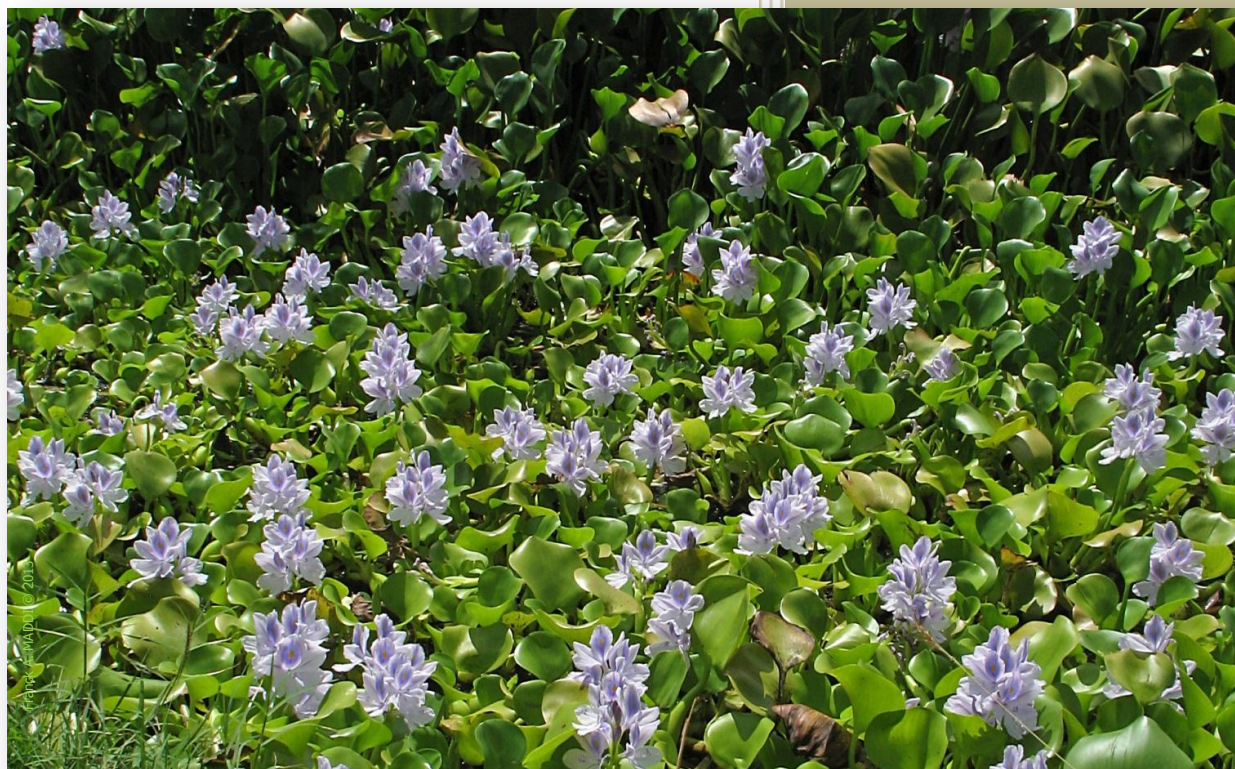


Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique : les « espèces exotiques envahissantes ». Bilan des prospections.



Franck A. MADDI

Société d'Histoire naturelle L'Herminier

Avril 2014

TABLE DES MATIÈRES

Contenu

RÉSUMÉ	4
Abstract.....	4
INTRODUCTION	6
MATÉRIELS & MÉTHODE	8
Matériels.....	8
Méthode.....	8
ÉLÉMENTS DIAGNOSTICS SUR LA FLORE	9
La flore exotique dulçaquicole envahissante.....	9
Les sites critiques.....	13
Aspects dynamiques des envahissements par les plantes dulçaquicoles exotiques.....	14
Considérations générales sur la flore envahissante des zones humides.....	15
RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS POUR LA GESTION DE LA FLORE DULÇAQUICOLE ENVAHISSANTE	16
Préconisations générales pour la gestion de la flore exotique envahissante.....	16
À propos de la Jacinthe d'eau.....	18
CONCLUSION	19
Remerciements.....	19
BIBLIOGRAPHIE	20
ANNEXE	24
Table des illustrations.....	26

Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique : les « espèces exotiques envahissantes ».

Bilan des prospections.

RÉSUMÉ.

Dans le cadre d'une actualisation des connaissances sur la flore dulçaquicole exotique envahissante, la Société d'Histoire naturelle L'Herminier (SHNLH, Nantes) et la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL, Schoelcher, Martinique) ont engagé un inventaire visant à établir une liste des plantes dulçaquicoles exotiques envahissantes et préciser leur répartition, pour tenter de dresser un état de l'envahissement des écosystèmes aquatiques par cette flore. Cet inventaire s'intègre dans le programme de lutte contre les espèces exotiques envahissantes terrestres et marines dans les départements et collectivités d'outre-mer, de la Stratégie nationale pour la Biodiversité.

Ce dernier volet de notre étude, après ceux publiés à l'issue de nos prospections menées en mai 2013 et janvier 2014, pointe plusieurs éléments diagnostics sur cette flore envahissante. D'une part, quatre taxons se distinguent par la prolifération de leurs populations, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Pistia stratiotes* L., *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle et *Salvinia molesta* D. S. Mitch., nouvelle espèce pour la flore de la Martinique. D'autre part, la répartition des espèces est étroitement liée à la topographie des hydrosystèmes : que ce soit en milieux naturels ou semi-naturels, urbanisés et industriels ou agricoles, les milieux lenticules et les milieux lotiques en zone de plaine constituent des sites favorables à l'installation et au maintien des populations d'hydrophytes. La dynamique d'envahissement se révèle variable selon les espèces : la Jacinthe d'eau est très commune et occupe une grande diversité d'hydrosystèmes ; la Laitue d'eau reste assez rare et colonise essentiellement les mares du sud ; l'Hydrille verticillée n'a pas étendu son aire de répartition et demeure encore très rare, uniquement dans des mares d'agrément ; quant à la Salvinie géante, une introduction récente à la Martinique, elle est localisée dans une seule station. Face à l'envahissement de la Jacinthe d'eau, problème majeur impactant le fonctionnement des hydrosystèmes dulçaquicoles martiniquais, les solutions conventionnelles de contrôle manuel ou mécanisé ont montré leurs limites ; la lutte biologique, par des bioherbicides et des phytophages hôtes spécifiques, pourrait être une alternative de gestion de cette plante, mais elle doit être évaluée pour son efficacité et ses éventuels impacts sur les écosystèmes. Nos investigations auprès de la population martiniquaise confirment son intérêt pour la végétalisation des jardins d'eau et l'aquariophilie, ce qui conforte le risque de voir disséminée durablement cette flore dulçaquicole envahissante ; ceci met l'accent sur la nécessité de renforcer l'information du public sur cette flore appréciée pour ses attraits ornementaux.

ABSTRACT.

Translated title: " **Contribution to the knowledge of the freshwater aquatic flora in Martinique (Lesser Antilles, F.W.I.): the "alien invasive species". Final report of survey results** "

As part of an update of knowledge on non-native invasive freshwater plants, the L'Herminier Natural History Society (SHNLH, Nantes) and the French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy with the Directorate of the Environment, Planning and Housing (DEAL, Schoelcher, Martinique) carried out a survey of alien invasive freshwater plants, with the aim to specify their distribution for a better understanding of the current status of invasion. This intensive survey is part of the National Biodiversity Strategy for the management of terrestrial and marine invasive alien species in the French departments and overseas territories.

After two previous reports about our surveys carried out in May 2013 and January 2014, this last part of our study provides some diagnostic features of the alien invasive flora. On one hand, four taxa are characterized by their tremendous proliferation, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Pistia stratiotes* L., *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle and *Salvinia molesta* D. S. Mitch., a new species for the flora of Martinique. On the other hand, the distribution of species looks closely related to the topography of water bodies: whether natural or semi-natural, urbanized and industrial or agricultural, lentic and lotic aquatic systems in lowland areas are potential habitats for the establishment and spread of hydrophytes. Dynamics of invasion of alien aquatic weeds are nuanced depending on the species: Water hyacinth is very common and is found in a wide range

of water bodies; Water lettuce remains quite rare and mainly found in the Southern ponds; Hydrilla has not extended its distribution and is still very rare, growing in recreational ponds; about Giant Salvinia, a recent introduction to Martinique, it is located in one station only. Faced to Water hyacinth invasion, a major problem affecting the freshwater hydrosystems in Martinique, conventional methods of control by manual and mechanical removal have shown their limits; biological control with bioherbicides and phytophagous could be an alternative strategy in the management of this weed, but it must be evaluated for its effectiveness and its potential impacts on ecosystems. Our investigations among the Martinican population confirm its interest in water gardening and aquascaping, which reinforces the risk of spreading invasive freshwater plants; this emphasizes the need to improve the information of the public about this flora appreciated for its ornamental qualities.



Fig. 1 — Envahissement d'une mare par une espèce autochtone, *Eleocharis mutata*. Réserve naturelle de la presqu'île de la Caravelle (La Trinité), en mai 2014. [Photo : Franck A. Maddi].

INTRODUCTION.

Depuis 2003, la Société d'Histoire naturelle L'Herminier (SHNLH) conduit dans les Petites Antilles un programme d'études visant à établir un inventaire et une cartographie de la flore dulçaquicole exotique envahissante à l'échelle de l'archipel. Cette expertise a été investie au service de la Stratégie nationale pour la biodiversité, dans le cadre de l'appel à projets émis en 2011, pour le programme de lutte contre les espèces exotiques envahissantes terrestres et marines dans les départements et collectivités d'outre-mer. C'est en 2013 qu'a été formalisé ce partenariat avec la DEAL de la Martinique afin de réaliser un inventaire et une cartographie de cette flore exotique envahissante dans cette région. En effet, parmi les nombreuses causes avancées pour expliquer l'érosion de la biodiversité, les invasions biologiques, faune et flore, jouent un rôle majeur (Soubeyran 2008). L'exemple des zones humides continentales est particulièrement démonstratif sur ce sujet. Ces biotopes abritent des faunes et flores spécifiques inféodées à ces milieux aquatiques. Ce sont des milieux fragiles, en raison de la nature même des biotopes, plus encore dans la région Caraïbe du fait de l'insularité. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude ; elle vise à établir un aperçu actuel le plus complet possible, bien que non exhaustif, des espèces avérées ou potentiellement envahissantes et de leur répartition territoriale à la Martinique. C'est donc un regard d'avantage factuel qu'analytique qui est proposé ici, mettant l'accent sur les données brutes collectées, permettant ainsi de contribuer à la connaissance de la flore dulçaquicole envahissante de la région.

« Espèce exotique envahissante » ... un concept qui reste toujours à préciser.

