines de ce crapaud (Marshall *et al.*, 2018). Ainsi, une pullulation des proies de ces prédateurs, notamment des rats, pourrait survenir, une fois que les populations de leurs prédateurs naturels auraient diminuées ; ceci entraînerait des dégâts sur les cultures et les denrées alimentaires, et un retentissement économique (McClelland *et al.*, 2015). Par ailleurs, étant donné que les rats, animaux commensaux de l'homme, sont des réservoirs de la peste à Madagascar (Duplantier & Duchemin, 2003), des impacts indirects sur la santé humaine seraient également envisageables.

Concernant les procédures de biosécurité, des études ont indiqué que le crapaud commun d'Asie est arrivé à Madagascar par le port de Toamasina, en trouvant refuge dans des conteneurs expédiés d'Asie (Kolby, 2014 ; Kull *et al.*, 2014), dès 2010 (Moore *et al.*, 2015) ou même au cours des quelques années précédentes (Goodman *et al.*, 2017). Cela indique un défaut de procédures de biosécurité au niveau du port de Toamasina. Deuxièmement, il semble que même si les crapauds aient été observés par la population locale dès 2011 et peut-être plus tôt, le problème n'a été reconnu par les organisations non gouvernementales œuvrant dans la conservation de la biodiversité et signalé au gouvernement qu'en 2014 (McClelland *et al.*, 2015). Cela dénote que la sensibilisation du public sur la biosécurité et les espèces envahissantes est encore relativement faible à Madagascar. De plus, le temps de réponse des institutions gouvernementales ou non gouvernementales a été long, ce qui reflèterait des lacunes dans la politique et la stratégie

gouvernementale afin de permettre aux institutions concernées de mener des suivis périodiques, des consultations et des sensibilisations du public. En 2016, l'aire de distribution du crapaud commun d'Asie s'était considérablement élargie, à 10 km au Nord et à 15 km au Sud des zones d'incursion antérieures connues (Goodman *et al.*, 2017). Avec l'augmentation continue du volume de transfert des marchandises et des mouvements de personnes, ainsi que les inondations associées aux fortes pluies et aux cyclones, il est très probable que l'aire de distribution de ce crapaud hautement invasif s'étendra, ainsi que ses impacts négatifs sur la biodiversité et l'environnement.

Dans ce contexte de menaces émergentes, il s'avère crucial d'élaborer une législation et des stratégies d'actions spécifiquement liées au risque d'introduction d'espèces exotiques envahissantes à Madagascar. Les leçons apprises et les expériences issues d'autres pays, plus avancés dans ce domaine et ont déjà mis en place des systèmes de biosécurité fonctionnels depuis de nombreuses années, comme l'Australie ou la Nouvelle-Zélande, pourraient être une réelle source d'inspiration.

S'inspirer du système de biosécurité d'autres pays

Australie et Nouvelle-Zélande

Comparé aux systèmes et politique nationaux de biosécurité relativement robustes d'autres pays comme l'Australie (Craik *et al.*, 2017) ou la Nouvelle-Zélande (NZ Biosecurity Council, 2003), ceux de Madagascar semble présenter d'importantes lacunes. Par exemple, en termes de structure, pour ces deux pays, qui sont aussi des grandes îles, le système national de biosécurité fonctionne selon une ligne de défense multiple : pré-frontière, frontière et post-frontière.

Particulièrement pour l'Australie, la ligne de défense pré-frontière (internationale) consiste d'abord à élaborer une politique claire de norme internationale sur la santé des végétaux et des animaux, puis à élaborer des exigences de biosécurité pour le commerce international. Cette stratégie implique la nécessité d'effectuer une évaluation des risques afin de déterminer la probabilité qu'un organisme envahissant pénètre, s'établisse ou se propage sur le territoire national. Ainsi, l'impact probable sur le pays, si cette invasion devait se produire, et les options disponibles pour la gestion de ce risque sont déterminées. Par exemple, avant d'expédier des véhicules d'occasion ou

d'autres matériaux, ces marchandises sont vérifiées pour qu'elles ne transportent pas accidentellement des espèces exotiques envahissantes. Le but de ces mesures pré-frontières est de mettre en œuvre un programme continu et adéquat afin de déplacer le risque et d'effectuer les mesures d'atténuation des risques en dehors du territoire national.

