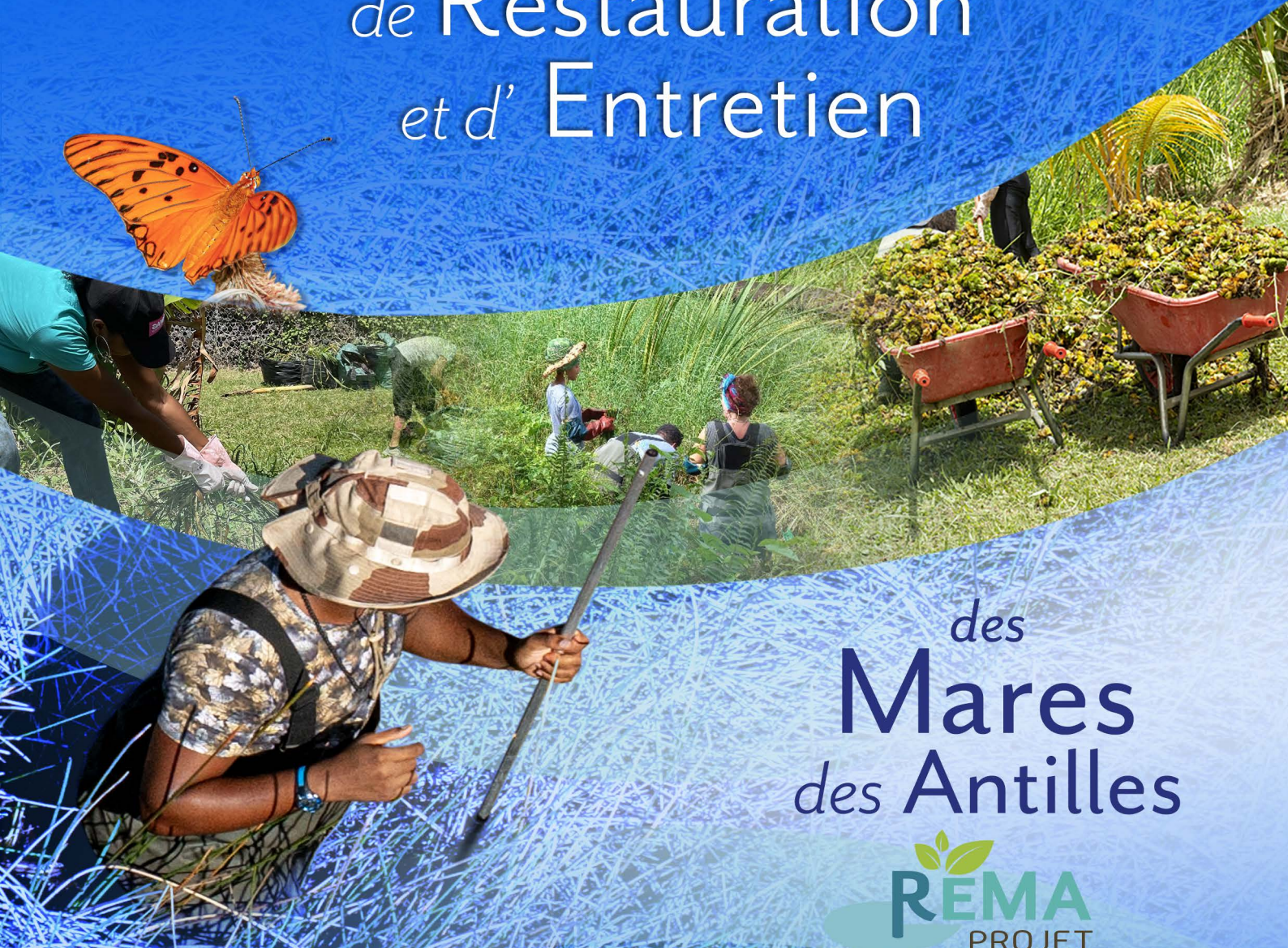


GUIDE TECHNIQUE

de Restauration
et d'Entretien



des
Mares
des Antilles



*Mélanie HERTEMAN, Matthieu NORDEN
et Gaëlle VANDERSARREN*





Comité de rédaction : Mélanie HERTEMAN, Matthieu NORDEN,
Gaëlle VANDERSARREN

Comité de relecture : Anne CAILLAUD, UICN - Mélissa BOCALY et Géraldine LALA,
ODE - Clara SINGH, UICN - Astrid ABEL et Noémie DJELLID,
OFB - Cédric VINCENT et Isabelle NASSO, OE

Crédits photos et illustrations :

Gaëlle VANDERSARREN, Mélanie HERTEMAN, Matthieu
NORDEN et Angeline LOLLIA, REMA - Laurent JUHEL
et Roselyne JUHEL, Géo-Graphique - Laurent JUHEL, Autrevue -
Alexandre ARQUÉ - Lycée Yves-Leborgne -
COM de Saint-Martin, Fiona ROCHE - Gary GRAVAT

Téléchargez le guide :

<https://www.uicn-fr-ressources.fr/rema/guide-technique-rem-a-2023.pdf>

SOMMAIRE



GLOSSAIRE.....	7
INTRODUCTION	
1. L'importance écologique des mares des Antilles	9
2. De la prise de conscience à l'action de restauration	9
3. Présentation de la démarche et du projet REMA	10
3.1 Historique et objectifs	10
3.2 Les 12 sites pilotes du projet REMA	11
3.3 Les acteurs du projet	12
A Le PRZTH	12
B L'équipe REMA	12
C Les partenaires financiers	13
D Les partenaires techniques	3
CHAPITRE I	
Connaître et comprendre les mares des Antilles	15
1. De l'intérêt écologique au patrimoine mémoriel	15
■ Focus : Marie Galante et la mare au punch	15
2. Connaissances actuelles sur les Antilles	16
2.1 État de l'art & inventaires des mares au Antilles	16
3. Ecologie d'une mare	17
3.1 Qu'est-ce qu'une mare ?	17
Définition	17
Les différents compartiments :	17
A Les berges	17
B Le plan et la colonne d'eau	17
C Le sol	18
Cortèges floristique et faunistique des mares des Antilles	18
A La flore	18
■ Focus : l'utriculaire gibbeuse	19
B La faune	20
■ Focus : le poisson gale	20
3.2 Trame verte et bleue aux Antilles : rôle et fonction écologiques des mares	21
4. Diversité des mares	22
4.1 Les mares agricoles	22
■ Focus : mare Chassaing de Saint François	22
4.2 Les mares forestières	23
4.3 Les mares de savane et de prairie	23
4.4 Les mares urbaines	23

5. Comprendre le fonctionnement d'une mare en milieu tropical	24
5.1 La dynamique des mares	24
A Formation et origine des mares naturelles	24
B Comblement des mares naturelles ou d'origine anthropique	25
C Atterrissement et colonisation des mares	26
D Le processus final	26
5.2 Menaces et pressions anthropiques	27
6. Les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) : une menace bien présente	28
6.1 Les EEE végétales dans les mares des Antilles	29
■ Focus : conséquences des EEE végétales sur les mares (résumé)	29
6.2 Les EEE animales dans les mares des Antilles	31
■ Focus : conséquences des EEE animales sur les mares (résumé)	31

CHAPITRE II

Évaluation de l'état des mares	33
1. Qu'est-ce qu'une mare en « bonne santé » ?	33
■ Focus : idée reçue, les mares sont des nids à moustiques	33
2. Méthodes d'évaluation de l'état des mares et identification des menaces	34
2.1 Connaître et comprendre sa mare	34
2.2 Comment identifier les sources de pollution, les EEE etc.	35
A Eutrophisation	35
B EEE	36
C Déchets divers	37
D Rejets d'eaux usées	37
3. Point réglementaire	38
3.1 Quelle réglementation sur les mares ?	38
3.2 Réglementation sur la gestion des EEE	38

CHAPITRE III

Restaurer et entretenir	41
1. Restaurer et entretenir une mare de façon écologique	41
1.1 Définitions	41
1.2 Gestion écologique	41
2. Planification d'un projet de restauration des mares	42
2.1 Penser son projet en amont et l'organiser dans le temps	42
A Autorisations nécessaires	42
B Mobilisation des ressources et partenariats à envisager	43
2.2 Aspects sécurité et santé	44
3. Méthodologie globale de restauration	45
3.1 Dimensionner son chantier	45
3.2 Élaborer un protocole adéquat	45
A Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole	46
B Préparer le matériel de base	49
C Gestion des déchets verts	49
■ Focus : la gestion des déchets verts issus de zones humides	49
D Indispensable : le nettoyage en fin d'opération	50

4. Différentes problématiques rencontrées sur les mares des Antilles : que faire ?	51
4.1 Élimination des espèces exotiques envahissantes	51
A Espèces flottantes	51
La salvinie géante (<i>Salvinia molesta</i>)	51
La laitue d'eau (<i>Pistia stratiotes</i>)	56
La jacinthe d'eau (<i>Pontedaria crassipes</i>)	60
B Espèces immergées	63
L'hydrille verticillée (<i>Hydrilla verticillata</i>)	63
C Espèces enracinées	66
Le typha (<i>Typha domingensis</i>)	66
Le souchet à involucre (<i>Cyperus involucratus</i>)	70
D Espèces de berges	73
4.2 Régulation des espèces indigènes qui tendent à fermer le milieu	77
La comméline diffuse (<i>Commelina difusa</i>)	77
Le jonc, <i>Eleocharis mutata</i> et <i>Eleocharis interstincta</i>	79
4.3 Nettoyage des macrodéchets	83
4.4 Éviter l'assèchement	85
4.5 Lutter contre le comblement	89
4.6 Revégétalisation de la mare	92
5. Entretenir sa mare	93
5.1 Comment entretenir sa mare ?	93
5.2 Surveillance régulière des mares et détection des problèmes potentiels	97

CHAPITRE IV

Gestion durable des mares	99
1. Rôle des autorités locales dans la gestion durable des mares et intégration de ces écosystèmes dans les documents d'urbanisme	99
2. Elaboration d'un plan de gestion	100
Valorisation, formation et éducation environnementale pour impliquer la population locale dans la préservation des mares	101
■ Focus : Mare de Schoelcher	102
■ Focus : Mares des Anses d'Arlet	103
■ Focus : Aire éducative (Petit Canal)	104

ANNEXES

Pour aller plus loin : Bibliographie	105
1. Articles et rapports	105
2. Guides et documents techniques	106
3. Outils pédagogiques et supports de communication	106
4. Webographie	106
Fiche de relevé terrain	107
Fiche Gestion des EEE	109 à 116
Fiche Gestion des Espèces indigènes	117
Fiche Gestion d'une mare asséchée	119
Fiche Gestion du comblement de la mare	121
Fiche Gestion des déchets divers	123
Fiche Gestion de la restauration d'une mare	125
Étude de cas : la mare qui cumule les problématiques !	127



GLOSSAIRE

A

Anthropique: Qui se rapporte à l'action de l'être humain. Pressions ou impacts découlant de ses activités industrielles, de l'aménagement du territoire, des habitations ou du transport.

Assec: Période donnée pendant laquelle une masse d'eau, une zone humide ou un cours d'eau se retrouve sans eau.

Avifaune: Ensemble des oiseaux d'un milieu.

B

Bassin versant: Zone géographique souvent délimitée par des lignes de crêtes correspondant à l'ensemble de la surface qui draine les eaux de ruissellement vers un exutoire commun (ex. cours d'eau, mer, mare, étangs, ...)

Bioaccumulation: Processus d'accumulation et de concentration de polluants dans la chaîne alimentaire.

Biocénose: Ensemble des êtres vivants d'un même milieu.

C

Canopée: Système foliaire, étage supérieur de la forêt qui reçoit directement le rayonnement solaire.

Chablis: Trouée dans la canopée due à la chute ou au déracinement d'un ou plusieurs arbres, souvent causé par le vent ou les cyclones.

Chlorophylliennes: Cellules produisant la molécule de chlorophylle essentielle au processus de la photosynthèse.

Cortège floristique: Ensemble des espèces végétales d'un milieu.

E

Endémique: Espèce dont la répartition géographique naturelle est restreinte à une région/zone géographique ou un pays/île spécifique et n'est observée nulle part ailleurs.

Endofaune: Ensemble de la faune vivant dans le sédiment ou le sol d'un écosystème.

Entomofaune: Faune relative aux insectes.

Evapotranspiration de la végétation: processus par lequel l'eau contenue dans les feuilles est renvoyée dans l'atmosphère sous forme gazeuse.

H

Hyménoptère: Insecte à métamorphose complète qui, comme les abeilles, guêpes,

fourmis, possède quatre ailes membraneuses, inégales, des mandibules faites pour broyer, les autres pièces buccales pour lécher et aspirer les liquides (Larousse).



I

Inflorescence: Ensemble de fleurs groupées sur une ramification de la tige principale (rameau).

L

Lépidoptère: Insecte dont l'adulte possède une trompe pour aspirer les aliments liquides et quatre ailes couvertes d'écaillés microscopiques. Exemple: les papillons (Larousse)

N

Niche écologique: Place et fonction occupées par une espèce dans un écosystème.

S

Spores: Cellules reproductrices des fougères, algues et champignons, qui servent également de moyen de dispersion.

T

Tubercule: Excroissance située sur une racine accumulant des réserves nutritives et servant à la reproduction végétative.

Turion: Bourgeon qui se développe sur la partie souterraine de la plante.

Z

Zones humides: Selon le code de l'environnement, les zones humides sont des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. (Art. L.211-1 du code de l'environnement).

Zones tampons: Selon l'OFB, une zone tampon désigne tout espace interstitiel du paysage rural, maintenu ou expressément mis en place pour assurer une fonction d'interception et d'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole vers les milieux aquatiques. Il s'agit généralement de dispositifs rustiques, conçus pour être facile à aménager, engendrer un minimum de coûts et nécessiter peu d'entretien. Une zone tampon peut inclure différents types d'éléments du paysage.



*Mare agricole de l'Anse la Balle,
Martinique*

INTRODUCTION

1

Importance écologique des mares des Antilles

À l'interface entre les **mondes aquatique et terrestre**, les mares sont des écosystèmes appartenant à la grande famille des zones humides, situées dans différents types de milieux : forestiers, agricoles ou encore urbains.

Aux Antilles françaises, de très nombreuses mares ont été autrefois utilisées par l'Homme pour des usages quotidiens et/ou agricoles : eau potable, lavoir, lieu de retrouvailles, abreuvoir pour le bétail et les animaux de basse-cour, ou encore réserve d'eau et de poissons en cas de pénurie. Les mares représentaient ainsi un élément incontournable du **patrimoine antillais**.

Cet écosystème, qui, au fil du temps, fut quelque peu délaissé, retrouve depuis peu un **regain d'intérêt** par les habitants, notamment pour le bien-être qu'il propose (coin de fraîcheur, détente...). Par ailleurs, grâce à leurs fonctionnalités (bassin de rétention des eaux pluviales, absorption de carbone), les mares représentent un **atout indispensable** pour la lutte et l'adaptation au changement climatique. Il est donc primordial de préserver ces milieux !

Ce sont également des **habitats indispensables à la vie** de nombreuses espèces, souvent menacées, en tant que zones de

refuge, de nourrissage ou de reproduction. Elles représentent donc non seulement un intérêt culturel fort, mais aussi un intérêt écologique important.

Véritables oasis **d'eau douce stagnante**, les mares tropicales sont soumises à des variations saisonnières importantes (carême et saison des pluies) et à des températures chaudes durant toute l'année, ce qui leur confère des caractéristiques physico-chimiques différentes des mares sous des latitudes tempérées. L'ensemble des organismes vivant dans les mares tropicales sont alors soumis et, par conséquent, adaptés à ces conditions particulières.

Malgré tout, les mares comptent parmi les écosystèmes les plus fortement menacés, que ce soit de façon directe (assèchement pour aménagements et constructions) ou indirecte (pollutions diffuses, espèces exotiques envahissantes, sécheresses dues au changement climatique...). **Les préserver est indispensable pour conserver les habitats de biodiversité et les fonctions écologiques régulatrices.**



2

De la prise de conscience à l'action de restauration

Au cours des dernières décennies, le rôle essentiel que jouent les mares dans la préservation de la biodiversité et des écosystèmes est devenu indéniable. Elles abritent de nombreuses espèces d'amphibiens, d'invertébrés et de plantes aquatiques, et fournissent des habitats vitaux pour de nombreux autres organismes.

La dégradation des mares aux Antilles, comme ailleurs, est devenue une préoccupation croissante. En effet, de nombreuses mares ont été asséchées, dégradées ou converties en étangs artificiels.

Dans les années 1980 et 1990, des initiatives de restauration ont commencé à émerger

pour remédier à la dégradation des mares en Europe. Les premiers projets de restauration se sont concentrés sur la réhabilitation des zones humides dégradées, la réintroduction d'espèces d'amphibiens menacées et la création de nouvelles mares.

Au fur et à mesure que la restauration écologique des mares se développait, des pratiques et des techniques spécifiques ont été mises au point pour améliorer les résultats.

Cela comprenait la gestion de l'hydrologie pour assurer un apport d'eau adéquat, l'utilisation de plantes indigènes pour rétablir la végétation aquatique et les zones

tampons, et la création de micro-habitats pour la faune. De nombreux guides adaptés au contexte climatique continental existent aujourd'hui, mais peu de travaux ont été menés sur les mares tropicales.

La **restauration et l'entretien** des mares sont deux actions essentielles pour préserver la biodiversité de ces écosystèmes fragiles. **Aujourd'hui, il est question de laisser de côté les pratiques trop invasives ou destructrices pour laisser place à une gestion plus durable, douce et écologique.**

Cette **restauration écologique des mares aux Antilles** continue de progresser avec des initiatives nouvelles dans lesquelles s'intègre ce projet REMA (voir point 3), visant à restaurer les habitats, à promouvoir la biodiversité et à préserver ces précieux écosystèmes.

Adopter ces actions écologiques douces et les intégrer dans les projets d'aménagement, c'est contribuer activement à la préservation des mares et à la protection de la biodiversité qui en dépend.

Ainsi, ce guide technique présente des protocoles de restauration et d'entretien des mares vis-à-vis des problématiques rencontrées en milieu tropical. Les méthodes ici développées sont toutes vouées à être reproductibles et accessibles à tous les gestionnaires de mares publiques ou privées. Pour ce faire, ce guide s'appuie sur la littérature scientifique existante, mais surtout sur des expérimentations in situ réalisées sur 12 sites pilotes dans les Antilles françaises : Martinique, Guadeloupe et Saint-Martin.

À noter que les protocoles proposés dans ce guide pour la gestion des espèces exotiques envahissantes sont limités aux espèces végétales, car la gestion des espèces animales requiert certaines qualifications spécifiques. Ce volet EEE animales sera pris en compte dans la suite du projet REMA (2023-2026) et ce guide sera amendé en conséquence (fiches supplémentaires à inclure).

3 Présentation de la démarche et du projet REMA

3.1 Historique et objectifs

Les mares, ces écosystèmes qui *antan lontan* faisaient partie intégrante du quotidien des Antillais, puis furent par la suite oubliées, dénigrées, voire supprimées, reviennent depuis quelques années sur le devant de la scène grâce à différentes initiatives mises en place par les acteurs associatifs et institutionnels de Guadeloupe, Martinique et Saint-Martin. Il était donc important de structurer et mettre en commun ces initiatives pour répondre aux besoins des différents acteurs demandeurs (gestionnaires, agriculteurs, propriétaires de mares ou encore établissements publics), en leur fournissant un outil permettant d'avancer dans leurs projets de manière techniquement solide et écologiquement appropriée.

La question technique et récurrente que se posaient les acteurs était la suivante : **comment entretenir ou restaurer une mare dans un contexte tropical, milieu régulièrement soumis à des périodes de sécheresse intense ou des invasions biologiques ?**

Le Pôle-relais Zones humides Tropicales (PRZHT), organisme sous tutelle du Comité français de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a décidé de répondre à cette question via son **projet REMA** « Restauration et Entretien des Mares des Antilles », qui combine recherches bibliographiques et expérimentations in situ ayant abouti à l'élaboration de ce guide technique. Méthodologiquement, 12 mares présentant des caractéristiques et des problématiques différentes ont été sélectionnées dans les 3 territoires de Martinique, Guadeloupe et Saint-Martin afin de représenter une diversité de chantiers écologiques à entreprendre.

Lancé en octobre 2021, le projet REMA avait pour objectifs de :

- Préserver et protéger les habitats de mare et leur biodiversité ;
- Dimensionner des actions de restauration écologiques, durables et douces adaptées aux besoins et aux moyens des gestionnaires ;

- Apporter un appui technique, une expertise et une aide à la maîtrise d'ouvrage pour entretenir et donc préserver les mares ;
- Animer, mettre en réseau, sensibiliser

et diffuser l'information sur les mares des Antilles françaises et favoriser une réappropriation de cet écosystème par la population.

3.2 Les 12 sites pilotes du projet REMA

5 sites en Martinique

1 site à Saint-Martin

fig.1



Chantier de restauration de la mare de Macabou.

Après une phase de prospection qui s'est déroulée entre janvier et juin 2022, la sélection des 12 sites expérimentaux (Fig. 1) s'est faite sur la base de 27 indicateurs relatifs à 6 grandes catégories : la profondeur, la maîtrise foncière, la typologie, les services écosystémiques rendus, les menaces et pressions subies, ainsi que la capacité de portage du projet.

L'objectif était d'obtenir un échantillon de mares représentatives d'une configuration et d'une problématique particulières.

À noter que la majorité d'entre elles subissent une problématique d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE), mais certaines présentent également un besoin de gestion d'espèces indigènes à caractère envahissant, de remise en eau ou encore de réhabilitation des berges.



6 sites en Guadeloupe

Pour chaque site sélectionné, un porteur de projet a été identifié. Accompagnés techniquement par l'équipe REMA, ces porteurs étaient responsables des travaux requis sur leur mare.

La phase expérimentale du projet s'est déroulée entre mai 2022 et juillet 2023.

3.3 Les acteurs du projet

A Le Pôle Relais Zones humides Tropicales

Depuis sa création en 2012, le Pôle-Relais Zones Humides Tropicales (PRZHT) œuvre à sensibiliser les acteurs ultramarins à la préservation des milieux humides. Si les efforts ont d'abord été concentrés sur l'écosystème emblématique qu'est la mangrove, le PRZHT s'engage aussi à mettre en lumière l'ensemble des zones humides tropicales comme les marais, les étangs, les prairies humides ou dans ce cas précis, les mares.

Depuis la diffusion des visites virtuelles des mares des Antilles par le PRZHT en 2019, ces milieux font l'objet d'un intérêt croissant par les acteurs de la conservation et de nombreuses initiatives ont ainsi vu le

jour, mais celles-ci gagneraient à être plus complémentaires les unes avec les autres.

L'origine de ce projet a donc émané de la demande croissante d'une multitude de partenaires institutionnels et associatifs auprès de l'équipe du PRZHT. Le projet REMA est donc porté administrativement par le pôle et coordonné par celui-ci. Il assure sa bonne mise en œuvre et fait le lien entre tous les acteurs.

Pour garantir la robustesse des résultats scientifiques émanant du projet et relayés dans ce guide, le pôle a su constituer une équipe aux domaines d'expertises variés et complémentaires.



B L'équipe REMA

- **Coordination générale :**
 - Gaëlle VANDERSARREN : Coordinatrice Cf-UICN/PRZHT
- **Coordination & caution scientifique :**
 - Mélanie HERTEMAN : Docteur en Écologie et ingénierie écologique, spécialiste des zones humides et des mangroves
- **Animateur du projet :**
 - Matthieu NORDEN : Consultant en gestion de projets en environnement
- **Animatrice du volet pédagogique :**
 - Angeline LOLLIA : Chargée d'éducation Cf-UICN/PRZHT
- **Cartographe du projet :**
 - Florent TAUREAU : Docteur en cartographie



L'équipe REMA sur le chantier de restauration de la mare de Taonaba



C Les partenaires financiers

Se lancer dans un projet d'une telle envergure a un coût, et non des moindres. Sans le soutien de nos partenaires, REMA n'aurait pu voir le jour.

Nous tenions donc à les remercier chaleureusement pour avoir cru en ce projet et pour nous avoir épaulé tout au long de ces années.



• L'Office Français de la Biodiversité (OFB) :

Établissement public de l'État créé le 1er janvier 2020, l'Office français de la biodiversité est placé sous la tutelle des ministres chargés de l'environnement et de l'agriculture. Il a pour missions la surveillance, la préservation, la gestion et la restauration de la biodiversité terrestre, aquatique et marine, ainsi que la gestion équilibrée et durable de l'eau, dans l'Hexagone et les Outre-mer. Il est chargé de développer la connaissance scientifique et technique des espèces, des milieux et de leurs usages, de surveiller et de contrôler les atteintes à l'environnement, de gérer des espaces protégés, d'appuyer la mise en œuvre des politiques publiques, et de mobiliser l'ensemble de la société, acteurs socio-économiques comme citoyens.

• Les offices de l'eau de Martinique et de la Guadeloupe (ODE/OE) :

Les Offices de l'eau sont issus d'une volonté politique de mieux connaître et d'améliorer le suivi de la qualité des milieux aquatiques terrestres et marins dans les départements d'Outre-Mer Français.

Les Offices de l'eau Martinique et Guadeloupe sont des établissements publics locaux à caractère administratif, dont les missions sont les suivantes :

- L'étude et le suivi des milieux aquatiques et littoraux et de leurs usages ;
- Le conseil et l'assistance technique auprès des maîtres d'ouvrage, la formation et l'information dans le domaine de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques ;
- La programmation et le financement de travaux et d'actions, sur proposition du Comité de l'Eau et de la Biodiversité.

Les Offices de l'Eau possèdent un rôle général de facilitateur des politiques publiques relatives à l'eau et aux milieux aquatiques sur leur Bassin Hydrographique respectif. Ils répondent au travers de leur programme pluriannuel d'intervention (PPI) aux prérogatives de leur Comité de l'Eau et de la Biodiversité contenues dans leurs SDAGE respectifs, du SNDE et des programmes de surveillance de l'état des eaux au titre de la Directive Cadre européenne sur l'eau (DCE - 2000/60/CE).



D Les partenaires techniques

L'idée même de ce projet provient d'un besoin exprimé par une multitude de partenaires institutionnels et associatifs, et constitue la réponse la plus adaptée à leurs questionnements. Ces acteurs, qui regroupent des communes et des intercommunalités, des gestionnaires d'aires protégées et des associations locales des trois territoires ciblés, furent pleinement partie prenante du projet.

Les opérations sur sites ont été couronnées de succès et cela n'aurait pas été le cas sans la présence de ces agents et bénévoles



passionnés ! Motivation, bonne humeur, entraide, cohésion, respect furent les maîtres mots de ces chantiers nature (sans oublier sueur et courbatures !). Un grand merci à ce réseau de professionnels et d'amateurs !





Mare de la baie des Anglais

CHAPITRE I

Connaitre et comprendre les mares des Antilles



1

De l'intérêt écologique au patrimoine mémoriel

Dans la grande variété de zones humides tropicales présentes sur les îles de l'arc antillais, les mares revêtent un double intérêt patrimonial. Naturelles, elles assurent leur fonction originelle de réceptacle des eaux des bassins versants ainsi que de nombreux rôles écologiques : réserve d'eau douce, lieu de refuge pour la biodiversité, épuration des eaux et régulation du cycle hydrologique. Historiques, beaucoup l'ont oublié, mais les mares ont fait partie intégrante de la vie des anciens : ils les utilisaient pour des usages domestiques et agricoles. Véritable lieu de vie d'antan, les mares permettaient les rencontres et les échanges entre les gens. Elles étaient également liées à l'histoire rurale et sociale, avec l'économie des grandes plantations, de la canne à sucre et de l'esclavage. Elles sont ainsi des lieux de mémoire.

Les mares, reflets du temps : Les fouilles archéologiques attestent la présence continue de l'Homme sur les îles des Antilles, et ce, à partir des premiers siècles de notre ère. Venus d'Amazonie, les premiers peuples à arriver

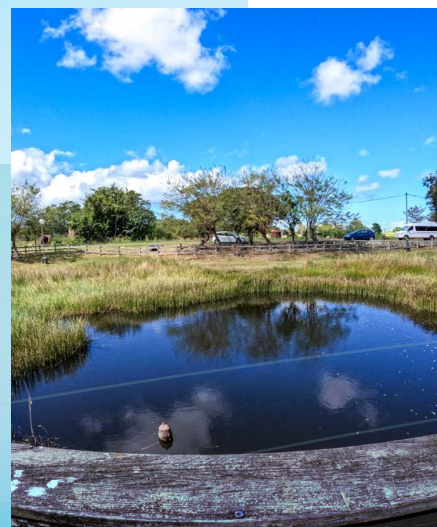
sur ces territoires sont des Amérindiens : les Arawaks en 300 apr. J.-C., puis les Caraïbes entre 800 et 1600 ans. Tous utilisaient l'eau de pluie, des rivières et des mares naturelles. Les peuples Kalinagos en Dominique construisaient parfois leur village autour de mares leur permettant l'accès à l'eau potable à tout moment.

Des mares et des moulins : À la fin du XVII^e siècle s'ouvre la période de l'habitation-sucrerie et de l'esclavage qui durera jusqu'en 1848. Les points d'eau douce sont parfois rares. Aussi, les usines sucrières et les distilleries fonctionnaient avec de l'eau provenant des mares. À Marie-Galante, toutes les habitations se sont implantées à proximité d'une mare. On y trouvait une *Komobile*, une machine à vapeur actionnant une énorme pompe générée par un ou deux esclaves. Elles étaient également équipées de moulins à vapeur systématiquement accompagnés d'une mare pour avoir une réserve d'eau à proximité afin d'assurer leur fonctionnement.



Marie-Galante : la mare au Punch, théâtre de la résistance des affranchis.

Certaines mares sont devenues des lieux mémoriels comme la mare au Punch. Un an après l'abolition de l'esclavage, un événement majeur a donné son nom à cette mare. Dans la nuit du 24 au 25 juin 1849, lors de la première élection législative à laquelle participent les nouveaux affranchis, deux listes antagonistes s'opposent alors : celle de Victor Schœlcher et Perrinon, abolitionnistes, et celle de Bisset et Richard, soutenus par Théophile Botereau, propriétaire de l'usine Pirogue mais aussi maire de Grand Bourg. Au cours de l'élection, Jean-François Germain, ancien esclave affranchi, se rend compte d'une supercherie dans les bulletins de vote. Les seuls bulletins distribués aux nouveaux affranchis illettrés n'étaient qu'au nom de Bisset et Richard. En représailles, la mairie de Grand Bourg est brûlée. La population déverse dans la mare toute la production de sucre et de rhum de l'usine de Pirogue, d'où l'appellation « mare au Punch ».



2 Connaissances actuelles sur les Antilles

2.1 État de l'art et inventaires des mares aux Antilles

De nombreux travaux et études font état de la diversité des mares et de la biodiversité qu'elles abritent dans les Antilles.

En Martinique et en Guadeloupe, plusieurs inventaires « zones humides » intégrant les mares ont ainsi été effectués par le passé. Les inventaires les plus récents se basent d'ailleurs sur ces premiers travaux de recensement réalisés à partir des années 2000.

En Martinique, sur 2276 zones humides, près de 1178 mares ont été inventoriées en 2015 (Impact Mer, et al, 2015), tandis qu'en Guadeloupe 3 230 mares ont été répertoriées en 2007 (ONF, 2007). Sur ce territoire, les mares occupent une surface de près de 497.9 ha (ONF, 2007) et sont principalement présentes en Grande-Terre et sur Marie Galante (DIREN 2001), alors qu'en Martinique la surface couverte par les mares s'élève à près de 189 ha (Impact Mer, et al, 2015) et ces dernières sont principalement observées dans le sud de l'île (PNRM, 2005). La répartition des mares sur ces territoires peut être corrélée aux activités agricoles.

À noter que la DEAL (Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement) Guadeloupe a débuté une mise à jour de l'inventaire des zones humides des îles de Guadeloupe et de Saint-Martin en septembre 2023.

Concernant Saint-Martin, la bibliographie étudiée met principalement en évidence des milieux d'eau salée de type étang ou saline (CDL, RN de Saint-Martin, Projet Ramsar, 2012). Les milieux humides d'eau douce sont quant à eux peu fréquents sur l'île.

Entre deux inventaires, le nombre de mares recensées évolue, avec la disparition de certaines et la détection de nouvelles. L'évolution de ces chiffres s'explique premièrement par l'amélioration des données cartographiques utilisées dans ces études (plus précises, elles permettent de détecter des mares initialement non recensées), et deuxièmement par l'influence significative des activités humaines. En effet, ces milieux sont régulièrement remaniés, créés ou comblés, faisant ainsi évoluer leur effectif (Impact Mer, et al, 2015).

Associés à ce travail de recensement des milieux, plusieurs travaux répertorient et mettent en lumière l'importante biodiversité faunistique et floristique spécifique des mares des Antilles. Différentes espèces inféodées à cet écosystème ont pu être identifiées telles que des cypéracées, nénuphars, odonates, oiseaux, ou encore larves d'insectes aquatiques.

Ces études et inventaires permettent également d'identifier les enjeux liés à ces écosystèmes ainsi que les usages, les pressions et menaces s'exerçant dessus (Office de l'Eau Guadeloupe 2022, ONF, 2007 ; Impact Mer, et al, 2015).

Ces travaux et études sont parfois traduits en projets de sensibilisation, de préservation, ou encore de restauration de ces écosystèmes précieux.

Citons en exemple : le projet « *Aux Mares citoyens* » du CAUE Guadeloupe lancé en 2021, le projet de Réhabilitation des mares de Marie-Galante de l'Office de l'eau Guadeloupe (OE) en 2022 et le projet de protection et valorisation des Mares de la ville des Anses d'Arlets en Martinique porté par la ville en 2021.

Mares du Quartier la Plaine,
Les Anses d'Arlet



3 Écologie d'une mare

3.1 Qu'est-ce qu'une mare ?



Définition d'une mare

Une mare est une étendue d'eau, d'origine naturelle ou anthropique, dont le renouvellement de l'eau est généralement faible, dont les berges sont souvent en pentes douces, et n'excédant pas 5000m² de superficie ni 2m de profondeur en moyenne afin que les plantes puissent s'y enraciner et que la lumière du soleil puisse pénétrer jusqu'au fond.

Les mares des Antilles répondent à cette définition générale, mais le contexte climatique et géographique leur confère des spécificités propres.

Ces petites étendues d'eau douce sont soumises à des températures chaudes durant toute l'année, ce qui va fortement influencer le fonctionnement et les conditions de vie de celles-ci. Ainsi, la biocénose des mares des Antilles est adaptée à ces conditions particulières.



Les différents compartiments :

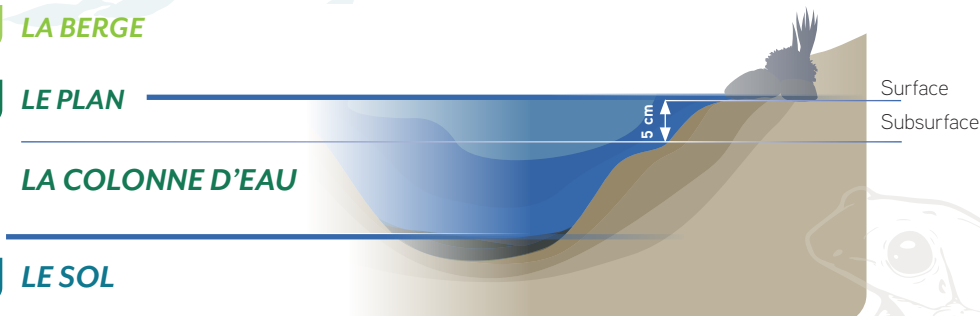
La mare est composée principalement de 3 sous-ensembles

A LA BERGE

B LE PLAN

LA COLONNE D'EAU

C LE SOL



A Les berges

Elles accueillent diverses espèces végétales terrestres ou héliophytes (voir : La flore), constituant ainsi un socle d'habitat structural dans lequel les espèces animales y trouvent nourriture, refuge et abri : les oiseaux peuvent y nicher, les arachnides y installent leurs toiles, et les insectes y déposent leurs larves, viennent butiner (hyménoptères, lépidoptères), ou encore y font leur métamorphose (odonates). Une pente douce et progressive des berges favorise la fixation des espèces végétales et constitue ainsi le premier compartiment de réception et de filtration des eaux de ruissellement et des sédiments.

B Le plan et la colonne d'eau

Le plan d'eau est constitué de la surface et de la subsurface (5 cm) de la mare. C'est la zone d'interface entre l'eau et l'air, brassée par les mouvements de l'air et du vent, qui permet d'assurer les échanges gazeux et ainsi le maintien des cycles, notamment celui du carbone et de l'oxygène. Le plan d'eau est aussi un habitat pour certains insectes tel que les araignées d'eau (gerridae) et un espace nourricier, de repos et d'hydratation pour les oiseaux s'y déplaçant en nageant (poules d'eau, canards).

Puis, de la subsurface au fond de la mare, la colonne d'eau constitue un véritable

habitat aquatique accueillant diverses espèces animales et végétales bien adaptées. Ainsi, dytiques, notonectes, bélostomes et bien d'autres y vivent, s'y nourrissent et s'y reproduisent. La végétation hydrophyte (voir : La flore) s'y développe soit de façon enracinée sur le fond comme certaines algues vertes que l'on trouve dans les mares des Antilles soit de façon flottante.

C Le sol

Le sol des mares est souvent vaseux, constitué de sédiments et de matières organiques. Il sert de substrat de fixation pour les espèces végétales et de lieux d'enfouissement pour certaines espèces animales lorsque la mare

s'assèche. Pour les mares permanentes, c'est parfois l'interface d'échanges entre la nappe phréatique et la colonne d'eau. Ce sol est aussi le réceptacle final des différentes matières provenant de la mare (faune ou flore morte qui se dépose au fond) ou de l'environnement extérieur (végétaux, déchets, sédiments). La sédimentation de ces matériaux participe activement au processus de comblement de la mare.

En sous-sol, une couche argileuse imperméable assure le maintien de l'eau dans la mare. Fragile, cette couche peut être percée lors de travaux d'entretien ou de restauration lourds, notamment par l'utilisation d'engins mécaniques.

Cortèges floristique et faunistique des mares des Antilles

A La flore

Les mares des Antilles abritent des végétaux variés telles que des plantes, des algues et même des mousses. Leur point commun : ils pratiquent tous la photosynthèse.

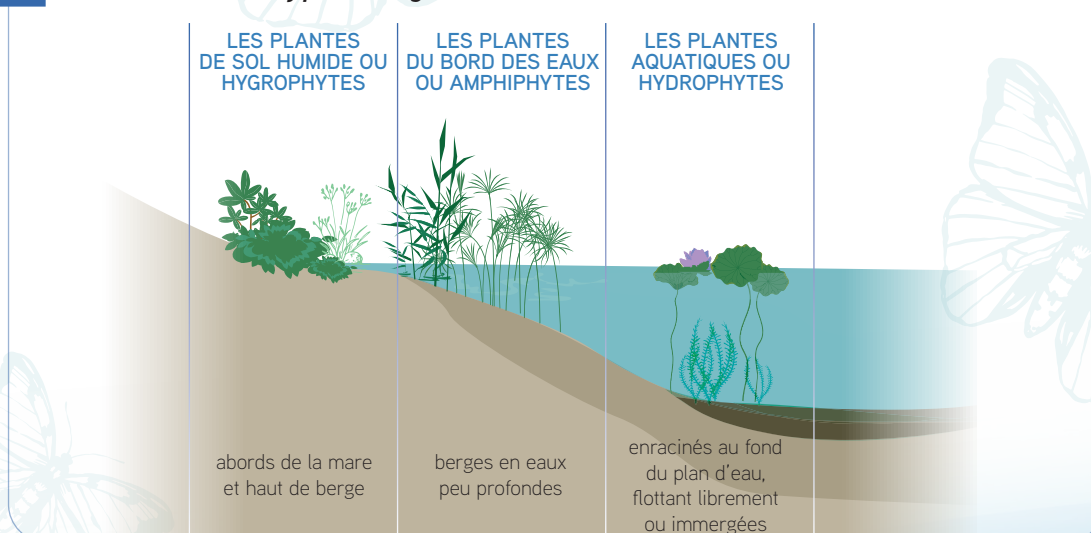
Les plantes inféodées aux mares doivent faire face à de nombreuses contraintes écologiques comme l'ensoleillement intense, l'oxygénation, la profondeur, la nature du substrat, l'humidité, la température de l'eau et de l'air. Ces plantes se sont adaptées physiquement, physiologiquement et biologiquement à cet environnement et chaque espèce occupe alors sa propre niche écologique. Ainsi, les

mares des Antilles sont peuplées de plantes qualifiées d'**hygrophytes** (du grec *hygros*, « humide », et *phyto*, « plante »), c'est-à-dire qui poussent en milieux humides voire aquatiques. Selon leur niveau d'adaptation aux gradients d'humidité, on pourra distinguer :

- Les **hydrophytes** (du grec *hydro*, « eau », et *phyto*, « plante ») : toujours immergé ou affleurant à la surface de l'eau, leur appareil végétatif est immergé comme les nénuphars et les lentilles d'eau. On peut citer par exemple *Naja guadeloupensis*, plante à fleurs classée VU sur la liste rouge UICN des espèces menacées.

fig.2

Type de végétaux des mares aux Antilles



• Les **amphiphytes** (du grec *amphi* « des deux côtés ») qui poussent à la limite terre-eau et sont adaptées aux deux environnements en supportant d'avoir les racines immergées (comme le girofle mare). Ce groupe inclut aussi les héliophytes (du grec *helos*, « marais ») qui sont enracinées au fond de l'eau et dont les parties aériennes (tiges, fleurs) sont émergentes (comme les cypéracées telles que les carex et les *Eleocharis* appelés joncs aux Antilles).

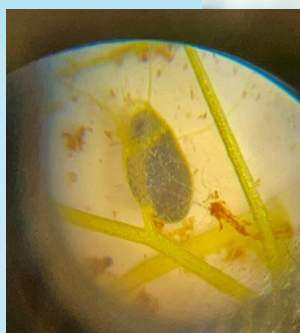
Cependant, les mares ne sont pas uniquement peuplées de plantes à fleurs. **Certaines « algues »** d'eau douce (dites dulçaquicoles) sont aussi caractéristiques des mares des Antilles. Ainsi, on peut parfois observer dans le fond, un tapis d'algues de la lignée verte telles que les characées comme *Nitella cernua* (classée VU sur la liste rouge UICN des espèces menacées) indicatrices de bonne qualité du milieu. Ces algues jouent aussi un rôle important d'oxygénation de l'eau de la mare. Mais elles ont besoin de capter les rayons du soleil pour assurer la photosynthèse.



Cyperus sp, plante amphiphyte.

L'utriculaire gibbeuse : une plante carnivore

Une plante carnivore dans les mares des Antilles ! L'utriculaire gibbeuse (*Utricularia gibba*) est une plante flottante, pérenne et aquatique de type hydrophyte dont la fleur est jaune. On la retrouve principalement sur le bord des zones humides ou des mares des régions pantropicales, mais aussi dans des régions plus au sud en Afrique, Australie et Amérique du Sud. Elle possède de petits appendices en forme de sac qui sont en fait des feuilles transformées (moins de 3 mm) appelées utricules. Ces pièges « aspirent » et capturent les larves et autres crustacés de petite taille se trouvant à proximité de l'ouverture, pour ensuite permettre la digestion de ces animaux grâce à des glandes produisant des enzymes digestives.

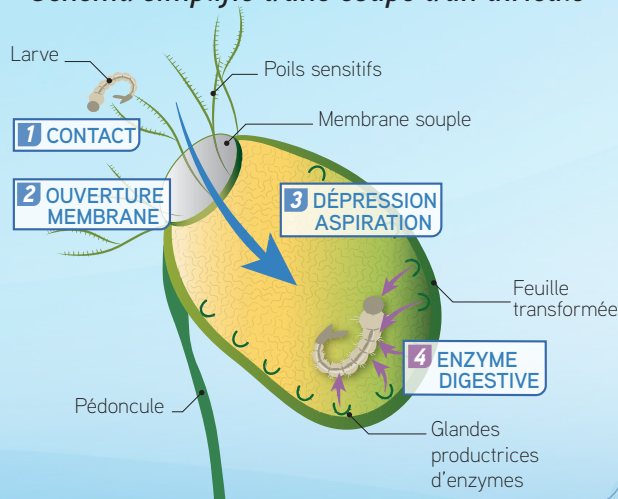


Utrriculaire gibbeuse, observée dans la mare de Macabou dans la ville du Marin en Martinique.



fig.3

Schéma simplifié d'une coupe d'un utricule



D'après schéma de Mélanie Herteman

B La faune

Diverses espèces animales sont présentes dans les mares des Antilles ou en ont besoin pour boire ou encore effectuer leurs cycles vitaux. En effet, une grande majorité de ces espèces animales sont dépendantes des mares, car leur cycle de vie possède une phase aquatique et une phase aérienne. C'est le cas par exemple des odonates tels que la libellule ou la demoiselle, dont les phases larvaires sont strictement aquatiques.