En dépit des recommandations de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et de son groupe de travail spécialisé sur les invasions biologiques (*Invasive Species Specialist Group*, ISSG), pour uniformiser la terminologie, aucun consensus mondial non partisan n'existe pour définir les concepts d'invasions biologiques et d'espèces envahissantes. À commencer par la terminologie française qui peut introduire une confusion lorsque l'expression anglo-saxonne « *alien invasive species* (A.I.S.) » désigne une « espèce exotique envahissante (E.E.E.) ». Le concept d'envahissement peut s'envisager à différents niveaux de perception. Une définition large se base sur l'accroissement durable de l'aire de répartition de l'espèce (Williamson 1996) ; ne prenant pas en compte les impacts sur les écosystèmes (ce qui est modulé dans un énoncé ultérieur intégrant la notion d'espèces exerçant un impact (Williamson *et al.* 2001)), cette définition admet toutefois que les espèces envahissantes ne se limitent pas aux introductions anthropogènes fortuites ou non. Selon l'UICN (Soubeyran 2008) et la Commission Européenne (Commission des Communautés Européennes 2008), une espèce envahissante ne s'entend que pour un taxon exotique (ou allochtone), introduit par l'homme, dont l'implantation et la propagation se traduisent par des impacts négatifs sur les écosystèmes, l'économie, voire la santé publique. Dans cette définition, ce sont en fait des enjeux écologiques et économiques qui sont en balance pour définir l'envahissement. De plus, elle exprime une dominance anthropique dans l'introduction d'espèces exotiques ; elle néglige cependant les introductions fortuites, par exemple par les animaux, événements loin d'être rares avec les plantes aquatiques (Figuerola & Green 2002). Une définition intermédiaire, toujours d'actualité, antérieurement proposée par l'UICN (IUCN 2006) sur la base des recommandations de la Commission sur la Diversité Biologique (UNEP 2002), admet comme espèce envahissante celle qui, établie dans un écosystème ou un habitat naturel voire semi-naturel, est un facteur de perturbation et menace la biodiversité indigène. Mais une fois encore, nous sommes confrontés à un usage ambigu des termes et des concepts écologiques. Dans son acception biologique et plus étroitement phylogénétique, une espèce ne peut être qualifiée d'envahissante, car ce qualificatif ne relève pas du concept d'espèce au sens biologique, mais s'applique plutôt à l'échelle de la population ; c'est donc le concept d'espèce écologique qui prévaut dans la définition véhiculée par l'UICN. Cependant certains organismes vivants, en raison de leurs caractéristiques biologiques, ont une large valence écologique et sont donc plus aptes que d'autres à coloniser une variété de biotopes et à s'accommoder aux variations de ceux-ci ; cela en fait effectivement des espèces potentiellement envahissantes, potentiel qui ne s'exprime qu'à l'échelle d'une population. Enfin, le caractère envahissant qui sous-tend un processus d'explosion démographique au sein d'une population sur un territoire défini, s'applique tant à une espèce allochtone qu'autochtone, deux termes qui se basent sur l'aire de diversification génétique de l'espèce considérée, non sur l'aire de répartition à un temps donné (Fig. 1). Quant à la « menace sur la biodiversité », elle doit être nécessairement circonscrite et définie, car généralement, la dite biodiversité ne repose que sur un cortège d'espèces choisies parmi la complexité des biocénoses concernées ; la diversité biologique dans sa dimension holistique est rarement prise en compte, autant que cela puisse être raisonnablement fait. Pour revue, ces aspects concernant la définition d'une invasion biologique sont également discutés, sous des approches distinctes, par Muller (2004), Pyšek *et al.* (2004), Pascal *et al.* (2006), Valéry *et al.* (2008) et Tassin (2014).

Dans la suite de l'étude présentée ici, la notion d'espèce exotique envahissante s'entendra pour un taxon allochtone présentant un risque d'envahissement, potentiel ou exprimé, au sens de la prolifération démographique de sa population observée sur la station, indépendamment des impacts réels ou supposés, notamment sur l'écosystème.

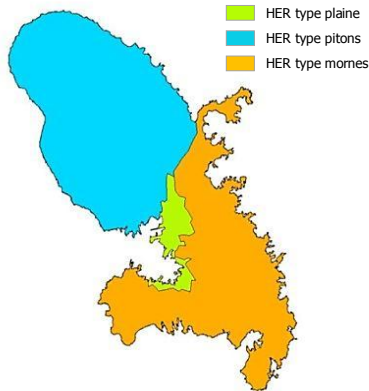


Fig. 2 — Carte des hydro-écorégions (HER) de la Martinique, d'après Chandesris *et al.* (2005).

Contexte hydrologique de la Martinique.

Suivant la définition de Chandesris *et al.* (2005), la Martinique peut être envisagée en trois hydro-écorégions (HER) : une « HER type mornes » regroupant les zones sèches à intermédiaires des mornes du sud et sud-est, une « HER type plaine » correspondant au régime hydraulique mixte (amont torrentiel évoluant vers l'aval en un régime de plaine), située des plaines du Lamentin à Rivière-Salée, ainsi qu'une « HER type pitons » sur la partie nord, caractérisée par un relief accidenté et soumise à de fortes précipitations (Fig. 2). Les caractéristiques topologiques, géologiques et pluviométriques conditionnent l'identité de ces hydro-écorégions ; elles conditionnent également les composantes faunistiques et floristiques de ces régions, en particulier la flore dulçaquicole, sensible aux paramètres physiques et chimiques des systèmes hydrologiques. Schématiquement, les mornes du sud et sud-est sont principalement maculées de mares et étangs, permanents ou temporaires (essentiellement à usages agricoles), ainsi que de canaux et rivières à régime mixte, torrentiel

en tête de bassin et de plaine en allant vers l'embouchure ; ces systèmes sont favorables à l'installation d'hydrophytes flottantes, tels les nénuphars *Nymphaea* spp., la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) ou la Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*), mais aussi les hélophytes comme les joncs (*Eleocharis* spp.). La région nord est marquée par son dense réseau hydrographique permanent, de régime torrentiel ; ses caractéristiques ne sont guère favorables à l'installation d'hydrophytes immergées ou flottantes, mais les hélophytes peuvent s'adapter localement aux contraintes érosives et aux immersions imposées par ses cours d'eau. Enfin la région centre Caraïbe est marquée par des ravines et rivières en régime de plaine, à débit pouvant être qualifié de torrentiel mixte ; ces cours d'eau sont caractérisés par un débit variant au gré des saisons et des pluviométries qui leur correspondent : en saison d'hivernage, ils ont un débit de type torrentiel, tandis que durant la saison de Carême, leur débit est plus lent ; ces caractéristiques autorisent l'installation et le maintien d'hydrophytes immergées, mais la pérennité et l'étendue de leurs populations sont soumises à une régulation liée aux débits des cours d'eau qui les abritent.

À propos des plantes aquatiques à la Martinique.

En considérant les Characées, les fougères et les phanérogames inféodées aux biotopes dulçaquicoles, au moins 60 taxons sont actuellement répertoriés pour la Martinique (Howard 1979, Guerlesquin 1983, Jérémie & Jeune 1992, Fournet 2002, Maddi & Brizard 2010). Parmi ceux-ci, certaines espèces sont notoirement connues ailleurs qu'en Martinique, pour leur potentiel d'envahissement ; elles peuvent localement proliférer jusqu'à l'envahissement des stations où elles sont installées et perturber le fonctionnement de ces écosystèmes aquatiques. C'est le cas pour les hydrophytes submergées (*Ceratophyllum*, *Chara*, *Hydrilla*, *Myriophyllum*, *Najas*, *Nitella*), les hydrophytes flottantes (*Eichhornia*, *Lemna*, *Nymphaea*, *Pistia*, *Salvinia*, *Wolffia*, *Wolffiella*), ainsi que pour certaines hélophytes (*Cyperus*, *Eleocharis*).

Au rang des espèces dont les populations sont envahissantes à la Martinique, l'UICN recense seulement une espèce, la jacinthe d'eau (Soubeyran 2008). Cependant, nos récentes observations communiquées au réseau mis en place par le comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature permettent de porter à quatre le nombre d'espèces avérées ou potentiellement envahissantes, avec *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, *Pistia stratiotes* et *Salvinia molesta* (UICN 2014).

MATÉRIELS & MÉTHODE.

Matériels.

Le géoréférencement des sites prospectés a été réalisé avec le GPS Garmin modèle GPSmap 60CSx ; la précision des coordonnées utilisées était comprise dans un intervalle de 3 mètres à environ 15 mètres.

Le système de coordonnées employé est le WGS84, selon la projection plane UTM nord, fuseau 20 (UTM 20) ; la conversion des coordonnées brutes (WGS84, projection géographique en degrés-minutes décimales) en coordonnées WGS84 planes a été assurée par le logiciel Circé Antilles-Guyane, version 4.0, de l'Institut Géographique National (I.G.N., France).

Les prospections ont été conduites sur la base des fonds cartographiques de l'I.G.N. à l'échelle 1: 25000 (série Top 25, révision de 2006).

Méthode.

Les référentiels taxonomiques utilisés pour considérer les plantes aquatiques dont les populations pourraient être envahissantes à la Martinique sont la liste des espèces envahissantes dans la région Caraïbe (Kairo *et al.* 2003), celle des taxons répertoriés par le *Center for Aquatic and Invasive Plant* (IFAS 2014), la base de données *Global Invasive Species*

Database (GISD 2014) de l'*Invasive Species Specialist Group* (ISSG, UICN), ainsi que la liste éditée par l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour le Protection des Plantes (OEPP/EPPO 2013). C'est donc d'avantage le potentiel d'envahissement qui est retenu comme crible des espèces, plutôt que le caractère envahissant avéré à la Martinique ; une population sera qualifiée d'envahissante, au regard de son expansion démographique rapportée à la surface de la station prospectée, non pas en terme d'impacts sur l'écosystème local. La flore considérée concerne donc trois types de plantes herbacées : les hydrophytes submergées et flottantes, ainsi que les héliophytes, qu'elles soient allochtones ou autochtones. La flore herbacée hygrophile ne correspondant pas aux types biologiques étudiés, selon les définitions de Raunkiaer (1934) et Montégut (1999), n'a pas été prise en compte ; c'est notamment le cas pour les « Herbes », poacées opportunistes telles *Panicum maximum* Jacq., *Pennisetum purpureum* Schumach. (syn. *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone), *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen (syn. *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf, *B. purpurascens* (Raddi) Henrard).



Fig. 3 — Carte de répartition des sites (●) prospectés à la Martinique.

Les prospections se sont déroulées pendant 26 journées réparties sur 2 périodes, la première durant l'intersaison marquant la sortie du Carême (du 16 mai 2013 au 28 mai 2013), la seconde lors de l'intersaison à l'entrée du Carême (du 13 janvier au 25 janvier 2014) ; le choix de ces périodes visait à tenir compte du caractère saisonnier de la pluviométrie et des niveaux d'eau des systèmes hydrologiques terrestres. Ainsi, certains sites hébergeant des plantes aquatiques potentiellement envahissantes, ont fait l'objet d'un suivi pendant ces deux sessions d'inventaires, tandis que d'autres n'ont fait l'objet que d'une seule observation.

Trente-trois des trente-quatre communes que compte la Martinique ont été visitées. La commune de Fonds Saint-Denis n'a pas livré de points d'observations car aucun site favorable pour la flore étudiée n'y a été trouvé. Les sites visités ont été choisis sur la base des habitats potentiels pouvant accueillir des plantes aquatiques d'eau douce et saumâtre. Les habitats pris en compte concernaient donc les systèmes lotiques (fossés, canaux, ravines et ruisseaux, rivières, estuaires) et lenticques (lagunes, lacs, étangs, mares, bassins d'élevages aquacoles, bassins d'ornement, bassins d'épuration des eaux). En détail, 361 points de relevés ont été consignés ; ils identifient à un temps t, des stations prospectées (Fig. 3).

Le nombre de systèmes hydrologiques de surface distincts visités est de 244, dont 91 systèmes lenticques et 153 lotiques. En considérant les 885 mares, 43 ravines et 161 rivières recensées (Gayot & Laval 2006, ODE

2010), on peut globalement estimer que le présent inventaire porte sur environ 20% du dense réseau hydrographique de la Martinique.

Les prospections ont été menées selon une méthode dite d'« inventaire aléatoire de surface », reposant sur la notification visuelle de la présence ou non d'une l'espèce en surface, sans investigation dans les profondeurs des eaux (Parsons 2001) ; c'est une méthode requérant peu de technicité, rapide à mettre en œuvre, de coût réduit et bien adaptée au recensement des hydrophytes immergées ou flottantes, notamment celles formant des colonies denses. Les sites asséchés n'ont pas été pris en compte dans les relevés, sauf si l'existence de plantes aquatiques était avérée par la présence de restes identifiables de plantes ou une ancienne occupation documentée par des observations antérieures. Par ailleurs, les observations faites à partir des ponts ont été complétées par des prospections en amont et en aval sur au moins cent mètres, lorsque les accès étaient libres ; les examens des berges et de la surface des eaux ont été aussi conduits à l'aide d'observations aux jumelles.

L'objectif de l'étude étant de repérer les espèces envahissantes, potentielles ou avérées, il n'a donc pas été réalisé d'inventaire floristique exhaustif pour les stations visitées. Pour des raisons liées à la méthode d'inventaire, au temps imparti pour l'observation, ainsi qu'à l'accessibilité des stations, les coefficients d'abondance/dominance et de sociabilité (Braun-Blanquet *et al.* 1952) n'ont pas été pris en compte, d'autant plus que cette méthode de description des communautés floristiques n'a pas démontré sa pleine pertinence pour ce type d'étude (Jérémie & Jeune 1992).

ÉLÉMENTS DIAGNOSTICS SUR LA FLORE.

L'ensemble des sites prospectés est présenté dans les annexes des rapports intermédiaires (Maddi 2013, 2014). Au terme de ces observations, il peut être dressé une liste des espèces dont les populations prolifèrent localement de façon envahissante ou représentent un risque d'envahissement.

La flore exotique dulçaquicole envahissante.