En second lieu, les interventions à la frontière visent à empêcher que les marchandises à risque ne constituent une voie d'entrée accidentelle, illégale ou volontaire de tout organisme potentiellement invasif à travers les ports maritimes et les aéroports. En effet, les frontières sont diffuses et n'incluent pas seulement les points d'entrée principaux. Par exemple, les conteneurs déchargés dans les ports devraient être ouverts et inspectés, et cela peut être effectué dans des centaines de ports de transit à travers le pays. Ces inspections à la frontière sont basées sur des profils de risque générés sur la base de nombreux critères tels que le risque de la voie d'introduction, la nature de l'objet, le pays d'origine et l'historique de la personne ou de l'entreprise qui envoie ou apporte l'objet. De plus, la législation australienne sur la biosécurité est conçue pour être flexible et pour répondre aux défis futurs. En outre, le pays a également établi un solide service de quarantaine dans les ports maritimes et les aéroports, et utilise des outils de prise de décision qui mesurent les avantages et les risques d'introduction potentielle de nouvelles espèces exotiques envahissantes (Kumschick & Richardson, 2013).

En Australie, la ligne de défense post-frontière (à l'intérieur du pays) repose sur la surveillance, la préparation, la riposte et la lutte contre les espèces exotiques envahissantes et nuisibles sur le long terme. La surveillance consiste à la détection précoce des nouvelles incursions ou des espèces exotiques envahissantes récemment établies. La préparation et la réponse se rapportent à un test régulier de la capacité du système de biosécurité à répondre rapidement si une espèce envahissante est détectée. Ainsi, le système de biosécurité est prêt à répondre aux incursions de nouvelles espèces, et les dommages causés par les nouveaux organismes détectés sont minimisés. Enfin, le programme de lutte contre les espèces exotiques envahissantes vise à contenir, gérer ou éradiquer l'impact des espèces indésirables qui auraient pu s'établir à différentes échelles (nationale, régionale ou locale).

La Nouvelle-Zélande applique également des procédures strictes, et un des plus performants dans le monde, de biosécurité dans les aéroports et les

ports maritimes afin de prévenir l'introduction des espèces exotiques envahissantes. Par exemple, des équipes de chiens renifleurs et détecteurs (rats, souris, scinques, graines) ainsi que d'autres technologies de détection (scanner à rayon X), sont déployées dans les terminaux de passagers internationaux. En outre, un Acte de Biosécurité fournit spécialement un cadre juridique pour empêcher l'introduction et gérer le cas des espèces exotiques à Nouvelle-Zélande (Biosecurity Act, 1993 ; NZ Biosecurity Council, 2003). En général, ce système de biosécurité est basé sur le système de défense pré-frontière, à la frontière et post-frontière comme celui de l'Australie.

Sur la base de ces exemples, il s'avère que les systèmes de biosécurité efficaces reposent sur une « responsabilité partagée » et devraient impliquer le gouvernement (Ministère de l'Environnement de l'Ecologie et des Forêts, douanes, etc.), les autorités portuaires et aéroportuaires, les organisations de la société civile, les industries exportateurs et importateurs, les fermes d'élevage, les entreprises minières, le secteur touristique, les chercheurs et les citoyens. Un système national de biosécurité à Madagascar pourrait être dérivé et modifié à partir de celui de la Nouvelle-Zélande ou de l'Australie, qui est également basé sur les expériences acquises ailleurs dans le monde (Kumschick & Richardson, 2013).

Même si Madagascar est un pays en voie de développement, et que ces pays étrangers sont déjà développés, Madagascar devrait mettre en place une stratégie de recherche de financement indépendant ou en accord avec d'autres pays de l'océan Indien par exemple. Cette action permettrait de mettre en place un système de biosécurité adéquat qui pourrait éviter ou atténuer les coûts socio-économiques (tourisme, agriculture, santé, etc.) et les impacts négatifs sur la biodiversité qui seraient causés par l'introduction et/ou la propagation des espèces exotiques envahissantes dans la Grande Ile.

