

Évaluation de la prolifération de la Jacinthe d'eau du lac Ravelobe Ankarafantsika et plan de restauration

Hery Lisy Tiana Ranarijaona, Félicie Zainabo, Andriamanantena Ainazo Herilala and Andrianasetra Georges Simon

Volume 13, Number 1, April 2013

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1026587ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Ranarijaona, H. L. T., Zainabo, F., Herilala, A. A. & Simon, A. G. (2013). Évaluation de la prolifération de la jacinthe d'eau du lac Ravelobe Ankarafantsika et plan de restauration. *VertigO*, 13(1).

Article abstract

The floating water hyacinth or *Eichhornia crassipes* invades Madagascar waters lotics and lentic. It's the case of the lake Ravelobe, inside the national park of Ankarafantsika Mahajanga Madagascar, which, besides crocodiles, is very renowned by its wealth endemic in fishes, amphibians, aquatic turtle, and birds. In spite of the measures taken by the persons in charge of the park in 2007, by manual eradicated of the hyacinth by the villagers, the hyacinth proliferates in important scale. Regulation's methods of the invasive species, besides quadrat and transects are applied to the plant, with the aim of estimating their ecology and the proliferation. Stable, the hyacinth invades almost half of the lake in wet season : it's monospecific in many aquatics zones, or retained by the stalks of helophytes ; forms a nursery in the river which feeds the lake. Entailed by the wind, it invades in a scattered way the entire free surface's water. Ten plant groups were listed, all associated with *Eichhornia crassipes*. Three ecological factors are responsible in their distribution. Both maps of vegetations in wet and dry season represent the distribution of hyacinth with their species associate. The biomass as well as the density of hyacinth are important. The lake is filled because of the degraded basin hillsides's erosion. The lake takes a convex aspect. The river which feeds the lake searches an outcome deviant to feed the lake. The fragmentation of the ecosystem Ravelobe is felt. Human and birds have difficulties to fish within the water hyacinth proliferated. Recommendations are advanced to regulate water hyacinth and maintain the biodiversity.



Ranarijaona Hery Lisy Tiana, Zainabo Félicie, Andriamanantena Ainazo Herilala et Andrianasetra Georges Simon

Évaluation de la prolifération de la Jacinthe d'eau du lac Ravelobe Ankarafantsika et plan de restauration

Introduction

- 1 La jacinthe est une des macrophytes envahissantes les plus répandues dans le monde, surtout dans les pays tropicaux, signalée comme étant inquiétante en Aquitaine France (Groupe d'expert « zones humides », 2008). Par conséquent, elle pourrait avoir une influence néfaste sur la santé des végétaux, la santé humaine, le tourisme, et la qualité de l'eau.
- 2 La jacinthe est native de l'Amérique du Sud (Binggeli, 2003). Son invasion entraîne de graves conséquences économiques et écologiques (Center *et al.*, 2005 ; Ghabbour *et al.*, 2004). *Eichhornia crassipes* Solms Laub appartient à la tribu des Eichhornieae (Simpson & Burton, 2006), famille des Pontederiaceae, ordre des Commelinales, sous-classe des Commelinidae, classes des Monocotylédones (Bremer *et al.*, 2009). C'est une espèce aquatique flottante libre, à feuilles épaisses, cirseuses, de forme ovale à circulaire, de 10-20 centimètres de diamètre, avec un pétiole aérifère spongieux. Ses racines sont denses plumeuses et longues de plus de 30 cm. Les inflorescences comprennent 8 à 15 fleurs de couleur bleu violacé à rose (Figure 1). L'aérenchyme est signalé dans les tissus du réceptacle, du périanthe, de la paroi de l'ovaire, du placenta, des filets staminaux et des connectifs (Simpson et Burton, 2006). Sa biologie favorise son invasion, lui permettant une croissance très rapide dans différentes zones humides dans le monde.

Figure 1 : La jacinthe d'eau « *Eichhornia crassipes* » (Pontederiaceae)



- 3 Durant les dix dernières années, la propagation de la jacinthe a provoqué des crises écologiques et hydro-agricoles en Afrique (Dagno *et al.*, 2007). Elle a été introduite à Madagascar vers 1900 comme plante ornementale dans la capitale puis trouvée dans une collection privée à Toamasina (Est) et à Mahajanga (Ouest) (Biggenli, 2003). Ensuite, elle est devenue une menace non négligeable pour les zones humides de Madagascar, en particulier le lac Alaotra (Ranarijaona, 2007) et le canal de Pangalanes à l'est. En plus, un problème de conservation de la biodiversité est posé par la jacinthe. C'est le cas au lac *Ravelobe*, qui est un refuge pour de nombreuses espèces endémiques menacées (Garcia, 2005 ; TCF, 2003 ; UNEP-WCMC, 2003 ; CAMP, 2001 ; IUCN, 1996) telles que la tortue endémique *Erymnochelys madagascariensis*, le poisson *Paretroplus maculatus (damba)*, les oiseaux *Haliaeetus vociferoides*, *Butorides striatus*, *Amaurornis olivaceus* et le lémurien *Microcebus*

ravelobensis. Ces espèces endémiques menacées dépendent des macrophytes du lac Ravelobe. Pour ne citer qu'*Erymnochelys madagascariensis*, celle-ci se nourrit des racines et des tiges vertes de *Phragmites mauritianus*, des fruits de *Raphia farinifera*, et des graines de *Typhonodorum lindleyanum* (Garcia, 2005). Outre sa valeur écologique, le lac est le château d'eau de la plaine rizicole de *Marovoay* qui est le second grenier à riz malgache.

4 En 1997, un inventaire de la flore aquatique dans le lac Ravelobe a permis de constater l'absence d'*Eichhornia crassipes* (Ranarijaona, 2009). Quinze ans après, la jacinthe y prolifère de façon très importante.

5 Des travaux d'arrachage manuel de la jacinthe ont été entrepris par le responsable du parc *Ankarafantsika*, en 2007, pour tenter de réduire cette colonisation et les nuisances induites. Hélas, sa prolifération est encore importante en 2009, car elle obstrue la rivière qui alimente le lac Ravelobe, envahit le pourtour du lac et en occupe presque la moitié.

6 Malgré son aspect invasif, la jacinthe possède des atouts économiques et écologiques importants. Les pays africains la valorisent (Mailu, 2001), pour le biogaz. Selon Almoustapha et Millogo-Rasolodimby, (2006), le biogaz obtenu de la jacinthe contient 9,930 kg de phosphore total et 0,690 kg de l'ortho-phosphate, 6,27 kg de l'azote Kjeldhal/tonne. Selon les mêmes auteurs, du compost est obtenu de la jacinthe. Un mélange de feuilles de jacinthe, d'ensilage de maïs et de paille peut servir d'alimentation des zébus sans effet défavorable dans leur croissance (Begun *et al.*, 2000). Elle est également utilisée en épuration des eaux (Kone, 2002), à l'abattement des coliformes fécaux (Awuah *et al.*, 2002), et dans l'élimination des œufs d'helminthes (Mandi, 1994 ; Pertuz *et al.*, 1999). Par ailleurs, on constate pour le lac Ravelobe qu'à part l'alimentation du bétail, aucune valorisation n'existe.

