

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES**  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE VEGETALE**  
**LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET BIODIVERSITE**



**BIOLOGIE, ECOLOGIE ET DYNAMIQUE D'INVASION DE DEUX ESPECES  
ENVAHISSANTES DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL : *Ceratophyllum  
demersum L. et Najas marina L.***

**Mémoire**

Présenté et soutenu publiquement par Sanou NDOUR

le 30 Novembre 2015 à la Faculté des Sciences et Techniques pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN**

**TAXONOMIE, BIODIVERSITE, ETHNOBOTANIQUE, CONSERVATION DES  
RESSOURCES NATURELLES**

**Devant le jury composé de :**

Président : M. Kandioutra NOBA :

Professeur Titulaire UCAD

Membres : M. El Hadji Samba Ndao SYLLA :

Professeur Titulaire UCAD

M. Mame Samba MBAYE :

Maitre de conférences UCAD

Commandant Jacques GOMIS :

Conservateur du Parc National  
des Oiseaux du Djoudj

Encadreur : Dr Mame Samba MBAYE

## **DEDICACES**

A la Gloire du Dieu le Père Tout Puissant, à son fils Jésus Christ notre Seigneur et à son Esprit Saint consolateur !

Je dédie ce travail à tous ce qui ont œuvré à sa réalisation et particulièrement à :

- mon défunt père **Antoine Diégane NDOUR**, paix à son âme;
- ma maman **Hélène Daba TINE**;
- à ma sœur **Paulette Diouma** et à toute la famille **NDOUR** ;
- **mes cousins et cousines, neveux et nièces**;
- à frère **Maurice YELOME**;
- mes **camarades de promotion**;
- mes sœurs **Marie Agnès Thiamane** et **Chantal TINE**
- au **Groupe Myrial** que Dieu vous bénisse pour l'amour et la fraternité.

## REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui de près ou de loin ont œuvré à la réalisation de ce travail.

Je remercie d'abord le Professeur Kandioura NOBA responsable du Master qui a consacré beaucoup de son temps à notre formation et qui a aussi accepté de présider ce jury. Je suis particulièrement heureux de vous exprimer ma profonde gratitude.

Je suis particulièrement redevable au Docteur Mame Samba MBAYE, Chef du Département de Biologie Végétale, qui m'a confié ce sujet. Je profite de l'occasion pour lui adresser ma très grande reconnaissance et mes remerciements pour avoir guidé mes premiers pas dans la recherche et qui sans lui, ce travail n'aurait pas atteint ses objectifs. Son attachement au travail, sa disponibilité, ses conseils et son savoir être envers les gens ont été pour moi des sources de motivation.

Mes remerciements vont à l'endroit du Professeur EL Hadj Samba Ndao SYLLA pour avoir accepté de juger ce travail.

J'exprime ma gratitude à l'endroit du Commandant Jacques GOMIS, Conservateur du Parc National des Oiseaux du Djoudj ainsi que toute son équipe pour leur soutien, leur disponibilité et leurs encouragements. Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect.

Je remercie le Colonel THIAM qui a bien voulu m'accueillir durant mon séjour pour les études de terrain ainsi que tout le personnel de la station biologique.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de Monsieur Ngansoumana BA. Vous m'avez beaucoup aidé dans l'étude de la croissance du *Ceratophyllum demersum*. Merci pour votre disponibilité et vos encouragements.

Je dis un grand merci également à Monsieur Maurice SAGNA, technicien du laboratoire de Biotechnologie Végétale qui m'a beaucoup soutenu dans l'étude de la germination des graines de *Najas marina*.

Je tiens également à remercier le Docteur Seyni SANE qui m'a beaucoup aidé dans le traitement des données. Merci pour votre générosité et votre disponibilité et que Dieu vous bénisse.

Un grand merci à tous les doctorants et docteurs du laboratoire de Botanique et Biodiversité. Je veux citer Rahimi MBALLO, Birane DIENG, Mamadou SIDIBE, Madiop GUEYE, le Docteur Godar SENE. Vos conseils m'ont été d'une grande utilité.

## **TABLES DES MATIERES**

DEDICACES .....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
TABLES DES MATIERES .....	iii
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	v
LISTE DES FIGURES .....	vi
LISTE DES PHOTOS .....	vi
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
RESUME.....	vii
ABSTRACT:.....	viii
INTRODUCTION.....	1
I- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
1.1- Notion de plantes envahissantes .....	2
1.1.1- Définition .....	2
1.1.2- Impact de la prolifération des espèces .....	2
1.2- <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	5
1.2.1- Position systématique.....	5
1.2.2- Caractères généraux .....	6
1.2.3 Reproduction .....	7
1.2.4 Ecologie.....	8
1.3- <i>Najas marina</i> .....	8
1.3.1- Position systématique.....	8
1.3.2 -Caractères généraux .....	8
1.3.3 -Reproduction.....	9
1.3.4- Ecologie .....	9
II-Présentation du site : PNOD.....	11
2.1-Situation géographique et délimitation .....	11
2.2- Caractéristiques du milieu.....	11
2.2.1-Climat.....	11
2.2.2-Flore et Végétation.....	12
2.2.3-Faune.....	12
2.2.4-Hydrologie .....	13
III-MATERIEL ET METHODES.....	14
3.1-MATERIEL .....	14

3.1.1-Matériel végétal : .....	14
3.1.2- Matériel : .....	14
3.2-METHODES .....	15
3.2.1-Répartition, recouvrement et biomasse des espèces au PNOD .....	15
3.2.2-Etude de la multiplication végétative (bouturage) du <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	15
3.2.2.1-Détermination de la densité propice à la croissance .....	15
3.2.2.2-Etude de la croissance en fonction de la concentration de Phosphore (P) .....	16
3.2.3- Etude de la germination des graines de <i>Najas marina</i> .....	17
III.2.4 Etude des savoirs locaux concernant les deux espèces.....	18
III.2.5-Analyse des données .....	18
IV- RESULTATS ET DISCUSSION .....	19
4.1-Caractérisation physico-chimiques de l'eau et Estimation du recouvrement.....	19
4.1.1-Caractérisation physico-chimiques des cours d'eau.....	19
4.1.2-Recouvrement des espèces envahissantes .....	21
4.2-Etude de la croissance du <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	23
4.2.1- Effets du nombre de fragments sur la croissance .....	23
4.2.2- Croissance du <i>Ceratophyllum demersum</i> en fonction du phosphore .....	24
4.2.2.1 Effet de la concentration en Phosphore sur la longueur .....	24
4.2.2.2-Effet de la concentration en phosphore sur la ramification de <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	26
4.3-Germination du <i>Najas marina</i> .....	28
4.4-Etude ethnobotanique.....	29
4.4.1-Effets des deux espèces sur la santé des populations locales.....	29
4.4.2- Effets des deux espèces sur les activités des populations locales .....	30
4.4.3-Effets des deux espèces sur le milieu .....	30
4.4.4-Nuisances causées par les deux espèces en fonction des villages .....	31
CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS .....	35
REFERENCES BILIOGRAPHIQUES .....	37
ANNEXES .....	a
Annexe 1 .....	a
Annexe 2 : .....	b

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ANOVA** : Analysis of variance (Analyse de variance)

**C** : carbone

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Carbone

**CP** : Concentration en Phosphore

**GISD** : Global Invasive Species Database

**GISP** : Global Invasive Species Programme (Programme pour les espèces envahissantes mondial)

**GPS**: Global Positioning System

**H**: hydrogène

**N** : azote

**O** : oxygène

**OMVS** : Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal

**P** : phosphore

**PNOD** : Parc National des Oiseaux du Djoudj

**SAED** : Société d'aménagement et d'exploitation des terres du Delta

**Te** : Témoin

**UCAD** : Université Cheikh Anta Diop

**UICN** : Union Internationale pour la conservation de la Nature

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Carte du Djoudj (source DPN, 2006) .....	11
Figure 2 : Schémas du dispositif expérimental de l'étude de la croissance du <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	17
Figure 3 : Recouvrement de la biomasse des espèces en fonction des cours d'eau .....	21
Figure 4 : Croissance des rameaux en fonction de la densité et du temps .....	23
Figure 5 : Effet du phosphore sur la croissance des rameaux .....	24
Figure 6 : Croissance des rameaux principaux en fonction du temps et de la concentration en phosphore .....	25
Figure 7 : Effet du phosphore sur le nombre de ramification .....	26
Figure 8 : Nombre de ramification en fonction du temps et de la concentration en phosphore .....	27
Figure 9 : Effets des deux espèces sur la santé .....	29
Figure 10 : Les méfaits sur les activités des populations locales .....	30
Figure 11 : Les nuisances sur le milieu .....	31
Figure 12 : Les effets au niveau sanitaire en fonction des villages .....	32
Figure 13 : Les méfaits sur les activités de l'homme par village.....	33
Figure 14 : Les effets sur le milieu par village.....	34

## **LISTE DES PHOTOS ET PLANCHE**

Planche 1 : <i>Ceratophyllum demersum</i> L. (source: MBAYE, 2015).....	7
Photo 1: <i>Najas marina</i> L. (source: MBAYE, 2015) .....	9
Planche 2 : Vue des graines en germination dans les boîtes de pétri .....	18

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Constituants physico - chimiques des cours d'eau .....	19
Tableau 2 : Pourcentage et temps de germination des graines de <i>Najas marina</i> .....	29

## RESUME

Les macrophytes aquatiques proliférant dans la vallée du fleuve Sénégal constituent une sérieuse menace pour la sauvegarde de la biodiversité mais aussi une contrainte pour le développement socio-économique et sanitaire de la localité. Dans le Parc national des Oiseaux de Djoudj, il est noté une prolifération trop importante de plantes aquatiques. Dans l'optique d'une sauvegarde de ce patrimoine, il est important de bien connaître ces plantes afin mettre au point un programme pertinent de gestion de cette prolifération.

C'est dans ce cadre que cette étude a été menée pour contribuer à une meilleure conservation de la diversité biologique de la vallée du fleuve Sénégal. Elle vise à : 1-connaître la biologie et l'écologie de *Ceratophyllum demersum* et de *Najas marina* ; 2-déterminer la dynamique d'invasion de ces deux espèces ; et 3- connaître leurs utilités et utilisations par les populations locales. Elle a été réalisée dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD).

Le travail consistait d'abord à faire des observations directes et à réaliser des enquêtes ethnobotaniques dans les villages environnants du parc.

L'étude de la distribution a montré que les deux espèces colonisent des cours d'eau différents. *Ceratophyllum demersum* est présente dans le canal de crocodile et dans le marigot du Gorom avec des taux de recouvrement identiques dans les deux sites envahis. *Najas marina* est retrouvée dans le Grand Lac et dans le marigot du Khar. L'espèce est plus abondante dans le marigot du Khar (avec un recouvrement > 60 %) et moins abondante dans le Grand Lac.

L'étude de la croissance du *Ceratophyllum demersum* a montré que la plante colonise l'espace en augmentant sa longueur de croissance par élongation et en émettant plusieurs ramifications. Par ailleurs, lorsque les concentrations en phosphore sont élevées, la croissance de *Ceratophyllum demersum* tend à se stabiliser.

L'étude de la germination des graines de *Najas marina* a montré que le comportement germinatif des graines de *Najas marina* est différent en fonction des traitements.

Les graines scarifiées ont présenté un pouvoir germinatif élevé ou considérable (entre 77 et 88%) avec un temps de germination relativement court (7 jours) par rapport à celui des graines non traitées qui est faible.

Les études ethnobotaniques ont montré que les deux espèces ne présentent pas d'utilités pour les populations vivant aux alentours du parc et que leur apparition est source de nuisances sur la santé de l'homme, sur ses activités et sur le milieu naturel.

Mots clés : *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, biologie, écologie, dynamique invasion, Fleuve Sénégal

**ABSTRACT:**

The aquatic macrophytes proliferating in the valley of Senegalese river represents not only a serious threat for biodiversity protection but also a constraint for the social, economic and sanitary development of the locality. An important proliferation of water plant species is recently noted in the National Park of Birds at Djoudj (PNOD) a too. In order to conserve this patrimonial biodiversity, it is important to well know these plant species. This could help to develop a relevant guideline of aquatic plant species management. This study has been conducted in order to contribute to a better conservation of biological diversity in Senegalese river. The work was conducted in the National park of the Birds at Djoudj and aimed to 1 – to know the biology and the ecology of two aquatic species: *Ceratophyllum demersum* and *Najas marina*; 2 – to determine the invasive dynamics of these two species; 3 – to know their utilities and use by local populations.

The work consisted at first in making direct observations and in realizing ethnobotanic inquiries in the villages surrounding the park.

The study of the distribution showed that both species colonize different streams. *Ceratophyllum demersum* is present in the channel of crocodile and in the oxbow lake of Gorom with ident Vue des graines en germination dans les boites de pétri

ical rates of covering in both invaded sites. *Najas marina* is found in the big lake and the oxbow lake of Khar. The specie is more plentiful in the oxbow lake of Khar (with a covering > 60 %) and less plentiful in the Big Lake.

The study of the growth of *Ceratophyllum demersum* showed that the plant colonizes the space by increasing its lengh of the growth by strain and emitting several ramifications. Besides, when the concentrations in phosphorus are brought up, the growth of *Ceratophyllum demersum* tends to stabilize.

The study of the seeding of the seed of *Najas marina* showed that the germinal behavior of the seeds is different according to treatments.

The scarified seeds presented a high or considerable germination power (between 77 and 88%) with a relatively short weather of seeding (7 days with regard to) that of seeds untreated which is weak.

The ethnobotanic studies showed that both species do not present utilities for the populations living near the park and that their appearance is spring of nuisances on the health of human, on its activities and on the natural environment.

Keywords: *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, biology, ecology, dynamics invasion, Senegal River

## INTRODUCTION

Les invasions biologiques constituent la deuxième cause de perte de biodiversité dans le monde (UICN, 2000). Ces phénomènes d'envahissement sont favorisés par certains caractères biologiques des espèces mais aussi par les facteurs du milieu et certaines activités humaines pouvant entraîner une expression rapide de leur potentiel d'établissement.

