



Essai de lutte intégrée contre la prolifération de *Cissus quadrangularis* L. (Vitaceae) dans le Parc National des Iles de la Madeleine (Sénégal)

Ephrem Nzengue^{1,2*}, Christophe Roland Zinga-Koumba^{2,3}, Donald Midoko Iponga², Hervé Roland Memiaghea², Abou Thiam¹, Bienvenu Sambou¹, Jacques François Mavoungou^{2,4}

¹Institut des Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta DIOP (ISE-UCAD) de Dakar, BP : 5005, Dakar-Sénégal

²Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), BP : 13 354, Libreville-Gabon

³Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo.

⁴Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville-Gabon

Auteur correspondant : NZENGUE Ephrem , Tel : 00241 04936489/03178371, Email : nzengue_ephrem@yahoo.fr

Original submitted in on 15th June 2015. Published online at www.m.elewa.org on 31st July 2015
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.10>

RESUME

Objectif : contribuer à mettre en place une lutte intégrée contre la prolifération de *Cissus quadrangularis* L. dans le Parc National des Iles de la Madeleine (PNIM) au Sénégal.

Méthodologie et résultats : Des essais de contrôle biologique et physique ont été testés. La lutte biologique a été basée sur la collecte et l'élevage en laboratoire de chenilles capables de dégrader les tiges et les feuilles de *C. quadrangularis*. Quant à la lutte physique, elle a consisté à arracher les individus de l'espèce et à suivre la capacité de régénération des résidus de la plante après différents traitements. Les résultats obtenus ont montré qu'une lutte biologique est envisageable à travers la chenille de *Hippotion celerio*, phytophage de *C. quadrangularis*. Aussi, les tests de contrôle physique ont montré que l'arrachage manuel semblerait être efficace quand les fragments de la plante sont éliminés par incinération hors du parc.

Conclusion et application : La combinaison de ces deux méthodes pourrait permettre de réduire et de limiter la superficie d'occupation de *C. quadrangularis* dans le PNIM.

Mots clés : *Cissus quadrangularis*, plante proliférante, Parc National des Iles de la Madeleine, lutte physique, lutte biologique, *Hippotion celerio*.

ABSTRACT

Introduction : Help put up a integrated fight against the proliferation of *Cissus quadrangularis* L. in the National Park des Iles de la Madeleine (NPIM) in Senegal.

Methodology and results: of trying to biological and physical control. Biological control has been based on collecting and raising caterpillars capable of degrading the stems and leaves of the concern species. As for the physical struggle, it was to snatch individuals of *C. quadrangularis* and follow the regenerative capacity of the plant residues after different treatments. The results have shown that biological control is possible through the caterpillar of *Hippotion celerio*, phytophage of *C. quadrangularis*. Also, physical control tests

have shown that manual eradication would seem to be effective when the fragments of the plant are disposed of by incineration out of the park.

Conclusion and application: The combination of these two methods could reduce and limit the occupancy area and possible spread of *C. quadrangularis* in NPIM.

Keywords: *Cissus quadrangularis*, Alien plants, National Park des Iles de la Madeleine, physical control, biological control, *Hippotion celerio*.

INTRODUCTION

Les plantes exotiques proliférantes sont des espèces introduites par l'homme hors de leurs aires naturelles de distribution. La prolifération et l'expansion de ces plantes occasionnent un dysfonctionnement général de l'écosystème, et cause souvent une perte de la biodiversité locale (Richardson et al. 2008; Milton and Dean, 2010). Ce phénomène, encore appelé invasion biologique, est considéré comme la deuxième cause d'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale, après la destruction et la dégradation des habitats naturels (Lowe et al., 2007 ; Soubeyran, 2008 ; Monty et Mahy, 2009 ; Pascal, 2010). Le Sénégal, à l'instar de beaucoup d'autres pays en voie de développement, est confronté depuis un certain nombre d'années à la problématique des invasions biologiques. Certaines de ses aires protégées sont affectées par la prolifération d'espèces exotiques. C'est le cas du Parc National de Niokolo Koba, affecté par *Mimosa pigra* et *Myrtagina inermis*, de la Réserve Spéciale de Gueumbeul affecté par *Opuntia sp.* et du Parc National des Oiseaux du Djoudj affecté par les espèces *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes* et *Typha australis* (Bâ et al., 2009 ; DPN, 2010 ; Faye et al., 2012). A ces derniers, s'ajoute, depuis 2005, le Parc National des Iles de la Madeleine (PNIM) qui est infecté par *Cissus quadrangularis* L. (DPN, 2009 ; Nzengue, 2012). Cette plante serait d'origine Indo-Malaisienne (Lavie, 1990). Les études sur la bio-écologie de *C. quadrangularis* dans les Iles de la Madeleine ont montré que l'expansion de la plante occupe l'espace au détriment des autres composantes du milieu (Nzengue et al., 2015). Elle contribue à la mortalité de certaines espèces telles qu'*Euphorbia*