Quatre taxons se distinguent : la Jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, originaire des régions tropicales du continent sud-américain, Brésil en particulier ; l'Hydrille verticillée, *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, originaire d'Asie (Inde, Corée) ; la Laitue d'eau, *Pistia stratiotes* L., dont l'origine probable serait l'Afrique, importée à la Martinique à l'époque du commerce négrier ; la Salvinie géante, *Salvinia molesta* D. S. Mitch., originaire du sud-est du Brésil. Cette flore exotique présente la caractéristique commune d'être ordinairement utilisée pour végétaliser les jardins d'eau, ce qui accentue le risque de sa dissémination vers les écosystèmes dulçaquicoles naturels ou semi-naturels.



Fig. 4 — La Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) est aisément reconnaissable à ses grandes inflorescences aux fleurs lilas ponctuées d'une tache jaune, ainsi qu'à ses feuilles lustrées à limbe ovale-orbiculaire et à pétiole renflé en flotteur spongieux. [Photo : Franck A. Maddi].

La Jacinthe d'eau est l'hydrophyte flottante la plus communément rencontrée à la Martinique (Fig. 4) ; on la retrouve également dans les prairies inondées. La présence de cette espèce y est ancienne ; Swartz (1797) et Descourtilz (1829) ne l'indiquent pas explicitement à la Martinique, mais Duss (1897) rapporte qu'elle est cultivée à la Martinique, au Lamentin, à Fort-de-France et Saint-Pierre notamment. Nos observations faites en 2013-2014 révèlent que la plante est bien présente dans les mares du sud et prospère en quelques stations de la côte Atlantique. Elle y est commune, ralliant en cela les constats de Fournet (1978, 2002). Si l'on excepte les translocations de plants utilisés pour l'ornementation des jardins d'eau, la cartographie de l'espèce montre qu'elle prospère dans les hydrosystèmes lotiques en régime de plaine (Fig. 5-A), et qu'elle s'accommode d'un bioclimat sec à moyennement humide (Fig. 5-B). La plus grande population se concentre dans la zone de plaine s'étirant du Lamentin (secteur Californie) jusqu'à Rivière-Salée (secteurs Laugier, Lafayette) ; les estuaires de la Rivière du Galion et de la Rivière de Sainte-Marie constituent également des habitats favorables au maintien de populations de Jacinthe d'eau.

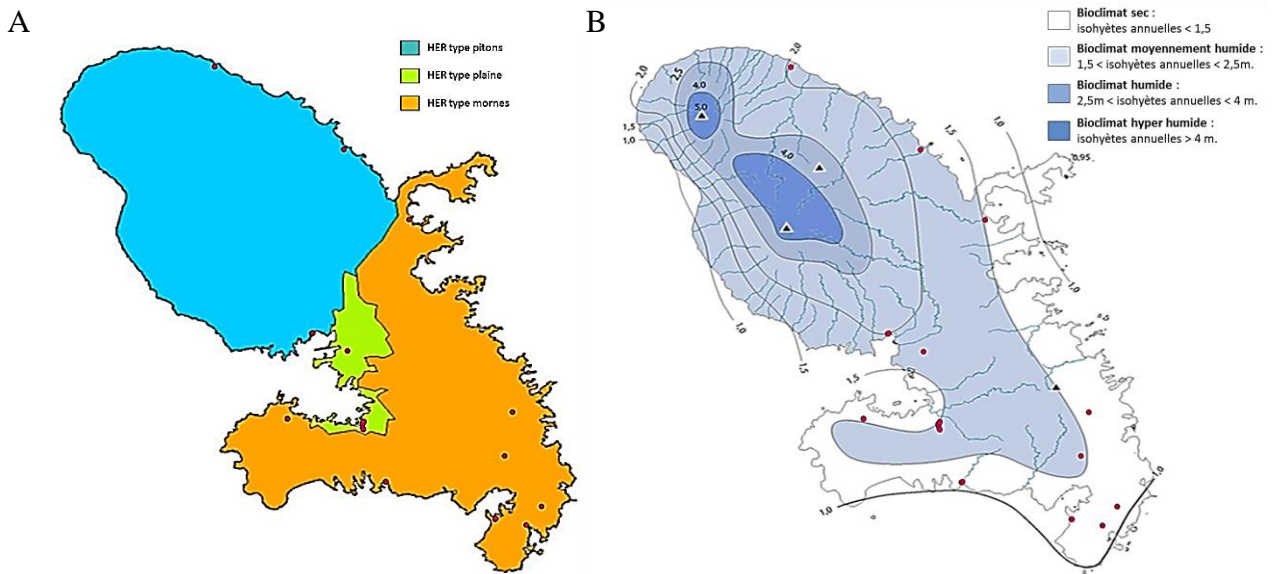


Fig. 5 — Répartition des stations de Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) à la Martinique (•), en fonction des hydro-écotones (A) et des bioclimats (B). [Fonds cartographiques : (A) Chandesris *et al.*, 2005 ; (B) Géode Caraïbe, 2012].

Se multipliant par voie végétative (pour la Martinique, aucune fructification n'est rapportée dans la littérature, les prospections exposées ici confortant cette absence d'infrutescence), elle forme des radeaux compacts desquels essaient des diaspores. Duss (1897) remarquait la multiplication vigoureuse de la plante, ce qui nécessitait chaque année de « détruire une masse de pieds », Fournet (1978) soulignait même le caractère « très envahissant » de cette espèce. De nos jours, la plante est toujours cultivée pour l'ornement et utilisée pour la dépollution des eaux ; elle nécessite une régulation périodique de la densité de ses populations. L'impact le plus visible de cette présence massive est l'obstruction des chenaux et le recouvrement de la surface des plans d'eau lenticules et lotiques. Les conséquences sur le fonctionnement des hydrosystèmes sont partagées : au rang des effets généralement désirés figurent l'épuration des eaux, la protection contre l'érosion des berges et l'atténuation de l'évaporation ; l'effet négatif le plus perceptible s'exerce sur les systèmes lotiques où l'effet de « bouchon » des massifs de Jacinthe d'eau peut accroître un risque de crues subites lors des averses, en particulier lors de l'hivernage. Des herbacées opportunistes, telles les Herbes à éléphants, Herbe de Guinée et Herbe du Para prolifèrent également à la surface des radeaux de Jacinthe d'eau, renforçant ainsi leur maillage et accélérant la fermeture et l'atterrissement du chenal. De plus, le recouvrement de la surface des eaux par les radeaux d'*Eichhornia crassipes* prive le phytoplancton et les autres végétaux aquatiques immergés ou flottants de l'accès à la lumière essentiel à la photosynthèse ; cette présence massive modifie donc l'équilibre (composition et structuration spatiale) des communautés végétales aquatiques et, par incidence, celle des communautés animales inféodées aux biotopes aquatiques.

Nous n'avons pas observé sur les feuilles de la Jacinthe d'eau de marques caractéristiques causées par des charançons phytophages, tels *Neochetina* spp. Des prospections complémentaires seraient nécessaires pour répertorier les ravageurs de cette plante pour laquelle nous avons montré à la Guadeloupe qu'ils sont nombreux et ubiquistes (Maddi 2010).

L'Hydrille verticillée est une hydrophyte exotique dulçaquicole immergée, originaire d'Asie (Inde, Corée), jouissant d'un intérêt croissant auprès des aquariophiles (Fig. 6). Cette espèce monospécifique, potentiellement très envahissante (même dans son aire d'origine), est admise comme l'une des menaces végétales prépondérante dans les biotopes aquatiques. À la Martinique, elle est connue seulement dans deux mares ornementales, l'une située sur la commune de Basse-Pointe (Moulin l'Étang) et l'autre sur la commune du Lamentin (Morne Cabri) ; (Fig. 7). Nous n'avons pas trouvé l'Hydrille verticillée dans les hydrosystèmes lotiques éventuellement connectés à ces mares. À la Martinique, la

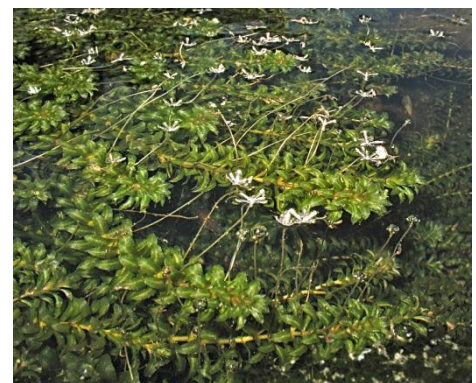


Fig. 6 — L'Hydrille verticillée (*Hydrilla verticillata*) forme un entrelacs de longues tiges portant de petites fleurs blanches qui émergent à la surface de l'eau. [Photo : Franck A. Maddi].

typologie des habitats où prospère la plante n'est pas représentative de l'ensemble des habitats potentiels pouvant être colonisés par cette hydrophyte ; celle-ci peut en effet proliférer dans les milieux lentiques et lotiques, même de type torrentiel mixte. Notre suivi de cette espèce initié en 2008 (Maddi & Brizard 2010) nous permet d'avancer qu'elle est restée rare à la Martinique, malgré son attractivité ornementale et son fort potentiel d'invasion.

L'Hydrille verticillée montre une propension à occuper toute la colonne d'eau dans un réseau de tiges enchevêtrées, jusqu'à recouvrir la surface de sa dense « canopée ». Ses modes de propagations végétatifs (boutures, turions, tubercules enfouis dans le sédiment), sa rapidité de croissance et sa grande amplitude écologique l'ont même fait qualifier de « *perfect aquatic weed* », expression traduisant son caractère de « mauvaise herbe aquatique parfaite » (Langeland 1996). Les impacts des massifs d'Hydrille s'exercent sur les hydrosystèmes (entrave à l'écoulement de l'eau, sédimentation, modifications des paramètres physico-chimiques de l'eau, réduction de la pénétration de la lumière), engendrant des modifications dans les communautés biotiques aquatiques ; cependant, à la Martinique, les effets sur la biodiversité sont mal évalués, d'autant qu'ils dépendent de la complexité des biocénoses prises en compte pour cette évaluation.

Les prospections menées lors de cette campagne d'inventaire 2013-2014 ont confirmé la présence exclusive du biotype dioïque femelle.

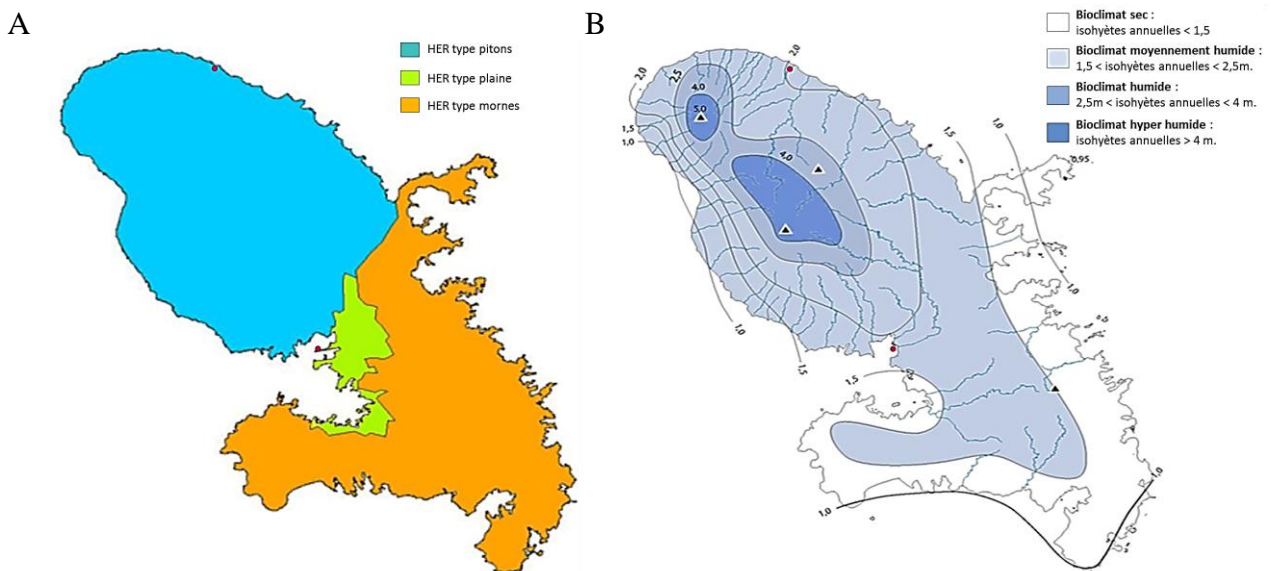


Fig. 7 — Répartition des stations de l'Hydrille verticillée (*Hydrilla verticillata*) à la Martinique (●), en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B). [Fonds cartographiques : (A) Chandesris *et al.*, 2005 ; (B) Géode Caraïbe, 2012].