Dans la vallée du fleuve Sénégal, l'apparition de la végétation aquatique envahissante est récente. Elle est fortement liée aux modifications du fonctionnement hydrologique et de la qualité des eaux du fleuve (Cogels, 1997). Ces modifications sont dues à la mise en place des grands aménagements hydro agricoles par l'Organisation pour la Mise Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) et la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta (SAED) (barrage anti sel de Diama 1985, barrage de Manantali 1988, digue de protection) (Cogels, 1997 ; Triplet *et al.*, 2013). Avant l'installation de ces ouvrages, le régime naturel hydrologique du fleuve était marqué par l'alternance d'une période de crue avec des eaux douces abondantes et d'une période d'étiage avec une salinisation importante des sols et des eaux (Cogels, 1997 ; Triplet *et al.*, 2013). Le système ainsi artificialisé se traduit par la régularisation de la crue, le soutien à l'étiage durant la saison sèche, le contrôle des écoulements dans les terres du Delta et leur protection contre les intrusions de la langue salée (Triplet *et al.*, 2013)

Cette artificialisation du régime du fleuve Sénégal a eu des conséquences sur le Parc National des Oiseaux de Djoudj (PNOD) et son environnement (Cogels, 1997 ; Beintema *et al.*, 1995). Le dessalement progressif des eaux du parc, à la suite de la suppression de l'alternance eau douce/eau salée a favorisé la prolifération des plantes aquatiques envahissantes dont le *Ceratophyllum demersum* et le *Najas marina*. Par ailleurs, la présence de ces plantes dans les eaux du parc peut avoir des effets indésirables voir néfastes sur la biodiversité et plus particulièrement sur la vie des oiseaux qui font la particularité de ce site. Il est donc important aujourd'hui d'améliorer les connaissances scientifiques sur ces plantes en vue de leur meilleure gestion. C'est dans cette optique que ce travail a été mené pour contribuer à une meilleure conservation de la diversité biologique de la vallée du fleuve Sénégal. Plus spécifiquement, il vise à :

- ✓ connaître la biologie et l'écologie de *Ceratophyllum demersum* et de *Najas marina* ;
- ✓ déterminer la dynamique d'invasion de ces deux espèces ; et
- ✓ connaître leurs utilités et utilisations par les populations locales.

## **I- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **1.1- Notion de plantes envahissantes**

#### **1.1.1- Définition**

Dans le monde, de nombreuses plantes sont introduites hors de leur aire de répartition naturelle par l'homme pour des raisons alimentaires, fourragères, ornementales, ou bien médicinales ; ces plantes sont qualifiées d'espèces exotiques. Certaines de ces espèces ont une propension à coloniser de façon spectaculaire l'espace terrestre ou aquatique disponible (Anonyme, 2005).

En milieu aquatique, les macrophytes sont capables de coloniser les rives, les zones peu profondes voire des zones de profondeur importantes, conduisant à des proliférations végétales. Ces proliférations sont le plus souvent le reflet de la dégradation de la qualité du milieu du fait des changements climatiques et/ou des activités de l'homme (perturbation physique du milieu, enrichissement excessif des eaux et du substrat ou eutrophisation).

La définition des notions de prolifération, d'envahissement et d'invasion d'une espèce varie selon les auteurs.

Selon Muller (2004), les espèces envahissantes ou invasives sont celles qui « par leur prolifération dans les milieux naturels ou semi naturels, y produisent des changements significatifs de composition de structure et /ou de fonctionnement des écosystèmes ».

L'UICN (2000) définit une espèce exotique envahissante comme étant une espèce allochtone dont l'introduction par l'homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats, les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques et sanitaires. L'introduction d'une espèce en dehors de son aire de répartition géographique peut se faire avec toutes les parties de l'organisme susceptibles de survivre et de se reproduire ultérieurement y compris les graines, les œufs ou les propagules.

#### **1.1.2-Impact de la prolifération des espèces**

Les végétaux aquatiques envahissants posent un problème particulièrement important. Par leur vitesse de croissance extrêmement élevée, ils peuvent, rapidement, recouvrir des surfaces importantes et modifier considérablement le fonctionnement des écosystèmes (Etien et Arft, 1996) dont les conséquences majeures sont :

- la limitation de la pénétration lumineuse,
- l'augmentation de l'évapotranspiration,
- les modifications des taux de sédimentation,
- l'altération du cycle des différents éléments nutritifs.

A ces dommages écologiques s'ajoutent souvent des effets socio-économiques tels que : l'impossibilité d'obtention d'eau potable, la prolifération de maladies hydriques, les difficultés dans les activités de pêche et d'irrigation, le gêne à la circulation des biens et des personnes. La prolifération du *Ceratophyllum demersum* et du *Najas marina* présente plusieurs impacts dans le monde, en Afrique et au Sénégal.

- **Dans le monde**

*Ceratophyllum demersum* a été répandue dans le monde entier par l'intermédiaire du commerce de l'aquarium et de l'étang. Elle est considérée comme une mauvaise herbe des cours d'eau dans de nombreuses régions du monde, en raison de sa capacité à se propager rapidement, à envahir une large superficie d'habitats aquatiques et à croître à des profondeurs plus élevées que d'autres espèces de mauvaises herbes (NIWA, 2005a ; GISD, 2006). Sa présence peut affecter le développement du phytoplancton de trois façons: par la concurrence pour l'azote inorganique, par la compétition pour la lumière et par l'allélopathie (Mjelde *et* Faafeng, 1997 ; GISD, 2006). L'allélopathie, l'inhibition de la croissance d'une espèce de plantes par la production de substances chimiques par une autre espèce, a été étudiée chez *Ceratophyllum demersum* (Gross *et al.*, 2003 ; Mjelde *et* Faafeng, 1997). Les composés chimiques isolés se sont avérés capables d'inhiber la croissance du phytoplancton et des cyanobactéries fixatrices d'azote (Gross *et al.*, 2003).

*Ceratophyllum demersum* peut aussi causer des problèmes dans les écosystèmes aquatiques en raison de sa capacité à former des lits monospécifiques denses ou herbiers denses. Dans certains lacs (lac Maraetai , lac Rotoaira, lac Waikato) en Nouvelle Zélande, l'espèce peut se trouver jusqu'à 14,5m de profondeur avec des lits pouvant aller de 7 à 10m de haut, créant ainsi une forêt dense ou un grand tapis sous-marin (NIWA, 2001 ; Varie, 2012).

Ces lits monospécifiques denses peuvent entraîner des nuisances au niveau esthétique, au niveau des activités récréatives menées sur les voies navigables et dans certains cas provoquer des blocages dans les centrales hydroélectriques. Ces masses d'herbier ont provoqué la fermeture de la centrale du lac Ohakuri en 1965. A cela s'ajoute le cout financier substantiel lié à l'enlèvement de la plante.

Au niveau de l'écosystème, la prolifération de la plante entraine la disparition des communautés végétales indigènes et la suppression des habitats essentiels pour les poissons et d'autres espèces animales d'eau douce importante (NIWA, 2005). Des expériences utilisant des sédiments prélevés dans deux lacs en Island (lac Tarawera et lac Rotorua) ont montré une forte

réduction de la croissance des charophytes indigènes (*Chara globularis*) dans les sédiments recueillis sous les herbiers de *Ceratophyllum demersum*.

Toutefois, en dehors de tous ces effets négatifs énumérés causés par le *Ceratophyllum demersum*, l'espèce peut présenter quelques aspects positifs. En effet, elle peut constituer un lieu de reproduction et de refuge pour les poissons et les alevins. Ainsi, elle est utilisée comme plante d'aquarium dans plusieurs pays du monde.

Enregistré dans les années 1930, *Najas marina* s'est développé dans 26 états américains. Dans certains lacs tel que New Germany, Massachusetts aux Etats - Unies, la plante développe des peuplements denses et monospécifiques capable d'entraîner la disparition d'espèces aquatiques autochtones et de réduire la valeur esthétique et récréative des lacs, étangs et rivières (GISD). *Najas marina* comme beaucoup d'autres hydrophytes est consommée par plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques tel que les canards (Martin *et al.*, 1951 in Agami et Waisel, 1986) et de poissons. En effet, les graines contiennent en moyenne 10% de protéine et une quantité non négligeable d'hydrate de carbone, ce qui fait d'eux une source importante de nourriture pour ces oiseaux (Agami et Waisel, 1986).

Les études d'Agami et Waisel (1986) ont montré que les canards colverts (*Anas platyrhynchos*) et les carpes herbivores jouent un rôle important dans la distribution, la dissémination, la propagation et la germination de l'espèce. Les graines ayant séjournées dans l'appareil digestif de l'oiseau et non digérées présentaient un taux de germination et un pouvoir germinatif très élevés. Ces oiseaux étant capable de parcourir de longues distances (100 à 200km par jour) peuvent disperser ou disséminer éventuellement les graines par excrétion, élargissant ainsi les risques d'invasion dans d'autres zones.

### o En Afrique

Les conséquences liées aux proliférations végétales en Afrique sont très diverses et variées. Elles peuvent être d'ordre économique, social, sanitaire et environnemental.

Au Burkina Faso, une colonisation par les espèces prolifiques comme *Ceratophyllum demersum* et *Najas sp* engendre une certaine nocivité réduisant les activités des populations (pêche) dans le lac Tengrela et dans la mare aux hippopotames (Ouédraogo, 1995 in Anonyme, 2004). Des études menées à la mare aux hippopotames, aux lacs Volta et Tchad ont montré une augmentation des effectifs de *Bulinus globosus* (hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium* vecteur de la schistosomiase urinaire au Burkina). La croissance de cet hôte est

liée à la colonisation du milieu par *Ceratophyllum demersum* qui constitue son support privilégié.

### o Au Sénégal

*Ceratophyllum demersum*, macrophyte aquatique proliférant dans la vallée du fleuve Sénégal forme des herbiers denses. Ces derniers ont plusieurs impacts.

L'envahissement des canaux d'irrigation des exploitations agricoles au nord du Lac de Guiers pose un gros problème hydraulique car les résidus d'herbicides utilisés à forte dose pour son enlèvement aboutissent au lac via les eaux de drainage des cultures (Cogels, 1997).

La prolifération de l'espèce entraîne aussi le développement de maladies liées à l'eau telles que la diarrhée, la bilharziose et le paludisme. Cette plante est caractéristique des milieux eutrophes et est le support privilégié des mollusques hôtes intermédiaires de la schistosomiase (Leveque, 1980 in Cogels, 1997).

Cette espèce peut également entraîner l'obstruction des voies d'eaux et des canaux d'irrigation rendant difficile voire impossible la navigation et occasionnant une diminution de la vitesse de l'eau. En effet, le pourrissement des plantes de *Ceratophyllum demersum* accélère le processus d'eutrophisation et d'envasement du milieu ce qui entraîne des effets négatifs sur le milieu comme l'altération de la qualité des eaux.

La prolifération de *Najas marina* dans les eaux du PNOD présente des menaces pour la sauvegarde de la biodiversité au niveau local et au niveau international.

Le PNOD constitue un site d'hivernage et de reproduction très important pour de nombreuses espèces d'oiseaux migratrices. L'envahissement des eaux du parc contribue à la perturbation des équilibres écologiques et par conséquent à la destruction de la faune aquatique des sites concernés (Triplet, 2013). L'espèce forme des touffes d'herbiers denses tout au long des cours d'eau et colonise l'espace ou l'habitat diminuant ainsi les surfaces d'eau libre. Ceci constitue une menace pour la survie des oiseaux surtout ceux vivant dans les sites infestés.

Sur le plan socio-économique, la diminution de la navigabilité et de l'hydraulicité entraîne une baisse de la valorisation de l'écotourisme (Triplet, 2013).

## 1.2- *Ceratophyllum demersum*

### 1.2.1- Position systématique

Le genre *Ceratophyllum*, seul représentant de la famille des Ceratophyllacées, se retrouve dans le monde entier. Cette famille appartient à l'embranchement des Spermaphytes, au sous

embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones et à l'ordre des Ceratophyllales.

Les espèces du genre *Ceratophyllum* exigent une stricte submersion et leur floraison a lieu sous l'eau. Dépourvues de racines, elles flottent librement dans la masse liquide et forment des tiges fragiles, longues, couvertes d'organes foliaires verticillés et fourchus. Les petites fleurs axillaires sont unisexuées cependant, les plantes sont monoïques (Raynal, 1981).

*Ceratophyllum demersum* est l'unique espèce représentant la famille des Ceratophyllacées en Afrique occidentale (Berhaut, 1974). Elle est connue sous plusieurs appellations telles que cératophylle épineux, cornifle nageant, cornifle submergé, herbe à corne. Elle est synonyme de *Ceratophyllum muricatum*.

### **1.2.2- Caractères généraux**

*Ceratophyllum demersum* (photo 1) est un hydrophyte flottant totalement submergé à peine visible à la surface de l'eau. Elle peut mesurer jusqu'à 3m de longueur. Cette espèce ne possède pas de racines vraies et s'ancre dans le substrat à l'aide de feuilles modifiées appelées rhizoïdes (Collectif, 1997). C'est une plante herbacée aquatique à longues ramifications linéaires filiformes portant, tous les 10 à 25mm, un groupe de feuilles verticillées par 5 à 10. Longues de 10 à 30mm, ces feuilles forment des verticilles chevelus larges de 3 à 6 cm (Berhaut, 1971). Les fleurs sont petites, sessiles et passent souvent inaperçues à l'aisselle des feuilles (Collectif, 1997). Elles sont unisexuées et s'ouvrent sous l'eau. Les fleurs mâles possèdent 10 à 25 étamines. Les fleurs femelles sont composées d'un seul carpelle à ovaire supère comprenant une seule loge avec un seul ovule. Le fruit est un akène noir surmonté d'un style apical persistant plus long que le fruit et pourvu de deux épines basales (Lambinon *et al.*, 1992).



Planche 1: *Ceratophyllum demersum* L. (source: MBAYE, 2015)

### 1.2.3 Reproduction

L'espèce présente deux modes de reproduction : la multiplication végétative et la reproduction sexuée.

La multiplication végétative a lieu par bouturage c'est à dire par fragmentation des tiges feuillées (Montégut, 1987 ; Holm *et al.*, 1977). Elle ne fait pas intervenir des organes destinés à passer la mauvaise saison comme les rhizomes ou tubercules puisqu' il n'existe pas de véritables racines. Par contre, en automne, le cornifle submergé développe une forme de résistance. Pendant cette période, les extrémités apicales des tiges latérales cessent de s'allonger et portent des groupes de feuilles serrées comportant plus de réserves et de cuticule. Cette phase dormante passe l'hiver et s'allonge le printemps suivant (Collectif, 1999).

La reproduction sexuée se fait par la formation de graines. *Ceratophyllum demersum* fleurit de juin à septembre et passe l'hiver au fond de l'eau à l'état d'hibernacles. La pollinisation a lieu sous l'eau. Lorsque les fruits sont murs, ils coulent immédiatement et pourront germer au printemps suivant (Holm *et al.*, 1977 in Collectif, 1999). Ce mode de dissémination est relativement peu efficace sauf en cours d'eau stagnant car les graines se déplacent peu.