Appartenant aux familles des odonates, mollusques, amphibiens, dytiques, ou encore planorbes, nombreuses sont les espèces menacées par les pressions liées aux activités humaines et classées par l'UICN en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérable (VU), voire quasi menacée (NT).

La perte de la biodiversité faunistique et la disparition des mares sont intrinsèquement connectées. En effet, la dégradation et/ou la disparition de ces zones humides entraînent la suppression d'habitats aquatiques et terrestres essentiels à de nombreuses espèces. Cette perte affecte directement

la faune dépendant des mares pour la reproduction, l'alimentation et l'abri. Par ailleurs, la disparition de ces espèces affaiblit les interactions écologiques et les services écosystémiques rendus par les mares, tels que la filtration de l'eau, la décomposition de la matière organique ou encore la régulation des populations d'insectes.

Parmi les espèces emblématiques des Antilles, on peut citer la demoiselle *Protonera ailsa*, endémique des Petites Antilles, ou encore le poisson gale endémique de Martinique ou encore le poisson gale *Anablepsoides cryptocallus* (cf. Focus ci-après). Mais il existe plusieurs espèces de mollusques, de planorbes ou encore de coléoptères aquatiques qui peuplent les mares des Antilles. À l'heure actuelle, aucun inventaire exhaustif ne permet de lister toutes les espèces présentes dans ces milieux aquatiques d'eau stagnante, mais des études sont en cours, et de nouvelles espèces ont encore été récemment découvertes (travaux inventaire des mares réalisé par le Parc National de Guadeloupe et Aquabio, 2023).

Le poisson gale

Le poisson Gale (*Anablepsoides cryptocallus*) est une espèce de poisson d'eau douce de la famille des Rivulidae. Il s'agit du seul poisson d'eau douce endémique de Martinique.

Il affectionne particulièrement les petites masses d'eau temporaires ou à forte variation saisonnière, telles que les mares, les bras morts ou les petits ruisseaux. Il privilégie un habitat ombragé avec une végétation hydrophile (Biotope, 2020). Ce poisson a la particularité de pouvoir survivre à un assec total du milieu, se dissimulant dans la vase ou sous des pierres, tant que le substrat reste humide (Biotope, 2020).

Bien qu'endémique, cette espèce ne bénéficie pas de statut de protection au moment de la rédaction de ce guide (novembre 2023). Or celle-ci est menacée par la détérioration de son habitat (pollution, urbanisation) et par la présence d'espèces exotiques envahissantes très compétitives comme le guppy (*Poecilia reticulata*) (Biotope, 2020).

Le poisson Gale, fera prochainement l'objet d'un arrêté de protection. Par conséquent, tous travaux susceptibles d'impacter l'espèce et son habitat seront soumis à une autorisation et à une réglementation spécifique (étude d'impacts, mesures ERC, etc.).

Poisson Gale, *Anableps cryptocallus*



3.2

Trame verte et bleue aux Antilles : rôle et fonction écologiques des mares

La trame verte et bleue (TVB) est une notion utilisée en écologie pour désigner un réseau d'espaces naturels terrestres (trame verte) et aquatiques (trame bleue) qui permettent la circulation des espèces et le maintien de la biodiversité. Aux Antilles, l'aménagement grandissant des territoires est tel que cette TVB est de plus en plus morcelée : les réservoirs de biodiversité (forêts, rivières, prairies) se réduisent et sont de plus en plus isolés les uns des autres, car les corridors écologiques (haies, ripisylves...) disparaissent. Dans ce contexte, les mares jouent un rôle crucial en tant qu'éléments constitutifs de cette trame bleue, à la fois comme réservoirs, mais également comme corridors.

Les rôles de réservoirs de biodiversité :

- **Biodiversité** : Les mares abritent une grande diversité d'espèces, notamment des plantes aquatiques, des insectes, des amphibiens, des oiseaux et des mammifères. Elles constituent des habitats spécifiques pour de nombreuses espèces, certaines étant même spécialisées à ce type de milieu.
- **Reproduction** : Les mares sont essentielles pour la reproduction de la faune aquatique telle que les odonates. Elles offrent des conditions idéales pour la ponte des œufs et le développement des larves aquatiques et carnivores.
- **Refuge pour la faune** : Les mares fournissent un refuge pour de nombreux animaux, en particulier lors des périodes de sécheresse ou de canicule. Elles offrent de l'eau et une source de nourriture.
- **Habitat privilégié pour les oiseaux** : Les mares attirent également de nombreuses espèces d'oiseaux qui s'y nourrissent et y trouvent des conditions favorables pour la nidification et l'alimentation. Elles sont également un lieu de halte sur le chemin des oiseaux migrateurs.

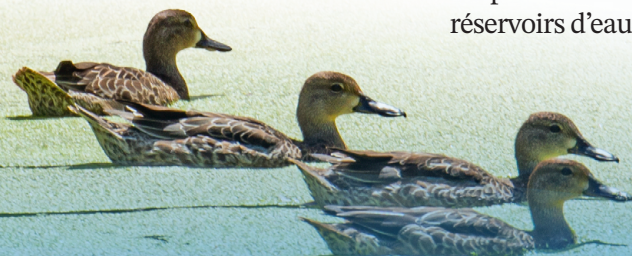
Le rôle de corridors :

- **L'interconnexion** de ces milieux entre eux et avec d'autres types de zones humides est nécessaire pour certaines espèces (ex. avifaune) et primordiale pour d'autres (odonates, amphibiens, mollusques).

Les rôles fonctionnels :

- **Régulation hydrologique** : En tant que point bas, les mares recueillent les eaux de ruissellement environnantes, et jouent ainsi un rôle prépondérant dans la régulation du cycle de l'eau en agissant comme des réservoirs temporaires lors des périodes de fortes pluies. Elles stockent l'eau, limitent les risques d'inondations et contribuent à l'infiltration de l'eau dans le sol.
- **Lutte contre les inondations** : Avec l'artificialisation des sols (routes, sols bétonnés, ...), la pluie n'est plus absorbée par la terre, induisant un ruissellement de l'eau vers les points bas. En grande quantité, cette eau de ruissellement provoque des inondations dans les zones habitées en aval des bassins versants. Le point bas que représente la mare permet de retenir une partie de cette eau, diminuant ainsi la quantité arrivant dans les zones urbanisées.
- **Filtration de l'eau** : Les mares agissent comme des filtres naturels en retenant les sédiments et les nutriments provenant des terres environnantes. Elles contribuent ainsi à la purification de l'eau en favorisant l'élimination des substances indésirables.
- **Régulation du microclimat** : Les mares peuvent avoir un effet modérateur sur le microclimat local en rafraîchissant les températures ambiantes et en augmentant l'humidité relative de l'air.
- **Adaptation au changement climatique** : Dans ce contexte de changement climatique, les milieux tropicaux sont davantage sujets à d'importants stress hydriques avec des périodes de sécheresses intenses rendant l'approvisionnement en eau de plus en plus difficile. Les mares sont donc des réservoirs d'eau importants pour pallier une

Sarcelles à ailes bleues,
Anas discors



pluviométrie décroissante. C'est le cas de l'île de Marie-Galante qui connaît régulièrement des déficits hydriques, faisant alors des mares un patrimoine naturel essentiel, notamment pour les usages agricoles.

- **Lutte contre le changement climatique :** Les mares sont très efficaces dans la séquestration du carbone. Cette captation se fait essentiellement par la végétation, le phytoplancton (notamment lors de la photosynthèse), et les sols vaseux (le carbone s'accumulant dans les sédiments à la mort des végétaux).

- **Espace de bien-être et d'éducation à l'environnement :** Les mares peuvent servir de supports pédagogiques pour sensibiliser les gens à l'importance des zones humides

et de la biodiversité associée. Elles offrent des opportunités d'observation et d'étude de la faune et de la flore locales. Les mares sont aussi synonymes d'espace, de bien-être et de convivialité, nous permettant de prendre le temps de contempler la vie qu'elles abritent et de comprendre le réel sentiment d'apaisement qu'elles procurent.

La préservation et la gestion écologique et adaptée des mares sont essentielles pour garantir leurs fonctions naturelles. Les actions telles que la conservation des zones tampons, le contrôle des pollutions d'origine agricole ou urbaine, et l'entretien régulier des mares sont nécessaires pour sauvegarder ces écosystèmes fragiles et leur rôle dans la trame verte et bleue.



4 Diversité des mares

Il existe plusieurs types de mares caractérisées par des fonctionnements naturels différents, mais aussi des usages variés. Cependant, qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique, elles remplissent toutes un rôle de réservoir de biodiversité et assurent de nombreux services écosystémiques indispensables.

4.1 Les mares agricoles

D'origine anthropique dans presque tous les cas, ces mares servent de ressources en eaux pour l'irrigation des champs et l'abreuvement des animaux (bœufs, moutons, cabris) (Fig. 5). Elles sont particulièrement utiles dans les zones qui connaissent un déficit hydrique intense et/ou régulier comme à Marie Galante. En effet, sur cette petite île de la Guadeloupe de 158 km², on ne dénombre pas moins de 500 mares dont la plupart sont agricoles. Dans ce contexte de changement climatique, elles sont indispensables pour la production alimentaire.



Mare quartier de Chassaing, Guadeloupe

fig.5



La mare agricole du quartier de Chassaing, Saint-François, Guadeloupe.

Cette mare agricole est une mare naturellement temporaire qui se retrouve constamment en eau grâce à un rechargement en eau agricole. Cet usage de la mare permet d'héberger une biodiversité remarquable et difficile à observer dans d'autres mares du secteur.

Témoignage de Jérémy DELOLME :

« En termes de faune on retrouve l'avifaune classique des mares avec des poules d'eau ou encore des chevaliers solitaires. Quant à la végétation de berges, elle n'a rien d'exceptionnelle avec quelques spécimens de campêches et d'acacia. En revanche la végétation aquatique est remarquable ! Premièrement, les espèces présentes sur ce site sont à 100% indigènes, alors que certaines mares à proximité sont envahies par des EEE, notamment par la jacinthe d'eau.

En réhaussant les berges, le propriétaire a créé un bourrelet de protection, limitant ainsi les écoulements en provenance des autres mares ce qui a empêché sa contamination.

Dans cette mare on y retrouve des nénuphars mais aussi :

La naïade de Guadeloupe, *Najas guadalupensis*, une espèce menacée et classée vulnérable en Guadeloupe sur la liste rouge de l'UICN ; L'algue d'eau douce, *Chara zeylanica* ; Et l'ammannie écarlate, *Ammania coccinea*, une espèce protégée et elle aussi classée vulnérable en Guadeloupe sur la liste rouge de l'UICN.

La dynamique dans cette mare est importante, c'est la seule du secteur où l'on retrouve une telle association d'espèces. Ce qui en fait sa richesse. »

4.3

Les mares forestières

Ces mares naturelles sont entourées d'une végétation arborée dont la canopée recouvre partiellement ou totalement le plan d'eau réduisant ainsi l'ensoleillement sur celui-ci (Fig. 7). Cette faible exposition au soleil limite la capacité des végétaux aquatiques à s'implanter et à se développer. Ces mares sous couvert forestier sont particulièrement sujettes au dépôt de matière organique due à la chute de feuilles, de branches ou d'arbres. Source de bien-être et de repos, elles constituent toujours un point d'étape intéressant lors de randonnées.



fig.6

Mare forestière proche de la plage de Macabou dans la ville du Marin

4.2

Les mares de savanes et de prairies humides

Ces mares sont localisées dans des zones herbeuses où le sol est de type hydromorphe ou argileux. Elles peuvent être d'origine naturelle (simple dépression topographique étanche) ou anthropique. Elles constituent des réserves d'eau importante pour la faune sauvage (insecte, avifaune) et peuvent être assimilées à des mares agricoles en offrant aux animaux d'élevage la possibilité de s'abreuver dans les prairies de pâturage.

fig.7

Une des mares savane de Morne Flambeau, Martinique



4.4

Les mares urbaines

Situées en milieu urbain ou périurbain, ces mares se situent le plus souvent dans des parcs, des jardins ou au centre de lotissements.

D'un point de vue écologique, elles constituent une véritable relique d'espace naturel précieux aux espèces qui en dépendent, en fournissant habitat naturel et eau. D'un point de vue écosystémique, elles contribuent à

l'embellissement des lieux ainsi qu'au bien-être des habitants et à l'animation du quartier. Les mares urbaines sont de formidables outils pour l'éducation et l'émerveillement à l'environnement. Cependant, elles sont davantage soumises aux pollutions diverses issues des activités humaines environnantes telles que les rejets d'eaux usées ou les dépôts sauvages de déchets.

fig.8

Mare de Pont Café, intégrée au lotissement et classée en zone N au PLU de la ville de Sainte-Luce en Martinique



5 Comprendre le fonctionnement d'une mare en milieu tropical

5.1 La dynamique des mares

Pour un écosystème, la dynamique fait référence aux processus de formation et d'évolution à plus ou moins long terme, dans un environnement climatique et abiotique donné. Pour les mares, il existe aussi une dynamique d'évolution régie par plusieurs éléments clés : la géomorphologie, l'hydrologie du site, la topographie, le climat, la végétation.

Les mares sont soumises à un cycle de vie - un processus - qui peut se décrire en 4 grandes étapes :

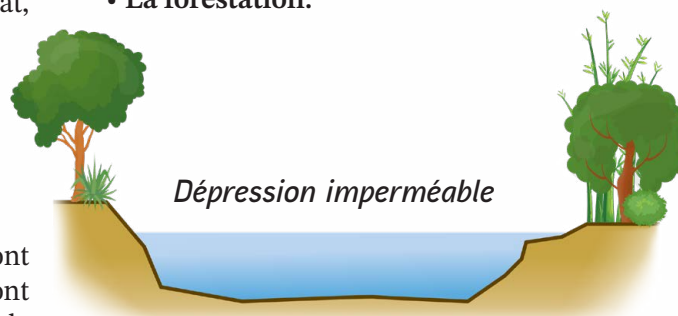
- La formation ;
- Le comblement
- L'atterrissement et la colonisation ;
- La forestation.

A Formation et origine des mares naturelles

Pour cette catégorie de mare, ce sont souvent des événements naturels qui sont à l'origine de leur apparition : formation de dolines (dépressions topographiques), chute d'arbres, glissements de terrain, dynamique des cours d'eau (notamment lors de crues exceptionnelles), résurgence de la nappe, érosion par l'eau ou le vent sur des périodes plus ou moins longues, surface au sol non uniforme, volcanisme...

D'un point de vue hydrologique et topographique, les mares naturelles se forment généralement dans des dépressions imperméables du paysage, des points bas dans lesquels l'eau ruisselante vient s'accumuler, comme les bras morts (anciens lits de rivières) ou les creux dans le sol (exemple : la mare de l'Anse Colas (Fig. 9)).

Le fonctionnement hydrologique du site, y compris les précipitations, le ruissellement,



la forme du bassin versant, la présence de sources, de cours d'eau, ainsi que la perméabilité à la nappe phréatique jouent un rôle majeur dans la formation des mares. La mare du Houelmont à Gourbeyre en Guadeloupe par exemple s'est formée dans une dépression topographique et est alimentée par une résurgence de l'eau de la nappe souterraine.

D'autre part, les processus d'érosion et de sédimentation contribuent à la formation des mares. L'érosion du sol peut créer des dépressions qui se remplissent d'eau, tandis que la sédimentation peut bloquer le drainage naturel en créant des couches imperméables et permettant ainsi à l'eau de s'accumuler et de former une mare.

fig.9

Mare de Anse Colas, Guadeloupe.

fig.10

Mare du Houelmont dans la ville de Gourbeyre

Le climat des régions tropicales participe à cette dynamique de formation. L'alternance des saisons d'hivernage (saison des pluies, juillet à décembre) et de carême (saison sèche de janvier à juin) entraîne une augmentation ou une diminution de la taille des mares. Les cyclones peuvent également jouer un rôle dans la formation de mares par modification du milieu (chablis, érosion, etc.). Enfin, le changement climatique, en impactant le cycle de l'eau et les schémas de précipitations, agit aussi sur l'évolution des mares à long terme.

La végétation environnante influence elle aussi la formation de ces milieux. Les arbres et les plantes modifient la microtopographie du sol, en agissant comme des obstacles à

l'écoulement de l'eau, et en favorisant ainsi l'accumulation de celle-ci dans une zone donnée. Enfin, certaines espèces de plantes aquatiques et algues vont se développer dans les mares, formant des habitats propices au développement de la faune. Cela entraîne une série d'interactions écologiques interspécifiques, modifiant l'évolution de la mare. Les interactions entre ces espèces et leur environnement aquatique influencent la dynamique de formation : les plantes aquatiques retiennent les sédiments et aident à stabiliser les berges, et la faune aquatique influence quant à elle les processus biochimiques dans l'eau et les cycles des nutriments, nécessaires à la nutrition des plantes aquatiques et terrestres avoisinantes.

B Comblement naturel ou d'origine anthropique des mares

Le comblement est un processus naturel ou d'origine humaine par lequel une mare va progressivement se remplir de matière solide et finir par être remplacée par d'autres types de formations naturelles ou par des activités humaines (construction par exemple).

De façon naturelle, au fil du temps, les mares vont accumuler des sédiments provenant de l'érosion du sol environnant, du ruissellement des eaux de pluie du bassin versant, et de la végétation et de la faune aquatique morte en décomposition. Cette sédimentation réduira peu à peu la profondeur et l'étendue de la mare, entraînant finalement son comblement de façon naturelle.

La croissance de la végétation aquatique, telle que les plantes émergentes ou les algues, va progressivement remplir une mare en réduisant la colonne et le volume d'eau. Au fil du temps, ces plantes colonisent la mare et forment des zones marécageuses ou des prairies humides. Ce processus de succession écologique végétale est tout à fait naturel.

Le comblement de la mare par la végétation aquatique peut être accéléré par la prolifération d'espèces végétales exotiques envahissantes. Ces espèces, telles que la jacinthe



d'eau (*Eichhornia crassipes*) ou encore la salvinie géante (*Salvinia molesta*) sont dotées d'une capacité de reproduction rapide, et peuvent envahir rapidement l'ensemble du milieu, entraînant ainsi sa fermeture.

Ce processus naturel est progressif et dure plusieurs années, contrairement aux comblements d'origines anthropiques plus rapides et plus brutaux.

Il s'agit souvent de déverser des matières solides (gravats, remblais, déchet de terre ou autres) dans la mare de façon à l'assécher pour gagner de l'espace de construction. Mais il existe d'autres phénomènes non naturels de comblement causés par les activités humaines comme le drainage des terres, pour l'agriculture ou le développement urbain détournant le cycle de l'eau et entraînant le comblement et l'assèchement des mares.

Enfin, l'artificialisation des sols du bassin versant augmente le ruissellement des eaux de surface et la quantité de sédiments transportés favorisant aussi le comblement des mares.

C Atterrissement et colonisation des mares : de quoi parle-t-on ?

L'atterrissement est le processus par lequel une mare va progressivement être comblée par des sédiments pour devenir un terrain solide. Il s'agit en fait de dépôt de terre, de limon, de sable, de gravier, de matière organique (feuilles, branches...) que les cours d'eau et le ruissellement des eaux en surface des bassins versants de mares vont apporter et finir par s'accumuler sur leurs bords et au fond des mares. Ainsi, avec de plus en plus de matières solides, la colonne d'eau diminue, et les nouveaux supports solides vont servir de substrat pour l'étape de « colonisation ».

En effet, une fois que la mare se comble et que des zones émergentes de terrain solide



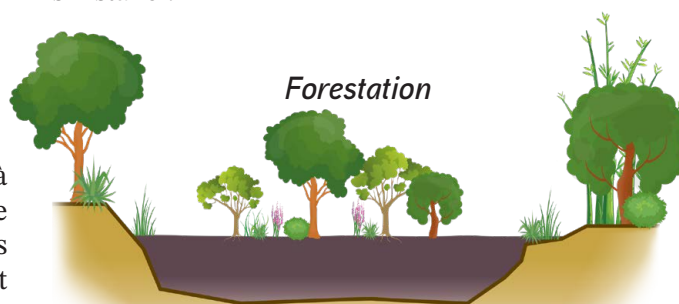
apparaissent, la colonisation végétale peut commencer. Les plantes pionnières, telles que les herbes et les arbustes, vont venir s'établir sur les surfaces nouvellement exposées (Fig. 11). En colonisant le milieu, elles vont stabiliser le substrat, mais aussi produire une matière organique supplémentaire qui va accélérer le processus de comblement. Cette phase de transition va finir par consolider le substrat permettant aux arbustes et arbres de s'installer.

D Le processus final de forestation

La forestation se réfère à la croissance et à l'établissement d'une végétation forestière dans une zone donnée. Ces deux processus d'évolution naturelle d'une mare peuvent être liés dans certaines situations.

Aux Antilles, il est fréquent que les espèces pionnières d'herbacées colonisant le milieu à la suite d'un processus d'atterrissement, soient constituées de cypéracées, de comméline diffuse (*Commelina diffusa*), de la liane américaine (*Mikania micrantha*), ou encore de certaines espèces de graminées adaptées aux sols humides. La colonisation par les végétaux peut également être accélérée par la présence des espèces exotiques envahissantes qui vont favoriser la forestation en fournissant un support végétal permettant la croissance d'autres espèces arbustives et arborescentes.

La végétation forestière a un effet sur l'atterrissement des mares de plusieurs façons. Les



racines des arbres et des plantes forestières aident à renforcer le sol et à réduire l'érosion, ce qui peut ralentir le processus d'atterrissement de la mare. De plus, la végétation forestière peut créer de l'ombre, ce qui limite l'évaporation de l'eau et peut maintenir des conditions plus humides, favorables à la préservation de la mare.

Il est important de noter que l'atterrissement d'une mare et la forestation sont des processus naturels qui se déroulent sur plusieurs années et sont influencés par divers facteurs tels que le climat, les conditions du sol, les espèces végétales présentes, et les perturbations humaines.

fig.11

Mare Baté colonisée par des espèces pionnières d'herbacées dans la ville de Schœlcher en Martinique (février 2022)



5.2 Menaces et pressions anthropiques

Les pressions anthropiques qui impactent ces petits milieux aquatiques sont nombreuses mettant en péril leur état écologique et leurs fonctionnalités. Parmi les principales menaces liées à l'activité humaine sur les mares des Antilles, citons :

L'assainissement collectif et non collectif

Ce sont les pressions anthropiques qui s'exercent le plus fortement sur la qualité des eaux et les milieux aquatiques sur les territoires des Antilles. En effet, lorsque les systèmes d'assainissement ne fonctionnent pas correctement, les eaux usées partiellement traitées voire non traitées, contiennent des nutriments en excès (notamment azote et phosphore), des bactéries et d'autres contaminants (médicaments, javels, hormones...). Lorsque ceux-ci atteignent les milieux humides, cela peut se traduire, entre autres, par une croissance excessive d'algues, une eutrophisation et une dégradation de la qualité de l'eau et aboutit donc au déclin de la biodiversité dans la mare.

Le comblement par remblai

Le remblaiement se produit lorsque des matériaux tels que la terre, le sable ou les débris de construction (briques, gravats, ciments, carreaux...) sont rejetés dans une mare, modifiant ainsi sa topographie naturelle et provoquant un comblement de celle-ci. Les principales causes du comblement des mares par le remblai sont liées à l'aménagement du territoire et aux activités de construction et d'urbanisation.

L'introduction d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE)

En septembre 2023, l'IPBES, la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité, publie son rapport sur les EEE révélant que 37.000 plantes, insectes ou animaux exotiques envahissants, dont 3500 très nocifs, ont été introduits dans le monde. Un phénomène qui joue un rôle majeur dans 60% des extinctions de plantes et d'animaux pour un coût annuel estimé à plus de 450 milliards d'euros. Les îles d'outre-mer sont particulièrement touchées puisqu'elles concentrent 74 % de ces EEE. C'est un point très important sur les territoires insulaires comme la Martinique, la Guadeloupe

et Saint-Martin, dont l'évolution éloignée des continents a façonné des écosystèmes uniques particulièrement vulnérables face aux invasions biologiques.



fig.12

#InvasiveAlienSpecies Assessment

Page de couverture du rapport d'IPBES sur les EEE, 2023.

L'introduction d'espèces exotiques (poissons, plantes aquatiques et autres organismes) dans les mares perturbe les équilibres écologiques en modifiant les interactions entre les espèces introduites et les espèces indigènes, via différents mécanismes (compétition, prédation, hybridation...) pouvant conduire à la disparition de ces dernières (précisions au paragraphe suivant). Par exemple, dans les mares des Antilles, comme dans toutes les autres collectivités d'outre-mer tropicales, les poissons guppy (*Poecilia reticulata*), introduits afin de lutter biologiquement contre les larves de moustiques, engendrent des impacts sur les cycles fonctionnels des mares. En effet, cette espèce constitue un prédateur d'œufs de poissons et d'autres larves d'insectes aquatiques indigènes, parfois endémiques. De plus, elle entre en concurrence avec les larves de libellules pour la nourriture.

La déforestation et altération des bassins versants

La déforestation des bassins versants entraîne une augmentation de l'érosion des sols, du ruissellement des eaux de pluie et donc du transport de sédiments et de polluants vers

les mares. Cela peut compromettre la qualité de l'eau, altérer les habitats aquatiques et perturber les cycles naturels. Aux Antilles, les bassins versants sont souvent courts, pentus et les sols argileux, ce qui augmente cet effet d'érosion en cas de déboisement.

Les modifications des écoulements (artificialisation)

Les mares réparties sur les bassins versants antillais sont souvent alimentées par la pluie et les écoulements pluviaux. Qu'elles soient dues à l'urbanisation, à l'aménagement, à la canalisation des cours d'eau ou toutes autres activités humaines, les modifications des écoulements en amont peuvent entraîner des conséquences néfastes et irréversibles pour ces habitats fragiles que sont les mares en provoquant notamment leur assèchement.

6

Les EEE végétales dans les mares des Antilles

Les Espèces Exotiques Envahissantes représentent la 3^e cause d'érosion mondiale de la biodiversité. Selon l'UICN (Union Internationale de Conservation de la Nature), "une EEE est une espèce de faune ou de flore introduite par l'Homme en dehors de son aire de répartition naturelle, volontairement ou accidentellement. Son implantation et sa propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives" (UICN, 2000 ; McNeely et al., 2001).

À l'inverse, une espèce indigène est définie comme étant une espèce naturellement présente dans une région géographique spécifique. Celle-ci a évolué sans intervention humaine et en équilibre avec les autres espèces de faune et de flore présentes dans sa région. Ainsi, une espèce peut être définie comme indigène dans un lieu et exotique dans un autre. Dans le cas où une espèce est introduite par l'homme en dehors de son aire d'origine et a des impacts négatifs dans son aire d'introduction, l'espèce peut être qualifiée d'espèce exotique envahissante (EEE).

Les milieux aquatiques tels que les mares tropicales, déjà exposées à diverses pressions, sont particulièrement vulnérables face à certaines EEE qui y trouvent des conditions favorables à leur développement et leur expansion.

Les pollutions agricoles par les intrants

L'utilisation, légale ou non, dans le domaine agricole, de pesticides, d'engrais et autres produits chimiques, induit une pollution des eaux souterraines et de surface, et provoque également l'eutrophisation et la dégradation des écosystèmes aquatiques, tels que les cours d'eau ou les mares.

Les pressions industrielles

Les activités industrielles peuvent, soit par leurs activités soit par l'infrastructure routière dont elles ont besoin, rejeter dans l'environnement divers polluants chimiques tels que des métaux lourds ou des hydrocarbures, ainsi que des plastiques.

Le succès d'une invasion est lié aux caractéristiques propres à l'espèce exotique, aux conditions environnementales de l'écosystème d'accueil et à l'exposition de ces derniers aux introductions (volontaires ou involontaires). Bien qu'il n'existe pas de « profil type », certaines caractéristiques biologiques sont communes à plusieurs EEE (forte capacité de reproduction et d'appropriation des ressources par une croissance rapide et importante, de grandes capacités de dispersion, une bonne adaptation aux perturbations...). La résistance et la résilience du milieu d'accueil jouent également un rôle primordial. Ainsi, des milieux aux habitats perturbés, comme certaines mares, sont particulièrement exposés aux invasions biologiques.

À noter que certaines EEE en Martinique, en Guadeloupe et à Saint-Martin, font l'objet d'une réglementation stricte à travers des arrêtés ministériels spécifiques à chaque territoire, qui découlent d'un cadre réglementaire national et européen. (cf. Point réglementaire. Chapitre 2.3).

6.1 Les EEE végétales dans les mares des Antilles

Parmi les EEE aquatiques les plus problématiques dans les mares des Antilles, la jacinthe d'eau (*Pontederia crassipes*) classée parmi les 100 espèces les plus envahissantes au monde, la salvinie géante (*Salvinia molesta*), la laitue d'eau (*Pistia stratioides*), le typha (*Typha domingensis*), ou encore l'hydrille verticillée (*Hydrilla verticillata*) sont déjà bien identifiées et régulièrement observées.

Toutefois, les EEE végétales terrestres tels que le faux mimosa (*Leucaena leucocephala*) ou encore le bambou commun (*Bambusa vulgaris*) peuvent également impacter les



Exemple de guide EEE à télécharger :



espèces indigènes caractéristiques des mares et contribuer au mauvais fonctionnement de celles-ci en accélérant les processus de comblement.

Conséquences des EEE végétales sur les mares

Du fait de la rapidité de leur croissance, de leur reproduction et de leur expansion, des EEE végétales peuvent recouvrir partiellement ou entièrement des mares, limitant ainsi l'accès à l'eau pour les espèces de faune indigènes (oiseaux, insectes, chiroptères...). De plus l'épaisseur des tapis colonisés limite la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau, provoquant une diminution de l'oxygène dissous et donc l'asphyxie du milieu et la perturbation des cycles du carbone et des nutriments pouvant conduire à l'eutrophisation des mares.

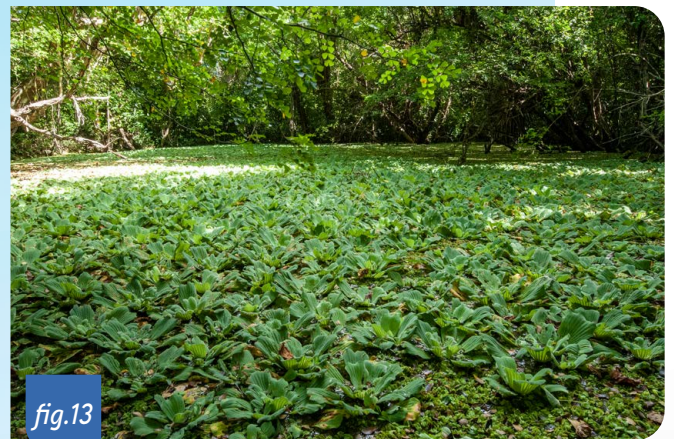


fig.13

Mare du Cap Salomon colonisée par les laitues d'eau

fig.14

EEE parmi les plus problématiques aux Antilles



Typha

Laitue d'eau

Salvinie géante

Jacinthe d'eau

Bien que les EEE végétales observées au niveau des mares puissent se multiplier par reproduction sexuée (fleurs, fruits, graines), elles optent le plus souvent pour une reproduction végétative en conservant le même patrimoine génétique entre les individus (ce qui s'apparente à du clonage). Cette voie de reproduction peut être rapide et efficace, facilitant leur expansion une fois introduites dans de nouveaux milieux, ce qui les rend plus compétitives vis-à-vis des espèces indigènes.

Différents mécanismes peuvent permettre cette reproduction végétative en mobilisant différents types d'organes modifiés tels que les stolons (tiges modifiées rampantes au niveau du sol), souvent utilisés par des espèces flottantes comme la salvinie géante (*Salvinia molesta*).

Pour les végétaux enracinés sur le fond de la mare, la reproduction végétative peut se faire par l'intermédiaire de rhizomes (racines modifiées), comme chez le typha (*Typhas domingensis*) ou le papyrus (*Cyperus papyrus*).

Enfin, certaines espèces telles que l'hydrille verticillée (*Hydrilla verticillata*) disposent de

bourgeons en dormance dans le sol appelés turions, à l'origine de nouveaux individus lorsque les conditions sont favorables.

La reproduction végétative à partir de fragments d'un individu est également possible chez certaines espèces.

Exemples :

- La **laitue d'eau** (*Pistia stratiotes*) peut produire des fruits et des graines, cependant sa reproduction est principalement végétative via le développement de stolons ou la croissance de fragments d'un individu (fig. 15) ;
- Le **souchet à involucre** (*Cyperus involucratus*) quant à lui se reproduit de façon végétative via son système racinaire (rhizomes), mais aussi de façon sexuée par la production de graines (fig. 16) ;
- À l'instar de la laitue d'eau, l'**hydrille verticillée** (*Hydrilla verticillata*) peut se reproduire de façon sexuée, bien qu'elle se multiplie essentiellement de façon végétative. La particularité de cette plante

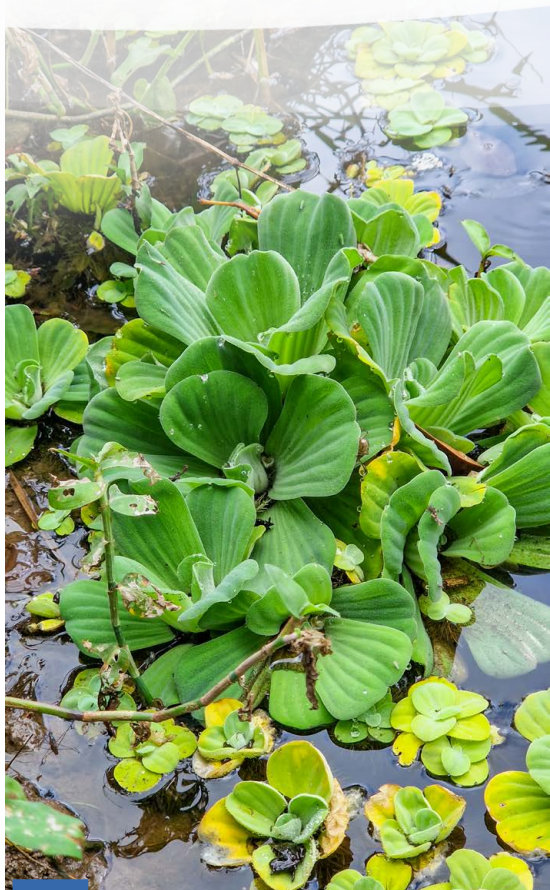


fig.15 Bouquet de laitue d'eau



fig.16 Souchet à involucre, envahissant un cours d'eau dans la ville des Trois-îlets en Martinique

réside dans sa capacité à produire des turions et tubercules, capables de végéter dans le sédiment humide au-delà de 20 cm de profondeur en pleine saison sèche (d'avril à juin aux Antilles), en attendant des conditions favorables à leur croissance (F.MADDI, 2008) (fig.17).

Ainsi, ces différentes stratégies de reproduction favorisent la propagation et la dissémination de ces espèces qui peuvent être accentuées par les perturbations des milieux engendrées par les activités anthropiques.

La mise en œuvre des interventions doit également inclure certaines précautions, exposées dans ce guide, pour éviter la dispersion de ces espèces lors de chantiers.



fig.17 Hydrille verticillée, mare de Houëlmont, Guadeloupe

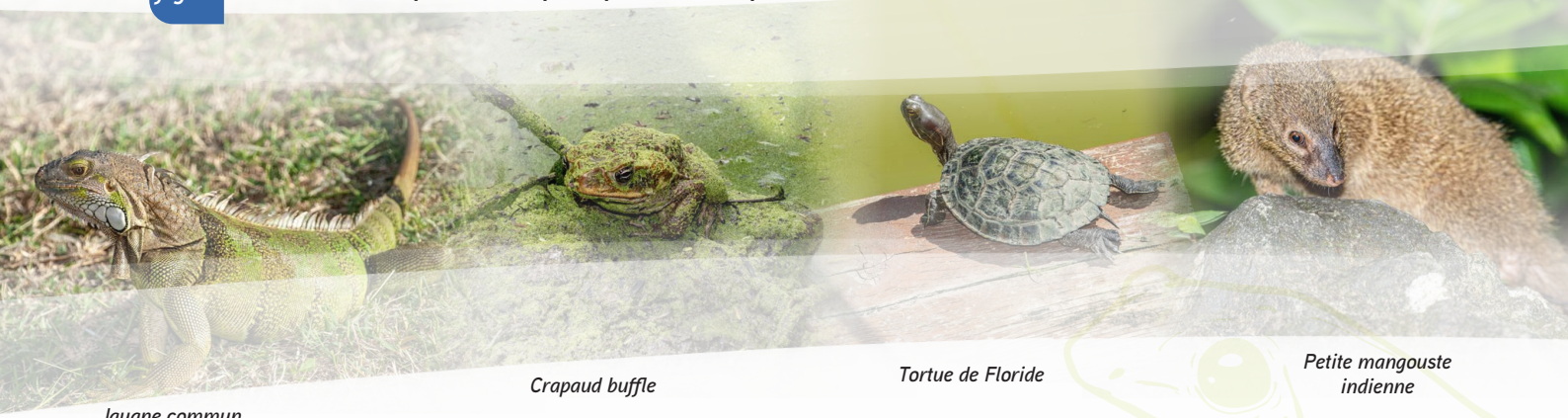
6.2

Les EEE animales dans les mares des Antilles

Dans les mares aux Antilles, les espèces animales EEE les plus fréquemment observées sont le crapaud buffle (*Rhinella marina*), la tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*), l'écrevisse à pinces rouges (*Cherax quadricarinatus*) les guppys, les pléco (*Hypostomus robinii*) et les planorbes de Jamaïque. D'autres espèces plus terrestres,

mais vivant à proximité des mares telles que l'iguane commun (*Iguana iguana*), le rat noir (*Rattus rattus*) ou encore la petite mangouste indienne (*Urva auropunctata*) et le raton laveur (*Procyon lotor*), causent aussi d'importants impacts sur les espèces indigènes (ou plus globalement sur la structure et le fonctionnement des milieux).

fig.18 EEE animale parmi les plus problématiques aux Antilles



Iguane commun

Crapaud buffle

Tortue de Floride

Petite mangouste indienne



Conséquences des EEE animales sur les mares

La rapidité de croissance des populations d'EEE animales, permise notamment par l'absence de grands prédateurs sur les îles des Antilles, leur capacité d'adaptation et de dispersion, entraîne un dysfonctionnement des réseaux trophiques, car elles entrent en concurrence avec les espèces indigènes pour la nourriture et l'espace, mais peuvent également avoir un impact sur ces dernières par prédation, hybridation ou encore via la transmission de pathogènes.



CHAPITRE II

Évaluation de l'état des mares



1

Qu'est-ce qu'une mare en « bonne santé » ?

Une mare en « bonne santé » présente un équilibre écologique et des conditions favorables à la vie des plantes et des animaux qui y habitent : interactions entre les espèces (proies-prédateurs), pénétration des rayons du soleil, couvertures végétales, turbidité, oxygène, pH, conductivité, azote et phosphore ...

Pour cela, plusieurs facteurs biotiques et abiotiques y contribuent :

- Une **eau de qualité**, c'est-à-dire sans pollution excessive et suffisamment oxygénée pour soutenir la vie aquatique ;
- Une **biodiversité** riche en nombres d'espèces et aussi en nombres d'individus par espèce de plantes aquatiques, d'insectes, de mollusques et autres organismes. Cette variété d'espèces est synonyme d'écosystème équilibré ;
- Une **végétation aquatique adaptée** au contexte tropical. Ces plantes jouent un rôle crucial en fournissant de l'oxygène, en filtrant les contaminants, en fournissant de l'ombre et en offrant des habitats pour les animaux ;
- L'**absence d'espèces invasives** est aussi un bon indicateur, car leur présence bouleverse l'équilibre naturel de l'écosystème ;

- Les **cycles des nutriments** (azote, phosphore) et du carbone sont équilibrés. Un excès de nutriments peut engendrer une prolifération d'algues nuisibles et perturber l'écosystème ;

- Une préservation des différents **compartiments et habitats**, procurant zones de reproduction, de refuge, de repos et de nourrissage à la faune ;

- Une **connectivité écologique** préservée avec les autres écosystèmes aux alentours : les mares en bonne santé sont souvent connectées à d'autres habitats, tels que les prairies, les rivières, les forêts ou le littoral. Cela permet aux espèces de se déplacer, de se reproduire et d'échanger des ressources, favorisant ainsi la biodiversité globale.

Évaluer l'état de santé d'une mare revient à faire l'analyse et le diagnostic de plusieurs indicateurs. Pour cela, il est nécessaire pour les collectivités et les particuliers de se faire accompagner par des équipes de spécialistes, d'écologues et de naturalistes qui connaissent les méthodologies scientifiques et techniques d'évaluation et de diagnostic.

Idée reçue, les mares sont des nids à moustiques

Faux ! Dans une mare en bonne santé, les moustiques ne prolifèrent pas, et cela grâce aux larves carnivores de libellules et de demoiselles qui ont un fort appétit pour ces insectes piqueurs, et ce, à tous les stades de leur développement !

C'est uniquement lorsque la mare est jeune ou en déséquilibre que les moustiques sont présents. En effet, une jeune mare dans laquelle la faune et la flore ne se sont pas encore installées, peut être favorable à la présence de moustiques et de leurs larves. Néanmoins, une fois le cortège floristique et faunistique de cet écosystème en place, les moustiques n'ont plus la leur. Dans le cas d'une mare en déséquilibre, ce sont les différentes perturbations causées par des pollutions diverses ou par la prolifération de certaines espèces exotiques envahissantes, qui vont favoriser la présence de moustiques. Soit par la diminution de la qualité de l'eau, impactant ainsi le reste de la faune aquatique susceptible de se nourrir de ces larves, soit par l'inaccessibilité du plan d'eau pour la ponte des libellules (prolifération des EEE végétales).

À retenir : les moustiques apprécient plutôt les milieux artificiels. Une petite surface d'eau contenue dans un réceptacle (seau, pneu, coupelle... bref tout déchet où l'eau peut stagner) est idéale pour que la femelle y dépose ses œufs, là où aucun prédateur ne viendra les déranger !

2 Méthodes d'évaluation de l'état des mares et identification des menaces

2.1 Connaitre et comprendre sa mare

Pour mieux connaître une mare, plusieurs paramètres sont à prendre en compte. Dans le cas d'un suivi de mare, il est judicieux de prendre **un état de référence de la mare**, ce qui permettra d'avoir un point de comparaison initial pour suivre son évolution.

Comment est la mare visuellement ?

Prenez des photos et/ou vidéos de la mare avant toute opération : le plan d'eau, les berges, les problèmes identifiés (EEE, rejet, autres). Elles constitueront le temps T0 d'observation. Dans la mesure du possible, les prises de vue aériennes sont idéales pour observer la mare dans son contexte environnemental. Notez bien la date et l'heure des prises de vues.

La qualité de l'eau est-elle bonne ?

Celle-ci va conditionner la présence des espèces et déterminer l'usage de la mare. Selon les conditions environnementales et de situation de la mare, différents paramètres peuvent être testés pour déterminer la qualité de l'eau :

- Les paramètres physico-chimiques et généraux : taux d'oxygène, conductivité, pH, température de l'eau et de l'air, turbidité ;
- Les nutriments : azote, phosphore, carbone ;
- Les polluants divers : hydrocarbure, HAP, métaux lourds, pesticides dont le chlordécone.

Pour les paramètres physico-chimiques et les nutriments, actuellement, **il n'y a pas de norme permettant de définir des valeurs spécifiques à ces paramètres pour déterminer si l'eau d'une mare est de bonne qualité**. Des travaux de recherche pour le dimensionnement des seuils et indicateurs pour les mares des Antilles sont en cours. Plusieurs acteurs y travaillent, mais aucun chiffre ne peut être avancé.

En revanche, la présence de polluants divers dans l'eau ou le sol est révélatrice de pressions anthropiques (industrie, agriculture) qui impactent négativement la vie dans la mare et sur lesquelles il faudra agir rapidement et en priorité.

Quelles sont les espèces animales et végétales présentes ?