Au-delà du système de biosécurité et de la législation en place, l'information et la sensibilisation à grande échelle ainsi que la participation citoyenne constituent un autre axe stratégique important pour prévenir l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Par exemple, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont mis en place des sites internet dédiés à ce domaine, pouvant être consultés par le public pour obtenir différents types d'informations ou pour signaler tout problème de biosécurité (pour l'Australie, voir le site web <http://www.agriculture.gov.au/biosecurity/australia>; pour la Nouvelle Zélande,

voir le site <http://www.mpi.govt.nz/law-and-policy/legal-overviews/biosecurity/>). Une telle stratégie n'existe pas encore pour Madagascar, alors que les citoyens, le secteur touristique, les industries et d'autres opérateurs économiques pourraient jouer un rôle essentiel non seulement dans l'amélioration des mesures de biosécurité au niveau national mais également dans leur mise en œuvre au niveau local.

Autres îles dans l'Ouest de l'océan Indien

Faisant partie de la région occidentale de l'océan Indien, et étant donné les échanges commerciaux et les mouvements de personnes en constante augmentation avec les îles et pays voisins (Maurice, La Réunion, Afrique du Sud, etc.), Madagascar devrait également prendre en considération les systèmes de biosécurité mis en place dans les pays voisins, pour peut-être s'en inspirer et tout au moins développer des collaborations régionales en la matière. Par exemple, à La Réunion, il existe une stratégie claire intégrant différents secteurs (organisations, agences gouvernementales administratives, universitaires, etc.) pour aborder spécifiquement les problèmes des espèces exotiques envahissantes. Leur stratégie est basée sur quatre axes principaux. Le premier axe consiste à prévenir l'introduction intentionnelle ou accidentelle des espèces exotiques envahissantes. Il s'agit d'un renforcement des réglementations existantes et des contrôles des frontières, et de la mise en place d'un réseau de contact avec d'autres îles pour une surveillance efficace de tous les ports d'entrée. Le second axe consiste en une lutte active contre ces espèces (détection précoce et éradication rapide ou éradication, confinement et gestion). La sensibilisation du public, la communication, l'éducation et la formation sur les espèces exotiques envahissantes à différents niveaux de parties prenantes constituent le troisième axe. Le dernier axe consiste à gouverner et à animer l'ensemble de la stratégie. Toutefois, à ce jour, il s'avère difficile de connaître ce qui a été réellement appliqué sur le terrain et dans quelles mesures. De ce fait, pour le cas de Madagascar, définir des indicateurs mesurables serait nécessaire pour l'amélioration de la politique nationale sur la biosécurité.

La Réunion bénéficie par ailleurs de la mise en place du Groupe des Espèces Invasives de la Réunion (GEIR, <https://www.especiesinvasives.re/>) qui favorise la coordination des acteurs locaux, la planification et la mise en œuvre de la stratégie de lutte contre les espèces exotiques envahissantes dans ce pays, dans le cadre du « Programme

Opérationnel des Lutttes contre les Invasives ». Le GEIR est composé d'institutions, d'agences, d'associations, de professionnels et de personnes ressources travaillant sur ces espèces qui menacent le patrimoine naturel de l'île, mais aussi l'économie locale et la santé humaine.

La stratégie de La Réunion a été élaborée à partir de la stratégie globale de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) sur les espèces envahissantes (voir McNeely *et al.*, 2001) et de la stratégie européenne sur les espèces exotiques envahissantes (voir Genovesi & Shine, 2004). Cette dernière recommande certaines actions qui pourraient être appliquées à Madagascar, notamment les points suivants :

- Besoin d'assistance et de sensibilisation du public.
- Evaluation des possibilités d'introduction future d'espèces exotiques ; envahissantes, stratégie de gestion et partage de l'information.
- Amélioration des législations, de la structure politique et institutionnelle.
- Coopération avec les pays, en particulier les îles de l'océan Indien occidental.
- Prévention de l'introduction, détection précoce et réaction rapide.