balsamifera et *Boscia senegalensis*. Sur la faune aviaire, le peuplement de la plante pourrait entrainer l'occupation des habitats de reproduction de *Phaeton aethereus mesonauta*, une sous-espèce d'oiseau marin rare et endémique aux Iles de la Madeleine et aux îles Galápagos (World Database on Protected Areas/UNEP, 2008 ; Nzengue et al., 2015). En effet, les individus de la plante s'établissent sur le substrat rocheux des falaises et dans les anfractuosités des roches où nichent ces oiseaux (Nzengue, 2012). Actuellement au Sénégal, peu d'études ont été réalisées sur les méthodes de luttés contre les plantes proliférantes, et en particulier dans les aires protégées à fortes contraintes juridique et écologique comme le PNIM (Bâ et al., 2009 ; DPN, 2009 ; Kane et Akpo, 2015; Kane et al., 2014; Nzengue, 2015). De plus, la mise en place de ces méthodes tient nécessairement compte de la bio-écologie et du niveau d'invasion de l'espèce envahissante. Elles s'élaborent au moyen d'expérimentations *in situ* et *ex situ* capables d'évaluer leurs niveaux d'efficacités. Elles doivent être ciblées ; sans incidence sur les autres espèces et l'écosystème en général. Ainsi, la méthode utilisant des herbicides, dont le risque sur les autres espèces du milieu n'est pas totalement maîtrisé, est à exclure au profit des techniques ciblées. L'objectif général de ce travail est de contribuer à mettre place une lutte intégrée contre la prolifération de *C. quadrangularis* dans le PNIM au Sénégal. Au niveau spécifique, l'étude vise, d'abord, à tester les effets d'une lutte biologique sur la prolifération *C. quadrangularis*. Ensuite, elle vise à tester les effets d'une lutte physique sur la prolifération *C. quadrangularis*.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude : Le parc national des Iles de la Madeleine est situé dans l'Océan Atlantique (14° 39' 17" N et 17° 28' 21" W) à environ 3 km à l'ouest de la ville de Dakar, capitale du Sénégal. Ce parc de 45 hectares est installé sur un substrat rocheux. Il comprend une île principale de 17 hectares (Ile Sarpan), deux affleurements rocheux basaltiques appelés Ile Lougne à environ 250 mètres au sud-est de l'île principale et une partie marine d'une largeur de 50 mètres pour une superficie de 22 hectares (figure 1). Le climat dans ce parc est caractérisé par une saison sèche de novembre à mai, au cours de laquelle les îles sont balayées par des alizés frais. La saison des pluies se situe entre le mois de juin et celui d'octobre, période pendant laquelle souffle la mousson. Les précipitations

annuelles sont faibles et variables dans le temps. Les pluies les plus importantes tombent généralement en août et en septembre. Elles ont été respectivement de 161,3 mm et 133,97 mm en 2010. La formation végétale du PNIM est caractérisée par une steppe arbustive. La flore est constituée de 107 espèces végétales dont 88 espèces herbacées et 19 espèces ligneuses arbustives (MEPN, 2003). La flore herbacée est dominée par *Andropogon gayanus*, *Boscia senegalensis*, *C. quadrangularis*, *Jatropha chevalieri* et quelques espèces moins représentées comme *Cordia sinensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Pennisetum violaceum*, *Tridax procumbens* et *Boerhavia diffusa*. La flore arborescente est dominée par *Adansonia digitata*.