Réaliser un inventaire permet de connaître les différentes espèces qui sont dépendantes de la mare ou qui la fréquentent. Assurer un suivi d'inventaire (c'est-à-dire le refaire au même moment de l'année) permet de suivre l'évolution des populations dans le temps. Un inventaire sommaire peut se faire rapidement au cours d'observations réalisées lors d'une sortie de terrain unique afin de se faire une idée de la richesse de la biodiversité, mais il est préférable de réaliser ensuite un inventaire plus exhaustif qui nécessite alors un certain niveau de connaissance, une mobilisation sur plusieurs jours, voire nuits (observation des lucioles, des papillons nocturnes ou encore des chiroptères) et une observation du sol pour l'endofaune*. Celui-ci sera donc plus onéreux qu'un inventaire sommaire, mais plus complet.

Selon le budget disponible pour mener l'opération, il sera possible et préférable de se faire accompagner de naturalistes (botanistes, entomologistes, ornithologues), et d'écologues.

Comment sont réparties les espèces végétales dans le milieu ?

Observez si une espèce est prédominante par rapport aux autres : la prolifération excessive d'une population d'espèces indigènes ou exotiques peut parfois nécessiter la mise en place de mesure de gestion.

Les objectifs des mesures de gestion diffèrent suivant le statut indigène ou exotique de l'espèce ciblée. Gérer des populations d'espèces indigènes trop proliférantes dans les mares consiste à freiner leur développement tout en maintenant leur présence dans leur milieu naturel. En revanche, les mesures ciblant des EEE visent à réguler, confiner, voir lorsque c'est possible, éradiquer les populations d'espèces concernées du milieu où elles ont été introduites par l'homme.

La gestion des EEE doit suivre une démarche de gestion adaptative sur le long terme, dépendante du contexte local d'intervention. Elle passe donc par l'expérimentation de

protocoles calibrés suivant l'état initial du milieu, les moyens techniques et financiers et les objectifs visés en fonction du stade d'invasion. Plus l'espèce exotique est détectée précocement et moins elle est étendue, plus l'élimination de la population est réalisable. En revanche, une espèce détectée tardivement et largement répandue fera davantage l'objet d'une régulation sur le long terme (voir point 2.2).

Quelle est la période de floraison des espèces présentes ?

Connaitre la phénologie des espèces présentes, c'est-à-dire les périodes de floraison, de fructification, permet de planifier soigneusement les interventions et de minimiser les perturbations sur le milieu. Des périodes de l'année peuvent alors être identifiées comme plus appropriées afin de mener des chantiers nature sans nuire aux processus naturels en cours et modifier l'équilibre écologique.

2.2

Comment identifier les sources de pollutions, les EEE, etc.

Savoir déceler les sources de pollution dans une mare est une étape essentielle, car une fois ces pollutions déterminées, des mesures de gestion et de remédiation appropriées peuvent être appliquées afin de les réduire voire de les éliminer, et ainsi protéger durablement ce fragile écosystème.

Certaines recherches peuvent vous aider à identifier ces pollutions :

- Étude du bassin versant : observer et analyser la zone environnante de la mare permet de mettre en évidence les activités humaines qui peuvent potentiellement contribuer à la contaminer (agriculture, urbanisation, industrie, élevage) ;
- Analyse de la qualité de l'eau : prélever des échantillons d'eau permet de détecter la présence de contaminants tels que les métaux lourds, les produits chimiques toxiques, les nutriments en excès (azote, phosphore) et les bactéries d'origine fécale ;
- Suivi de paramètres : température, pH, oxygène dissous et autres indicateurs présents dans l'eau de la mare vous aideront à déterminer sa qualité ;

Quelles sont les périodes de reproduction et/ou de nidification des espèces animales présentes ?

S'informer sur leurs périodes de reproduction et de nidification est une étape importante préalable à toute intervention sur le terrain. Ces périodes sont critiques pour la survie des espèces, et intervenir pendant cette saison peut grandement impacter leur cycle. En effet, les dérangements causés par les activités humaines peuvent augmenter le stress, perturber les comportements de nidification et de soins aux jeunes, et potentiellement causer l'abandon des nids.

Par ailleurs, il est important de se référer à la législation du territoire, car il existe des lois et des réglementations protégeant certaines espèces en période de reproduction et de nidification.

- Collecte de données scientifiques/bibliographiques (passées et actuelles) : ces données, et notamment leur comparaison, aident à comprendre l'évolution de la mare dans le temps.

Et simplement en observant attentivement la mare, vous pourrez repérer des signes de pollution, tels que des dépôts d'huile à la surface de l'eau, la présence d'animaux morts ou des écoulements d'eau colorée ou odorante.

A Eutrophisation

Lorsqu'une mare est soumise à des pollutions de type organique, c'est-à-dire avec un apport trop important d'azote et/ou de phosphore, cela entraîne un développement excessif du phytoplancton (microalgues flottantes faisant la photosynthèse) présent dans la colonne d'eau. Ainsi, l'eau de la mare passera d'un marron plutôt clair à une couleur verte pouvant être très vive. C'est le phénomène d'eutrophisation.

Ces apports trop élevés d'azote et phosphore peuvent venir de plusieurs sources : les eaux

usées domestiques qui sont mal ou non assainies (ANC défaillant par exemple), des écoulements agricoles lessivant un surplus d'engrais, ou encore la présence d'élevages sur le pourtour ou le bassin versant de la mare (cochons, bœufs, cabris). La prolifération de ces microalgues provoque alors un déséquilibre fonctionnel de la mare entraînant une diminution de l'oxygène disponible présente dans la colonne d'eau.

Lorsque la mare est verte et présente donc des signes d'eutrophisation, il est urgent de trouver la cause d'apport excessif de nutriments et de le stopper. De plus, une eau de mauvaise qualité peut être malodorante. Au besoin, pour avoir confirmation sur l'état de qualité de l'eau de la mare, il est possible de faire des analyses d'oxygène (à effectuer très tôt le matin) et de se faire accompagner par des experts.

B EEE

Pour déterminer si une espèce végétale est une EEE, il est nécessaire :

- D'identifier l'espèce ;
- De consulter les acteurs locaux mobilisés sur la problématique des invasions biologiques pour savoir si l'espèce observée est scientifiquement considérée comme une EEE et si des nuisances peuvent lui être associées. Suivant les territoires, des ouvrages et des guides ont été conçus pour faciliter la reconnaissance des EEE et proposer des méthodes de gestion ;
- De vérifier si les espèces sont réglementées en consultant les annexes de Niveau I et de Niveau II des arrêtés ministériels propres à chaque territoire. Ces listes ne sont pas exhaustives et toutes les EEE ne sont pas réglementées, mais peuvent tout de même faire l'objet de mesures de gestion (les listes incluent par ailleurs des espèces absentes des territoires pour une réglementation préventive).

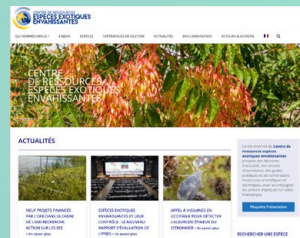


Pour aller plus loin,

il est possible de vérifier l'origine et le statut des espèces identifiées (EEE ou indigène) sur :

Centre de ressources EEE

<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/>



Réseau EEE outremer

<https://especes-envahissantes-outremer.fr/>



INPN

<https://inpn.mnhn.fr/programme/especes-exotiques-envahissantes>



Bases de données internationales comme le GBIF ou CABI.

<https://www.gbif.org/fr/>

<https://www.cabi.org/what-we-do/invasive-species/>

C Déchets divers

Différents types de déchets sont susceptibles d'altérer la qualité paysagère et le fonctionnement d'une mare. Parfois dissimulés sous l'eau ou la végétation, ils peuvent être acheminés par le ruissellement des eaux pluviales ou directement déposés dans le milieu.

Certains déchets présents dans le plan d'eau pouvant être dangereux (ex. déchets de construction, barres de fer, bidon, électroménager), pour évoluer dans le milieu et éviter toute blessure, il est important d'être bien chaussé et de sonder au préalable la mare avec un bâton.

D Rejets d'eaux usées

Déterminer la présence de rejets d'eaux usées dans une mare nécessite d'observer minutieusement ce milieu et de pratiquer certaines analyses afin de confirmer ou non les suspicions de pollutions identifiées visuellement.

- **Diagnostic visuel** : une odeur inhabituelle, malodorante, désagréable, une teinte verdâtre ou blanchâtre de la coloration de l'eau, la présence de matières flottantes (pellicule grasse, mousse, débris) ou d'écoulements provenant de tuyaux, sont autant de signes témoignant de rejets

d'eaux usées. Une mare sujette aux rejets d'eaux usées présente généralement des signes d'eutrophisation. L'observation visuelle fournit des indices, mais ne remplace pas une évaluation complète, via des analyses plus approfondies.

- **Prélèvements et analyses d'eau** : la prise d'échantillons d'eau se fait à différents endroits de la mare. Ces échantillons doivent être ensuite envoyés en laboratoire qui se chargera de leur analyse. Il convient à minima d'analyser la présence d'azote et de phosphore pour rechercher des traces d'eaux usées. En complément, quelques mesures physico-chimiques simples sur site (T°, pH, oxygène dissous, conductivité) doivent être prises.

En parallèle, il est également possible de discuter avec les riverains afin de recueillir des informations sur d'éventuels rejets d'eaux usées provenant de sources domestiques ou industrielles.

Recommandation : si la présence de rejets d'eaux usées est avérée, rapprochez-vous des autorités locales responsables de l'environnement ou de la gestion de l'eau (voir contact en annexe) afin qu'une enquête approfondie soit menée et des mesures correctives mises en œuvre.



Cas particulier

On observe parfois en surface d'un plan d'eau, un film irisé ou une teinte « huileuse ». Il ne s'agit pas forcément d'une pollution d'origine anthropique. En effet, il peut s'agir aussi d'un phénomène naturel résultant de l'activité de ferrobactéries qui sont présentes en grand nombre dans des conditions optimales de pH, d'oxygène, d'eau calme et température. Leur constitution lipidique produit cet effet huileux à la surface.

Attention, cette supposition ne s'applique pas aux mares subissant des influences anthropiques proches ou sur son bassin versant.

fig.19



3 Point réglementaire

3.1 Quelle réglementation sur les mares ?

En France, la réglementation concernant les mares peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la taille de la mare, son emplacement, ou encore son usage.

Voici quelques éléments de la réglementation qui peuvent s'appliquer aux mares :

- **Code de l'Environnement** : Le Code de l'Environnement contient plusieurs dispositions réglementaires relatives à la protection de la biodiversité, de l'eau et des milieux aquatiques. Ce dernier considère que la préservation des zones humides est d'intérêt général et que la gestion équilibrée de l'eau vise à assurer « la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides » (Code de l'Environnement, art. L210-1, 211-1 et 211-1-1). Dans ce cadre, la préservation des mares peut être un objectif des SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux).
- **Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006** : Cette loi vise à protéger les ressources en eau et les écosystèmes aquatiques.

- **Arrêté du 24 juin 2008** relatif à la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages : Cet arrêté fixe la liste des habitats naturels et des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire nécessitant une protection particulière. Si une mare abrite des espèces protégées, des mesures spécifiques peuvent être applicables.

- **Zonage et urbanisme** : Les mares peuvent être prises en compte dans les documents d'urbanisme, en fonction de leur rôle dans l'aménagement du territoire et la conservation de la nature. Dans les PLU (Plan Local d'Urbanisme), les mares peuvent figurer comme secteurs à protéger ou à mettre en valeur pour des raisons écologiques, notamment à travers à l'outil des trames vertes et bleues.

- **Réglementations locales** : Certaines collectivités peuvent avoir mis en place des réglementations spécifiques pour la protection des mares et des zones humides sur leur territoire.

3.2 Règlementation relative aux EEE

A Contrôle et gestion de l'introduction et de la propagation de certaines espèces animales et végétales

La loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a introduit dans le code de l'environnement une section relative au contrôle et à la gestion de l'introduction et de la propagation de certaines espèces animales et végétales. Le Règlement (UE) 1143/2014 a été retranscrit au niveau national au sein des articles L411-5 à L411-10 et R411-3 à R411-47 du code de l'Environnement.

Pour les EEE, la réglementation française repose sur deux niveaux d'interdictions d'activités, s'appliquant à la métropole et aux RUP.

- **Niveau I** : Les espèces exotiques visées par l'article L411-5 sont celles pour lesquelles l'introduction dans le milieu naturel de manière volontaire, par négligence ou imprudence, est interdite.

Cette interdiction ne concerne pas les espèces domestiques ni les espèces cultivées.

- **Niveau II** : Les espèces exotiques visées par l'article L411-6 sont celles pour lesquelles toute activité est interdite : introduction sur le territoire national, détention, transport, colportage, utilisation, échange, mis en vente, vente ou achat. Cette liste comporte à minima les EEE préoccupantes pour l'Union et ne distingue pas les aspects domestiques ou cultivés. (Les interdictions prévues à l'article L411-6 ne s'appliquent pas au transport des spécimens collectés vers les sites de destruction.)

B État d'avancement de la réglementation sur les EEE dans les 6 RUP françaises – Espèces Envahissantes Outre-mer (Etat d'avancement de la réglementation sur les EEE dans les 6 RUP françaises – Espèces Envahissantes Outre-mer (especes-envahissantes-outremer.fr)

	ARRÊTÉS DE NIVEAU 1	ARRÊTÉS DE NIVEAU 2
Saint-Martin	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté du 20 octobre 2020</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de Saint-Martin. • <u>Arrêté ministériel du 20 octobre 2020</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de Saint-Martin. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté 30 novembre 2020</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de Saint-Martin - interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants. • <u>Arrêté 30 novembre 2020</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de Saint-Martin - interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants.
Martinique	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté ministériel du 8 février 2018</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique. • <u>Arrêté ministériel du 8 février 2018</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté du 9 août 2019</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique - interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants. • <u>Arrêté ministériel du 7 juillet 2020</u> relatif à la régulation de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique – interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants.
Guadeloupe	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté du 8 février 2018</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de la Guadeloupe. • <u>Arrêté ministériel du 8 février 2018</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Guadeloupe. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Arrêté du 9 août 2019</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes sur le territoire de la Guadeloupe - interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants. • <u>Arrêté ministériel du 7 juillet 2020</u> relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Guadeloupe – interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants.

C Précisions relatives à la gestion suivant la situation foncière

Si une mare est affectée par une ou plusieurs espèces exotiques envahissantes (EEE), dans le cas où le foncier n'est pas maîtrisé par le porteur de projet et que celui-ci appartient à l'État, avant toute manipulation, il sera nécessaire de faire une demande d'autorisation à la DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) du territoire pour manipuler et extraire la ou les espèce(s) du milieu.

Cette demande d'autorisation doit contenir le nom des espèces en question, la méthodologie envisagée, le mode de transport prévu et le traitement des déchets verts à la fin de l'opération.

En revanche, si le foncier est maîtrisé ou que le propriétaire a donné son autorisation pour la réalisation des travaux, aucune demande n'est nécessaire.

Gestion des déchets verts d'espèces exotiques envahissantes : Pour toutes précisions relatives aux modalités de traitement des déchets verts issus des interventions de gestion sur des plantes exotiques envahissantes et la réglementation associée, consulter le Guide technique pour accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion du Centre de ressources EEE.



Guide de traitement de déchets à télécharger :





CHAPITRE III

Restaurer et entretenir



1

Restaurer et entretenir une mare de façon écologique

1.1

Définitions

Restaurer

La restauration écologique consiste à restaurer des écosystèmes qui ont été endommagés, voire détruits, la plupart du temps, par les activités humaines. L'objectif est de restituer à l'écosystème ses fonctions écologiques supports (habitats, refuge, nourrissage, réserve d'eau, filtration, nidification) telles qu'à l'origine avant d'avoir été impacté par l'industrie, les eaux usées, l'agriculture ou encore l'artificialisation des surfaces. La restauration consiste donc en une remise en état du milieu naturel à la suite d'un déséquilibre.

Les opérations de restauration écologique des mares peuvent s'envisager à la suite :

- D'un manque d'entretien critique induisant une prolifération excessive de la végétation ou un comblement du milieu ;
- D'une perturbation du milieu déséquilibrant son fonctionnement : EEE, assèchement, comblement...etc.

Suivre

Effectuer le suivi d'une mare consiste à réaliser sur une période donnée, un diagnostic du milieu par des observations et des analyses de plusieurs paramètres qui régissent son fonctionnement. En partant d'un état initial, le suivi se fait sur l'évolution de ces paramètres dans le temps. Réaliser un suivi régulier permet d'anticiper les travaux d'entretien du milieu.

Entretenir

L'entretien d'une mare consiste à maintenir le milieu dans son état fonctionnel en effectuant divers travaux permettant de ralentir sa dynamique naturelle. Ces travaux vont limiter l'atterrissement ou le comblement naturel de la mare, favoriser la diversité des espèces présentes et assurer la propreté des lieux (ramassage de déchets). L'entretien des mares doit se faire de manière régulière afin d'éviter la mise en œuvre d'opérations de restauration plus conséquentes. La fréquence d'intervention dépendra de la dynamique du milieu.

1.2

Gestion écologique

Les protocoles proposés dans ce guide qui ont été élaborés et testés au cours du projet REMA utilisent des méthodes de gestion dite écologique.

La restauration et l'entretien d'une mare de façon écologique résident dans le respect et la compréhension du fonctionnement de l'écosystème en employant des méthodes douces et cohérentes avec les problématiques rencontrées.

La gestion écologique d'une mare se différencie d'une approche à court terme qui privilégie principalement l'utilisation de techniques mécaniques lourdes pour des interventions grossières susceptibles

d'engendrer davantage de perturbations dans le milieu. Au contraire, avec une gestion écologique, l'emploi de méthodes douces, manuelles et minutieuses sont primordiales afin de préserver l'intégrité de cet écosystème fragile et de mener une action pertinente sur le long terme.

Souvent, les gestionnaires ayant utilisé des moyens mécaniques lourds sont surpris d'observer que leurs actions n'ont eu d'effet que sur une courte période, et que des déséquilibres surviennent peu de temps après leurs travaux, tels que la déperdition d'eau dans la mare, la diminution de la biodiversité, ou même l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

Ainsi, une approche écologique des travaux de restauration d'une mare vise à assurer la mise en œuvre d'une action durable, en prenant en considération les cycles de vie des espèces animales et végétales, tout en minimisant l'impact des interventions sur le milieu et en préservant son intégrité, notamment en ce qui concerne l'étanchéité du sol.

Pour mener à bien une telle gestion, il est nécessaire de connaître le lieu ciblé et la biodiversité qu'il abrite, sa dynamique de fonctionnement et son contexte environnemental.

Par conséquent, dans le cadre du projet REMA, les protocoles élaborés proposent une méthodologie respectueuse l'environnement et du vivant.

2 Planification d'un projet de restauration des mares

2.1 Penser son projet en amont et l'organiser dans le temps

A Autorisations nécessaires

Avant de démarrer un projet, il est indispensable d'obtenir l'autorisation, de préférence écrite, du propriétaire et/ou du gestionnaire du site.

Dans le cadre du projet REMA, une convention a été signée avec chacun des gestionnaires ou propriétaires des mares ciblées. Ce document reprenait les grandes lignes du projet, ainsi que la contribution de chacune des parties pour la mise en œuvre de l'action de restauration ou d'entretien.

Plusieurs autorisations sont nécessaires lorsque les parcelles du site sont partagées entre plusieurs propriétaires.

Cela fut le cas pour la mare de Macabou, située dans la ville du Marin en Martinique, où les berges appartiennent au Conservatoire du littoral (CDL) et le plan d'eau au domaine public lacustre (service de la DEAL).

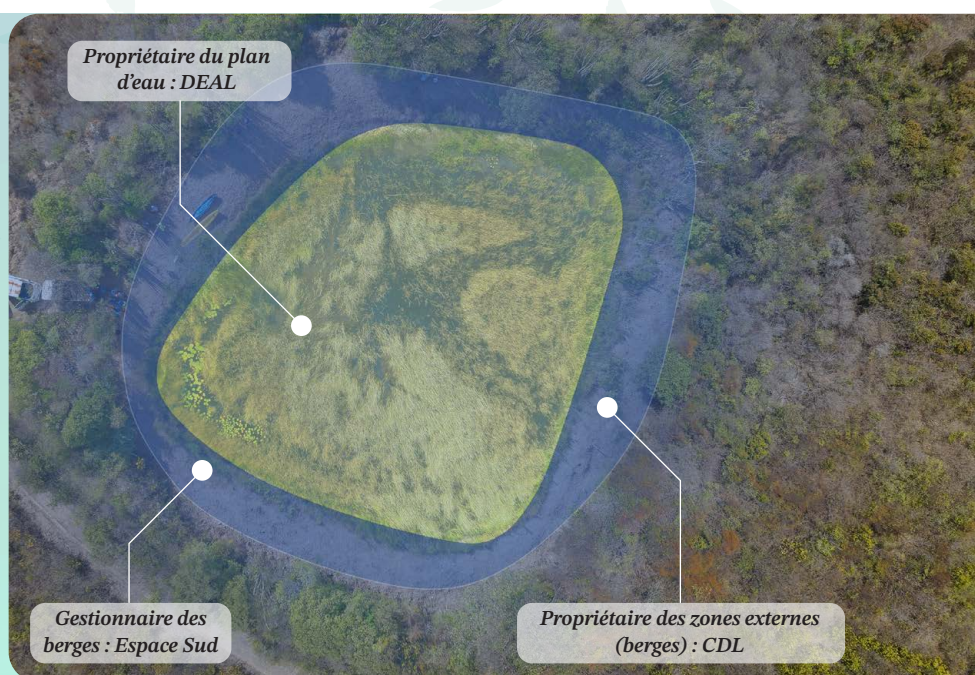
L'entretien des berges a quant à lui été délégué à la Communauté d'Agglomération de l'Espace Sud de la Martinique.

Mener des travaux sur cette mare a donc nécessité l'accord de ces trois entités.

Pour la DEAL, une lettre de demande d'autorisation officielle, mentionnant les grandes lignes du projet, son objectif, la méthodologie d'intervention, ainsi que la gestion prévue pour les déchets verts, fut envoyée.

fig.20

Parties de la mare appartenant au Conservatoire du littoral de Martinique et au domaine public lacustre de la DEAL.



B Mobilisation des ressources et partenariats à envisager

Ces chantiers nature nécessitent la mobilisation de moyens techniques, mais surtout humains.

S'il s'agit d'une mare publique ou d'intérêt public, les collectivités doivent être motrices de l'opération et mobiliser leurs services techniques et leur matériel. Ce sont des partenaires incontournables pour mener à bien ces opérations qui valorisent et conservent le patrimoine naturel de leur territoire.

De plus, les mares et les actions de restauration de manière générale, attirent de nombreux volontaires souhaitant renouer des liens avec la nature et s'impliquer concrètement dans la préservation de leur environnement.

Solliciter les associations (de quartier, environnementales, de jeunes...etc.) ou lancer un appel à bénévoles peut permettre de mettre en place autour de chaque mare, un réseau de volontaires motivés et impliqués dans les chantiers.

Pour cadrer les participations et anticiper la logistique, il est préférable de demander une inscription ou une confirmation de participation aux bénévoles.

L'opération peut également faire l'objet d'appel aux dons, sous forme d'eau ou de collations, qui seront distribués à la fin du chantier aux bénévoles. Les commerces de proximité peuvent alors être des partenaires potentiels.

D'autres collaborations peuvent également s'avérer très utiles au bon déroulement du projet.

Par exemple, lors des différentes expérimentations menées sur les 12 sites du projet REMA, l'usage de petites embarcations ou de kayaks a souvent été nécessaire. Pour répondre à ce besoin, les clubs nautiques des communes ont donc été approchés et ceux-ci ont gracieusement fourni les embarcations demandées.

Mais au-delà des besoins matériels, les partenariats peuvent être d'ordre technique en partageant par exemple avec d'autres porteurs de projets similaires, des connaissances et un savoir-faire autour de l'action. Techniciens, doctorants ou encore spécialistes de la mare ou des problématiques rencontrées sur le site, peuvent apporter leur expertise et retours d'expériences assurant ainsi le bon déroulement du projet.



Exemples de flyers d'appels à bénévoles et aux dons par la ville du Gosier (photo de gauche) et le lycée Yves Leborgne (photo de droite) en Guadeloupe.



2.2 Aspects sécurité et santé

Avant de commencer les travaux, il est important de connaître les mesures de sécurité et sanitaires à prendre en compte.

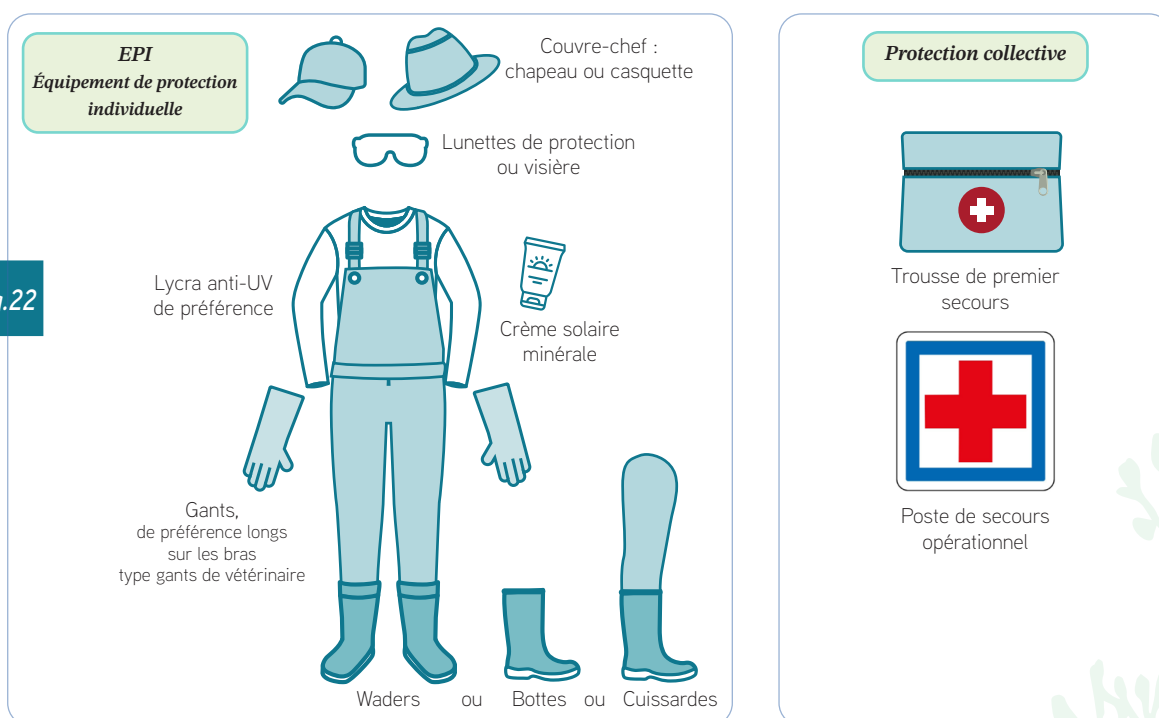
Les bonnes pratiques sur le chantier !

- Commencer les travaux en début de matinée (entre 6h et 7h du matin), avant qu'il ne fasse trop chaud ;
- Pour se déplacer dans la mare, sonder le sol afin d'évaluer sa profondeur et sa rigidité ;
- Toujours travailler en équipe ou au minimum en binôme ;
- Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, les outils (fourches, râteau ...) doivent être posés avec les pointes vers le sol et stockés dans une zone dédiée ;
- S'hydrater régulièrement ;
- Faire des pauses et s'alimenter ;
- La présence d'enfants est proscrite sur les chantiers, sauf si un cadre et des tâches (non physiques) sont bien définis (ex. : participation d'une Aire Terrestre Éducative) ;
- Les chantiers avec mineurs sont recommandés à partir de 15 ans et toujours accompagnés d'encadrants expérimentés.



POINT SÉCURITÉ

La sécurité du chantier dépend essentiellement du port du matériel de protection individuelle et du respect des bonnes pratiques :



POINT SANITAIRE

Les mares peuvent être vectrices de maladies comme la leptospirose, ou être le réceptacle de divers polluants.

La leptospirose, maladie fréquente dans les milieux humides, est provoquée par une

bactérie contenue généralement dans les déjections de rongeurs (souris, rats).

Il est donc important de s'équiper en conséquence et d'éviter le contact avec l'eau en cas de blessures ou lésions de la peau.

Pour éviter une contamination, il est recommandé de prendre certaines précautions, avant, pendant et après le chantier :

Avant le chantier :

- Programmer le chantier en dehors des saisons des pluies. En période de pluie, la propagation de la leptospirose est favorisée par le ruissellement des eaux ;
- Faire un briefing sur les points sanitaires avec les participants.

Pendant le chantier :

- S'équiper correctement : waders, cuissardes, bottes, gants (de préférence longs jusqu'à l'épaule), visières ou lunettes anti-projections ;
- Protéger les plaies du contact de l'eau par des pansements étanches ;

- Éviter le contact avec l'eau en cas de blessures non protégées ;
- Se laver les mains régulièrement avec du gel hydroalcoolique (éviter les rejets d'eau savonneuse dans la mare).

Après le chantier :

- Laver la peau à l'eau douce et aux savons aux propriétés désinfectantes (ex. savon au soufre) ;
- Désinfecter les plaies ;
- Surveiller votre état de santé sur la période d'incubation (4 à 19 jours) ;
- En cas de fièvre survenant après un chantier, consulter un médecin en mentionnant l'activité.

3 Méthodologie globale de restauration

3.1 Dimensionner son chantier

Le dimensionnement du chantier, étape consistant à déterminer et planifier les ressources nécessaires pour mener à bien le projet, doit être entrepris en amont de celui-ci en collaboration avec les différents partenaires techniques.

Cette étape de prévisualisation du chantier permet l'analyse précise de la configuration et des problématiques du site, ainsi que l'identification des moyens

nécessaires et disponibles pour la mise en œuvre de l'action.

Il s'agit d'une étape indispensable dans la gestion de tout projet de restauration, car elle vise à garantir que les actions se déroulent de manière efficace, dans les délais impartis et en respectant les budgets alloués.

Le dimensionnement d'un chantier se compose de plusieurs points :



À l'issue du dimensionnement, il est ainsi possible d'élaborer un protocole d'intervention adapté aux paramètres identifiés.

3.2 Élaborer un protocole adéquat

Le protocole d'entretien ou de restauration doit intégrer tous les aspects de l'opération de la méthodologie d'action à la gestion des déchets, en passant par le nettoyage du

matériel. Le protocole élaboré fait office de schéma directeur de l'opération et doit alors retranscrire la démarche écologique du projet.

A Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole

Que ce soit pour l'entretien ou la restauration, les actions sur site doivent obligatoirement prendre en compte l'ensemble de l'écosystème, son fonctionnement, sa biodiversité ainsi que le milieu environnant.

Identifier et gérer les espèces potentiellement envahissantes dans le milieu environnant

Extraire les espèces présentes dans la mare a pour effet de créer un espace potentiellement disponible pour l'implantation d'autres espèces à proximité. Par conséquent, si le site est bordé par des EEE, il est primordial de gérer ces espèces physiquement proches avant d'intervenir sur la mare.

Apporter une réponse à ces problématiques extérieures est tout aussi important, voire prioritaire, à celles rencontrées dans la mare.

Ainsi, le protocole doit tenir compte de ces éléments perturbateurs et proposer des mesures de gestion de ces derniers.

L'objectif de cette approche vise à trouver une solution pérenne, permettant de résoudre le

problème à sa racine et ainsi d'empêcher qu'il n'affecte la mare à nouveau.

Ce cas de figure a été rencontré sur la mare de Taonaba (maison de la mangrove) dans la ville des Abymes en Guadeloupe.

Ce site présente une problématique de prolifération excessive de l'espèce indigène de jonc, *Eleocharis interstincta*.

Une régulation de l'espèce est donc nécessaire afin de ralentir le processus de comblement du milieu.

Cependant, cette mare se trouve cernée par deux espèces exotiques envahissantes, la jacinthe d'eau (*Pontedaria crassipes*) et le typha (*Typha domingensis*), situés dans la prairie humide à proximité et dans le canal de Belle-Plaine, en gestion par la communauté d'agglomération Cap excellence.

Dans cette situation, il est préférable que les EEE à proximité du site soient gérées avant d'intervenir sur la population de joncs indigènes dans la mare afin de ne pas libérer de la place, qui serait propice à être occupée rapidement par les EEE avoisinantes.

fig.23

Contexte environnemental de la mare de Taonaba - Schéma simplifié et modifié (d'après schéma issu du projet de Cap-Excellence « Entretien du canal de Belle plaine et gestion des EEE »).

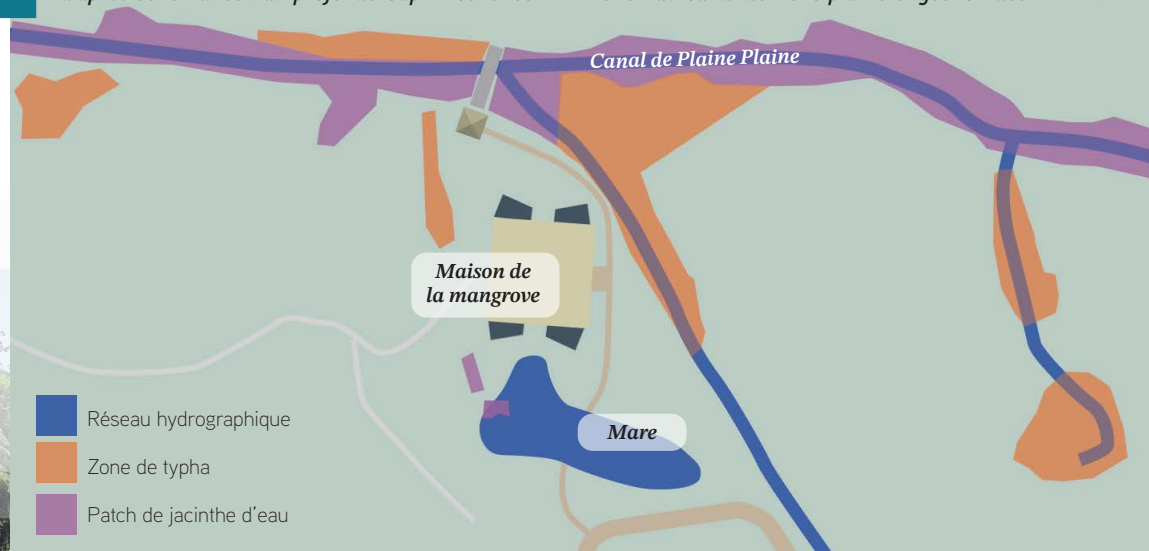


fig.24

Mare de Taonaba dans la ville des Abymes en Guadeloupe

Par conséquent, le protocole élaboré préconisait d'agir en 2 étapes :

1. Extraction de la jacinthe d'eau de la mare avec un suivi régulier pour éviter une potentielle recolonisation ;
2. Régulation de la population de joncs indigènes de la mare après la gestion des EEE dans le canal de Belle-Plaine.

Identifier les potentielles menaces ou éléments perturbateurs du milieu environnant

Le milieu environnant de la mare a une forte influence sur son fonctionnement, sa qualité ainsi que sur les espèces qui s'y installent. Identifier les facteurs extérieurs permet de comprendre les perturbations constatées ou d'anticiper celles à venir.

En plus des EEE, le milieu environnant d'une mare peut être affecté par des pollutions diverses. Le protocole doit tenir compte de ces aspects et proposer des mesures de gestion. Par exemple, la plantation d'espèces phytoépurations en bord de mare peut être envisagée en cas de pollution afin d'améliorer la qualité de l'eau. Cependant, en cas de pollution avérée (ex. rejets d'eaux usées), il est préférable d'intervenir à la source du problème.

Choisir la bonne période d'intervention

Pour prévenir tout risque de dissémination de certaines espèces, telles que les EEE, il est préférable d'éviter d'intervenir durant la période de floraison ou de fructification pour éviter d'amplifier la dispersion des graines.

C'est notamment le cas du typha, *Typha domingensis*, qui produit des akènes (petites graines sèches) qui se propagent à la moindre secousse (Fig. 25).

fig.25

Akènes du *Typha* dispersés par le vent



EEE ou non, la floraison est une période cruciale pour de nombreuses espèces végétales. Intervenir pendant celle-ci peut perturber leur cycle de reproduction, ainsi que les interactions qu'elles ont avec certaines espèces animales (ex. pollinisateurs).

Afin de préserver les espèces de faune occupant les mares, les opérations de restauration doivent se faire en dehors des périodes de reproduction et de nidification, voire de migration si la mare est fréquentée par des oiseaux migrateurs.

Ainsi, avant d'intervenir, une bonne connaissance du site d'intervention et des espèces animales indigènes représentées est nécessaire pour éviter que les interventions de restauration n'aient des effets délétères.

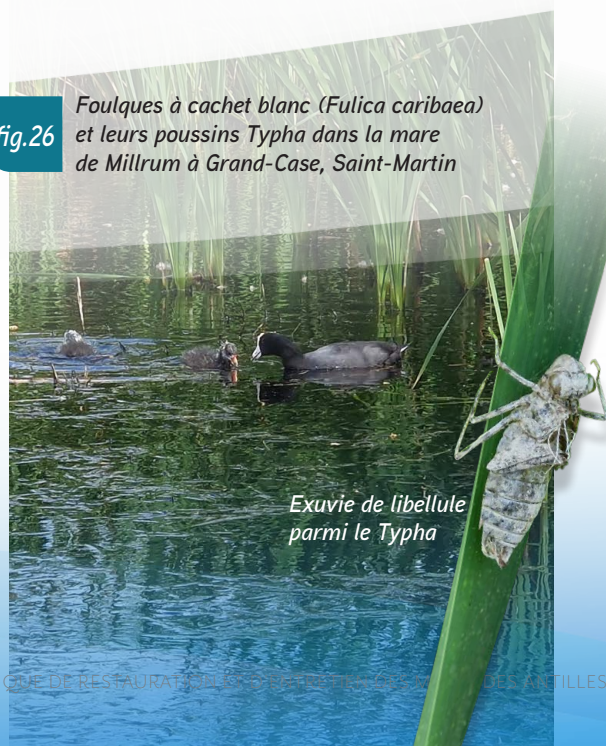
Certaines espèces, telles que les poules d'eau (*Gallinula chloropus*) ou les foulques à cachet blanc (*Fulica caribaeae*), utilisent la végétation présente dans la mare pour faire leur nid, pondre, ou, comme pour les libellules et les demoiselles (Fig. 26), passer du stade larvaire au stade adulte.

Cependant, les mares abritent plusieurs espèces aux cycles de vie différents et il n'est pas toujours aisé d'identifier l'intervalle de temps idéal pour réaliser l'intervention.

De plus, en raison des effets du changement climatique et de diverses pressions anthropiques, les saisons de floraison de certaines espèces végétales ne sont plus nettement définies, et les périodes de reproduction, notamment de certaines espèces aviaires, ne suivent plus de calendrier précis.

fig.26

Foulques à cachet blanc (*Fulica caribaeae*) et leurs poussins *Typha* dans la mare de Millrum à Grand-Case, Saint-Martin



Exuvie de libellule parmi le *Typha*

C'est pourquoi il est important d'utiliser des méthodes douces (peu voire pas impactant) et minutieuses et d'adapter son intervention en fonction des observations du milieu en temps réel.

Le projet REMA a d'ailleurs été confronté à une telle situation sur la mare de Millrum à Saint-Martin dont la problématique majeure est la prolifération du typha (*Typha domingensis*).

En théorie, la floraison de cette plante se produit entre mai et septembre. Par conséquent, l'intervention a été planifiée en février 2023 en dehors de cette période et en dehors de la période de reproduction en avril de la foulque à cachet blanc, une des espèces d'oiseaux observées sur ce site.

Cependant, il a été constaté sur le terrain que la majorité des typhas étaient en pleine floraison, avec des fleurs (massettes) matures. L'intervention a donc porté uniquement sur l'élimination des jeunes individus sans massettes, afin d'éviter la dispersion de cette EEE.

Cet exemple illustre la complexité de la planification des interventions dans un écosystème où les espèces, animales et végétales, aux cycles de vie variés, interagissent et sont également affectées par le changement climatique.

La réalité des contraintes inhérentes au terrain conduit très régulièrement à (ré)ajuster la démarche de gestion qui reste adaptative pendant la mise en œuvre des mesures de restauration, en particulier lorsque celles-ci incluent des interventions conduites sur les EEE pour lesquelles peu de retours d'expériences sont encore disponibles et implique d'expérimenter sur le terrain.

Savoir reconnaître les espèces végétales à préserver

Une mare est composée d'un cortège floristique spécifique qu'il est nécessaire de préserver pour plusieurs raisons, comme le maintien de la biodiversité, la stabilisation des berges, la conservation de zones de refuge ou tout simplement la qualité paysagère. En voici quelques-unes à conserver :



fig.27

Mare Millrum à Saint-Martin, avec le Typha en fleurs et une famille de foulques d'Amérique

fig.28 Quelques espèces du cortège floristique de mares à préserver



Utriculaire gibbeuse
Utricularia gibba



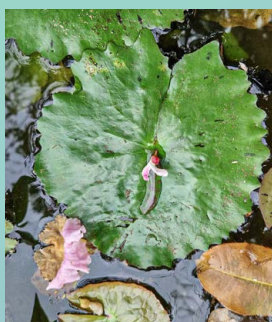
Les girofles mares
Ludwigia octovalvis
Ludwigia hyssopifolia



Les cypéracées
Cyperus sp.



Les jons
Eleocharis mutata /
Eleocharis interstincta



Les nénuphars
Nymphaea sp

B Préparer le matériel de base

Avant toute opération, il est important de connaître l'effectif des participants aux chantiers nature afin de lister correctement les équipements nécessaires et cela en nombre suffisant.

Équipement individuel (fig. 22 page 44) :

- Waders, cuissardes, bottes
- Gants, de préférence longs sur les bras type gants de vétérinaires
- Lunettes de protection ou visière
- Couvre-chef : chapeau ou casquette
- Protection solaire : lycra anti-UV (de préférence) ou crème solaire minérale
- Ravitaillement en eaux (gourdes)

Outils :

- Fourches à bêcher
- Râteaux
- Fourches à bec
- Épuisettes
- Machettes
- Corde d'au moins 15m de préférence
- Petite embarcation (si besoin)

Gestion des déchets :

- Sacs à végétaux, big bags ou contenants de récupération pouvant être fermés

Nettoyage :

- Brosses
- Seaux
- Point d'eau douce

En plus de ce matériel de base, la liste des équipements nécessaires à l'opération sera à ajuster selon la problématique rencontrée et la configuration du site.

C Gestion des déchets verts

Planifier en amont de toute intervention, la gestion des déchets verts, en particulier lorsqu'il s'agit d'EEE, est obligatoire.

Il faut ainsi anticiper :

- L'achat de contenants avec fermeture,
- Le transport,
- La méthode de traitement la plus adéquate en fonction de l'espèce.

Il faut identifier les acteurs pouvant récupérer, acheminer et traiter les déchets verts issus du chantier. Certains organismes peuvent assurer l'ensemble de ces services.

La gestion des déchets verts issus de zones humides

Les zones humides par définition sont des points bas, réceptacles des écoulements et des ruissellements divers (eaux usées, eaux pluviales, eaux de ruissellements superficiels...). C'est pourquoi, dans les mares, les eaux peuvent contenir plusieurs types de polluants : métaux lourds (Pb, Ba, Li, Al, As, Co, Ti, Hg), pesticides, HAP, médicaments... Les végétaux aquatiques, et en particulier les EEE présentes dans les mares (soit dans le plan d'eau, soit sur les berges) ont la capacité d'accumuler de nombreux polluants et notamment des métaux lourds comme le montrent les travaux de Maguy Delorme sur la Jacynthe d'eau (Dulorme et al., 2019). C'est pourquoi, la gestion et le devenir des déchets verts provenant des actions entreprises dans le cadre du projet REMA a été l'une des principales contraintes à laquelle il a fallu faire face.

En effet, aux Antilles, il n'y a que trop peu de structures qualifiées pour assurer le traitement de ces déchets pollués. La présence de ces substances chimiques ou métaux lourds rend impossibles les solutions de traitement ou de valorisation comme l'enfouissement ou le compostage. Sans analyse préalable, il est donc strictement déconseillé de valoriser ces déchets verts par ces méthodes. Par ailleurs, dans le cas où un compostage est possible (espèces d'EEE exemptes de polluant), il faut impérativement le faire éloigner de toutes zones humides afin d'éviter de les contaminer.

Pour certaines espèces, notamment pour le typha et le cypérus, l'incinération représente l'alternative la plus adaptée pour détruire de façon efficace les graines et les propagules. Pour rappel, selon l'article 84 du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT), il est strictement interdit de brûler les déchets verts à l'air libre, car la combustion des végétaux libère des polluants nocifs pour l'environnement et la santé humaine. Par conséquent, l'incinération doit impérativement se faire dans une infrastructure appropriée permettant de filtrer les fumées et de traiter les résidus de cendres. Durant le projet, la seule entreprise qui a été clairement identifiée pour réaliser une telle opération est l'entreprise SARP Caraïbe basée en Guadeloupe. Celle-ci procède à la récupération des déchets verts puis les expédie en France Hexagonale pour incinération.