Sur les portions exondées d'Hydrille verticillée, nous avons observé une espèce de puceron (cf. *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus, 1761)), ravageur ubiquiste capable de parasiter les hydrophytes, mais qui à lui seul ne permet pas de contenir la prolifération de la plante.



Fig. 8 — La Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) forme des rosettes de feuilles veloutées flottant à la surface de l'eau. [Photo : Franck A. Maddi].

La Laitue d'eau (godapail, chance, herbe à la chance). Cette hydrophyte flottante est aisément reconnaissable à ses rosettes de feuilles d'un vert lumineux (Fig. 8). C'est une plante qui prospère dans les milieux lentiques de plaine et se maintient dans les prairies inondées. Se multipliant essentiellement par voie végétative, émettant des stolons, elle tend à former des massifs denses flottant sur l'eau ou enracinés dans le substrat vaseux ; ces radeaux recouvrent progressivement la surface de l'eau, au détriment de la flore subaquatique et des échanges de surface air-eau. Une autre nuisance, cette fois d'ordre sanitaire, accable souvent cette plante. En effet, elle constitue également un gîte pour le mollusque *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), hôte de la bilharziose. D'autre part, si plusieurs espèces de moustiques sont connues pour proliférer à l'abri des rosettes de

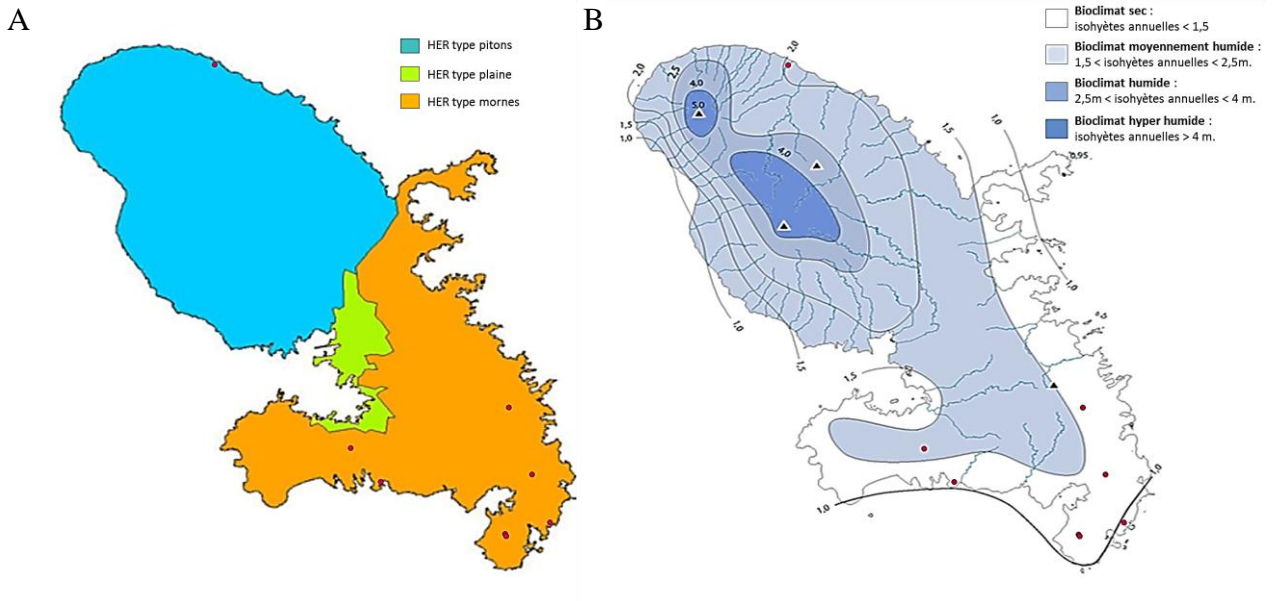


Fig. 9 — Répartition des stations de la Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) à la Martinique (•), en fonction des hydro-écotéglions (A) et des bioclimats (B). [Fonds cartographiques : (A) Chandesris *et al.*, 2005 ; (B) Géode Caraïbe, 2012].

Laitue d'eau (Lounibos & Escher 1985, Moore *et al.* 1993), il n'a pas été démontré que cela favorise spécifiquement le développement et l'ancrage de foyers infectieux de maladies transmises par les moustiques *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) et *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), telles la dengue et le chikungunya.

Selon Duss (1897), elle proliférait dans les étangs et mares, notamment des Trois-Îlets, de Rivière-Salée, Sainte-Anne ou encore la presqu'île de la Caravelle. Au cours de nos prospections, nous n'avons trouvé cette plante aquatique essentiellement dans les mares et étangs des hydro-écotéglions du sud sous bioclimat sec (Fig. 9). Les hydrosystèmes lenticules situés sur les communes de Sainte-Anne, et dans une moindre mesure, du Marin, de Rivière-Salée et du Vauclin, hébergent les principales populations de cette hydrophyte ; les méandres de la rivière Oman à Trois-Rivières abritent également une petite population de Laitue d'eau et la station située à Basse-Pointe (Moulin l'Étang), constituée de quelques jeunes rosettes isolées, résulte d'une introduction récente volontaire pour tenter de juguler l'emprise de l'Hydrille verticillée. Enfin, la rivière du Vauclin, au pont de la RN6 (Le Vauclin), ne présente plus de Laitue d'eau comme nous l'avons constaté en juin 2008 ; la mare du Morne Réduit (Les Anses-d'Arlet) qui était totalement recouverte par cette plante (Gwenaël David, comm. pers. 2008) a été complètement débarrassée de sa présence au profit d'un nénuphar (cf. *Nymphaea caerulea*). Considérée comme rare à assez rare par Fournet (1978, 2002), elle semble encore peu répandue à la Martinique.

Parmi les ravageurs phytophages observés sur les rosettes de Laitue d'eau, nous avons remarqué des arthropodes opportunistes, iules et chenilles en cours d'identification (Fig. 10) ; nous n'avons pas observé de charançons dont certains, tel *Neohydronomous affinis* Hustache, 1926, sont connus pour être des phytophages spécifiques de la plante.

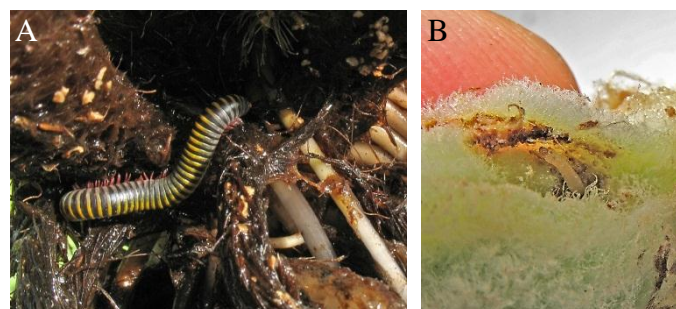


Fig. 10 — Deux ravageurs de la Laitue d'eau : (A) une iule détritivore opportuniste et (B) une chenille qui pourrait être inféodée à la plante, ce qui en ferait un potentiel auxiliaire dans la gestion de la plante. [Photos: Franck A. Maddi].



Fig. 11 — La Salvinie géante (*Salvinia molesta*) forme des grappes compactes qui peuvent se fragmenter, émettant ainsi de nouvelles diaspores aptes à propager l'espèce. [Photo: Franck A. Maddi].

La Salvinie géante. Nos prospections menées à la Martinique en janvier 2014 ont permis de révéler cette espèce exotique envahissante, nouvelle pour la flore locale (Fig. 11). Actuellement, nous ne connaissons qu'une seule station où prolifère la Salvinie géante (Fig. 12) ; elle est située sur la commune du Robert (Vert Pré), dans un étang utilisé pour l'irrigation des bananeraies alentours, mais également fréquenté à des fins récréatives. Cette fougère aquatique montre une très bonne adaptation au contexte écologique martiniquais et fait preuve d'une vive propension à coloniser rapidement son habitat. Les régulières tentatives d'éradication mécanique de cette population qui prolifère abondamment ne suffisent qu'à réguler temporairement le recouvrement du plan d'eau par cette fougère. La présence de la Salvinie géante

pourrait être fortuite, concomitante à l'introduction de nénuphars horticoles, phénomène que nous avons constaté à la Guadeloupe (Maddi 2009). Cependant, l'échange de végétaux aquatiques étant une pratique courante à la Martinique pour orner les bassins et jardins d'eau, il peut donc être légitimement redouté de voir cette fougère aquatique envahissante coloniser d'autres stations.

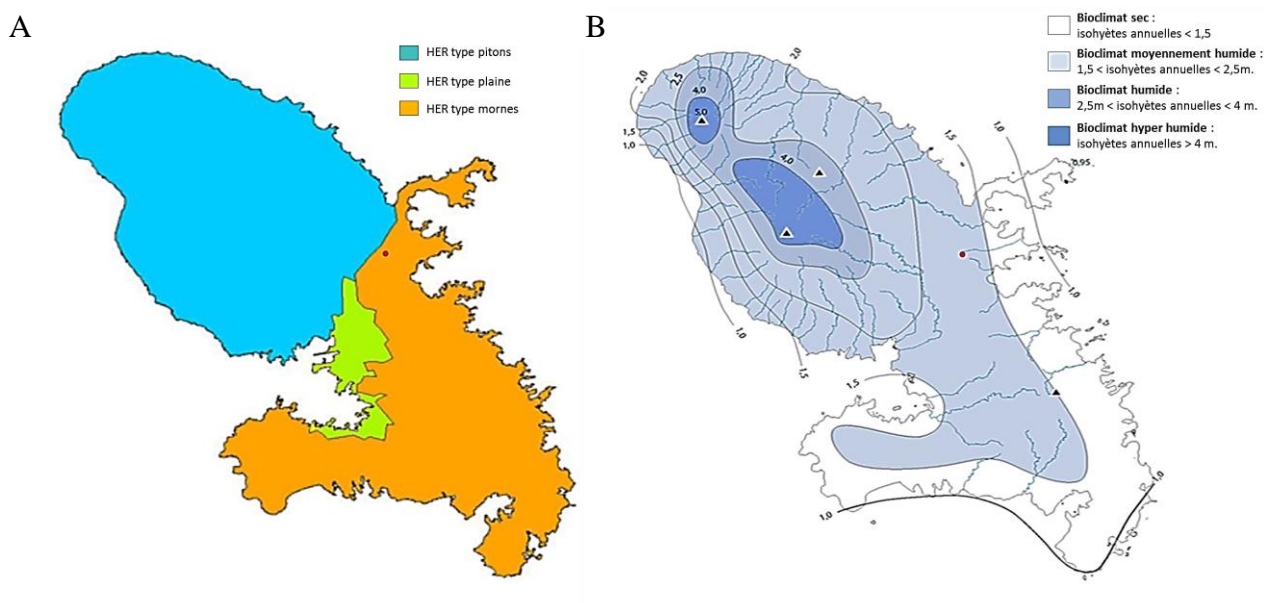


Fig. 12 — Localisation de la station de Salvinie géante (*Salvinia molesta*) à la Martinique (●), en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B). [Fonds cartographiques : (A) Chandresris *et al.*, 2005 ; (B) Géode Caraïbe, 2012].

Les sites critiques.

Parmi l'ensemble des stations prospectées, quelques-unes se distinguent par la présence d'une flore dulçaquicole à la démographie croissante de façon expansive. Elles sont présentées dans les deux rapports intermédiaires publiés au cours de cette étude (Maddi 2013, 2014). Quatorze stations ont été identifiées comme critiques en raison de la flore dulçaquicole exotique envahissante qu'elles abritent : Basse-Pointe (mare de Moulin l'Étang : *Hydrilla verticillata*, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*), Le Marin (Bois Neuf, mare bordant la voie vicinale n°2 de Belle Étoile : *Pistia stratiotes*), Rivière-Salée (canaux de La Fayette, ravine de la Laugier et rivière Trenelle au pont Violon : *Eichhornia crassipes*), Sainte Anne (Domaine de Belfond : *Eichhornia crassipes* ; Val d'Or, mares et étangs bordant la piste vers l'Anse Trabaud : *Pistia stratiotes*) ; Trois-Rivières (mare de la distillerie : *Eichhornia crassipes* ; mangrove de l'Anse des Trois Rivières : *Pistia stratiotes*) ; Le Lamentin (canaux de Californie et de Place d'Armes : *Eichhornia crassipes* ; Morne Cabri, mare du parcours sportif : *Hydrilla verticillata*) ; Le Robert (étang de Vert Pré : *Salvinia molesta*) ; La Trinité (rivière du Galion, en aval de l'Usine du Galion : *Eichhornia crassipes*) ; Sainte-Marie (rivière de Sainte-Marie, en aval de la distillerie : *Eichhornia crassipes*).