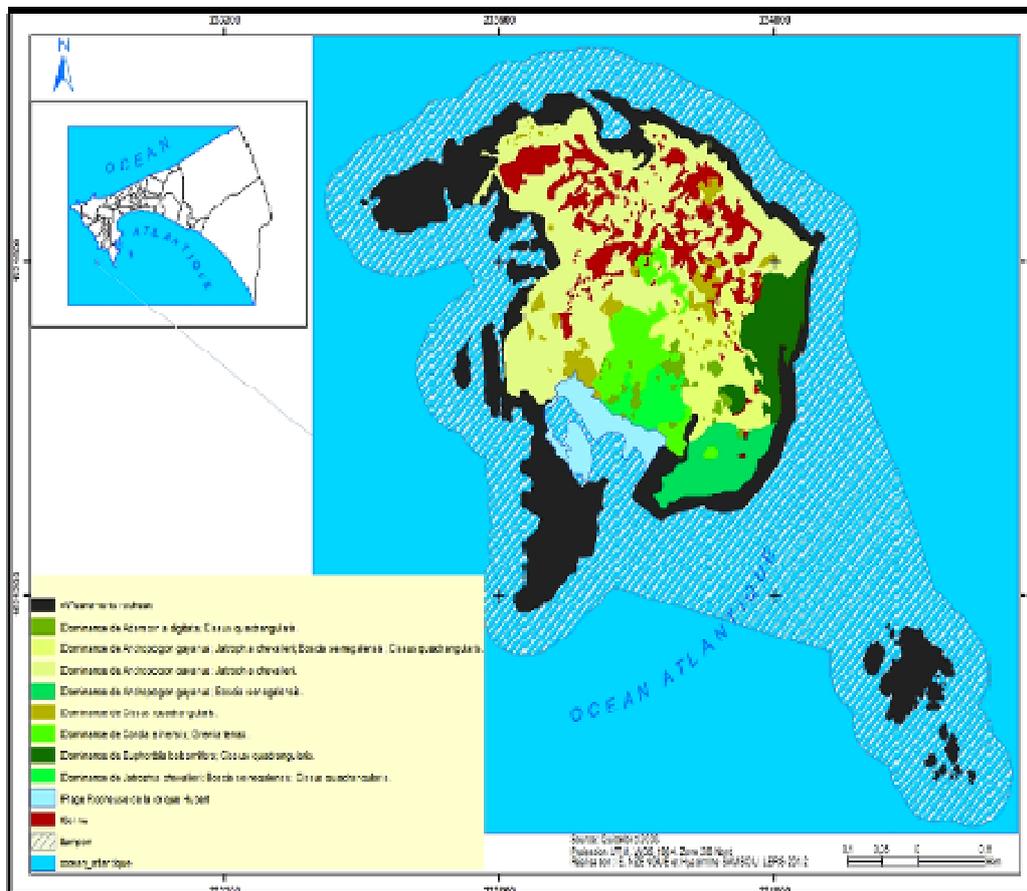


Figure1 : carte d'occupation des sols du Parc National des Iles de la Madeleine (Nzengue, 2012).

Matériel biologique : *C. quadrangularis* est une plante lianescente dont les tiges sont de forme quadrangulaire et de couleur verte. Ces tiges, défeuillées pendant la saison sèche, sont munies de vrilles leur permettant de

se hisser vers les extrémités les plus hautes des espèces ligneuses avoisinantes. Les individus de *C. quadrangularis* sont grimpants mais en absence de support, ils deviennent rampants. La tige est munie des

nœuds qui délimitent la longueur des entre-nœuds. Ces entre-nœuds semblent constituer les organes de stockage de l'eau et de la matière organique. Les feuilles sont cordiformes. Les inflorescences sont de type ombelle d'ombellule, formées d'un pédoncule primaire ramifié respectivement en pédoncules secondaires et en pédicelles. A maturité, les fleurs élémentaires font place à des baies glabres dont la surface est rugueuse. Chaque fruit contient une graine ovoïde sub-elliptique (Thiam, 1982 ; Lavie, 1990). Bien que les taux de floraison des peuplements de la plante semblent relativement élevés, leur fructification demeure faible. Dans les conditions *in situ* et *ex situ*, *C. quadrangularis* se multiplie essentiellement par marcottage et bouturage naturel de fragments de tige (Nzengue, 2012).

Culture de la plante : *C. quadrangularis* a été cultivée en pépinière jardin botanique de l'Université Cheikh Anta DIOP, situé à environ 5 km du parc sur le littoral. Le dispositif a été mis en place au mois de mars. En pratique, des jeunes tiges de la plante, rapportées du PNIM, ont été coupées en fragment de 3 entre-nœuds. Les sections sont réalisées de façon à ce que l'extrémité supérieure et inférieure de chaque fragment de tige soit terminée par un entre nœud. L'ensemble des boutures a été placé dans un bac de liège et recouvert de terre humide. L'humidité était assurée par un arrosage à l'eau de pompe tous les matins pendant sept jours. Ce conditionnement devaient permettre la cicatrisation des zones sectionnées et favoriser la formation de cellules cals responsables plus tard de la rhizogénèse des racines adventives et la néoformation des bourgeons (Margara, 1984 ; Schreppers et al., 2005). Les fragments de tige ont été transplantés dans des conteneurs. Chaque conteneur était rempli d'un homogénat de sol provenant du plateau du PNIM. Les boutures ont été plantées verticalement dans le sol avec les bourgeons orientés vers le haut. La profondeur d'enfouissement de la bouture devait permettre d'enterrer le nœud terminal du fragment, pour favoriser la formation des racines nécessaire à la régénération des tiges (Margara, 1984 ; Schreppers et al., 2005). Au total, 30 conteneurs ont été réalisés et placés en pépinière en sac dans le jardin botanique (figure 2). La pépinière était arrosée abondamment à l'eau de robinet tous les 3 jours pendant 17 semaines durant la saison sèche. Le suivi de la pépinière a été réalisé pendant 13 mois (mars 2011-avril 2012).



