

**REPUBLIQUE DU SENEGAL**

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'EQUIPEMENT RURAL**

**SOCIETE NATIONALE D'AMENAGEMENT ET D'EXPLOITATION DES TERRES  
DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL ET DES VALLEES DU FLEUVE SENEGAL ET  
DE LA FALEME (SAED)**



**ETUDE DE REFERENCE SUR LA SITUATION DES PLANTES  
AQUATIQUES AU NIVEAU DES AXES HYDRAULIQUES DE LA  
DELEGATION DE DAGANA DE LA SAED**

**RAPPORT PROVISOIRE**

**Juin 2015**

**Dr Mame Samba MBAYE**



## **Equipe scientifique et technique**

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui scientifique et technique de :

- Professeur Kandiora NOBA, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Dr César BASSENE ; Université Gaston Berger de Saint Louis
- Rahimi MBALLO, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Mamadou SIDYBE, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Birane DIENG, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Abdoul Aziz CAMARA, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Omar Salif GUEYE, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Ousmane TOURE, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Jules DIOUF, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Samba Laha KA, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Ndongo Diouf, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Sanou Ndour, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Ndèye Aminata Diémé, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Sagar Ndong, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
- Mbène Diakhaté, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

## SOMMAIRE

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Liste des tableaux.....                                                        | 5  |
| Liste des figures .....                                                        | 5  |
| RESUME.....                                                                    | 6  |
| INTRODUCTION GENERALE.....                                                     | 7  |
| I-RAPPEL DES TERMES DE RÉFÉRENCES DE L'ÉTUDE .....                             | 7  |
| 1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE .....                                | 7  |
| 1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE .....                                                 | 8  |
| 1.3. TACHES A REALISER .....                                                   | 8  |
| 1.4. RESULTATS ATTENDUS .....                                                  | 9  |
| II-METHODOLOGIE .....                                                          | 9  |
| 2-1-PRESENTATION SOMMAIRE DE LA ZONE D'ETUDE .....                             | 9  |
| 2-2- APPROCHE METHODOLOGIQUE .....                                             | 12 |
| 2-3-PLAN D'EXECUTION TECHNIQUE .....                                           | 15 |
| III-FLORE ET VEGETATION .....                                                  | 21 |
| 3-1-Structure de la flore.....                                                 | 21 |
| 3-2- Constitution d'une collection (herbier) .....                             | 29 |
| 3-3-Photothèque.....                                                           | 29 |
| 3-4-Végétation .....                                                           | 30 |
| IV- CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE, BIOLOGIQUE ET ECOLOGIQUE DES VAE.....       | 39 |
| IV-CARACTERISATION DE L'ENVAHISSEMENT DES AXES HYDRAULIQUES .....              | 59 |
| 4-1-Degré d'envahissement des axes hydrauliques .....                          | 59 |
| 4-1-1- Typologie des espèces.....                                              | 59 |
| 4-1-1-1-Amplitude d'habitat .....                                              | 59 |
| 4-1-1-2-Indices de colonisation .....                                          | 61 |
| 4-1-2- Description de l'envahissement des axes (indices de colonisation) ..... | 63 |
| 4-2-Cartographie des peuplements sur les axes hydrauliques.....                | 70 |
| 4-3-Explication de la colonisation .....                                       | 83 |
| 4-3-1-Les capacités intrinsèques des espèces .....                             | 83 |
| 4-3-2-Caractéristiques de l'environnement.....                                 | 84 |
| 4-4-Effets de la prolifération.....                                            | 88 |

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 4-4-1-Les effets écologiques .....                                   | 88  |
| 4-4-2-Les effets socio-économiques .....                             | 90  |
| 4-4-5-Les effets sanitaires .....                                    | 91  |
| 4-5-Gestion des végétaux aquatiques envahissants.....                | 92  |
| 4-5-1-Généralités sur la gestion des VAE.....                        | 92  |
| 4-5-2-Méthodes de gestion actuellement pratiquées dans la zone ..... | 95  |
| 4-5-3-Recommandation pour la gestion des VAE .....                   | 97  |
| 4-5-3-1-Aide à la décision.....                                      | 97  |
| 4-5-3-2-Proposition d'actions .....                                  | 102 |
| 4-5-3-2-1-Gestion des caractéristiques environnementales .....       | 102 |
| 4-5-3-2-2-Gestion des espèces .....                                  | 103 |
| 4-5-3-3- Proposition de guide de procédure.....                      | 106 |
| 4-5-3-4-Mesures d'accompagnement .....                               | 106 |
| 4-5-3-4-1-Stratégie de mise en œuvre des actions.....                | 106 |
| 4-5-3-4-2-Mise en place de comités locaux de gestion.....            | 107 |
| 4-5-3-4-3—Elaboration d'une stratégie de communication.....          | 107 |
| 4-5-3-4-4—Formation des agents de terrain et des populations .....   | 107 |
| 4-5-3-4-5—Gestion des déchets.....                                   | 107 |
| 4-5-3-4-6-Programmes de recherche .....                              | 107 |
| 4-6-Proposition de méthodes de suivi.....                            | 107 |
| CONCLUSION GENERALE.....                                             | 108 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                                  | 110 |
| ANNEXES : .....                                                      | 112 |
| 1-Quelques photos.....                                               | 112 |
| 2-Cartes de quelques axes hydrauliques .....                         | 118 |
| 3-Fiche de prises de données.....                                    | 124 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Liste des espèces rencontrées le long des axes hydrauliques .....                                                                            | 21 |
| Tableau 2: Structure de la flore des espèces rencontrées dans les axes hydrauliques.....                                                                | 25 |
| Tableau 3: Répartition par familles des espèces recensées .....                                                                                         | 26 |
| Tableau 4: Types biologiques des espèces recensées .....                                                                                                | 28 |
| Tableau 5: Classement biogéographique des espèces recensées .....                                                                                       | 29 |
| Tableau 6: Fréquence et recouvrement moyen des espèces envahissantes .....                                                                              | 30 |
| Tableau 7: Classe de fréquence et qualification des espèces.....                                                                                        | 32 |
| Tableau 8: Variance, pourcentage de variance et pourcentage cumulé des variance des cinq premiers axes factoriels .....                                 | 33 |
| Tableau 9: Fréquence des espèces envahissantes ou potentiellement envahissante .....                                                                    | 60 |
| Tableau 10: composition chimique des axes hydrauliques .....                                                                                            | 85 |
| Tableau 11: Variance, pourcentage de variance et pourcentage cumulé des variance des cinq premiers axes factoriels. En gras les deux axes choisis ..... | 86 |

## Liste des figures

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: Carte de localisation du delta du fleuve Sénégal .....                                                                                                  | 10 |
| Figure 2: Approche méthodologique .....                                                                                                                           | 14 |
| Figure 3: Carte de l'itinéraire de prospection et des points d'échantillonnages.....                                                                              | 15 |
| Figure 4: Diagramme d'infestation .....                                                                                                                           | 33 |
| Figure 5 : Analyse Factorielle des Correspondances montrant la répartition des espèces en fonction des relevés suivant le plan factoriel F1xF2 .....              | 34 |
| Figure 6: Analyse Factorielle des Correspondances montrant la répartition des espèces en fonction des relevés suivant le plan factoriel F2xF3 .....               | 35 |
| Figure 7: Classification ascendante des espèces .....                                                                                                             | 36 |
| Figure 8: Types de colonisation dans les différents axes.....                                                                                                     | 82 |
| Figure 9: Analyse en Composante Principale, cercle de corrélation des variables (A) et répartition des axes hydrauliques (B) dans le plan factoriel F1 x F2 ..... | 86 |