En outre, suite à la mise en place de la stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes publiée en 2017, une réglementation spécifique a été adoptée concernant l'introduction dans le milieu naturel des espèces de faune et de flore non indigènes à la Réunion ainsi qu'à la Martinique et à la Guadeloupe. Cette interdiction d'introduction dans le milieu naturel des espèces de faune et de flore non indigènes à la Réunion est désormais en vigueur à la Réunion par la publication le 9 février 2018 au journal officiel d'arrêtés spécifiques (<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/2/9/TREL1704151A/jo/texte> et <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/2/9/TREL1704134A/jo/texte>). Particulièrement l'interdiction de transport et de commerce constituent une approche intéressante pour peut-être tenter de réduire la dispersion des espèces exotiques envahissantes par l'homme, en cas d'incursion récente. Des sanctions sont d'ailleurs prévues en cas de violations de ces dispositions : sont notamment passibles d'un an d'emprisonnement et d'une amende de 9000 Euros les faits d'introduire volontairement dans le milieu naturel, de transporter, utiliser, colporter, mettre en vente, ou acheter un spécimen d'une espèce animale ou végétale non indigène à la Réunion, l'introduction

involontaire étant soumise à une contravention de 750 Euros. Cependant, de telles dispositions, même si elles semblent de nature à encourager les personnes averties à prendre garde au risque d'introduction d'espèces exotiques envahissantes lors de leur entrée ou déplacement sur l'île, voire à dissuader des introductions intentionnelles, n'auront à priori qu'un impact limité étant donné d'une part l'absence de communication au grand public sur le sujet et notamment sur les NAC (Nouveaux Animaux de Compagnie), une mode relativement récente mais en pleine expansion à la Réunion comme dans d'autres îles ; et d'autre part l'insuffisance notoire des contrôles au niveau des animaleries (problématique des espèces faunistiques importées « légalement » à la Réunion, qui sont vendues aux particuliers et qui peuvent ensuite se retrouver dans la nature quand les propriétaires n'en veulent plus).

Par ailleurs, depuis 2012 jusqu'à très récemment, le réseau de l'océan Indien occidental sur les espèces envahissantes (WIONIS - Western Indian Ocean Network on Invasive Species, <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/en/WIONIS/WIONIS-the-Network>), a servi de plateforme d'échanges d'informations pour les personnes intéressées par les espèces exotiques envahissantes et leur gestion dans la région de l'océan Indien occidental. L'objectif de ce réseau était de promouvoir la prévention et la gestion efficaces d'invasions biologiques dans la région. Il fonctionnait en facilitant les échanges des données, des nouveautés, des alertes, des conseils, des demandes et d'autres informations, en favorisant la collaboration et en établissant des liens entre ceux qui avaient besoin de services (information, expertise, assistance technique, formation, financement, personnel, volontaires, etc.) et ceux qui pouvaient les fournir. De tels outils de communication et d'échanges régionaux devraient faire partie intégrante de la stratégie et de la politique malgache sur la biosécurité afin d'empêcher ou de gérer efficacement l'introduction future d'espèces exotiques envahissantes.

Perspectives et recommandations

Les leçons et expériences tirées d'autres pays comme l'Australie ou la Nouvelle-Zélande ou des îles de l'océan Indien occidental pourraient être utilisées pour développer et améliorer la politique nationale sur la biosécurité à Madagascar, particulièrement en termes de risque d'invasion biologique. Etant donné les menaces émergentes et les lacunes mises en évidence dans la politique et la structure

nationale de biosécurité, il est clair que le système de biosécurité malgache devrait bénéficier des actions suivantes :