#### **1.2.4 Ecologie**

*Ceratophyllum demersum* est caractéristique des milieux de faibles éclaircissements et se développe dans les eaux calmes, peu agitées ou à faible courant. Elle peut se retrouver à des profondeurs jusqu'à 10 m puisque n'ayant pas de racines à alimenter en oxygène contrairement aux hydrophytes fixés. Elle est cosmopolite et se rencontre essentiellement dans les eaux bien minéralisées (sulfates, chlorures, sodium et matières organiques abondantes) dont le pH est généralement supérieur à 7, souvent entre 7,5 et 9 (milieu basique) et une conductivité supérieure à 150 mS/cm. Elle est nitrophile et bien adaptée aux fortes concentrations en azote et en phosphore. Cet espèce est indicatrice des milieux eutrophes et tolère la pollution industrielle.

### **1.3- *Najas marina***

#### **1.3.1-Position systématique**

*Najas* est un genre de plantes monocotylédones appartenant à l'embranchement des angiospermes, à l'ordre des Najadales et à la famille des Najadacées selon la classification de Cronquist (1981) ou des hydrocharitacées selon la classification phylogénétique. Ce genre est constitué d'espèce herbacées aquatiques, annuelles, submergées, enracinées, monoïques ou dioïques (Thiam, 2012) des régions froides et tropicales dont le *Najas marina*.

#### **1.3.2 -Caractères généraux**

*Najas marina* (photo 2) aussi appelé naïade marine, najas port plaisance, grande naïade, naïade des fleuves, *Najas muricatum*... est une espèce annuelle strictement submergée (Berhaut, 1967). Cependant, dans les zones chaudes, elle peut se développer sur plusieurs années (GISD). *Najas marina* est une herbe dioïque, rampante ou s'enracinant dans la vase. Elle est vivace à rhizome et possède des chaumes généralement prostrées et radicales émettant de nombreux rejets dressés courts et formant des gazonnements étendus (Thiam, 2012) ou touffes d'herbiers denses. Sa tige est très ramifiée et garnie d'épines. Les feuilles sont étroites, longues de un (1) à quelques cm, denticulées au bord et groupées par 2 ou 3. Les fleurs minuscules sont unisexuées et sessiles. La fleur mâle est réduite à une anthère et la femelle à un carpelle. Le fruit est un petit akène long de 2 à 3mm.



Photo 1: *Najas marina* L. (source: MBAYE, 2015)

### 1.3.3 -Reproduction

Elle possède deux modes de reproduction : une reproduction végétative et une reproduction sexuée.

La multiplication végétative se fait par bouturage.

La reproduction sexuée se fait par la production d'une quantité importante de graines. La floraison a lieu de Juin à Septembre. La pollinisation a lieu sous l'eau (Raynal, 1981) et est effectuée par les mouvements de l'eau (pollinisation hydrogame). Ces graines assurent la survie de l'espèce pendant la saison sèche (Handley et Davy, 2005).

Dans les régions chaudes, *Najas marina* se développe sur plusieurs années. Dans les régions tempérées, on parle de plante annuelle car sa mort est programmée à l'automne quand la température de l'eau tombe en-dessous de 13 °C. Néanmoins, elle survit indirectement grâce au développement de bourgeons destinés à passer l'hiver. Elle développe à l'extrémité de ses pousses des feuilles plus larges, plus grossières et plus lourdes.

### 1.3.4- Ecologie

*Najas marina* est cosmopolite. Elle est largement distribuée dans les régions tropicales et tempérées (Lebrun, 1947 in Thiam, 2012).

L'espèce se retrouve dans les eaux stagnantes ou à faible courant, généralement calcaires, fortement minéralisées parfois saumâtres. Par conséquent, elle préfère les habitats protégés où les détritiques en décomposition qui fournissent habituellement les potentiels redox faibles nécessaires à la germination des graines (Van et Viersen ,1982b *in* Vari, 2012). La plante se rencontre dans les rives, mares, étangs, rivières calmes jusqu'à des profondeurs de 3m.

## II-Présentation du site : PNOD

### 2.1-Situation géographique et délimitation

Le Parc National des Oiseaux de Djoudj a été créé par décret N°71-471 du 14 Avril 1971 avec une superficie de 12000 hectares. Sa superficie est passée à 16000 hectares depuis 1975 par décret N°75-1222 du 10 Décembre 1975. Il est situé à près de 15 kilomètres de Ross-Béthio et 60 kilomètre au Nord -Est de Saint Louis dans le delta du fleuve Sénégal entre 16°30' de latitude nord et 16°10' de longitude ouest. Le parc est limité au Nord et au Nord-Ouest par la digue périphérique longeant le fleuve Sénégal, au Sud par le marigot du Gorom et à l'Est par celui du Khar. (Figure 1)

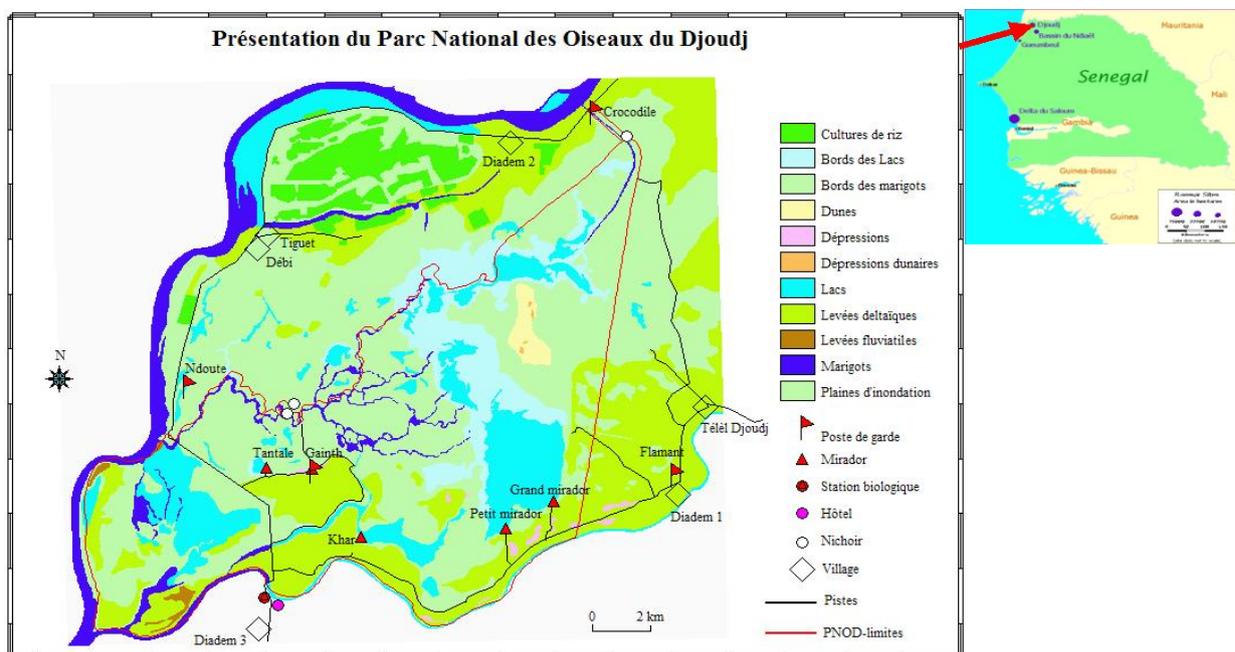


Figure 1 : Carte du Djoudj (source DPN, 2006)

### 2.2- Caractéristiques du milieu

#### 2.2.1-Climat

Le climat est de type tropical semi-aride. Il est caractérisé par une transition entre des influences d'un domaine continental sahélien et d'un domaine littoral. Par conséquent, les vents saisonniers sont, selon leur provenance, soit sèche ou humide, soit froide ou chaude (Triplet *et al.*, 2013). La pluviométrie annuelle est faible et n'excède pas 300mm. Elle est marquée par une diminution sensible au cours des vingt dernières années avec une humidité relative variant de 47 à 80% (Kuisieu *et al.*, 2001 in Gueye, 2009). Le régime climatique est subdivisé en trois saisons principales : la saison des pluies, de juin à septembre ; la contre-saison froide et sèche, d'octobre à février et la contre saison chaude et sèche, de mars à juin. Les deux contre-saisons

correspondent à la période de migration des oiseaux du Paléarctique et de nidification de certaines espèces d'oiseaux. La température moyenne annuelle est de 27°C (Triplet *et al.*, 1995 *in* Gueye, 2009).

### **2.2.2-Flore et Végétation**

La dernière étude sur la flore du parc a mentionné la présence de 132 espèces réparties dans 99 genres et 48 familles (Noba *et al.*, 2010). La végétation et la flore du Parc National des Oiseaux du Djoudj est caractérisée par la diversité des écosystèmes qu'on y rencontre (aquatiques, semi – aquatiques, terrestres) (Diop, 2009).

Le tapis herbacé est constitué principalement de graminées et de cypéracées dont la répartition des espèces est fonction de la salinité des sols et des conditions d'inondation (Triplet *et al.*, 1995 *in* Diop, 2009).

Les zones inondées sont caractérisées par des peuplements de *Typha*, *Sporobolus robustus*, *Phragmites*, *Nymphaea lotus*. Ces espèces sont bien représentées dans les grandes étendues marécageuses du parc. Le parc est marqué actuellement par le développement exponentiel des *Typha* qui ont colonisé presque la moitié du parc.

Les berges lacustres salées sur les rives ouest du Grand Lac et à l'Ouest du poste de Gainth sont dominées par les communautés à *Scirpus littoralis* qui tolèrent assez bien la salinité (Anonyme, 2014).

La savane arborée et arbustive est caractérisée par la présence des *Acacia*, des *Tamarix*, des *Prosopis* etc.

L'inventaire systématique des algues du Parc National des Oiseaux du Djoudj (Diop, 2009) fait état de 74 espèces réparties en 34 genres et 12 familles avec une prédominance des microalgues suivies des cyanophytes.

### **2.2.3-Faune**

Le PNOD renferme la petite faune, la moyenne faune et la faune aviaire. Cette dernière fait la particularité du site ornithologique du Djoudj (Anonyme, 2014).

L'avifaune est d'une importance internationale. Le parc est en Afrique de l'Ouest, l'une des zones d'hivernage les plus importantes pour les oiseaux migrateurs du Paléarctique. La diversité des plans d'eau (mares, marigots et lacs) et la disponibilité de la nourriture favorisent le séjour pour de longues périodes (six mois) de nombreux oiseaux migrateurs (Triplet *et al.*, 2013). D'autres oiseaux y font escale pour ensuite poursuivre leur route vers des quartiers d'hiver en

Afrique centrale ou du Sud. Le Djoudj constitue ainsi un important site de nidification pour plusieurs espèces telles que : les flamants roses, les flamants nains, les pélicans gris, les hérons, les ibis (Gueye, 2009).

L'ichtyofaune est représentée par 92 espèces pour 26 familles dont les plus diversifiées sont les Cichlidae (14 espèces), les Characidae (12 espèces), les Bagridae (9 espèces). La composition spécifique des peuplements de poissons du PNOD et de sa périphérie est relativement stable dans le temps. Cependant, les longues années de sécheresse (décennies 1970 et 1980) avaient réduit la surface des plaines inondées, affectant les conditions de reproduction et de croissance de plusieurs espèces dont l'écologie est liée à l'inondation (Welcome, 1985 *in* Anonyme, 2014).

Les informations sur les espèces discrètes et de fort mimétisme comme les serpents, les tortues d'eau douce font défaut. Certaines espèces animales comme le phacochère, la gazelle dorcas, la gazelle à flancs roux, le crocodile du Nil, l'hyène tachetée, le varan sont rencontrées (Diop, 2009).

#### **2.2.4-Hydrologie**

Deux régimes hydrologiques se sont succédés dans le delta du fleuve Sénégal (le régime naturel et celui modifié par la construction des barrages) et ont alternativement marqué le PNOD (Triplet et *al.*, 2013). Le fonctionnement hydrologique du Djoudj est commandé par des vannes : l'ouvrage du canal du crocodile qui alimente le lac Lamentin, celui du Djoudj connecté au marigot du Djoudj et l'ouvrage du Gorom qui alimente le Khar. L'hydrographie du Djoudj est un système complexe formé par des lacs et des marigots reliés entre eux par des chenaux ou axes hydrauliques:

- le marigot du Djoudj ;
- le marigot du Khar (1500 ha) ;
- le grand lac le plus important avec une superficie de 5500ha
- le lac Lamentin (1000ha)

### III-MATERIEL ET METHODES

#### 3.1-MATERIEL

##### 3.1.1-Matériel végétal :

Des plantes de *Ceratophyllum demersum* ont été prélevées et stockées dans des bouteilles au marigot du campement de Njagabar dans le PNOD. Elles ont été acheminées au Jardin Botanique de la Faculté des Sciences et Techniques (UCAD) et placées dans des bassins de culture.

Des plantes de *Najas marina* sont récoltées dans le marigot du Khar puis séchées afin d'y récolter des graines.

##### 3.1.2- Matériel :

Le matériel utilisé est :

- Appareil photo
- Bouteilles
- GPS, pH-mètre, salinomètre, conductimètre
- Décamètre
- Flore de Berhaut
- Fiche de suivi de la végétation envahissante
- Fiche d'enquête ethnobotanique
- Presse de collecte
- Bicarbonate de soude, urée, chlorure de calcium
- sirop de fer, vitamine (poly vitamines), acide sulfurique 95%
- Potassium phosphaté ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) avec un poids moléculaire de 136,09g/l
- Eau minérale kiréne
- Agitateur magnétique
- Balance de précision
- Cuve en plastique d'un volume de 11L
- Toile transparente
- Boîtes de pétri
- Papier filtre
- Lame scalpel, manche et pince
- Agitateur fixé à 90 tours/min
- Loupe d'observation

## 3.2-METHODES

### 3.2.1-Répartition, recouvrement et biomasse des espèces au PNOD

Une prospection a été faite dans le marigot du Khar et au grand lac pour évaluer l'extension ou la répartition de l'espèce et analyser les paramètres physico-chimiques de l'eau dans les sites envahis par le *Najas marina*. Après cela, il a été procédé à l'installation de placettes d'échantillonnage de 400m<sup>2</sup> pour l'estimation de l'abondance ou recouvrement de l'espèce dans trois sites : marigot du Khar, grand lac vers le grand mirador et grand lac vers le petit mirador. Au niveau de chaque site deux placettes de 400m<sup>2</sup> sont délimitées. La date, les coordonnées du point d'observation, le recouvrement de l'espèce sont consignés pour chaque placette dans les fiches de suivi de la végétation. La biomasse a été déterminée par prélèvement dans un 1m<sup>2</sup> de tous les plants de *Najas marina* présents. Ces plantes sont séchées et le poids évalué grâce à une balance de précision.