## RESUME

Le delta et la Vallée du fleuve Sénégal joue un rôle importante dans la riziculture irriguée. Avec l'objectif du gouvernement d'atteindre l'autossuffisance en riz d'ici 2017, l'irrigation est une pièce maitresse dans la production rizicole dans cette zone. Toutefois, la tendance à la prolifération de certains végétaux aquatiques constitue une sérieuse contrainte à l'irrigation d'où l'impérieuse nécessité de maîtriser la cette prolifération. Or, cette maitrise nécessite une connaissance de ces végétaux. Ainsi, l'objectif général de l'étude est d'établir la situation de référence pour une bonne connaissance du comportement des plantes aquatiques rencontrées au niveau des axes hydrauliques de la zone du delta et de la vallée du fleuve Sénégal, en vue d'optimiser la planification et l'efficience des travaux de maintenance. Il s'est agit de faire un diagnostic précis de la situation des plantes aquatiques qui se développent le long des axes hydrauliques et de mettre en place un dispositif efficace de suivi du comportement des espèces identifiées.

Cette étude a consisté à 1-réaliser un inventaire des espèces végétales présentes sur les axes hydrauliques concernés ; 2- procéder à la description et à la caractérisation biologique et écologique de chaque espèce rencontrée ; 3- procéder à une typologie des espèces envahissantes ; 4- analyser les effets liés à la présence des plantes aquatiques envahissantes sur les sites ; 5- établir des cartes de localisation des plantes rencontrées ; 6- déterminer les sites les plus vulnérables sur les axes hydrauliques ; 7- identifier des sites pour le suivi du comportement des plantes aquatiques après les opérations de maintenance des axes hydrauliques en s'appuyant sur les images satellitaires et à 8- proposer des méthodes et des recommandations pour la gestion durable des plantes envahissantes.

A la suite ce travail, d'importants résultats sont obtenus.

Au plan de la flore, 115 espèces réparties dans 87 genres et 43 familles sont recensées avec une nette dominance des Spermaphytes avec une dominance des Therophytes avec toutefois une bonne représentation des chaméphytes, de nanophanérophytes et des hydrophytes et l'importance relative des espèces pantropicales et africaines,

Au plan de la végétation, la répartition des végétaux est fortement influencée par l'eau et le sol ; ces végétaux sont répartis dans 5 groupes qui peuvent chacun présenter plusieurs faciès en fonction des conditions du milieu. La végétation présente une nette zonation,

Cette étude a montré un fort développement de certains espèces qui peuvent même former des peuplements monospécifiques à certains endroits ci qui présage de leur caractère envahissant ; il s'agit de *Aeschynomene elaphorxylon*, *Azolla africana*, *Bolboschoenus maritimus*, *Ceratophyllum demersum*, *Echnicloa stagnina*, *Ludwigia adscendens*, *L. leptocarapa*, *Nymphaea lotus*, *N. micrantha*, *Oxycaryum cubense*, *Phragmites vulgaris*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton schweinfurthii*, *P. octandrus*, *Salvinia molesta* et *Typha domingensis*.

Dans la zone, les plantes envahissantes présentent de effets positifs ou négatifs au plan écologique, socioéconomique et sanitaire. Toutefois, les population riveraines ne reconnaissent aucun effet positif pour *Ceratophyllum demersum* qui pourtant en possède certains. Pour *Typha domingensis* par contre, beaucoup d'effet positifs lui sont reconnus eu égard à ses importantes potentialités de valorisation qui ont même tendance à masquer ses nuisances auprès des populations.

Les caractères morphologiques, physiologiques et écologiques des principales espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes sont donnée avec leurs photos.

Au regard des types et des indices de colonisation la plupart des axes hydrauliques sont vulnérables quant à l'intensité de la colonisation. Toutefois, certains adducteurs comme le Gorom aval, le Lampsar médian, la réserve d'eau de Saint Louis et certains émissaires de drainage comme le Ndiael, le Noar, le Ndiael et l'émissaire du Delta mérite une attention toute particulière pour tenter de gérer la prolifération des végétaux aquatiques envahissant.

Aussi, des méthodes urgentes de gestion des VAE doivent être mises en œuvre dans ces axes : extraction manuelle, mécanique, chimique ou biologique.

En somme, ce travail a permis : 1- d'obtenir une liste complète des espèces végétales présentes au niveau des axes hydrauliques est établie ; 2- d'analyser les effets liés à la prolifération des VAE ; 3- de caractériser les espèces identifiées au plan biologique et écologique pour faciliter leur identification ; 4- mettre en évidence le degré d'envahissement des axes hydrauliques ; 5- de cartographier les espèces ; 6- d'identifier les sites les plus vulnérables sont identifiés ; 7- de proposer des méthodes de lutte et de gestion durable des plantes envahissantes et de 8- proposer des méthodes de suivi du comportement des VAE.

## **INTRODUCTION GENERALE**

Le Sénégal a une population d'environ 13,9 millions d'habitants en 2014 avec un taux annuel de 2,7% (ANSD, 2014).

Depuis la dévaluation du franc CFA en 1994, la base de la croissance a été portée par les BTP, les télécommunications, les industries chimiques, le tourisme et le commerce au détriment de l'agriculture (PSE). Il est aujourd'hui important selon le PSE d'opérer une transformation structurelle de l'économie. Ainsi, la transformation de l'agriculture servira de fer de lance à celle de la structure de l'économie. Parmi les lignes qui permettront cette transformation, les autorités gouvernementales ont pris l'option de renforcer la sécurité alimentaire et de rééquilibrer la balance commerciale dégradée par les importations de produits alimentaires. C'est dans cette optique que le Sénégal entend réaliser une autosuffisance en riz à l'horizon 2017.

Dans ce cadre, la Vallée du fleuve Sénégal doit jouer un rôle de premier plan en tant qu'importante zone de riziculture irriguée. L'irrigation est, de ce point de vue, une pièce maîtresse dans la production rizicole de la vallée. Toutefois, la tendance à la prolifération de certains végétaux aquatiques constitue une sérieuse contrainte à l'irrigation d'où l'impérieuse nécessité de maîtriser cette prolifération. Ainsi, la SAED s'est dotée d'un plan d'actions pour la maintenance des infrastructures hydro-agricoles dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal. Toutefois, la réussite de ce plan nécessite une bonne connaissance du comportement des plantes aquatiques envahissant les axes hydrauliques ; ce qui explique la volonté de la SAED et de ses partenaires de disposer d'un dispositif de veille par la création d'un observatoire des plantes aquatiques des axes hydrauliques.

La mise en place de cet observatoire demande une connaissance de l'état de référence de ces végétaux ; objet de cette présente étude.