- 1) Développement d'une législation nationale spécifique aux espèces exotiques envahissantes, et mise en œuvre de moyens d'action.
- 2) Identification des espèces exotiques envahissantes hautement prioritaires qui devraient être impérativement empêchées d'entrer dans le pays (liste noire).
- 3) Création d'une agence ou d'une institution gouvernementale dédiée, en lien avec les organisations de la société civile, à l'élaboration d'une stratégie nationale et à la coordination des efforts visant à prévenir l'introduction des espèces exotiques envahissantes.
- 4) Développement des stratégies appropriées à la fois pour la gestion des incursions identifiées et pour les menaces à venir, incluant une stratégie pour la détection précoce, et un système de réponse rapide permettant de gérer les incursions (contrôle ou éradication).
- 5) Coopération avec les pays ayant des échanges commerciaux avec Madagascar et appliquant des mesures pré-frontières pour réduire en amont le risque d'introduction d'espèces exotiques potentiellement envahissantes.
- 6) Mise en place de plateformes d'échanges et de collaboration rassemblant les acteurs susceptibles d'agir en matière de prévention de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (Ministère de l'Environnement, autorités portuaires et aéroportuaires, douanes, industries, organisations non gouvernementales travaillant dans l'environnement, exportateurs et importateurs, agences de voyage, compagnies aériennes, etc.).
- 7) Elaboration et mise en œuvre de stratégies de formation des professionnels concernés (notamment Ministère de l'Environnement, autorités portuaires et aéroportuaires, douanes par le biais d'ateliers régionaux et locaux), et d'éducation du public et de communication par le biais d'outils tels que sites internet, médias sociaux, presse écrite et audio-visuelle (surtout les radios locales).
- 8) Evaluation des voies d'introduction existantes et potentielles d'espèces exotiques envahissantes afin de prioriser et de renforcer les inspections.
- 9) Elaboration et mise en œuvre de protocoles stricts pour le suivi, l'inspection et la mise en quarantaine des marchandises dans les aéroports et les

ports maritimes. Ces protocoles devraient être appliqués dans tous les points d'entrée du pays et couvrir tous les ports afin de minimiser le risque de propagation de toute espèce récemment introduite.

- 10) Mise en place d'une stratégie et d'outils de recherche de financement indépendant pour la gestion des espèces exotiques envahissantes dans le pays ou en lien avec la région océan Indien.

Conclusion

Bien que le gouvernement de Madagascar ait signé la Convention sur la Diversité Biologique et se soit engagé pour la protection de ses vastes ressources naturelles et de sa biodiversité, la politique et la stratégie nationale sur la biosécurité du pays sont davantage axés sur la santé publique et le secteur agricole. Il n'y a pratiquement aucune disposition réglementaire limitant l'introduction des espèces exotiques envahissantes dans l'île, ce qui met en péril le patrimoine naturel de Madagascar. La quasi-absence d'un système de biosécurité performant, qui permet de protéger la flore et la faune uniques de Madagascar, peut conduire à des incursions d'espèces dont les impacts peuvent s'étendre bien au-delà de la biodiversité naturelle et avoir de graves implications pour l'agriculture et le bien-être humain. De nombreux autres pays, notamment l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Equateur (Galápagos) ont élaboré et mis en œuvre avec succès des protocoles de biosécurité performants. Un grand nombre de ces systèmes et des protocoles de biosécurité, ainsi que les leçons apprises dans différents pays, pourraient être adaptés et utilisés dans l'élaboration d'une stratégie nationale sur la biosécurité à Madagascar. Dans tous les cas, un plan de biosécurité robuste et efficace nécessitera des ressources adéquates et un haut niveau d'expertise, deux éléments importants qui font actuellement cruellement défaut à Madagascar pour mettre en œuvre une biosécurité nationale adéquate en termes d'invasion biologique.

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à Madeleine Pott et Steve Goodman pour leurs conseils précis dans l'élaboration de ce document. Je remercie également David Derand et Karen Freeman pour leurs commentaires et critiques constructifs sur ce manuscrit. Je suis redevable envers la Fondation The Leona M. & Harry B. Helmsley Charitable Trust

pour avoir financé cette étude. Mes reconnaissances reviennent également à Island Conservation qui m'a permis de me focaliser et d'évoluer davantage dans le domaine des espèces envahissantes.