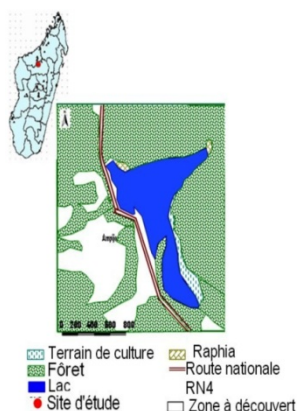
7 La présente recherche est une première à Madagascar, elle fait connaître l'ampleur de l'invasion de la jacinthe sur un lac d'importance, son influence sur la conservation de la biodiversité, les mesures prises contre sa prolifération, mais aussi les intérêts qu'on en peut tirer par la valorisation.

8 Cet article a pour objectif d'évaluer l'invasion de la jacinthe sur le lac Ravelobe, et d'apporter les principales recommandations aussi bien pour la population que pour les autorités locales et nationales, afin de le restaurer.

Méthodologie

Site d'étude

9 Le lac *Ravelobe* (16°18'23.79''S/46°49'02.32''E) ou Ampijoroa, se situe entre les villages Ambodimanga et Ampijoroa, à 115 km de *Mahajanga* et à 450 km d'*Antananarivo*. Il se situe à l'est de la route nationale RN4 (figure 2). C'est un lac très riche en crocodiles, il est délimité par la forêt à *Dalbergia*, *Commiphora*, *Hildegardia* (Moat et Smith, 2007), du parc national *Ankarafantsika*. Les bassins versants délimitant le lac sont en grande partie dégradés, dont les portions nord, nord-ouest, sud-ouest sont reboisées par *Hura crepitans* (Euphorbiaceae), *Tectona grandis* (Verbenaceae), *Mangifera indica* (Anacardiaceae), *Bismarckia nobilis* (Arecaceae), et *Albizzia lebbbeck* (Fabaceae). Le nord-est est occupé par une culture dégradée de citronnier. Le lac est classé comme zone touristique du parc (Garcia, 2005). C'est un réservoir à exutoire de surface, mesurant 2 km de longueur, 500 m de largeur et aux environs de 33 ha en superficie (Delord, 1961). Il est alimenté par la rivière d'*Ambavanampijoroa*.

Figure 2. Le site d'étude.

- 10 L'analyse phytosociologique des macrophytes du lac a permis d'obtenir quatre groupements végétaux, tous associés à la jacinthe (Ranarijaona et Andrianasetra, sous presse).
- 11 Le climat est composé de deux saisons humide et sèche. Les précipitations moyennes annuelles sont de 600 mm à 1500 mm, avec une saison humide à sèche de 6 mois (Moat et Smith, 2007).
- 12 L'installation d'un barrage en aval du lac en a modifié l'hydrologie. Celui-ci a été construit vers 1995 /1996 afin de réguler l'irrigation en eau des rizières de la plaine de Marovoay (Kuchling, 1997).

Méthodes

- 13 Notre mission s'est déroulée en 2009 en deux saisons : le mois d'avril (saison humide) et en septembre (saison sèche).

Enquêtes socio-économiques

- 14 Des enquêtes auprès des responsables du parc *Ankarafantsika* ont été effectuées afin de connaître les procédures suivies telles que le moment d'arrachage de la jacinthe, la méthode adoptée, le mode de transport des pieds arrachés, les périodes d'ouverture et de fermeture de la vanne du barrage, la fréquence des pêches, la lutte contre l'érosion des bassins versants et la valorisation de la jacinthe. Des villageois (10 femmes et 10 hommes pêcheurs) ont également été interrogés sur l'influence et la valorisation de la jacinthe à *Ankarafantsika*. La méthode d'approche est soit l'enquête individuelle, soit l'interview en groupe.

Paramètres physico-chimiques

- 15 Des mesures de la température, du pH de l'eau, de la conductivité et de la profondeur ont été effectuées. Pour obtenir la profondeur maximale du lac, plusieurs mesures ont été réalisées d'une rive à l'autre. Selon la biotypologie aquatique malgache, le lac Ravelobe appartient au type G, à la zone écofloristique II occidentale de basse altitude dont la végétation climacique est une forêt sèche dense (Ranarijaona, 1999 ; Ranarijaona *et al.*, 2009).

Nature du substrat

- 16 La présence des crocodiles ne nous a pas permis de creuser des fosses pédologiques. En revanche, les variations du substrat ont été notées dans les zones temporairement inondées accessibles sans risque.

Gestion et régulation de la jacinthe

Bilan des connaissances des différents facteurs

- 17 La méthode de Dutartre (2004) a été adoptée. Elle consiste à déterminer : (1). Le bilan de connaissance des facteurs suivants : (a). *Caractérisation écologique des macrophytes* : mode de répartition, mode de reproduction, capacité d'occupation des sites colonisés, l'absence ou la rareté d'espèces végétales compétitrices. (b). *Les usages humains* : valorisation du lac *Ravelobe* par la pêche ou la navigation. (c). *Les types de nuisance*. (d). *Le statut des responsables de la gestion du lac* (propriétaires ou gestionnaires privés ou publics). (2). Les choix techniques et organisationnels : des modalités pratiques d'intervention, la

programmation financière et la technique mise en œuvre. (3). Les évaluations ultérieures de l'efficacité des travaux engagés et de leurs impacts écologiques.

Relevés écologiques

- 18 La méthode appliquée est la même pour les deux saisons : les points de prélèvement d'échantillons de plantes sont les mêmes, vérifiés à l'aide d'un GPS. Une prospection a été effectuée sur le lac, afin d'inventorier les macrophytes. 54 points de mesure de profondeur ont été effectués au total. Pour chaque placette de 1m², ont été notées : la profondeur, l'abondance des macrophytes, les longueurs aérienne et racinaire de la jacinthe, sa phénologie et le nombre de stolons par individu (Dajoz, 1976). En plus, une étude de rives de 50 m a été effectuée en notant la morphologie des berges, la végétation qui la colonise, ainsi que les espèces qui la délimitent.

Densité et biomasse de la jacinthe d'eau

- 19 Des placeaux ont été effectués sur cinq sites du lac, afin de prélever des jacinthes à l'aide d'un cube en bois de 1m³ (Figure 3). Nous avons adopté la méthode de récolte intégrale (Daget et Poissonet, 1995). Elle consiste à récolter toutes les espèces présentes à l'intérieur de chaque placeau. Les individus sont rincés afin de les débarrasser de la boue, et ensuite triés puis comptés et pesés. Une fois séchés à l'ombre pendant un mois, les individus collectés dans la placette sont repesés. La densité et la biomasse de la jacinthe d'eau du lac *Ravelobe* en ont été déduites.

Figure 3. Méthode de placeau : quadrat de 1m³



Traitement statistique

- 20 La corrélation entre la profondeur et la biomasse d'une part, la taille de la jacinthe d'autre part est calculée pour les cinq sites de relevés, pour les deux saisons.

Résultats

Liste floristique

- 21 Le tableau 1 représente la liste floristique des macrophytes du lac Ravelobe. Au total, 21 familles comprenant 25 genres et 29 espèces y ont été recensées, et prédominée par la jacinthe associée à *Phragmites mauritianus* (Poaceae), *Typhonodorum lindleyanum* (Araceae) au nord-est et au sud-ouest, et *Pneumatopteris unita* (Thelypteridaceae) avec *Ipomoea indica* (Convolvulaceae) à l'ouest du lac.