Pour l'estimation du recouvrement de *Ceratophyllum demersum* des jumelles et un appareil photo ont été utilisés pour observer à partir des ponts se trouvant sur les lieux compte tenu de la profondeur du marigot de Gorom et du canal de Crocodile.

Des échantillons d'eau sont aussi prélevés dans des bouteilles avec une étiquette indiquant le nom du cours d'eau puis acheminés au laboratoire d'hydrochimie du Département de Géologie afin de déterminer les paramètres physico- chimiques.

Pour l'estimation du recouvrement l'échelle utilisée est la suivante : (élevé  $\geq 60\%$  ; 30%  $\leq$  moyen  $\geq 60\%$  ; faible  $\leq 30\%$ ).

Les coordonnées géographiques des placettes ont été établies avec un GPS.

La conductivité et la salinité de l'eau sont mesurées sur place avec des appareils portatifs.

### 3.2.2-Etude de la multiplication végétative (bouturage) du *Ceratophyllum demersum*

#### 3.2.2.1-Détermination de la densité propice à la croissance

L'étude de Vari (2012) a trouvé que la longueur de 15 cm était celle la plus propice et capable de continuer le cycle de développement. L'effet de la densité sur la croissance a été étudié en introduisant 4 individus ou fragments dans le bassin 1 et 8 individus dans le bassin 2. Les bassins ont le même volume et les différents rameaux avaient la même longueur 15 cm et coupés à partir des apex. En effet, la croissance des végétaux s'effectue par une élongation des rameaux au niveau des apex ou extrémités apicales. Les bassins sont remplis d'eau de robinet et couvert d'un grillage à maillage fin pour limiter le dépôt des particules entraînées par le vent parce

qu'ils étaient à l'air libre. Pour chaque densité, 4 répétitions ont été faites. L'eau des bassins est renouvelée toutes les semaines et la longueur des fragments mesurée.

### **3.2.2.2-Etude de la croissance en fonction de la concentration de Phosphore (P)**

Les éléments majoritaires dans la composition des végétaux sont : de carbone (C), d'oxygène (O), d'hydrogène (H), d'azote (N) et de phosphore (P). Dans les milieux aquatiques O, H, C sont abondants (sous forme de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O). Le développement des végétaux est lié à la quantité d'azote et de phosphore dans l'eau. Les végétaux ont plus besoin de N que de P. En l'absence de pollution l'eau est de 20 à 40 fois plus riche en N qu'en P (SDAGE, 1996). Le phosphore est donc le principal facteur limitant le développement des végétaux (Carbiener *et al.*, 2013). Dans cette étude l'effet du phosphore sur le développement de *Ceratophyllum demersum* a été étudié en fixant les autres éléments nutritifs (même quantité que celle du milieu naturel) et en faisant varier la concentration du phosphore dans les cuves. Les résultats des analyses physico – chimiques ont montré une concentration en phosphore de 0,001mg/l dans les eaux du Gorom. Cette valeur a été prise comme référence lors de cette étude. Les différentes concentrations de phosphore utilisées sont : 0,001, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05 et 1mg/l.

Pour chaque mesure de phosphore, 15 gouttes de vitamine, 0,1 ml/l de fer, 18,9mg/l de sel pur, 4,9mg/l de chlorure de calcium, 0,5mg/l d'urée, 42,7mg/l de bicarbonate sont pesés grâce à une balance de précision et ajoutés respectivement dans un bécher de 250ml contenant 150ml d'eau minérale le tout homogénéisé à l'aide d'un agitateur magnétique.

Chacune de ces solutions est versée dans une cuve contenant 3l d'eau minérale. Des étiquettes étaient placées sur chaque cuve pour indiquer la concentration en phosphore. Deux rameaux de 15cm de *Ceratophyllum demersum* ont servi pour ensemercer chaque bac.

Le dispositif expérimental est celui du bloc randomisé à 3 répétitions. Chaque répétition est constituée de 8 cuves (chaque cuve a un volume de 11l) dont 7 traitements et un témoin. Puis ces derniers sont couverts d'un grillage à maillage fin pour limiter les risques de contamination. Des mesures journalières de la longueur des rameaux sont effectuées ainsi que le nombre de ramification compté.

Te	CP (0,001)	CP (0,01)	CP (0,02)	CP(0,03)	CP (0,04)	CP (0,05)	CP (1)
CP (0,02)	CP (0,04)	CP (1)	Te	CP (0,05)	CP (0,01)	CP (0,001)	CP (0,03)
CP (0,01)	CP (0,03)	CP (0,05)	CP (0,001)	CP (0,04)	CP (0,02)	CP (1)	Te

Figure 2 : Schémas du dispositif expérimental de l'étude de la croissance du *Ceratophyllum demersum*

Te =témoin ; CP =concentration en phosphore

### 3.2.3- Etude de la germination des graines de *Najas marina*

Cinq lots de graines sont mis en germination dans des boites de pétri.

Le premier est composé de 65 graines non traitées, le second (47graines) est trempé dans de l'eau chaude pendant 2 à 3 minutes avant d'être placé dans la boite de pétri. Le troisième lot (33 graines) est traité à l'acide sulfurique pendant 10 secondes. Les boites de pétri contiennent un papier filtre imbibé d'eau de robinet.

Le quatrième lot de 24 graines est scarifié manuellement grâce à une lame scalpel. Une partie est mise dans une boite de pétri avec un papier filtre imbibé d'eau de robinet. Une deuxième partie trempée dans de l'eau de robinet puis déposée sur un agitateur à 90 tour/min. L'agitateur permet l'oxygénation dans les boites de pétri pour éviter le pourrissement des graines.

Le cinquième lot (20 graines) nettoyé par grattage a subi les mêmes conditions de germination que les graines scarifiées.

Ces graines mises en germination à une température de 28°C sont observées pour déterminer le pourcentage et le temps de germination. La germination est définie comme étant l'apparition de la radicule (Agami et Moshe, 1986).

Le temps de germination est défini comme la durée au bout duquel la germination a eu lieu.

Le pourcentage de germination est le nombre de graine germé dans le lot de graines ensemencées. Il est calculé selon cette formule :

$$\%germination = n/N *100$$

N est le nombre total de graine mise en germination et n le nombre de graine germé.

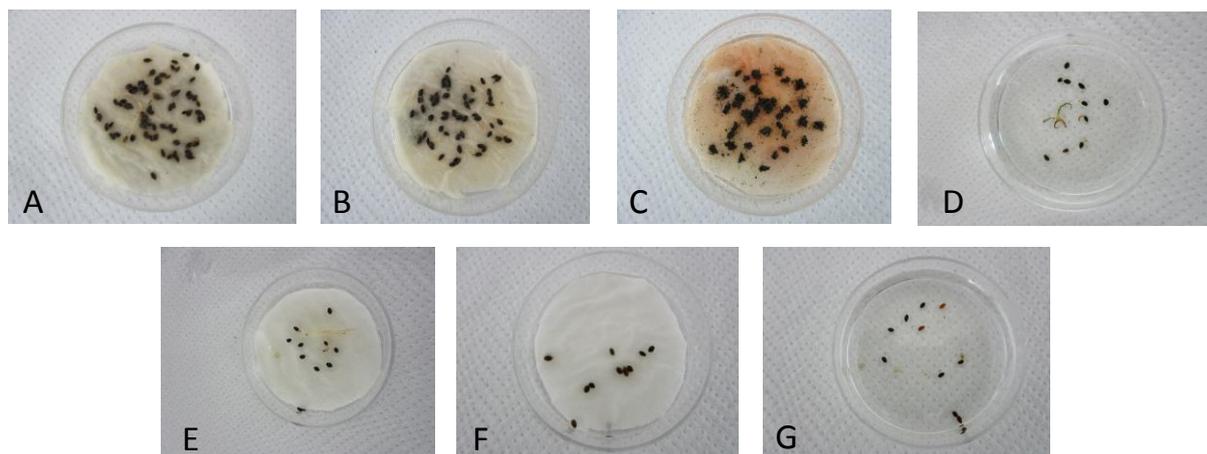


Planche 2: Vue des graines en germination dans les boîtes de pétri

A =graines intactes, B =graines trempées à l'eau chaude, C=graines trempées dans l'acide sulfurique, D =graines scarifiées manuellement et placées sur l'agitateur, E = graines scarifiées manuellement, F =graines nettoyées et placées sur l'agitateur, G = graines nettoyées

#### **III.2.4 Etude des savoirs locaux concernant les deux espèces ou savoirs endogènes**

La méthode d'enquête utilisée est l'inventaire aléatoire qui consiste à faire une descente sur le terrain et à interviewer la population des villages riverains du Parc National des Oiseaux du Djoudj. Pour ce faire, cinq ont été ciblés sur les sept villages présents aux alentours du parc. Ils ont été choisis en fonction de l'activité prédominante menée dans le village. Il s'agit de Diadiem 2 (flamant) où la majorité des populations s'active dans l'élevage, Diadiem où les activités principales sont la pêche et le maraichage et des villages de Débi, de Tiguet et de Fourarate qui ont en majorité l'agriculture (riziculture) comme activité principale.

#### **III.2.5-Analyse des données**

La collecte et la saisie des données sont faites grâce au tableur Excel et l'analyse statistique réalisé par le logiciel XLsatPro. La saisie et l'analyse des données ethnobotaniques sont faites à l'aide du logiciel SPSS.

## IV- RESULTATS ET DISCUSSION

### 4.1-Caractérisation physico-chimiques de l'eau et Estimation du recouvrement

#### 4.1.1-Caractérisation physico-chimiques des cours d'eau

Des prélèvements d'eau dans les différents cours où se développent *Najas marina* et *Ceratophyllum demersum* ont fait l'objet d'analyses physico – chimiques dont les résultats sont présentés dans le tableau 1.

La conductivité varie en fonction des cours d'eau. La valeur la plus élevée est retrouvée au Grand Lac (avec 260000 mS) et la plus faible au marigot du Gorom.

Le pH du Khar (8, 24) est plus élevé que les pH des deux autres cours d'eau (Grand Lac 7, 75 et Gorom 7, 45).

Les teneurs en phosphore varient de 0,001 mg/L à 0, 037 mg/L. La plus forte valeur est retrouvée au Khar (0, 037 mg/L) et la plus faible au Gorom. Les chlorures et les sodiums sont plus importants dans le Grand Lac suivi du Khar. Quant à Gorom, il a les valeurs les plus faibles soit 34 pour les Cl<sup>-</sup> et 18, 9 pour les Na<sup>+</sup>.

Par ailleurs, les analyses ont montré que les valeurs de tous les paramètres sont plus élevées dans le Grand Lac (excepté le pH et la teneur en Phosphore qui sont plus importante dans le Khar) et les valeurs les plus faibles dans le marigot du Gorom.

Les fortes valeurs de conductivité trouvées dans le Grand lac et dans le marigot du Khar pourraient être liées à la période où les études ont été menées, qui correspondait au moment de séchage de ces points d'eaux dans le parc. Cette période est caractérisée par une augmentation de la salinité dans ces eaux d'où les fortes valeurs de conductivité.

Tableau 1 : Constituants physico - chimiques des cours d'eau

Constituants chimiques	Cours d'eau		
	Gorom	Marigot Khar	Grand Lac
CE (mS)	170	77200	260000
Ph	7,45	8,24	7,75
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	42,7	262,3	1281
Cl <sup>-</sup>	34	26232	86430
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,73	1910	3874

NO3-	0,52	2	2,4
Ca	4,69	321,09	328,56
Mg	5,346	2089,8	8262
Na	18,9	13682,47	40045,9
K	0,88	118,5	468
P	0,001	0,037	0,003

#### 4.1.2-Recouvrement des espèces envahissantes

La figure 3 montre la densité des espèces estimée dans des parcelles de 400 m<sup>2</sup> dans les eaux du parc :

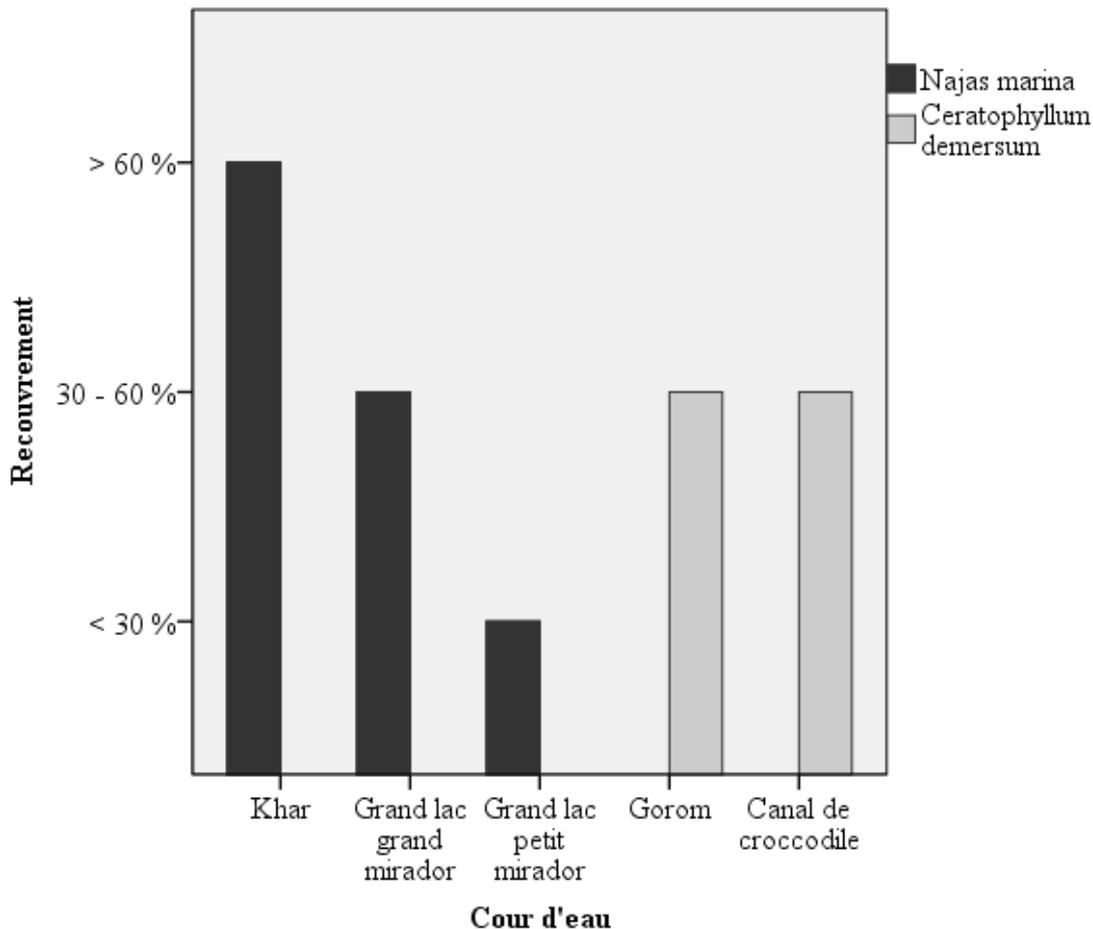


Figure 3 : Recouvrement de la biomasse des espèces en fonction des cours d'eau

Les deux espèces colonisent des cours d'eau différents. En effet, *Ceratophyllum demersum* est présente dans le canal de crocodile et dans le marigot du Gorom alors que *Najas marina* est retrouvée dans le Grand Lac et dans le marigot du Khar.