Figure 2 : pépinière de *C. quadrangularis*

Collecte des chenilles : Trois prospections par semaine ont été réalisées sur les pépinières de *C. quadrangularis* au jardin botanique. Au cours de ces prospections, les chenilles du Lépidoptère *Hippotion celerio* ont été récoltées manuellement sur les tiges de *C. quadrangularis* entre les mois d'août et septembre (figure 3). Les individus collectés ont été ramenés au Laboratoire de l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE).



Figure 3 : chenille de *H. celerio* sur tige de *C. quadrangularis*

Elevage des chenilles au laboratoire : Les chenilles récoltées ont été placées dans des boîtes plastiques de 30 cm X 25 cm à la base et 10 cm de haut. Ces boîtes étaient munies d'orifices de ventilation et maintenues à 28°C. Chaque matin à 7 heures, l'alimentation des chenilles était assurée par un apport quotidien en tiges et en feuilles fraîches de *C. quadrangularis* récoltées dans la pépinière du jardin de l'UCAD, légèrement humidifiées (figure 4).



Figure 4 : boîtes plastiques contenant les différentes parties de la plante

Les apports matinaux en biomasse fraîche et la biomasse non consommée la veille par les chenilles de *H. celerio* ont été évalués tous les matins à l'aide d'une balance de précision. Tous les élevages ont été effectués entre août et septembre, c'est-à-dire pendant la grande saison des pluies. Ces élevages ont duré en moyenne 8 jours, jusqu'à l'émergence de la chrysalide et l'imago (figure 5).



Figure 5 : chrysalide de *H. celerio*

L'identification des papillons a été réalisée au Laboratoire d'Entomologie de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) à l'aide des clefs d'identification publiée par Nilsson *et al.* (1985, 1987).

Test de lutte physique par arrachage manuel :

Parallèlement un essai de lutte physique a été mené de mars 2011 à avril 2012 pour rechercher l'effet de l'arrachage manuel sur la régénération des individus de *C. quadrangularis* dans le PNIM. Le dispositif expérimental a été mis en place au mois de mars en saison sèche. Au total trois placettes de suivi de 1 m X 1 m ont été délimitées à l'aide de piquet dans la zone où le peuplement de *C. quadrangularis* présentait un

tapis homogène. Dans la première placette, les individus de *C. quadrangularis* y ont été arrachés avec toute leur partie racinaire et emportés à l'extérieur du parc pour incinération. Tandis que dans la seconde placette, les plantes arrachées ont été découpées et laissées sur place. La dernière placette, quant à elle, a servi de témoin pour comparer la biomasse régénérée après les deux traitements élaborés. La taille du parc étant relativement faible, ce dispositif a été répété simultanément 3 fois dans des zones différentes.

Relevé phytosociologique des placettes de suivi :

Au total 9 placettes carré de un mètre carré ont été suivies pendant 13 mois (Mars 2011 à Avril 2012). Dans ces placettes, les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant l'approche stigmatiste de Braun-Blanquet (Guinochet, 1973). Cette approche utilise l'indice d'Abondance Dominance (indice de recouvrement) pour évaluer le nombre d'individus d'une même espèce et le degré de leur recouvrement. Cet indice a été relevé mensuellement pour chacune des placettes de suivi. Aussi, pour éviter les effets de compétition interspécifique sur la régénération de *C. quadrangularis*, les rejets d'autres espèces étaient systématiquement éliminés dans les placettes de suivi.

Traitement des données : L'indice de couverture (abondance-dominance) n'étant pas linéaire, les coefficients d'Abondance-Dominance (AD) ont été transformés en des valeurs quantitatives moyennes, à partir des taux de recouvrement. Les équivalences de ces taux de recouvrement en fonction des coefficients d'Abondance-Dominance ont été celles proposées par Gillet (2000). La biomasse journalière consommée par chaque chenille de *H. celerio* a été calculée par la différence entre les apports matinaux en biomasse fraîche et la biomasse restante après un repas de 24h. Aussi, la moyenne de biomasse journalière fraîche consommée par chaque individu en élevage (B_{mc}) a été calculée suivant la formule proposée par Scherer (1984) :

$$B_{mc} = \sum_{i=1}^n B_c$$

Où : B_c est la biomasse journalière consommée par chaque chenilles de *H. celerio* ou biomasse fraîche élémentaire consommée et « n » le nombre de jours de repas. Les données sur l'évolution du taux de couverture de *C. quadrangularis* après différents traitements ne suivant pas une distribution normale avec homoscedasticité, un test non paramétrique a été appliqué. Les variables étant indépendantes et

Nzengue et al. J. Appl. Biosci. Essai de lutte intégrée contre la prolifération de *Cissus quadrangularis* L. (Vitaceae) dans le Parc National des Iles de la Madeleine (Sénégal)

regroupées deux à deux, la comparaison des taux de couverture des différents traitements a été réalisée par le test de Wilcoxon-Mann-Whitney (independent 2-group Mann-Whitney Test), particulièrement le Wilcoxon rank sum test avec le wilcox.test (y,x), y et x sont numérique . La valeur du p a été effectuée au seuil

de significativité de 5% pour comparer l'effet de chacune des méthodes sur la capacité de régénération de *C. quadrangularis*. L'analyse statistique a été réalisée sous le logiciel R© (R development Core Team 2014, Version 3.1.0).