Tableau 1. Liste floristique des hydrophytes et des héliophytes du lac Ravelobe.

N°	Espèces (<i>Noms vernaculaires</i>)	Familles	Types biologiques	Abondance dominance
1	<i>Azolla pinnata</i> (<i>Ramilamina</i>)	Azollaceae	Hydrophyte flottante libre	+
2	<i>Eichhornia crassipes</i> (<i>tsikafona</i>)	Pontederiaceae	Hydrophyte flottante libre	5
3	<i>Aeschynomene elaphroxylon</i>	Fabaceae	Héliophyte	2
4	<i>Aniseia martinicensis</i>	Convolvulaceae	Héliophyte	1

5	<i>Colocasia aquorum</i> (saonjo dia)	Araceae	Hélophyte	+
6	<i>Crinum firmifolium</i> (Kongatsy)	Amaryllidaceae	Hélophyte	+
7	<i>Cyperus prolifer</i>	Cyperaceae	Hélophyte	+
8	<i>Cyperus aesculentus</i>	Cyperaceae	Hélophyte	+
9	<i>Floscopa glomerata</i>	Commelinaceae	Hélophyte	+
10	<i>Ipomoea indica</i>	Convolvulaceae	Liane Hélophyte	2
11	<i>Lemna perpusilla</i>	Lemnaceae	Hydrophyte flottante immergée	+
12	<i>Ludwigia diffusa</i>	Onagraceae	Hydrophyte flottante fixée	+
13	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Rajamena)	Onagraceae	Hélophyte	1
14	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	Hélophyte	+
15	<i>Mimosa pudica</i> (Roitry)	Fabaceae	Hélophyte	2
16	<i>Nymphaea stellata</i> (voahirana)	Nymphaeaceae	Hydrophyte flottante fixée	+
17	<i>Neptunia oleracea</i>	Fabaceae	Hélophyte	+
18	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Hélophyte	1
19	<i>Phragmites mauritianus</i> (Bararata)	Poaceae	Hélophyte	3
20	<i>Pneumatopteris unita</i>	Thelypteridaceae	Hélophyte	2
21	<i>Polygonum glabrum</i> (Foisimbarin'akoholahy)	Polygonaceae	Hélophyte	1
22	<i>Polygonum mite</i>	Polygonaceae	Hélophyte	+
23	<i>Raphia farinifera</i> (Rafia)	Arecaceae	Hélophyte	+
24	<i>Typha angustifolia</i> (Vondrona)	Typhaceae	Hélophyte	2
25	<i>Typhonodorum lindleyanum</i> (Viha)	Araceae	Hélophyte	1
26	<i>Pycurus mundtii</i>	Cyperaceae	Hélophyte	1
27	<i>Salvinia hastata</i>	Salviniaceae	Hydrophyte flottante libre	+
28	<i>Ceratopteris cornuta</i>	Pteridaceae	Hydrophyte flottante émergée	+
29	<i>Utricularia gibba</i>	Lentibulariaceae	Hydrophyte immergée	+

Paramètres physico-chimiques du lac Ravelobe

- 22 Le pH de l'eau du lac varie de 5,5 à 6,8. La température moyenne maximale de l'eau est de 26,33 °C. La conductivité est égale à 160µS.cm⁻¹. La profondeur maximale varie de 10 m (en saison humide) à 4,10 m (en saison sèche).

Substrat

- 23 Le sol est de nature argilo-sableux à sablo-argileux. Sur une zone temporairement inondée, dans le centre-nord du lac, un sédiment sableux de 80 cm est constaté, déviant l'eau de la rivière qui entre dans le lac.

Comparaison des différents paramètres et variables pris en considération

- 24 Le tableau 2 montre les variations de la profondeur et les caractères hydrologiques du lac Ravelobe dans les cinq sites de relevés.

Tableau 2. Comparaison des différents paramètres retenus du lac Ravelobe en saison humide et en saison sèche.

Sites n°	Site I	Site II	Site III	Site IV	Site V
Coordonnées géographiques	S16°18.220' EO46°48.759'	S16°18.095' EO46°49.165'	S16°18.479' EO46°48.955'	S16°18.374' EO46°48.859'	S16°18.265' EO46°49.186'
Localisation	Nord du lac	Nord-est	Sud	Moyen-ouest	Moyen-est
Espèces dominantes sur les bassins versants	<i>Hura crepitans</i> (Euphorbiaceae)			<i>Hura crepitans</i> (Euphorbiaceae)	
	<i>Tectona grandis</i> (Verbenaceae)	Espèces forestières	<i>Tectona grandis</i> (Verbenaceae)		espèces forestières
	<i>Albizia lebbek</i> (Fabaceae),				
	<i>Dalbergia sp.</i> (Fabaceae)	<i>Raphia farinifera</i> (Arecaceae)			
			<i>Bismarkia nobilis</i> (Arecaceae)		
		<i>Barringtonia racemosa</i> (Lecithidaceae)			
		<i>Mangifera indica</i> (Anacardiaceae)			
Bassins versants	reboisés (recouvrement égal à 15 %) un côté délimité par des gravillons	Zone forestière dégradée	Zone forestière dégradée	Zone reboisée ouverte recouvrement égal à 15 %)	Forêt dégradée (recouvrement inférieure à 25 %)
Caractères hydrologiques	en eau en permanence	en eau en permanence	temporairement inondée gorgée d'eau	temporairement inondée	temporairement inondée toujours gorgée d'eau
Macrophytes avec jacinthe	Jacinthe monospécifique	<i>Crinum firmifolium</i>	<i>Phragmites mauritianus</i>	<i>Polygonum glabrum</i>	<i>Phragmites mauritianus</i> <i>Typhonodorum lindleyanum</i>
Profondeur eau (m) en saison humide	2,87	1,2	3,3	-	1,8
Profondeur eau (m) en saison sèche	1,83	1,16	0,51	0,97	1,78

Variations de la densité de la jacinthe suivant la profondeur en eau et la saison

- 25 La figure n° 4 représente les variations de la densité de la jacinthe d'eau en fonction de la profondeur d'eau, d'une saison à l'autre. Elle varie de 25 /m² à 63 /m² pour les cinq sites en saison humide tandis qu'en saison sèche, la densité varie de 20/m² à 28/m².

Figure 4. Variations de la densité de la jacinthe d'eau suivant la profondeur de l'eau du lac en saison humide et en saison sèche.

Variations de la taille et le nombre de stolons de la jacinthe d'eau

- 26 La longueur de la partie aérienne de la jacinthe varie de 0,28 m à 0,76 m en saison humide et de 0,32 m à 0,70 m en saison sèche (tableau 3). Celle de la partie racinaire est de 0,32 m à 0,38 m en saison humide et de 0,44 m à 0,57 m en saison sèche. Le nombre moyen d'individus avec stolons est le même pour les deux saisons, et égal à 2. Cependant, le site 5 présente beaucoup plus d'individus formant un plateau de tallage en saison sèche qu'en saison humide : 6 individus possèdent chacun une talle en saison sèche, avec en moyenne un stolon par individu pour les deux saisons.

Tableau 3. La jacinthe d'eau du lac Ravelobe : densité, taille, nombre de stolons, biomasse et biologie.