Ce manque de structure adaptée et ce processus de traitement mettent en évidence une incohérence entre l'action de préservation de l'environnement réalisée et le bilan carbone du traitement de ces déchets.

Néanmoins, lorsqu'il s'agit d'EEE, il convient de prendre certaines précautions supplémentaires concernant le transport et de s'assurer que le traitement appliqué soit pertinent en fonction de l'espèce et du milieu.

Ces espèces exogènes ont souvent la capacité d'absorber les polluants (métaux lourds, hydrocarbures, chlrodécones...) contenus dans l'eau, ce qui rend leur traitement et revalorisation difficiles, par exemple pour le compostage.

Pour la majorité des EEE, l'incinération est alors la seule solution permettant d'éliminer sans risque de dispersion les individus prélevés.

Dans l'idéal, la structure de traitement doit pouvoir assurer :

- La filtration de la fumée : des polluants et des graines de certaines espèces, comme le typha, peuvent être transportés par la fumée lors de l'incinération. Un filtre est donc nécessaire pour retenir ces particules ;
- Le traitement des cendres et des particules pouvant contenir des polluants. Dans les Antilles françaises, ces résidus d'incinération sont souvent envoyés vers l'Hexagone dans un centre de traitement spécialisé.

D Indispensable : le nettoyage en fin d'opération

Que ce soit pour l'entretien ou la restauration, à la fin de chaque chantier, il est essentiel de nettoyer le matériel collectif et individuel sur place (Fig. 29).

En effet, si la présence d'EEE est observée, cette étape est incontournable.

Le nettoyage doit se faire impérativement sur site pour éviter toute dissémination en dehors de celui-ci.

Le matériel doit être nettoyé à l'eau douce à l'aide d'une brosse.

Le nettoyage des bottes et chaussures doit être fait en prenant soin de retirer la matière entre les rainures des semelles.

L'utilisation d'eau salée ou d'eau javellisée pour nettoyer le matériel dans le but d'éliminer les EEE restantes est à proscrire. L'apport de ce type d'eau dans un milieu d'eau douce ajoute un risque de détérioration de celui-ci.

Pour le nettoyage, prévoir :

- Brosses
- Sauts/bassines
- Point d'eau
- Chaussures de rechange

Nettoyage du matériel **fig.29**



4

Différentes problématiques rencontrées sur les mares des Antilles : que faire ?

4.1

Élimination des espèces exotiques envahissantes

Pour l'élimination des espèces invasives dans un milieu, il faut respecter ces 6 points importants :

- **Intervenir hors période de floraison/fructification,**
- **Ramasser les fragments et petits individus d'EEE en fin d'opération,**
- **Respecter les mesures de précaution pour éviter la dissémination des EEE (nettoyage sur place, transport dans un contenant fermé),**
- **Ne pas laisser de déchets verts sur place, sans moyen d'empêcher la dissémination (ex. : bâche),**
- **S'assurer de la bonne gestion des déchets verts,**
- **Réitérer les opérations jusqu'à ce qu'aucun individu ne soit plus observé dans le milieu.**

A Espèces flottantes

Ces espèces aquatiques sont toutes des hydrophytes, c'est-à-dire des plantes en partie ou totalement immergées dans l'eau. Ces végétaux ont développé diverses adaptations morphologiques contribuant à maintenir leur flottabilité : feuilles denses et charnues, parfois disposées en rosette (ex. laitue d'eau), poils hydrofuges permettant d'emprisonner des bulles d'air (ex. salvinie géante), ou encore racines flottantes.

Leur système racinaire est de petite taille, et leur permet de capter les nutriments dans l'eau.

Comme pour la plupart des EEE, ces espèces ont une forte capacité de reproduction et une croissance rapide qui aboutit à la formation de colonies denses sur toute la surface du plan d'eau.

Dans les mares, ces espèces provoquent une couverture du plan d'eau et asphyxient le milieu. D'un point de vue sanitaire, leur développement crée un milieu favorable au développement des larves de moustiques et d'autres agents pathogènes.

La prolifération de ces EEE contribue également au comblement des mares, les empêchant alors d'exercer leur fonction de bassin de rétention d'eaux pluviales, ce qui peut augmenter le risque d'inondation. (Source : Guide des EEE de Martinique)

Néanmoins, l'extraction des espèces flottantes est relativement simple par rapport aux végétaux enracinés, et ne nécessite pas d'outils puissants lors des travaux.

• La Salvinie géante (*Salvinia Molesta*)

Originnaire du sud-est du Brésil, la Salvinie géante est une fougère aquatique flottante, classée parmi les 100 EEE les plus préoccupantes au monde.

En Martinique, elle a été observée pour la 1^{re} fois dans les années 2000, chez des particuliers et en milieu naturel (mares, étangs). L'espèce, privilégiant les zones humides d'eau douce à faible courant (lacs, mares, étangs, canaux), est actuellement en pleine expansion sur le territoire notamment par le biais de la dissémination par fragmentation.

Écologie de l'espèce

Avec des spores stériles, la Salvinie géante se reproduit par multiplication végétative, qui peut conduire à un doublement de la biomasse en seulement 3 ou 4 jours. Son développement est également favorisé par une température élevée et un ensoleillement important, conditions rencontrées dans les milieux tropicaux. (Source : Guide des EEE de Martinique)

La dispersion de l'espèce se fait par l'eau lors de crues ou des animaux de passage comme

les oiseaux, mais aussi et surtout au travers des activités humaines telles que l'aquariophilie.

Particularité de l'espèce

Une fois qu'elle s'est propagée et a recouvert entièrement la surface de l'eau, la salvinie géante poursuit son développement en formant des tapis denses, se superposant les uns sur les autres. Les individus se trouvant sur la couche supérieure ne sont plus en contact direct avec l'eau et leur couleur passe du vert au marron.



Retour d'expérience : gestion de la salvinie géante en Martinique

Dans le cadre du projet REMA, les expérimentations de gestion de cette espèce ont été menées sur la mare de Pont-Café, à Sainte-Luce. Le porteur de projet sur ce site est représenté par la ville, au travers de son Projet Waliwa et de sa brigade de l'environnement.

Description du site d'expérimentation

La mare de Pont-Café, d'une superficie de près de 250 m², est l'une des rares mares inscrites en zone N au Plan Local d'Urbanisme.

Cette mare urbaine est connectée en aval avec une forêt littorale via un trop-plein.

La position de cette zone humide au sein de la ZAC de Pont-Café lui confère un rôle de bassin de rétention des eaux pluviales.

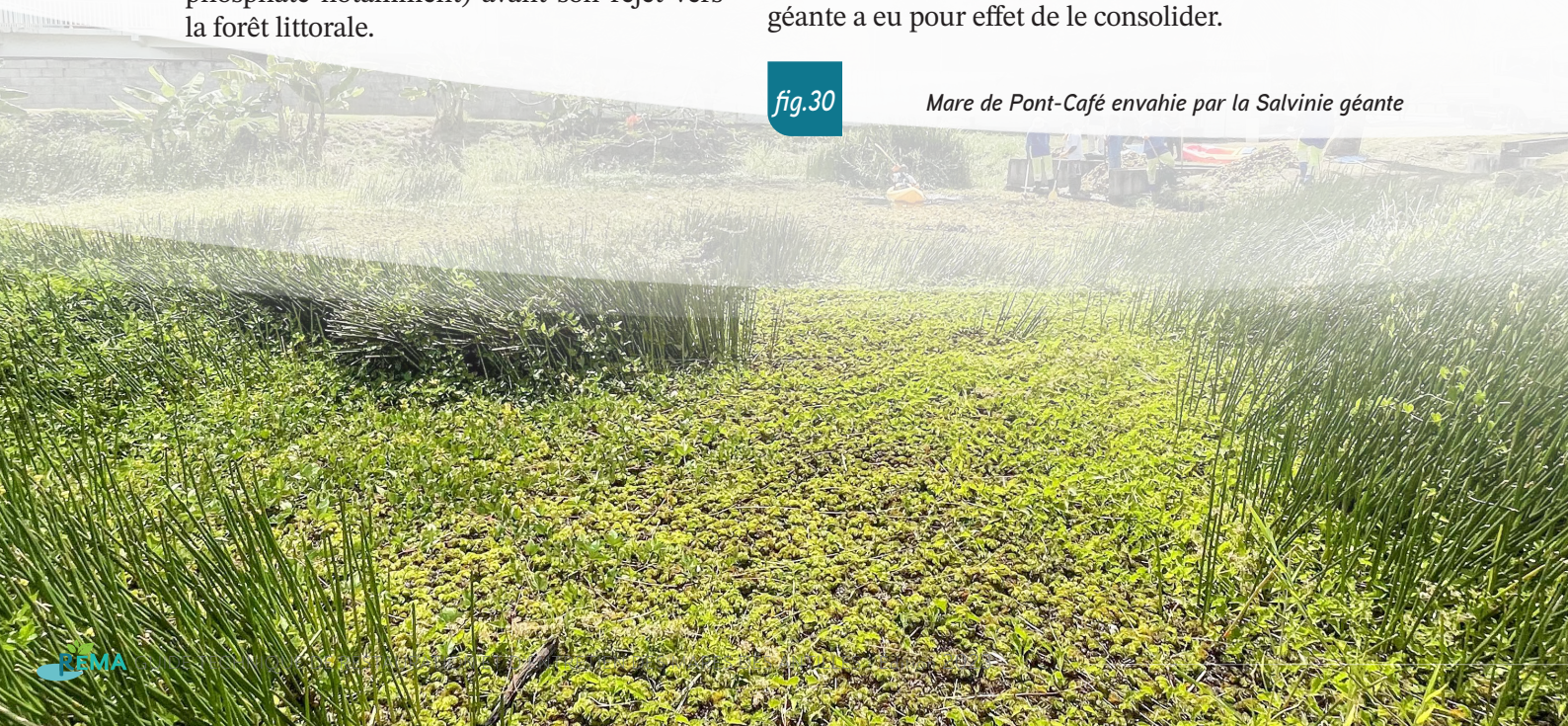
La flore indigène est essentiellement constituée de l'espèce de jonc *Eleocharis mutata*, qui permet la filtration de l'eau (azote et phosphate notamment) avant son rejet vers la forêt littorale.

Cependant, la mare de Pont-Café a été colonisée par la salvinie géante et a vu son plan d'eau totalement recouvert par un tapis d'environ 80 cm d'épaisseur.

Cet épais tapis formé par la fougère aquatique, a servi de substrat flottant rendant possible l'implantation d'autres espèces indigènes telles que la liane américaine (*Mikania micrantha*), la commeline diffuse (*Commelina diffusa*) et le girofle mare (*Ludwigia octovalvis*). Ces dernières sont parvenues à s'enraciner et à se développer sur le plan d'eau, même en son centre. L'étalement de la liane sur le tapis de salvinie géante a eu pour effet de le consolider.

fig.30

Mare de Pont-Café envahie par la Salvinie géante



Restauration de la mare de Pont Café et gestion de la salvinie géante

Du fait de la superficie de la mare et des moyens techniques et humains disponibles, ce chantier visait le retrait de tous les individus et fragments de salvinie de la mare.

1 Éliminer les obstacles tels que les éléments émergents du plan d'eau

Il s'agit d'une étape importante pour permettre la libre circulation de la salvinie géante du plan d'eau vers les berges et également améliorer la visibilité des fragments ou petits individus.

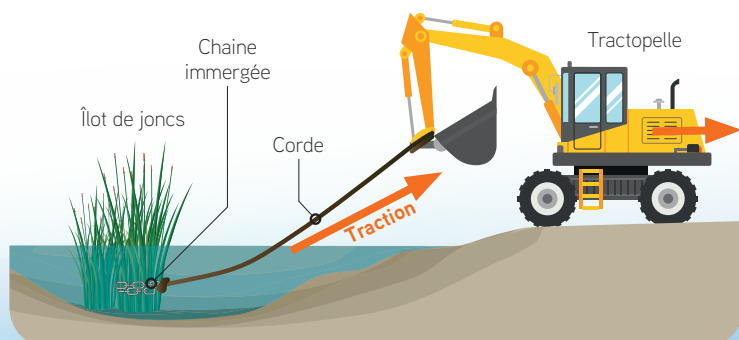
Dans le cas de la mare de Pont-Café, en formant des îlots denses, le jonc constituait un obstacle pour l'acheminement de la salvinie géante jusqu'aux berges. D'autre part, ses tiges aériennes piègeaient les parties les plus petites de salvinie, rendant l'opération plus ardue. Retirer ces îlots de juncs un peu trop denses était donc une étape préalable indispensable pour ramener la salvinie vers les berges afin de l'extraire du milieu.

Bien que le jonc soit indigène et indispensable au maintien de la qualité de l'eau, il était nécessaire de désépaissir les îlots les plus denses dans lesquels se logeaient des bouts de salvinie géante. Une partie des racines a néanmoins été laissée pour permettre la repousse ainsi que quelques îlots plus clairsemés.

Les tiges des îlots de taille modérée ont été coupées à la base au coutelas, mais cette méthode manuelle est très énergivore. Une seconde méthode alliant moyens manuels et mécaniques a été choisie : une chaîne, une corde et une tractopelle ont donc été utilisées. Les îlots de jonc ont été entourés par

fig.31

Méthode de coupe du jonc pour libérer les éléments émergents du plan d'eau



la chaîne et la corde en prenant soin de bien les positionner à la base des tiges (le poids de la chaîne maintenant le système immergé). Puis la corde a été attachée à la tractopelle afin de tracter l'ensemble et extraire les juncs de la mare (Fig. 31).

En tirant avec la tractopelle, la corde se resserrant sur le jonc a pour effet de couper les tiges sans les déraciner. Le tas de tiges est maintenu grâce à la corde et la chaîne resserrée, ce qui permet de le ramener sur les berges.

À noter que l'utilisation d'une petite ancre tractée par l'engin pour arracher le jonc a été testée : cela ne s'est pas révélé concluant et de plus, mal utilisé, cet outil peut percer le fond de la mare. Par conséquent, l'utilisation d'ancre est à proscrire.

2 Extraction de la salvinie géante du milieu

Une fois le plan d'eau libéré de ces obstacles, la salvinie peut être acheminée vers les berges. Pour réaliser au mieux cette opération, il est nécessaire de diviser les effectifs en deux postes de travail : l'un dans la mare (acheminement) et l'autre sur les berges (réception et extraction).

Si la salvinie forme un épais tapis, l'entrée et la circulation dans la mare peuvent s'avérer difficiles, voire impossibles, en particulier avec un kayak. Il faut donc agir par étape, depuis les berges vers le centre, en dégagant progressivement la salvinie à l'aide du matériel manuel de base (fourches, râteliers, etc....) afin de déconsolider le tapis.

L'EEE a ensuite été rapatriée vers les berges à l'aide de 3 dispositifs réfléchis et conçus par l'ensemble des participants :

• Un grappin :

Confectionné à l'aide d'une corde attachée à une fourche courbée, celui-ci a permis de rapatrier sur le bord des îlots de taille moyenne.



fig.32

Utilisation du grappin

La fourche doit être solidement enfoncée dans l'amas de salvinie puis tirée à l'aide de la corde par les participants positionnés sur les berges.

- **Un râteau flottant :**



fig.33 Râteaux flottants

Sur la même logique que le grappin, le râteau flottant conçu et mis au point pour l'occasion par l'équipe REMA et les bénévoles a permis de rapatrier de plus grands îlots. Celui-ci était utilisé principalement dans les zones difficilement praticables à pied. Il était donc transporté en kayak vers la zone ciblée puis largué dans la mare.

- **Un filet de pêche :**



fig.34 Installation et utilisation du dispositif

Inspirée de la pêche traditionnelle à la senne de Martinique, la dernière technique utilisée pour la restauration de cette mare consistait à installer un filet de pêche de part et d'autre de celle-ci. Pour que cette technique fonctionne, une partie du filet doit flotter

à la surface et l'autre doit être immergée de quelques centimètres.

Une fois le filet mis en place, celui-ci doit être tiré depuis les berges par les participants, permettant ainsi l'extraction d'une grande quantité de végétaux en peu de temps (Fig. 34). Retenue par les mailles du filet lors de la traction, les bouts de salvinie pouvaient être extraits plus facilement. Un kayak peut être nécessaire pour suivre le dispositif et assurer sa tenue. Cette méthode a été de loin la plus efficace des trois. La salvinie géante a ensuite été sortie de l'eau à l'aide de fourches, râteaux, et épuisettes puis déposée sur les berges (Fig. 35). Les tas formés ont été transportés en camion vers l'espace d'enfouissement des déchets verts de la ville.



fig.35 Entassement de la Salvinie sur la berge après extraction de la mare

Une fois les travaux de gros œuvre réalisés, l'étape finale, indispensable, est celle du passage à l'épuisette (fig. 36). Elle a pour objectif d'extraire du milieu chaque fragment de salvinie, aussi petit soit-il, afin d'empêcher un nouvel envahissement de la mare. Un passage régulier à l'épuisette est recommandé pour assurer la durabilité de l'action réalisée.

À la suite des travaux, il est préconisé de renouveler ces opérations de ramassage chaque semaine. Cela permet d'observer la dynamique de repeuplement de l'espèce et d'anticiper les besoins d'entretien. Lors des différents passages, si le nombre d'individus ramassés diminue au fur et à mesure, la fréquence d'intervention peut alors être espacée



fig.36 Ramassage de la salvinie géante à l'épuisette

progressivement. Sur la mare de Pont Café, un suivi mensuel a remplacé le suivi hebdomadaire à partir du moment où plus aucun spécimen n'a été observé sur le site. Dans ce lieu situé en littoral, il se peut qu'avec la saison des pluies, certains petits individus aient été évacués par le trop-plein de la mare vers la forêt en aval. Mais ce milieu étant salé, la salvinie géante n'a pu y survivre et aucun individu n'y a été observé.

3 Gestion des déchets verts

Sur ce site, les amas de salvinie géante ont été acheminés dans un espace dédié à l'enfouissement des déchets verts de la ville. Bien entendu, ce site est éloigné de toute zone humide ou point d'eau, ou cette espèce, ne supportant pas d'être exondée, ne peut ni survivre ni se reproduire.

L'évacuation en déchetterie et le compostage sont également des solutions envisageables pour le traitement de ces déchets verts. Toutefois, en ce qui concerne le compostage, il est impératif de garantir que les individus prélevés soient dépourvus de polluants.

4 Résultats, suivi et perspectives

Sur ce site, les amas de salvinie géante ont été coordonnés par l'équipe REMA, l'extraction de

la salvinie géante de la mare de Pont Café a nécessité 5 jours d'intervention entre mai et juin 2023 grâce à la mobilisation d'une vingtaine de personnes issues de diverses structures :

- Une élue et la brigade de l'environnement de la ville de Sainte-Luce ;
- L'association Citoyenne Lucéenne (ACL) ;
- L'association des Guides de Moyenne Montagne (GMM) ;
- L'association Roots of The Sea,
- Association de Sainte-Luce des Usagers de la Mer (AsSuMer).

En tant que porteur de projet, la ville de Sainte-Luce a fait le choix de faire appel uniquement à des bénévoles d'association pour des raisons d'assurance. Ainsi, en cas de blessure ou autre problème survenant lors des opérations, chaque participant est assuré par son association.



fig.37 Mare de Pont Café restaurée le 3 juin 2023

À l'issue des opérations, la mare a totalement été libérée de l'espèce exotique envahissante (Fig. 35). Les effets bénéfiques sur la faune ont immédiatement été observés avec le retour des odonates et de l'avifaune.

Plus d'un an et demi après les travaux, aucune salvinie géante n'a été observée. Par ailleurs, les joncs coupés ont repoussé et assurent à nouveau leur rôle de filtration de l'eau (Fig. 38). Il faut désormais assurer leur entretien régulier.

Reportage vidéo
de la restauration



fig.38 Mare de Pont Café le 13 juillet 2023

• La laitue d'eau (*Pistia stratiotes*)

Plante aquatique flottante appartenant à la famille des Aracées, la laitue d'eau se retrouve principalement dans les régions tropicales et subtropicales et affectionne les eaux stagnantes ou à faible courant, comme les étangs, les mares, les rivières lentes et les marais.

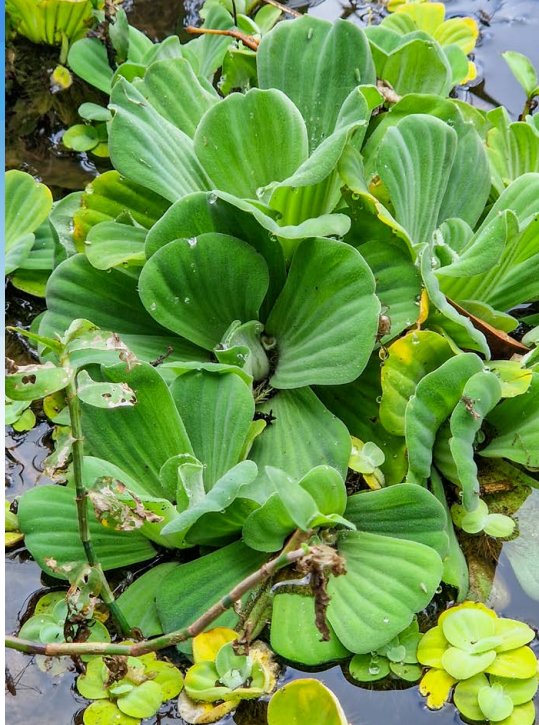
Très appréciée comme plante ornementale dans les bassins ou les aquariums, et fréquemment utilisée pour ses propriétés de filtre dépolluant en phytoremédiation, la Laitue d'eau s'est rapidement propagée au niveau mondial et fait désormais partie des 100 espèces les plus invasives.

Écologie de l'espèce

Bien qu'elle soit capable de se reproduire par voie sexuée (graines), elle utilise essentiellement la voie végétative à l'aide de ses stolons ou par fragmentation.

Cette espèce occupe majoritairement les eaux chaudes, généralement entre 22 et 30°C au pH légèrement acide, et son développement est favorisé par les apports en nutriments dans le milieu. Sa croissance peut être freinée dans les zones ombragées.

Comme pour la salvinie géante, sa dispersion peut se faire notamment par l'intermédiaire de l'eau ou par les animaux.



Particularité de l'espèce

Cette espèce est comestible par le bétail. Cependant, sa capacité à accumuler des polluants peut la rendre impropre à la consommation.

Avant de l'utiliser pour l'alimentation animale, il faut s'assurer de la qualité de l'eau, de la mare et faire analyser la laitue d'eau.



fig.39 Porc mangeant de la Laitue d'eau de la mare de Ma Granmèzon à Sainte-Anne en Guadeloupe

fig.40 État initial de la mare de Ma Granmèzon en vue aérienne



Retour d'expérience : gestion de la laitue d'eau en Guadeloupe

Les expérimentations de gestion de cette espèce ont été menées en Guadeloupe sur la mare de Ma Granmèzon située dans la ville de Sainte-Anne.

Le porteur de projet était représenté par le Lycée Yves Leborgne, à travers son programme intitulé « un éco-projet pour ma Guadeloupe » et géré par les éco-délégué(e)s de l'établissement.

Pour mener à bien cette initiative, le lycée s'est entouré de nombreux partenaires, dont la commune de Sainte-Anne.



Description du site d'expérimentation



fig.41 Plan d'eau vu de près totalement recouvert de Laitue d'eau

Ma Granmèzon est une mare urbaine d'une superficie d'environ 3000 m², bordée par des habitations et une route, et située à proximité d'un parc à cochons (Fig. 39).

Sur ce site, la végétation indigène était impactée par la présence d'espèces exotiques envahissantes.

En effet, le plan d'eau a été colonisé par la laitue d'eau, ce qui a bénéficié au typha (*Typha domingensis*) qui s'est implanté par-dessus.

Quant aux berges, elles ont été totalement colonisées par l'espèce d'épineux indigène *Mimosa pigra*, sur tout le pourtour de la mare.

Restauration de la mare de Ma Granmèzon et gestion de la laitue d'eau

1 Dégagement des épineux en bord de berges

Compte tenu de la configuration du site, ôter les épineux de la rive est la 1^{re} action à entreprendre afin de faciliter la circulation

des participants et permettre l'extraction de la laitue d'eau.

Pour les épineux situés sur les berges, il est préférable de les déraciner, ce qui peut nécessiter l'utilisation d'une tractopelle légère. Pour les individus implantés dans les zones en eau, les troncs peuvent être coupés à l'aide d'une tronçonneuse ou d'un sécateur.

À noter que ces derniers, ne pouvant être déracinés, une partie de leur tronc doit être laissée hors de l'eau, de manière à être visible, et ainsi prévenir d'éventuelles blessures.

L'utilisation de la tractopelle doit se faire en dernier recours, car son passage aura pour conséquence de détruire les berges. Il est donc primordial de prévoir une remise en état de celle-ci après les opérations.

2 Extraction de la laitue d'eau

Une fois le dégagement des berges terminé, la Laitue d'eau peut être extraite en 2 étapes :

- Celles à proximité des berges doivent être sorties à l'aide de fourches et de râtaux, libérant ainsi l'espace pour le passage de kayaks (Fig. 42) ;



fig.42 Extraction de la Laitue d'eau depuis les berges par les éco-délégués et Marianne Grandissons, conseillère municipale

- Une fois le plan d'eau rendu accessible, la technique utilisée pour extraire la laitue d'eau du milieu a été inspirée de l'opération réalisée sur la salvinie géante.

La surface de l'eau étant totalement recouverte par l'EEE, la méthode adoptée consiste à créer des îlots dans le tapis de Laitues d'eau et de les rapatrier vers les berges. Pour ce faire, l'utilisation de deux kayaks reliés par une corde fixée à l'arrière des embarcations est nécessaire (cette idée fut proposée par une des lycéennes éco-déléguées). L'un des kayaks doit se frayer un chemin à travers les Laitues d'eau, en utilisant la pagaie pour désolidariser le tapis végétal, et encercler l'îlot formé avec la corde (Fig. 43). En parallèle, le second kayak, statique, peut ramasser des Laitues d'eau à proximité et les stocker sur l'embarcation.



fig.43 Schéma de la méthode de formation d'un îlot de laitue d'eau à l'aide de deux kayaks et une corde

Puis une fois l'îlot formé et encerclé, les deux kayaks doivent se diriger vers les berges en le tractant.

Sur la mare de Ma Grandmézon, cette manipulation a été possible, car, d'après les observations faites sur le terrain, contrairement à la salvinie géante, la laitue d'eau ne prolifère pas en formant plusieurs couches superposées.

Les individus se développent côte à côte, se serrant les uns contre les autres.



fig.44 Extraction de la laitue d'eau à l'aide d'une corde

Par conséquent, une fois l'ensemble désolidarisé, il est relativement aisé d'évoluer sur le plan d'eau.

De plus, la Laitue d'eau étant suffisamment volumineuse, les individus tractés restent sous l'emprise de la corde sans passer par-dessus.

La corde est ensuite détachée de l'arrière des kayaks et le rapatriement se termine à la main (Fig. 44). Pendant l'extraction des Laitues d'eau à l'aide de fourches et de râteliers, l'îlot doit être fermement maintenu pour éviter que le tas formé ne se disperse.

Avant de les déposer sur les berges, les plantes doivent être secouées dans l'eau afin de permettre aux petits organismes aquatiques de retomber dans la mare.

Cette méthode d'extraction s'est avérée très efficace et a permis de libérer de grandes portions du plan d'eau en peu de temps. Ces zones libérées ont ensuite été passées à l'épuisette pour ramasser les derniers fragments restants.

3 Gestion des déchets verts

Les laitues d'eau sorties du milieu ont été récupérées par une tractopelle et déposées dans une benne gérée par Sinnoval, entreprise en partenariat avec la ville de Sainte-Anne pour la gestion des déchets verts.

En termes de traitement, si les individus prélevés sont dépourvus de contaminants, cette espèce peut être enfouie ou compostée. Mais le compostage doit impérativement se faire en dehors de toute zone humide.

La Laitue d'eau peut également être utilisée en fourrage pour les animaux.

4 Résultats, suivi et perspectives

L'équipe du projet REMA est intervenue sur cette mare deux demi-journées les 29 et 30 avril 2023. À la suite de ces premiers jours de chantier, avec un protocole affiné et maîtrisé par les participants, d'autres opérations ont été organisées par le porteur de projet les 26 mai, 17 et 18 juin 2023, avec la participation des lycéens et des riverains (Fig. 43).

Ainsi, une trentaine de personnes ont été mobilisées pour chacun des chantiers, avec des représentants des structures suivantes :



fig.45 Chantier des restaurations de la mare avec le lycée agricole (photo de gauche) et les riverains (photo de droite).

- Le lycée Yves Leborgne,
- le lycée agricole de Sainte-Anne,
- la ville de Sainte-Anne,
- l'association Rézilyans 971,
- l'association Clean My Island,
- des riverains bénévoles.

Pour l'aspect sécuritaire, l'Union Nationale des Associations de Secouriste et Sauveteurs (UNASS) était également présente.

À l'issue de ces opérations, les épineux présents sur les berges ont été extraits du milieu et la laitue d'eau a été retirée sur près de 800 m² (Fig. 45).

Le lycée Yves Leborgne a poursuivi ses efforts de restauration et valorisation de cette mare avec la mise en œuvre de chantiers et d'actions de sensibilisation.

Cette mare ayant une grande superficie, sa restauration totale demandera beaucoup de temps et d'efforts. La principale difficulté dans ce projet réside dans la programmation des chantiers qui est dépendante du calendrier scolaire et de la disponibilité des élèves.

C'est pourquoi il est recommandé d'organiser des chantiers à intervalles serrés et de mettre en œuvre des suivis réguliers pour éviter la recolonisation du milieu par des EEE qui n'auraient pu être extraites lors de l'intervention.

Pour une meilleure efficacité, un barrage flottant aurait pu être installé afin de limiter la progression de la Laitue d'eau et maintenir la surface d'eau libérée.

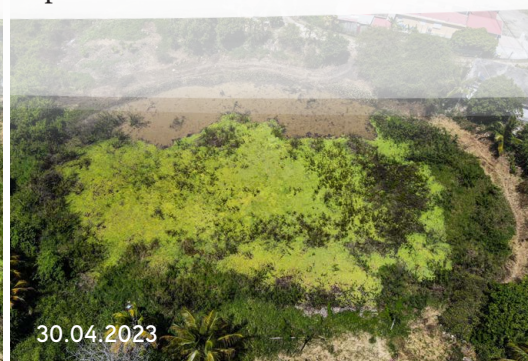
Il serait également nécessaire de diminuer les apports en nutriments dans le milieu, notamment en assurant la bonne gestion des eaux usées des habitations à proximité et en éloignant le parc à cochons de la mare.

Pour cela, la sensibilisation des riverains et l'implication de la commune sont primordiales.

Par conséquent, le lycée Yves-Leborgne et la commune de Sainte-Anne réfléchissent conjointement à la mise en place d'une gestion durable de cette mare.



29.04.2023



30.04.2023



18.06.2023

fig.46 Évolution des travaux sur la mare de Ma Granmèzon

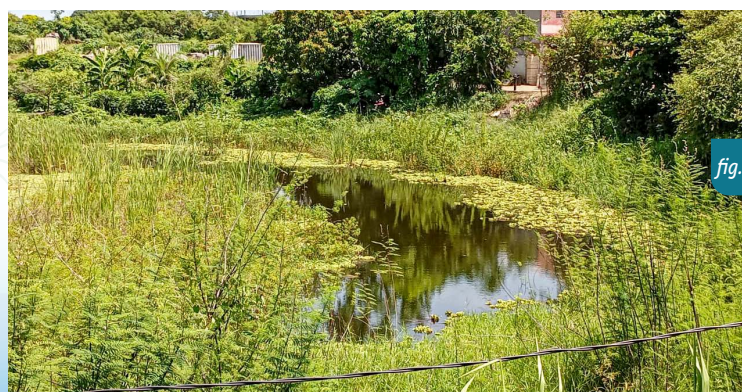


fig.47

Mare de Ma Granmèzon, 2 mois après l'arrêt des travaux

• La jacinthe d'eau (*Pontedaria crassispes*)

Classée elle aussi parmi les 100 espèces les plus invasives au monde, la jacinthe d'eau est originaire du Brésil et a été introduite dans toutes les régions tropicales pour des raisons ornementales et pour ses propriétés dépolluantes.

Écologie de l'espèce

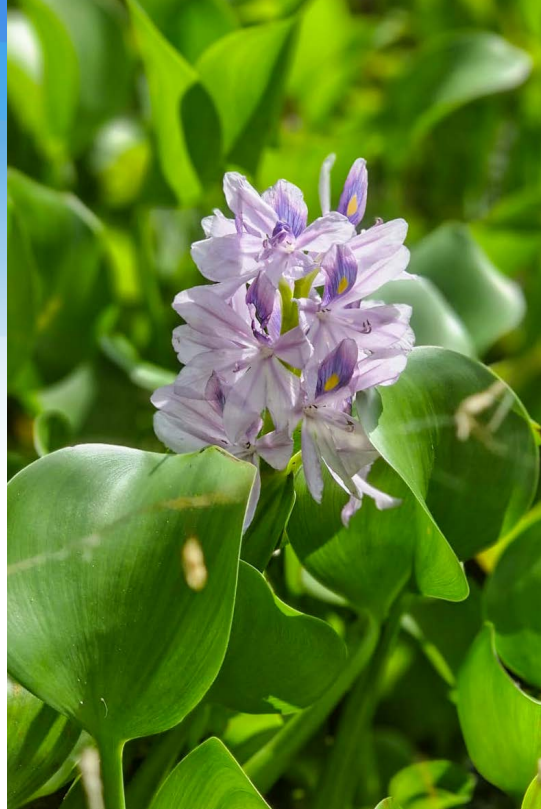
Par les stolons situés à la base des feuilles, la jacinthe d'eau se reproduit principalement de façon végétative et peut doubler sa biomasse en 6 à 18 jours.

Cette espèce est capable de supporter d'importantes fluctuations du niveau d'eau et peut survivre dans le sédiment humide de zones exondées.

Pour son développement, elle a besoin d'être exposée au soleil. Sa propagation est donc considérablement restreinte, voire impossible, dans les zones ombragées.

Particularité de l'espèce

Par ses longues tiges pouvant atteindre 50 cm de hauteur et son importante capacité de production de biomasse, la jacinthe d'eau offre des possibilités de valorisation des déchets verts issus des opérations de restauration. Aux Philippines, à Madagascar, au Bénin et dans de nombreux autres pays, la



lutte contre cette plante aquatique implique la valorisation de ses déchets verts, notamment pour la fabrication de produits artisanaux (vannerie) ou encore pour la production de biogaz ou biocarburant. Cette démarche permet de rentabiliser les opérations de nettoyage qui peuvent être onéreuses sur les zones humides de grande surface.

Cependant, il est important de noter que l'utilisation de la jacinthe d'eau doit être gérée avec précaution pour éviter la dissémination de cette plante envahissante dans de nouveaux habitats.

Retour d'expérience : gestion de la jacinthe d'eau en Guadeloupe

Les expérimentations sur cette espèce ont été menées dans la mare de Taonaba (Maison de la Mangrove), située dans la ville des Abymes, porteur du projet à travers son service biodiversité et animation touristique.

Description du site d'expérimentation

Cette mare située dans une zone naturelle, en amont d'une vaste forêt marécageuse à mangle médaille (*Pterocarpus officinalis*) est non loin d'une prairie humide et du Canal de Belle Plaine. Comme énoncée précédemment (voir page 44), la mare connaît une forte prolifération de joncs de l'espèce indigène *Eleocharis interstincta*, ainsi qu'un début d'invasion de Jacinthe d'eau, tout en étant cernée par des EEE dans le canal de Belle-Plaine et la prairie humide.

Ainsi, pour éviter que les EEE ne colonisent le milieu, la régulation du jonc ne peut se faire sans une gestion au préalable de ces espèces dans le cours d'eau à proximité de la mare. Les expérimentations sur ce site se sont donc concentrées uniquement sur la gestion de la jacinthe d'eau afin d'endiguer son expansion dans la mare, ainsi que sur les EEE dans la prairie humide voisine. Dans le protocole général sur cette mare, la gestion de la jacinthe d'eau constitue la première étape de restauration, la deuxième étant la régulation du jonc.



Mare de Taonaba

Restauration de la mare de Taonaba et gestion de la jacinthe d'eau

1 Extraction de la jacinthe d'eau

Dans la mare, les participants bien équipés (Cf, chapitre 3, 3.2.b), ont été mobilisés pour extraire manuellement la jacinthe d'eau, tout en évitant la fragmentation de celle-ci en la manipulant. Avant leur extraction de la mare, les racines ont dû être secouées dans l'eau afin de faire retomber les petits organismes.

En contact avec le sol dans des zones d'eau peu profondes, la jacinthe d'eau peut ancrer son système racinaire. Dans ce cas, l'utilisation de fourches est nécessaire pour arracher les spécimens.

Une fois extraites du milieu, il est recommandé d'ensacher les jacinthes d'eau dans des sacs à végétaux ou des big-bags fermés. Il est donc important de ne pas les remplir à outrance pour faciliter leur fermeture.

Enfin, après l'extraction des individus du milieu, un ramassage minutieux des fragments est effectué pour éviter une nouvelle colonisation.

2 Gestion des déchets verts

Cette espèce bioaccumule les polluants présents dans l'eau de la mare, ce qui rend la gestion de ses déchets verts assez contraignante. Pour s'assurer de la bonne méthode de traitement, il est recommandé de réaliser des analyses pour vérifier l'absence de polluant (hydrocarbure, métaux lourds, chlordécone, ...) en amont de l'opération. L'incinération dans un centre adapté est la solution idéale. Cependant, aux Antilles, il n'y a pas d'infrastructures adaptées pour réaliser de telles analyses et le temps de réaction des laboratoires d'analyse est particulièrement long.

Dépourvue de polluant, la jacinthe d'eau peut être enfouie, évacuée en déchetterie, ou compostée à distance de zones humides. Sur la mare de Taonaba, les déchets verts ont été pris en charge par le service propreté et salubrité de la ville puis entreposés dans un espace dédié pour séchage avant d'être acheminés en déchetterie.



fig.48 Déchets verts issue de l'opération

3 Résultats, suivi et perspectives

L'opération réalisée volontairement le 2 février 2023 à l'occasion de la journée mondiale des Zones humides a permis de rassembler de nombreux acteurs et de médiatiser l'événement pour sensibiliser un maximum la population et les décideurs à l'importance des mares et de leur gestion.

Cette opération a mobilisé sur une demi-journée une quinzaine de personnes provenant :

- Du service Biodiversité et Animations touristiques de la ville des Abymes,
- De l'association Rezilyans 971,
- De la commune de Saint-François.

Grâce à cette opération, la mare était complètement exempte de jacinthe d'eau (Fig. 49).



fig.49 Mare de Taonaba, avant-après opération extraction de la jacinthe d'eau



Deux mois après l'opération coup de poing, un suivi a été réalisé le 1^{er} avril 2023 et le plan d'eau est resté libéré de la jacinthe d'eau (Fig. 48).

Cependant, un individu naissant a été observé entre les joncs (Fig. 50).

Cela atteste de la nécessité d'un suivi et d'un entretien régulier de la mare pour empêcher une recolonisation des EEE.

Une fois traitée, cette partie du plan d'eau a fait l'objet d'une surveillance afin que le typha ne s'y implante pas.

Enfin, l'entretien de cette mare est encore nécessaire pour freiner l'avancée des herbacées, qui se sont développées davantage après l'extraction de la jacinthe d'eau (Fig. 51).

La ville des Abymes a été alertée sur ces problématiques et met en place des actions d'entretien.



fig.50

Jeune pousse de Jacinthe d'eau (photo en haut) et début de colonisation de la mare par une espèce d'herbacée

fig.51

Mare de Taonaba 2 mois après l'intervention



B Espèces immergées

Dans le cas de l'hydrille verticillée, le système racinaire n'oppose pas une grande résistance face à l'arrachage, mais la fragilité des tiges fait que l'espèce peut se fragmenter facilement, favorisant alors sa dispersion. La restauration d'une mare envahie par de ce type d'espèce immergée doit donc se faire de façon minutieuse et délicate.

• L'hydrille verticillée (*Hydrilla verticillata*)

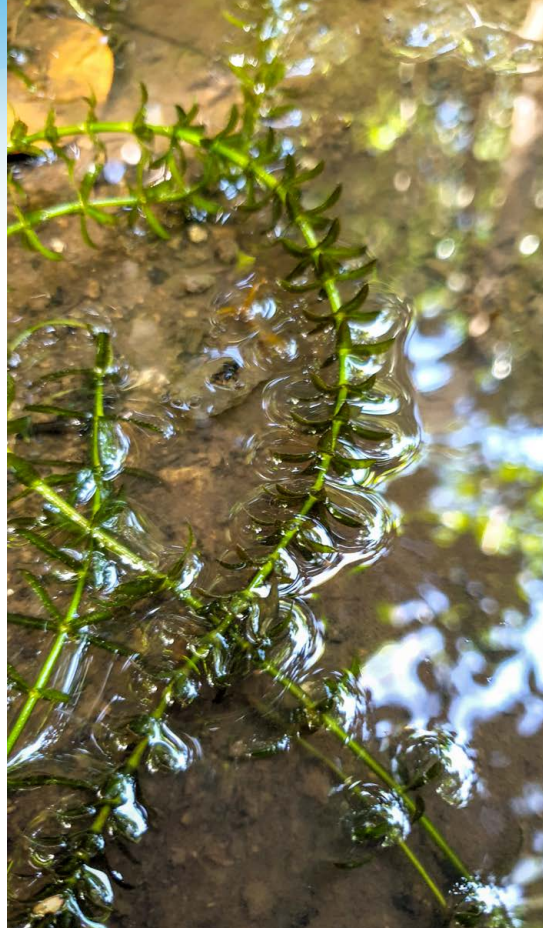
Cette espèce exotique, originaire d'Asie, est particulièrement appréciée dans le domaine de l'aquariophilie, notamment pour sa capacité à oxygéner le milieu.

On suppose d'ailleurs que sa présence dans les mares des Antilles est liée à cette activité, certains aquariophiles n'hésitant pas à vider leurs aquariums en milieu naturel.

Cette plante aquatique peut former des herbiers denses dont les tiges peuvent atteindre 3 mètres de long. Dans les mares, ces tapis formés par l'hydrille verticillée obstruent la lumière du soleil et empêchent le développement des plantes indigènes.

Écologie de l'espèce

L'hydrille verticillée peut se reproduire de façon sexuée (inflorescences) à la surface de l'eau et dispersion du pollen par voie aérienne) ou végétative (production de turions et de tubercules ou fragmentation des individus).



Sous les tropiques, cette espèce est décrite comme résistante à de nombreux types de pollutions et perturbations, tolérante à une grande variété de conditions hydriques et ayant la capacité de se développer dans des environnements de faible luminosité (ex. : mares forestières).

Particularité de l'espèce

Les turions et propagules peuvent rester dans un état de dormance dans les sédiments jusqu'à 20 cm de profondeur, et ce pendant plusieurs années, en attendant le retour de conditions favorables à leur croissance.

Retour d'expérience : gestion de l'hydrille verticillée en Guadeloupe

Les expérimentations sur cette espèce ont été réalisées sur la mare du Houëlmont située dans la Ville de Gourbeyre.

Pour répondre à cette problématique, le portage du projet est assuré par l'ONF, gestionnaire du site, et la ville de Gourbeyre. Pour cette action, le gestionnaire a bénéficié de l'appui d'un entomologiste (Toni JOURDAN) afin de mettre en place des mesures de préservation de l'entomofaune dans l'élaboration du protocole.

Description du site d'expérimentation

Il s'agit d'une mare forestière située sur le Houëlmont qui culmine à 418 m d'altitude.

Celle-ci est intégrée au sentier d'interprétation du site et constitue la seule mare d'altitude en Guadeloupe.

Elle est également le lieu d'exercice d'une Aire Terrestre Éducative (ATE) ayant pour mission principale l'observation de la flore et de la faune, et en particulier de l'entomofaune présente dans cette mare.