*Ceratophyllum demersum* présente des taux de colonisation identiques entre les deux sites.

Le canal de crocodile et le Gorom sont connectés en permanence avec le fleuve Sénégal. Les paramètres physico – chimiques semblent être similaires puisque les deux cours d'eau sont alimentés par la même source. Ce qui pourrait expliquer le même recouvrement entre les deux endroits.

Le recouvrement du *Najas marina* dans les eaux du parc varie en fonction du cours d'eau. L'espèce est plus abondante dans le marigot du Khar où le recouvrement est > 60 % et moins abondante dans le Grand Lac.

Une variation du recouvrement de la plante dans le Grand lac en fonction de la localisation des parcelles est notée. Ainsi, le recouvrement de *Najas marina* est moyen au grand mirador (compris entre 30 à 60%) et faible au petit mirador ( $\leq 30\%$ ).

Ces différences de densité entre le Khar et le Grand Lac pourraient s'expliquer, en partie, par la composition chimique des eaux du milieu. En effet les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau présentés dans le tableau 1 montrent un pH et une concentration en Phosphore beaucoup plus élevés dans le marigot du Khar que dans le grand lac. La teneur en phosphore est de 0,037 mg/l au Khar contre 0,003 mg/l au grand lac soit une concentration dix fois plus élevée et un pH basique de 8,24 au Khar contre 7,75 au grand lac. Le phosphore étant le principal élément limitant le développement des végétaux (SDAGE, 1996 ; Carbiener *et al.*, 2013) ; le pH basique caractéristique des milieux où se développe *Najas marina*, le marigot du Khar constituerait le milieu le plus favorable à la prolifération de l'espèce.

La variation du recouvrement de la plante dans le Grand lac en fonction de la localisation des parcelles pourrait être liée à l'avifaune. Lors de cette étude une attention particulière a été accordée aux différents types d'oiseaux qui étaient présents dans les lieux d'emplacement des parcelles. Le Grand Lac vers le petit mirador était caractérisé par la présence d'un nombre important d'oiseaux granivores tel que les dendrocygnes (*Dendrocygna viduata*) alors que vers le grand mirador la présence d'oiseaux insectivores flamants nains (*Phoenicopterus minor*) et flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) a été notée. Les graines de *Najas marina*, comme d'autres graines de macrophytes aquatiques, sont consommées par plusieurs oiseaux ce qui pourrait entraîner une diminution de la densité de l'espèce dans cette zone.

Les mesures de la biomasse de *Najas marina* ont donné une valeur moyenne de 9 g/m<sup>2</sup> au mois de mars où l'espèce a été soumise à une forte salinité occasionnant sa sénescence (mort). Cette valeur est plus ou moins importante que celle donnée par Vari (2012) qui a trouvé une quantité de biomasse de l'espèce de 5,1g/m<sup>2</sup> sur des parcelles perturbées par les pâturages. Sur les parcelles non perturbées les mesures de biomasse étaient de 297,2 g/m<sup>2</sup> en Aout.

L'étude de la distribution et de l'estimation du recouvrement a montré que les deux espèces colonisent des cours d'eau différents avec une abondance identique pour *Ceratophyllum demersum* dans les deux sites envahis et un recouvrement de *Najas marina* qui varie en fonction des cours d'eau.

## 4.2-Etude de la croissance du *Ceratophyllum demersum*

### 4.2.1- Effets du nombre de fragments sur la croissance

La figure 5 montre l'évolution de la longueur des plantes dans le bassin1 (contenant 4 rameaux de 15 cm) et dans le bassin 2 (8 rameaux de 15cm) :

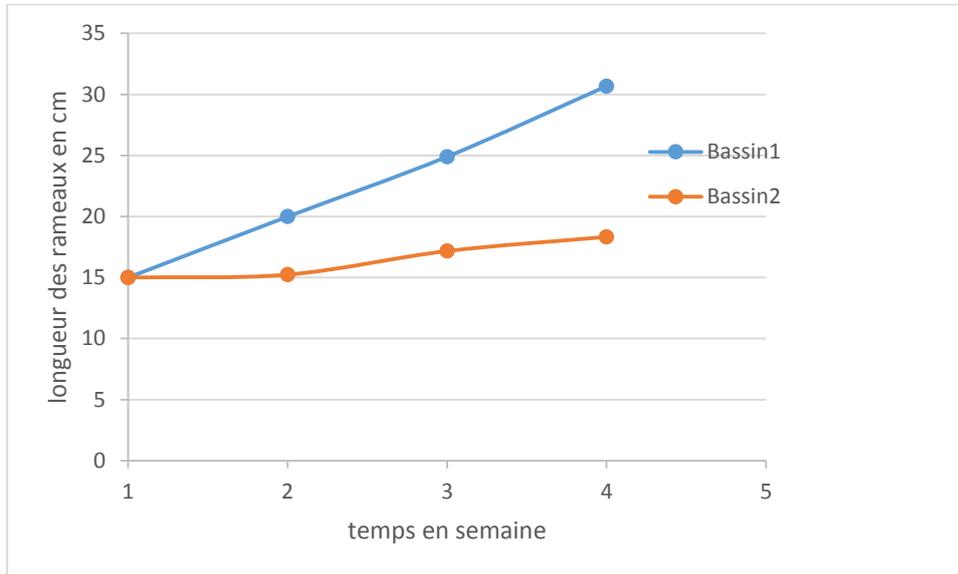


Figure 4 : Croissance des rameaux en fonction de la densité et du temps

Les longueurs sont plus importantes dans le bassin 1 (qui contenait initialement 4 rameaux) alors que celles du bassin 2 (8 rameaux) sont littéralement faibles car n'atteignant pas 20 cm au bout de 4 semaines de culture. La croissance n'est perceptible dans le bassin 2 qu'une semaine voir 10 jours après le début de l'expérience tandis que la croissance dans le bassin 1 est immédiate. Ces différences entre les vitesses et les longueurs de croissance s'expliqueraient par la disponibilité des nutriments dans le milieu entraînant une compétition intraspécifique (compétition entre les individus) pour disposer de nutriment. Dans le bassin 2 les éléments nutritifs ne sont pas suffisants. En effet, *Ceratophyllum demersum* étant dépourvu de racines se nourrit principalement par absorption des éléments nutritifs à travers les feuilles et les rameaux (Aber, 1920). La densité 4 est apparue pour cet étude comme le plus favorable au développement de la plante.

Ainsi, la densité joue un rôle important sur la vitesse de croissance du végétal dans les conditions expérimentales. Par ailleurs, la rapidité de son élongation est fortement liée à la disponibilité en quantité suffisante des éléments nutritifs dans le milieu.

## 4.2.2- Croissance du *Ceratophyllum demersum* en fonction du phosphore

### 4.2.2.1 Effet de la concentration en Phosphore sur la longueur

Ces figures montrent les différentes longueurs de croissance des rameaux.

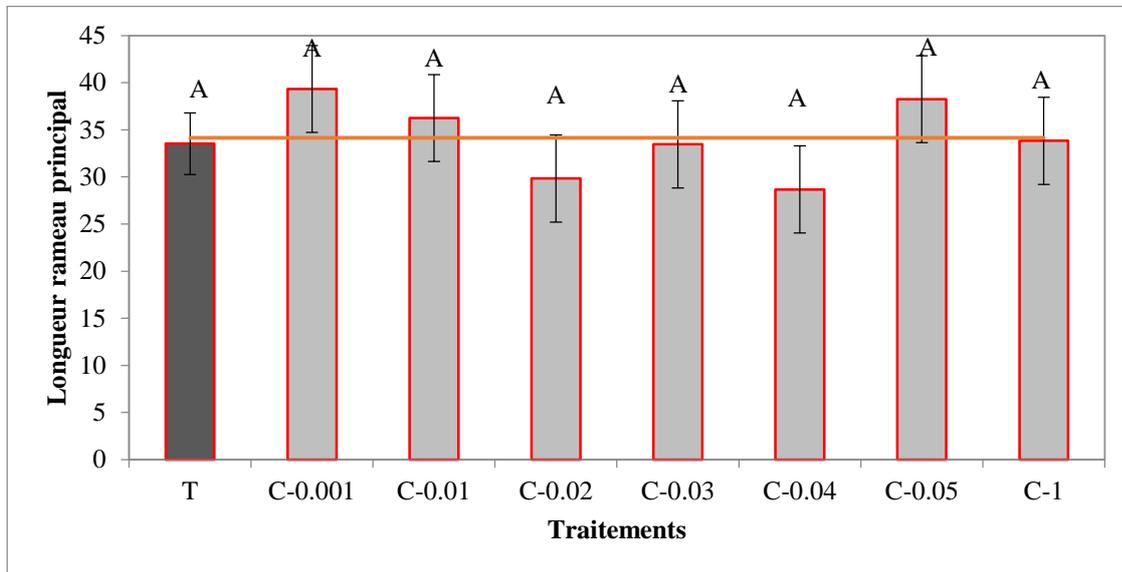


Figure 5 : Effet du phosphore sur la croissance des rameaux

Les individus du témoin et des concentrations en phosphore 0,03 mg/l et 1 g/l ont sensiblement la même longueur tandis que ceux des traitements 0,02 et 0,04 mg/l ont une croissance inférieure à celle du témoin. Les fragments soumis à 0,001 ; 0,01 et 0,05 mg/l en phosphore ont des longueurs plus élevées que celles observées chez le témoin. Les rameaux de 0,001 mg/L sont ceux qui ont enregistré la plus grande croissance. Toutefois, l'analyse statistique (ANOVA) montre que les différences ne sont pas significatives entre les différentes concentrations en phosphore avec un P-value inférieur à 5%.

La figure 6 montre l'évolution de la longueur moyenne des individus de *Ceratophyllum demersum* en fonction de la concentration en phosphore.

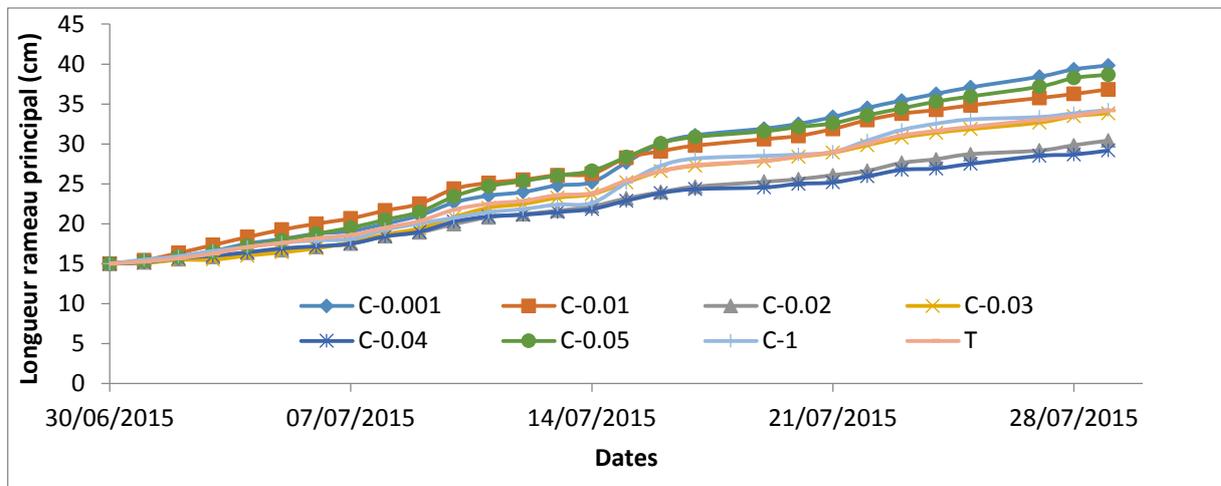


Figure 6 : Croissance des rameaux principaux en fonction du temps et de la concentration en phosphore

Il ressort de notre analyse que l'évolution de la croissance du *Ceratophyllum demersum* dans les différents traitements en phosphore est faible à la première semaine alors qu'à la fin de la deuxième, la croissance devient plus rapide avec certains individus qui atteignent le double de leur longueur initiale (15cm). Il s'agit des individus soumis à 0,001 ; 0,01 et 0,05 mg/L.

Cette croissance lente et faible à la première semaine de culture correspondrait au temps d'adaptation de la plante aux nouvelles conditions du milieu. La durée moyenne du *Ceratophyllum demersum* pour doubler sa longueur est comprise entre 15 à 18 jours pour les rameaux qui ont enregistré la croissance la plus rapide lors de cette étude. Cette durée est relativement longue comparée à celle de GISD (base de donnée pour les espèces envahissantes) qui a mentionné que *Ceratophyllum demersum* est capable de doubler sa longueur de croissance en une semaine seulement.