Sites n° Variables	Site I	Site II	Site III	Site IV	Site V
--------------------	--------	---------	----------	---------	--------

Densité suivant la saison					
humide	29	47	28	25	63
sèche	24	28	24	25	20
Longueur moyenne de la partie aérienne (en cm) suivant la saison					
humide	0,28	0,37	0,7	0,32	0,68
sèche	0,58	0,41	0,7	0,46	0,32
Longueur moyenne des racines (cm) suivant la saison					
humide	0,38	0,38	0,36	0,32	0,34
sèche	0,57	0,44	0,46	0,37	0,47
Nombre d'individus avec stolons suivant la saison					
humide	2	2	0		2
sèche	2	0	1	0	6
Nombre moyen de stolons par individu suivant la saison					
humide	1	1	0		1
sèche	2	0	1	0	1
Poids frais (kg/m ²) suivant la saison					
humide	11,5	14,5	30	-	30,5
en saison sèche	27,5	19	24	17	25
Poids secs (en kg /m ²) suivant la saison					
en saison humide	1,2	1,2	2,6	-	2,6
en saison sèche	1,2	1	1,1	1	1,1
Biomasse suivant la saison (en kg/m ²)					
en saison humide	10,3	13,3	27,4		27,9
en saison sèche	26,3	18	22,9	16	23,9
Biologie de la jacinthe					
	en fleurs	à l'état végétatif	en fleurs	en fleurs	à l'état végétatif et avec des fleurs éparses
en saison humide	pétiole effilé, racines longues et feuilles hautes	Pétiole aérifère ; fleurs en trace	pétiole effilé, racines longues et feuilles hautes	Avec <i>Polygonum</i> (5 pieds, 383g) et 5 individus de <i>Salvinia</i> (1g)	Avec <i>Jussiaea</i> (3 pieds, 39g) et 27 <i>Salvinia</i> (41g)
en saison sèche	à l'état végétatif	à l'état végétatif	à l'état végétatif	à l'état végétatif	à l'état végétatif

Biomasse de la jacinthe dans le lac Ravelobe

- 27 D'après le tableau 3, le poids frais de la jacinthe en saison humide varie de 11,5 kg/m² à 30,5 kg/m², tandis qu'en saison sèche, il varie de 17 kg/m² à 27,5 kg/m². Le poids sec de la jacinthe varie de 1,2 kg/m² à 2,6 kg/m² en saison humide tandis qu'en saison sèche, il est égal à 1 kg/m² à 1,2kg/m². Ainsi, la biomasse en saison humide varie de 10,3 kg/m² soit 100,3 tonne/ha à 27,9 kg/m² soit 270,9 tonne/ha. La biomasse en saison sèche varie de 16 kg/m² soit 160 tonne/ha à 26,3 kg/m² soit 263 tonnes/ha.

Corrélation entre la profondeur et la biomasse

- 28 La corrélation est non significative entre la profondeur et la biomasse (égale à 0,50 en saison sèche et à 0,20 en saison humide) ou la profondeur et la longueur des racines.

Menaces et conséquences de la jacinthe d'eau sur le lac Ravelobe

- 29 D'après les enquêtes : *Eichhornia crassipes* envahit de plus en plus le lac et devient une gêne pour la pêche ; elle empêche les oiseaux aquatiques de chasser leurs proies ; enfin la jacinthe est un refuge pour les crocodiles. La jacinthe ternit le paysage du lac et provoque le blocage du bateau touristique, ce qui diminue les revenus de la commune. L'installation d'un barrage à ouverture non réglementée entraîne une forte diminution de la profondeur, favorise la dispersion de la jacinthe dans différentes zones du lac en suivant le courant d'eau. La jacinthe prolifère aussi dans les rizières situées en aval et qui communiquent avec le lac. Des rizières sont abandonnées à cause de cet envahissement.

Autres pressions sur le lac

- 30 L'érosion du bassin versant par suite de la déforestation est l'une des principales menaces du lac, où presque la moitié est temporairement exondée en période d'étiage avec ensablement non négligeable et dont la zone gorgée d'eau forme une pépinière en jacinthe.

Les mesures déjà prises contre les menaces

- 31 (1). On note la prise de responsabilité des agents du parc après le changement du statut de la forêt en parc national ; Les villageois sont payés pour l'arrachage manuel de la jacinthe, pendant la période d'étiage, en septembre 2007. Le coût est de 2.491.000 Ariary (810 hommes-jours), soit 3000 Ariary/jour/personne (Florent, Communication personnelle) soit 850 Euros. (2). L'arrachage se fait par zones, donc le travail ne s'achève pas en une fois. Des pieds de jacinthe arrachés étaient brûlés ou enterrés, ou bien entraînés par l'eau du lac au-delà du barrage.

Évaluations ultérieures de l'efficacité des travaux engagés

- 32 Aucune évaluation de la méthode appliquée pour l'arrachage de la jacinthe n'a eu lieu. D'après les agents du Parc, les travaux n'ont pas été efficaces pour les raisons suivantes : (1) arrachage non permanent ; (2) La période d'achèvement est différente d'une tranche à l'autre. (3) l'arrachage est incomplet. (4). Le travail est mal fait à cause de la méfiance envers les crocodiles.

Gestion hydraulique du lac Ravelobe

- 33 L'ouverture de la vanne par les agents du ministère de l'Agriculture est en étiage (vers septembre). Il n'y a pas de calendrier fixe, et de plus, la durée dépend de la demande du responsable de l'agriculture de *Marovoay*, selon le besoin en eau des rizières. Il varie d'une semaine à un mois.

Discussion

- 34 Divers pays sont exposés au problème de l'infestation par la jacinthe (Afrique, Sud-Est de l'Asie et Amérique Latine) (Dagno *et al.*, 2007), mais le cas de Madagascar n'a pas fait l'objet de publications alors que la jacinthe prolifère dans différentes zones humides, en particulier le lac Ravelobe. Ce qui aura pour conséquences l'asphyxie d'animaux uniques au monde tels que les poissons et les tortues. La plante, à cause de la hauteur et de la forte densité, réduit la lumière et l'oxygène sous l'eau (Dagno *et al.*, 2007). Elle est une menace en plus de la surpêche et de l'exploitation illicite. Mais elle entraîne des pertes ou dommages aux équipements de pêche à cause de l'enchevêtrement des lignes dans le système racinaire.
- 35 La gestion du lac était un peu confuse à cause du manque de coordination entre les deux administrations de l'État qui en étaient chargées : le Parc National de Madagascar (PNM) et la Direction des Eaux et Forêts (DirEF). Le lac *Ravelobe* n'appartient au PNM *Mahajanga* que depuis le mois d'août 2009 (Directeur du Parc, Communication personnelle), alors qu'auparavant il dépendait de la Direction des eaux et forêts, ce qui gênait les agents du PNM dans la gestion du lac.

Dégradation du bassin versant délimitant le lac

- 36 La flore qui borde le lac *Ravelobe* est en grande partie dégradée à cause, d'une part du défrichage pour la culture du citronnier, d'autre part des fluctuations du niveau de l'eau dues au barrage. En saison humide, le niveau du lac est élevé, ce qui entraîne une inondation de la berge, la mort et le déracinement des arbres (Garcia, 2005). Selon Delord (1961), *Raphia farinifera* était abondante sur la rive nord. Actuellement, elle n'est présente que dans le nord-est, avec une faible présence dans le sud-est.