## **I-RAPPEL DES TERMES DE RÉFÉRENCES DE L'ÉTUDE**

### **1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE**

Dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'actions de la maintenance des infrastructures hydro-agricoles dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal, il est prévu la création d'un observatoire des plantes aquatiques des axes hydrauliques et d'initier un programme de recherche de recyclage des dépôts issus des travaux de maintenance. L'objectif du dispositif de veille est de permettre une meilleure connaissance du comportement des plantes aquatiques envahissant les axes hydrauliques et ainsi optimiser la planification et l'efficacité des travaux de maintenance.

C'est dans cette perspective que le comité de pilotage du suivi du plan d'action a proposé à l'opérateur, le groupement CID-IDEV, l'organisation d'une table ronde dont l'objectif est de faire le point sur les sources d'information existantes, les expériences et les résultats dans la connaissance des plantes aquatiques envahissantes, dans la lutte contre ces végétaux et la valorisation des dépôts provenant des activités de maintenance dans la zone du delta du fleuve Sénégal.

Les résultats de cette table ronde montrent qu'il existe une base documentaire pour la compréhension de la présence des plantes aquatiques envahissantes et des différentes techniques de lutte contre ces espèces dans la zone. Cependant, il manque encore des données précises aussi bien sur la cartographie, que sur la biologie et l'écologie des espèces présentes au niveau des axes hydrauliques. Ces données sont nécessaires pour cerner le degré de prolifération, des végétaux aquatiques envahissants, leur comportement (capacité de dissémination, leur opportunisme et leur résistance aux perturbations) et permettent d'asseoir de véritables stratégies de gestion.

En effet, devant les difficultés d'éradiquer les plantes aquatiques et pour freiner leur dynamique d'expansion, tout en limitant et en priorisant la dépense publique investie dans la gestion des axes hydrauliques, la SAED et ses partenaires techniques et financiers ont aujourd'hui besoin d'outils de compréhension et de suivi des phénomènes invasifs pour guider les choix techniques dans la gestion annuelle et pluriannuelle de ces plantes.

Un des enjeux principaux de la gestion est de tenter de contenir l'extension des végétaux aquatiques dans les zones déjà affectées et d'empêcher la colonisation de nouveaux secteurs. Ceci devrait imposer une veille importante pour tenter une gestion locale.

Ainsi, le groupement CID- IDEV en sa qualité d'opérateur est chargé d'identifier un consultant prestataire de services pour la réalisation d'une étude de référence sur les plantes aquatiques et le suivi du comportement de ces plantes envahissant les axes hydrauliques de la zone du delta et de la vallée du fleuve Sénégal.

## **1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE**

L'objectif général de l'étude est d'établir la situation de référence pour une bonne connaissance du comportement des plantes aquatiques rencontrées au niveau des axes hydrauliques de la zone du delta et de la vallée du fleuve Sénégal, en vue d'optimiser la planification et l'efficacité des travaux de maintenance.

L'objectif spécifique est de faire un diagnostic précis de la situation des plantes aquatiques qui se développent le long des axes hydrauliques et de mettre en place un dispositif efficace de suivi du comportement des espèces identifiées.

## **1.3. TACHES A REALISER**

Les prestations se baseront sur l'exploitation des résultats des études et recherches réalisées dans la vallée et le delta du fleuve, et les investigations de terrain pour :

- ✓ Réaliser un inventaire des espèces végétales présentes sur les axes hydrauliques concernés ;
- ✓ Procéder à la description et à la caractérisation biologique (mode de reproduction) et écologique (habitat) de chaque espèce rencontrée ;
- ✓ Procéder à une classification des espèces envahissantes ;
- ✓ Analyser les effets liés à la présence des plantes aquatiques envahissantes sur les sites ;
- ✓ Etablir des cartes de localisation des plantes rencontrées ;
- ✓ Déterminer les sites les plus vulnérables sur les axes hydrauliques ;
- ✓ Identifier des sites et assurer le suivi du comportement des plantes aquatiques après les opérations de maintenance des axes hydrauliques en s'appuyant sur les images satellitaires ;
- ✓ Proposer des méthodes et des recommandations pour la gestion durable des plantes envahissantes.

#### 1.4. RESULTATS ATTENDUS

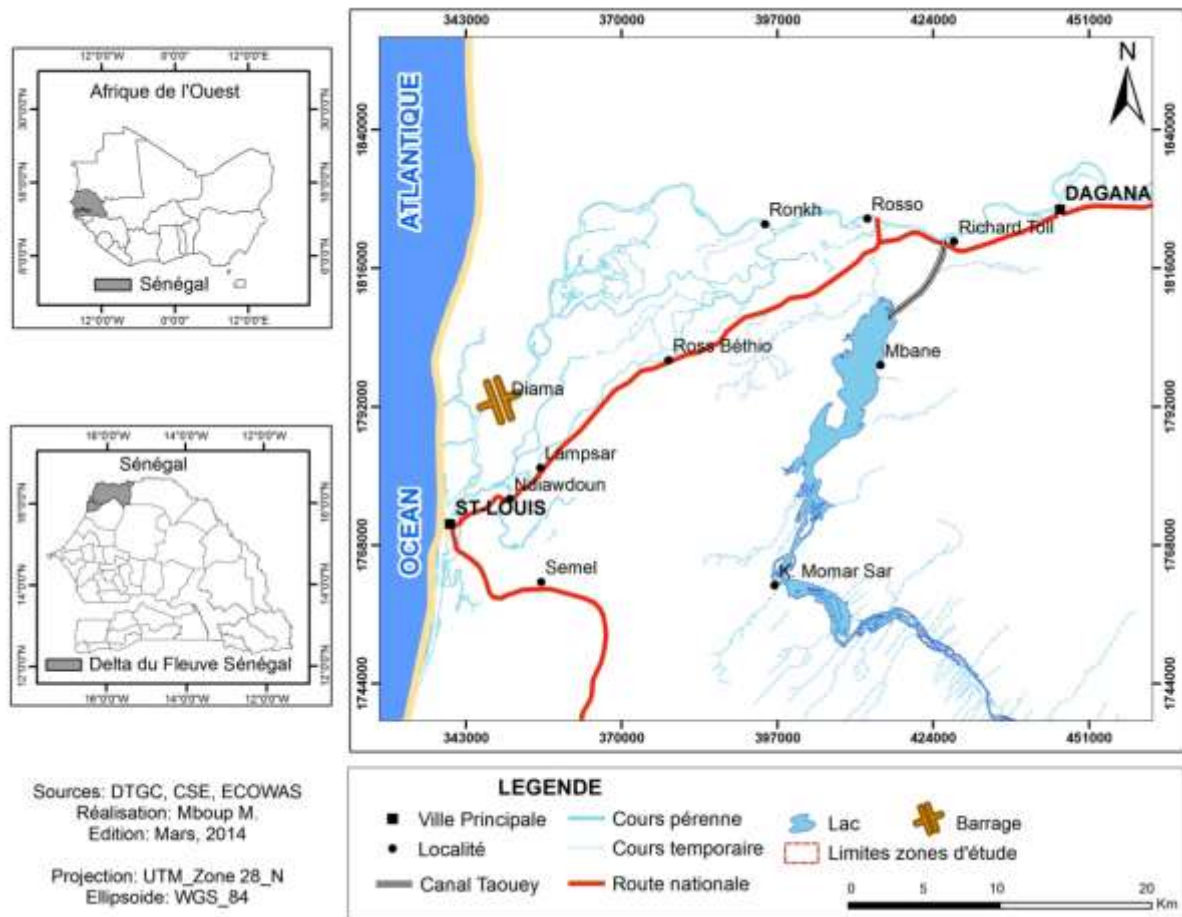
Les résultats suivants sont attendus :