RESULTATS

Identification d'un bio agresseur de *C. quadrangularis* : Au total 8 chenilles ont été collectées sur les individus de *C. quadrangularis* en culture au jardin botanique. La biomasse journalière moyenne des

tiges et feuilles de *C. quadrangularis* consommée par chaque individu de *H. celerio* est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Biomasse moyenne journalière de *C. quadrangularis* (tige et feuilles) consommée par les chenilles de *H. celerio*

Nombre de jour	Numéro de l'individu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	81 g	88 g	84 g	95 g	105 g	99 g	89 g	94 g
2	94 g	101 g	97 g	107 g	107 g	92 g	102 g	107g
3	88 g	94 g	82 g	101 g	103 g	96 g	96 g	101g
4	84 g	91 g	87 g	98 g	100 g	84 g	92 g	97g
5	83 g	92 g	86 g	96 g	102 g	89 g	91 g	98 g
6	80 g	89 g	93 g	92 g	104 g	85 g	100 g	92 g
7	82 g	88 g	81 g	91 g	98 g	90 g	86 g	91g
8	85 g	92 g	88 g	98 g	102 g	92 g	93 g	98 g
Moyennes	84,62 g	91,87 g	87,25 g	97,25 g	102,62 g	90,87 g	93,62 g	97,25 g

Le tableau 1 montre que les chenilles de *H. celerio* utilisent la plante *C. quadrangularis* comme source d'alimentation. La moyenne journalière de biomasse fraîche consommée est 93,16 g par individus. La chenille de *H. celerio* s'attaque essentiellement aux tiges et aux feuilles néoformées. La biodégradation de

la plante se fait en fonction du nombre de jour. Les indices de recouvrement de *C. quadrangularis* sur les placettes expérimentales ont été relevés pendant 13 mois. Les valeurs mensuelles des taux de recouvrement dans les différentes placettes traitées sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Valeurs mensuelles des taux de recouvrement de *C. quadrangularis* dans les différentes placettes de suivi.

Taux de couverture	Taux de recouvrement au début de l'expérience (mars-mai)	Taux de recouvrement en fin d'expérimentation (juin-avril)
Traitements		
Déracinement et élimination des résidus	Recouvrement < 0,1%	Recouvrement < 0,1%
Déracinement et découpage des résidus	Recouvrement < 0,1%	25% < recouvrement < 75%
témoins	75% < recouvrement < 100%	75% < recouvrement < 100%

Le tableau 2 montre que les taux de recouvrement des placettes où les fragments de tige arrachés ont été découpés et laissés au sol pour mort, augmentent avec le temps. Les fragments de tige laissés pour mort dans les placettes régénèrent dès le mois de juin avec

l'hydratation des premières pluies. Leurs taux de couverture évoluent et atteignent des valeurs moyennes de 75% au mois d'Avril. Ainsi, ils forment de nouveaux individus qui recolonisent les placettes de suivis. Tandis que dans les placettes où les individus

de *C. quadrangularis* ont été arrachés et les résidus incinérés, les taux de recouvrement sont stables (Recouvrement < 0,1%). Après traitement, aucun individu de *C. quadrangularis* ne régénère à partir des potentiels fragments des racines restées dans le sol.

Le test Wilcox (y,x) a permis de comparer l'effet des différents traitements sur le taux de couverture de *C. quadrangularis* dans les placettes de suivis. Le tableau suivant donne la valeur des *P value* entre le témoin et chaque traitement.

Tableau 3 : test de Wilcox sur l'effet des traitements sur la régénération de *Cissus quadrangularis*

	Placettes traitées par déracinement et élimination des résidus (y ₁)	Placettes traitées déracinement et découpage des résidus (y ₂)
Placettes témoins(x)	W = 196 p-value = 2.345e-07	W = 196 p-value = 1.203e-06

Les résultats de Wilcox (Tableau 3) ont montré qu'il existe une différence significative entre le témoin et les taux de recouvrement des individus de *C. quadrangularis* après chaque traitement.