Biologie de la jacinthe

- 37 La jacinthe s'installe soit sur la zone en eau, sur les suintements au niveau de la berge, soit sur la zone supra-aquatique même en saison sèche, cachée au fond des arbres morts sur la berge.

Sa biologie explique cette résistance. La richesse en aérénchyme facilite la flottaison de la plante. Mais une période de pluie continue de trois à quatre jours suffit pour faire revivre ces individus. La corrélation n'est pas significative entre la profondeur et la taille de la jacinthe. Par ailleurs, la jacinthe peut mesurer plus de 1,5 m (Center *et al.*, 2005), formant une barrière pour la faune aquatique de se nourrir d'autres flores ou faunes aquatiques.

38 Toutes les espèces sont associées à la jacinthe. Une plasticité morphologique est également constatée sur la population de jacinthe du lac : on rencontre des individus à pétiole allongé et mince, pauvre en aérénchyme, avec des racines grandes en milieu stable stagnant : ces individus ont le temps de s'installer et se développer sur des sédiments sableux épais de 30 à 40 cm en saison sèche. La présence de l'eau en permanence, aidée par le vent facilite la dispersion de la jacinthe.

Biomasse

39 La jacinthe occupe une superficie de 6 ha sur la région sud du lac *Ravelobe* alors qu'elle est encore absente dans cette zone il y a treize ans (observation personnelle). Par ailleurs, la biomasse de la jacinthe est toujours importante, à cause de sa croissance très rapide. Selon Biggenli (2003), la jacinthe peut doubler la taille de sa population en 6 à 18 jours.

40 Les variations de la biomasse ne sont pas négligeables en saison humide (10,3 kg/m² à 27,9 kg/m²) et en saison sèche (16kg/m² à 26,3 kg/m²). Les individus de jacinthe sont également retenus entre les pieds des hélophytes, ce qui forme des touffes très denses. Ainsi, la recolonisation est intense. En plus, les bois morts sur la berge et la forme du lac un peu courbé (les zones courbées sont à l'abri du vent), favorisent l'installation de la jacinthe.

41 Les biomasses pré-citées pourraient produire 4041,41litres à 10 947,12 litres de biogaz en saison humide et de 6277,92 litres à 10 319,33 litres, en se basant sur la production de biogaz (392,37 litres/kg de matière sèche), obtenue par Almoustapha et Millogo-Rasolomandimby, (2006).

Espèces végétales associées

42 Les graines de *Typhonodorum lindleyanum* sont mangées par la tortue aquatique. La prolifération de jacinthe peut étoffer les racines de *Typhonodorum*, entraînant sa rareté voire même sa mortalité.

43 Les macrophytes immergées telles qu'*Utricularia gibba* et *Nymphaea stellata* se trouvent à l'état de trace (tableau 2) dans le lac, alors qu'ils servent de nourriture aux poissons et aux oiseaux. Cette rareté est supposée due à une compétition avec la jacinthe. Un déséquilibre est créé dans le microsysteme aquatique et les espèces dont l'existence est liée à l'écosystème en place, sont menacées d'extinction (Dagno *et al.*, 2007).

Perturbations hydrauliques

44 Une zone supra aquatique émergée située au milieu du lac est épaissie par l'ensablement. Par conséquent, l'eau de la rivière se trouve déviée, car elle n'arrive pas à franchir cette zone émergée en saison sèche. En saison humide, cette zone est remplie de jacinthe. Nous supposons que le comblement y est très important : l'amont du lac semble être à un niveau plus bas que cette zone dénudée. Le substrat dans la zone temporairement inondée est argilo-sableux à sableux. C'est là qu'on note une couche sableuse de 0,75 à 0,80 m d'épaisseur. Aussi, on constate un début de fragmentation de l'écosystème Ravelobe dans le sud et un rétrécissement de ce dernier. Le barrage affecte significativement le niveau de l'eau du lac, et ce qui entraîne un impact grave sur la pêche (Garcia, 2005). La prolifération de la jacinthe est aussi la conséquence de l'irrégularité des rejets d'eau au niveau du barrage, pour satisfaire les besoins en eau des rizières de Marovoay.

45 L'absence d'utilisation d'engrais chimique est rassurante, car ceux-ci peuvent modifier la structure des communautés de macrophytes (Trémolières *et al.*, 2008).

46 Le stade de la population de jacinthe est à « invasion avérée » : elle cause des nuisances notables dans de nombreux sites répartis sur un vaste territoire et que son éradication est impossible, il faut une gestion continue dans le temps (Dutartre *et al.*, 2008).

Déficience des techniques d'arrachage

- 47 L'irrégularité de la période et du rythme d'éradication de la jacinthe du lac *Ravelobe* a été constatée. De plus, aucune évaluation sur la biomasse de la jacinthe n'a été faite par les agents du Parc, en 2007. Visiblement, la technique d'éradication employée n'a pas été efficace, car la rivière située en amont qui assure l'alimentation en eau du lac n'a pas été touchée. Couverte de jacinthe, on ne peut plus distinguer la rivière du lac. Tant que la rivière n'a pas été nettoyée, le développement des jacinthes est toujours favorisé dans le lac surtout dans les zones supra aquatiques à hélophytes. Selon les responsables, depuis octobre 2007, l'arrachage n'a plus eu lieu dans le lac. Ainsi, il apparaît que la technique d'arrachage manuel n'est pas conçue pour une telle ampleur de la colonisation en jacinthe. Les interventions manuelles sont réservées à des débuts de colonisation ou à l'entretien régulier des sites (Dutartre *et al.*, 2008). De plus, les travaux d'extraction dans les différentes zones ne sont pas achevés en même temps. Les sites déjà nettoyés pourraient être immédiatement recolonisés par les pieds tombés au cours du transport sur les autres sites ou ceux entraînés par le vent. Il est vrai qu'une quantité importante de jacinthe a été retirée du lac. Cependant, le devenir des quantités arrachées devrait être remis en question. En outre, la lutte physique peut contribuer à la dispersion de la jacinthe par les fragments de plante délaissés dans l'eau après le ramassage (Dagno *et al.*, 1997). Le contrôle de la jacinthe exige une prévention permanente, car comme d'autres plantes invasives, elle forme un peuplement monospécifique très dense pendant certaines années, puis peut être totalement absentes plusieurs années consécutives (Müller, 2006). Une des techniques après arrachage employé pour lutter la prolifération des plantes est le brûlage des plantes après séchage ou enfouissement à proximité des milieux aquatiques, mais elles apparaissent discutables dans un contexte de gestion de l'environnement tourné vers la réduction des impacts des interventions (Dutartre *et al.*, 2008).

Luttes biologiques

- 48 L'emploi des herbicides n'est pas conseillé pour la conservation de la biodiversité. Réservée aux milieux stagnants, cette technique présente une efficacité, mais doit être appliquée après analyse des impacts prévisibles sur le site (Dutartre *et al.* 2004). En plus, les herbicides ne sont pas totalement efficaces pour les plants âgés de jacinthe moins sensibles que les jeunes (Sculthorpe, 1985).
- 49 En Afrique du Sud, en Ouganda et en Nouvelle-Guinée, la lutte biologique existe grâce aux insectes *Neochetina eichhorniae* et *N. bruchi*. Elle est efficace surtout quand le milieu est large et soumis au vent (Hill et Olckers, 2001). Cependant, son application à Madagascar et l'introduction des espèces anti-jacinthe exigent des recherches complémentaires *in situ* afin qu'il n'y ait pas d'autres impacts environnementaux. Par ailleurs, les zébus sont des herbivores qui étaient efficaces il y a dix ans, selon les villageois. Mais ces derniers ne se sont pas rendu compte des impacts causés par le va-et-vient des zébus sur les bassins versants et l'enfouissement des graines par le piétinement.