- ✓ **R1** : Une liste complète des espèces végétales présentes au niveau des axes hydrauliques est établie ;
- ✓ **R2** : Les effets liés à la prolifération des VAE sont analysés ;
- ✓ **R3** : Toutes les espèces identifiées sont caractérisées au plan biologique et écologique
- ✓ **R4** : La cartographie des espèces est établie et le degré d'envahissement des axes hydrauliques sont mis en évidence ;
- ✓ **R5** : Les sites les plus vulnérables sont identifiés et cartographiés ;
- ✓ **R6** : Des méthodes de lutte et de gestion durable des plantes envahissantes sont proposées ;
- ✓ **R7** : Les méthodes de suivi du comportement des VAE sont proposées ;

## II-METHODOLOGIE

### 2-1-PRESENTATION SOMMAIRE DE LA ZONE D'ETUDE

Le delta du fleuve est une immense zone humide inondable de 74 000 à 110 000 ha au Sénégal et 80 000 ha presque totalement inondable en Mauritanie (Anonyme, 1998). Il se situe entre 16° et 14°4 latitude Nord et entre 15°30 et 16°30 longitude ouest (Cissé 2011). L'altitude est faible et ne dépasse pas 23 m (Giffard, 1974).



**Figure 1: Carte de localisation du delta du fleuve Sénégal (Source, Mboup, 2014)**

Les sols du delta sont très diversifiés : les sols hollaldé ; ils sont argileux aptes à la riziculture ; les faux hollaldés, argilo-limoneux ; les fondé qui sont des sols limoneux peu évolués inadaptés à la riziculture ; les falos avec des cultures maraîchères et les diacrés rarement cultivés (Mboup, 2014).

Le climat est tropical semi-aride avec une pluviométrie annuelle faible (200 à 300 mm/an) et une humidité relative variant de 47 à 80 % (Kuisseu *et al.*, 2001).

La végétation est faite de savanes arbustives à *Tamarix senegalensis* et *Acacias*. La flore herbacée y est très diversifiée et est caractéristique des zones humides (Noba *et al.*, 2010).

Les principales activités socio-économiques des populations du delta sont : la pêche, l'agriculture (riziculture et maraîchage), l'élevage, le commerce stimulé par la proximité avec la Mauritanie etc.

Les ethnies présentes dans la vallée sont les hal pulaars (toucouleurs, peulh), les Wolofs et les Maures. Toutefois, avec la diversification des activités socioéconomiques, les sérères, les diolas, les madingues etc ; peuvent être rencontré dans la zone au gré des migrations (main d'œuvre dans les champs, commerçants etc.)

Le fleuve Sénégal comporte un réseau de défluent et des affluents qui sont des axes hydrauliques pérennes : le Doué, le Diamel, le Gayo, le Ngalenka, le complexe Taouey-Lac

de Guiers-bas Ferlo et le système de défluent du delta : Gorom-Lampsar, Krankaye Djeuss, Kassack, Ngalam, le Diawel les 3 Marigots et le lac de Guiers (Anonyme, 2014).

Le Gouvernement du Sénégal et ses partenaires au développement ont adopté, à l'issue des journées de réflexion tenues en 1997 à Ndiaye dans le département de Dagana, un plan d'actions qui a retenu parmi ses priorités, l'urgence et la nécessité de mettre en œuvre une politique et un dispositif appropriés de maintenance des Infrastructures Hydro-agricoles (Anonyme, 2014). Ainsi, à la faveur de l'étude lancée par la SAED en 1999 pour la définition de la politique de maintenance à appliquer dans le Delta et la vallée du Fleuve Sénégal, quatre (04) Fonds ont été mis en place :

- le Fonds de Maintenance des Adducteurs et Emissaires de Drainage (FOMAED) pour le financement des opérations de maintenance des aménagements structurants hydrauliques de la vallée du Fleuve Sénégal
- le Fonds de Maintenance des Infrastructures d'Intérêt Général (FoMIIG) pour maintenance des pistes de desserte et digues de protection à usage collectif
- le Fonds Mutuel de Renouvellement des Equipements de pompage (FOMUR) pour la définition d'un cadre réglementaire pour la constitution et l'utilisation des provisions d'entretien et de renouvellement des équipements de pompage des aménagements publics ;
- le Fonds de Maintenance des Périmètres Irrigués (FOMPI) pour financer l'entretien des périmètres publics non transférés et apporter un appui aux Périmètres Irrigués Villageois (PIV) de première et deuxième générations, pour la maintenance de leurs réseaux, l'entretien et le renouvellement des groupes motopompes (GMP).

La Société Nationale d'aménagement et D'exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et Delta Falémé (SAED) a été créée en 1965 pour promouvoir le développement de l'Agriculture Irriguée en rive gauche du fleuve Sénégal et de la Falémé. Sa vocation est de contribuer de manière significative à la réduction de la pauvreté dans les Régions de Saint-Louis, Matam, Tambacounda riveraines du Fleuve Sénégal et de la Falémé, en participant à l'aménagement de ces territoires, au développement agricole et à la préservation de l'environnement. La SAED remplit deux fonctions de Service Public :

- une fonction de Maîtrise d'Ouvrage Déléguée de l'Etat pour les investissements publics en matière d'aménagement et d'infrastructures hydroagricoles ;
- une fonction de Conseil, d'Appui et d'Opérateur auprès des différentes catégories socioprofessionnelles et des collectivités locales concernées, directement ou indirectement, par l'agriculture irriguée.

La SAED comprend aussi quatre délégations (Dagana, Podor, Matam et Bakel). Cette étude concerne la délégation de Dagana. Les axes hydrauliques considérés concernent les adducteurs et émissaires de drainage au nombre de 02 et se présentent ainsi qu'il suit :

- **Système Gorom Lampsar** : Gorom/Lampsar (111km), Kassack (20 km), Diawel (10 km), Réserves d'eau de Saint Louis et du Ngalam (10km) Chenal Socas (16km), Krankaye (8 km);

- **Emissaires de drainage du Delta :** Emissaire Delta (45 km), Noar (35 km), Mbeurbeuf (4 km), Natchié (19 km), Ndiaël (20 km), Savoigne E (2 km) ;

## 2-2- APPROCHE METHODOLOGIQUE

La végétation constitue un élément productif essentiel, toutefois, la prolifération de certaines plantes peut engendrer des nuisances considérables. Il est donc important d'élaborer des programmes pertinents de surveillance des végétaux dans les milieux aquatiques.

Dans cette optique, il est nécessaire de mesurer l'abondance et la distribution des plantes dans un milieu naturel donné. Ceci constitue est une tâche complexe avec de nombreuses techniques différentes dans le choix du type de végétation, du niveau de précision requis et des analyses statistiques que l'on veut appliquer aux résultats.

Pour la mise en place de l'observatoire des VAE dans la vallée, il est nécessaire de caractériser le milieu et d'étudier ces végétaux dans l'espace et dans le temps afin de pouvoir déceler le plus rapidement possible les éventuels déséquilibres écologiques et de mettre en place des activités de gestion pour les corriger.