#### 4.2.2.2-Effet de la concentration en phosphore sur la ramification de *Ceratophyllum demersum*

La figure 7 présente l'effet du phosphore sur le nombre de ramification de *Ceratophyllum demersum*

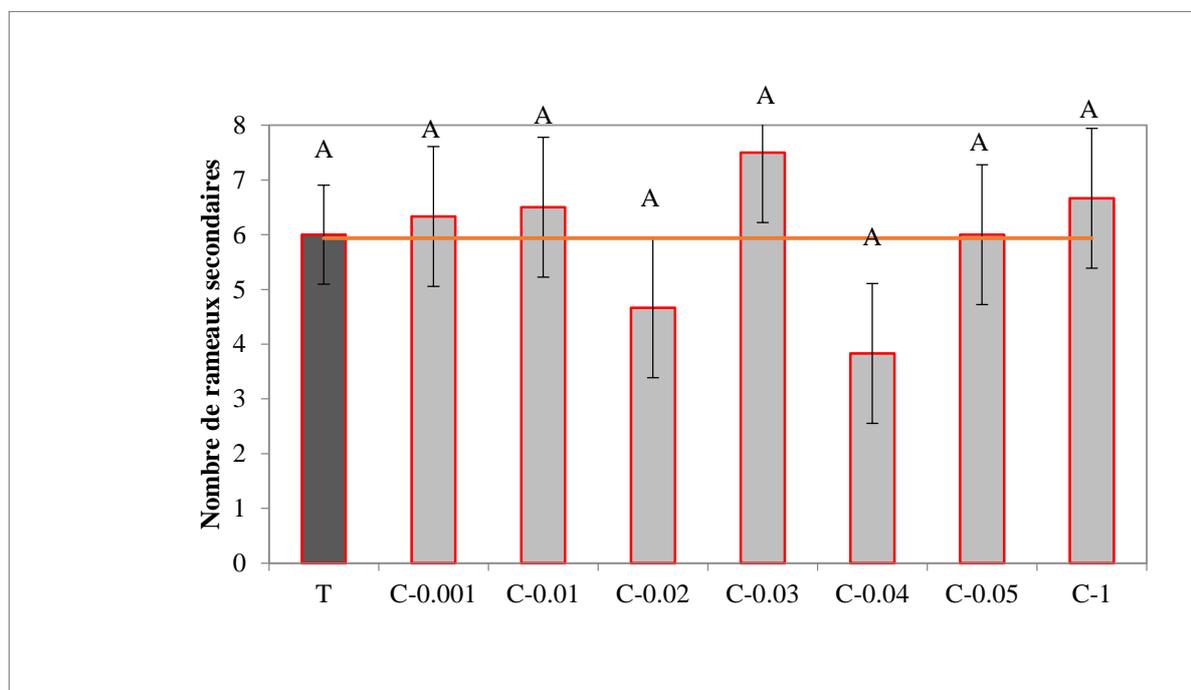


Figure 7 : Effet du phosphore sur le nombre de ramification

L'analyse graphique montre que les fragments soumis aux concentrations 0,02 et 0,04 mg/l de phosphore ont un nombre de ramification plus faible que le témoin alors que ce dernier et le traitement 0,05 mg/l ont le même nombre. Par ailleurs, les nombres de ramification émis par les individus placés dans les milieux de culture 0,001 ; 0,01 ; et 1mg/l sont supérieurs à ceux du témoin. Par contre, les fragments du traitement 0,03 mg/l sont ceux qui ont développé le plus de ramification avec une moyenne d'environ 8 ramifications à la fin de l'expérience. Toutefois, il est à noter que ces différences ne sont pas significatives car le P-value est inférieur à 5%.

La figure 8 montre l'évolution moyenne du nombre de ramification des individus en fonction du phosphore :

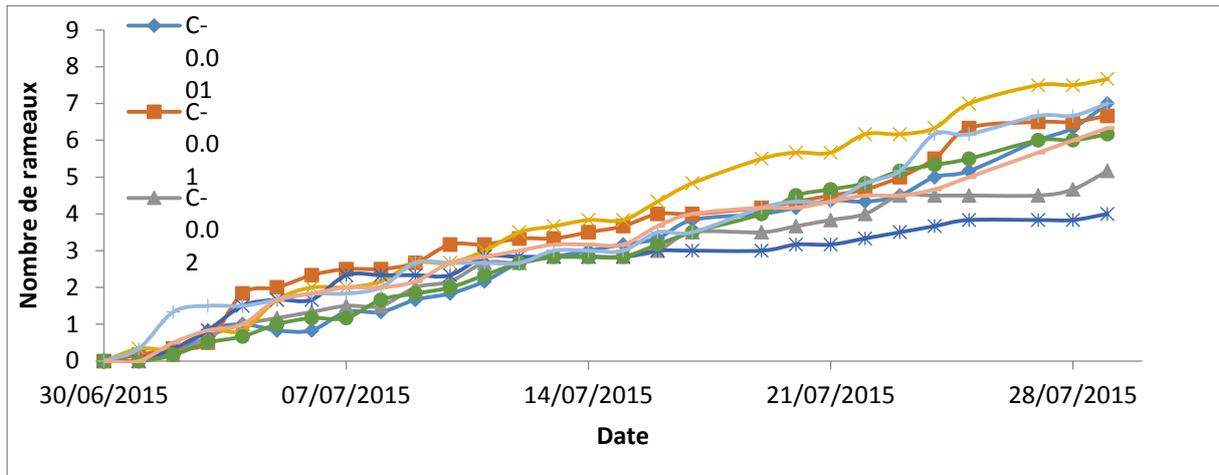


Figure 8 : Nombre de ramification en fonction du temps et de la concentration en phosphore

Il ressort de cet analyse que tous les traitements ont la même vitesse de formation de ramifications jusqu'au dix-huitième jour. A partir de cette date, les individus soumis à une concentration en phosphore 0,03 mg/l sont ceux qui ont émis le plus grand nombre de ramifications. Le plus petit nombre a été noté chez les individus placés dans le traitement 0, 04 mg/L.

Il est noté une grande ressemblance dans l'évolution de toutes les mesures faites sur la croissance du *Ceratophyllum demersum*. En effet, cette différence est non significative. Ceci pourrait être lié aux fortes concentrations de phosphore utilisées lors de cette expérience. Mjelde et Faafeng (1997) ont montré que le maximum de biomasse et de croissance pour *Ceratophyllum demersum* est observé à des concentrations en phosphore de 10 mg/m<sup>3</sup> soit 0,001mg/l ; ce qui correspond à la concentration trouvée dans les eaux du Gorom et qui était la référence pour notre expérience. Selon certains auteurs, les densités de la plante ont tendance à se stabiliser avec les augmentations drastiques des niveaux de phosphore compris entre 100 et 300 mg/m<sup>3</sup> soit de 0,01 à 0,03 mg/l dues aux eaux de ruissellement venant des terres d'agriculture (Kristensen *et al.*, 1988 ; Fosberg et Ryding, 1980; Faafeng *et al.*, 1990 ; Jeppesen *et al.*, 1990 in Mjelde et Faafeng, 1997). Ces études confirment nos résultats concernant la croissance élevée des ramifications enregistrées avec les concentrations inférieures ou égales à 0,03 mg/l en phosphore. Les traitements supérieurs à cette valeur avaient une croissance similaire à celle du témoin.

En somme, les concentrations élevées en phosphore ont des effets négatifs et/ou négligeables sur la croissance des végétaux.

### 4.3-Germination du *Najas marina*

Les pourcentages et les temps de germination pour les différents traitements sont consignés dans le tableau 2.

Le comportement germinatif des graines de *Najas marina* est différent en fonction des traitements. Aucune graine dans les lots traités à l'eau chaude, à l'acide sulfurique et par nettoyage n'a germé au bout de 40 jours (tableau 2). Le pourcentage de germination est très faible (1,5% soit 1 graine su 65) pour les graines laissées intactes. Les graines scarifiées ont présenté un pouvoir germinatif élevé et un temps de germination relativement court par rapport à celui des graines intactes (7 jours pour les graines scarifiées et 16 pour les graines intactes).

Pour les graines scarifiées manuellement, celles trempées dans l'eau et soumis à l'agitateur à 90 tours/ min présentent un taux de germination (88%) plus importante que les graines placées dans l'étuve (77%).

Ces résultats montrent l'existence d'une inhibition tégumentaire des graines de *Najas marina*. Ces résultats sont en conformité avec ceux d'Agami *et* Waisel (1986) qui ont rapporté la présence de dormance chez les graines de *Najas marina* comme chez la plus part des espèces annuelles.

Par ailleurs, ces résultats confirment ceux de certains auteurs qui ont montré que la germination des graines est extrêmement faible lorsque les graines n'ont subi aucun prétraitement et relativement élevée après la scarification manuelle (Agami *et* Waisel, 1984), après traitement prolongé au froid (Van Viersen, 1982 ; Handley *et* Davy, 2005) ou après ingestion par certains poissons (les carpes herbivores et les tilapias) (Agami *et* Waisel, 1988) et certains oiseaux tel que les canards colvert (*Anas tyrhynchos*) (Agami *et* Waisel, 1986). Selon Agami *et* Waisel en 1984, la scarification améliore le temps et le pourcentage de germination des graines de l'espèce. Il est également montré que des basses températures à une durée prolongée est nécessaire pour lever la dormance (Forsberg, 1965 *in* Handley *et* Davy, 2005). La scarification manuelle ou le passage à travers l'appareil digestif des oiseaux ou des poissons des graines constituerait des moyens efficaces pour faire lever la dormance des graines de *Najas marina* (Agami *et* Waisel, 1986).

La germination n'a pas eu lieu chez les graines scarifiées chimiquement. Ceci pourrait s'expliquer par la forte dose d'acide utilisée (acide sulfurique à 95%) qui peut éventuellement endommager la capacité germinative des graines.

Tableau 2 : Pourcentage et temps de germination des graines de *Najas marina*

Nombre de graine initiale	Milieux ou traitements	Pourcentage germination	temps de germination
65	Eau	1,5%	16 jours
47	eau chaude	Pas de germination	40 jours
33	acide sulfurique	Pas de germination	40 jours
11	scarification manuelle	77%	7 jours
11	scarification manuelle soumis à l'agitation	88%	7 jours
10	graines nettoyées	Pas de germination	40 jours
10	graines nettoyée et soumis à l'agitation	Pas de germination	40 jours

#### 4.4-Etude ethnobotanique

##### 4.4.1-Effets des deux espèces sur la santé des populations locales

La figure 9 présente les effets causés par la prolifération des deux espèces au niveau sanitaire.

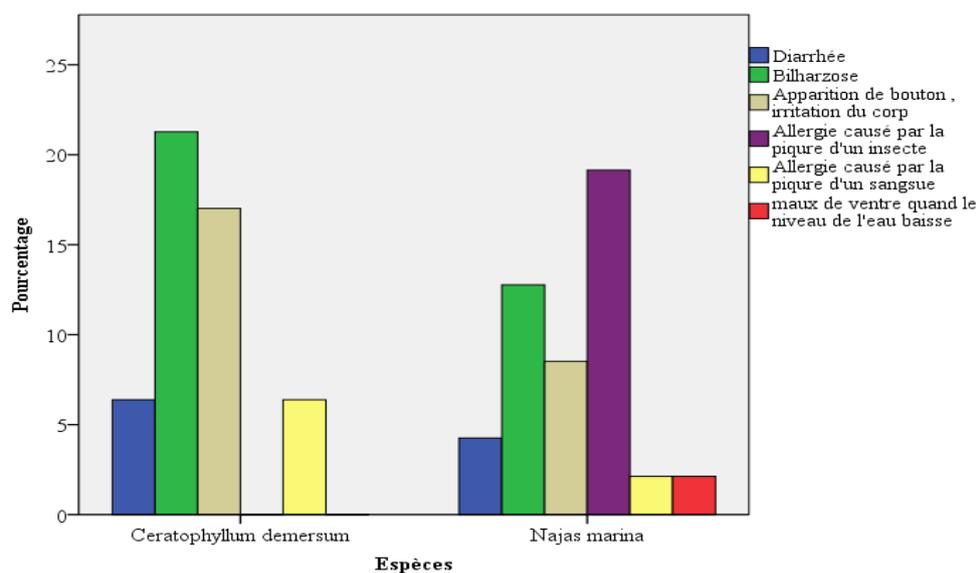


Figure 9 : Effets des deux espèces sur la santé

L'analyse de la figure 9 montre que les maladies causées par la prolifération des deux espèces sont la bilharziose, la diarrhée, les boutons et les allergies.

Par contre, les maladies imputées à *Najas marina* seulement par les personnes rencontrées sont les maux de ventre dans le cas d'une baisse du niveau de l'eau et les allergies causées par la piqure d'un insecte qui vit sur les tiges de la plante (*Najas marina* est le support de l'insecte).

#### 4.4.2- Effets des deux espèces sur les activités des populations locales

La figure 10 montre les conséquences de la prolifération de *Ceratophyllum demersum* et de *Najas marina* sur les activités des populations :

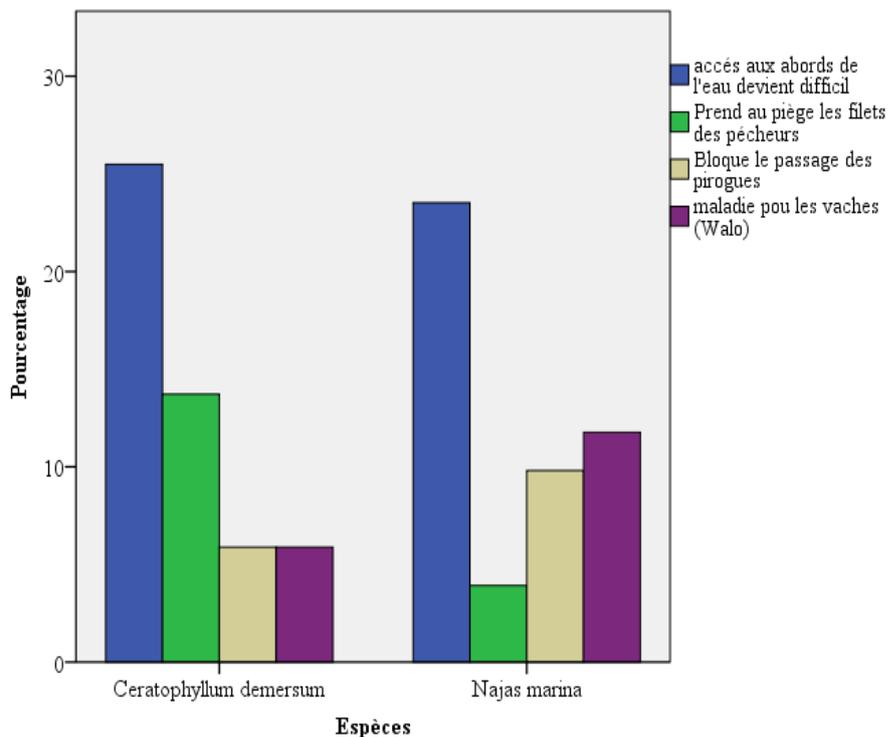


Figure 10 : Les méfaits sur les activités des populations locales

Il ressort de notre analyse que les deux espèces présentent les mêmes nuisances sur les activités des populations. Toutefois, les pourcentages les plus élevés de difficultés liées à l'accès aux abords de l'eau et à la pêche seraient causés par la prolifération du *Ceratophyllum demersum*.

En outre les obstructions des voies de navigation pour les piroguiers et les cas de maladie chez le bétail ont été le plus imputés à l'envahissement par *Najas marina*.