Valorisation de la jacinthe

- 50 Différents modes de valorisation de la jacinthe sont mis en œuvre : traitement des eaux usées en Chine (Xia et Ma, 2006) ; fabrication de papiers au Bangladesh et en Ouganda ; vannerie en Inde, aux Fidji aux Philippines et en Ouganda ; briquetage de charbon de bois au Kenya (Hill *et al.*, 1997) ; aliments pour le bétail et compost au Bangladesh, en Birmanie et au Mali (Traore, 2006).
- 51 Une question se pose : pourquoi ces modes de valorisation n'ont-ils pas été vulgarisés en Afrique ? Le problème réside-t-il sur le coût du biodigesteur ? Pour l'*Ankarafantsika*, seule existe à ce jour la valorisation de la jacinthe d'eau pour l'alimentation du bétail. Ce qui mérite une réflexion.

Gestion des responsables techniques

- 52 Au sein de l'Union européenne existe un comité qui gère les réglementations sur l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène sur un territoire donné (Müller

et Haury, 2008). Nous supposons que la tâche de ce comité est confiée au ministère de l'Environnement à Madagascar. En outre, nous ignorons l'existence d'un comité de gestion des espèces proliférantes aquatiques et l'existence d'un cahier d'habitat. Le lac *Ravelobe* est protégé dans le PNM. Du fait qu'il abrite de nombreux animaux aquatiques endémiques, il est classé comme une zone touristique. Dans ce cas, un cahier d'habitat devrait être rédigé pour ce lac afin de valoriser les différentes connaissances et de le gérer d'une manière durable. Ce cahier sert de guide-cadre pour la connaissance et la gestion de l'habitat (Müller et Haury, 2008). Il comprend toutes les connaissances, y compris la phytosociologie, et permet d'indiquer les différentes orientations possibles pour le suivi et le choix des critères de diagnostic en cas de besoin, dans le but d'une gestion conservatoire d'un habitat donné (Müller et Haury, 2008).

Conclusion

- 53 La présente recherche sur la prolifération de la jacinthe est une première à Madagascar. La jacinthe est devenue un fléau dans le lac *Ravelobe*. Sa présence y pose d'énormes problèmes aussi bien écologiques qu'économiques et hydro-agricoles, elle menace la conservation de la faune aquatique surtout celle des espèces endémiques menacées et en danger critique.
- 54 La biomasse en saison humide varie de 10,3kg/m² soit 100,3 tonne/ha à 27,9 kg/m² et 270,9 tonne/ha. Celle en saison sèche varie de 16 kg/m² soit 160 tonne/ha à 26,3 kg/m² soit 263 tonnes/ha. Ainsi, la jacinthe est une menace importante de la survie du lac. Elle contrarie l'alimentation de la faune aquatique. L'ampleur des dégâts causés par sa prolifération dans l'écosystème *Ravelobe* est avérée. La zone asséchée du lac ne cesse d'augmenter et presque la moitié du lac est à sec en saison sèche. La fragmentation de l'écosystème aquatique du *Ravelobe* est constatée et exige des remèdes immédiats.
- 55 La lutte physique manuelle nécessite beaucoup d'ouvriers qui peuvent être exposés aux crocodiles. La lutte physique mécanique pourrait y être appliquée, mais elle est très coûteuse à cause de l'emploi des engins. La lutte chimique ne serait pas à recommander pour la conservation. La lutte biologique par des insectes et des mycoherbicides a donné des résultats encourageants dans d'autres pays, elle pourrait être recommandée, mais exige un suivi écologique des insectes introduits et une étude d'impact environnemental.
- 56 Les recommandations suivantes sont avancées pour mieux gérer le lac et pour une meilleure conservation.
- 57 À long terme, la création d'un comité pour veiller à l'éradication des plantes exotiques envahissantes comme la jacinthe d'eau, invasive avérée et menace régionale et nationale, est intéressante. Un atelier national sur la lutte biologique contre la jacinthe devrait avoir lieu à Madagascar. Il faudrait prioriser la recherche sur le biocontrôle de la jacinthe d'eau, utilisant la lutte biologique : trouver les insectes et champignons nuisibles de la jacinthe d'eau.
- 58 Dans l'immédiat, la priorisation de la recherche multidisciplinaire sur le lac serait utile avant de confirmer la menace qui pèse sur lui à cause de la jacinthe. Élaborer d'urgence un plan régional de lutte pour éradiquer la jacinthe. Une coopération entre les administrations compétentes au niveau régional (ministères des Eaux, de l'Agriculture, de l'Environnement et des Forêts, de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique), sera nécessaire pour la régulation immédiate de la jacinthe.
- 59 En ce qui concerne le lac *Ravelobe*, la lutte physique manuelle est à continuer en attendant la lutte biologique. Il sera nécessaire de nettoyer la zone supra-aquatique et la berge (enlèvement des arbres morts, de la jacinthe desséchée, certains pieds résistent et une fois la pluie tombée, c'est l'entière reviviscence). Il en est de même pour le curage de la rivière et entre les pieds d'hélophytes, ainsi que les sédiments accumulés rendant convexe la forme du lac. La surveillance permanente de la jacinthe sera également efficace et très utile, afin d'éviter son envahissement et les dépenses inestimables répétées pour l'arracher. Une intervention avant la période de floraison serait nécessaire. Un suivi écologique de la jacinthe au moins tous les ans serait utile pour détecter la recolonisation de l'espèce.
- 60 Le transport des plantes extraites hors des zones humides et leur broyage avant l'incorporation au sol par labourage seraient efficaces.

- 61 L'ouverture de la vanne doit être maîtrisée à temps et surveillée pour éviter une baisse trop importante de la profondeur de l'eau, voire le tarissement du lac. Si possible, il faut faire coïncider le lâcher d'eau avec la fin des travaux d'éradication de la jacinthe, afin d'éliminer les sédiments fins ainsi que les enracinements de jacinthe ou les restes des plantes arrachées qui flottent sur l'eau. La régulation des débits de l'eau devrait être surveillée et bien déterminée.
- 62 Maintenir la biodiversité du PNM *Ankarafantsika* est une des recommandations importantes pour lutter contre la prolifération de la jacinthe. Pour cela, un réaménagement du lac est utile : (1). rassembler les pêcheurs dans quelques points aménagés pour la pêche sur la demi-est et à la demi-ouest du lac, où la berge est douce. En plus des pistes existantes dans la forêt, aménager des escaliers pour rejoindre les lieux de pêche serait nécessaire. (2). Exiger des pêcheurs de suivre les pistes construites par le PNM, mais ne pas en créer d'autres, qui favoriseraient la dégradation de la forêt par débroussaillage des bois régénérés, entraîneraient l'érosion et l'ensablement du lac qui favorise l'installation de la jacinthe. Ensuite, un reboisement (avec des espèces autochtones à croissance rapide et une architecture racinaire répondant aux caractères physiques du sol) des bassins versants délimitant le lac, serait un atout pour diminuer l'érosion qui favorise le comblement du lac.
- 63 L'application d'une sanction envers les pêcheurs illicites est nécessaire, car ils favorisent l'envahissement par la jacinthe en l'utilisant pour soutenir leur filet. Ces filets risquent également de piéger la tortue d'eau douce menacée *Erymnochelys madagascariensis*.