### a-Caractérisation du milieu

caractérisation du milieu physique (enquêtes et observations directes) :

- organisation du réseau hydrographique: plans d'eau, réservoirs, etc...;
- le relief des environs et ses différentes formes ;
- l'utilisation des terres, c'est-à-dire l'espace utilisé pour l'agriculture avec ses différentes formes: plantations, champs, pâturages, etc...

caractérisation physico-chimique des axes hydrauliques (observations directes)

caractérisation du cadre humain (Bibliographie et enquêtes)

- les hommes;
- les voies de communication (routes, pistes);
- le cadre administratif.

**b-Analyse de la flore et de la végétation dans l'espace :** Etablissement d'une situation de référence

Dans les écosystèmes aquatiques, l'épilithon (bactéries, algues etc), le phytoplancton et les macrophytes représentent les trois principaux groupes de végétaux (Wetzel, 1975 ; Westlake *et al.*, 1980). Cette étude concerne les macrophytes.

Pour la caractérisation du milieu biologique, en raison de l'étendue des territoires à prospecter, il est nécessaire de choisir et de mettre en place un dispositif d'échantillonnage pertinent avec une bonne définition des populations statistiques et de la taille des échantillons de sondage.

Pour cette caractérisation, il sera adopté une approche holistique qui permet de connaître toutes les composantes de la couverture macrophytique mais aussi leur mode de regroupement (végétation). En outre, une méthode permettant d'apprécier les envahissements actuels sera appliquée. Ainsi cette partie devrait permettre de caractériser

les différents taxons (genre, espèces et divisions infraspécifiques) ;  
la flore macrophytique ;  
la végétation.

**c-Analyse de la flore et de la végétation dans le temps : Suivi (qui n'est pas l'objet de cette présente étude)**

A la suite de cette première partie, il faut examiner l'évolution de la végétation en termes de composition, de distribution et de densité des espèces qui peut être tributaire du climat, du rythme d'exploitation ou des mesures de gestion visant.

Il faut alors mettre en place un programme de surveillance continue permettant d'apprécier les changements conjoncturels et structurels. Ainsi, un dispositif de placettes permanentes devra être mis en place.

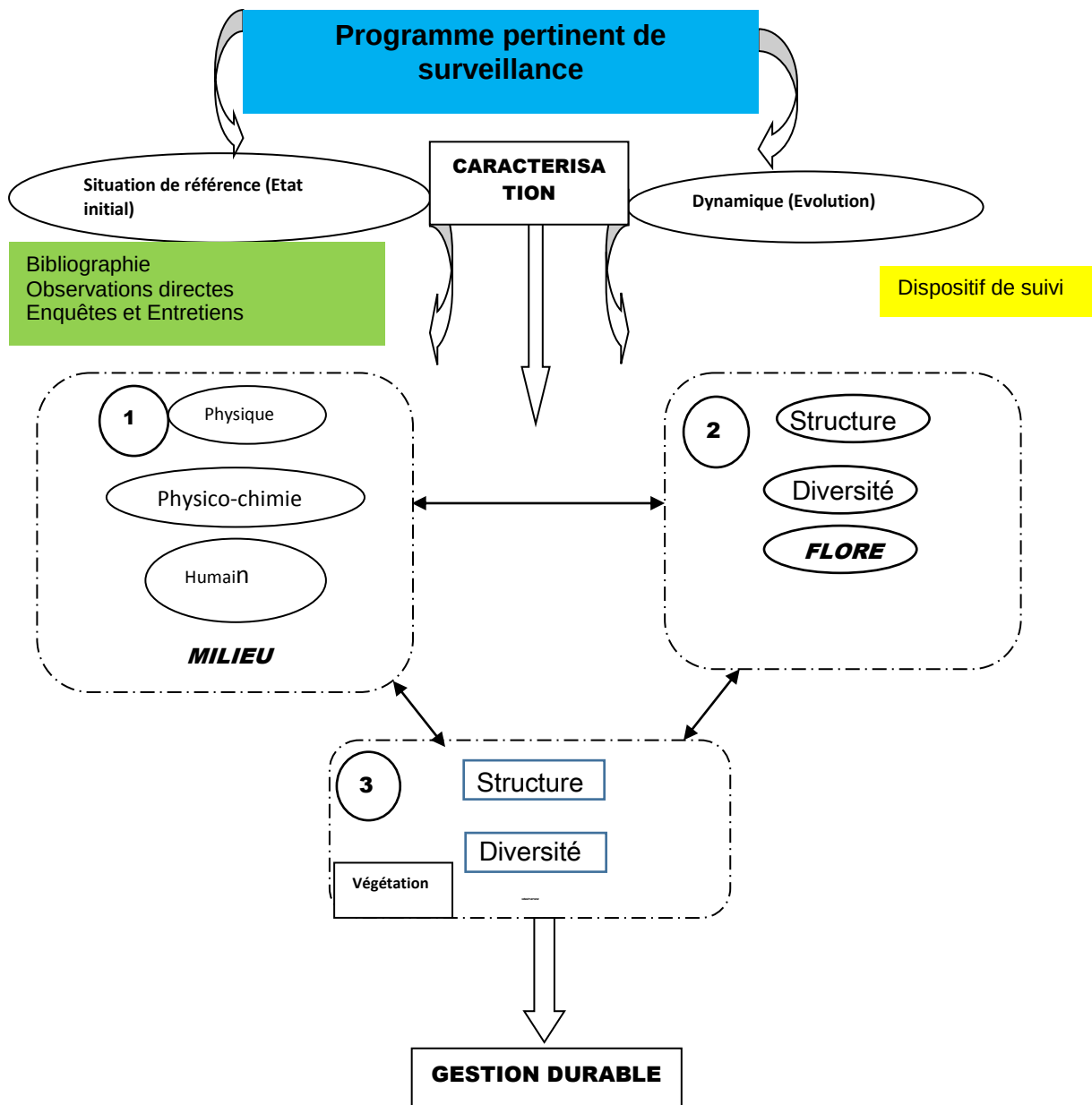


Figure 2: Approche méthodologique

## 2-3-PLAN D'EXECUTION TECHNIQUE

Pour ce travail, plusieurs activités sont menées pour atteindre les objectifs fixés.