#### 4.4.3-Effets des deux espèces sur le milieu

La figure 11 montre les conséquences de l'envahissement des deux espèces sur le milieu.

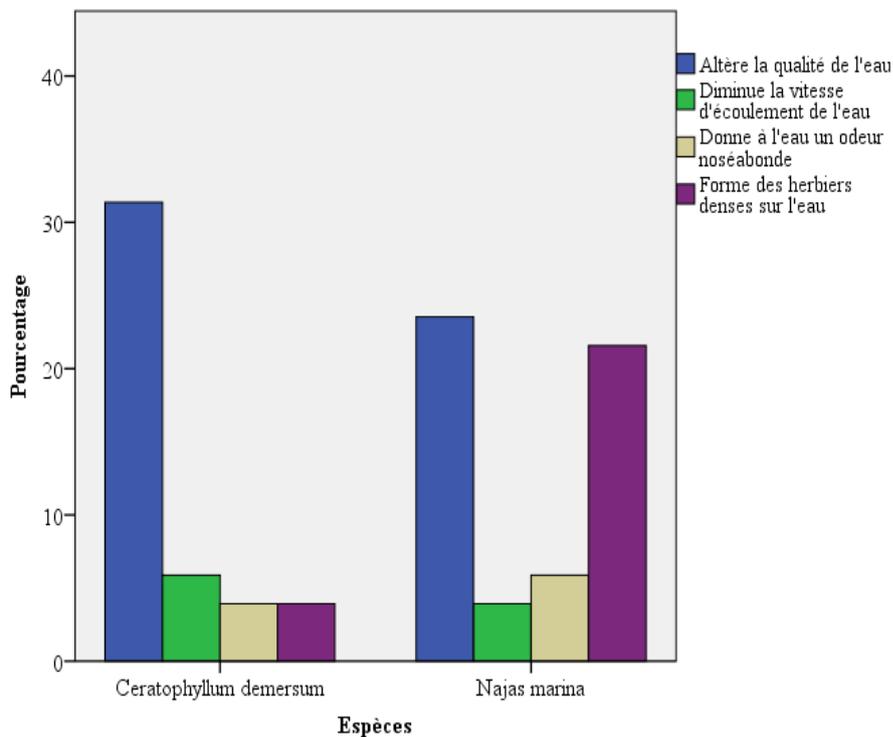


Figure 11 : Les nuisances sur le milieu

En ce qui concerne les conséquences sur le milieu, les deux espèces présentent les mêmes nuisances que sont : l'altération de la qualité de l'eau, la formation d'herbiers dense sur l'eau, la diminution de la vitesse d'écoulement de l'eau et la mauvaise odeur de l'eau qui advient suite à la prolifération des plantes.

L'altération de la qualité de l'eau est le plus récurrent (25 à plus de 30%) pour les deux espèces suivi de la formation d'herbiers denses pour le *Najas marina* (20%) et moins de 5% pour le *Ceratophyllum demersum*. Les méfaits liés à la vitesse d'écoulement et à l'odeur des eaux sont relativement semblables pour les deux espèces.

Il est à préciser que ces conséquences constituent un frein pour développement socio-économique de la localité.

#### 4.4.4-Nuisances causées par les deux espèces en fonction des villages

La figure 12 montre les nuisances liées à la prolifération des deux espèces sur le plan sanitaire par village .

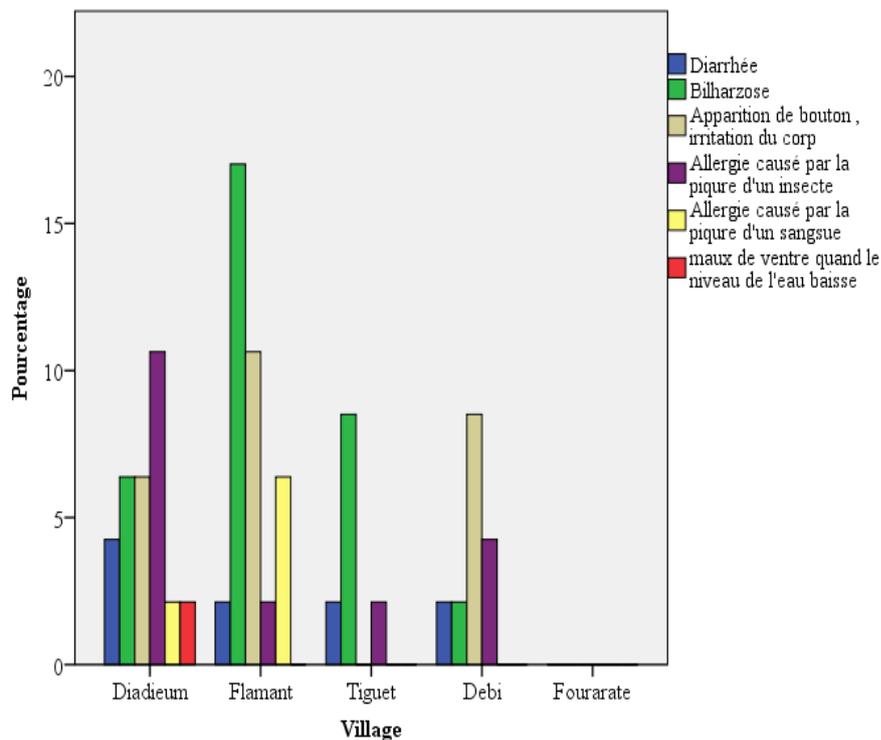


Figure 12 : Les effets au niveau sanitaire en fonction des villages

Au total, 6 maladies ont été répertoriées lors de l'enquête ethnobotanique. Il s'agit de la bilharziose, la diarrhée, les boutons, les allergies et les maux de ventre.

La bilharziose, la diarrhée et les allergies (causées par les piqures des insectes inféodés au *Najas marina*) sont notés dans tous les villages excepté Fourarate. En outre, les allergies causées par les piqures d'une sangsue vivant avec le *Ceratophyllum demersum* ne sont signalées que dans deux villages (Diadiem et Flamant). Quant aux maux de ventre qui surviennent en cas de baisse du niveau de l'eau, ils ne sont signalés qu'à Diadiem.

Ces proportions élevées de bilharziose signalées dans certains villages et plus particulièrement à Flamant pourraient être liées à l'utilisation de l'eau du fleuve non traitée comme eau de boisson en l'absence de robinet. Pour les cas d'allergies, les femmes des villages de Diadiem et de flamant s'activent beaucoup dans la valorisation du *Typha* ce qui fait qu'elles sont en contact quasi permanent avec les eaux envahies par les deux espèces. Ces plantes sont supposées être les supports soit d'une sangsue (pour *Ceratophyllum demersum*) ou d'un insecte (pour *Najas marina*) qui piquent ces femmes occasionnant des allergies.

Les villages de Diadiem et Flamant sont ceux qui présentent le plus de nuisances causées par ces plantes envahissantes.

La figure 13 montre les méfaits sur les différentes activités de l'homme pour chaque village.

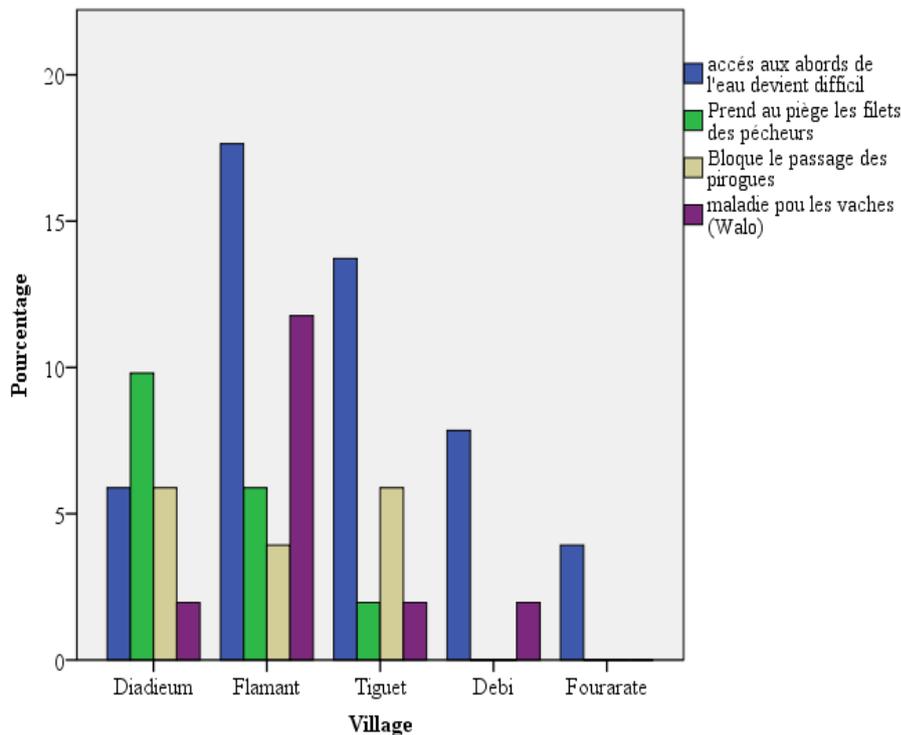


Figure 13 : Les méfaits sur les activités de l'homme par village

Toutes les nuisances liées aux activités des populations sont répertoriées dans 3 villages (il s'agit de Diadiem, de Flamant et de Tiguet) mais avec des pourcentages variables. Par ailleurs, les difficultés d'accès aux abords de l'eau ont été signalées dans tous les villages alors que les problèmes liés à la pêche sont signalés qu'à Diadiem, Flamant et Tiguet. Il faut noter que c'est seulement dans le village de Fourarate où la maladie chez le bétail (Walo) n'a pas été répertoriée.

Ces proportions non négligeables des difficultés d'accès à l'eau et de maladie des vaches (walo) signalées dans le village de Flamant peuvent s'expliquer du fait que la population est majoritairement constituée d'éleveurs. La prolifération des deux espèces entraîne la formation d'herbiers denses sur l'eau ce qui rend difficile l'accès aux différents cours d'eau à ces populations pour l'approvisionnement en eau de boisson pour l'homme et le bétail. Ces mêmes herbiers constituent une gêne pour les pêcheurs en prenant au piège leurs filets de pêche et avec parfois des difficultés de naviguer pour les piroguiers.

La figure 14 montre les conséquences de la prolifération des espèces sur le milieu par village.

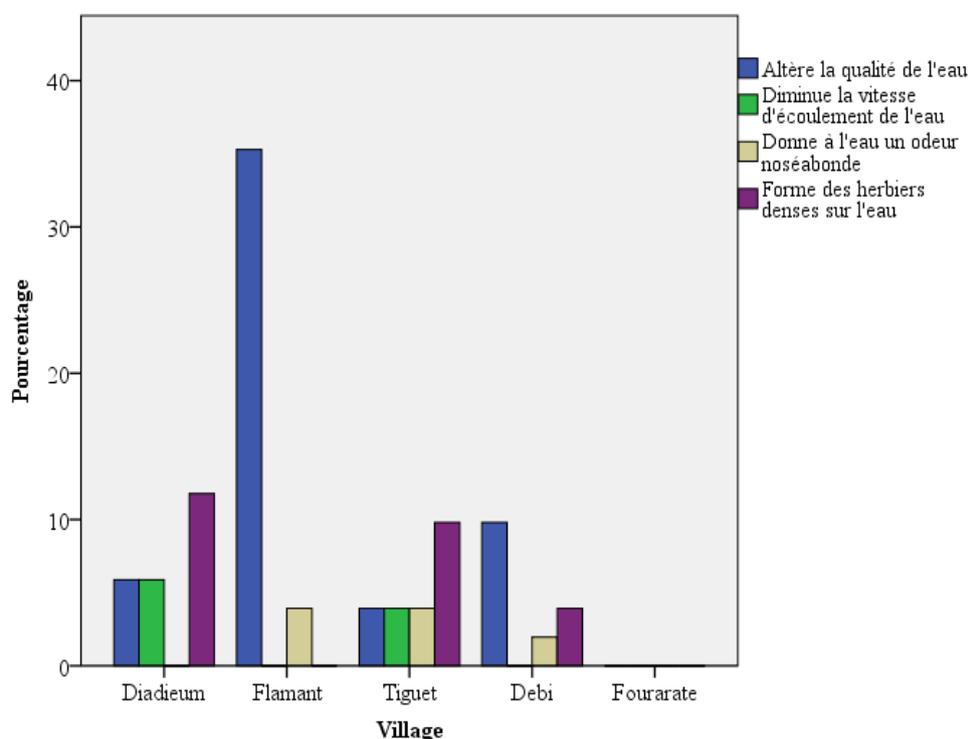


Figure 14 : Les effets sur le milieu par village

Quatre (4) nuisances ont été répertoriées sur le milieu lors des enquêtes. L'altération de la qualité de l'eau a été signalée dans tous les villages excepté le village de Fourarate. Cependant, la diminution de la vitesse d'écoulement de l'eau a été notée à Diadiem et à Tiguet. En ce qui concerne la mauvaise odeur de l'eau, elle est citée dans les trois villages suivants : Flamant, Tiguet et Débi. Le village de Tiguet est celui qui a enregistré tous les 4 méfaits qui ont été signalés.

## CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

La présente étude a permis de faire un état des lieux sur la répartition et l'abondance des peuplements de *Najas marina* et de *Ceratophyllum demersum* dans les eaux du parc National des Oiseaux du Djoudj. Les résultats ont montré que ces deux espèces colonisent des cours d'eau différents. *Ceratophyllum demersum* est présente dans le canal de crocodile et dans le marigot du Gorom avec des taux de recouvrement identiques dans les deux sites envahis. Quant à *Najas marina*, elle est retrouvée dans le marigot du Khar avec un recouvrement très élevé (> 60 %) et dans le Grand Lac où elle est moins abondante.

L'étude de la croissance du *Ceratophyllum demersum* a montré que la plante colonise l'espace en augmentant sa longueur de croissance par élongation et en émettant plusieurs ramifications. Par ailleurs, lorsque les concentrations en phosphore sont élevées, la croissance de la plante tend à se stabiliser.

Pour ce qui est de la germination des graine de *Najas marina*, il ressort de cette étude que les graines présentent une dormance tégumentaire et que le comportement germinatif de ces graines est différent en fonction des traitements. Par ailleurs, les graines scarifiées ont présenté un pourcentage de germination élevé ou considérable (entre 77 et 88%) avec un temps de germination relativement court (7jours) par rapport à celui des graines non traitées qui est faible (1, 5%).

Cette étude a aussi permis de montrer que les deux espèces ne sont pas utilisées par la population riveraine. Leur prolifération présente des effets négatifs.