Cycle de développement végétatif de *C. quadrangularis* : Le suivi du processus de fructification de *Cissus quadrangularis* a montré qu'à partir du mois de novembre, les individus de la plante subissent une dessiccation marquée par la chute des feuilles et un flétrissement des tiges. De juin à juillet, ces individus se réhydratent et les premières feuilles réapparaissent. Cette période semble correspondre

d'une part, à la régénération des individus de *C. quadrangularis* et d'autre part, à l'augmentation de la biomasse préexistante. Pendant le mois d'août, les boutons floraux apparaissent et forment les premières inflorescences de la plante. En septembre, les fleurs élémentaires font places à des jeunes fruits de couleur verte. Le développement et la maturation des fruits se déroulent d'octobre à mai. Au cours du suivi, très peu de résultats ont été obtenus sur la formation des graines par la plante. Bien que les taux de floraison de cette dernière semblent relativement élevés, leur fructification demeure faible.

DISCUSSION

Ces résultats, ont montré qu'une lutte biologique contre les plantes proliférantes, en particulier *C. quadrangularis*, est envisageable dans le PNIM. Dans les conditions naturelles, une chenille consomme les tiges et les feuilles de *C. quadrangularis*. L'élevage et l'identification de ladite chenille ont montré qu'il s'agit de *Hippotion celerio* un lépidoptère de la famille des Sphingidés. Cet insecte est phénotypiquement identique à *Hippotion osiris* dont les larves consomment également les tiges et les feuilles de *C. quadrangularis* (Hyde et al., 2012). Ces résultats corroborent les travaux conduits par Attié et al. (2005) sur l'élevage de 14 chenilles de lépidoptères phytophages des plantes exotiques proliférantes à l'île de la Réunion. Par ailleurs, les travaux conduits par Nzengue (2012) ont montré également que 27,21% du parc est envahi par *C. quadrangularis*. Ce taux d'occupation suggère que les biomasses journalières moyennes consommées par la chenille de *Hippotion celerio* sont insignifiantes. En effet, le succès des expériences de lutte biologique est généralement mesuré par la diminution de l'abondance de l'espèce cible (Meyer et al., 2007 ; Delbart et al., 2012). Les résultats obtenus dans notre étude ne garantissent pas le niveau d'efficacité de la méthode face à la quantité

de biomasse fraîche disponible. Aussi, les individus de *C. quadrangularis* collectés étant au stade adulte, l'élevage des chenilles n'a duré en moyenne que 8 jours avant l'apparition de la chrysalide. Ainsi, nos travaux n'ont pas pu déterminer la durée du stade larvaire (chenille). Selon les travaux de Linnaeus (1758) le stade larvaire est une phase importante dans le cycle de développement des papillons. Elle dure pendant toute la période pluviale (juin-septembre). De ce fait, des tests supplémentaires sur le nombre d'individus et la durée d'activités des chenilles sont nécessaires et pourraient permettre de garantir leur niveau d'efficacité. Toutefois, la lutte biologique semble être l'approche la moins coûteuse pour résoudre le problème lié à la prolifération de *C. quadrangularis* dans ce parc. De plus, le risque est minime du point de vue écologique en raison du caractère spécifique des agents utilisés. Les tests de contrôle physique de *C. quadrangularis* ont montré que malgré l'arrachage manuel et le découpage des tiges *in situ*, cette espèce demeure proliférante. En effet, les fragments de tige coupés en mars sont hydratés par les pluies au moins de juin. Laissés en contact avec le sol, ces fragments régénèrent et forment de nouveaux peuplements d'invasion. Cependant, quand les résidus de la plante

sont éliminés ou exportés, ceux-ci ne régénèrent pas. Ces observations ont été confirmées par le test U de Man-Whitney qui montre que la différence est plus significative entre le témoin et les placettes traitées par incinération des résidus de la plante. Ainsi, la lutte physique par élimination des résidus de *C. quadrangularis* semble produire de bons résultats. De plus, la méthode n'a aucune incidence sur les espèces non ciblées. Selon les travaux de Delbart *et al.* (2013) sur l'efficacité des méthodes de lutte contre les plantes invasives, cette approche semble être la plus efficace. Le seul inconvénient de la méthode réside dans le fait qu'elle exige, dans la mise en œuvre, un travail intensif et souvent onéreux. Le cycle végétatif de *C. quadrangularis* semble montrer que l'espèce se multiplie et se propage essentiellement par voie végétative pour coloniser les différents biotopes du milieu. Selon les travaux conduits par Nzengue (2012) sur la biologie de la reproduction de *C. quadrangularis* dans le PNIM, il existe des écarts quantitatifs entre la production florale, la formation et la maturation des fruits. Selon Ndiaye (1979), ces écarts s'expliqueraient