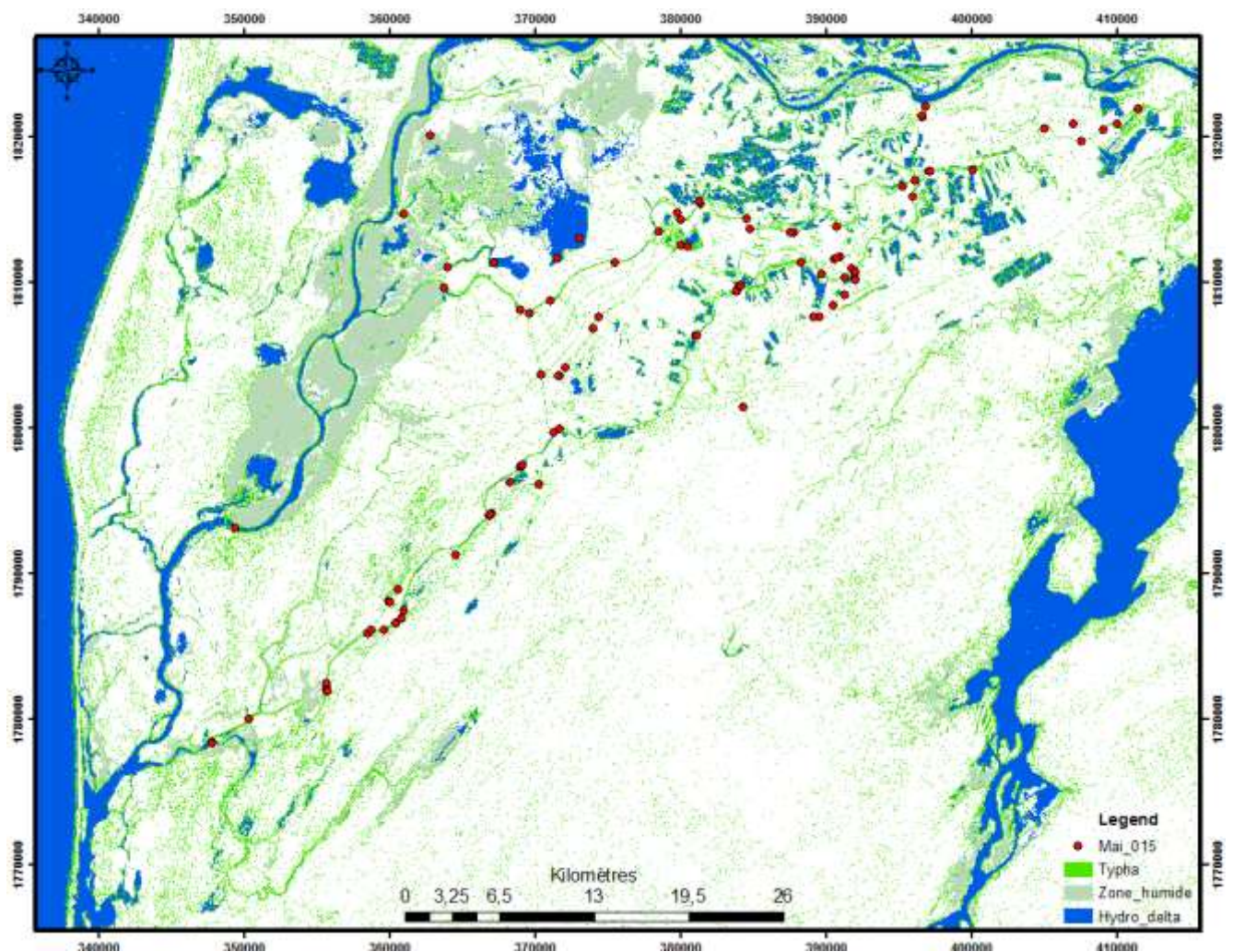


Figure 3: Carte de l'itinéraire de prospection et des points d'échantillonnages

### Activité 1 : Inventaire de la flore et de la végétation

#### A.1.1 : Revue documentaire

Cette recherche concernera la zone d'étude qui englobe les délégations de Dagana mais aussi les axes hydrauliques considérés. Les informations recherchées seront en rapport avec les cartes floristiques et de végétation, les cartes topographiques, géologiques et pédologiques, etc. et devront permettre de caractériser la zone. Elle touchera tous les aspects abordés dans le cadre de cette étude.

#### Activité A.1.2 : Inventaire de la flore et de la végétation des axes hydrauliques

##### Tache 1 (A.1.2.1) : Visite prospective

Des prospections préliminaires sur le terrain seront utiles pour acquérir une vue d'ensemble des sites afin de trouver un compromis entre une évaluation globale du site et la faisabilité concrète des travaux en termes de coût et de temps. En effet, il est nécessaire de déterminer

les compétences techniques et scientifiques nécessaires mais aussi les contraintes éventuelles sur le terrain.

Cette étape est importante pour évaluer la logistique nécessaire en termes d'accès aux sites, de répartition des stations et d'organisation des journées de terrain.

Dans les sites retenus pour cette étude, il sera procédé à un échantillonnage selon la diversité des conditions écologiques. Il sera ainsi mis en place un plan d'échantillonnage avec la définition des populations statistiques et de la taille des échantillons.

Pour pouvoir analyser de manière comparative la variabilité des phytocénoses des axes hydrauliques considérés, les travaux seront faits sur des secteurs aussi homogènes que possible d'un point de vue hydrodynamique (profondeur, vitesse du courant).

Cette mission devrait permettre de prendre contact avec les services de la SAED et d'identifier les ressources humaines et documentaires importantes pour ce travail.

### **Tache 2 (A.1.2.2) : Caractérisation du milieu d'étude**

Des observations directes sur le terrain devront permettre de compléter les informations documentaires pour mieux caractériser la zone.

Des analyses physico-chimiques *in situ* de l'eau seront effectuées concernant la transparence qui sera mesurée avec un disque de secchi, la température, la transparence, l'oxygène dissous, la conductivité et le pH (ph-mètre multifonctionnel). Les nutriments, le carbone organique et les teneurs en pigments chlorophylliens, les concentrations de PO<sub>4</sub> et NO<sub>3</sub> seront dosés au laboratoire.

### **Tache 3 (A.1.2.3) : Réalisation des relevés**

Les méthodes proposées dans cette étude vont dans le sens de donner des informations tangibles dans des délais raisonnables avec une optimisation du temps passé à relever et à traiter les données.

Pour ce travail, la méthode de « l'aire significative d'étude des macrophytes en petit cours d'eau » qui est une variante de la technique des transects sera utilisée. Cette méthode a l'avantage de permettre une bonne estimation des espèces caractéristiques d'un plan d'eau en fonction du gradient de distance au rivage et de profondeur. Le transect sera matérialisé par une ficelle graduée en mètre, en partant de la zone exondée vers la zone inondée. Les espèces végétales rencontrées sur le parcours seront inventoriées. Pour chaque unité de lecture, la technique du relevé phytosociologique sera appliquée. Pour cela, un quadrat sera échantillonné à intervalle régulier le long du transect. Le nombre de relevés sera décidé en fonction des conditions stationnelles. La taille du relevé dépendra de l'aire minimale qui sera déterminée selon la méthode de la courbe aire-espèce.

Dans les quadrats sont notées les espèces, leur coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle classique de Braun Blanquet,

Le travail consistera à faire un **inventaire systématique** dans les unités d'échantillonnage précédemment établi.

Dans chaque surface élémentaire, les informations suivantes sont prises :

- les données générales à savoir Date, lieu, coordonnées géographiques, surface du relevé, recouvrement et hauteur moyenne de la végétation, la distance par rapport à la rive et la profondeur de l'eau ;
- les données floristiques c'est-à-dire un inventaire de l'ensemble des espèces végétales rencontrées avec leur coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle classique de Braun Blanquet,
- A ce coefficient de quantité on peut ajouter des paramètres comme la sociabilité et la Phénologie (Végétatif, floraison, fructification, sénescence)

Ces observations seront réalisées dans la délégation de Dagana. Les axes hydrauliques considérés concernent les adducteurs et émissaires de drainage au nombre de 02 et sont présentés dans le tableau 1. Les systèmes hydrauliques qui feront l'objet de ce travail présentent une longueur totale de 295km.