Références bibliographiques

- Beck, K. G., Zimmerman, K., Schradt, J. D., Stone, J., Lukens, R. R., Reichard, S., Randall, J., Cangelosi, A. A., Cooper, D. & Thompson, J. P. 2008.** Invasive species defined in a policy context: Recommendations from the Federal Invasive Species Advisory Committee. *Invasive Plant Science and Management*, 1(4):414-421.
- Binggeli, P. 2003.** Introduced and invasive plants. Dans *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 257-268. The University of Chicago Press, Chicago.
- Biosecurity Act. 1993.** Accessible sur <http://http://legislation.govt.nz/act/public/1993/0095/latest/DLM314623.html>
- Callmander, M. W., Phillipson, P. B., Schatz, G. E., Andriambololona, S., Rabarimanarivo, M., Rakotonirina, N., Raharimampionona, J., Chatelain, C., Gautier, L. & Lowry II, P. P. 2011.** The endemic and non-endemic vascular flora of Madagascar updated. *Plant Ecology and Evolution*, 144(2): 121-125.
- Colautti, R. I. & MacIsaac, H. J. 2004.** A neutral terminology to define 'invasive' species. *Diversity and Distributions*, 10: 135-141.
- Craik, W., Palmer, D. & Sheldrake, R. 2017.** *Priorities for Australia's biosecurity system: An independent review of the capacity of the national biosecurity and its underpinning intergovernmental agreement.* Commonwealth of Australia, Canberra.
- D'Antonio, C. M. & Dudley, T. L. 1995.** Biological invasions as agents of change on islands compared with mainlands. Dans *Biological diversity and ecosystem function*, eds. P. M. Vitousek, L. Loope & H. Aderson, pp. 103-121. Springer Verlag, Berlin.
- Duplantier, J.-M. & Duchemin, J.-B. 2003.** Introduced small mammals and their ectoparasites: A description of their colonization and its consequences. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1191-1194. The University of Chicago Press, Chicago.
- EI-Danasory, M. A. M. & Abouamer, W. L. 2012.** Food preference and food consumption of House Sparrow *Passer domesticus niloticus* Nicoll and Bonhote under laboratory conditions. *Journal of Plant and Pathology, Mansoura University*, 3(11).
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2007.** Dossier FAO sur la biosécurité. Rome. Disponible sur <http://www.fao.org/3/a-a1140f.pdf>
- Feare, V. 1999.** Ants take over from rats on Bird Island, Seychelles. *Bird Conservation International*, 9: 95-96.
- Feria, T. P. & Faulkes, Z. 2011.** Forecasting the distribution of Marmorkrebs, a parthenogenetic crayfish with high invasive potential, in Madagascar, Europe, and North America. *Aquatic Invasions*, 6(1): 55-67.
- Genovesi, P. & Shine, C. 2004.** *European strategy on invasive alien species. Convention on the conservation of European wildlife and habitats (Bern Convention).* Nature and Environment, no. 137. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Goodman, S. M. & Benstead, J. P. 2005.** Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, 39(1): 73-77.
- Goodman, S. M., Raselimanana, A. P., Andrianiaina, H. A., Gauthier, N. E., Ravaojanahary, F. F., Sylvestre, M. H. & Raherilalao, M. J. 2017.** The distribution and ecology of invasive alien vertebrate species in the greater Toamasina region, central eastern Madagascar. *Malagasy Nature*, 12: 95-109.
- Goodman, S. M., Raherilalao, M. J. & Wohlhauser, S. (eds.). 2018.** *Les aires protégées terrestres de Madagascar : Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota.* Association Vahatra, Antananarivo.
- Kolby, J. E. 2014.** Stop Madagascar's toad invasion now. *Nature*, 509: 563.
- Kull, C. A., Tassin, J., Moreau, S., Rakoto Ramiarantsoa, H., Blanc-Pamard, C. & Carrière, S. M. 2012.** The introduced flora of Madagascar. *Biological Invasions*, 14(4): 875-888.
- Kull, C. A., Tassin, J. & Carrière, S. M. 2014.** Approaching invasive species in Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 9(2): 60-70.
- Kumschick, S. & Richardson, D. M. 2013.** Species based risk assessments for biological invasions: Advances and challenges. *Diversity and Distributions*, 19(9): 1095-1105.
- Langrand, O. & Sinclair, J. C. 1994.** Additions and supplements to the Madagascar avifauna. *Ostrich*, 65: 302-310.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2000.** *100 of the World's worst invasive alien species: A selection from the Global Invasive Species Database.* The Invasive Species Specialist Group, Auckland.
- Marshall, B. M., Caswell, N. R., Vences, M., Glaw, F., Andreone, F., Rakotoarison, A., Zancolli, G., Woog, F. & Wüster, W. 2018.** Widespread vulnerability of Malagasy predators to the toxins of an introduced toad. *Current Biology*, 28(11): R654-R655.
- McClelland, P., Reardon, J. T., Kraus, F., Raxworthy, C. J. & Randrianantoandro, C. 2015.** *Asian toad eradication feasibility report for Madagascar.* Te Anau, New Zealand.
- McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E. Schei, P. J. & Waage, J. K. (eds.) 2001.** *A global strategy on invasive alien species.* IUCN, Cambridge, UK.
- MEEF (Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts). 2004.** *Politique et structure nationale de biosécurité à Madagascar.* Rapport non publié (66 pages), République de Madagascar, Banque Mondiale. Fonds pour l'Environnement Mondial, Antananarivo.