Remerciements

- 64 Nous adressons nos remerciements au Parc national de Madagascar PNM Antananarivo et Mahajanga par leur accueil ; au projet FSP Mades action EB3, qui a assuré le financement de ce projet par le biais de Pr Carayon A. ; à l'Agrocampus Rennes par le biais de Pr HAURY J. et Pr OMBREDANE D., leurs conseils et documents nous sont très précieux ; à Pr Reeb C. (UPMC Paris 6) pour son aide ; à Brohard Y. (Amap Cirad) et Pr Ratsimbazafy J. (Durrell) et Garcia G. pour la documentation. Et à tous ceux qui, de près ou de loin, ayant participé à cette mission.

Note biographique

- 65 Hery Lisy Ranarijaona est professeur à l'Université de Mahajanga. Elle est hydrobiologiste Malgache et s'intéresse surtout aux macrophytes, leur systématique, leur biologie et écologie, des sujets qui relatent à la conservation des zones humides. Les deux étudiantes Zainabo Félicie et Ainazo Andriamanantena sont encadrées sur les sujets pré-cités.

Bibliographie

- Awuah, E., H.J. Lubberding, K. Asante et H.J. Gijzen, 2002, The effect of pH on enterococci removal in *Pistia*-, duckweed- and algae-based stabilization ponds for domestic wastewater treatment. *Water Sci Technol* 45, 1, pp. 67-74.
- Begun N., M.J. Khan et K.M.S. Islam, 2000, Feeding rations containing. Road side grass, maize silage or water hyacinth in bull calves. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3, 10, pp. 1730-1732.
- Biggenli, P., 2003, Pontederiaceae, *Eichhornia crassipes*, water hyacinth, jacinthe d'eau, *Tetezan'alika, Tsikafokafona*. In *The natural History of Madagascar*. Goodman S.M. et J.P., Benstead, *The University of Chicago Press*. Chicago and London, pp. 476-478.
- Bremer B., K. Bremer, M.W. Chase, F.M. Fay, J.L. Reveal, D.E. Soltis, P.S. Soltis et F. Peter. APG 2009. *The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society*. 17p.
- Camp, 2001, Evaluation et Plans de Gestion pour la Conservation (CAMP) de la Faune de Madagascar : Lémuriens, autres mammifères, reptiles et amphibiens, poissons d'eau douce. Mantasoa. Madagascar.
- Center T.D., P.D. Pratt, M.B. Rayamajhi, T.K. Van, S.J. Franks, FAJr. Dray, M.T. Rebelo, 2005, Herbivory alters competitive between two invasive aquatic plants. *Biol. Control* 33, 2, p.p. 173-185.
- Daget PH. et J. Poissonet, 1995, La végétation des pâturages in *Pastoralisme, Troupeaux, Espaces et Sociétés*.
- Dagno K., R. Lahlali, D. Friel, M. Bajji, et M. H. Jijakli, 2007, Synthèse bibliographique : problématique de la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes*, dans les régions tropicales et subtropicales du monde,

notamment son éradication par la lutte biologique au moyen phytopathogènes. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11, 4, p.p. 299-311.

Dajoz, R., 1976, Précis d'écologie, 3^e édit., coll. *Ecologie fondamentale et appliquée*, Gauthier-Villars, 549 p.

Delord, R. 1961, Le site touristique et mystique d'Ampijoroa. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 39, p.p. 29-31.

Dutartre, A. 2004, De la régulation des plantes aquatiques envahissantes à la gestion des hydrosystèmes. *Ingénieries N° Spécial* : 87-100.

Dutartre, A., M.C. Peltre, N. Pipet, L. Fournier et M.J. Menozzi, 2008, Régulation des développements de plantes aquatiques. *Revue EAT thématique*, p. 135-154. [En ligne] URL : <http://www.set-revue.fr/regulation-des-developpements-de-plantes-aquatiques>

Garcia, G., 2005, Ecology, human impact and conservation for the Madagascan side-necked turtle (*Erymnochelys madagascariensis* Grandidieri, 1867) at Ankarafantsika National Park, Madagascar. Thèse de doctorat (PhD), University of DICE. Canterbury, Kent.

Ghabbour, E.A., D. Davies, Y.Y. Lam et M.E. Vozzella. 2004, Metal binding by humic acids isolated from water hyacinth plants (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm-Laubach : Pontederiaceae) in the Nile Delta, Egypt. *Environ. Pollut.* 131, p.p. 445-451.

Groupe d'experts « Zones humides », 2008, Changement climatique. Zones humides info. n° 59-60 - 1^{er} et 2^{ème} trimestres. *Société nationale de protection de la nature*, Paris. France, 32.

Hill, G., J. Waage et G. Phiri, 1997. Water hyacinth problem in tropical Africa. Proceedings of the first meeting of the International Water Hyacinth Consortium 18-19 march. Washington. World Bank.

Hill, M.P. et T. Olckers, 2001, Biological Control Initiatives against Water Hyacinth in South Africa : Constraining Factors, Success and New Courses of Action. Conservation International and Jersey Wildlife preservation trust.

Kone, L., 2002, Epuration des eaux usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique de l'ouest et du centre : état des lieux, performances épuratoires et critères de dimensionnement. *Thèse de Doctorat es Sciences Techniques*. École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse, 170.

Kuchling, G., 1997. Proposal for a status survey of *Erymnochelys madagascariensis* in western Madagascar. Conservation international & JWPT.

Ranarijaona, H.L.T., C. Christian et F.M. Gibon, 2009, La flore des milieux lenticules Malgaches : biotypologie, espèces envahissantes et mesures de conservation, *Tela-botanica*, [En ligne] URL : http://www.tela-botanica.org/page:flore_aquatique_malgache. Consulté le 21 septembre 2010.

Mailu, A.M., 2001, Preliminary assesment of the social, economic and environmental impacts of water hyacinth in the lake Victoria basin and the status of control. Biological Control Initiatives against Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *ACIAR Proceedings*, 102.

Mandi, L., 1994, Marrakesh Waste-Water Purification Experiment Using Vascular Aquatic Plants *Eichhornia crassipes* and *Lemna gibba*. *Water Science and Technology* 29, 4, p.p. 283-287.

Moat, J. et P. Smith, 2007, Atlas de végétation de Madagascar.

Müller, S. et J. Haury, 2008, Conservation des macrophytes et habitats aquatiques rares et protégés sur le territoire français. In : *Ingénieries eau agriculture territoires*. Haury J., Dutartre A. et M.C. Peltre (eds). Plantes aquatiques d'eau douce : biologie, écologie et gestion. Numéro spécial, p.p. 125-134.

Müller, S., 2006, Les plantes protégées de Lorraine. Distribution, écologie, conservation. *Biotope, Mèze, collection Parthénope*, 376p.