Le plan d'échantillonnage sera complété à la suite de la mission de pré-échantillonnage.

#### **Tache 4 (A.1.2.4) : Traitement des données**

Le traitement des données se fera au et à mesure de la progression des travaux de terrain.

Pour **l'étude de la flore**, l'inventaire systématique va permettre de ressortir la structure de la flore de ces sites c'est-à-dire :

- Le spectre taxonomique à savoir le nombre et la proportion des différents groupes taxonomiques (espèces, genres, familles, ordre, classe...)
- Le spectre chorologique c'est-à-dire la distribution géographique des taxa.

Pour **l'étude de la végétation**, les résultats sont analysés suivant plusieurs méthodes

- **Technique de l'exploitation des tableaux phytosociologiques**

Cette technique consiste à déplacer les colonnes (relevés) et les lignes (espèces) d'un tableau phytosociologique pour rapprocher les relevés qui se ressemblent le plus afin de regrouper les espèces selon leurs affinités sociologiques ;

- **Détermination de la diversité spécifique et de la structure des communautés**

Les indices de diversité ou de structure sont issus de la théorie de l'information (Pielou, 1975). Leur but est d'étudier les communautés en les caractérisant par leur diversité. D'après la littérature, ces indices servent pour formaliser la diversité du monde vivant, des structures génomiques aux structures écosystémiques (Franc et Gouyon, 1997).

A partir des relevés de végétation réalisés dans les différentes stations, les informations suivantes seront déterminées :

- la fréquence des espèces et les classes de fréquence
- la richesse spécifique, ou nombre d'espèces rencontrées dans les relevés ;
- **Analyses multivariées**

Des analyses multivariées (ACP, AFC) seront être utilisées pour synthétiser l'information contenue dans les données sous forme de tableaux matriciels (individus x variables). Les individus (en colonne) sont ici les tableaux des relevés réalisés au cours des différentes

campagnes. Les variables (en ligne) sont ici les paramètres mésologiques (milieu physique), la qualité chimique de l'eau et les données de recouvrement végétal.

### **Activité A.1.3 : Constitution d'une collection des taxons identifiés**

Lors des travaux sur le terrain des échantillons fertiles de chaque espèce seront collectés. Ils seront ensuite séchés traités, documentés et montés suivant les normes internationales en vigueur.

Une collection d'herbier sera montée selon les standards internationaux. L'opérateur pourra désigner un endroit adéquat pour la conservation. A défaut, les échantillons pourraient être conservés à l'Herbier du département de Biologie Végétale en attendant que l'Observatoire ait un herbier fonctionnel.

Des étiquettes standardisées seront fixées sur le support (papier) de montage des échantillons seront produites. Chaque échantillon recevra une étiquette présentant les informations suivantes : Nom du collecteur principal et des autres collecteurs, Numéro de l'échantillon (il doit être unique), Date de collection, Nom scientifique et famille de l'espèce (transcrit suivant les règles du Code International de nomenclature), Nom local, Description géographique de la localité où l'échantillon a été collecté, Usages ethnobotaniques (si disponible)

### **Activité A2 : Détermination des effets positifs et négatifs de la prolifération**

Grace à des observations directes, des enquêtes et des entretiens avec les agents de la SAED, l'impact de la prolifération sur les activités sont déterminés. Il s'agit de connaître cet impact sur des aspects comme l'irrigation, la qualité de l'eau, la santé des populations, etc..

### **Activité 3 : Caractérisation des espèces**

#### **A.3.1 : Description et caractérisations biologique, physiologique et écologique des espèces**

Pour cette activité, une revue documentaire sera réalisée de même que des observations sur les échantillons prélevés dans le milieu d'étude.

L'analyse des données recueillies permettra de connaître les caractéristiques botaniques, physiologiques, écologiques, biologiques ainsi que les usages faites de certaines espèces. Un accent particulier sera mis d'une part sur la connaissance des modes de reproduction, de propagation et de dissémination, et d'autre part sur les facteurs favorisant ou limitant la propagation et la dissémination des espèces.

#### **Activité A.3.2. : Réalisation d'une Photothèque**

Des prises de vues photographiques (photographies des milieux et macrophotographies de fleurs, fruits, feuilles) seront réalisées.

La photographie de chaque espèce sera tirée sur papier de format 10 cm X 15 cm en vue de la confection d'un album photos qui présentera les espèces avec leur description morphologique pour faciliter leur identification.

### **Activité 4 : Etude de l'envahissement des axes par les VAE**

#### **Activité A.4.1 : Cartographie des espèces**

Les coordonnées géographiques des surfaces de collecte seront repérées au GPS pour permettre une localisation géoréférenciée des espèces, ce qui permettra d'établir leur carte de distribution et de mettre en évidence le degré d'envahissement des axes hydrauliques.

Pour cartographier la distribution des espèces au niveau de chaque station et montrer la dynamique spatio-temporelle des espèces, la méthode de « cartographie thématique » sera utilisée (Haury, 1982 ; 1985). Elle consiste à s'appuyer sur des relevés de recouvrement réalisés sur les quadrats déterminés, chaque quadrat considéré comme tâche, est analysé séparément. Divers symboles sont attribués selon l'importance des recouvrements de l'espèce cartographiée. Ces symboles sont reportés sur un plan, carré ou rectangulaire, qui correspond à une maquette réduite de la surface étudiée sur le terrain. Ce même plan est partagé en sous-plans carrés qui représentent les quadrats présents sur le terrain. La forme des plans et le nombre des sous-plans varient d'une station à une autre.

Les communautés de macrophytes présentant une grande diversité, il était difficile de représenter l'ensemble des espèces de chaque groupe sur un même plan. La cartographie sera réalisée en prenant en considération les espèces qui représentent le recouvrement et les variations spatio-temporelles les plus importantes.

#### **Activité A.4.2 : Détermination du degré d'envahissement**

Il est important, dans le cadre de cette étude, en dehors de l'inventaire exhaustif des plantes aquatiques des différents axes hydrauliques (Activité 2), de mettre en évidence leur degré d'envahissement par ces certains VAE signalés dans la zone comme : *Ceratophyllum demersum*, *Polygonum senegalense*, *Salvinia molesta*, *Typha domingensis*, etc.

Après l'établissement de la liste des espèces à suivre dans cette étude, chaque axe hydraulique concerné a fait l'objet d'un certain nombre de relevé. Au total, 67 relevés sont réalisés. Pour remplir les fiches de relevés, nous nous sommes limités au champ visuel de part et d'autre de notre position pour déterminer : les indices et type de colonisation et les interventions effectuées etc.

Pour les indices de colonisation, trois ont été choisis en fonctionnement du taux de recouvrement de l'espèce considérée :

- Recouvrement faible, inférieur à 30% ;
- Recouvrement moyen compris entre 30 et 60 % ;
- Recouvrement fort, supérieur à 60%.

Pour les types de colonisation, trois types sont retenus :

- Type 1 correspondant à une population très dispersée le long des rives (droite et gauche) et dans le lit ;
- Type 2 correspondant à une population discontinue le long des rives (droite et gauche) et dans le lit ;
- Type 3 correspondant à une population continue le long des rives (droite et gauche) et dans le lit.