Ces sites sont des exemples d'envahissement par une flore exotique. Ces stations sont également de potentiels réservoirs d'essaimage de ces espèces. À ce titre, il serait nécessaire de poursuivre ou d'instaurer un suivi des populations végétales sur ces stations, mais également d'assurer une veille des hydrosystèmes alentours.

La typologie des habitats colonisés par la flore dulçaquicole envahissante se partage entre les hydrosystèmes lenticques et lotiques. Schématiquement, cette flore est très ubiquiste, adaptée à une large gamme d'habitats aquatiques, tant dans les zones urbanisées, industrielles et qu'en milieux agricoles ou naturels. Cette grande valence écologique est d'ailleurs l'un des atouts de cette flore pour coloniser de nouveaux sites. L'ensemble des habitats colonisés ou susceptibles de l'être par la flore dulçaquicole exotique envahissante, et en particulier les quatre espèces qui sont répertoriées à la Martinique, peuvent être résumés suivant le référentiel établi par Hoff (2000) pour la Guyane française, à défaut d'un référentiel pour les Antilles françaises (annexe).

Aspects dynamiques des envahissements par les plantes dulçaquicoles exotiques.

Dans un processus d'envahissement, trois phases se succèdent (Richardson *et al.* 2000) : *i*) immigration : introduction du taxon sur un territoire, *ii*) établissement : acclimatation de populations viables, naturalisation, puis *iii*) propagation : prolifération expansive au-delà de l'aire d'introduction. Au regard des données collectées en 2008, puis celles accumulées lors de la campagne de prospections 2013-2014, il se dessine quelques points forts sur cette dynamique de l'envahissement à la Martinique.

Quatre espèces se distinguent par la prolifération de leurs populations, au niveau des stations et/ou du territoire (Jacinthe d'eau, Laitue d'eau, Hydrille verticillée et Salvinie géante). Les présences de la Jacinthe d'eau et de la Laitue d'eau sont documentées depuis le XIX^e siècle (Duss 1897). L'Hydrille verticillée est beaucoup plus récente : son entrée à la Martinique pourrait se situer vers le début des années 2000, probablement vers 2005, sa présence étant documentée pour la première fois à la Martinique en 2008, dans les mares de la pépinière de Château-Gaillard et de Moulin l'Étang (Maddi & Brizard 2010). La Salvinie géante est encore plus récemment installée à la Martinique, postérieure à nos observations faites en 2008. Ces quatre taxons ont donc franchi avec succès les deux premières phases du processus d'envahissement.

L'étape suivante de prolifération au-delà de l'aire d'introduction est plus variable selon les espèces. La Jacinthe d'eau autrefois installée entre les communes de Fort-de-France au Lamentin, a étendu son aire de répartition au sud, notamment dans les mares de Sainte-Anne, et vers la côte Atlantique. Les hydrosystèmes lotiques de la zone de plaine du Lamentin et de Rivière-Salée nous sont apparus comme les plus envahis, malgré les interventions régulières faites par les collectivités pour réguler la prolifération de la Jacinthe d'eau ; concernant les rivières du Galion et de Sainte-Marie, nous n'avons pas d'informations sur la dynamique de l'envahissement par la Jacinthe d'eau.

Parmi les plantes dulçaquicoles potentiellement envahissantes, la Laitue d'eau reste peu commune à la Martinique. Ici, son attrait pour la végétalisation des plans d'eau, ornementaux ou d'usages agricoles est restreint, notamment parce que lorsqu'elle est présente dans un système lentique, elle exprime pleinement son emprise territoriale, jusqu'à recouvrir totalement le plan d'eau. Ce désintérêt concourt à limiter la dissémination de l'espèce. Les habitats favorables à la Laitue d'eau sont communs à ceux de la Jacinthe d'eau ; les deux taxons peuvent coexister, mais la Jacinthe d'eau fait généralement preuve d'une meilleure aptitude compétitive au détriment de la Laitue d'eau (Agami & Reddy 1990). Cela pourrait expliquer l'absence de cette dernière espèce dans les hydrosystèmes lotiques de l'hydro-écorégion de la plaine du Lamentin.

L'Hydrille verticillée n'a pas étendu son aire de répartition comparativement à la situation de 2008. La station de Moulin l'Étang est encore colonisée par la plante, malgré les tentatives entreprises pour l'éliminer du plan d'eau. La mare de la pépinière de Château-Gaillard ne semble plus constituer un réservoir pour l'Hydrille ; de récents travaux de curage et creusement paraissent l'avoir débarrassé de cette hydrophyte qui y était totalement envahissante. En raison des modes de propagation végétatifs de la plante (turions, tubercules), il serait nécessaire de placer ce site sous veille régulière pour juguler précocement toute reprise de végétation par l'Hydrille. La mare du parcours sportif du Morne Cabri est une station qui, tout comme la mare de Moulin l'Étang, constitue un site potentiel de dissémination de cette espèce exotique envahissante. La présence de l'espèce dans cette station est documentée depuis 2009 (Gilles Croisan, comm. pers. 2014).

Enfin, la Salvinie géante introduite récemment à la Martinique pourrait voir son aire de répartition s'accroître considérablement, si elle venait à être disséminée au-delà de l'unique site où elle est actuellement recensée. L'attractivité ornementale de cette fougère aquatique justifie nos inquiétudes, d'autant plus quand on considère sa faculté de propagation par diaspores mêlées à d'autres plantes aquatiques comme les

nénuphars souvent prisés pour végétaliser les jardins d'eau et mares à usage agricole. La station où nous l'avons découverte, l'étang de Vert Pré, est connectée à la rivière de la Digue, elle-même appartenant au bassin versant de la rivière du Galion ; ceci constitue donc l'aire potentielle de dissémination naturelle de la plante à partir de cet unique site.

Nos observations sur la distribution de ces quatre taxons font admettre la Jacinthe d'eau comme étant actuellement la seule espèce exotique envahissante avérée. Cependant, en raison de leur attractivité ornementale et de leur aptitude à perturber durablement l'homéostasie des écosystèmes dulçaquicoles, les trois autres espèces peuvent être considérées comme des espèces exotiques potentiellement envahissantes ; ce potentiel s'exerçant déjà à l'échelle locale des stations où elles prolifèrent, nous admettrons donc également ces espèces exotiques comme envahissantes, suivant l'acceptation formulée par l'UICN (Soubeyran 2008).

Considérations générales sur la flore envahissante des zones humides.

Au sens de l'UICN, la Martinique connaît donc bien une flore dulçaquicole exotique envahissante, caractérisée par une expansion de populations d'espèces allochtones, formant localement de denses peuplements perturbateurs des écosystèmes aquatiques et de l'économie locale. Les impacts directs et indirects des populations envahissantes d'hydrophytes dulçaquicoles exotiques sont toutefois appréciés différemment. Certains impacts sur les réseaux hydrographiques terrestres sont parfois jugés négatifs (entrave à l'écoulement, atterrissement des systèmes hydrologiques, accentuation de la sédimentation, eutrophisation), mais sont contrebalancés par des aspects désirés (limitation de l'évaporation des masses d'eau, stabilisation et protection des berges, phytoremédiation). Il en est de même lorsque l'on considère les impacts sur la biodiversité des milieux aquatiques qui, à la Martinique, sont actuellement encore peu évalués dans leur totale complexité, incluant l'aspect dynamique des biocénoses. Tout au plus peut-on avancer que ces envahissements modifient probablement les équilibres entre les communautés biotiques de ces écosystèmes aquatiques, mais il reste à démontrer que leurs impacts conduisent à une érosion de la biodiversité. Il faut toutefois souligner que pour ces hydrophytes envahissantes, les impacts sur les phytocénoses et zoocénoses aquatiques, au regard de leur composition et de leurs structurations spatiale et temporelle, sont richement documentés, ailleurs qu'à la Martinique (Colon-Gaud *et al.* 2004, McFarland *et al.* 2004, Midgley *et al.* 2006).

À ces espèces exotiques, nous pouvons ajouter quatre plantes dulçaquicoles considérées comme autochtones qui montrent des populations proliférant parfois abondamment : les nénuphars ou follets (*Nymphaea spp.*) incluant les nombreux cultivars horticoles, les joncs (*Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult. et *Eleocharis mutata* (L.) Roem. & Schult.) et les charophytes, localement dits varechs, principalement les espèces du genre *Chara spp.*, lesquels affectent essentiellement les parcs aquacoles. Le caractère autochtone de ces espèces ne les fait généralement pas admettre au chapitre des espèces envahissantes définies par l'UICN. Toutefois leurs impacts sur les écosystèmes aquatiques, essentiellement lenticques, sont similaires à ceux reconnus pour les plantes exotiques dulçaquicoles envahissantes, à savoir la modification du fonctionnement des hydrosystèmes et la perturbation des biocénoses. En marge des hydrophytes et héliophytes considérées dans notre étude, il existe également d'autres espèces végétales exotiques (potentiellement) envahissantes rencontrées dans les zones humides et qui peuvent avoir des impacts critiques sur les écosystèmes dulçaquicoles. C'est en particulier le cas pour l'Herbe à éléphants (*Pennisetum purpureum* Schumach.), l'Herbe de Guinée (*Panicum maximum* Jacq.) et l'Herbe du Para (*Urochloa mutica* (Forssk.) T. Q. Nguyen). Ces trois espèces peuvent proliférer sur les rives des masses d'eau terrestres et ainsi tendre à accélérer l'atterrissement. En présence d'hydrophytes comme la Jacinthe d'eau et la Laitue d'eau, ces herbacées participent à la création d'un maillage végétal dense qui favorise l'occlusion des chenaux et réduit la superficie d'eau libre des hydrosystèmes lenticques (Fig. 13). D'autres poacées autochtones ou naturalisées, fréquentes sur les berges, peuvent avoir ce même impact sur les hydrosystèmes, notamment l'Herbe-mare (*Panicum laxum* Sw.), la Grande herbe-mare (*Echinochloa guadeloupensis* (Hack.) Wiegand, syn. *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc. & Chase) et plusieurs *Paspalum spp.*



Fig. 13 — La Jacinthe d'eau et plusieurs herbacées forment un maillage compact entravant le flux d'eau et favorisant l'accumulation de débris charriés. Chenal de la rivière Trenelle au pont Violon (Rivière-Salée), en mai 2014. [Photo: Franck A. Maddi].

(*P. distichum* L., *P. fasciculatum* Willd. ex Flügge, *P. virgatum* L.). Parmi les nombreuses espèces végétales qui prolifèrent dans les zones humides, la Sensitive géante, *Mimosa pigra* L., se révèle être particulièrement envahissante (Maddi 2013). Au cours de nos prospections, nous avons observé cette espèce dans tous les sites parcourus. Cet arbuste est admis par l'UICN à la liste des 100 pires espèces exotiques envahissantes (Lowe *et al.* 2007). Enfin, le Tournesol mexicain, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, a été ponctuellement observé sur les berges. Il est prématuré de parler d'envahissement pour cette espèce originaire d'Amérique centrale, mais elle est par ailleurs déclarée comme espèce envahissante (UICN 2014). Son attrait ornemental et sa grande faculté de propagation, par semences et voie végétative, conjuguée à la diversité des habitats qu'elle peut coloniser, en font un candidat sérieux qui pourrait bien rejoindre à moyen terme le cortège des plantes exotiques envahissantes à la Martinique.

RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS POUR LA GESTION DE LA FLORE DULÇAQUICOLE ENVAHISSANTE.

Préconisations générales pour la gestion de la flore exotique envahissante.

En matière de gestion des envahissements biologiques, il est nécessaire d'engager conjointement des actions de contrôle sur l'expansion des populations et de conduire une prévention de ces envahissements.