Disponible sur https://unep.ch/biosafety/old_site/development/Countryreports/MGNBRepFR.pdf

MEF (Ministère de l'Environnement et des Forêts).

2014. *Cinquième rapport national de la convention sur la diversité biologique, Madagascar.* Rapport non publié. République de Madagascar, Banque Mondiale. Fonds pour l'Environnement Mondial, Antananarivo. Disponible sur <https://www.cbd.int/doc/world/mg/mg-nr-05-fr.pdf>

Merton, D., Climo, G., Laboudallon, V., Robert, S. & Mander, C. 2002. Alien mammal eradication and quarantine on inhabited islands. Dans *Turning the tide: The eradication of invasive species*, eds. C. R. Veitch & M. N. Clout, pp. 226-232. IUCN Species Specialist Group, Cambridge.

Moore, M., Fidy, J. F. S. N. & Edmonds, D. 2015. The new toad in town: Distribution of the Asian toad, *Duttaphrynus melanostictus*, in the Toamasina areas of eastern Madagascar. *Tropical Conservation Science*, 8(2): 440-455.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.

Naylor, R. 1996. Invasions in agriculture: Assessing the cost of the golden apple snail in Asia. *Ambio*, 25: 443-448.

NZ Biosecurity Council, 2003. *Protect New Zealand: The biosecurity strategy for New Zealand.* Available at <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/7152-tiakina-aotearoa-protect-new-zealand-the-biosecurity-strategy-for-new-zealand>.

Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economic*, 52(3): 273-288.

Pyšek, P., Hulme, P. E. & Nentwig, W. 2009. Glossary of the main technical terms used in the handbook. Dans *Handbook of alien species in Europe*, ed. J. A. Drake, pp. 375-378. Springer Verlag, Netherlands.

Raherilalao, M. J. & Goodman, S. M. 2011. *Histoire naturelle des familles et sous-familles endémiques d'oiseaux de Madagascar.* Association Vahatra, Antananarivo.

Ratsirarson, J. 2005. *Envahissement d'une liane endémique (Cynanchum mahafalense) dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly.* Forum de la Recherche

31 mars -1 avril 2005 à Toamasina. Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique, Antananarivo.

Reaser, J. K., Meyerson, L. A., Cronk, Q., Poorter, M. D., Eldrege, L. G., Green, E., Kairo, M., Latasi, P., Mack, R. N., Mauremootoo, J., O'Dowd, D., Orapa, W., Sastroutomo, S., Saunders, A., Shine, C., Thrainsson, D. & Vaiutu, L. 2007. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation*, 34(2): 98-111.

Rocamora, G. & Henriette, E. 2015. *Invasive alien species in Seychelles. Why and how to eliminate them? Identification and management of priority species.* Biotope Editions, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Schatz, G. E. 2002. Taxonomy and herbaria in service of plant conservation: Lessons from Madagascar's endemic families. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2): 145-152.