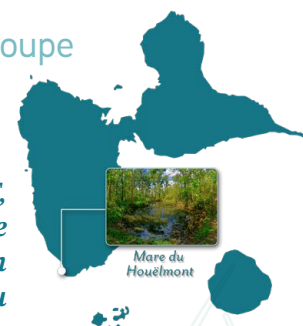




fig.50 Mare du Houëlmont envahie par l'hydrille verticillée



fig.51 Mare du Houëlmont avec un niveau d'eau bas en juin 2022

Restauration de la mare du Houëlmont : gestion de l'hydrille verticillée

Pour procéder à l'extraction de l'hydrille, il était préférable d'agir depuis les berges ou directement dans l'eau, mais en limitant le nombre de personnes immergées afin d'éviter la mise en suspension des sédiments. En effet, par sa faible superficie, la totalité du plan d'eau aurait été rapidement turbide, ayant pour effet de perturber fortement la faune aquatique. Sur la mare du Houëlmont, seules les personnes équipées de waders et de cuissardes sont allées dans l'eau. Elles ont été secondées par un kayak fourni gracieusement par le club nautique de la ville,

Par ailleurs, pour préserver la faune aquatique, le chantier s'est organisé en plusieurs postes afin d'optimiser l'extraction de l'espèce et le tri de l'entomofaune.

Période d'intervention

L'idéal est d'agir lorsque le niveau d'eau de la mare est relativement bas, ce qui permet de bien localiser l'hydrille verticillée dans le milieu et faciliter son extraction (Fig. 51). Lors de l'intervention en mars 2023, la saison sèche étant plutôt pluvieuse, l'opération a dû être réalisée avec un niveau assez important.

1 Extraction de l'hydrille verticillée

Dans la mare, les participants bien équipés L'extraction de l'hydrille exige une certaine finesse d'exécution pour éviter la fragmentation de cette EEE. En plus des précautions prises, le passage à l'épuisette pour récupérer les fragments restants est indispensable.

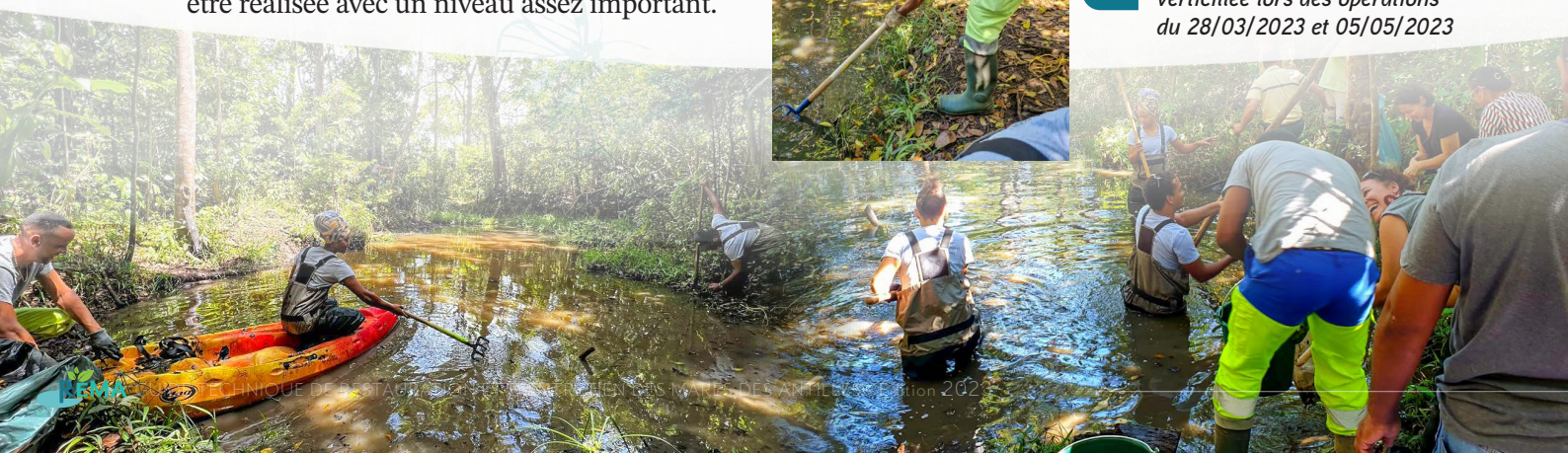
Avant de sortir les individus du milieu et de les transférer au poste suivant, ces derniers doivent être secoués délicatement dans l'eau afin de faire retomber les petits organismes aquatiques.

TRUC ET ASTUCES :

L'utilisation de fourches à bêcher n'est pas efficace pour l'extraction de l'hydrille verticillée. Les outils comme les râtaux ou fourches courbées sont plus adaptés à l'extraction de l'espèce.



fig.52 Extraction de l'hydrille verticillée lors des opérations du 28/03/2023 et 05/05/2023



2 Le stockage

Lors de cette seconde étape, l'hydrille est stockée (temporairement) dans des sacs à végétaux en attendant d'être prise en charge au poste de tri pour la recherche de l'entomofaune.

3 Le tri des petits organismes

À ce poste, l'hydrille verticillée doit être rincée dans des seaux et scrutée minutieusement afin d'en sortir les petits organismes restants et de les relâcher dans la mare (Fig. 53).



fig.53 Poste de tri sous la supervision de Toni JOURDAN (rincage, inspection et filtration) et avec la participation active de l'élue au développement durable de la ville de Gourbeyre, Nicole ERDAN (1re photo).



Pour finaliser cette étape de tri, l'eau de rinçage doit être filtrée à l'aide d'une épuisette à petite maille afin de :

- Remettre l'eau dans la mare sans fragments d'hydrille verticillée ;
- Récupérer les organismes restés dans l'eau pour les relâcher.

Deux opérations ont été menées sur ce site, avec un mois d'intervalle, permettant ainsi aux sédiments soulevés de se redéposer et de minimiser l'impact sur la faune aquatique.

Entre-temps, le protocole a été affiné grâce aux échanges sur le terrain avec les différents participants.

4 Gestion des déchets verts

À l'issue des opérations, 22 sacs à végétaux de 100 L chargés d'hydrille verticillée ont été acheminés à la déchetterie de Capesterre-Belle-Eau.

Néanmoins, pour cette espèce, l'enfouissement ou le compostage éloigné de toute zone humide peuvent être envisagés.

5 Résultats, suivi et perspectives

Suite aux chantiers réalisés le 28 mars et le 5 mai 2023, le plan d'eau ne présentait plus d'hydrille verticillée, notamment grâce à l'utilisation de l'épuisette pour l'extraction des fragments (Fig. 52).

Ces chantiers ont mobilisé 16 personnes avec :

- L'ONF Guadeloupe,
- Toni JOURDAN (entomologiste),
- La ville de Gourbeyre,
- An Ba Loup la,
- Le CAUE Guadeloupe

Concernant le tri de l'entomofaune, peu d'organismes ont été prélevés lors de la première opération. Au vu de ce résultat, il s'est avéré qu'une fois secouée dans la mare, le rincage et le tri de l'hydrille verticillée n'étaient plus nécessaires.

Néanmoins, cette action demeure une étape non négligeable du protocole, à mettre en œuvre lors de la toute 1re opération permettant de vérifier si la mare abrite une population importante d'organismes aquatiques, ou dans le cadre d'une action de sensibilisation, notamment pour des scolaires.

La croissance de l'hydrille verticillée étant rapide grâce à ses différentes stratégies de reproduction, des suivis et une surveillance, voire des opérations d'extraction en cas de nouvelles observations, doivent être mis en place régulièrement pour retirer définitivement cette espèce du milieu.

En effet, des études ont montré qu'un arrachage répété de l'hydrille verticillé affecte considérablement le développement de l'espèce (Shunmei Zhu et al, 2022).

Cependant, l'utilisation de l'épuisette n'empêche pas une croissance potentielle à partir des turions et des tubercules.

Les porteurs de projets souhaitent poursuivre la démarche engagée afin de maintenir le bon état écologique de la mare. La gestion de l'hydrille verticillée dans cette mare constitue d'ailleurs l'une des actions portées par la ville de Gourbeyre dans le cadre du programme des Territoires Engagés pour la Nature de l'OFB.



Mare du Houelmont avant-après l'extraction de l'hydrille verticillée fig.54

C Espèces enracinées sur le fond de la mare

Certaines espèces enracinées sur le fond de la mare sont vigoureusement ancrées dans le substrat de par leur système racinaire et sont donc très difficiles à enlever ou à arracher à la main. Cela exige alors une mobilisation de moyens puissants pour les extraire du milieu. C'est le cas des espèces de typha (*Typha domingensis*) ou encore du souchet à involucre (*Cyperus involucratus*).

• Le typha (*Typha domingensis*)

Le *Typha domingensis* est l'une des espèces de typha les plus répandues dans le monde, présente sous toutes les latitudes, avec une distribution plus accentuée dans l'hémisphère sud, en dehors des zones polaires (Alain DUTARTRE, 2020).

Dans le projet REMA, cette espèce a été observée dans des mares de Guadeloupe et de Saint-Martin. Bien que considérée comme indigène dans la plupart des pays où elle se développe, dans les Antilles françaises, elle est identifiée comme Espèce Exotique Envahissante.



Écologie de l'espèce

Cette espèce héliophyte peut se reproduire de façon sexuée grâce à une inflorescence appelée massette, pouvant produire à maturité entre 100 000 et 222 000 semences (Yeo, 1964 ; Miao et Sklar, 1977, in Imbert & Taureau, 2019). Les semences produites sont constituées d'akènes entourés de poils leur permettant de se disperser à plusieurs kilomètres de la plante mère grâce au vent (anémochorie).

La moindre secousse d'un individu avec une massette mature suffit à les disperser.

Cependant, la reproduction sexuée du *Typha domingensis* est fortement affectée dans les milieux de faible ensoleillement, voire impossible, dans l'obscurité (Lorenzen et al., 2000, in Imbert & Taureau, 2019).

La période de floraison du typha se déroule généralement entre les mois de mai et septembre. Toutefois, les observations faites au cours du projet REMA mettent en évidence que cette période n'est plus précisément marquée, laissant des inflorescences apparaître à tout moment de l'année.

En plus de cette impressionnante aptitude à la reproduction sexuée, le développement du typha peut également se faire de façon végétative, grâce à la production de rhizomes (Fig. 55).

Grâce au réseau formé par les rhizomes, un individu peut s'étendre de 2 à 8 m/an et peut alors coloniser 1 ha en 9 ans (Macek et al (2010) in Imbert & Taureau, 2019).



fig.55 *Typha* et son réseau de rhizomes

Enfin, le développement de cette espèce, pouvant atteindre 2 à 3 m de hauteur, est favorisé par l'introduction de nutriments (azote, phosphore) dans le milieu. Or, l'artificialisation des zones humides et leurs alentours, notamment des mares, accentuent cet apport nutritif.

Particularité de l'espèce

Pour un héliophyte, *Typha domingensis* dispose d'importantes capacités de résilience, et peut résister à de fortes augmentations du niveau d'eau.

Toutes ces caractéristiques font d'elle une espèce particulièrement difficile à gérer. C'est pourquoi la restauration d'une mare envahie par le typha doit se faire à l'échelle de son milieu environnant afin de pouvoir limiter et prévenir au mieux sa propagation.

Retour d'expérience : gestion du *Typha domingensis* en Guadeloupe et à Saint-Martin

Au cours du projet REMA, deux sites expérimentaux présentaient une problématique de colonisation par le *Typha domingensis* : la mare de Taonaba aux Abymes (Guadeloupe) et la mare de Millrum à Grand-Case (Saint-Martin).

La colonisation du typha sur ces sites se présente de deux façons différentes :

- Sur la mare de Taonaba, c'est le milieu environnant qui était affecté par l'espèce. Les expérimentations ont donc été réalisées dans la prairie humide à proximité de la mare, et avaient pour objectif de freiner la progression de l'espèce vers celle-ci (Fig. 53).

(Description du site, voir page 45)

- Tandis qu'à la mare de Millrum, le typha avait colonisé la quasi-totalité du plan d'eau (Fig. 56).

Les plantes étant en fleur lors de l'opération, les travaux se sont concentrés spécifiquement sur les jeunes individus sans massette afin d'éviter la dispersion des semences.



Mare Millrum

Description du site d'expérimentation

La mare Millrum, située dans la commune de Grand-Case, faisait autrefois partie intégrante de la saline. Elle a été créée suite à la construction de la RN7 en 1989, la séparant ainsi de son ensemble d'origine. Aujourd'hui elle reste connectée à la saline par une buse obstruée et est continuellement alimentée en eau douce par la station de traitement des eaux usées (STEU) à proximité (Fig. 56).

Bien que la salinité y soit de 2‰, la mare Millrum présente toutes les caractéristiques d'une mare en termes de fonctionnement.

Ce milieu abrite une grande diversité d'espèces aviaires nicheuses et migratrices (Figure 56). Parmi ces espèces, certaines ont pu être observées au cours du projet REMA :

- Le canard des bahamas (*Anas bahamensis*),
- La foulque à cachet blanc (*Fulica caribaea*),
- L'aigrette neigeuse (*Egretta thula*),
- Le héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*),
- L'érisma rousse (*Oxyura jamaicensis*),
- La poule d'eau (*Gallinula chloropus*).

Cette mare constitue également un habitat pour plusieurs espèces d'odonates réalisant leurs différents stades de vie sur ce site (Fig. 57).

Le typha étant l'espèce végétale dominante sur cette mare, la faune l'utilise comme habitat. La restauration de celle-ci nécessite donc de prévoir un habitat de substitution au typha.

Expérimentation sur les mares de Taonaba et de Millrum : méthodologie de gestion du *Typha domingensis*.

1 Extraction du typha

Sur ces mares, les expérimentations ont été exclusivement menées sur de jeunes individus sans massettes.

La méthodologie appliquée consistait à déraciner les typhas avec leurs rhizomes pour empêcher qu'ils ne repoussent ultérieurement.

Le déracinement doit se faire de manière à conserver les rhizomes dans leur intégralité, ces derniers étant relativement fragiles et pouvant se fractionner aisément. Les jeunes individus de petite taille

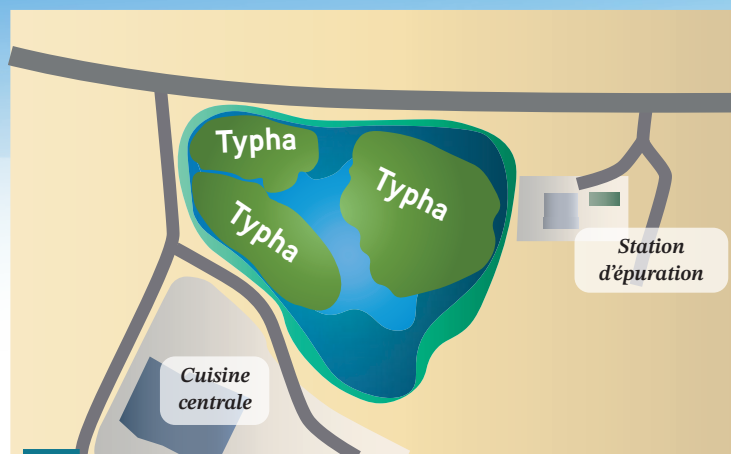


fig.56 Contexte environnemental de la mare Millrum

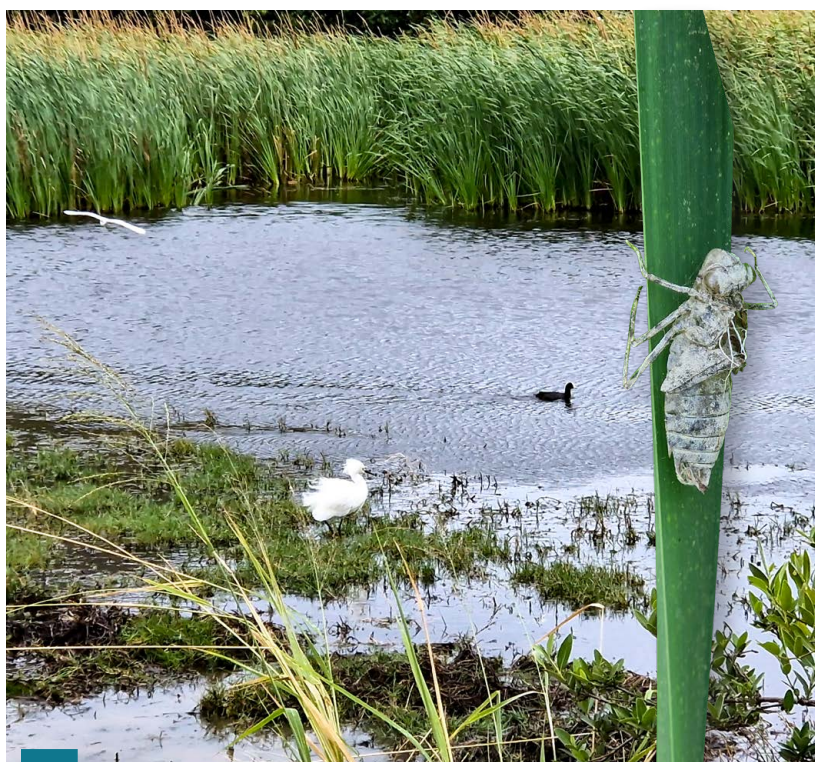


fig.57 Foulques à cachet blanc (*Fulica caribaea*) et leurs poussins et une exuvie de libellule parmi le typha dans la mare de Millrum à Grand-Case, Saint-Martin

peuvent être arrachés à la main sans l'aide d'outils.

Pour les typhas adultes, avec un système racinaire bien ancré dans le sol, il est nécessaire de réaliser une coupe à hauteur de taille (environ 1 m de hauteur) avant d'extraire les rhizomes à l'aide d'une fourche à bêcher. Pour la coupe, l'utilisation d'une scie d'élagage est un outil très efficace.

Enfin, la fourche permet de décompacter le sol et de décrocher les racines. L'extraction

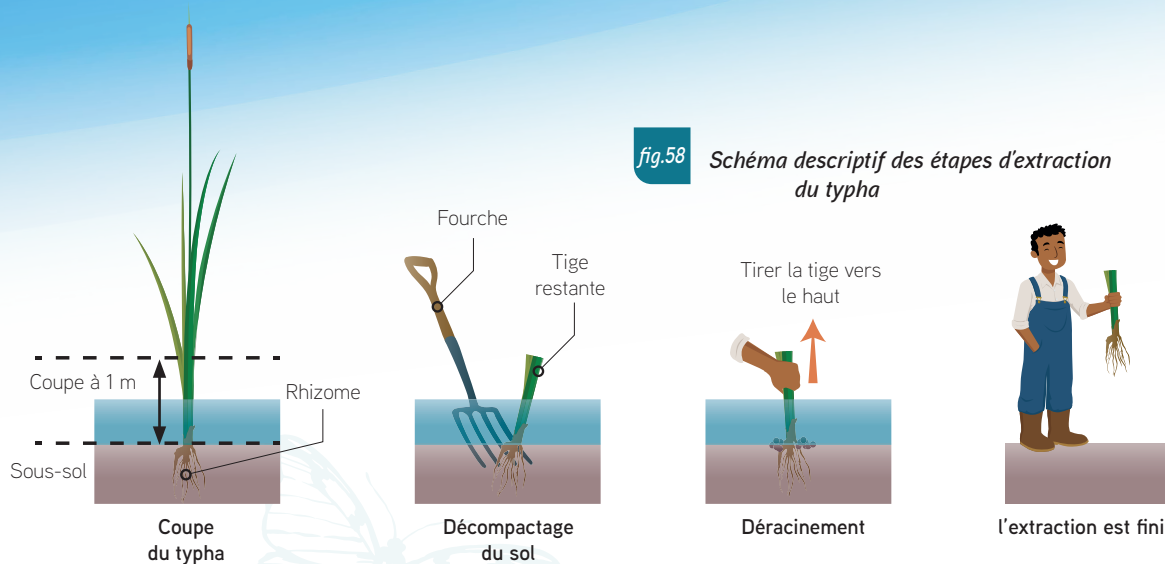


fig.58 Schéma descriptif des étapes d'extraction du typha

continue manuellement en prenant la tige restante par sa base et en la tirant vers le haut pour sortir les racines du sol (Fig.58).

Sur la mare de Millrum à Saint-Martin, cette opération n'aurait pu se faire sans la formation des acteurs locaux à la gestion de l'écosystème mare qui s'est déroulée en amont des opérations sur site. Cela a permis le lancement d'une dynamique de restauration bien accueillie par les équipes techniques. Ainsi, les agents de la COM de Saint-Martin et les associations citées ci-dessous ont pu bénéficier d'une transmission de connaissances et de savoir-faire tant en salle et que lors des sessions sur site des 3 et 4 février 2023 :

- Lily's Tropical Garden,
- Centre Symphorien d'Insertion (CSI),
- Sandy Ground On the Move Insertion,
- Et MétiMer.



fig.59 Extraction du typha

2 Gestion des déchets verts

Les déchets verts issus des travaux de restaurations des mares de Taonaba et de Millrum ont été acheminés en déchetterie. Le traitement idéal pour cette espèce est l'incinération dans une structure adaptée pour ne pas laisser s'échapper les akènes. Cependant, cette filière de traitement n'existe pas encore aux Antilles.

fig.60 Participants à la formation en salle et l'action sur le terrain. Une attestation de formation symbolique a été délivrée aux participants afin d'encourager à continuer l'action entreprise



3 Résultat, suivi et perspectives

Les travaux sur les deux mares ont mobilisé une quinzaine de personnes, et ont été réalisés le 2 février 2023 en Guadeloupe et le 4 février 2023 à Saint-Martin. Vu l'ampleur des travaux à réaliser et l'impossibilité de manipuler les typhas en fleur, la restauration complète de ces 2 sites n'a pu aboutir. Par conséquent, seuls quelques individus ont été extraits des mares. Néanmoins des dynamiques ont été impulsées et les travaux d'extraction reprendront lorsque les conditions seront plus favorables.

En Guadeloupe, ce sont les mêmes acteurs mobilisés pour la jacinthe d'eau qui ont opéré sur le typha. Pour la suite, il est prévu que le canal de Belle-Plaine et la prairie humide à proximité soient gérés par Cap excellence.

Pour Saint-Martin, un protocole de restauration progressive a été rédigé afin de conserver un habitat pour l'avifaune. En effet, il est recommandé de planter des espèces végétales indigènes parallèlement à l'extraction du typha afin de limiter les perturbations engendrées par la perte d'habitat, notamment pour la nidification. Par ailleurs, l'occupation de l'espace par une autre espèce limiterait une nouvelle colonisation du typha. Pour le choix des espèces, il est nécessaire de lister des espèces indigènes et adaptées au contexte de mares.

Dans le cas présent, les espèces envisagées pour la reconstitution de l'habitat étaient composées de joncs (*Eleocharis mutata* ou *intersincta*) ainsi que de palétuviers blancs (*Laguncularia racemosa*). Le choix du jonc est motivé par plusieurs raisons :

- La mare étant alimentée par une STEU, cette espèce a été sélectionnée en raison de son rôle de filtration de l'eau. En effet, sa capacité à absorber les nutriments et à améliorer la qualité de l'eau en faisait un choix pertinent.
- De plus, il offre un habitat idéal pour l'avifaune (abri et lieu de nidification) grâce à la formation de longues tiges aériennes.



• Le souchet à involucre (*Cyperus involucratus*)

Bien souvent confondu avec le *Cyperus papyrus*, le souchet à involucre était autrefois appelé papyrus à feuilles alternes (*Cyperus alternatus*). Cette espèce héliophyte, pouvant atteindre 2 m de hauteur, est naturellement présente en Afrique, dans la Péninsule arabique et à Madagascar et a été introduite volontairement sur d'autres continents via le commerce pour ses qualités ornementales et pour l'aquariophilie.

Écologie de l'espèce

La dissémination de cette espèce est favorisée par la production d'akènes (petits fruits secs contenant une graine unique) dispersés par le vent (on parle d'anémochorie). Elle peut également s'étendre facilement dans un milieu grâce au développement de rhizomes (reproduction végétative).

Particularité de l'espèce

Le système racinaire de cette espèce est particulièrement dense et bien ancré dans le sol, ce qui rend son extraction complexe et fastidieuse.



Retour d'expérience : gestion du souchet à involucre en Guadeloupe

Les expérimentations sur cette espèce ont été menées sur le site de la mare à Bwè au Gosier, en Guadeloupe. Cette action de restauration s'intègre dans le projet d'aménagement et de gestion des espaces naturels non littoraux porté par la ville du Gosier.



Description du site d'expérimentation

La mare à Bwè est une mare urbaine intégrée dans un petit parc aménagé et clôturé (Figure 61). La végétation arborée sur les berges de cette mare est essentiellement constituée de cocotiers, tandis que le plan d'eau est totalement recouvert d'un côté par un épais tapis de comméline diffuse (*Commelina diffusa*), une espèce indigène capable de recouvrir un milieu en proliférant excessivement, et envahi de l'autre côté par le souchet à involucre. Dans la dynamique de réaménagement du site, les petits cocotiers ont été retirés pour laisser place à la végétation naturelle des mares.



fig.61 Mare à Bwè vu du ciel

Restauration de la mare à Bwè et gestion du souchet à involucre

Si on note la présence d'individus en fleurs au moment des interventions sur site, la gestion de l'espèce doit se faire en 2 étapes :

1 Coupe et ensachage délicat des inflorescences

Avant d'extraire le souchet, il est nécessaire de couper les parties apicales (situées en haut de la plante, appelées ici des têtes) afin d'éviter que le pollen ou les graines ne se dispersent dans la mare (Fig. 62). Cette étape est particulièrement importante, car les fleurs se détachant facilement, les secousses

provoquées lors du processus d'extraction peuvent les faire tomber dans le milieu. Bien qu'ils puissent être disséminés par le vent, les akènes du souchet ne sont pas aussi volatiles que ceux du typha, ce qui permet leur manipulation. Sur la mare à Bwè, les têtes de souchet ont donc été coupées délicatement à l'aide de sécateurs, puis ensachées.

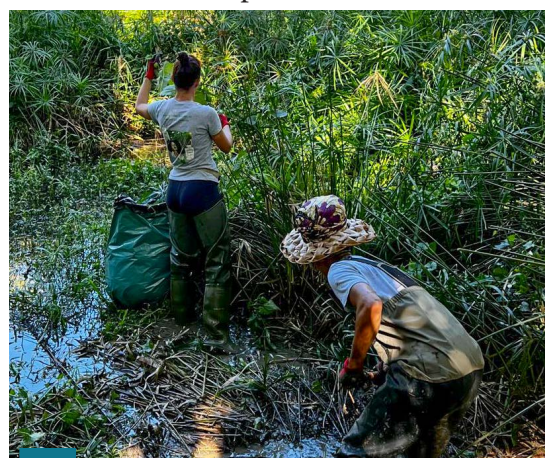


fig.62 Équipe REMA en action pour la coupe des têtes en fleurs et l'extraction du souchet à involucre

2 Extraction des souchets à involucre avec leur système racinaire

Les méthodes classiques d'extraction à l'aide de fourches se sont avérées peu efficaces et fortement énergivores car les souchets forment une végétation dense et ont un système racinaire très ancré au sol.

Par conséquent, pour extraire l'espèce du milieu plus facilement, le protocole élaboré conjugue méthodes manuelles et méthodes mécaniques. Une barre à mine doit être utilisée et mise en place à l'horizontale de façon à traverser de part et d'autre les racines du souchet (Figure 63). Puis, il faut entourer les deux extrémités de la barre à mine à l'aide d'une corde tout en faisant passer derrière l'îlot de végétation ciblé. Au préalable, la corde doit être rattachée à un système de traction tel qu'un tirefort (manuel) ou une tractopelle (mécanique).

Enfin, il faut attacher la corde au système de traction avec un mousqueton pour que le tout soit tiré depuis l'extérieur de la mare à l'aide du moyen choisi. Avec la force de traction, le système se resserre et permet d'arracher l'îlot de souchet du substrat avec ses racines.

Un minimum de deux personnes équipées de waders et de gants longs sont nécessaires dans la mare pour mettre en place le dispositif et une troisième sur les berges pour tirer l'ensemble au tirefort ou à la tractopelle.

L'avantage d'utiliser un tirefort par rapport à une tractopelle est que sa manipulation ne nécessite pas de qualification particulière.



fig.63 Mise en place de la barre à mine de part et d'autre du système racinaire



fig.65 Traction du souchet à l'aide d'un tirefort (photo de gauche) et de la tractopelle (photo de droite)



3 Résultats, suivi et perspectives

À l'issue des deux opérations réalisées les 29 mars et 3 mai 2023, grâce à la mobilisation d'une trentaine de personnes, une grande partie du plan d'eau a pu être libérée (Fig. 66) du souchet. Les participants à cette action commune étaient :

- Les agents techniques et le service environnement de la commune du Gosier,
- Les riverains,
- Et des organismes publics et privés dont : L'Office de l'eau, Nosdechets.fr, Caraïbes paysage, le CAUE, la société HMS (nettoyage industriel).

Suite à ces opérations, le service technique de la ville a créé une équipe « mare » afin de poursuivre les travaux et l'entretien du site. Malgré la bonne volonté de l'équipe du service technique, la végétation n'a pas été suffisamment conservée et les berges ont été mises à nue lors de la 3^e opération (Fig. 64, 22 juin). C'est pourquoi, il sera intéressant de poursuivre un accompagnement de la commune, notamment sur l'importance de conserver la végétation, essentielle pour l'équilibre de la mare et l'accueil de la faune. Aujourd'hui, la ville du Gosier continue son projet d'aménagement du site et l'équipe environnement de la ville poursuit ses efforts afin d'empêcher le développement du souchet à involucre pour maintenir durablement le plan d'eau libre.



fig.66 Mare à Bwè après l'ouverture du plan d'eau

D Espèces de berges

Les berges des mares sont elles aussi soumises à la pression des EEE et des plantes envahissantes. Ces populations qui se forment rapidement, aboutissent à la diminution de la biodiversité locale et - très souvent - à l'exclusion totale des espèces indigènes du milieu.

Au cours du projet REMA, 4 principales espèces d'EEE arbustives et herbacées colonisatrices de berges ont été rencontrées :

• Le Ricin (*Ricinus communis*)

- Originaire d'Afrique tropicale,
- Introduit pour la fabrication d'huile et à but ornemental,
- Affectionne particulièrement les berges de cours d'eau et les zones humides,
- Peut former une population dense,
- Produit des graines toxiques pour les animaux et les humains à cause de la ricine qu'il contient.



• La liane corail (*Antigonon leptopus*)

- Originaire du Mexique,
- Introduite à but ornemental,
- Plante grimpante à croissance rapide, se reproduisant de façon sexuée (akènes) et végétative (formation de tubercules ou par bouturage),
- Espèce très mellifère profitant aux abeilles et autres pollinisateurs.



• Le faux mimosa (*Leucaena leucocephala*)

- Cette espèce présente un fort caractère envahissant,
- Se reproduit de façon sexuée avec la production de nombreuses graines légères disséminées par le vent. Chaque gousse contient entre 8 et 18 graines,
- Généralement utilisé comme fourrage pour le bétail (riche en azote), mais peut être toxique pour les non ruminants à cause des mimosines et tannin qu'il contient.



• L'herbe de Guinée (*Megathyrsus maximus*)

- Originaire d'Afrique et du Yémen,
- Introduite aux Antilles pour son utilisation comme herbe de fourrage,
- Peut atteindre plus de 2 m de haut,
- Se reproduit de façon sexuée par la production de graines appréciées par les oiseaux, et de façon végétative par ses rhizomes. La reproduction sexuée peut être mise en pause lorsque les conditions (espace, nutriments) sont plutôt favorables à une reproduction végétative.

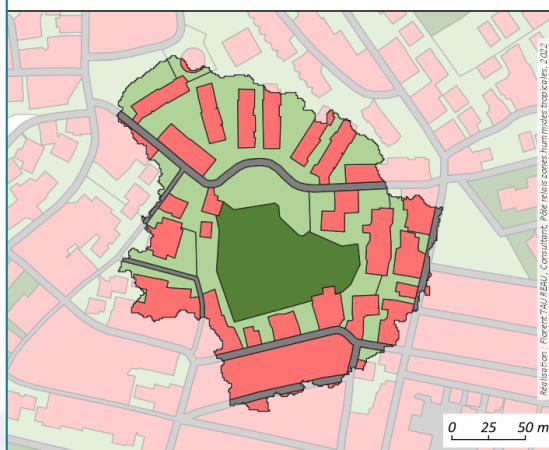


Retour d'expérience : gestion des EEE sur les berges en Guadeloupe

Les espèces mentionnées ci-dessus ont toutes été rencontrées sur la mare Sergent située au Moule en Guadeloupe. Cette mare urbaine est située au cœur de nombreuses habitations et la ville a pour objectif de valoriser ce site et de redynamiser la vie du quartier autour de ce point d'eau. C'est ainsi que la ville du Moule, accompagnée par la Communauté d'Agglomération du Nord Grande-Terre (CANGT) et les associations ACAGE et ARC3 (association des riverains) se sont associées pour travailler sur ce vaste projet de réhabilitation et restauration de la mare.



Occupation du sol dans le bassin-versant du site de la mare de Sergent, commune du Moule, Guadeloupe



Répartition des modes d'occupation du sol dans le bassin versant de la mare de sergent

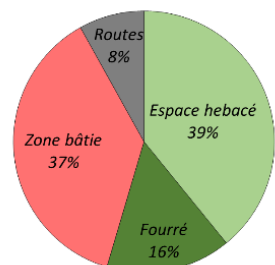


fig.68 Occupation du sol autour de la mare Sergent (réalisation : Florent TAUREAU)

Description du site d'expérimentation

Il s'agit d'une mare urbaine localisée au centre du quartier Sergent (Fig. 67). Consciente de sa valeur écologique, sociologique et aussi hydraulique (la préserver, c'est limiter les inondations du quartiers), la ville du Moule a mis en œuvre un projet d'aménagement de la mare en collaboration avec les riverains afin de stopper les remblais et le comblement. Ce site naturel est d'ailleurs confronté à plusieurs problématiques :



fig.67 État initial de la mare Sergent

- Dépôts sauvages de déchets divers, dont de nombreux VHU (Véhicules Hors d'Usage);
- Envahissement du plan d'eau par une espèce de poacée non déterminée car la fleur, indispensable à l'identification, n'a pu être observée lors des interventions sur site ;
- Colonisation des berges par des EEE.

Le projet de restauration de cette mare présente 3 grande étapes :

- Phase 1, nettoyage des berges : élagage de la végétation, extraction des VHU et ramassage des déchets (cf. chapitre 4.3)
- Phase 2, replantation des berges : plantation d'espèces locales pour empêcher la repousse des EEE
- Phase 3, libération du plan d'eau : extraction de la poacée

Après avoir nettoyé les berges de la mare, l'action consistait à replanter les berges. Pour cela, plusieurs étapes sont nécessaires : identifier les espèces présentes afin de pouvoir les conserver au mieux lors du nettoyage, extraire les végétaux non appropriés, puis assurer le succès de la replantation en réalisant un suivi régulier.

Phase 1 : Nettoyage des berges

1 Identification des espèces sur les berges

Après avoir noté les espèces présentes sur site, les équipe ont rapidement constaté que les EEE dominaient totalement et qu'aucune espèce indigène n'avait pu être repérée.

Toutefois, en cas de présence avérée d'une espèce à conserver, il est conseillé de bien les « marquer » afin de les conserver lors du débroussaillage. Pour cela, il est recommandé de réaliser un travail de coupe minutieuse à l'aide de machette et de sécateur, autour de celle-ci afin d'assurer sa visibilité lors d'un travail de gros-œuvre.

2 Extraction mécanique de végétaux sur des berges difficiles

Les berges de la mare Sergent présentent une combinaison de plusieurs facteurs qui rendent le nettoyage complexe et dangereux. En effet, le sol est instable, la végétation envahissante est dense et haute, et la présence de macrodéchets à risque et de VHU rendent l'action particulièrement délicate.

Dans ce cas de figure, l'utilisation d'une pelle mécanique légère peut être envisagée, mais l'engin doit impérativement être positionné le plus en retrait du bord de la mare afin d'éviter l'affaissement des berges. En effet, l'utilisation de cette machine risque de déstructurer les rives et de nuire à la biodiversité. Pour minimiser l'impact sur le milieu, il est crucial de définir au préalable un circuit de passage en évitant les zones à risque et les zones de présence d'espèces à préserver.

3 Gestion et tri des déchets mélangés

Les déchets extraits doivent ensuite être triés pour être acheminés selon leur nature vers les déchèteries appropriées.

Le transport des déchets verts composés d'EEE doit se faire dans un contenant fermé pour éviter toute dispersion de celles-ci. L'incinération dans une structure adaptée est une alternative envisageable, alors que le compostage individuel et l'enfouissement ou le fourrage sont à proscrire en raison de leur possible concentration en polluants.

Sur la mare Sergent, la ville du Moule est en convention avec la société EnergiPôle pour le traitement de ses déchets verts, déchets qui sont ensuite revalorisés pour la production d'énergie.

4 Résultats, suivi et perspectives

Avec la mobilisation de son service technique, la ville a consacré 2 jours de travaux à l'extraction des EEE sur les berges, les libérant totalement de celles-ci (Fig. 70). La ville a ensuite mis en place un entretien régulier du site avec un passage à la débroussailleuse une fois par mois.



fig.69 État de la mare sergent après le nettoyage des berges

Phase 2 : Replantation des berges

Les espèces qui seront replantées doivent être adaptées au milieu et indigènes des petites Antilles. Pour cela, une liste d'espèces, revue et inspirée d'une 1^{re} liste fournie par l'association ACAGE et de la « liste des espèces utilisables en génie végétal et adaptées aux pentes douces, voire nulles » du projet PROTEGER du Parc national de la Guadeloupe (<https://genie-vegetal-caraibe.org>), a été proposée à la ville du Moule dans le tableau ci-dessous :

Comméline diffuse,
Commelina diffusa

Type	Nom en français	Nom en Latin
Arbre	Citronnier	<i>Citrus x aurantiifolia</i>
	Mapou rouge	<i>Varronia nesophila</i>
	Black Olive	<i>Bucida buceras</i>
	Tendre à Caillou	<i>Acacia muricata</i>
	Campêche	<i>Haematoxylum campechianum</i>
	Galba	<i>Calophyllum calaba</i>
	Pois doux	<i>Inga ingoides</i>
	Abricot Pays	<i>Mammea americana</i>
Arbuste	Savonnette rivière	<i>Lonchocarpus roseus</i>
	Goyavier	<i>Psidium guajava</i>
	Vanillier de Cayenne	<i>Duranta erecta</i>
	Casia alata	<i>Senna alata</i>
	Fougère dorée	<i>Acrostichum aureum</i> <i>Acrostichum danaeifolium</i>
	Raisinier bord de mer	<i>Cocoloba uvifera</i>
Herbacée	Icaquier	<i>Chrysobalanus icaco</i>
	Girofle mare	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>
	Comméline diffuse	<i>Commelina diffusa</i>
	Trompetilla (En créole : Zèb ké (a) rat)	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>
Aucun nom commun (famille des Cypéracées)	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	

Phase 3 : Libération du plan d'eau

Le protocole élaboré pour l'extraction de la poacée s'inspire de la culture traditionnelle de Guadeloupe en suggérant l'utilisation de bœufs tirants rattachés à une charrue pour déraciner la poacée. En effet, des essais à la main ont montré qu'il serait relativement aisé pour les bœufs d'arracher les racines, notamment pour les parties de la mare en eau (Fig. 70). Cette phase 3 n'a pu être réalisée pour des raisons de non-concordance des calendriers mais la commune conserve cette action dans sa programmation.



fig.70

Test d'arrachage de la poacée à la main

4.2

Régulation des espèces indigènes qui tendent à fermer le milieu

Bien qu'indigènes, certaines espèces peuvent proliférer de manière excessive dans une mare et par conséquent favoriser sa fermeture et accélérer le processus de comblement.

Dans le cadre de la gestion d'une mare confrontée à cette problématique, et afin de minimiser l'impact sur les organismes aquatiques, il convient de réguler la population de ces espèces végétales en procédant de manière graduelle, en n'éliminant qu'une partie de celles-ci sur le site, avec comme objectif de maintenir au moins un tiers de la mare en eau libre.

Pour les espèces indigènes, la gestion des déchets verts est moins exigeante que pour les EEE. En effet, une fois retirées du milieu, il est possible de les entreposer une journée en bordure de la mare pour permettre aux organismes aquatiques et insectes de retourner dans l'eau (pour rappel, s'il s'agit d'EEE, cette pratique est interdite). Les déchets verts peuvent aussi être transportés en déchetterie, ou laissés sur place dans une zone éloignée de la mare pour qu'ils se dégradent (solution qui n'est pas idéale si l'on souhaite conserver la qualité paysagère du site).

Au cours du projet REMA, 2 espèces indigènes ont fait l'objet d'opérations de restauration : la comméline diffuse, *Commelina diffusa* et le jonc, *Eleocharis mutata*.

A noter que la comméline diffuse est considérée comme cryptogène en Martinique et Guadeloupe : son aire d'origine n'étant pas connue, il est impossible de déterminer si elle est indigène ou introduite. Dans le cadre du projet REMA, elle a été considérée comme indigène.

• La comméline diffuse (*Commelina diffusa*)

Cette espèce largement présente dans les Antilles, est souvent utilisée comme fourrage pour les lapins ou les porcs. Elle peut se comporter comme un héliophyte en se développant les pieds dans l'eau ou comme une espèce flottante en formant d'épais tapis.

Écologie de l'espèce

La comméline diffuse peut fleurir et fructifier toute l'année, et a également la capacité de se reproduire de façon végétative.

Particularité de l'espèce

Bien qu'elle affectionne les milieux humides, la comméline diffuse s'adapte à de nombreux types de sols, notamment dans les milieux anthropisés comme les bords de route. Du fait de sa forte capacité d'adaptation et d'étalement, elle peut être dérangeante dans les cultures car très compétitives vis-à-vis des autres espèces.

Retour d'expérience : gestion de la comméline diffuse en Guadeloupe

*La comméline diffuse a été rencontrée sur la mare à Bwè dans la ville du Gosier en Guadeloupe. Comme pour les opérations de gestion du souchet à involucre, *Cyperus involucratus* le portage du projet a été assuré par la commune.*

Description du site d'expérimentation

Dans cette mare urbaine, le plan d'eau était recouvert par un tapis flottant de comméline diffuse (Fig.71).

Sur cette couverture végétale se sont implantées, en plus du souchet à involucre, d'autres espèces d'herbacées.

A retenir : dans un milieu peu alimenté en eau, la comméline diffuse a la capacité de se développer directement au sol et par conséquent l'arrachage peut se faire à la main. Cette opération ne présente aucune difficulté de mise en œuvre.

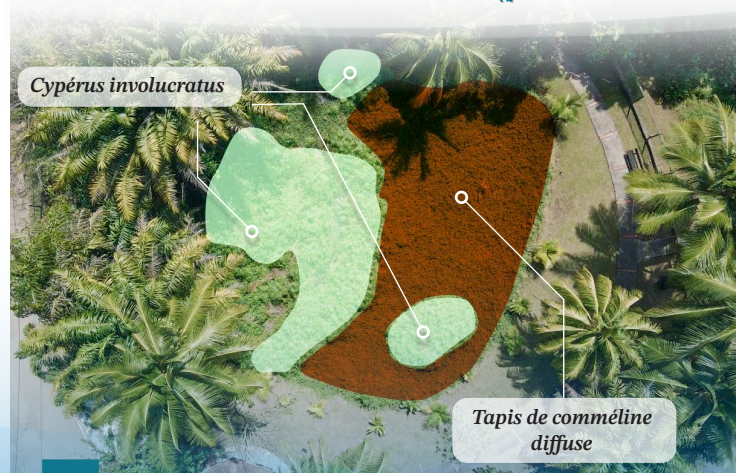


fig.71 Répartition de la végétation dans la mare à Bwè



fig.72 Extraction de la comméline diffuse

Expérimentation sur la mare à Bwè : régulation de la comméline diffuse.

L'extraction du tapis flottant de comméline diffuse a été relativement simple à réaliser, l'espèce n'opposant que peu de résistance à la coupe et à l'arrachage.

1 Extraction de la comméline diffuse.

Cette masse formée par la comméline diffuse peut-être séparée en morceaux, plus faciles à rapatrier vers les berges. Selon leur taille, ceux-ci peuvent être ensuite sortis du milieu à l'aide de fourches.

2 Gestion des déchets verts

Les déchets verts de comméline diffuse ont été acheminés dans la déchetterie de la ville.

3 Résultat, suivi et perspectives

Les opérations ont été réalisées en parallèle à l'extraction du souchet à involucre. Grâce aux appels à bénévoles, la restauration de cette mare a mobilisé une trentaine de personnes de divers horizons grâce auxquels le plan d'eau a pu être totalement libéré de la comméline diffuse.