par l'existence d'un fort taux de déperdition des fleurs, probablement lié aux embruns marins et à la force mécanique des vents dominants du PNIM. L'hostilité du microclimat tropical sec du PNIM pourrait entraîner l'avortement des fleurs et des fruits. Aussi, de juin à septembre, les individus de *C. quadrangularis* se régénèrent à partir des fragments de tige et entraînent une augmentation de la biomasse préexistante et la formation de nouveaux peuplements (Nzengue, 2012). De ce fait, cette période semble adéquate pour diligenter la lutte biologique afin de limiter l'expansion des peuplements de cette espèce. Par ailleurs, d'octobre à mai les individus de *C. quadrangularis* subissent une dessiccation marquée par la chute des feuilles et un flétrissement des tiges. Elles deviennent chétives et présentent des faces creuses et légèrement rougeâtres sur les côtés exposés au soleil. Les peuplements de *Cissus quadrangularis* semblent affaiblis par la sécheresse liée à la saison hivernale. Cette période pourrait être propice à la lutte manuelle par déracinement et élimination des résidus de la plante.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que la lutte contre la prolifération de *C. quadrangularis* dans le PNIM peut être envisagée à travers une approche intégrée combinant deux méthodes. La lutte biologique utilisant la chenille de *H. celerio* consommatrice des tiges et feuilles de *C. quadrangularis* et la lutte physique par l'arrachage manuel de la plante et l'élimination de ses résidus. La combinaison de ces deux méthodes pourrait permettre de réduire et de limiter la superficie d'occupation de *C. quadrangularis*. En outre, le contrôle biologique et la lutte manuelle conviennent particulièrement aux réserves naturelles

comme les îles de la Madeleine, en raison de l'interdiction d'utiliser des pesticides dans ces milieux. Par ailleurs, le contrôle biologique est à la fois économique, permanent et auto-entretenu. Ces résultats, bien que préliminaires, se situent tant sur le plan fondamental que sur le plan appliqué (lutte). Aussi, ils invitent les gestionnaires des parcs nationaux à mettre en œuvre des itinéraires techniques pour la lutte intégrée contre les espèces proliférantes dans les aires protégées. De plus, ils s'inscrivent dans une optique de développement durable à condition de bénéficier d'un suivi scientifique rigoureux.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui institutionnel, financier et logistique de l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), le Laboratoire Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), le programme de Gestion Intégrée des Zones Marines et côtières (GIRMaC). Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de Mrs. Patrick ONDO OKAMA, Aubin KOUMBA,

Ousseynou NDIAYE et Mlle Ornella Clémence N'NEGHE MINTSA dont les encouragements, remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit. Aussi, nous remercions Mlle BELL Rayna Camille pour la traduction du résumé en anglais.

RÉFÉRENCES

Attié M., Baret S., Strasberg D., 2005. Les insectes phytophages associés à des plantes exotiques envahissantes à l'île de La Réunion

(Mascareignes). Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie) 60: 107-125.

Bâ A. T., Noba K., Sambou B., Goudiaby A., Mbow C., Mbaye M. S., Ndour N., Camara A. A., 2009.