Sealey, N. 2006. The cycle of *Casuarina*-induced beach erosion - a case study from Andros, Bahamas. In *Proceedings of the 12th Symposium on the Geology of the Bahamas and other Carbonate Regions*, ed. D. Gamble, pp. 197-205. Gerace Research Center, San Salvador.

Soubeyran, Y. 2008. *Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations.* Collection Planète Nature. Comité français de l'UICN, Paris.

Thompson, K., Hodgson, J. G. & Rich, T. C. G. 1995. Native and alien invasive plants: More of the same? *Ecography*, 18: 390-402.

Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences, 2014. *Acte de colloque régional sur les espèces exotiques envahissantes dans les îles du Sud-Ouest de l'océan Indien, du 9 au 10 octobre 2013*, eds. B. Rakouth, J. Rasamy & E. Roger. Université d'Antananarivo, Antananarivo.

Valéry, L., Fritz, H., Lefeuvre, J.-C. & Simberloff, D. 2009. Invasive species can also be native. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(11): 585.

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*, 3rd edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Annexe 1. Législations existantes liées à la biosécurité à Madagascar (Source: MEEF, 2004 ; MEF, 2014).

Arrêté, décret, loi et ordonnance	Contenu
Ordonnance n°86-013 du 17 septembre 1986	Protection phytosanitaire et des produits végétaux pour prévenir et lutter contre l'introduction et l'expansion d'organismes nuisibles. Diffusion des techniques modernes pour la protection phytosanitaire, et l'exportation de végétaux et de produits végétaux.
Décret n° 69-434 du 7 octobre 1969 Modifié par Décret n° 2004-041 du 20 janvier 2004	Réglementation pour l'importation et l'exportation d'animaux, de produits et de denrées d'origine animale, de semences, de fourrages et de denrées destinés à l'alimentation animale.
Arrêté n°7450/92 du 14 décembre 1992	Procédures de contrôle et d'échantillonnage des produits agro-pharmaceutiques.
Arrêté interministériel n°0467/93 du 3 février 1993	Réglementation de l'importation, de la fabrication, de la commercialisation et de la distribution des produits agro-pharmaceutiques.
Décret interministériel n°3961/93 du 6 août 1993	Procédures de contrôle et de détermination des taux de concentration de radionucléides dans les denrées alimentaires.
Décret n°93-844 du 16 novembre 1993	Hygiène et qualité des aliments et des produits d'origine animale.
Loi n°94-038 du 9 décembre 1994	Législation sur la production et le commerce des semences.
Arrêté n°6854/97 du 30 juillet 1997	Désignation de l'autorité compétente pour l'inspection sanitaire et qualitative des denrées alimentaires et des produits d'origine animale et assimilés.
Loi n° 97-034 du 14 octobre 1997	Protection de la santé publique en termes d'ouverture du dispensaire de pharmacie.
Décret n°99-798 du 6 octobre 1999	Enregistrement des agents de lutte biologique et des biopesticides.
Loi n°2001-014 du 23 juillet 2001	Protection de la santé animale et amélioration de la productivité animale pour promouvoir le développement économique et conserver le patrimoine biologique national.
Loi n°2001-020 du 24 octobre 2001	Procédures pour le développement d'une aquaculture de crevettes responsable et durable.
Décret n°2004-0103 du 27 janvier 2004	Procédures pour la création et l'organisation de l'Unité de contrôle de qualité des denrées alimentaires.
Décret MECIE (Mise en Compatibilité des Investissement avec l'Environnement) n° 2004-167 du 3 février 2004	Etablissement des pouvoirs respectifs et le degré d'autorité des institutions ou organismes autorisés à œuvrer dans le cadre du MECIE.
Loi n° 2011-002 du 15 juillet 2011	Code de la santé. Interdiction de vente à titre de denrée alimentaire des produits végétaux ayant été mise en culture sous le mode spécifique des OGM.
Décret n° 2012-833 du 18 septembre 2012	Mise en place, fonctionnement et attribution des divers organes de la biosécurité.