Toutefois, après la reprise du chantier par l'équipe de la ville, en plus de la comméline diffuse, d'autres espèces d'herbacées ont été intégralement retirées, mettant à nue les abords de la mare. Cette intervention a privé les berges de cette végétation indispensable à leur maintien et essentielle à certaines espèces animales (avifaune, insectes). Les berges peuvent accueillir des

espèces communes comme des espèces patrimoniales, toutes importantes au développement de la biodiversité. Dans les projets de restauration, il est donc fondamental de les maintenir enherbées.

fig.73 État de la mare avant (29/05/2023)



fig.74 État de la mare après (22/06/2023)



• Le jonc (*Eleocharis mutata* et *Eleocharis interstincta*)

Ces deux espèces héliophytes partagent de nombreuses similitudes et il faut les observer de près pour réussir à les distinguer.

Eleocharis mutata se présente sous forme de tiges segmentées dépourvues de feuilles apparentes avec, à son extrémité, une inflorescence en épi. C'est par cette forme particulière qu'elle se différencie d'autres espèces, comme *Eleocharis interstincta* qui présente une tige arrondie et lisse.

Toutes deux peuvent atteindre 90 cm de hauteur et 7 mm de diamètre.

Ces espèces de jonc assurent un rôle de filtration de l'eau et jouent un rôle important de reposoir et d'abri pour de nombreuses espèces animales (oiseaux, odonates). Mais sa prolifération excessive favorise la fermeture du milieu en accélérant le comblement de la mare et en restreignant l'accès à l'eau pour les animaux (oiseaux, chauve-souris, insectes).



Écologie de l'espèce

Se développant sous forme de touffes grâce à leur rhizome court, elles ont également recours à la reproduction sexuée pour se propager.

Retour d'expérience : régulation du jonc en Martinique

Des opérations de régulation ont été menées en Martinique sur la Mare de Macabou dans la ville du Marin, portée par l'antenne Martinique du Conservatoire du Littoral qui en a délégué la gestion à la Communauté d'Agglomération de l'Espace Sud (CAESM ou Espace Sud). Les agents du service technique et de la brigade de l'environnement sont donc affectés à la gestion de cette mare



Description du site d'expérimentation

La mare de Macabou est à l'origine une dépression naturelle qui a probablement fait l'objet d'un agrandissement pour usages agricoles après 1960.

Située sur le site du Grand Macabou, cette mare, intégrée à un parcours de randonnée pédestre, est entourée d'une végétation typique des forêts littorales sèches.

Sur les berges, le cortège floristique est composé de girofles mare, de cypéracées

et de différentes espèces d'herbacées. On y retrouve également des épineux.

Dans le plan d'eau, le jonc constitue la végétation dominante, mais cohabite tout de même avec des nénuphars de l'espèce *Nymphaea blanda*, et l'utriculaire gibbeuse, *Utricularia gibba* (Fig. 76), une espèce carnivore menacée et protégée (cf. focus p.19). La mare est fréquentée par plusieurs espèces d'odonates, d'oiseaux, de poissons et même par de petites crevettes.

fig.75

État initial de la mare de Macabou et présentation dans son contexte environnemental.



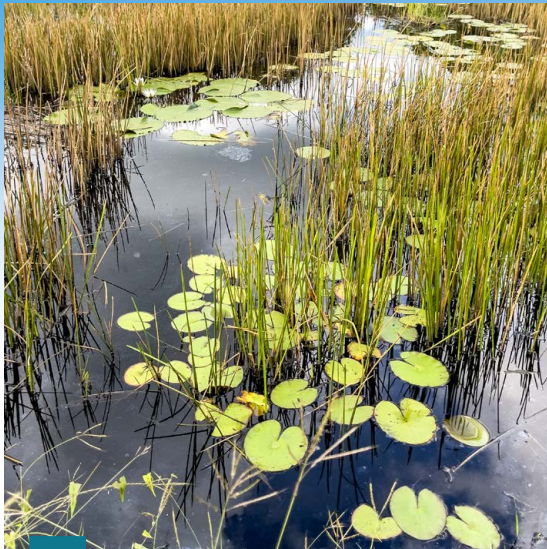


fig.76 Autres espèces présentes dans le plan d'eau de la mare



Restauration de la mare de Macabou : régulation de l'espèce *Eleocharis mutata*

Sur cette mare, les actions de restauration consistaient à éclaircir la population de joncs en créant plusieurs îlots disparates (dans l'objectif de reproduire une disposition naturelle et non linéaire), et à extraire les nombreux individus morts qui tapissaient le sol.

Afin d'organiser au mieux l'action, et d'identifier les différentes profondeurs de la mare, le plan d'eau a été sondé à l'aide d'un bâton gradué de 2 m (Fig. 77). Les zones de nénuphars et d'utriculaires gibbeuses ont été marquées et évitées lors des interventions.

Le centre de la mare constituait le point haut et donc la partie où le comblement était le

plus avancé. Côté ouest, la population de joncs était particulièrement dense, tandis qu'à l'est un couloir de joncs morts s'était formé. Deux interventions ont été réalisées le 8 décembre 2022 et le 11 avril 2023 sur ce site. Ces dates ont été choisies pour que la mare puisse être en eau et faciliter ainsi le déracinement du jonc (sol humide et meuble). Mais il s'est avéré qu'en décembre le niveau d'eau était trop élevé, rendant les déplacements dans le milieu relativement compliqués. C'est pourquoi la deuxième opération a été reconduite en milieu de saison sèche pour que le niveau d'eau soit plus bas, et ainsi permettre d'y évoluer plus aisément.

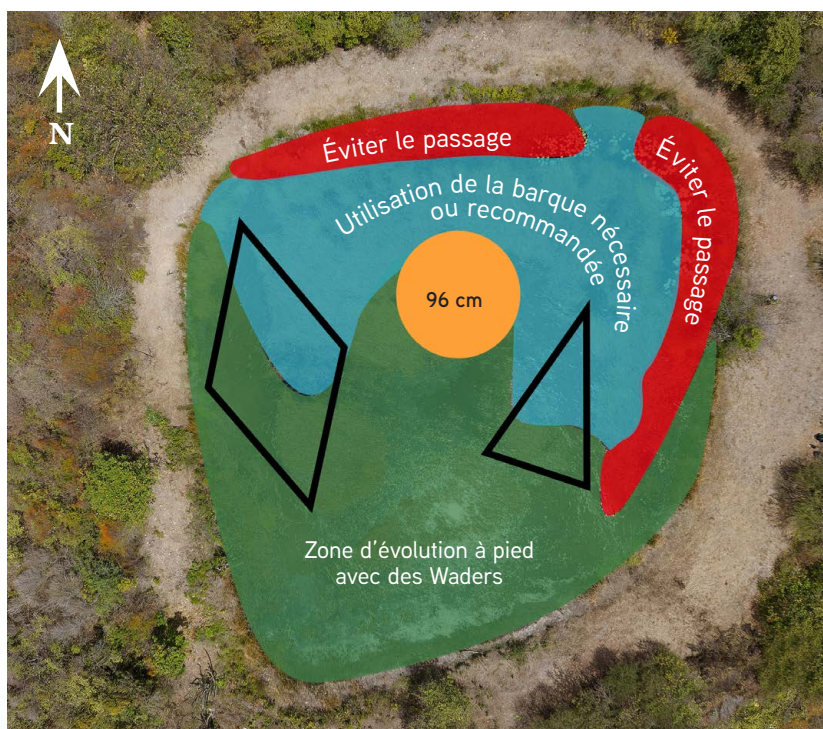


Schéma des zones de passage

-  Zone de la mare la plus profonde (96 cm)
-  Zone la plus dense de jonc
-  Zone de forte concentration de jonc morts (évolution à pied difficile)

fig.77 Zones de passage et d'intérêts sur la mare de Macabou

1 Extraction du jonc

Les effectifs ont été divisés en 3 postes distincts :

■ Sur le plan d'eau : Arrachage/déracinement du jonc



fig.78 Extraction du jonc dans la mare de Macabou

Les agents mobilisés à l'arrachage du jonc ont formé 2 équipes : une affectée à l'extraction au centre de la mare et une sur la zone dense à l'ouest. Les joncs se déracinent assez aisément à la main ou à l'aide de fourches.

Avant de les sortir du milieu, il est impératif de secouer les racines dans l'eau. Cela permet de faire retomber les petits organismes et le substrat.

Pour limiter les allers-retours sur le plan d'eau, des embarcations (type kayaks ou barques à fond plat, remorqués à l'aide d'une corde), peuvent être utilisées pour stocker les végétaux (Fig. 78) et les rapatrier ensuite sur les berges.

■ Extraction des joncs morts



fig.79 Extraction des joncs morts

Les joncs morts s'affaissent vers le sol et peuvent se retrouver immergés. Leur extraction nécessite alors l'utilisation de râteaux ou fourches courbées.

La forme de ces outils permet d'accrocher plus facilement les individus et de les sortir. Une embarcation est également nécessaire pour charger ces végétaux.

■ Sur les berges : Rapatriement et stockage du jonc sur site



fig.80 Rapatriement des joncs

Les embarcations chargées de joncs pouvant être lourdes, 3 à 4 agents sont nécessaires pour les tracter au moyen d'une corde (prévoir une longueur suffisante). Sur la mare de Macabou, une corde d'environ 20 m a été utilisée (Fig. 80).

2 Gestion des déchets verts



fig.81 Espace de stockage et de dégradation du jonc

L'espèce traitée n'étant pas une EEE, les déchets verts ont été stockés sur site, dans un espace éloigné de la mare.

L'acheminement en déchetterie ou le compost sont aussi des alternatives possibles à la gestion de ces déchets.

3 Résultats, suivi et perspective

Grâce à la collaboration de 15 agents de la brigade de l'environnement et du service technique de l'Espace Sud, ainsi qu'au prêt d'embarcations par le club nautique du Marin et par M. Juhel, les deux opérations menées sur site ont conduit à l'extraction de joncs vivants et morts, sur une superficie d'environ 400 m² (Fig. 82).



État initial



08/12/2022



11/04/2023

fig.82 Evolution de la mare de Macabou suite aux opérations du 8 décembre 2022 et 11 avril 2023

Les agents de l'Espace Sud ont été formés au protocole d'intervention et sensibilisés à l'importance de la mise en place d'un entretien régulier.

5 mois après les travaux, les zones éclaircies ont été conservées (Fig. 83) et la population de joncs continue à se développer principalement en bordure de la mare.

Enfin, les déchets verts de jonc, laissés sur place, se dégradent progressivement dans le milieu (Fig. 84).

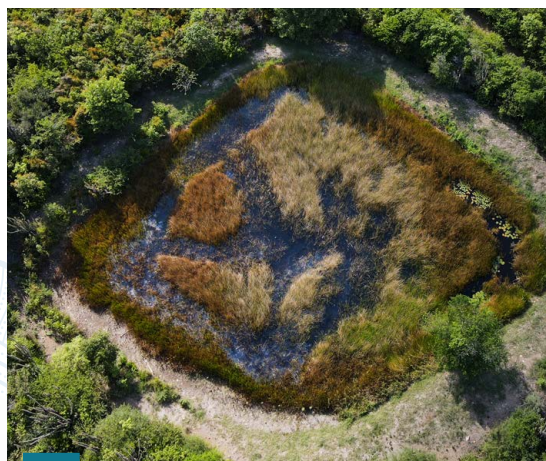


fig.83 Mare de Macabou 5 mois plus tard (09/09/2023)

fig.84 Déchets verts de joncs, 5 mois plus tard



4.3

Nettoyage des macrodéchets

Au-delà des effets préjudiciables qu'ils peuvent causer à la qualité paysagère, les déchets affectent considérablement les milieux naturels et la vie qu'ils abritent. La dégradation des matériaux plastiques ou le déversement de produits chimiques et autres substances nocives - comme les huiles ou les métaux lourds - altèrent la qualité de l'eau.

D'un point de vue physique, l'accumulation de déchets peut obstruer les berges et empêcher l'accès à la faune, laquelle, selon la taille du déchet, peut également l'ingérer et en mourir.

Rappelons que les mares, comme toutes les zones humides, sont situées toujours en points bas d'écoulement des eaux et constituent ainsi

des réceptacles dans lesquels ces polluants et déchets vont être transportés par les eaux de ruissellement. C'est pourquoi la gestion de cet écosystème doit se faire à l'échelle de son bassin versant.

Inclure les riverains dans ces projets de nettoyage de déchets permet de les sensibiliser, de faire évoluer les comportements mais aussi de se responsabiliser quant à la préservation de ces milieux.

Des associations spécialisées dans le ramassage de déchets, la prévention, et la sensibilisation (Clean My Island en Guadeloupe, Zéro déchets Martinique, Clean St Martin, et bien d'autres) peuvent accompagner les porteurs de projets en apportant leur savoir-faire, notamment en termes de tri.

Retour d'expérience : gestions des macrodéchets à la mare Sergent, dans la ville du Moule, en Guadeloupe

Description du site d'expérimentation

Sur cette mare urbaine, de nombreux déchets ont été répertoriés: débris de construction (blocs de béton, ferraille), ordures ménagères et surtout VHU (Véhicules Hors d'Usage).

Tous ces déchets étaient principalement localisés sur les berges et enfouis sous la végétation.

Ce sont les parties Est et Nord-est de la mare, plus proches des habitations, qui ont fait l'objet du nettoyage (Fig. 85).

Dans ce projet, la ville du Moule a souhaité agir avec la population du quartier, très impliquée déjà, pour réaliser des opérations de nettoyage du site et ainsi les sensibiliser à maintenir la mare propre.

Gestion des déchets divers

Au cours du projet, une habitation vétuste à proximité de la mare a pris feu en juillet 2022, brûlant ainsi la végétation et révélant un grand nombre de déchets et de VHU. La ville a nettoyé l'espace et plusieurs camions de déchets ont été retirés. Le lieu a rapidement été colonisé par diverses espèces végétales.

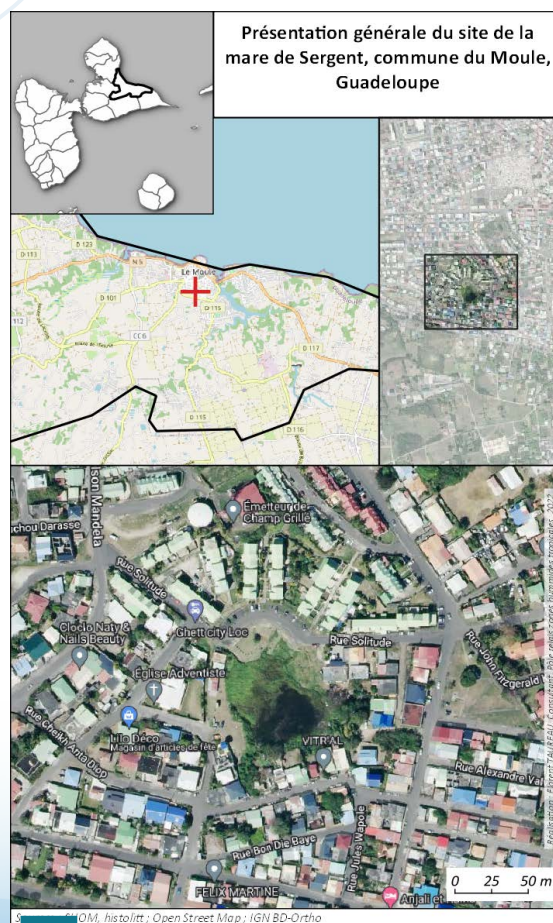


fig.85

Mare Sergent dans son contexte environnemental

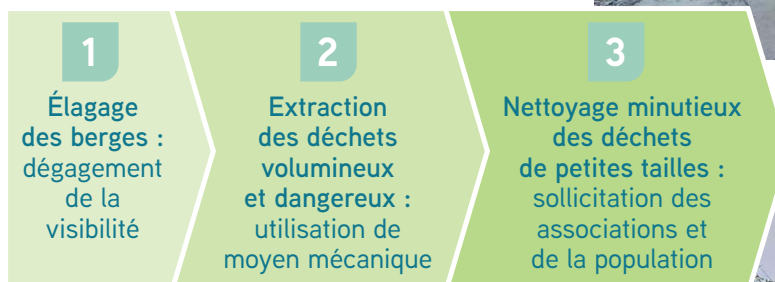


fig.86 Déchets divers observés sur la mare (juillet 2022)

1 Extraction des déchets

Les macrodéchets peuvent se révéler dangereux, c'est pourquoi il est fortement recommandé d'élaguer la végétation avant d'entreprendre leur gestion.

Pour l'extraction des VHU et autres déchets volumineux, l'utilisation de moyens mécaniques est requise (tractopelle, camion). Pour assurer le bon déroulement des opérations en toute sécurité, la chronologie des différentes actions est particulièrement importante.



Pour faciliter le tri des déchets au moment du ramassage, il est recommandé de répartir les participants (agents, bénévoles) en plusieurs groupes, chacun muni de sacs poubelles différents en fonction du type de déchets qu'ils auront à ramasser (plastiques, métaux, verres, non recyclable). Attention de ne jamais faire ramasser des déchets à des participants non équipés (gants, pantalon et bonnes chaussures), ni des déchets dangereux à des mineurs.

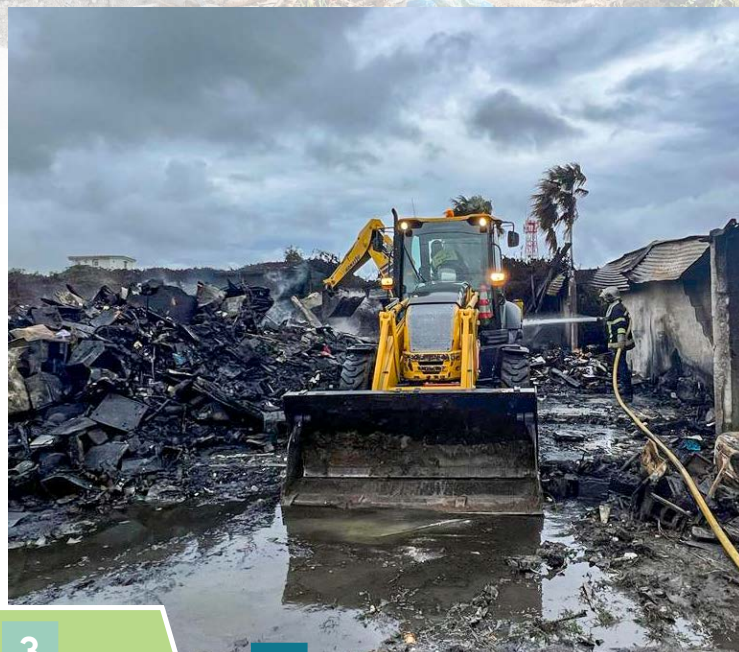


fig.87 Nettoyage des berges après l'incendie.



fig.88 Évacuation des VHU à l'aide d'un camion grue.

2 Gestion des déchets divers

Une fois ramassés et triés, les déchets ne doivent surtout pas rester sur place. Ils doivent impérativement être pris en charge par une société spécialisée ou par les services publics selon le type de déchets. Il est recommandé d'anticiper cette étape en prévenant

ces organismes et en précisant quels types et quantité de déchets seront récoltés, ainsi que les jour prévus pour cette action.

Pour cette opération, les déchets ont été récupérés par la société EnergiPôle qui est en convention avec la ville.

3 Résultats, suivi et perspectives

Sur la mare Sergent, les travaux ont permis d'extraire plusieurs camions de déchets et 10 VHU (5 sur les berges et 5 autres dans la mare). Toutefois, l'élimination de débris plus petits reste un défi de taille à relever. Pour cela, la ville du Moule a mis en place un partenariat avec l'association des riverains (ARC3) afin que des opérations de nettoyage soient régulièrement mises en place, et permettre ainsi de pérenniser l'action entreprise.

Un projet d'embellissement des pourtours de la mare est aussi en cours. A l'instar de la partie Ouest du site, la commune projette d'aménager la partie Est avec l'aide de la

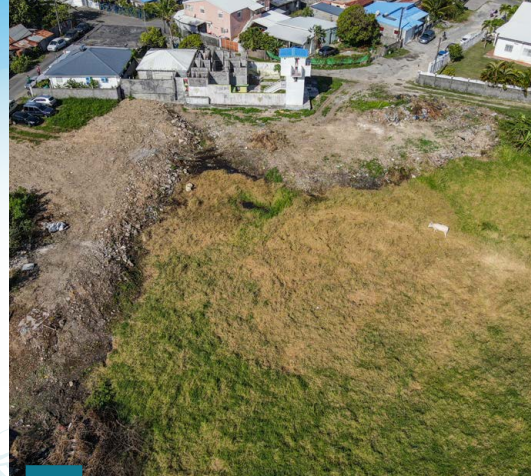


fig.89 Berges de la mare Sergent après nettoyage.

population, espérant que cette action dissuadera les incivilités (Fig. 89). En effet, sur la partie aménagée du site avec diverses plantes et arbres fruitiers, on constate que très peu de déchets ont été déposés. **L'embellissement d'un espace incite le respect de celui-ci.**



fig.90 Vu d'ensemble de la mare Sergent après nettoyage

4.4 Éviter l'assèchement

L'assèchement des mares s'explique par plusieurs phénomènes, souvent d'origine anthropique :

- **Travaux de curage** : s'ils sont réalisés avec des moyens mécaniques lourds, ils risquent de percer la couche d'argile imperméable du fond de la mare.
- **Prélèvements d'eau** : autorisés ou non, trop importants ou récurrents, ceux effectués dans les mares pour des usages industriels ou agricoles peuvent conduire à leur assèchement.
- **Modification hydrographique** : l'aménagement du territoire engendre parfois la déviation des écoulements naturels, voire des rivières ou des ravines alimentant les mares.

L'assèchement d'une mare peut être amplifié par d'autres facteurs comme l'absence d'ombrage, augmentant l'évaporation de l'eau,

ou la présence excessive de végétaux dans le plan d'eau, favorisant l'évapotranspiration. La prise en considération du contexte environnemental est alors essentielle pour appréhender le fonctionnement naturel de la mare, les usages qui lui sont liés, les aménagements à proximité, et ainsi permettre l'identification des causes de son assèchement.

Disposer d'informations sur l'historique des travaux de curage, d'entretien ou de restauration sur un site est important pour comprendre l'origine de cet assèchement et ainsi vérifier s'il peut résulter d'une fissure de la couche imperméable. Dans ce cas de figure, des opérations de réimperméabilisation ou de colmatage du sol avec de l'argile tapissé et compacté d'au moins 30 cm d'épaisseur, sont à envisager. Sur les sols de nature calcaire, fissurés ou sableux, l'ajout d'une géomembrane à l'argile peut s'avérer indispensable (source SNPN).



Comméline diffuse
(*Commelina diffusa*)

fig.91 État initial de la mare du morne Cabri (2022)



Mare du Morne Cabri

Retour d'expérience : gestion d'une mare sujette à un assèchement en Martinique

Le service Environnement Cadre de Vie (ECV) de la Ville du Lamentin, accompagné de son service VRD (Voirie et Réseau Divers) et de l'association d'insertion « CAID environnement », s'est engagé dans des travaux de restauration et d'entretien de la mare du Morne Cabri dans le cadre du projet REMA.

Description du site d'expérimentation

La mare du Morne Cabri est une mare forestière naturelle proche d'un parcours de santé aménagé.

La végétation est composée essentiellement de comméline diffuse (*Commelina diffusa*) et de cypéracées.

Comme le montre cette cartographie du réseau hydrographique, cette mare est alimentée par les eaux de ruissellement qui s'écoulent en provenance du morne (Fig. 92). Lors de l'aménagement du site, des murets ont été érigés en bordure de sentier, ayant pour effet de détourner ces eaux de ruissellement. Cela a conduit à une diminution significative de l'alimentation et du renouvellement en eau (Fig. 93).

A cela s'ajoute la prolifération de la comméline diffuse qui accentue le phénomène d'évapotranspiration.

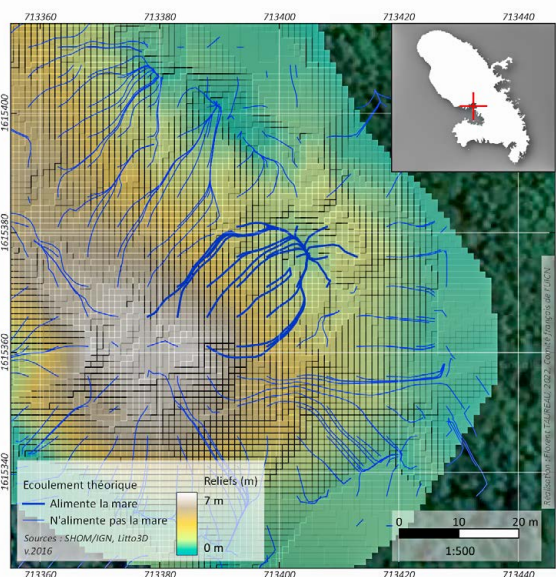


fig.92 Réseau hydrographique de la mare du Morne Cabri. (réalisation Florent Taureau)



fig.93 Murets en bordure de sentier

Restauration de la mare du Morne Cabri

L'objectif était de rétablir l'écoulement des eaux de ruissellement vers la mare et de limiter son évapotranspiration par des actions de régulation de la population de comméline diffuse et de réaménagement du sentier.

1 Régulation de la comméline diffuse

Les agents de la ville du Lamentin ont procédé à un arrachage manuel de cette espèce. Un effectif de 2 personnes était suffisant pour assurer cette tâche. Les déchets verts de comméline diffuse ont été revalorisés en compost dans la pépinière de la ville.



fig.94 Régulation de la comméline diffuse sur la mare du Morne Cabri (16/06/2022)

2 Réaménagement du sentier

Après avoir identifié les murets comme étant la principale cause de l'assèchement de la mare, le réaménagement du site a été réalisé en les retirant et en remodelant le sentier avec une pente douce (février 2022). L'équipe de la ville a mobilisé une tractopelle pour effectuer ces travaux (Fig. 95), qui se sont focalisés sur les portions du sentier en amont de la mare.

A signaler que dans son engagement en faveur de l'environnement, la ville a conservé les matériaux des structures encore en bon état afin de les réutiliser dans d'autres projets.



fig.95 Opération extraction des murets et reprofilage des berges, en février 2023

3 Résultats, suivi et perspective

L'arrachage de la comméline diffuse a été réalisé en juin 2022, permettant ainsi à la mare de se recharger progressivement et de rester en eau durant la saison des pluies.



fig.96 Évolution de la mare après la régulation de la comméline diffuse entre septembre et décembre 2022

Avec la saison sèche (de décembre à mai), la quantité d'eau dans la mare a peu à peu diminué, jusqu'à un assèchement total en mai 2023 (Fig. 97).



fig.97 État de la mare durant la saison sèche de décembre à mai 2023

4.5

Lutter contre le comblement de la mare

Le comblement naturel des mares est un processus lent qui peut prendre des années, voire des décennies, en fonction des conditions environnementales et des facteurs locaux. Les mares confrontées à ce phénomène sont des mares dont l'entretien a été délaissé et qui ont suivi leur cycle naturel. Ainsi, au fur et à mesure que la surface en eau diminue, la végétation s'installe jusqu'à la forestation (voir p 26). A ce stade, il est préférable de ne plus intervenir et de laisser la mare suivre son évolution naturelle.

Lorsque le processus de comblement en est à ses débuts, ces mares doivent être curées ou recreusées. Le curage est une opération visant à enlever la vase, les débris végétaux et autres matériaux accumulés au fond d'une mare. Cette opération a pour objectifs de restaurer ou maintenir la profondeur de la mare, de prévenir le comblement excessif et d'améliorer la qualité de l'eau.

Dans le cas d'une mare totalement comblée, ne présentant plus aucune lame d'eau, on parlera alors de recreusement. Cela consiste à extraire le sol et la végétation qui s'y sont installés.

Cependant, la restauration d'une mare rencontrant cette problématique, ne doit pas se faire au détriment des habitats ou des espèces qui s'y seraient installées. C'est pourquoi, il est important d'analyser le site et d'identifier les enjeux avant d'entreprendre toute action.

Restauration écologique d'une mare comblée

Le choix entre curage manuel et curage mécanique dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels on peut citer la superficie de la mare, l'accessibilité du site, l'impact environnemental ou encore les capacités financières du porteur de projet. Parfois, une combinaison des deux méthodes peut être utilisée pour obtenir les meilleurs résultats.

Moins plébiscité, le curage manuel est pourtant plus respectueux de l'environnement et de la biodiversité.

1 Définir la profondeur de curage

Pour ce type de travaux, le point primordial est de préserver l'intégrité de la couche d'argile imperméable. Il est possible de se renseigner sur la profondeur historique de

la mare pour estimer celle à laquelle creuser. Néanmoins, il est conseillé de prendre une marge de sécurité (ex. si historiquement la mare avait une profondeur de 2 m, il est préconisé de creuser au maximum à 1,80 m voire 1,50 m pour ne pas atteindre la couche argileuse).

Si la mare présente encore une lame d'eau avec de la vase meuble, un bâton gradué peut également être utilisé pour mesurer la profondeur jusqu'à un sol plus compact (couche argileuse).

2 Choisir la période d'intervention

Pour le curage, il est conseillé d'intervenir lorsque le niveau de la mare est bas tout en ayant conservé un sol relativement humide. Pour cela, il est préférable d'agir en milieu de saison sèche (mars-avril).

À noter qu'avec le changement climatique, les saisons ne sont plus autant marquées. Il faut donc suivre l'évolution du sol de la mare pour planifier au mieux l'opération.

3 Curage/recreusement de la mare

Pour le curage manuel d'une mare de petite superficie, il est préconisé de s'équiper de houes, fourches à bêcher, bêches, pelles ou tout autre outil permettant d'extraire le sol et la végétation. Il faut également prévoir le retrait éventuel de déchets en tout genre.

fig.101 Machine amphibie du PNRM, sur la mare Fernand à Schœlcher, Martinique



Pour les mares de grande taille, le recours à des engins mécaniques est souvent nécessaire. Dans ce cas de figure, pour minimiser l'impact il est primordial :

- D'utiliser un godet sans dents pour éviter de percer la couche d'argile,
- De définir et limiter le parcours de l'engin sur le site pour préserver les berges et la biodiversité.

L'utilisation d'une machine amphibie légère peut également être envisagée. Son application directement depuis le plan d'eau permet de réduire considérablement l'impact sur le milieu. Là encore, un chemin d'entrée et de sortie bien spécifique doit être défini pour limiter la détérioration des berges.

Lors du recreusement, la forme donnée à la mare doit privilégier des contours irréguliers et courbés, et non géométriques et rectilignes. En plus de faciliter l'intégration de la mare dans le milieu environnant, elles favorisent l'implantation de la biodiversité.

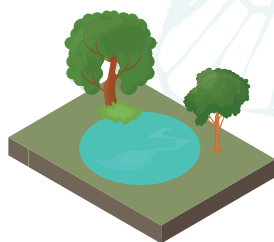
Par ailleurs, il est essentiel d'aménager des berges à pentes douces avec une augmentation progressive - ou par paliers - de la profondeur.

Cela permet à la végétation de s'implanter plus aisément ainsi qu'à la faune d'occuper les berges et de circuler plus facilement.

Des zones plus profondes doivent être creusées mais sans excéder les 2 m de profondeur afin de conserver les propriétés d'une mare.

fig.102

Importance de la structure de la mare sur la biodiversité écologique



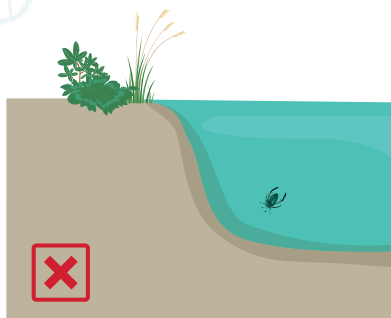
FORMES À ÉVITER



TYPE DE CREUSEMENT À ÉVITER



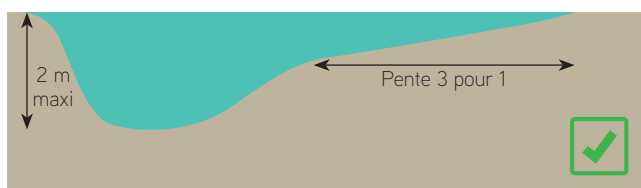
FAIBLE DIVERSITÉ



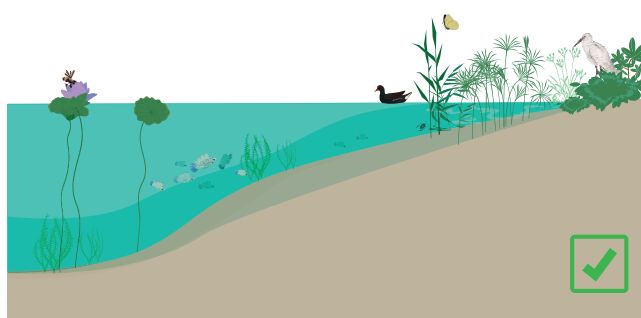
FORMES À PRIVILÉGIER



TYPE DE CREUSEMENT À PRIVILÉGIER



FORTE DIVERSITÉ



Deux cas de figure sont possibles :

▪ **A. Curage :** La mare est en phase de comblement avancée et présente une lame d'eau libre.

Dans cette situation, même avec un niveau d'eau très bas, la mare peut encore héberger des organismes aquatiques.

Afin de minimiser l'impact sur la faune et la flore, il est donc nécessaire d'agir en plusieurs fois. L'excédent de vase est retiré sur les deux tiers de la mare, le tiers restant doit être laissé pour préserver les banques de graines ou les œufs enfouis dans le sédiment. Les opérations peuvent être espacées d'un an par tiers curé.

Dans certains cas, notamment pour les mares forestières, les débris tels que les branches ou troncs, doivent être retirés de la mare. L'utilisation d'une tronçonneuse ou d'un tirefort peut s'avérer nécessaire.

Année 1 :
1^{er} tiers
Curage
sur 1/3
de la mare

Suivi de
la réaction et du
comportement
du milieu
sur 1 an

Année 2 :
2^e tiers
Curage sur
un autre tiers
de la mare

Suivi de la réaction et de l'évolution du milieu

Après cette 2^e année de curage, un curage d'entretien devra être fait environ tous les 5 ans, selon la vitesse d'envasement de la mare.

▪ **B. Recreusement :** Le comblement est total avec la disparition de la lame d'eau.

Ici, il est possible d'intervenir sur l'intégralité de la mare, sans nécessairement espacer les opérations, mais toujours en veillant à préserver les espèces patrimoniales implantées.

Dans le cas où la restauration manuelle s'avère trop laborieuse voire impossible à mettre en œuvre, l'utilisation d'une tractopelle peut être envisagée. Le défi sera alors de ne pas détériorer les berges et de conserver l'intégrité de la couche d'argile en prenant une marge de sécurité plus importante vis-à-vis de la profondeur du recreusement.

Dans le but de prévenir la détérioration des berges, il est impératif de définir sur le terrain le circuit emprunté par l'engin. Ce circuit doit être soigneusement planifié pour éviter toute perturbation des espèces patrimoniales ou autres éléments remarquables, tout en maintenant la machine aussi éloignée que possible du plan d'eau pour éviter tout risque d'affaissement des berges.

4 Gestion des boues de curage

Dans le cas d'une mare de petite taille (moins de 20 m²) les boues de curage en petites quantités peuvent être laissées 1 ou 2 jours sur place afin de permettre à la faune de retourner à l'eau, puis elles doivent être évacuées.

Pour une mare de grande taille, les boues doivent être acheminées hors du site à l'aide d'une tractopelle et d'une benne.

La vase étant riche en matière organique, elle ne doit en aucun cas rester sur les berges, afin d'éviter l'eutrophisation de l'eau en cas de ruissellement et la fertilisation de la végétation.

Selon leur composition et leur qualité (absence de polluants), les boues de curage de la mare peuvent être utilisés :

- En épandage dans des parcelles agricoles ou dans des potagers : conformément la réglementation, des analyses attestant de la bonne qualité des boues doivent être réalisées avant tout épandage ;
- En composts ;
- Pour des travaux de régilage (nivellement).

Les boues de curage peuvent également être stockées dans un espace dédié et éloigné de la mare (mini. 10-15 m). De plus, il est interdit de disposer ces boues à moins de 35 m d'autres zones humides et moins de 50 m des habitations.

Dans le cas où ces boues contiendraient des fragments ou graines d'EEE, leur stockage peut être fortement dommageable à proximité de zones humides.

4.6 Revégénéralisation de la mare

Dans une mare, la végétation assure plusieurs rôles essentiels à son bon fonctionnement tels que :

- L'oxygénation de l'eau ;
- La création d'habitats pour la faune ;
- La régulation de la température sur les berges et le plan d'eau.

Conserver une végétation disponible pour la faune et le maintien des conditions physico-chimiques est donc impératif dans une bonne gestion du milieu.

La revégénéralisation d'un milieu consiste à restaurer la flore indigène de celui-ci. La mise en œuvre d'une telle action survient lorsque la flore a été fortement dégradée suite à des perturbations naturelles ou anthropiques.

Cependant, cette action n'est pas toujours indispensable. Par exemple, dans le cycle de vie d'une mare, la végétation s'implante naturellement de façon progressive. Ainsi, pour une mare fraîchement créée qui ne possède pas encore le cortège floristique spécifique, il suffit parfois d'attendre un peu pour qu'il s'installe spontanément.

Dans la gestion d'une mare, la revégénéralisation est nécessaire à la suite de travaux ayant fortement dégradé la végétation indigène, ou après l'extraction/arrachage d'EEE formant un habitat important pour la faune.

Dans certains cas, comme pour la Mare de Millrum (Voir p 67), les EEE qui recouvrent totalement le milieu sont utilisées par l'avifaune pour la confection de nids ou encore comme support de ponte par les odonates. Par conséquent, l'élimination des EEE dans le milieu constitue en quelque sorte une perte d'habitat. Ainsi, lors de ces opérations, il est important de préserver la végétation indigène du site et de prévoir, en parallèle, la reconstitution d'un habitat favorable à la faune.

Comment revégénéraliser une mare ?

Pour assurer une sélection d'espèces adaptées aux conditions et enjeux de la mare, il est recommandé de se faire accompagner par des spécialistes (naturaliste, botanistes, écologues).

1 Favoriser la régénéralisation naturelle

Sur les berges et le plan d'eau, lorsque la végétation indigène a été détériorée, il faut limiter les passages dans le milieu pour permettre à

la végétation de repousser d'elle-même. En cas d'EEE, les passages sont obligatoires pour empêcher les repousses, une vigilance particulière est donc nécessaire pour ne pas dégrader la végétation restante.

2 Lorsque la plantation est obligatoire :

Favoriser l'ensemencement d'espèces indigènes déjà présentes sur le site.

En effet, la présence de ces espèces indique qu'elles sont adaptées aux conditions de la mare.

3 Sélectionner des espèces pouvant répondre aux enjeux du site.

Identifier les enjeux dans la mare tels que :

■ La qualité de l'eau

On privilégiera les espèces héliophytes comme les espèces de joncs, *Eleocharis mutata* et *Eleocharis interstincta*, assurant un rôle de filtration de l'eau. D'autres espèces, comme l'oiseau du paradis, *Strelitzia reginae*, sont idéales pour cet enjeu et doivent être plantées en bord de berge. Par ailleurs, cette espèce est utilisée dans certaines stations d'épuration en tant que filtre planté. Un entretien régulier est à prévoir pour gérer sa prolifération dans le milieu.

Des espèces arbustives peuvent également être plantées autour des berges pour limiter les apports terrigènes sur le plan d'eau, comme le poirier pays (*Tabebuia heterophylla*), le bois cotelette (*Citharexylum spinosum*), ou encore le Séné ailé (*Senna alata*), ou l'icaquier (*Chrysobalanus icaco*).

■ Utilisation de la flore comme habitat et support de reproduction/nidification

Le choix des espèces de flore dépend de la faune vivant dans la mare. L'accompagnement par un spécialiste est ici encore fortement recommandé.

Néanmoins, pour l'avifaune et les odonates, il faudra privilégier des héliophytes formant de longues tiges aériennes, comme les joncs.

Alors que pour la faune aquatique, des hydrophytes comme les nymphéacées (nénuphars) sont plus appropriés.

■ L'ombrage (Voir p 95)

Si la mare manque de zones d'ombres, il convient de planter des arbres, comme le

poirier pays, *Tabebuia heterophylla*, ou encore le savonnette rivièrè, *Lonchocarpus roseus*.

Dans le cas de la mare de Sergent, une liste d'espèces adaptées aux berges a été fournie à la ville du Moule (Voir p 48).

■ L'entretien

- Sur le plan d'eau :

Si la revégétalisation survient à la suite d'une opération de gestion des EEE, l'entretien doit se faire de façon hebdomadaire, jusqu'à ce que plus aucun fragment ou repousse ne soit observé. Cela permet d'empêcher les EEE de recoloniser l'espace et de permettre aux

espèces indigènes plantées de se développer dans des conditions favorables.

Une fois bien installées dans le milieu, les espèces plantées occuperont l'espace et constitueront une gêne pour l'implantation et la croissance d'EEE.

- Sur les berges :

Le débroussaillage régulier autour des jeunes plants est nécessaire pour favoriser leur développement et éviter qu'ils ne soient étouffés par les herbacés. La fréquence d'intervention est à adapter en fonction de la croissance de la végétation environnante.

5

Entretien sa mare

5.1

Comment entretenir sa mare ?

L'entretien d'une mare est important pour conserver ses fonctionnalités, les services écosystémiques rendus et éviter la prolifération d'espèces susceptibles d'occasionner des dégâts (ex. moustiques).

La mare étant vouée à être comblée, son entretien permet de ralentir ce processus de comblement et de maintenir la bonne qualité du milieu.

Intervenir de façon régulière permet de conserver la mare dans son état fonctionnel. L'étude ou le diagnostic réalisé en amont des travaux permet d'identifier ce sur quoi il est nécessaire d'agir.

Bien entendu l'utilisation de produits phytosanitaires, chimiques ou autres, est à proscrire, ces derniers pouvant altérer considérablement la qualité et le fonctionnement de la mare. L'intervention doit être réalisée de façon manuelle.

La mise en œuvre d'un chantier d'entretien se fait en plusieurs étapes :

■ Extraction des débris :

Retirer les débris encombrants telles que les feuilles et les branches de grande taille ou encore les troncs à la surface de l'eau : cela permet d'entraver le phénomène de comblement et de conserver une certaine qualité d'eau.

Lors de l'intervention, il est préférable d'éviter de piétiner l'intérieur de la mare et ainsi remettre le sédiment en suspension. Par conséquent, il est recommandé d'agir depuis les berges ou sur le plan d'eau à l'aide d'une embarcation légère.

L'utilisation de fourches courbées ou râtaux est conseillée pour accrocher les éléments, mais aussi d'épuisettes pour ramasser les feuilles.

Sur les berges, il est important de conserver certains débris comme les troncs pouvant servir d'habitat pour la faune, notamment les insectes. En revanche, les troncs trop proches du plan d'eau, peuvent être éloignés de quelques mètres, tandis que les feuilles et branches doivent être retirés.

Ces débris peuvent être acheminés en déchetteries ou compostés si le site est exempt de pollution.

■ Régulation des plantes aquatiques indigènes (voir p 77) :

Certaines plantes aquatiques, bien qu'indigènes, peuvent proliférer rapidement dans une mare et favoriser sa fermeture. Il est donc important de réguler ces espèces pour maintenir un équilibre écologique.

En pratique, il s'agit d'extraire du milieu une partie de la population des espèces dont les individus sont en surnombre.

S'il s'agit d'espèces enracinées, il est nécessaire de les retirer à la main ou à l'aide de fourches à bêcher.

Pour des espèces flottantes comme les lentilles d'eau, *Lemna munita* et *Lemna valdiviana*, la régulation peut se faire avec des épuisettes à mailles fines.

Cette action doit être répétée tous les 6 mois, ce qui permet de maintenir un équilibre dans le développement et la répartition des espèces végétales dans la mare. L'idéal est de maintenir au moins 1/3 de la surface totale en eau libre.

En tant qu'espèces indigènes, les végétaux extraits peuvent être laissés sur les berges durant une journée pour permettre à la faune éventuellement piégée de retourner dans l'eau.

De plus, les déchets verts issues de ces opérations, peuvent être laissés sur place dans un espace éloigné de la mare ou acheminés en déchetterie. S'ils ne présentent pas de polluants, ils peuvent également être enfouis, utilisés comme compost ou en fourrage pour les animaux.

■ **Gestion des espèces exotiques envahissantes végétales (voir p 51) :**

Les EEE ont une vitesse de prolifération importante et peuvent rapidement devenir dominantes dans le milieu et ainsi nuire aux espèces indigènes. Pour prévenir toute colonisation du milieu, un suivi régulier du site est primordial afin de vérifier l'absence de nouveaux individus.

Si des EEE sont observés sur le site, il faut rapidement mener des opérations d'extraction avant que celles-ci ne colonisent totalement le milieu, ce qui les rendrait difficiles à gérer.

En début d'implantation, la gestion de ces espèces est relativement aisée, mais il faut agir vite et ne pas les laisser se développer.