Pertuz, S., J. De la Rotta, N. Jimenez, I. Araujo, L. Herrera, L.C. De Bonilla, A. Del Villar, P., Molleda et G. Toro, 1999, Treatment to water from oxidation second lagoon effluents with water hyacinth. *Interciencia* . 24, 2, p.p :120-124.

Almoustapha O. et J. Millogo-Rasolodimby, 2006, Production de biogaz et de compost à partir d'*Eichhornia crassipes*, (mart) solms-laub (Pontederiaceae) pour un développement durable en Afrique sahélienne. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 7 Numéro 2, [En ligne] URL : <http://vertigo.revues.org/index2221.html>. Consulté le 20 novembre 2009.

Ranarijaona, H.L.T., 2007, Concept du modèle écologique du lac Alaotra. *Madagascar Conservation Development*, Volume 2, Issue 1, p.p. 35-39.

Ranarijaona, H.L.T., 1999, La flore des milieux lenticules malgaches : essai de biotypologie. *Thèse de doctorat*, Département de Biologie Végétale. Faculté des Sciences Antananarivo. Madagascar, 180.

Ranarijaona, H.L.T. et G.S. Andrianasetra. *Ecologie du lac Ravelobe*. (sous presse).

Sculthorpe, C.D., 1985, The biology of aquatic vascular plants. Konigstein, Germany : Koeltz Scientific Books, 610p.

Simspon, G.M. et D.H. Burton, 2006, Systematic floral anatomy of Pontederiaceae. *Rancho Santa Ana Botanic Garden Aliso* 22 : 499-519. Top 25 turtles on death row. TCF. 2003. [En ligne] URL : http://www.conservation.org/ImageCache/news/content/press_freleases/2003/may/turtle_5fkit/top25turtleslowrez_2epdf/v1/top25turtleslowrez.pdf.

Trémolières M., I. Combroux, G. Thiébaud et J. Haury, 2008, **Réponse des communautés végétales aux conditions environnementales : perturbations ou contraintes.** In : *Ingénieries : eau, agriculture, territoires.* Haury J. Dutartre A & Peltre M.C.(eds). 2008. Plantes aquatiques d'eau douce : biologie, écologie et gestion, p 63-77. Numéro spécial.

Traore, H.T., 2006, Un problème environnemental transformé en source de revenus, cas de la jacinthe d'eau douce en compost chez des jardiniers de Jarela, Bamako, Mali, [En ligne] URL : <http://base.d-ph.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph-5388.html>

UNEP-WCMW, 2003, Species database : cites-listed species, [En ligne] URL : <http://sea.unep-wcmc.prg/isdb/cites/taxonomy/tax-species-result.cfm?genus=Erymnochelys&species=madagascariensis&source=animalstabname=all2003>

Xia H.L. et X.J. Ma, 2006, Phytoremediation of ethion by waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) from water. *Bioresour. Technol.* 97, 8, p.p. 1050-1054.

Pour citer cet article

Référence électronique

Ranarijaona Hery Lisy Tiana, Zainabo Félicie, Andriamanantena Ainazo Herilala et Andrianasetra Georges Simon, « Évaluation de la prolifération de la Jacinthe d'eau du lac Ravelobe Ankarafantsika et plan de restauration », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 1 | avril 2013, mis en ligne le 16 avril 2013, consulté le 03 septembre 2014. URL : <http://vertigo.revues.org/13522> ; DOI : 10.4000/vertigo.13522

À propos des auteurs

Ranarijaona Hery Lisy Tiana

Département Biologie Végétale Faculté des Sciences de Mahajanga, Immeuble Kakal, Rue Georges V, Mahajanga Be, (401) Mahajanga Madagascar, Courriel : herylisy-simon@moov.mg

Zainabo Félicie

Département Biologie Végétale Faculté des Sciences de Mahajanga, Immeuble Kakal, Rue Georges V, Mahajanga Be, (401) Mahajanga Madagascar, Courriel : feliciezainabo@yahoo.fr

Andriamanantena Ainazo Herilala

Département Biologie Végétale Faculté des Sciences de Mahajanga, Immeuble Kakal, Rue Georges V, Mahajanga Be, (401) Mahajanga Madagascar, Courriel : ainazoherilala@yahoo.fr

Andrianasetra Georges Simon

Fofifa Mahajanga, Fofifa CRR Nord Ouest, BP 289, (401) Mahajanga Madagascar, Courriel : gsimon@moov.mg

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

La jacinthe d'eau ou *Eichhornia crassipes* envahit les eaux lenticques de Madagascar. C'est le cas du lac Ravelobe du Parc National Ankarafantsika à l'ouest, qui, outre sa richesse en poissons, amphibiens, tortue, et oiseaux endémiques, est le château d'eau de la plaine du second grenier à riz de l'île. Malgré les mesures prises par les responsables du parc, la jacinthe prend une ampleur non négligeable, en occupant presque la moitié du lac alors qu'elle était absente il y a treize ans. Des quadrats et des transects, en plus des méthodes de régulation des

espèces invasives ont été appliquées aux espèces végétales du lac, dans le but d'évaluer leur écologie et la prolifération la jacinthe. Toutes les espèces aquatiques du lac sont associées à la jacinthe. La biomasse ainsi que la densité de la jacinthe y sont importantes. La fragmentation de l'écosystème Ravelobe est sévèrement ressentie. L'homme comme les oiseaux ont des difficultés pour pêcher à cause de la prolifération de la jacinthe. Cependant, une quantité importante de biogaz pourrait être obtenue à partir des jacinthes d'eau du lac Ravelobe. Des recommandations sont avancées pour la réguler et maintenir la biodiversité de l'écosystème.

The floating water hyacinth or *Eichhornia crassipes* invades Madagascar waters lotics and lentic. It's the case of the lake Ravelobe, inside the national park of Ankarafantsika Mahajanga Madagascar, which, besides crocodiles, is very renowned by its wealth endemic in fishes, amphibians, aquatic turtle, and birds. In spite of the measures taken by the persons in charge of the park in 2007, by manual eradicated of the hyacinth by the villagers, the hyacinth proliferates in important scale. Regulation's methods of the invasive species, besides quadrat and transects are applied to the plant, with the aim of estimating their ecology and the proliferation. Stable, the hyacinth invades almost half of the lake in wet season : it's monospecific in many aquatics zones, or retained by the stalks of helophytes ; forms a nursery in the river which feeds the lake. Entailed by the wind, it invades in a scattered way the entire free surface's water. Ten plant groups were listed, all associated with *Eichhornia crassipes*. Three ecological factors are responsible in their distribution. Both maps of vegetations in wet and dry season represent the distribution of hyacinth with their species associate. The biomass as well as the density of hyacinth are important. The lake is filled because of the degraded basin hillsides's erosion. The lake takes a convex aspect. The river which feeds the lake searches an outcome deviant to feed the lake. The fragmentation of the ecosystem Ravelobe is felt. Human and birds have difficulties to fish within the water hyacinth proliferated. Recommendations are advanced to regulate water hyacinth and maintain the biodiversity.

Entrées d'index

Mots-clés : Lac Ravelobe, jacinthe d'eau, prolifération, menaces, conservation

Keywords : Lac Ravelobe, water hyacinth, proliferation, threaten, conservation

Lieux d'étude : Afrique