Contrôler les peuplements d'hydrophytes. Envisager la gestion des flores dulçaquicoles dont les populations prolifèrent abondamment nécessite de prendre en compte une situation paradoxale : ce sont des espèces qui perturbent le fonctionnement des systèmes hydrologiques et contribuent probablement à l'érosion de la biodiversité des écosystèmes aquatiques terrestres, sans omettre les incidences sanitaires liées à leur présence, mais ce sont aussi des espèces utilisées et souhaitées par les citoyens. En effet, certaines de ces espèces sont utilisées et propagées par les usagers des cours d'eau et les propriétaires privés des mares, soit pour des raisons ornementales (végétalisation des jardins d'eau), soit pour créer des gîtes favorables à certaines faunes inféodées aux zones humides (*Hydrilla* pour les poissons et écrevisses), soit pour gérer les systèmes hydrologiques (*Pistia*, *Chara*, *Hydrilla*, *Eichhornia*), en particulier les dépolluer (polluants chimiques, alluvions en suspension), les oxygéner (*Hydrilla*) et, en particulier dans les régions sèches du sud de la Martinique (Sainte-Anne), retarder l'évaporation des mares utilisées par le bétail (*Eichhornia*, *Pistia*, *Nymphaea*). Il est donc important de prendre en compte ces pratiques dans les programmes de gestion de ces flores dulçaquicoles.

L'un des acteurs majeurs de la régulation des populations d'hydrophytes dulçaquicoles est représenté par les caractéristiques hydrographiques, associées aux facteurs saisonniers de la pluviométrie. Sécheresse et effet de chasse des rivières en crue sont deux événements qui opèrent une régulation saisonnière sur la densité des populations d'hydrophytes dulçaquicoles, mais pas ou peu sur les héliophytes. Toutefois, cette régulation naturelle ne peut suffire seule à maintenir sous contrôle l'expansion des populations envahissantes de plantes aquatiques. Trois modalités pratiques sont généralement employées pour lutter spécifiquement contre les envahissements végétaux : mécaniques, chimiques, biologiques ; un quatrième levier d'action, agissant sur l'écologie d'une station, peut permettre d'orienter le biotope en défaveur de la prolifération d'une population envahissante (par exemple en favorisant les ripisylves ou en modulant le niveau de l'eau), mais il n'est pas sans conséquences locales sur l'ensemble des biocénoses. Le choix des moyens de lutte dépend principalement de la biologie des espèces concernées, conjuguée à des facteurs écologiques et économiques.

Les moyens mécaniques vont du simple recouvrement des surfaces par une bâche opaque permettant d'empêcher la photosynthèse, aux prélèvements manuels et au faucardage, jusqu'au curage profond des hydrosystèmes. Cette méthode de lutte est particulièrement bien adaptée aux petites surfaces, mais sur de grandes surfaces elle mobilise nécessairement des moyens techniques lourds et onéreux. De plus l'accessibilité aux sites peut être une contrainte pour sa mise en œuvre pratique. Ce mode de gestion peut être appliqué avec succès à des hydrophytes flottantes comme la Jacinthe d'eau ou la Laitue d'eau, même s'il faut moduler cette réussite, car elle dépend du type d'hydrosystème concerné, de la surface et de l'accessibilité des sites à traiter. Son efficacité est moindre pour la Salvinie géante dont les diaspores sont petites. Elle est très difficilement mobilisable pour la gestion de l'Hydrille verticillée en raison de ses singulières modalités de propagation par voie végétative (bouturage de fragments, tubercules et turions).

Le recours aux herbicides chimiques a démontré l'efficacité de tels produits sur les quatre plantes dulçaquicoles envahissantes actuellement identifiées à la Martinique (Martins *et al.* 2002, Netherland 2008).

Parmi les nombreuses molécules herbicides, le diquat (dibromure de diquat) est le plus adapté pour un usage en milieu aquatique et son spectre d'efficacité est excellent sur les quatre espèces ; les très controversés glyphosate et 2,4-D ont montré une efficacité sélective selon les taxons. Cependant l'emploi de ces produits chimiques n'est pas sans poser de problèmes d'ordres écologiques et sociologiques. Parmi ces problèmes figurent ceux ayant trait à la spécificité des produits à l'égard des plantes cibles, leurs impacts sur les biocénoses, leur persistance dans l'environnement, l'induction de résistances aux principes actifs ; s'y ajoutent les aspects réglementaires liés à la législation sur les produits chimiques et leurs emplois, et l'acceptation par les citoyens de l'utilisation de tels produits. Par ailleurs, les modalités pratiques d'application de ces produits sont fortement conditionnées par la superficie et l'accessibilité des sites, deux critères qui peuvent considérablement réduire l'intérêt économique du recours aux herbicides chimiques.

La gestion par biocontrôle (ou contrôle biologique) est celle qui est la mieux adaptée aux grandes superficies envahies. Plusieurs facteurs concernant l'agent de contrôle doivent être pris en compte, notamment sa spécificité à l'égard de l'hôte cible, sa persistance et son incidence trophique dans l'écosystème. De plus, l'efficacité de ce type de contrôle dépend également de la plante cible dont la sensibilité peut varier. Deux approches complémentaires ont démontré leur efficacité dans la gestion des plantes dulçaquicoles envahissantes : l'une utilisant des phytopathogènes (mycoherbicides) et phytophages spécifiques, l'autre exploitant les propriétés allélopathiques d'autres organismes.

Parmi les agents de biocontrôle les plus utilisés figurent des insectes, en particulier des charançons (Curculionidae) étroitement inféodés à leur plante hôte : *Neochetina eichhorniae* Warner, 1970 et *N. bruchi* Hustache, 1926 chez la Jacinthe d'eau, *Neohydronomus affinis* Hustache, 1926 chez la Laitue d'eau, *Bagous hydrillae* O'Brien, 1992 et *B. affinis* Hustache, 1926 chez l'Hydrille verticillée et *Cyrtobagous salviniae* Calder & Sands, 1985 chez la Salvinie géante.

Un aspect essentiel de la gestion des espèces envahissantes est d'évaluer la nécessité d'une éradication en termes de bénéfices et de risques pour les écosystèmes, l'économie et les citoyens. Paradoxe apparent, la flore dulçaquicole exotique envahissante représente à la fois des nuisances et des atouts en termes écologiques, économiques et sanitaires. Ainsi, les hydrophytes et héliophytes permettent de stabiliser les berges, constituent un gîte et une ressource trophique pour la faune. Cette flore est aussi une ressource économique, notamment en termes de biomasse utilisable pour la production d'énergie (biogaz, bioéthanol) et la dépollution des eaux (polluants chimiques, métaux lourds). Enfin, de ces plantes peuvent être extraites de nombreuses molécules biochimiques, utiles dans la lutte allélopathique contre d'autres espèces ou comme biocide dans un cadre de prophylaxie sanitaire (Jayanthi *et al.* 2012). Dès lors, sauf à ne pas avoir conscience d'hypothéquer d'éventuelles ressources d'avenir ou à le faire volontairement pour des raisons de courts termes en marge de tout cadre démocratique éclairé par des expertises scientifiques indépendantes, il est nécessaire de prendre en compte la réversibilité des moyens de lutte contre ces espèces exotiques envahissantes (Simberloff 1996). Cela est aisé pour la lutte mécanique et celle à médiation allélopathique, plus difficile, voire impossible, pour les moyens chimiques et biologiques utilisant des mycoherbicides et phytophages surtout quand ce sont des insectes.

Prévenir. La prévention des invasions végétales passe par une anticipation des événements invasifs. Pour caractériser et gérer les invasions végétales, de nombreux **modèles prédictifs des risques invasifs** ont été développés sur la base d'analyses multifactorielle ; ils prennent en mesure les paramètres biologiques propres aux espèces, les composantes stochastiques propres aux populations, la compatibilité des espèces aux habitats, tout en intégrant des extrapolations sur les dynamiques et les effets des invasions. Toutefois, rares sont les modèles développés spécifiquement pour la flore dulçaquicole (Champion & Clayton 2000, Gordon *et al.* 2012). Il pourrait donc être utile de développer un tel modèle adapté aux spécificités des biotopes aquatiques insulaires tropicaux, en prenant en compte leurs particularités hydro-topographiques, climatiques et socio-culturelles. Cela permettrait de cibler les taxons exotiques dont les populations pourraient devenir envahissantes, afin, d'une part, d'engager une lutte précoce contre l'envahissement et, d'autre part, d'adapter la réglementation sur l'importation et la distribution des espèces concernées. En effet, dans le contexte insulaire de la Martinique, la prévention des invasions par les hydrophytes exotiques passe nécessairement par un **aspect réglementaire** sur l'importation des plantes aquatiques, leur distribution par les filières horticoles et aquariophiles, ainsi que leur introduction dans le milieu naturel, en particulier celles connues ailleurs pour leur potentiel envahissant exprimé (prolifération dynamique, généralement associée à des perturbations sur les écosystèmes) ; les textes réglementaires actuels (code des douanes, code de l'environnement, ...) constituent un cadre qui pourrait être, le cas échéant, précisé au regard des connaissances récentes acquises sur la flore exotique envahissante.

L'anticipation des invasions biologiques repose sur la détection précoce des espèces « à risque ». Pour ce faire, un **réseau de veille** centralisant les notifications faites sur le terrain, par tout citoyen, serait de la plus grande utilité pour détecter les espèces et les sites. D'autre part, les technologies d'observations aériennes, couplant l'observation en lumière du jour et en infra-rouge, permettent de distinguer les espèces et leurs densités respectives (Everitt *et al.* 2003), pour ainsi assurer une détection rapide et à grande échelle des envahissements. Cette veille durable vise à circonscrire précocement les proliférations d'espèces à risque d'envahissement et à suivre l'évolution des sites déjà envahis. À la Martinique, un seul grand plan d'eau semble encore épargné par la présence d'espèces exotiques envahissantes : le lac de la Manzo. L'envahissement de ce grand réservoir d'eau douce par au moins une des quatre hydrophytes citées dans notre présente étude, aurait des conséquences économiques et écologiques majeures. Il est donc essentiel d'assurer une veille régulière de ce site pour prévenir toute installation pérenne de cette flore comme cela est constaté sur l'étang de Vert Pré. Situation inverse pour d'autres sites qui connaissent déjà des populations envahissantes d'espèces exotiques : par exemple, la Rivière La Lézarde et ses affluents dans la région de plaine (Le Lamentin), la Rivière Salée et ses affluents (en particulier la rivière Trenelle), la Rivière de Sainte-Marie et la Rivière du Galion. La mise en place d'une veille continue sur ces cours d'eau permettrait de suivre les populations de plantes aquatiques envahissantes, pour ainsi mieux comprendre l'adaptation de ces espèces aux contextes climatique et hydrologique de la Martinique ; cela permettrait également de détecter les réactions des écosystèmes à ces plantes exotiques et éventuellement de repérer une faune phytophage de ces flores.

Enfin, l'**information** et la **formation** des usagers, professionnels et particuliers, sur les espèces, leurs utilisations et les problèmes qu'elles posent, est une étape essentielle d'un programme de lutte contre les envahissements. En effet, parmi les diverses voies d'introduction d'espèces allochtones, les filières horticoles et aquariophiles sont des acteurs importants. La végétalisation des jardins d'eau et des aquariums fait généralement appel à une flore exotique, par ailleurs connue pour les problèmes d'envahissement des habitats naturels qu'elle cause. À la Martinique, il est commun pour les particuliers amateurs de jardins d'eau d'échanger et prélever dans les milieux naturels ou semi-naturels la Jacinthe d'eau, la Laitue d'eau et les nénuphars ; la Salvinie géante, rare dans les jardins aquatiques, commence également à faire l'objet d'échanges (Fig. 14). Ces prélèvements et échanges constituent un mode majeur de dissémination de ces espèces envahissantes. D'autres espèces peuvent fortuitement bénéficier de ces transports, en particulier celles dont les diaspores sont petites, telles l'Hydrille et la Salvinie.



Fig. 14 — Quelques plantes qui s'échangent entre particuliers pour agrémenter les jardins aquatiques : Jacinthe d'eau, Laitue d'eau, Salvinie géante et même un Cératophylle (*Ceratophyllum demersum* L.) généralement prisé des aquariophiles. Les échantillons ici photographiés sur le parking du château Dubuc, à la presqu'île de la Caravelle, nous ont été présentés par un anonyme qui les tenait d'un échange pour végétaliser un bassin d'ornement. [Photo: Franck A. Maddi].

À propos de la Jacinthe d'eau.