Dans un premier temps, il est recommandé de réaliser un suivi et un entretien hebdomadaire, et ce tant que des fragments ou nouveaux individus sont observés dans le milieu.

Puis, lorsque plus aucun individu n'est observé sur le site, le suivi peut être fait de façon trimestriel et l'entretien du plan d'eau et des berges tous les six mois.

Dans ce cas de figure, les précautions pour éviter la dissémination des EEE sont de vigueur, notamment avec le nettoyage du matériel ainsi que le transport des déchets verts dans un contenant fermé vers une structure de traitement appropriée.

■ **Ramassage des déchets :**

La présence de déchets divers (plastiques, conserves...) représente une pollution visuelle et nuit également à la qualité de l'eau de la mare. L'entretien comprend donc le ramassage et le tri de ces déchets.



En analysant le contexte environnemental du site, il est possible d'identifier les sources de ces pollutions diverses et potentiellement agir à la source.

■ Entretien des berges :

Lors de l'entretien par débroussaillage des berges, il est important de conserver une bande de végétation à la limite entre le plan d'eau et les berges pour favoriser la biodiversité.

Le débroussaillage doit se faire manuellement à l'aide de machette ou de façon mécanique avec une débroussailleuse.

Avant l'entretien des berges, certaines espèces comme les girofles mares (*Ludwigia octovalvis*) ou les cypéracées, doivent être identifiées et conservées. Un travail de coupe manuelle peut être réalisé autour de ces espèces afin de garantir leur visibilité et leur conservation.

A noter que la coupe des herbacées ou arbustes sur les berges n'est pas forcément nécessaire, si les espèces sont exclusivement indigènes et que leur hauteur permet l'accessibilité au site.

L'entretien doit se faire en général tous les 6 mois, selon les espèces présente et leur vitesse de croissance.

Lors des opérations d'entretien, il est conseillé d'éviter de déplacer certains éléments comme les rochers qui abritent de petits organismes.

■ Gestion de l'ombrage

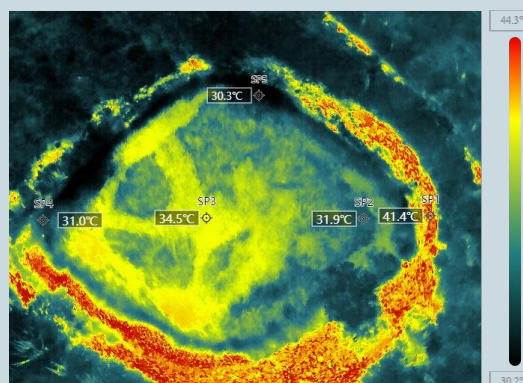
Il convient de laisser 1/3 de la mare à l'ombre grâce à la présence d'arbres, ce qui permet de maintenir des conditions physico-chimiques (températures, oxygène) favorables au développement de la biodiversité.

Pour une mare entourée d'arbres, un élagage partiel des branches peut s'avérer nécessaire si l'ombre est trop importante. L'élagage permet également de limiter l'apport en matières organiques (feuilles, branches) dans le milieu.

Enfin, pour réguler la température de la mare, la végétation aquatique joue également un rôle important. Cependant, elle favorise la consommation et l'évapotranspiration de l'eau.

Exemple de la mare de Macabou au Marin en Martinique :

Sur l'image thermique, on peut observer que les zones en eau libre présentent une température plus élevée (environ +3°C) que celles où la végétation, de joncs (*Eleocharis mutata*), est présente. Les zones ombragées par les arbres affichent également des températures nettement moins importantes qu'ailleurs. Tandis que les parties de berges dépourvues de végétation ont une température beaucoup plus importante avec un écart de près de +11 degrés vis-à-vis de la température la plus basse affichée (30.3°C).



Cette illustration met en évidence l'importance de la végétation, même herbacée, dans la régulation de la température à la fois sur le plan d'eau et le long des berges. Cela favorise des conditions plus propices au développement de la faune et de la flore.



■ Gestion du dépôt de matière organique au fond de la mare et du comblement progressif

- Curage d'entretien :

Pour freiner le processus de comblement d'une mare, celle-ci doit être curée environ tous les 3 à 5 ans selon la vitesse d'envasement de la mare.

Le curage doit être partiel et étalé dans le temps. De plus, il est recommandé d'intervenir lorsque le niveau d'eau est au plus bas, tout en conservant un sol humide (voir p 89).

- Curage superficiel

En accumulant du sédiment et des matières organiques, la mare se comble progressivement de façon naturelle.

Pour ralentir ce processus, il est nécessaire d'extraire la matière organique récemment déposée en raclant la couche superficielle de la vase. Cela permet également de prévenir l'eutrophisation provoqué par le surplus d'apport en matières organiques.

Pour ce faire, l'utilisation d'outils tels qu'une houe, pelle, ou bêche est recommandée. Les

bords tranchants des outils peuvent être recouverts à l'aide de caoutchouc (ex : morceau de tuyaux) pour protéger la couche d'argile imperméable d'une éventuelle détérioration.

Pour les mares de grande taille nécessitant l'utilisation d'engins mécaniques (sauf machine amphibie), il est préférable de ne pas réaliser cette opération et de privilégier le curage de la mare tous les 5 ans. L'utilisation de l'engin étant néfaste pour le milieu, il vaut mieux réduire son utilisation sur le site.

Cette opération étant beaucoup moins brutale et intrusive qu'un curage classique, il peut être réalisé annuellement sur les 2/3 de la mare (en laissant un tiers pour les graines et œufs se trouvant dans la couche superficielle de la vase).

Cette action se concentre uniquement sur la couche superficielle du sol et ne doit en aucun cas aller chercher la couche argileuse imperméable plus en profondeur. Cela risquerait de la percer.

5.2

Surveillance régulière des mares et détection des problèmes potentiels

L'entretien d'une mare est intimement lié au suivi de son évolution dans le temps. En effet, un suivi régulier permet d'anticiper les besoins d'entretien et de planifier bien en amont les opérations à mettre en œuvre.

La fréquence de suivi et d'entretien à appliquer est variable selon la mare, sa dynamique, sa végétation et son contexte environnemental. Sur un site ne présentant pas de problématique

particulière, le suivi peut se faire de façon trimestrielle avec un entretien semestriel du plan d'eau. Sur les berges, en fonction des sites, des opérations de débroussaillage peuvent être programmées tous les 3 à 6 mois.

En revanche, dans le cas où l'entretien et le suivi seraient réalisés à la suite d'une opération de restauration, une fréquence plus rapprochée est recommandée (Tableau 3).

Problématiques de restauration	Actions	Fréquences	Description
Pas de problématique particulière/ Gestion de la végétation indigène	Suivi du site	Trimestriel	La mare est en bon état et ne présente pas de perturbations particulières. L'entretien concerne essentiellement la régulation de la végétation aquatique ainsi que le ramassage de débris (branches, feuilles) ou déchets divers.
	Entretien du plan d'eau et des berges	Semestriel	
Envahissement par des EEE végétales	Suivi et entretien (Plan d'eau et/ou berges)	Hebdomadaire (Après opération)	<ul style="list-style-type: none"> • La mare est fraîchement restaurée, et des fragments des EEE ont potentiellement été créés lors de l'opération. • Les fragments sont clairement visibles et de nouveaux individus sont observés au fil des semaines Le passage à l'épuitte ou l'arrachage manuel est encore nécessaire. Même quand la quantité d'individus prélevés diminue au fil des semaines, il est important de continuer les efforts sur cette fréquence afin de ne laisser aucune opportunité aux EEE de croître à nouveau.
		Mensuel	Plus aucun individu, ni fragment n'est observé dans la mare. Garder encore cette fréquence d'observation pendant 3 mois.
	Suivi du site	Trimestriel	Après une période d'observation mensuelle sur 3 mois, la fréquence de suivi peut être espacée.
	Entretien du plan d'eau et des berges	Semestriel	La mare ne présente plus de problématique particulière.
Assèchement et comblement	Suivi et entretien	Mensuel (Après opération)	Suite aux opérations, l'observation doit se faire en période de pluie, afin d'observer le comportement de la mare vis-à-vis de la rétention de l'eau.
	Suivi du site	Trimestriel	La mare évolue bien, conserve son eau et l'eau ne présente pas une forte turbidité.
	Entretien du plan d'eau et des berges	Semestriel	



CHAPITRE IV

Gestion durable des mares

1

Rôle des autorités locales dans la gestion durable des mares et intégration de ces écosystèmes dans les documents d'urbanisme

Par leurs connaissances approfondies du territoire et des enjeux environnementaux qui s'y jouent, les autorités locales exercent un rôle essentiel dans la gestion durable de leurs mares.

Parmi ces instances indispensables à cette gestion, citons :

- Les Offices de l'Eau ;
- Les DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) ;
- L'OFB (Office Français de la Biodiversité) ;
- Le Conservatoire du Littoral ;
- Les EPCI (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale) ;
- Les collectivités ;
- Les conservatoires botaniques ;
- Les Parcs Nationaux et Régionaux ;
- Les Réserves Naturelles.

Voici quelques-uns des rôles clés qu'elles peuvent endosser :

■ Planification et réglementation :

Les autorités locales telles que les communes par exemple peuvent intégrer dans leurs plans d'aménagement du territoire, la préservation et la gestion des mares. Pour ne citer qu'eux, les PLU (Plan Local d'Urbanisme) sont les documents d'urbanisme agissant au niveau communal. Ils définissent, entre autres, les zones constructibles ou les zones protégées, et ont donc le potentiel d'influencer (négativement ou positivement) la préservation et la gestion des mares. Ces documents concilient en ef-

fet le développement urbain avec la conservation des espaces naturels et des habitats aquatiques. Les autorités locales ont donc une grande responsabilité sur ce sujet. Elles peuvent également amender les réglementations en cours pour limiter les activités potentiellement nuisibles à ces écosystèmes aquatiques. A plus grand échelle, les EPCI => SCOT, et TVB.

■ Surveillance :

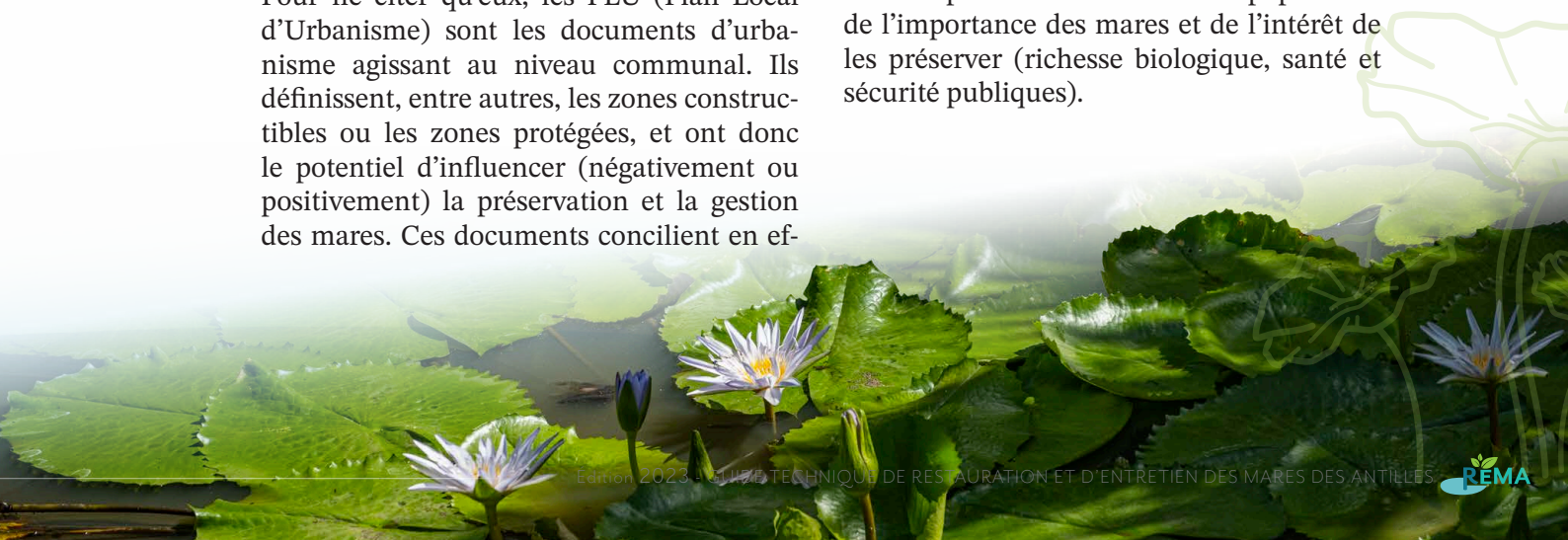
Les collectivités locales, telles que les offices de l'eau, peuvent faire un suivi régulier de l'état de leurs mares, via des évaluations de la qualité de l'eau et du milieu (analyses) ou encore l'étude des populations animales et végétales clés (ou indicatrices). Cela permet de détecter rapidement tout problème et de prendre des mesures appropriées.

■ Restauration et entretien :

Lorsque des mares sont dégradées sur leur commune, les autorités locales peuvent entreprendre des actions de restauration ou d'entretien, en collaboration avec des experts et organismes compétents sur le sujet.

■ Éducation et sensibilisation :

Programmes éducatifs (scolaires, grand public), campagnes d'informations (presse écrite, TV, radio), les autorités locales ont à leur portée plusieurs outils leur permettant de faire prendre conscience à la population de l'importance des mares et de l'intérêt de les préserver (richesse biologique, santé et sécurité publiques).



La GEMAPI* est une compétence qui a été attribuée aux EPCI au 1er janvier 2018.

Les principales missions de la GEMAPI sont les suivantes :

- **L'aménagement des cours d'eau et la gestion des milieux aquatiques** : Les EPCI compétents en GEMAPI sont chargés de la gestion, de l'entretien et de l'aménagement des cours d'eau, des plans d'eau et des zones humides. Cela peut inclure des travaux de restauration de cours d'eau, de création de zones humides, et d'autres actions visant à préserver et améliorer les écosystèmes aquatiques ;
- **La prévention des inondations** : Les EPCI doivent élaborer des stratégies de prévention des inondations, notamment en identifiant les zones à risque, en mettant en place des mesures pour limiter les conséquences des inondations et en élaborant des plans de gestion des crues ;
- **La protection et la restauration des zones humides** : La GEMAPI encourage les opérations favorisant la préservation et la restauration des zones humides, comme la restauration hydromorphologique d'un cours d'eau, le rétablissement de la continuité écologique ou la réhabilitation de milieux humides dégradés.

La mise en œuvre de la GEMAPI peut varier d'une collectivité à l'autre en fonction de ses caractéristiques géographiques, de ses besoins et de ses ressources. Cependant, elle vise de manière générale à améliorer la gestion durable des milieux aquatiques tout en réduisant les risques pour les populations et les infrastructures.

En effet, les milieux aquatiques sont essentiels pour maintenir l'équilibre du cycle de l'eau. La gestion durable de ces milieux est cruciale pour garantir un approvisionnement en eau, prévenir les inondations et préserver la santé des écosystèmes, qu'ils soient aquatiques ou terrestres.



fig.109

Schéma extrait du guide juridique pour la protection et la gestion des zones humides tropicales en Outre-mer (2019)

2

Les outils du gestionnaire

Afin d'assurer la conservation, la fonctionnalité et l'utilisation durable de sa mare, et de concilier préservation et activités (ludiques et récréatives), le gestionnaire - ou propriétaire - peut rédiger un plan de gestion, plus ou moins complexe/détaillé selon les moyens humains et/ou financiers disponibles. Il est donc possible de se faire accompagner par un expert ou un bureau d'études, ou de le concevoir soi-même (document simple) en reprenant (par exemple) ces quelques points :

- **Introduction et contexte :**
 - Présentation de la mare, son histoire, sa situation géographique et ses caractéristiques hydrologiques et écologiques ;
 - Description des objectifs du plan de gestion (conservation, éducation etc).
- **Inventaire et évaluation à T0 :**
 - Inventaire détaillé des espèces végétales et animales présentes ;
 - Analyses de l'eau et (optionnel) du sol ;
 - Évaluation de l'état de conservation de la

mare, et identification des problématiques et menaces (pollutions, espèces exotiques envahissantes, etc) ;

- Rédaction d'un état initial.
- **Mesures de conservation**
 - Mise en place de mesures, sous forme de fiches action, servant à protéger et restaurer les différentes parties de la mare : gestion des berges (érosion), contrôle voire élimination des EEE animales et végétales, ramassage de déchets dans et autour de la mare...etc.
- **Suivi et évaluation**
 - Surveillance régulière de la qualité de l'eau pour détecter toute pollution nouvelle ;
 - Suivi périodique des populations d'espèces animales et végétales (tendance) ;
 - Comparaison et évaluation annuelles des résultats par rapport aux objectifs fixés (et à l'état initial) ;
 - Ajustement du plan de gestion si nécessaire.

■ Sensibilisation et éducation

- Élaboration d'outils et supports informant le public sur la mare, son importance ou encore les menaces pesant dessus : activités pédagogiques, ateliers créatifs, panneaux informatifs...etc;
- Collaboration avec les écoles (interventions en classe, sorties sur site, création d'une aire éducative).

■ Gestion et régulation des usages

- Définition des activités autorisées autour et dans la mare afin de minimiser les perturbations : pêche, la randonnée, observations de la faune sauvage.

3

Valorisation, formation et éducation environnementale pour impliquer la population locale dans la préservation des mares

La sensibilisation des riverains, des agriculteurs, des commerçants, des usagers mais aussi des décideurs, des personnels cadres et techniques, des élus et de toute personne ayant un impact direct ou indirect sur la mare, à son entretien et sa préservation, est un élément essentiel pour assurer la santé de ces écosystèmes et la durabilité des actions mises en place.

Impliquer la communauté locale dans la gestion d'une mare contribue notamment à prévenir tous délits (surveillance, ex. dépôts d'ordures), à préserver la biodiversité (ex. limiter les relâchés d'EEE) et à promouvoir une utilisation responsable de ces ressources précieuses.

Il est alors possible de mettre en place des stratégies variées et créatives pour susciter l'intérêt, l'engagement et la participation active de la population, et ce quel que soit l'âge des personnes que l'on souhaite sensibiliser :

■ Aller à la rencontre des personnes directement concernées :

Ateliers, conférences, débats, séminaires... Pour informer les riverains sur l'importance des mares, leur rôle écologique et les services qu'elles rendent, les échanges peuvent revêtir différentes formes. Ces événements publics sont l'occasion de convier des experts, des biologistes ou encore des chercheurs qui se feront un plaisir de partager leurs connaissances approfondies sur les mares.

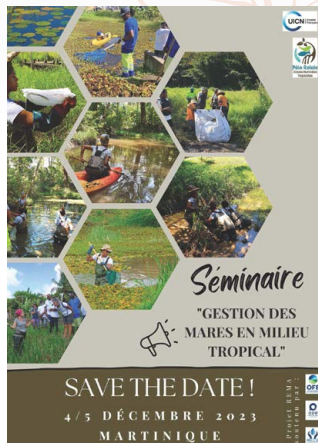
fig.110 *Colloque international «Les mares, un patrimoine naturel construit, un patrimoine culturel négligé. Intégrer les dimensions géohistorique et territoriale dans la gestion contemporaine des petits lieux d'eau » (du 20 au 22 septembre 2022 à Laon, France)*





fig.111

Séminaire
«Gestion des
mares en milieu
tropical» 4 et 5
Décembre 2023
en Martinique

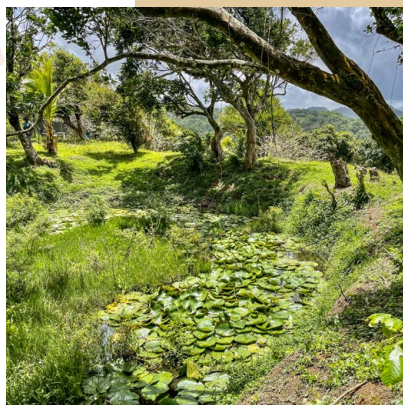


■ Adopter une communication efficace sur site :

Installez (par exemple) des panneaux d'information près des mares pour expliquer leur importance écologique et fournir des conseils faciles à appliquer sur la manière de les protéger et de les entretenir. Concevez des supports visuels expliquant les actions concrètes que les riverains peuvent entreprendre au quotidien comme la réduction des déchets ou le remplacement des produits chimiques par des engrais organiques (compost).

Exemple de panneau de sensibilisation du parcours des mares à Schœlcher

La ville de Schœlcher mène un projet de sensibilisation de sa population et des visiteurs pour la valorisation et la préservation des mares du quartier de la Démarche, positionnées le long d'un sentier de randonnée.



« Bien que la ville de Schœlcher soit principalement connue pour son côté urbain, la ruralité y est tout aussi importante avec une activité agricole bien présente.

C'est de cette activité qu'à découlé l'initiative de protection et de mise en valeur des mares dans ces zones. Autrefois les mares étaient utilisées dans les parcelles agricoles pour l'irrigation des champs et comme abreuvoir pour les bœufs. Par ailleurs, il faut savoir que certains quartiers ruraux de Schœlcher ne sont pas raccordés en eaux. La population a donc pleinement conscience de l'importance de préserver cet écosystème. Ainsi, par son projet de valorisation des mares, la ville a voulu accompagner et parfaire cette prise de conscience grâce à l'installation de panneaux de sensibilisation. Le projet comprend plusieurs mares du quartier de la Démarche dont les mares Fernand, Baté, Siméi, et Bonoze.



Les panneaux sont à destination des visiteurs du quartier et des nombreux randonneurs qui passent devant ces mares. Ils se présentent sous forme de texte informatif et de quizz, abordant les différents aspects de ce milieu, notamment pour ses services écosystémiques mais aussi la biodiversité qu'il abrite.

En plus de ce volet sensibilisation, nous avons également entrepris d'entretenir ces mares grâce à un chantier d'insertion avec l'association AMISOP de 2018 à 2022, et avec l'accompagnement du Parc Naturel Régional de Martinique (PNRM).

La mare Fernand a d'ailleurs bénéficié d'un entretien avec la machine amphibie du PNRM pour gérer la végétation aquatique qui proliférait de façon excessive.

Pour l'année 2024, il est prévu de continuer le chantier d'insertion en orientant davantage les travaux sur l'agriculture, tout en intégrant l'usage des mares dans la pratique agricole.

Enfin pour la suite du projet de valorisation, en partenariat avec le PNRM, nous envisageons de créer un parcours de randonnée officiel qui passerait par ces mares.»

Éric JULTAT, conseiller municipal de la ville de Schœlcher délégué à la pêche, l'agriculture et la ruralité.



Exemple de sensibilisation pour la valorisation et la préservation des mares aux Anses d'Arlet

Aux Anses d'Arlet, commune littorale du sud de la Martinique, située sur le Morne La Plaine, un sentier des mares a été réalisé suite à un projet de restauration de 3 de ces milieux mis en œuvre en 2021 par la commune. Le Morne La Plaine est un plateau sommital qui culmine à 390 mètres d'altitude. C'est un ancien volcan inscrit dans le complexe volcanique de la presqu'île du Sud, ce qui rend le contexte particulier aux Anses d'Arlet.

Financé par un fond Européen LIFE4BEST, la ville fait techniquement appel à Alain Christophe Pompière (naturaliste) et à un bureau d'études (Biotope) pour dimensionner les travaux. La population locale, habitante du quartier de La Plaine, connaît l'importance de ces mares et la richesse de celles-ci et a répondu en nombre aux réunions d'information tenues par la Mairie en amont du projet. En effet, historiquement, ces mares intégrées dans un circuit de randonnée, servaient d'alimentation en eau pour les familles et le bétail vivant dans ce quartier de la plaine non raccordé à l'eau courante.

Ce projet a fait l'objet non seulement de restauration des mares, mais aussi d'un projet de mise en valeur de ces mares à travers un sentier de randonnée équipé de plusieurs panneaux descriptifs et explicatifs.

« La restauration de ces mares est un projet pour la nature et l'humain. Ces mares ont été restaurées pour la biodiversité, pour les usages, et pour sensibiliser le grand public à l'importance de cet écosystème, grâce à des panneaux d'information. Ces mares étaient confrontées à des problématiques de prolifération excessive de la végétation et une perte d'eau due aux usages. Les berges avaient également besoin d'être protégées pour éviter leur affaissement provoqué par le passage des randonneurs.

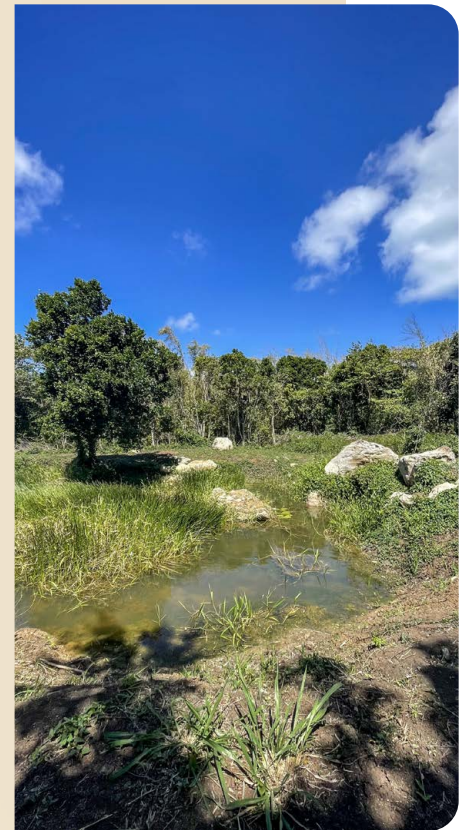
Sur ces mares temporaires, le défi est de parvenir à conserver l'eau car étant des mares de sommets, la recharge en eau est plus difficile que si elles étaient positionnées en aval d'un bassin versant. De plus, le climat des Anses-d'Arlet est assez sec. Pour limiter cette perte d'eau, l'une des actions entreprises a été de réguler la population de certaines espèces végétales comme le jonc et de libérer le plan d'eau pour laisser une partie en eau libre.

La restauration de ces mares a été réalisée exclusivement avec des méthodes douces et manuelles, la végétation a donc été arrachée à la main.

Bien sûr, nous avons conservé une partie de la végétation inféodée aux mares et aucune espèce extérieure au site n'a été rapportée dans le milieu.

Puis, pour préserver les berges de l'affaissement, nous avons défini un périmètre de protection autour des mares et éloigné le sentier de randonnée. Enfin, en termes de suivi et d'entretien, à la suite des travaux un suivi bimensuel était effectué. Actuellement, le suivi est réalisé annuellement avec un entretien des sites.»

Christophe POMPIÈRE, naturaliste



■ Programmes éducatifs :

Intégrez les mares dans les programmes éducatifs des écoles pour sensibiliser les enfants dès leur plus jeune âge à l'importance de protéger et d'entretenir ces fragiles milieux. Organisez des sorties sur le terrain pour permettre aux élèves d'explorer les mares et de comprendre leur importance. Pour accentuer et pérenniser les impacts de ces actions, mettre en place une aire éducative peut être une solution.

Le lycée Yves-Lerborgne à Sainte-Anne en Guadeloupe, a parfaitement mis en appli-



cation cette démarche à travers le projet «Un éco-projet pour ma Guadeloupe». Les éco-délégué(e)s du lycée ont choisi, organisé et mis en œuvre le projet de restauration de la mare de Ma GranMèzon.

Grâce à cette démarche, les élèves ont pu aborder tous les aspects d'un projet de restauration de mare, en passant de la recherche et la sollicitation de partenaires, à la gestion des déchets verts.

De plus, dans leur élan de mise en place d'une action durable, les élèves ont sensibilisé les riverains et les ont sollicités pour participer à celle-ci.

■ Engagement participatif :

Organisez des événements de nettoyage et d'entretien des mares, ou de plantation auxquels les riverains et les utilisateurs divers peuvent participer activement. Cela peut renforcer le sentiment d'appartenance à une communauté et encourager la participation continue.

Comme énoncé précédemment, les appels à bénévoles sont un véritable atout pour ces opérations (voir page ...). La ville du Gosier en Guadeloupe l'a très bien compris et a sollicité ses riverains pour la restauration de la mare à Bwè.



■ Sensibilisation en ligne :

Ne négligez pas l'importance et la portée que peuvent avoir les réseaux sociaux, blogs, sites web et médias locaux (TV, radio, presse écrite). Partager régulièrement des informations, des vidéos et des histoires inspirantes sur la conservation des mares permet de conscientiser les gens.

■ Suivi et évaluation :

Tenez les riverains informés des progrès réalisés grâce à leur implication et des impacts positifs ressentis sur la santé des mares. Montrez que leurs efforts ne sont pas vains. C'est une manière d'encourager et de reconnaître que les actions entreprises ont un impact réel.

■ Jour de fête :

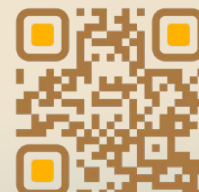
Créez une journée dédiée à la célébration et à la sensibilisation de votre mare, avec des activités spéciales (éducatives et artistiques), des animations pour enfants, des expositions ou encore des discussions. Saviez-vous qu'il existe chaque année la « Fête des mares » organisée en mai-juin ? Des outils de documentation et de communication sont notamment à votre disposition sur le site de la SNPN. De quoi vous inspirer !



Aire éducative (Petit Canal)

Mare du Parc éolien : Ce site est sous propriété et gestion d'EDF Renouvelable.

Ce milieu, en bon état et sans réelle pression s'exerçant dessus (seuls quelques bovins viennent s'y abreuver), est intéressant à promouvoir éducativement. Cette mare fait donc l'objet d'une aire éducative gérée par les collégiens de la commune de Petit Canal. Pendant 3 ans (2023-2025), les élèves sont les gestionnaires de ce lieu et ont pour objectif d'y étudier la faune et la flore, d'y analyser la temporalité (suivi du cycle annuel de cette mare dite «temporaire»), de comprendre l'impact des bovins et de mettre en place toute action qu'ils jugent pertinente. Pour tout savoir sur le concept d'aire éducative, c'est par ici :



ANNEXES

Pour aller plus loin : Bibliographie

1

Articles et rapports

- AIDE (T. M.) et CUBIÑA (A.), *Redman Road wetland mitigation project : final report*, 2004, Rapport interne, 30p
- BEARE P. A. et ZEDLER J. B., *Cattail invasion and persistence in a coastal salt marsh : the role of salinity reduction*, 1987, *Estuaries* 10, pages 75-91
- BIROT (Juliette), et LELARGE (Kevin), *Étude de la séquestration du carbone par les écosystèmes de la Réserve naturelle du Pinail*, 2021.
- Biotope, *Étude d'amélioration de la connaissance sur le Poisson Gale (Anablepsoides cryptocalus) : distribution, état de conservation, mesures et recommandations*, 2020.
- Commune Du Lamentin, *Projet « sauvons la mangrove a 2 pas »*. Volet 3 | Elimination des EEE et protocole de replantation des arrières mangroves de la Zone Industrielle (ZI) de la Lézarde - Commune du Lamentin, Martinique, 2022, Projet LIFE4 BEST
- DUTARTRE (Alain), « *Typha domingensis*: une plante exotique devenant préoccupante en Guadeloupe? – Centre de ressources », 2010.
- GLENN (E.), THOMPSON (T.L.), FRYE (R.), RILEY (J.) et BAUMGARTNER (D.), *Effects of salinity on growth and evapotranspiration of Typha domingensis Pers.*, 1995, *Aquatic & Botany* 52, pages 75-91.
- GLENN (Edward) et al. 1995. *Effects of Salinity on Growth and Evapotranspiration of Typha Domingensis Pers.*, *Aquatic Botany*, volume 52, pages 75-91.
- HEATHER (Hasandras), MOORE (Kimberly K), GETTYS (Lyn A) et VENDRAME (Wagner A), *Growth of Southern Naiad (Najas Guadalupensis) and Hydrilla (Hydrilla Verticillata) Using Controlled-Release Fertilizer*, 2015.
- HERTEMAN (M.), *Détermination des espèces et recommandations techniques*, Note d'accompagnement de la mission d'AMO technique de CAP EXCELLENCE (Guadeloupe) lors d'une opération d'extraction d'EEE du canal de Belle-Plaine sur le territoire des Abymes, 2022.
- HERTEMAN (M.), *Les mares des Antilles : de l'intérêt écologique au patrimoine mémoriel*, Zones Humides info Hivers 2022-2023, bn°103, 2023, p. 14.
- HYTEC et MARY (N.), *Étude du caractère invasif de quelques espèces animales et végétales introduites dans les milieux dulçaquicoles en Nouvelle Calédonie*, 2010.
- IMBERT (Daniel) et TAUREAU (Florent), *Étude préliminaire sur les modalités de gestion des milieux humides de la Guadeloupe face à leur envahissement*, 2019.
- Impact Mer, Bios, IGED, *Inventaire des Zones humides de la Martinique pour le PNRM*, ODE et DEAL, 2015.
- IPBES, *Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, 2023.
- QISHENG (Li) et al., *Effects of Water Depth on the Growth of the Submerged Macrophytes Vallisneria Natans and Hydrilla Verticillata: Implications for Water Level Management*, *Water* 13(18), 2021, p. 9.
- FRANCK A. (Maddi), *Additions à la flore vasculaire aquatique de la Guadeloupe*. *Le Journal de botanique* 84(1), 2018, pages 39-48.
- FRANCK A. (Maddi), *La flore envahissante des zones humides de la Guadeloupe*, Partie 1- Les espèces et leurs répartitions géographiques, L'Herminier (Nantes, France) et la DEAL (Basse-Terre, Guadeloupe, France), 2018.
- FRANCK A. (Maddi), MEURGEY (F.) et DELACRUZ (C.), *Hydrilla verticillata (L.f.) Royle in Guadeloupe, French West Indies*, *Journal of Aquatic Plant Management*, 2008.
- MARÉCHAL (J.P.) et al., *Séquestration carbone dans les écosystèmes benthiques du Banc d'Arguin. University of Portsmouth, CEE-M, IRD, Espace Dev, Nova Blue Environnement. Rapport final*, 2018.
- MEURGEY (François), *Étude faunistique des odonates de Martinique*, 2005.
- MICAND (A.), MAURICE-MADELON (C.), HERTEMAN (M.), *Gestion écologique des espaces de nature aux Antilles*. *Plante & Cité*, CAUE 971, 72 p., 2022.
- MUTALAPOVA (Ékatérina), *Réhabilitation expérimentale de mares temporaires méditerranéennes par gestion hydraulique : état initial des communautés végétales des mares cibles et témoins*. Rapport de Stage, 2018.
- PIERRE-MICHEL (D.) et HERTEMAN (M.), *Les mares des Antilles : biodiversité et spécificités de ces écosystèmes en zones tropicales*. Rapport de stage Université des Antilles, , 2022.
- CHONYITREE (Sangwijit) et al., *Assessment of Growth Ability and Removal Efficiency of the Hydrilla (Hydrilla Verticillata) in Wastewater*, *The Egyptian Journal of Aquatic Research* 48(3), 2022, page 6.
- UMETSU (C.) et al., *Colonization, Regeneration Potential and Growth Rates of Fragments of the Exotic Aquatic Macrophyte Hydrilla Verticillata*, *Aquatic Biology* 16(2), 2012, pages 197-202.

■ SHUNMEI (Zhu) et al., *Effects of Harvesting Intensity on the Growth of Hydrilla Verticillata and Water Quality*, Sustainability 14(22), 2022, p. 21.

■ WILLEMS (Pierre), *Cartographie de l'épaisseur des vertisols de Guadeloupe par topographie*, Rapport de Stage, 2007.

2 Guides et documents techniques

■ ARNABOLDI (Frédéric), NICOLAS (Alban) et Office national des forêts, *Guide technique de gestion des mares forestières de plaine*, 2006.

■ Association Les Blongios, *la nature en chantier*, Fiches techniques chantier nature blongios 2.

■ BARRIOZ (Mickaël) et MIAUD (Claude), *Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France*, POP Amphibien, 2016.

■ Cellule d'animation sur les milieux aquatiques (CAMA), *Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides*.

■ CNBM, et GEIR. Fiche technique : *Cyperus involucratus*.

■ CNPF, et SNPN, *Prendre en compte la préservation des mares dans la gestion forestière*, Guide pratique, 2015.

■ COFFIN (Olivier), *Mares et réseaux de mares comment les protéger? Comment les restaurer?*, 2020.

■ Conseil Québécois Des Espèces Exotiques Envahissantes, *Surveillez les ENVAHISSEURS des milieux aquatiques Ouvrez l'œil !*, 2014.

■ Conservatoire d'Espace Naturel, Normandie Seine, Evreux portes de Normandie, et LE COQ (Guillaume), *Reconnaissance des principaux végétaux caractéristiques des mares de l'agglomération d'Évreux, portes de Normandie*, 2019.

■ Conservatoires d'espaces naturels Normandie, *Restaurer une mare: Quelles démarches avant travaux ?*, 2018.

■ DELATRE (N.) et Groupe Mares, *Créer et entretenir et une mare*, 2021.

■ Direction départementale des territoires et de la mer de l'Eure, *Mare et urbanisme: Le plan local d'urbanisme: un outil pour préserver les mares*, 2016.

■ FREUDENREICH (Madeleine), et CONDAL (Valentin), *Accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion*, Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes, UICN Comité français & Office français de la biodiversité, Suez Recyclage et Valorisation France, Guide technique, 2022.

■ Groupe espèces envahissantes, *Plantes envahissantes pour les milieux naturels de Nouvelle-Calédonie*, 2011.

■ Groupe Mares, Nord-Pas-de-Calais, *Créer et entretenir une mare*.

■ Groupe Mares, Nord-Pas-de-Calais, *Les mares: des infrastructures naturelles et utiles*.

■ Groupe Mares, Nord-Pas-de-Calais, *Les mares et la réglementation Pour faire simple ...*

■ JOURDAS (A.), *Comprendre la mare à travers sa biodiversité*, Étude scientifique pour la création d'indices de qualité, 2011.

■ PICARD (L.), NIMAL (F.) et HÉMON (A.), *Protocole IcoCAM, indicateur composite coléoptères Aquatiques des Mares*, 2016.

■ LAFFITTE (Vincent), MOUGEY (Thierry), LE MAIRE (Ludovic), et PNR des Caps et Marais d'Opale, *Guide technique de la mare en Caps et Marais d'Opale*, 2005.

■ Loiret Nature Environnement, et VALMARES, *Quelques conseils pour l'entretien d'une mare naturelle à l'attention des communes*.

3 Outils pédagogiques et supports de communication

■ Pôle Relais Zones Humides Tropicales, *Observer et reconnaître: ces petites bêtes des mares de Guadeloupe*, 2023.

■ Flandre Maritime, *La mare, Livret pédagogique*.

4 Webographie

■ *Entretien une mare | SNPN: Société Nationale de Protection de la Nature* SNPN : Société Nationale de Protection de la Nature, <https://www.snpn.com/creer-une-mare/entretenir-une-mare/?cn-reloaded=1>, (4 novembre 2023).

■ *L'entretien annuel de la mare - Oiseaux et papillons au jardin*, <https://www.oiseaupapillonjar->

[din.fr/2020/11/1-entretien-annuel-de-la-mare.html](https://www.oiseaupapillonjar-din.fr/2020/11/1-entretien-annuel-de-la-mare.html), (4 novembre 2023).

■ *Leucaena leucocephala - FABACEAE*, https://idao.cirad.fr/content/advenpac/especes/1/luagl/luagl_fr.html#Ecologie%20et%20r%C3%A9partition, (4 novembre 2023).



Fiche de relevé terrain Nom de la mare : _____

Référent		PHOTO
Date		
Heure		
Territoire		
Commune		
Profondeur		
Superficie		

FONCIER						
Public			Privé			
TYPOLOGIE						
Eau		Bassin versant			Temporalité	
Salée	Douce	Forestier	Carrière	Agricole	Urbaine	Temporaire
		Savane/prairie			Permanente	
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES/USAGES						
Régulation crue		Ressource	Intérêt pédagogique		Intérêt récréatif paysager	Habitat
					Filtre	

PROBLÉMATIQUE				
Pollution	Piétinement bovin	Comblement	Assèchement	Surfréquentation
Autres / commentaires				

EEE (Espèces Exotiques Envahissantes)	
Faune	Flore

ESPÈCES INDIGÈNES PRÉSENTES	
Faune	Flore

ÉTAT DE LA MARE			
Fonctionnelle	Fonctionnelle avec besoin d'entretien	Dégradée	Fortement dégradée
Bonne répartition de la biodiversité indigène	Milieu en phase de fermeture	Envahissement par des EEE	Absence de végétation
En eau en saisons des pluies	Présence de débris végétaux, ou pollution macrodéchets	Processus de comblement avancé	Milieu fermé par des EEE végétales
		Milieu fermé	Pollution macrodéchets importante
Absence de signes d'eutrophisation (eau verdâtre)	Début de colonisation par des EEE	Berges affaissées	Mare asséchée en saison des pluies
		Présence de polluant	Mare comblée



1 Gestion des EEE de berges

Les EEE peuvent menacer et supplanter la végétation indigène le long des berges. Leur prolifération rend l'accès au site difficile en perturbant l'équilibre écologique local. L'entretien régulier est la clef pour parvenir à un résultat concluant sur le long terme.

EEE SUR LES BERGES RENCONTRÉES AU COURS DE REMA :



Ricin commun
(*Ricinus communis*)



Liane corail
(*Antigonon leptopus*)



Faux mimosa
(*Leucaena leucocephala*)

PARTICULARITÉ

Contrairement aux espèces aquatiques, les plantes situées sur la terre ferme sont moins susceptibles de subir une bioaccumulation de polluants.

Par conséquent, le traitement des déchets verts issus de ces espèces présente moins de contraintes que pour les EEE aquatiques

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Les saisons, la patrimonialité des espèces faune/flore présentes, les périodes de reproduction et de nidification, la phénologie des plantes.

■ Identifier les espèces à extraire et celles à conserver

■ Deux types d'actions :

1 Travail minutieux

A l'aide de **machettes** et de **sécateurs**, couper la végétation autour des espèces à conserver. Cela permet d'améliorer la visibilité et, par conséquent, d'éviter de les couper avec le reste de la végétation.

2 Travail de gros-œuvre :

Pour les arbustes, l'idéal est de déraciner les individus à l'aide de **fourches**. Quant aux troncs, ils peuvent être coupés au **sécateur** ou à la **tronçonneuse**.

Débroussailler l'herbe envahissante comme l'herbe de Guinée (*Megathyrsus maximus*) à l'aide de **débroussailleuses** ou de **machettes**.

■ Technique à envisager pour pérenniser l'action :

1 Pose d'une toile de sol

La pose d'une toile de sol noire permet d'affaiblir les espèces en les privant de soleil et en augmentant la température.

ATTENTION ! Cette méthode peut affecter la biodiversité et ne doit être utilisée qu'en cas d'invasion totale du site. Il est préférable de vous faire accompagner par des spécialistes.

2 Revégétaliser avec des espèces indigènes

Revégétaliser les berges avec différentes espèces indigènes permet d'occuper l'espace et de limiter la repousse des EEE.

Il est préférable de planter durant la saison des pluies.

Cette méthode peut être couplée avec la toile de sol.

■ Gestion des déchets verts :

Les déchets verts doivent être transportés en déchetterie dans un contenant fermé. Le compostage individuel, l'enfouissement ou le fourrage, ne sont pas des solutions envisageables. L'incinération dans une structure adaptée est une alternative possible.

■ Suivi et Entretien après la restauration

Pour assurer la réussite à long terme de cette action, un entretien régulier et fréquent du site s'avère essentiel, impliquant une coupe régulière des végétaux.

■ Si l'utilisation de dispositifs mécaniques est requise :

Elle n'est à envisager que si les travaux manuels sont impossibles ou dangereux à mettre en œuvre, car cela peut avoir pour effet :

- D'affaiblir et déstructurer les berges,
- de nuire à la biodiversité.

■ Pour réduire l'impact sur le milieu il faut :

- Définir des passages préférentiels pour l'engin et des zones de non-circulation,
- agir en étant le plus loin possible du bord de la mare.

Difficultés
de mise en œuvre :
Modérées

Efforts à mener sur une
± longue période et avec
minutie

Puissance des moyens
nécessaire :
Variable

Dépend de la configuration
du terrain.

Contraintes de gestion
des déchets verts :
Faibles

Nécessite uniquement un
transport en déchetteries
dans un contenant fermé.



2 Gestion des EEE enracinées

Ces espèces ont une croissance rapide grâce à leurs différentes méthodes de reproduction sexuée et végétative. La principale particularité de ces espèces enracinées, sur le fond de la mare ou sur les berges, réside dans le fait qu'elles sont vigoureusement ancrées dans le substrat par leur système racinaire traçant et/ou pivotant. Pour une gestion efficace de ces espèces, l'objectif est le déracinement des rhizomes.