- Étude botanique et écophysologique de *Mimosa pigra* et *Mitragyna inermis* pour une stratégie de contrôle de ces plantes envahissantes dans les mares de Simenti et de Kountadala du Parc National du Niokolo koba. Rapport d'étude pour le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, réalisé par le Groupe d'Intérêt Scientifique de l'UCAD, 70 p.
- Delbart E., Mahy G., Monty A., 2013. Efficacité des méthodes de lutte contre le développement de cinq espèces de plantes invasives amphibies : *Crassula helmsii*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandiflora*, *Ludwigia peploides* et *Myriophyllum aquaticum* (synthèse bibliographique). *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement* 17(1): 87-102.
- DPN, 2009. Plan de Gestion du Parc National des Iles de la Madeleine (2010-2014). Ministère de l'Environnement de la protection de la nature, des bassins de rétention et des lacs artificiels, Rapport de la Direction des Parcs Nationaux (DPN) de Dakar-Sénégal, 77 p.
- DPN, 2010. Plan de gestion de la réserve spéciale de faune de Geumbeul (2010-2014). Ministère de l'Environnement de la protection de la nature, des bassins de rétention et des lacs artificiels, Rapport de la Direction des Parcs Nationaux (DPN) de Dakar-Sénégal, 82 p.
- Faye M. N., Diallo A., Guisse A., 2012. Ecological Characterization Of Plant Groupings Of The Herbaceous Stratum In the Djoudj National Park of Birds in Senegal. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 4: 333-343.
- Guinochet M., 1973. *Phytosociologie*. Volume 1, Collection d'Ecologie. Edition Masson et Cie, 227 pp.
- Hyde Ma., Wursten B.T., Ballings P., 2012. Flora de Zimbabwe : information sur les espèces : *Cissus quadrangularis* L. http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/species.php?species_id=137920.
- Kane I., Akpo L. E., 2015. Croissance et production de matières de *Typha australis* (Schum. et Thon.) soumis à différents niveaux d'immersion. *Journal of Applied Biosciences* 86: 7928-7939.
- Kane I., Ndiaye I. D., Akpo L. E., 2014. Impact de *typha australis* (schum.et thon.) sur la diversité entomologique dans la zone des Niayes (Sénégal). *Science Lib Editions Mersenne* 6 (140410): 13 p.
- Lavie P., 1990. Vitacées de l'ouest africain : espèces sénégalaise. Ministres de la coopération et du développement de la France. Laboratoire de la vigne, faculté des sciences de l'université de bourgogne, Dijon-France, pp. 65-74.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2007. Cent Espèces Exotiques Envahissantes les plus néfastes au monde. Une sélection de la *Global Invasive Species Database*. Publié par le groupe de spécialistes des espèces envahissantes (*Invasive Species Specialist Group-ISSG*) un groupe de spécialistes de la sauvegarde des espèces (CSE) de l'union mondiale pour la nature (UICN), 12 pp.
- Margara J., 1984. Bases de la multiplication végétative, les méristèmes et l'organogenèse. Institut National de Recherche en Agronomie (INRA). Imprimerie alençonnaise, Versailles-France, 262 pp.
- MEPN, 2003. Etude préliminaire de la flore et de la végétation du Parc National des îles de la Madeleine, éléments pour un plan d'action prioritaire. Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD : 20 p.
- Meyer J.Y., Duploux A., Taputuarai R., 2007. Dynamique des populations de l'arbre endémique *Myrsine longifolia* (Myrsinaceae) dans les forêts de Tahiti (Polynésie française) envahies par *Miconia calvescens* (Melastomataceae) après introduction d'un champignon pathogène de lutte biologique : premières investigations. *Revue Écologique (la Terre et la Vie)* 62: 1-17.
- Meyer J.Y., Loope L. L., Sheppard A., Munzinger J., Jaffre T., 2006. Les plantes envahissantes et potentiellement envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : première évaluation et recommandations de gestion. *Espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien Question 1*. IRD: 66 p.
- Milton, S.J., Dean, W.R.J., 2010. *Plant invasions in arid areas: special problems and solutions: a South African perspective*. *Biological Invasions* 12: 3935-3948.
- Monty A., Mahy G., 2009. Évolution des traits d'histoire de vie lors des invasions végétales. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement* 13 (3): 449-458.

- Ndiaye P., 1979. La distribution de la végétation sur les terrains volcaniques de la presqu'île du Cap-Vert. Etude biogéographique. Extrait du Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire. Tome 40, série A, n° 2, Dakar-IFAN (Sénégal) : 311 p.
- Nilsson LA, Jonsson L, Rason L, Randrianjohany E. 1985. Monophily and pollination mechanisms in *Angraecum arachnites* Schltr. (*Orchidaceae*) in a guild of long-tongued hawk-moths (*Sphingidae*) in Madagascar. *Biological Journal of the Linnean Society* 26: 1-19.
- Nilsson LA, Jonsson L, Ralison L, Randrianjohany E. 1987. Angraecoid orchids and hawkmoths in central Madagascar: specialized pollination systems and generalist foragers. *Biotropica* 19: 310-318.
- Nzengue E., 2012. Bio-écologie et élaboration des outils de contrôle de l'expansion des peuplements de *Cissus quadrangularis* L. dans le Parc National des îles de la madeleine. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Sénégal : 83 p.
- Nzengue E., Sambou B., Thiam A., Noba K., Sambou Y., 2015. Prolifération de *Cissus quadrangularis* L. dans le Parc National des Iles de la Madeleine, Sénégal. *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement (sous presse). <http://vertigo.revues.org>
- Pascal M., Le Guyader H., Simberloff D., 2010. Invasions biologiques et préservation de la biodiversité. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 29 (2): 367-385.
- Richardson D.M., Van Wilgen B.W., Nunez M.A., Martin A., 2008. Alien conifer invasions in South America: short fuse burning? *Biological invasions* 10: 573-577.
- Scherer B., 1984. *Biostatistique*, Édition Morin Gaëtan : 850 pp.
- Schreppers H., Paap p., Erik Schinkel E., 2005. *Agrodok 19, Multiplier et planter des arbres*. Editor, WILLEMEN Doriet. Imprimé par Digigrafi, Wageningen au Pays-Bas, 89 pp.
- 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, France : 204 p.
- Thiam, A., 1982. Contribution à l'étude pharmacodynamique d'une plante médicinale traditionnelle: *Cissus quadrangularis* (vitacées). Thèse de doctorat en science vétérinaire, Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire de Dakar-fan : 73 p.
- World Database on Protected Areas/UNEP, 2008. *World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)*, <http://www.unep-wcmc.org/>.