Pour le cas de la Jacinthe d'eau qui demeure actuellement le principal problème d'envahissement des hydrosystèmes lotiques situés dans des zones d'activité économique et zones desservies par des artères routières à forte densité de circulation (Le Lamentin : Californie, Place d'Armes ; Rivière-Salée : Lafayette), le recours à la lutte biologique s'impose comme une solution à évaluer, en complément du nécessaire entretien régulier des chenaux par des moyens mécaniques et manuels. Depuis plus de 40 ans et dans plus de 30 pays, l'emploi des charançons *N. eichhorniae* et *N. bruchi* ont été testés et étudiés pour leur efficacité et leurs impacts sur les écosystèmes (Jullien 2001). Si ces deux insectes sont parmi les plus adaptés pour réduire la biomasse des populations de Jacinthe d'eau, et par voie de conséquence l'envahissement des hydrosystèmes, les résultats sont nuancés (Dagno *et al.* 2007). L'éradication de l'espèce n'est jamais obtenue par ces seuls insectes ; une synergie est obtenue par l'emploi conjoint de mycoherbicides ou de bioherbicides allélopathiques. La ressource trophique pour la Jacinthe d'eau conditionne aussi sa sensibilité aux charançons. En outre, la diminution de l'emprise territoriale par cette plante peut favoriser d'autres hydrophytes envahissantes, dont les trois admises dans notre étude (Center *et al.* 2005). Enfin, des cas de résistance aux charançons semblent se développer chez la Jacinthe d'eau (Buchanan 2013), phénomène qui, s'il devait être largement confirmé, hypothèquerait les efforts humains et économiques investis dans la gestion de l'envahissement par cette plante.

Enfin, de façon très anecdotique, l'utilisation du Lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus 1758) fait partie des solutions alternatives possibles pour gérer les populations de Jacinthe d'eau (Etheridge *et al.* 1985, Haigh 1991). Sa réintroduction à la Guadeloupe pourrait être suivie à la Martinique où l'espèce était bien présente à l'époque amérindienne, depuis la bien nommée baie du Lamentin à celle de Génipa sur la côte de Rivière-Salée où se concentre actuellement la Jacinthe d'eau.

CONCLUSION.

L'inventaire mené pour cette étude sur la flore dulçaquicole exotique envahissante à la Martinique constitue un outil diagnostique sur les écosystèmes dulçaquicoles. Quatre taxons se distinguent : *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, *Pistia stratiotes* et *Salvinia molesta*. Leurs impacts sur les hydrosystèmes sont avérés, bien que les perturbations sur la biodiversité restent à évaluer, même si ces espèces sont connues par ailleurs pour cela. Face à ces plantes qui localement prolifèrent abondamment, certaines espèces de la flore martiniquaise se montrent rares, à l'instar des *Wolffia* spp. et *Utricularia* spp. (cf. *U. gibba*). D'autres taxons répertoriés dans la flore de la Martinique n'ont pas été vus ; c'est le cas de *Echinodorus berteroi*, du *Limnobium laevigatum* ou du *Potamogeton nodosus*. Enfin des espèces dont la présence est admise comme douteuse, car non confirmée par des spécimens ou des publications, n'ont pas été observées ; il en est ainsi pour le *Sagittaria lancifolia* et le *Typha domingensis*. Il faut néanmoins souligner que la rareté ou l'absence de ces espèces est tributaire de l'effort d'inventaire et de sa représentativité par rapport à l'ensemble des habitats dulçaquicoles, très nombreux et variés à la Martinique. Ces précisions sur la flore dulçaquicole envahissante ou « à risque » d'envahissement ont été communiquées à l'UICN pour compléter sa liste des plantes exotiques envahissantes des milieux naturels et secondarisés de la Martinique.

Ce diagnostic constitue une aide complémentaire pour la connaissance et la gestion de la flore dulçaquicole exotique envahissante. Mais ce bilan de situation provisoire doit nécessairement être régulièrement actualisé, car son obsolescence est atteinte sur le court terme d'une à quelques années seulement, en fonction des espèces, des sites et des aléas qu'ils soient anthropiques ou écologiques. Ces éléments sont cependant des ressources pour les gestionnaires de l'environnement qui peuvent redéfinir leurs propres stratégies de gestion de cette flore envahissante en s'appuyant sur la connaissance des taxons et des stations à gérer. Parmi les outils de cette gestion, la constitution d'un réseau local de veille, d'information et d'action sur les espèces exotiques envahissantes des zones humides se révèle nécessaire, en complément de l'initiative animée par l'UICN sur les espèces exotiques envahissantes en outre-mer. Par ailleurs, les efforts de gestion se focalisent essentiellement sur les conséquences économiques et écologiques de la présence et de la prolifération de la flore exotique dulçaquicole ; les causes de cette présence ne sont pas toujours investies du même engagement. Parmi les multiples causes qui contribuent à l'expansion territoriale des espèces exotiques dulçaquicoles, le manque d'entretien des réseaux hydrographiques n'y est probablement pas pour rien. Quoi d'étonnant à ce que l'on laisse proliférer cette flore dans des milieux aquatiques qui sont négligés, dégradés, surtout considérés comme des dépotoirs et des égouts ? Il est plus qu'autrefois nécessaire de poursuivre l'éducation aux rôles écologiques, économiques et culturels des zones humides, pour tenter de les faire apprécier par la population. Et dans un contexte global de changements climatiques qui pourrait voir accentuer les sécheresses en période de Carême, les ressources terrestres en eau douce sont encore plus précieuses. Conserver, entretenir et renouer avec des usages écologiquement respectueux des mares, étangs, canaux, ravines et rivières, ce sont là trois piliers de la prévention et de la gestion des envahissements par les flores dulçaquicoles.

REMERCIEMENTS.

Cette contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique a été possible grâce au soutien et à la contribution de nombreux passionnés de la nature martiniquaise et soucieux de sa préservation. Mes remerciements renouvelés sont adressés à Cyrille BARNÉRIAS (DEAL Martinique, Schoelcher), pour la confiance qu'il a investi dans cette étude, son soutien dans l'accomplissement et la communication de l'étude, ainsi que sa contribution aux observations. Parmi les autres contributeurs à l'effort d'inventaire et à la connaissance de la flore dulçaquicole exotique à la Martinique, je remercie Élixa CUROT-LODÉON (SHNLH) dont l'assistance m'a été précieuse pour le suivi des sites, Jean-Paul AURORE, agriculteur à Sainte-Anne, David BELFAN (association Le Carouge, Martinique), Gwenaél DAVID et Gilles CROISAN (Studio 36,

Martinique). Enfin, je remercie tous ces anonymes et rencontres qui ont toujours réservé un très bon accueil à l'étude, s'y sont intéressés et ont contribué, par leurs observations, conseils et informations, à l'accomplissement de cette prospection botanique.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Agami M. & Reddy K. R., 1990. — Competition for space between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes* L. cultured in nutrient-enriched water. *Aquatic Botany*, 38 (2–3) : 195–208.
2. Braun-Blanquet J., Roussine N. & Nègre R., 1952. — Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Dir. Carte Gr. Vég. Afr. Nord, CNRS : 292 p.
3. Buchanan A. L., 2013. — Damage by *Neochetina* weevils (Coleoptera: Curculionidae) induces resistance in *Eichhornia crassipes* (Commelinales: Pontederiaceae). *Florida Entomologist*, 92 (2) : 458-462.
4. Center T. D., Van T. K., Dray F. A. Jr., Franks S. J., Rebelo M. T. Pratt P. D. & Rayamajhi M. B., 2005. — Herbivory alters competitive interactions between two invasive aquatic plants. *Biological Control*, 33 : 173-185.
5. Champion P. D. & Clayton J. S., 2000. — Border control for potential aquatic weeds. Stage 1. Weed risk model. *Science for conservation*, 141 : 48 p.
6. Chandesris A., Wasson J.-G. & Pella H., 2005. — Hydro-écorégions de la Martinique : propositions de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable – CEMAGREF, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Biologie des Écosystèmes Aquatiques, Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative, Groupement de Lyon : 19 p.
7. Colon-Gaud J.-C., W. E. Kelso & D. A. Rutherford, 2004. — Spatial distribution of macroinvertebrates inhabiting Hydrilla and Coontail beds in the Atchafalaya basin, Louisiana. *J. Aquat. Plant. Manage.*, 42 : 85-91.
8. Commission des Communautés Européennes, 2008. — Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Économique et Social européen et au Comité des Régions vers une stratégie de l'Union Européenne relative aux espèces envahissantes [SEC(2008) 2887 et SEC(2008) 2886] : 12 p.
9. Dagno K., Lahlali R., Friel D., Bajji M., Jijakli M. H., 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 des phytopathogènes. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 11 (4) : 69-78.
10. Descourtilz M., 1829. — Flore pittoresque et médicinale des Antilles. Tome 8 : 378-382.
11. Duss, 1897. — Flore phanérogamique des Antilles françaises (Martinique et Guadeloupe). *Macon, Protat frères imprimeurs, tome 2* : 400 p.
12. Etheridge K, Rathbun G. B., Powell J. A. & Kochman H. I., 1985. — Consumption of aquatic plants by the West Indian Manatee. *J. Aquat. Plant. Manage.*, 23 : 21-25.
13. Everitt J. H., M. A. Alaniz & M. R. Davis, 2003. — Using spatial information technologies to detect and map Waterhyacinth and Hydrilla infestations in the Lower Rio Grande. *J. Aquat. Plant. Manage.*, 41 : 93-98.
14. Figuerola J. & A. J. Green, 2002. — Dispersal of aquatic organisms by waterbirds : a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, 47 : 483-494.
15. Fournet J., 1978. — Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. *INRA éd.* : 1655 p.
16. Fournet J., 2002. — Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. *CIRAD & Gondwana éditeurs* : 2538 p.

17. Fournet J., M. Hoff, J.-F. Bernard, P. Daszkiewicz, P. Feldmann, J. Florence, J. Jérémie & C. Sastre, 1999. — Index floristique des Antilles françaises. *Collection Patrimoines Naturels, vol. 36. Paris, Service du Patrimoine Naturel / IEGB / MNHN* : 135 p.
18. Gayot M & Laval S., 2006. — Inventaire des zones humides de la Martinique. Rapport de synthèse. Acer campestre – Lierdeman Consultants, Villeurbanne, France : 105 p.
19. GEODE Caraïbe, 2012. — Les différents types de Bioclimat, d'après Philippe Joseph ; cartographie Bernard Gandrille. Centre de Recherche Géographie Développement Environnement de la Caraïbe – UAG ; URL : <http://sextant.ifremer.fr/documents/27639/41045/4-Les+diff%C3%A9rents+types+de+Bioclimat/4090581d-7643-4b39-826f-6e77c1bbf736?version=1.0&t=1329159653746&imagePreview=1> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
20. GISD (Global Invasive Species Database), 2014. — URL : <http://www.issg.org/database/species/search.asp?sts=sss&st=sss&fr=1&x=23&y=9&sn=&rn=Martinique&hci=-1&ei=-1&lang=EN> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
21. Gordon D. R., Gantz C. A., Jerde C. L., Chadderton W. L., Keller R. P. & Champion P. D., 2012. — Weed risk assessment for aquatic plants: modification of a New Zealand system for the United States. *PLoS ONE*, 7(7) : e40031. doi:10.1371/journal.pone.0040031.
22. Guerlesquin M., 1983. — Contribution à l'étude des Characées des Petites Antilles. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 16 (3) : 213-233.
23. Haigh M. D., 1991. — The use of manatees for the control of aquatic weeds in Guyana. *Irrigation and Drainage Systems*, 5 (4) : 339-349.
24. Hoff M., 2000. — Code CORINE-biotopes de Guyane française. Milieux, habitats et formations végétales. URL : <http://herbier.unistra.fr/flores/flore-et-vegetation-de-guyane/code-corine-biotopes-de-guyane-francaise> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
25. Howard R. A., 1979. — Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands, volume 3, Monocotyledoneae. *Arnold Arboretum, Harvard University, Jamaica Plain, Massachusetts, USA* : 586 p.
26. IFAS, 2014. — Center for Aquatic and invasive plants, University of Florida, IFAS. URL : <http://plants.ifas.ufl.edu> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
27. IUCN, 2006. — Guidelines for the conservation and sustainable use of biodiversity in tropical timber production forests : 62 p.
28. Jayanthi P., Lalitha P, Aarthi N., 2012. — Larvicidal and pupicidal activity of extracts and fractionates of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms against the filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say. *Parasitol Res.*, 111(5) : 2129-2135.
29. Jérémie J. & B. Jeune, 1992. — Végétation des milieux aquatiques stagnants des Petites Antilles et relation entre la minéralisation des eaux et la distribution des macrophytes. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, 14, section B, Adansonia, n°2* : 297-330.
30. Jullien M. H., 2001. — Biological control of Water Hyacinth with arthropods: a review to 2000. In Biological and integrated control of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Proceedings of the second meeting of the global working group for the biological and integrated control of Water Hyacinth, Beijing, China, 9-12 October 2000, Julien M.H., Hill M.P., Center T.D. & Ding Jianqing, eds. 2001. *ACIAR Proceedings*, 102 : 8-20.
31. Kairo M., B. Ali, O. Cheesman, K. Haysom & S. Murphy, 2003. — Invasive Species Threats in the Caribbean Region. *Report to the Nature Conservancy, CAB International* : 132 p.
32. Langeland K. A., 1996. — *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle (Hydrocharitaceae), "The Perfect Aquatic Weed". *Castanea*, 61 : 293-304.
33. Lounibos L. P. & Escher R. L., 1985. — Mosquitoes Associated with Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) in Southeastern Florida. *The Florida Entomologist*, 68 (1) : 169-178.

34. Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2007. — 100 espèces exotiques envahissantes parmi 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 Commission de la Sauvegarde des Espèces (CSE) de l'Union mondiale pour la Nature (UICN) : 12 p.
35. Maddi F. A. & Brizard J.-P., 2010. — *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, une nouvelle espèce envahissante en Martinique ? Situation actuelle et prospective. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France, nouvelle série*, 32 (1) : 16-31.
36. Maddi F. A., 2009. — Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Guadeloupe : les espèces exotiques envahissantes. Rapport intermédiaire n°1. *Société d'Histoire naturelle L'Herminier (Nantes, France) - DIREN (Guadeloupe, FWI)* : 12 p.
37. Maddi F. A., 2010. — Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Guadeloupe : les espèces exotiques envahissantes. Rapport intermédiaire n°2. *Société d'Histoire naturelle L'Herminier (Nantes, France) - DIREN (Guadeloupe, FWI)* : 21 p.
38. Maddi F. A., 2013. — La flore dulçaquicole envahissante à la Martinique. Rapport intermédiaire. Société d'Histoire naturelle L'Herminier, Nantes, France : 8 p. + annexe.
39. Maddi F. A., 2014. — La flore dulçaquicole envahissante à la Martinique. Rapport intermédiaire 2. Société d'Histoire naturelle L'Herminier, Nantes, France : 9 p. + annexe.
40. Martins D., Velini E.D., Negrisoli E. & Tofoli G.R., 2002. — Chemical control of *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* and *Salvinia molesta* in reservoirs. *Planta daninha*, 20 : 83-88.
41. McFarland D. G., Nelson L. S., Grodowitz M. J., Smart R. M. & Owens C. S., 2004. — *Salvinia molesta* D. S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States: a review of species ecology and approaches to management. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Washington DC., USA. Report number ERDC/EL SR-04-2 : 33 p.
42. Midgley J. M., M. P. Hill & M. H. Villet, 2006. — The effect of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms Laubach (Pontederiaceae), on benthic biodiversity in two impoundments on the New Year's River, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, 31 (1) : 25-30.
43. Montégut J., 1999. — Le milieu aquatique. Tome 1 : milieu aquatique et flore. 2^e édition. Acta ed., Paris : 60 p.
44. Moore C.G., McLean R.G., Mitchell C.J., Nasci R.S., Tsai T.F., Calisher C.H., Marfin A.A., Moore P.S. & Gubler D.J., 1993. — Guidelines for Arbovirus surveillance programs in the United States. Division of Vector-Borne Infectious Diseases National Center for Infectious Diseases Centers for Disease Control and Prevention Public Health Service U.S. Department of Health and Human Services Fort Collins, Colorado : 81 p.
45. Muller S. (coord.), 2004. — Plantes invasives en France. *Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, collection Patrimoines naturels*, 62 : 168 p.
46. Netherland M. D., 2008. — The use of herbicides for managing aquatic vegetation in Southern reservoirs. *American Fisheries Society Symposium*, 62 : 495-509.
47. ODE Martinique. — Les cours d'eau. URL : <http://www.observatoire-eau-martinique.fr/leau-en-martinique/hydrologie-1/hydrologie> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
48. OEPP/EPPO, 2013. — EPPO Standards PM 1/2(18). EPPO A1 and A2 list of pest recommended for regulation as quarantine pests : 16 p.
49. Parsons J., 2001. — Aquatic Plant Sampling Protocols. *Washington State Department of Ecology, Environmental Assessment Program, Olympia, Washington 98504-7710, Water Body Number WA-25-5010, publication No. 01-03-017* : 35 p.
50. Pascal M., O. Lorvelec & J.-D. Vigne, 2006. — Invasions biologiques et extinctions. 11000 ans d'histoire des vertébrés en France. Belin éd. : 350 p.
51. Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004. — Alien plants in checklists and floras : towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1) : 131-143.

52. Raunkiaer C., 1934. — The life forms of plants and statistical plant geography being the collected papers of C. Raunkiaer, with 189 photographs and figures. Clarendon Press ed., Oxford : xvi + 632 p.
53. Richardson D. M., P. Pyšek, M. Rejmánek, M. G. Barbour, F. D. Panetta & C. J. West, 2000. — Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6 : 93-107.
54. Simberloff D., 1996. — Risks of species introduced for biological control. *Biological Conservation*, 78 : 185-192.
55. Soubeyran Y., 2008. — Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. État des lieux et recommandations. *Collection Planète Nature. Comité français de l'UICN, Paris, France* : 202 p.
56. Swartz O., 1797. — Flora Indiae Occidentalis. Ed. J. Palmii (Erlangae), tome 1 : 609-612.
57. Tassin J., 2014. — La grande invasion. Qui a peur des espèces invasives ? Odile Jacob éd., Paris : 216 p.
58. UICN, 2014. — Base de données sur les espèces exotiques envahissantes en outre-mer. URL : <http://especes-envahissantes-outremer.fr/especes-envahissantes-outre-mer.html> [lien internet valide à la date de publication du rapport].
59. UNEP, 2002. — Espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces. COP 6/23. Décisions adoptées par la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique à sa sixième réunion, La Haye (Pays-Bas), du 7 au 19 avril 2002 : 273.
60. Valéry L., H. Fritz, J.-C. Lefeuvre & D. Simberloff, 2008. — In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10 : 1345–1351.
61. Williamson M., 1996. — Biological invasions. Chapman & Hall, London, UK : 244 p.
62. Williamson M., 2001. — Can the impact of invasive species be predicted? *Weed Risk Assessment*, eds R.H. Groves, F.D. Panetta & J.G. Virtue, CSIRO, Canberra : 20–33.

ANNEXE.

Typologie des habitats susceptibles d'être colonisés par des hydrophytes dulçaquicoles envahissantes.
D'après le référentiel CORINE-habitats établi par Hoff (2000) pour la Guyane française.

1 : Habitats littoraux et halophiles

- 11 : Habitats littoraux et benthiques non-récifaux
 - 11.5 : Mangroves - groupements halophiles sur vases
 - 11.52 : Jeunes mangroves
 - 11.53 : Mangroves adultes

2 : Habitats aquatiques non marins

- 21 : Lagunes
- 22 : Eaux douces stagnantes (lacs, étangs, mares)
 - 22 : = Mares
 - 22 : = Étangs
 - 22.1 : Eaux douces (eaux dormantes, lacs, étangs et mares)
 - 22.11 : Eaux dormantes oligotrophes
 - 22.12 : Eaux dormantes mésotrophes
 - 22.13 : Eaux dormantes eutrophes
 - 22.14 : Eaux dormantes dystrophes
 - 22.15 : Eaux oligo-mésotrophes riches en calcaire
 - 22.3 : Formations amphibies et des rives exondées, des lacs, étangs et mares
 - 22.36 : Formations amphibies tropicales et sub-tropicales
 - 22.4 : Végétations aquatiques à hydrophytes flottantes ou submergées
 - 22.46 : Végétations aquatiques tropicales à hydrophytes immergées ou flottants
 - 22.5 : Eaux temporaires
 - 22.6 : Végétations aquatiques à hydrophytes fixées
- 23 : Lacs, étangs, mares (eau saumâtre)
 - 23.1 : Eaux saumâtres sans végétation vasculaire
 - 23.2 : Eaux saumâtres avec végétation vasculaire
 - 23.24 : Eaux saumâtres tropicales
 - 23.241 : Mares à *Ruppia maritima*
- 24 : Eaux courantes
 - 24.1 : Cours des rivières
 - 24.18 : Cours d'eau tropical à débit intermittent
 - 24.19 : Lits des rivières et des criques tropicales
 - 24.191 : Eaux courantes lentes tropicales
 - 24.192 : Eaux courantes rapides tropicales
 - 24.193 : Eaux courantes et ruisseaux des marais
 - 24.4 : Végétations submergées des rivières
 - 24.41 : Végétations fluviales oligotrophes acidophiles
 - 24.411 : Végétations fluviales oligotrophes acidophiles tropicales
 - 24.42 : Végétations fluviales oligotrophes
 - 24.421 : Végétations fluviales oligotrophes tropicales
 - 24.43 : Végétations fluviales mésotrophes
 - 24.431 : Végétations fluviales mésotrophes tropicales
 - 24.44 : Végétations fluviales eutrophes
 - 24.441 : Végétations fluviales eutrophes tropicales

5 : Tourbières et marais

- 53 : Végétations de ceintures des bords des eaux (berges herbacées et arbustives)
 - 53.7 : Berges tropicales herbacées
 - 53.7 : = Berges de cours d'eau
 - 53.7 : = Bords des cours d'eau
- 55 : Marais tropicaux herbacés
 - 55.1 : Marais tropicaux saumâtres herbacés (milieux d'arrière mangrove)
 - 55.2 : Marais tropicaux d'eau douce herbacés et prairies inondables et humides de basse altitude
 - 55.232 : Marais
- 56 : Marais tropicaux arbustifs d'eau douce
 - 56.25 : Marais à *Montrichardia arborescens*

8 : Terrains agricoles et paysages artificiels

- 89.2 : Lagunes industrielles et canaux d'eau douce
 - 89.21 : Canaux navigables
 - 89.22 : Fossés et petits canaux
 - 89.23 : Lagunes industrielles
 - 89.24 : Bassins de décantation et stations d'épuration
 - 89.25 : Mares et étangs ornementaux
 - 89.26 : Gravières en eau
 - 89.27 : Retenues agricoles
 - 89.29 : Aquaculture et bassins aquacoles

TABLE DES ILLUSTRATIONS.

Fig. 1 — Envahissement d'une mare par une espèce autochtone, <i>Eleocharis mutata</i>	5
Fig. 2 — Carte des hydro-écorégions (HER) de la Martinique.....	7
Fig. 3 — Carte de répartition des sites prospectés à la Martinique.....	8
Fig. 4 — La Jacinthe d'eau (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	9
Fig. 5 — Répartition des stations de Jacinthe d'eau (<i>Eichhornia crassipes</i>) à la Martinique, en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B).....	10
Fig. 6 — L'Hydrille verticillée (<i>Hydrilla verticillata</i>).....	10
Fig. 7 — Répartition des stations de l'Hydrille verticillée (<i>Hydrilla verticillata</i>) à la Martinique, en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B).....	11
Fig. 8 — La Laitue d'eau (<i>Pistia stratiotes</i>).....	11
Fig. 9 — Répartition des stations de la Laitue d'eau (<i>Pistia stratiotes</i>) à la Martinique, en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B).....	12
Fig. 10 — Deux ravageurs de la Laitue d'eau.....	12
Fig. 11 — La Salvinie géante (<i>Salvinia molesta</i>).....	13
Fig. 12 — Localisation de la station de Salvinie géante (<i>Salvinia molesta</i>) à la Martinique, en fonction des hydro-écorégions (A) et des bioclimats (B).....	13
Fig. 13 — La Jacinthe d'eau et plusieurs herbacées forment un entrelacs compact entravant le flux d'eau...15	
Fig. 14 — Quelques plantes qui s'échangent entre particuliers pour agrémenter les jardins aquatiques.18	

Photo de couverture : la Jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, dans une mare du domaine de Belfond, à Sainte-Anne, en mai 2013.

Auteur des photos présentées dans ce rapport : Franck A. MADDI © 2008-2014.

Société d'Histoire naturelle L'Herminier
Muséum d'Histoire naturelle
12 rue Voltaire
44000 Nantes
France
www.shnlh.org

contact : franck.maddi@shnlh.org

MADDI F. A., 2014. — *Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique : les « espèces exotiques envahissantes »*. Bilan des prospections. Société d'Histoire naturelle L'Herminier (Nantes, France) - DEAL (Martinique) : 28 p.

MADDI F. A., 2014. — *Contribution to the knowledge of the freshwater aquatic flora in Martinique (Lesser Antilles, F.W.I.): the "alien invasive species". Final report of survey results*. Société d'Histoire naturelle L'Herminier (Nantes, France) - DEAL (Martinique, F.W.I.): 28 pp.