Plusieurs perspectives peuvent alors être dégagées :

- poursuivre la caractérisation biologique, physiologique et écologique des espèces ;
- étudier l'importance du bouturage des deux espèces et leurs cycles de reproduction complète ;
- déterminer le pouvoir et la capacité de germination des graines de *Najas marina* dans les substrats ou sédiments des cours d'eaux envahis ;
- faire la cartographie des deux espèces sur toute l'étendue de la vallée du fleuve Sénégal ;
- rechercher non seulement des méthodes de gestion efficaces pour contrôler leur potentiel d'invasion, mais aussi des techniques de valorisation de la biomasse du *Ceratophyllum demersum* et du *Najas marina*.

A la lumière de ces résultats, il nous semble opportun de donner quelques recommandations allant dans le sens de la gestion des plantes aquatiques envahissantes dans le Parc National des

Oiseaux du Djoudj, en particulier *Ceratophyllum demersum* et *Najas marina*. En effet, cette gestion nécessite une prise en charge de plusieurs facteurs du milieu mais aussi les différents caractères des espèces. Ainsi, les propositions suivantes nous semblent importantes :

- ❖ sensibiliser les agriculteurs pour contrôler les rejets de substances chimiques provenant de la riziculture qui se déversent dans le canal de crocodile.

Les méthodes de gestion suivantes peuvent être envisagées :

- ❖ l'arrachage manuel, qui est la méthode de lutte la plus conseillée dans les zones envahies par *Najas marina* (Grand Lac et marigot du Khar) ; ce contrôle est possible dans les endroits faciles d'accès et peu profonds ;
- ❖ la lutte mécanique ou faucardage qui consiste à utiliser des engins (bateaux-faucardeurs ou faucardeurs) pour enlever la plante. Cette technique est envisageable au niveau du Gorom et du canal de crocodile ;
- ❖ la manipulation de l'habitat qui consiste à diminuer le niveau de l'eau ; cette technique n'est appliquée que dans des endroits où l'on peut intervenir sur le niveau de l'eau. Ainsi, les plants de mauvaises herbes qui s'y trouvent se dessèchent pour être brûlés par la suite ; cette méthode serait efficace dans le Grand Lac et le Khar lorsqu'elle est appliquée avant la période de fructification du *Najas marina* ; Cela limiterait son potentiel de dissémination et de propagation qui se font principalement par les graines ;
- ❖ le bâchage qui consiste à occulter la lumière en recouvrant les surfaces en eau de bâches tendues sur des châssis (Matrat et al, 2004) ; cette technique n'est envisageable que sur de petites surfaces ;
- ❖ la lutte biologique par l'introduction d'un ennemi naturel (un prédateur ou un parasite ou un compétiteur issu de l'aire naturelle de l'espèce invasive) ; il est souvent le seul moyen de contrôler les espèces ayant développées une population dense sur une grande surface ; en effet des études ont montré que *Ceratophyllum demersum* est consommée par la carpe herbivore *Ctenopharygodon idella* mais le recours à cette méthode de lutte devrait faire l'objet d'une étude préalable pour limiter ou éviter d'autres dommages collatéraux lié à l'introduction de ce poisson ;
- ❖ la méthode de lutte chimique consiste à appliquer des substances chimiques sur les tapis d'herbier des plantes ; cette technique n'est pas très sûre vu l'importance de la faune et plus spécialement l'avifaune qui vit dans les eaux du parc ; l'application de cette forme de lutte nécessite des investigations pour limiter les conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Anonyme. (2014) - Rapport annuel du Parc National des Oiseaux de Djoudj, 19p
2. Anonyme. (2005) – Les espèces végétales invasives des milieux aquatiques et humides du Bassin Artois – Picardie, 36p
3. Anonyme. (2004) – Prévention et gestion des espèces étrangères envahissantes : Mise en œuvre de la coopération en Afrique de l’ouest 115p
4. Armani A., Barmo S. (2010) - Contribution à l’état des connaissances sur quelques plantes envahissantes au Niger, 40p.
5. Berhaut J. (1967) - Flore du Sénégal. 2<sup>ème</sup> Ed. Clairafrique, Dakar
6. Berhaut J. (1974) - Flore illustrée du Sénégal,
7. Beintema A., Diouf S., Schwoppé W. (1995)- Plan quinquennal de gestion intégrée du Parc National des Oiseaux du Djoudj et de sa périphérie – Fonctionnement écologique du bassin de Djoudj, 43p
8. Carbiener R., Trémolières M., Muller S. (2013) – Végétation des eaux courantes et qualité des eaux : une thèse de débat, des perspectives. Acta botanica Gallica : Botany Letters, 142:6, 489-531p
9. Cogels C.X. (1977) – Suivi et gestion de l’hydrologie et de la qualité des eaux du lac de Guiers (Sénégal), 277 – 286p.
10. Diop F. (2010) - Intégration de la biodiversité d’eau douce dans le processus de développement en l’Afrique : mobilisation de l’information et site de démonstration projet de démonstration bassin du fleuve Gambie : module de formation des formateurs sur le suivi de la flore et végétation aquatiques, 60p.
11. Etien N., Arft R. (1996) – Macrophytes aquatiques dans les eaux continentales ivoiriennes 25p
12. Etien N., Sankaré Y., Kara N. (1991) – Contribution à l’étude de la croissance de la fougère aquatique *Salvinia molesta* (Mitchell), Salviniaceae 41 – 46p
13. Gueye M. (2009) - Etude systématique des cyanophytes et micro algues du parc national des oiseaux du Djoudj (Sénégal), mémoire DEA de biologie végétale, ucad 70p
14. Gross M E, Erhard D & Ivanyi E. (2003) - Allelopathic activity of *Ceratophyllum demersum* L. and *Najas marina* sp *intermedia* (Wolfgang) Casper, Limnological Institute, University of Konstanz 583-589p
15. Handley J R & Davy A J., 2005 – Temperature effect on seed maturity and dormancy cycle in an aquatic annual, *Najas marina*, at the edge of its range.

16. Haury J., Muller S. - Les communautés de macrophytes : typologie, dynamique et reproduction, 37 - 50p.
17. Lambinon J., De Langhe J.E., Delvosalle L., Duvigneaud J. (2004) - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines, éditions du patrimoine du jardin botanique national de Belgique.
18. Mboup M. (2014) – Changements socio-environnementaux et dynamique de la végétation aquatique envahissante dans le delta du fleuve Sénégal, thèse, BV, FST, UCAD, 1-21p
19. Mbaye M.S. (2015) - Etude de référence sur la situation des plantes aquatiques au niveau des axes hydrauliques de la délégation de Dagana de la SAED, 143p
20. Mboss M.V. (2004) - Etat actuel des peuplements de *Typha domigensis* Pers dans le delta du fleuve Sénégal et étude au laboratoire de la germination de la plante, DEA, ISE, FST, UCAD, 52p
21. Mjelde M & Faafeng A.B. (1997)– Ceratophyllum demersum hampers phytoplankton development in some small Norwegian lakes over a wide range of phosphorus concentrations and geographical latitude 37; 355 -365p
22. Muller S. (2006) – Prolifération spectaculaire d'*Azolla filiculoides* (Azollaceae, Pteridophyta) dans le canal de Jouy près de Metz (Lorraine, France) à l'automne 2005. *Bulletin de la société des naturalistes luxembourgeois* 107 :31 – 38p
23. Muller S. (2004) - Plantes invasives en France-état des connaissances et propositions d'actions. *Publications scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle*, Paris, (Patrimoines naturels 62), 168p
24. Moshe A & Waisel Y. (1984) – Germination of *Najas marina* L.
25. Moshe A & Waisel Y. (1986)– The role of Mallard ducks (*Anas platyrhynchos*) in distribution and germination of seeds of the submerged hydrophyte *Najas marina* L. 473-475p
26. Moshe A & Waisel Y. (1988) – The role of fish in distribution and germination of seeds of the submerged macrophytes *Najas marina* L. AND *Ruppia maritima* L. 83-88p
27. Noba K., Mbaye M.S., Coundoul M., Kane A., Hane P.D., Ba N., Mbaye N., Guissé A., Faye M.N., Ba A.T. (2010) - Flore du Parc National des Oiseaux du Djoudj - une zone humide du Sénégal. *Sécheresse* ; 21(1) : 71 - 80
28. Niwa. (2005, 2005a, 2005b) - National Institute of Water and Atmospheric
29. Paradis G., Hugot L., Spinosi P. (2008) - Les plantes envahissantes : une menace pour la biodiversité 26p.

30. Peltre M C., Dutartre A., Barrat-Segretain M H., Dendelot S. - Biologie des macrophytes à potentiel proliférant, 109-123p
31. Podo N.J, Ouédraogo L, Da K.P. (1996) – Végétation aquatique et population de *Bulinus globosus* Morelet, 1866 dans la mare aux hippopotames au Burkina Faso 14p
32. Raynal A. (1981) - Contribution à l'étude biomorphologique des angiospermes aquatiques tropicales – Essai d'analyse de l'évolution- volume 1 ,thèse, université des sciences et techniques du Languedoc, 382p.
33. Raynal A. (1980) – Les plantes aquatiques (plantes à fleur et fougères) in Durand & Leveque, édit., Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, 63-152p
34. Redding A.T et Midlen B.A (1992) – Production piscicole dans les canaux d'irrigation, FAO, 114p
35. Sarr A., Thiam A., Ba A.T. (2001) – Macrophytes et groupements végétaux aquatiques et amphibies de la basse vallée du Ferlo. *African Journal of Science and Technology, Science and Engineering Series* Vol. 2, No. 1, pp. 89-97
36. UICN (2000) - Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species,15p
37. Thiam A. (2012) - Etude de la flore vasculaire, de la végétation et des macrophytes aquatiques proliférant dans le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers (Sénégal), Thèse de doctorat d'état, ISE, FST, UCAD, 236p
38. Trémolières M., Barrat-Segretain M.H., Thiébaud G. - Biologie et écophysologie des macrophytes, 51-62p
39. Triplet P., Ndiaye S., Diop I. (2013) - Plan de gestion du parc national des oiseaux du Djoudj 2014-2018, 61p
40. Van Viersen W. (1982) – Some notes in germination of *Najas marina* L.
41. Vari A. (2012) - Propagation and growth of submerged macrophytes in Lake Balaton, thesis, Eötvös Loránd University, 125p

**WEBOGRAPHIE:**

[http://www.ecophytozna-pro.fr/data/5\\_flore\\_exotique\\_envahissante](http://www.ecophytozna-pro.fr/data/5_flore_exotique_envahissante) consulté le 15/03/2014 à 12h33min

<http://siecorse.eaurmc.fr/sdage/documents/note-tech-2> consulté le 20/05/2015 à 12h15min

[http://www.tela-botanica.org/reseau/projet/fichiers/PELR/14437/PELR\\_14437](http://www.tela-botanica.org/reseau/projet/fichiers/PELR/14437/PELR_14437)

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12538078.1995.10515275> consulté le 12/03/2015 à 13h37 min

# ANNEXES

## Annexe 1

### FICHE D'ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

Mars 2015 - TABEC-RN

PNOD 2015

Numéro Fiche

#### I) INFORMATIONS GENERALES SUR L'ENQUETE

**1. Quelle age avez vous?**

de 20à30ans  de 31à40ans  de 41à50  +50ans

**2. Sexe**

Homme  Femme

**3. Situation matrimoniale**

Célibataire  Marié

**4. Qu'exercez vous comme métier?**

paysan  commerçant  Ménagère  Autre  
*si autre précisé*

**5. Niveau académique**

Analphabète  Primaire  Moyen  
 secondaire  Universitaire

#### II) MATERIEL VEGETAL

*Nom scientifique*

*Nom vernaculaire*

**6. Connaissez vous le Ceratophyllum demersum?**

Oui  Non

**7. Si oui, quand l'avez vous connu?**

Depuis longtemps (avant le barrage de diama)  
 Récemment (après le barrage)

**8. Comment l'avez vous connu?**

Son utilisation courante par la population  
 par ses méfaits dans les activités de la population

**9. Quels peuvent être ses méfaits?**

Sur l'homme  Sur le milieu

**10. Était elle envahissante?**

Oui  Non, Ne sait pas

**11. Si oui, comment le gériez vous?**

Mécanique  Chimique  Autres

**12. Ces stratégies étaient elles efficaces?**

Oui  Non  Ne sait pas

**13. Si non quelles sont les limites de la stratégie?**

#### III) UTILISATION DE LA PLANTE

**14. Utilisez vous cette plante dans votre vécu quotidien?**

Oui  Non  Ne sait pas

*1. Alimentaire*

**16. Quels organes de la plante utilisez vous?**

Rameau  Feuilles  Autres

*2. THERAPEUTIQUE*

**17. Type de maladie**

**18. Mode d'utilisation**

fumigation  macération  application locale

**15. Si oui quels types d'utilisation?**

Alimentaire  Thérapeutique  Autres

**19. Partie utilisée**

Feuille  Rameau  Autres

*3 Autres*

**20. autres types utilisation**

## Annexe 2 :

### Fiche de relevé de *Ceratophyllum demersum* dans le parc de Djoudj

Mars 2015 - UCAD

TABEC-RN

N°:

Coordonnées: X: ; Y:

Nom du cours d'eau :

#### I) TYPE DE MILIEU

**1. Cour d'eau**

- fleuve  rivière  affluent  lac

**2. Espace en eau temporaires ou permanents**

- plan d'eau connecté au fleuve  
 plan d'eau isolé de façon permanente  
 espace en eau temporaire  
 prairies humide

#### II) ESPECE ENVAHISSANTE RENCONTREE

**3. Espèces rencontrées**

- Polygonum senegalense*  *Ceratophyllum demersum*  
 Autres:

#### III) INDICE DE COLONISATION DE L'ESPECE ENVAHISSANTE

**4. Estimation du recouvrement du secteur concerné par la plante envahissante**

- absence  faible (< à 30%)  
 moyen (30 à 60%)  élevé (> à 60%)

#### IV) TYPES DE COLONISATION

**5. Rive droite**

- type1  type2  type3

**6. Rive gauche**

- type1  type2  type3

**7. Plan d'eau**

- type1  type2  type3

#### V) INTERVENTION AU COURS DE L'ANNEE

**8. Une intervention a eu lieu avant l'enquete**

- oui  non

#### VI) INDICE DE COLONISATION DES AUTRES PLANTES AQUATIQUES PRESENTES

**9. Estimation du recouvrement du concerné par la plante aquatique**

- absence  faible (< à 30%)  
 moyen (de 30 à 60%); élevé (> à 60%)

#### VII) OBSERVATIONS DIVERSES

**10. Observations diverses**

--