EEE ENRACINÉES RENCONTRÉES AU COURS DE REMA :



Typha
(*Typha domingensis*)



Souchet à involucre
(*Cyperus involucratus*)

PARTICULARITÉ

Le développement de ces EEE a pour effet de créer un nouvel habitat pour les espèces présentes dans le milieu, en particulier pour l'avifaune qui s'en sert comme abri ou pour la confection de nids.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Période de reproduction et de nichage de l'avifaune, période de floraison. Privilégier une intervention avec un sol humide et meuble.

■ Si présence de fleurs/graines/fruits qui sont :

1 Volatiles et sensibles aux secousses :

Toute manipulation des individus est proscrite pour éviter la dissémination.

2 Non volatiles et peu sensibles aux secousses :

A l'aide d'un **sécateur**, couper et ensacher les têtes des individus en fleur.

■ Deux types d'actions pour extraction du rhizome :

1 Les rhizomes forment une masse touffue et dense (ex : le souchet à involucre, *Cyperus involucratus*) :

- A l'horizontale, faire traverser une **barre à mine** de part et d'autre des racines.

- Entourer les deux extrémités de la barre à mine à l'aide d'une **corde** tout en la faisant passer derrière l'îlot de végétation ciblé. Au préalable, la corde doit être rattachée à un **système de traction** tel qu'un **tirefort** (manuel) ou une **tractopelle** (mécanique).

- Enfin, avec un **mousqueton**, attacher la tête de la corde à la partie rattachée au système de traction. Puis, tirer le tout à l'aide du moyen choisi pour arracher les rhizomes.

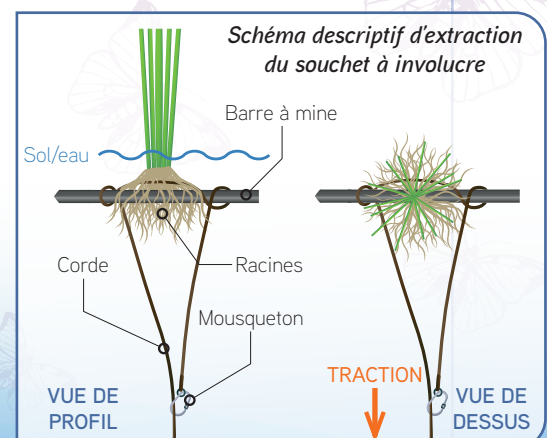
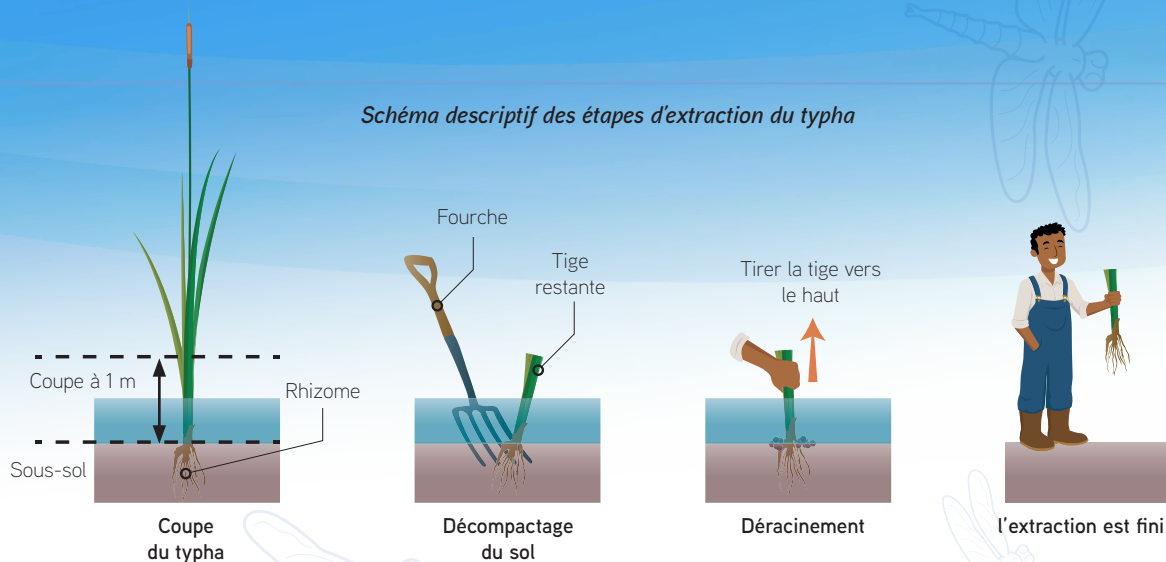


Schéma descriptif des étapes d'extraction du typha



2 Les rhizomes sont fins et peu denses (ex : le typha, *Typha domingensis*)

Arracher délicatement les rhizomes à la **main** pour les jeunes individus ou à l'aide de **fourches à bêcher** pour les plus grands. Comme pour le typha, avec une **scie d'élagage**, il peut être nécessaire de couper les individus à hauteur de taille pour faciliter l'arrachage.

Secouer les racines dans l'eau pour faire retomber le substrat et la faune aquatique.

■ Gestion des déchets verts :

En les transportant de préférence vers un centre de traitement adapté. L'enfouissement, le compostage peuvent également être des alternatives, pour cela, les EEE doivent être exempts de polluant.

■ Suivi et Entretien après la restauration

Un suivi et un entretien du site une fois par semaine est recommandé tant que des individus sont observés.

Le suivi peut ensuite évoluer progressivement vers un passage trimestriel.

Difficultés
de mise en œuvre :

Élevées

Les efforts à fournir peuvent être conséquents

Puissance des moyens
nécessaire :

Élevée

L'utilisation d'un système de traction puissant est nécessaire pour faciliter l'action

Contraintes de gestion
des déchets verts :

Élevées

Peu de centres de traitement adaptés, et analyses parfois nécessaires



3 Gestion des EEE immergées

La végétation immergée des mares se trouve complètement ou en grande partie sous l'eau. Appelées hydrophytes, ces espèces sont dotées d'organes spécialisés dans la multiplication végétative (tubercules, bourgeons ou turions), dont certains (turions) sont capables de rester très longtemps inactifs dans le sédiment en attendant des conditions favorables à leur développement. **Réitérer les opérations d'extraction est particulièrement important pour épuiser les capacités de croissance de ces espèces.**

EEE IMMERGÉES RENCONTRÉES AU COURS DE REMA :



Hydrille verticillée
(*Hydrilla verticillata*)

PARTICULARITÉS

- Certaines de ces espèces, comme l'hydrille verticillée, sont particulièrement fragiles et peuvent facilement se fragmenter. C'est pourquoi il faut les manipuler précautionneusement.
- Ces espèces constituent un habitat pour la faune aquatique.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Présence de faune aquatique.

■ Éviter le piétinement du milieu :

Le piétinement peut favoriser la création de fragments et donc la multiplication de l'EEE. Agir depuis les berges et restreindre le nombre de personnes entrant dans la mare. Privilégier les déplacements à l'aide d'embarcation de type kayak.

■ Mise en œuvre de l'opération par étape :

- 1 Extraire les individus de façon minutieuse à l'aide de râteaux, de fourches courbées ou d'épuisettes.

Secouer les tas prélevés délicatement dans l'eau pour faire retomber la faune aquatique. Cette opération peut être suffisante dans le cas d'une petite population de faune aquatique.

- 2 Si la faune aquatique est importante :

Mettre en place un poste de tri pour extraire les organismes.

Rincer les tas dans un **seau à fond blanc** et vérifier la présence d'organismes, qui sont ensuite prélevés à l'aide d'une **épuisette**. Enfin, vérifier s'il en reste dans le tas avant de l'ensacher. L'eau de rinçage contenu dans le seau doit être filtrée à l'aide d'une **épuisette à mailles fines** ou d'un **tissu**, avant d'être vidée dans le milieu.

- 3 Ensacher les végétaux.



Extraction et tri de l'hydrille verticillée à la mare de Houelmont dans la ville de Gourbeyre en Guadeloupe.

■ Gestion des déchets verts :

En les transportant de préférence vers un centre de traitement adapté ou en déchetterie. L'enfouissement, le compostage (éloignés de toute zone humide !) peuvent également être des alternatives. Pour cela les EEE doivent être exempts de polluant.

■ Suivi et Entretien après la restauration

Un suivi et un entretien du site une fois par semaine est recommandé tant que des individus sont observés.

Le suivi peut ensuite évoluer progressivement vers un passage trimestriel.

Difficultés
de mise en œuvre :
Modérées

Efforts à mener sur une
± longue période et avec
minutie.

Puissance des moyens
nécessaire :
Faible

Les moyens à mobiliser sont
facilement accessibles.

Contraintes de gestion
des déchets verts :
Élevées

Peu de centres de traitement
adaptés, et analyses parfois
nécessaires



4 Gestion des EEE flottantes

Ces espèces ont une reproduction rapide et une croissance vigoureuse, formant des colonies denses sur la surface de l'eau. Leur dissémination est fortement favorisée par la dispersion de fragments d'individus. Dans les mares, elles étouffent le milieu en recouvrant le plan d'eau, limitant l'accès pour certaines espèces, comme les libellules, chauve-souris et oiseaux. Le défi de gestion pour ces espèces est d'extraire chaque fragment ou individu naissant du milieu afin d'éviter un nouveau départ.

EEE FLOTTANTES RENCONTRÉES AU COURS DE REMA :



Laitue d'eau
(*Pistia stratiotes*)



Salvinie Géante
(*Salvinia molesta*)



Jacinthe d'eau
(*Pontedaria crassipes*)

PARTICULARITÉ

La prolifération de ces espèces aboutit à la formation d'un tapis relativement épais pouvant faire office de substrat permettant à d'autres espèces à racines de s'y enraciner.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Saison, cycle de reproduction de la faune, présence d'espèces patrimoniales.

■ Tirer parti de la flottabilité des espèces:

Cette particularité rend ces EEE relativement faciles à gérer car celles-ci ne nécessitent pas de moyens puissants pour leur extraction.

Les opérations peuvent être réalisées **manuellement** ou à l'aide d'outils de type : **fourches à bêche, fourches courbées, râpeaux, épuisettes, cordes** ou **filets de pêche** (option : embarcation légère pour circuler dans le milieu).

■ Mise en œuvre de l'opération par étape :

1 Éliminer les obstacles ou les éléments émergents

pour faciliter la circulation entre le plan d'eau et les berges, et le rapatriement des individus vers les rives.

2 Extraire les premières couches proches des berges

pour faciliter l'accès au plan d'eau ou privilégier une entrée dans une zone dépourvue d'EEE.

3 Rapatrier les individus en formant des îlots

à l'aide d'une corde ou d'un filet. L'utilisation du filet est adéquate pour les espèces de petites tailles comme la salvinie géante, tandis que la corde est adaptée pour les espèces plus volumineuses comme la laitue d'eau.

4 Extraire les végétaux du milieu et ramasser les fragments à l'épuisette

Si possible les végétaux doivent être secoués dans l'eau pour libérer la faune aquatique accrochée.

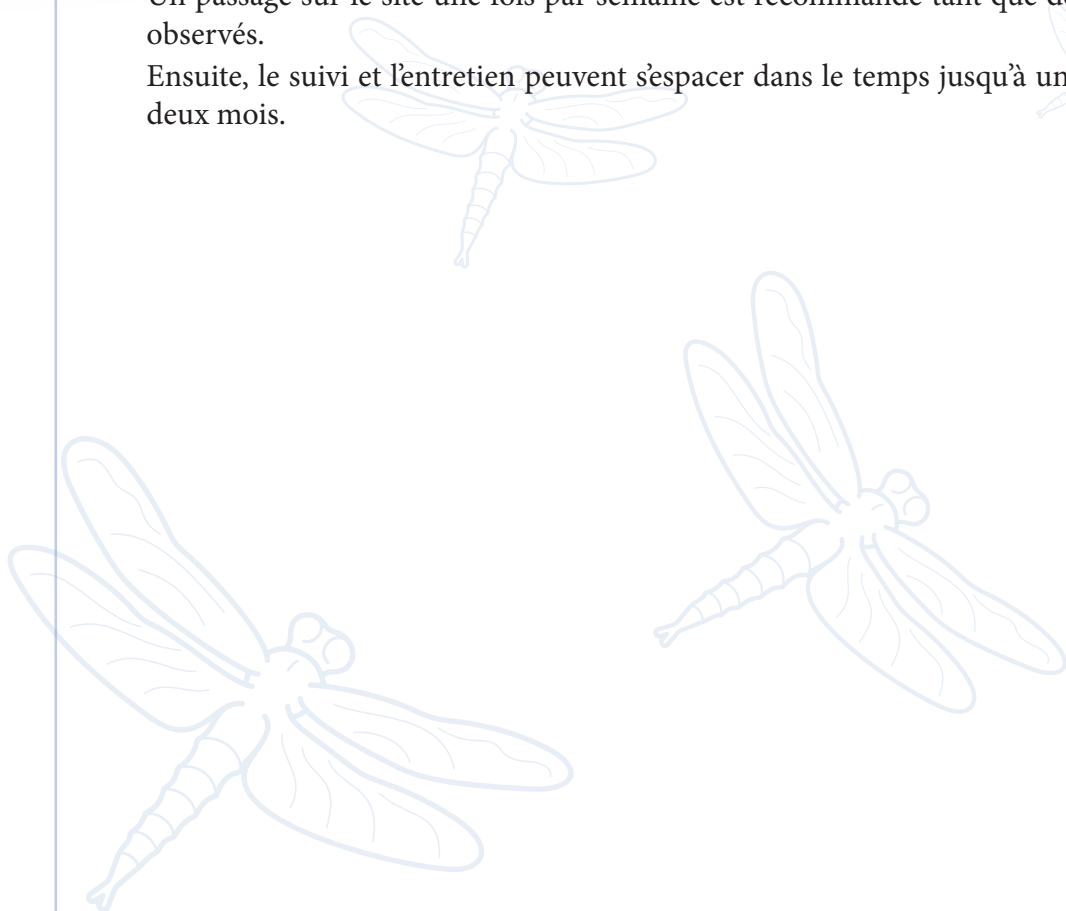
■ Gestion des déchets verts :

En les transportant de préférence vers un centre de traitement adapté. L'enfouissement, le compostage et parfois même le fourrage peuvent également être des alternatives, pour cela les EEE doivent être exempts de polluant.

■ Suivi et Entretien après la restauration

Un passage sur le site une fois par semaine est recommandé tant que des individus sont observés.

Ensuite, le suivi et l'entretien peuvent s'espacer dans le temps jusqu'à un passage tous les deux mois.



Difficultés
de mise en œuvre :

Modérées

Efforts à mener sur une
± longue période et avec
minutie.

Puissance des moyens
nécessaire :

Faible

Peut-être plus conséquente
selon les éléments à gérer
sur les berges.

Contraintes de gestion
des déchets verts :

Élevées

Peu de centres de traitement
adaptés, et analyses parfois
nécessaires.



5 Gestion des espèces indigènes

Bien que naturellement présentes, certaines espèces peuvent proliférer de façon excessive dans une mare et favoriser le processus de comblement de celle-ci. Dans ce cas de figure, le principe est l'éclaircir le milieu en régulant la population de ces espèces.

ESPÈCES INDIGÈNES RENCONTRÉES AU COURS DE REMA :



Comméline diffuse
(*Commelina diffusa*)



Jonc
(*Eleocharis mutata* et *Eleocharis interstincta*)

PARTICULARITÉ

Ces espèces servent d'habitat à la faune du milieu, mais une prolifération excessive peut également gêner leur développement en limitant l'accès à l'eau par exemple.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Les saisons, la patrimonialité des espèces faune/flore présentes, les périodes de reproduction et nidification, la phénologie des plantes

■ Régulation de la population :

Le principe est d'éclaircir le milieu tout en laissant quelques patches de végétation.

L'éclaircissement du milieu doit se faire de façon disparate afin de conserver un aspect naturel.

■ Arrachage manuel :

La régulation de ces végétaux ne nécessite pas la mobilisation de grands moyens. L'extraction peut se faire manuellement à l'aide d'outils basiques (**fourches à bêcher, râteaux, machettes, fourches courbées**).

Pour les espèces enracinées comme le jonc (*Eleocharis mutata*, *Eleocharis interstincta*), il faut privilégier une intervention avec un sol humide et meuble afin de faciliter l'extraction. Celle-ci peut se faire à la main ou à l'aide d'une fourche à bêcher.

Certaines espèces comme la comméline diffuse ou encore la liane américaine (*Mikania micrantha*), peuvent être simplement arrachées à la main, peu importe les conditions du milieu.

Dans le cas d'une prolifération importante de comméline diffuse, celle-ci forme un radeau flottant qui peut être découpé à l'aide d'une machette. L'extraction du milieu se fait à l'aide de râteaux ou de fourches courbées.

Une fois arrachés, les végétaux doivent être secoués dans l'eau pour faire retomber la faune aquatique.

Une **embarcation** (type kayak) reliée à une **corde** peut être utilisée pour charger les végétaux prélevés et les acheminer vers les berges.

■ Gestion des déchets verts :

N'étant pas des EEE, les déchets verts peuvent être laissés sur place en veillant à ce qu'ils soient éloignés du plan d'eau. L'acheminement en déchetterie, le compostage individuel, ou l'utilisation en fourrage peuvent également être envisagés.

■ Suivi et Entretien après la restauration :

La fréquence d'entretien dépend de l'espèce : après l'opération, un suivi mensuel peut être réalisé pour observer l'évolution du milieu. Puis, si aucune anomalie n'est détectée, le suivi peut être trimestrielle en prévoyant un entretien semestriel.



Avant/après régulation du jonc sur la mare de Macabou dans la ville du Marin en Martinique

Difficultés
de mise en œuvre :

Faibles

Par la régulation, seule une partie de la population des espèces est éliminée.

Puissance des moyens
nécessaire :

Faible

Contraintes de gestion
des déchets verts :

Faibles

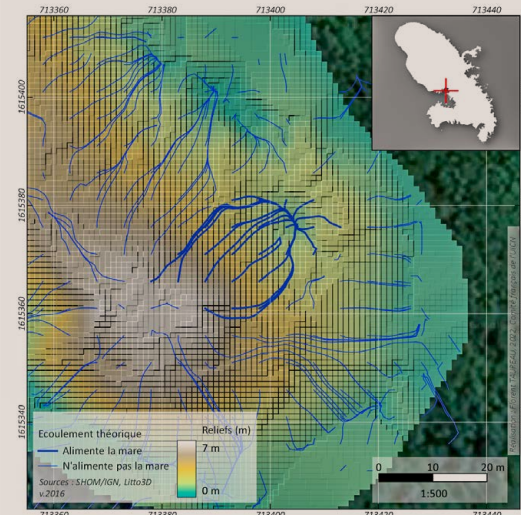


6 Gestion d'une mare asséchée

Divers facteurs, souvent d'origine humaine, peuvent entraîner l'assèchement d'une mare en altérant son environnement ou en perturbant son équilibre naturel. Attention à ne pas confondre une mare asséchée avec une mare temporaire. La mare asséchée ne sera pas en mesure de conserver son eau, même en temps de pluie.

Ici, le défi est d'analyser le contexte environnemental pour identifier précisément la cause de l'assèchement.

CAS DE LA MARE DU MORNE CABRI RENCONTRÉ AU COURS DE REMA :



Réseau hydrographique de la mare du Morne Cabri.
(réalisation Florent Taureau)



Sur cette mare les eaux de ruissellements étaient déviées par des murets en bordure de sentier, empêchant le rechargement de la mare en eau.

A NOTER

La végétation dans la mare peut accentuer le phénomène d'assèchement en consommant et évapotranspirant l'eau.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Analyser le contexte environnemental :

Les usages, la végétation, et les infrastructures autour de la mare. Une cartographie des écoulements et du ruissellement pluvial du site peut s'avérer utile pour comprendre la dynamique de rechargement en eau

■ Connaître l'historique d'entretien :

Se renseigner sur l'historique d'entretien, et particulièrement sur de potentielles opérations de crage réalisées à la tractopelle qui auraient pu détériorer l'étanchéité.

■ **En cas de perte d'étanchéité :**

Réimperméabiliser manuellement le sol avec de l'argile tapissée et compactée d'au moins 30 cm d'épaisseur. Sur les sols de nature calcaire, fissurés ou sableux, il est parfois nécessaire d'ajouter à l'argile une géomembrane.

■ **En cas d'utilisation excessive de l'eau :**

Mettre en place un moyen de mesure du niveau d'eau (flotteurs ou barre graduée) et définir un seuil de non-prélèvement d'eau.

■ **En cas de déviation des écoulements :**

Repenser l'aménagement du site et retirer les infrastructures qui pourraient gêner le ruissellement de l'eau vers la mare. Le site doit permettre un écoulement naturel de l'eau vers le milieu. Si ces infrastructures ne peuvent pas être enlevées et selon la configuration du site, la création de canaux d'écoulement peut être envisagée.

Attention ! Les matériaux des aménagements, comme le bois, peuvent éventuellement être récupérés s'ils ne sont pas détériorés à leur extraction.



**Difficultés
de mise en œuvre :**

Variables

Dépend de la configuration
du site et de la cause de
l'assèchement.

**Puissance des moyens
nécessaire :**

Variable

Dépend de la cause de
l'assèchement.

**Contraintes de gestion
des déchets verts :**

Modérées

La production de déchets
n'est pas systématique,
cela dépend de la cause de
l'assèchement



7

Gestion du comblement naturel d'une mare

Le curage est une opération visant à enlever les sédiments, les débris végétaux et autres matériaux accumulés au fond d'une mare.

Pour ce type de travaux, le point primordial est de préserver l'intégrité de la couche d'argile imperméable.

CAS DE LA MARE BATÉ RENCONTRÉ AU COURS DE REMA :



PARTICULARITÉ

Le comblement naturel d'une mare survient généralement en une dizaine d'années. Mais ce temps peut plus ou moins varier selon la configuration de la mare et la quantité d'éléments qu'elle accumule. Les mares forestières par exemple, sont sujettes à un comblement plus rapide, à cause du dépôt important de débris végétaux.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte la composition floristique et faunistique actuelle de la mare :

Si le comblement de la mare est ancien, la vie a certainement recolonisé le milieu, et des espèces patrimoniales se sont peut-être installées. Dans ce cas, il faut reconsidérer le projet de recreusement, voire l'interrompre pour ne pas nuire à ces espèces.

■ Définir la profondeur de curage :

1 Profondeur historique

Se renseigner sur la profondeur historique et recreuser la mare avec une marge de sécurité de 20 ou 50 cm au-dessus de cette profondeur historique.

Attention : cette méthode n'est à utiliser que si la donnée est totalement fiable.

2 Sondage du sol

S'il reste une lame d'eau, un bâton gradué enfoncé dans la vase peut être utilisé jusqu'à atteindre un sol plus compact (la couche d'argile).

■ Choisir la période d'intervention :

Privilégier une intervention en début de saison sèche (décembre-janvier) afin de bénéficier d'un sol humide mais pas trop boueux.

■ Curage/recreusement de la mare :

S'équiper de fourches à bêcher, de bêches, de pelles ou tout autre outil permettant d'extraire le sol et la végétation. Il faut également prévoir l'extraction éventuelle de déchets en tout genre.

1 Lors du recreusement, donner un aspect naturel à la mare, et non des contours linéaires, pour favoriser la création d'habitats pour la faune.

2 Réaliser une pente douce ou des pallier progressifs vers la profondeur maximale, pour favoriser la diversité de la flore.

■ Gestion des boues de curage :

De façon générale, les boues doivent être évacuées du site et en aucun cas laissées sur les berges. Selon leur composition et leur qualité (absence de polluants), les boues de curage de la mare peuvent être utilisées en épandage dans des parcelles agricoles ou dans des potagers, en composts ou pour des travaux de régallage (nivellement).

■ Modalité d'intervention :

Curer la mare sur les deux tiers de celle-ci, le tiers restant devant être laissé pour préserver les banques de graines ou les œufs enfouis dans le sédiment. Les opérations peuvent être espacées d'un an par tiers curé.

Les mares totalement comblées ne présentant plus aucune lame d'eau peuvent être curées entièrement sans intervalle d'intervention.

■ En cas d'utilisation d'une tractopelle :

Définir un circuit de passage de l'engin pour éviter la détérioration totale des berges et de la biodiversité environnante.

Difficultés
de mise en œuvre :

Modérées

Dépend de la configuration
du site et de l'avancement
du comblement.

Puissance des moyens
nécessaire :

**Faible
à élevée**

Contraintes de gestion
des déchets verts :

**Modérées
à élevées**

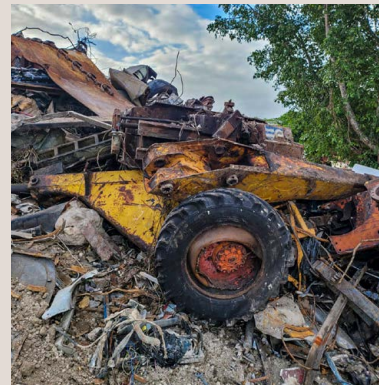


8 Gestion des déchets divers

Les mares sont situées en points bas d'écoulement des eaux et constituent ainsi des réceptacles dans lesquels polluants et déchets vont être transportés par les eaux de ruissellement. Au-delà de l'impact paysager, la présence de déchets affecte fortement un milieu naturel. La dégradation des matériaux plastiques, le déversement de produits chimiques et autres substances nocives comme les huiles ou les métaux lourds, altèrent considérablement la qualité de l'eau.

Pour une action pérenne, la gestion doit se faire à l'échelle du cadre environnant de la mare. Inclure les riverains dans ces projets permet de les sensibiliser et de faire évoluer les comportements.

CAS DE LA MARE SERGENT RENCONTRÉ AU COURS DE REMA :



CAS PARTICULIER « PLASTICOSE » :

Les oiseaux marins et autres animaux ingèrent des déchets, plastiques et autres, qui obstruent leur estomac jusqu'à provoquer leur mort.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Les saisons, la patrimonialité des espèces faune / flore présentes, les périodes de reproduction et nidification, la phénologie des plantes.

■ Mobilisation des riverains et d'association spécialisées :

En impliquant la population, on favorise une sensibilisation à la préservation de l'environnement et on garantit sa propreté à long terme. Les associations spécialisées dans le ramassage de déchets peuvent être des atouts précieux pour accompagner l'action.

Attention, cette mobilisation doit se faire uniquement pour des chantiers avec des déchets de petites tailles et non dangereux.

■ Coupe des hautes herbes :

Si le site présente des hautes herbes, celles-ci peuvent cacher des déchets potentiellement dangereux et limitent l'accès au site.

Il est donc recommandé de procéder à une coupe, en amont du ramassage, pour garantir la sécurité lors de l'opération.

■ Extraction des déchets volumineux et dangereux :

Si le site présente ce type de déchets, il est préférable de faire appel à des professionnels. Dans ce cas de figure, des moyens mécaniques doivent être utilisés pour les extraire du milieu.

■ Nettoyages minutieux des déchets de petites tailles :

Pour faciliter le tri des déchets au moment du ramassage, il est recommandé de scinder les participants (agents, bénévoles) en plusieurs groupes, chacun muni de sacs poubelles différents en fonction du type de déchets à ramasser (plastiques, métaux, verres, non recyclables).

■ Gestion des déchets :

Selon les quantités ramassées, les déchets peuvent être jetés dans les poubelles adéquates ou acheminés en déchetterie.

■ Dissuader les incivilités :

L'aménagement et l'embellissement d'un site a souvent pour effet de dissuader le dépôt sauvage d'ordures.

Difficultés
de mise en œuvre :

Variables

Dépend de la nature et de la
quantité de déchets.

Puissance des moyens
nécessaire :

Variable

Dépend de la nature des
déchets.

Contraintes de gestion
des déchets verts :

Variables



9 Gestion de la restauration d'une mare

Dans la gestion d'une mare, l'objectif est de préserver la biodiversité présente et les fonctionnalités de l'écosystème. Pour cela, des méthodes douces et manuelles dites « écologiques » doivent être utilisées lors de travaux d'entretien ou de restauration. La priorité est de respecter le milieu en prenant en compte les différents paramètres internes et externes qui régissent sa dynamique. C'est le principe d'une restauration écologique !

CAS DE LA MARE DE HOUËLMONT RENCONTRÉ AU COURS DE REMA :



PARTICULARITÉ :

Les projets de restauration de mares, sont des moyens de fédérer la population de divers horizons et plusieurs générations.

Les anciens partagent leurs récits sur la mare, tandis que les plus jeunes construisent un avenir autour d'elle.

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE GESTION

■ Procéder à un état 0 du milieu :

A faire : Une photo globale du site, des mesures de températures, taux d'oxygène et Ph au premières heures de la journée, un inventaire faune/flore succin ou exhaustif.

■ Prendre en compte le contexte environnemental dans le protocole :

Les saisons, la patrimonialité des espèces faune / flore présentes, les périodes de reproduction et nidification, la phénologie des plantes.

■ Choisir la période d'intervention :

Celle-ci doit être choisie en fonction du contexte environnemental et du niveau d'eau propice au bon déroulement de l'action (nécessité d'un sol humide et meuble ou non).

Éviter d'intervenir en pleine saison des pluies pour limiter le risque de contamination (ex. leptospirose).

■ Fédérer autour de l'action :

Faire des appels participation (bénévoles et associations).

S'entourer d'autres porteurs de projet ou d'experts dans ce domaine, peut être bénéfique pour le projet. Le partage d'une collation en fin de chantier est toujours un plus pour une bonne convivialité et remercier les participants.

■ **Anticiper les modes de transport et de traitement des déchets verts :**

Le transport doit se faire dans un **contenant fermé**. Avant l'opération il est important de prévoir le traitement qui sera appliqué aux déchets verts. Celui-ci peut varier en fonction des espèces (EEE ou non) et de la présence potentielle de polluants dans l'eau.

■ **Utiliser des méthodes douces et respectueuses du milieu :**

Cela permet d'assurer le respect de l'intégrité du milieu notamment pour conserver l'équilibre de la mare, ainsi que la biodiversité qu'elle abrite.

En dernier recours, et pour faciliter la tâche, l'utilisation de moyens mécaniques, combinée aux méthodes douces, peut être envisagée.

■ **Suivi et Entretien :**

Après la restauration du site, un suivi de l'évolution du milieu doit être fait.

La fréquence de suivi et d'entretien est évolutive et dépend de la problématique du site.

■ **En cas de présence d'EEE :**

1 Intervenir hors période de floraison/fructification.

2 Ramasser les fragments et petits individus d'EEE en fin d'opération.

3 Nettoyer le matériel sur place en fin de chantier :

Prévoir un **point d'eau, seaux/bassines, brosses**, et un **petit bâton** (pour les rainures des bottes) pour nettoyer le matériel collectif et individuel sur place. Cette étape primordiale permet d'éviter de contaminer un autre site avec les EEE.

4 Ne pas laisser des déchets verts sur place, sans moyen d'empêcher la dissémination (ex : bâche).

5 Répéter les opérations jusqu'à ce qu'aucun individu ne soit plus observé dans le milieu.



10 Étude de cas : la mare qui cumule les problématiques !

Pour illustrer cette configuration de « multiples contraintes à gérer », prenons l'exemple de la mare agricole Castex située dans la ville de Petit-Canal en Guadeloupe.

CAS DE LA MARE CASTEX RENCONTRÉ AU COURS DE REMA :



Sources : SHOM, IGN, IGN BD-Ortho
Contexte environnemental, mare Castex
(Réalisation Florent TAUREAU)



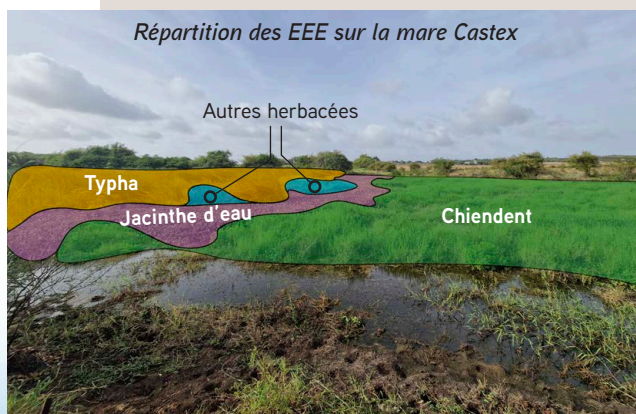
DESCRIPTION DU SITE :

Cette mare s'étend sur une surface de près de 9600 m² et est sujette à plusieurs problématiques dont :

- Envahissement de plusieurs EEE : typha, jacinthe d'eau et chiendent ;
- Pollution par macrodéchets, engrais, et déjections porcines ;
- Processus de comblement avancé.

Cette mare n'a malheureusement pas pu faire partie des expérimentations in situ de REMA par manque de temps dans la mise en place du portage et de la collaboration avec la commune. Toutefois, les expériences éprouvées sur les 12 sites pilotes permettent d'en faire un cas d'étude.

Sur ce site les EEE sont mélangées et chaque espèce forme plusieurs groupes dispersés de part et d'autre de la mare. La reproduction végétative de ces espèces favorise le développement en îlots localisés. Leur dispersion dans le milieu peut s'expliquer par le transport de fragments par les animaux, la circulation de l'eau ou le vent.



La jacinthe d'eau est cantonnée dans un couloir entre le chiendent et le typha, et d'autres espèces d'herbacées. Ces espèces, de part et d'autre de la jacinthe d'eau, empêchent son expansion dans le milieu en dehors de ce couloir. De même, cette espèce flottante créant une zone quasi dépourvue de lumière sur le plan d'eau, elle empêche la reproduction végétative des autres espèces dans ce couloir. Une potentielle colonisation de ce couloir par le typha pourrait éventuellement se produire à l'avenir si le tapis formé par la jacinthe d'eau fournit un substrat favorable au développement des graines.

PROTOCOLE ENVISAGÉ DE RESTAURATION

■ Sensibilisation de l'agriculteur exploitant la mare :

Avant d'intervenir dans le milieu, il est important d'échanger avec l'agriculteur qui utilise cette mare et de le sensibiliser à la problématique des macrodéchets et polluants chimiques.

Cette étape vise à améliorer l'usage et la perception de l'agriculteur vis-à-vis de la mare.

Pour cela, il faut éviter de pointer du doigt les éléments négatifs pour permettre un dialogue constructif.

Au contraire, lors de l'échange avec l'agriculteur il est important de :

- Comprendre sa problématique et les raisons d'un tel usage,
- Exposer la richesse de la biodiversité qu'abrite cette mare ou les mares de façon générale,
- Expliquer les effets néfastes des déchets et polluants pour cette biodiversité et la mare en elle-même,
- Et enfin, envisager des solutions permettant son activité et le respect du milieu.

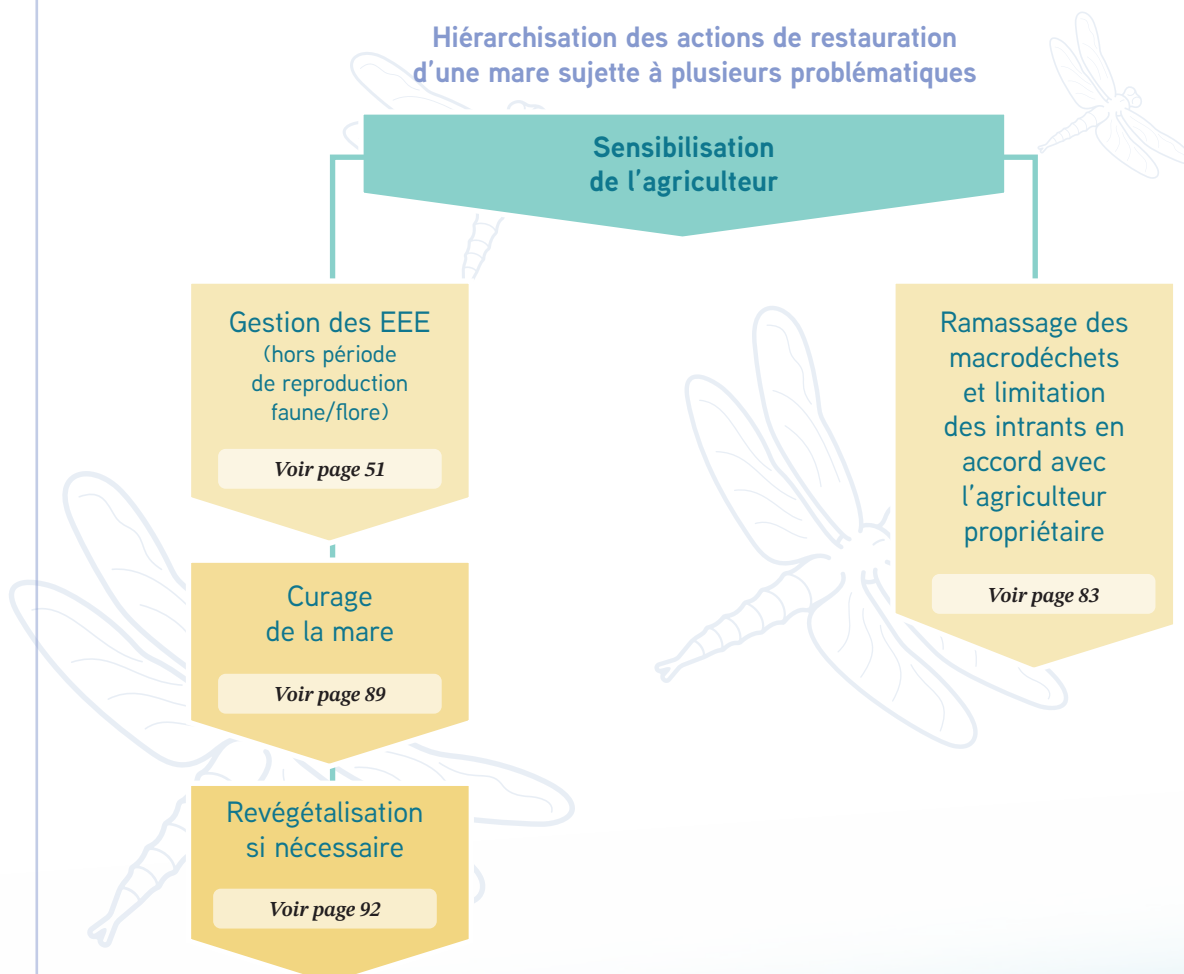
Pour une prise de conscience optimale, la participation de l'agriculteur aux différentes actions est très importante. L'objectif étant de pérenniser l'action sur le long terme.

■ Mise en œuvre de l'action :

Restaurer cette mare demande de hiérarchiser les interventions, afin de répondre à chacune des problématiques de façon cohérente, sans oublier les étapes préliminaires nécessaires aux interventions telles que la prise en compte du contexte environnemental (voir page 41).

Au vu de sa superficie, une restauration manuelle exigerait un travail colossal. Le sol étant gorgé d'eau, l'utilisation d'une machine amphibie serait plus appropriée. Ainsi, pour restaurer la mare, la marche à suivre serait la suivante :

Hiérarchisation des actions de restauration d'une mare sujette à plusieurs problématiques





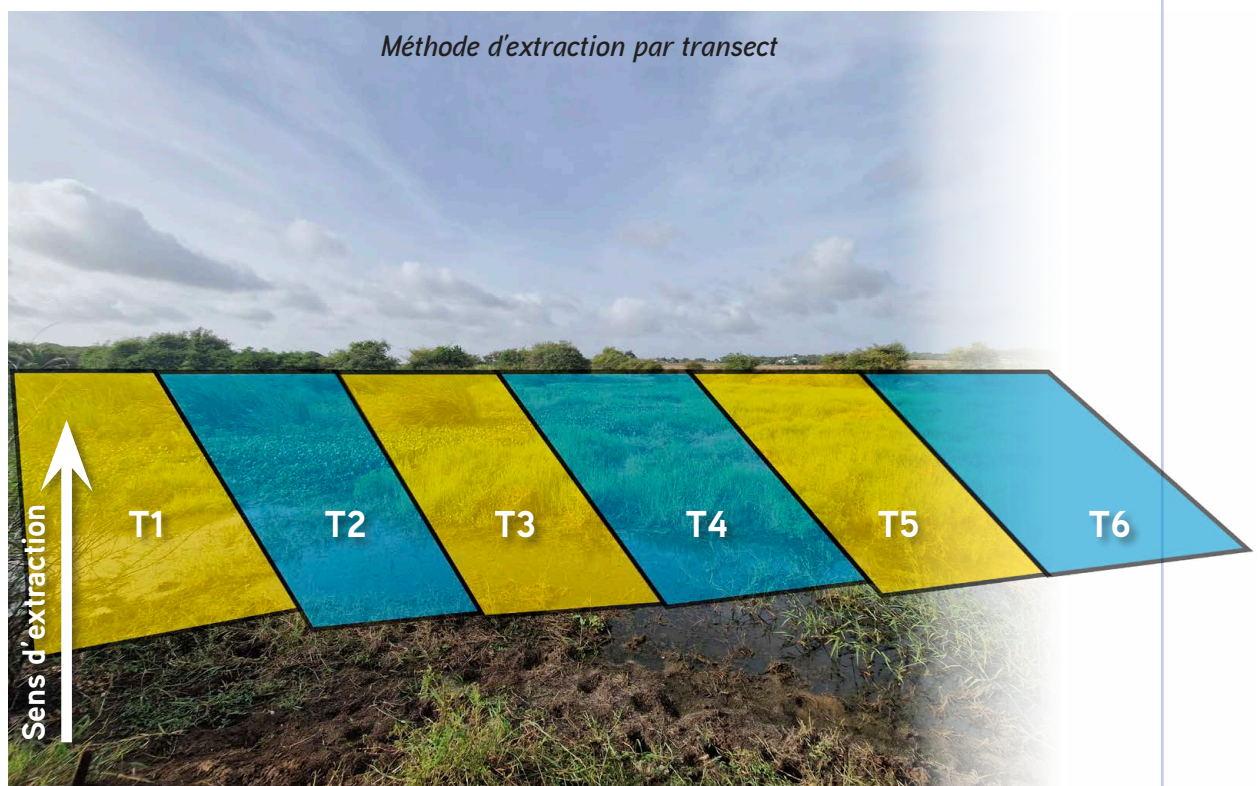
MÉTHODOLOGIE DE GESTION DES EEE

■ Gestion des EEE par transects :

Sur cette mare, l'espèce flottante est maintenue entre les espèces enracinées. Les espèces flottantes ayant un pouvoir d'étalement plus rapide que les espèces enracinées, il serait opportun de conserver cette configuration entre les espèces durant les interventions.

Ainsi, à l'aide de la machine amphibie, l'idée est d'agir sur le milieu par transect, d'un côté de la berge à l'autre, afin d'extraire chacune des espèces sur une même portion du milieu. Cela permet d'agir sur les différentes espèces tout en maintenant leur configuration pour ne pas favoriser leur expansion au fur et à mesure des opérations.

Pour maintenir cette configuration des espèces, les transects doivent être définis, de façon à être plus ou moins perpendiculaires au couloir de jacinthe d'eau. Leurs largeurs sont à déterminer selon les effectifs et moyens disponibles, ainsi que la durée des travaux envisagée. Enfin, les transects peuvent être matérialisés à l'aide de bornes artisanales (bâtons avec de la rubalise ou de la peinture de différentes couleurs).



Lors de la gestion de ces espèces, l'utilisation de la machine amphibie permet d'intervenir sur le plan d'eau et d'enlever grossièrement les EEE du milieu. Un autre type d'engin, de type tractopelle, risquerait de s'embourber dans le milieu.

Une fois les opérations réalisées sur un transect, un barrage flottant doit être installé à la limite du transect suivant. Cela permet de maintenir les EEE flottantes dans le couloir.

Enfin, les différentes interventions doivent être proches pour ne pas laisser l'opportunité aux EEE de croître davantage.

■ Curage :

Dans le schéma général de gestion des EEE, le curage survient après la gestion de ces dernières, notamment pour pallier au processus de comblement. Néanmoins, cette extraction du surplus de vase vise également à éliminer une grande partie des fragments et graines d'EEE restant dans le milieu.

Les boues de curage ne devront en aucun cas être laissées sur place et devront être exportées et traitées. L'identification d'un moyen de transport et de traitement est donc à prévoir en amont des opérations.

■ **Suivi et entretien :**

Sur une mare affectée par ces problématiques, après les opérations, il est nécessaire de réaliser un **suivi et un entretien hebdomadaire** afin de repérer les éventuelles repousses d'EEE et de freiner leur développement. Cette fois, l'utilisation d'engin est proscrite, un travail plus minutieux et donc manuel serait nécessaire.

Pour ce faire, à la vue de l'importante superficie, le suivi et l'entretien peuvent se faire selon les transects prédéfinis à hauteur d'1 ou 2 transects par semaine. L'utilisation d'embarcations est à prévoir si le niveau d'eau a augmenté depuis le curage de la mare.