L'analyse des données permettra de déterminer les degrés d'envahissement des axes et d'identifier les axes vulnérables. En outre, ces types aideront à élaborer les cartes d'envahissement des axes en matérialisant les contours des peuplements (voir cartographie).

#### **Activité A.5 : Détermination des sites vulnérables**

Le traitement des données permettra de connaître les sites vulnérables et de les cartographier grâce au GPS mais aussi de réaliser des cartes thématiques

#### **Activité 6 : Proposition de méthodes de lutte et de gestion durable des VAE ;**

##### **Activité A.6.1 : Enquêtes et entretiens concernant les axes et la flore**

Pour définir une bonne stratégie de gestion des VAE, il est important de connaître les caractéristiques de même que les fonctions de la zone d'intervention. En effet, il est nécessaire de préciser les régimes hydrologiques, les usages et occupation de l'espace, les utilités et les utilisations des taxons, la nature et le type des interventions déjà réalisées etc.

Des enquêtes seront réalisées auprès des populations riveraines des sites retenus pour déterminer la valeur économique et la perception sociale des plantes invasives, le degré de sensibilisation des populations, la disponibilité de l'information, les solutions et les mesures préventives. Elles seront complétées par une recherche bibliographique sur l'utilité de ces groupes. Ces investigations permettront de ressortir l'intérêt économique des taxa. Ainsi il sera établi la liste des taxa alimentaires; médicinaux ; teinturiers ; indicateurs de pollution ; à huile essentielle ; etc.

Des entretiens avec les agents de la SAED et d'autres services de la zone (hydraulique, collectivités locales etc.) seront conduits pour apprécier les caractéristiques du milieu physique et les effets des plantes sur l'approvisionnement en eau des rizières.

Des fiches d'entretien et d'enquête seront élaborées après la première visite de terrain. Cette dernière permettra de préciser le plan d'échantillonnage (nombre de localités, nombre et répartition des personnes dans les différents groupes identifiés, services retenus, nombre d'élus locaux etc.)

##### **Activité A.6.2 : Exploitation des résultats des travaux de terrain et de la bibliographie**

Il s'agira ici de synthétiser les informations de la littérature et celles obtenues sur le terrain (enquêtes et relevés) pour proposer une stratégie de gestion des végétaux aquatiques envahissants.

##### **Activité A.7 : Elaboration d'une méthode de suivi**

Il s'agira ici de synthétiser les informations de la littérature et celles obtenues sur le terrain pour proposer une méthode de suivi des végétaux aquatiques envahissants.

### III-FLORE ET VEGETATION

#### 3-1-Structure de la flore

##### ➤ Spectre taxonomique

Le tableau 1 présente les différentes espèces et familles rencontrées dans la vallée du fleuve Sénégal avec des indications sur le type biologique et l'appartenance biogéographique de chaque espèce.

La flore de la vallée du fleuve Sénégal (tableau 1) est composée de 115 espèces réparties dans 87 genres et 43 familles.

**Tableau 1: Liste des espèces rencontrées le long des axes hydrauliques**

| Familles             |                        | N.G | N.E. | Espèces                                                       | T.<br>B | A.B.  |
|----------------------|------------------------|-----|------|---------------------------------------------------------------|---------|-------|
| Acanthaceae (D)      |                        | 1   | 1    | <i>Hygrophila auriculata</i> (Schumach.) Heine.               | C       | Af    |
| Aizoaceae (D)        |                        | 2   | 4    | <i>Trianthema portulacastrum</i> L.                           | T       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Trianthema triquetra</i> Wiild.                            | T       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Sesuvium hydaspicum</i> (Edgew.) Gonç.                     | T       | Af    |
|                      |                        |     |      | <i>Sesivium portulacastrum</i> L.                             | T       | AmAs  |
| Amaranthaceae (D)    |                        | 4   | 6    | <i>Achyranthes argentea</i> Lam.                              | T       | Cosm  |
|                      |                        |     |      | <i>Achyranthes aspera</i> L.                                  | T       | Cosm  |
|                      |                        |     |      | <i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.                        | T       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Amaranthus graecizans</i> L.                               | T       | Masue |
|                      |                        |     |      | <i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>Cruentus</i> (L.) Thell. | T       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears                      | C       | Am    |
| Apocynaceae (D)      | <i>Asclepiadoideae</i> | 5   | 6    | <i>Calotropis procera</i> (Ait.) R.Br.                        | P       | As    |
|                      |                        |     |      | <i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.                        | P       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.                      | T       | Af    |
|                      |                        |     |      | <i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forssk.) Decne.               | C       | As    |
|                      |                        |     |      | <i>Oxystelma bornouense</i> R. Br.                            | T       | Af    |
|                      |                        |     |      | <i>Pentatropis spiralis</i> (Forsk.) Decne.                   | T       | Mas   |
| Araceae (M)          |                        | 1   | 1    | <i>Pistia stratiotes</i> L.                                   | Hy      | Pt    |
| Asteraceae (D)       |                        | 4   | 4    | <i>Blumea aurita</i> (L.) DC.                                 | T       | Af    |
|                      |                        |     |      | <i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.                               | T       | Pt    |
|                      |                        |     |      | <i>Pluchea ovalis</i> (Pers.) DC.                             | C       | Af    |
|                      |                        |     |      | <i>Launaea cornuta</i> (Oliver & Hiern.) Jeffrey              | G       | Af    |
| Azollaceae (Pt)      |                        | 1   | 1    | <i>Azolla africana</i> Desv.                                  | Hy      | Af    |
| Boraginaceae (D)     |                        | 1   | 1    | <i>Heliotropium indicum</i> L.                                | T       | As    |
| Ceratophyllaceae (D) |                        | 1   | 1    | <i>Ceratophyllum demersum</i> L.                              | Hy      | Cosm  |
| Characeae (A)        |                        | 1   | 1    | <i>Chara fibrosa</i> Ag.                                      | Hy      | Cosm  |

|                    |                    |    |                                                        |                                                                      |       |       |
|--------------------|--------------------|----|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Chenopodiaceae (D) | 2                  | 2  | <i>Salsola baryosma</i> (Roem. & Schult.) Dandy.       | C                                                                    | As    |       |
|                    |                    |    | <i>Suaeda vermiculata</i> Forsk. Ex J. F. Gmel.        | C                                                                    | Masue |       |
| Commelinaceae (M)  | 1                  | 1  | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f.                       | T                                                                    | Pt    |       |
| Convolvulaceae (D) | 3                  | 5  | <i>Aniseia martinicensis</i> (Jacq.) Choisy.           | T                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Cressa cretica</i> L.                               | T                                                                    | M     |       |
|                    |                    |    | <i>Ipomoea acanthocarpa</i> (Choisy) Asch. & Schweinf. | T                                                                    | Cosm  |       |
|                    |                    |    | <i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.                        | C                                                                    | As    |       |
|                    |                    |    | <i>Ipomea asarifolia</i> (Desr) Roem. Et Schult.       | C                                                                    | Pt    |       |
| Cucurbitaceae (D)  | 3                  | 3  | <i>Coccinia grandis</i> (L.) J.C. Voigt.               | T                                                                    | As    |       |
|                    |                    |    | <i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.                          | T                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Momordica balsamina</i> L.                          | T                                                                    | Pt    |       |
| Cypearaceae (M)    | 6                  | 11 | <i>Bolbochoenus maritimus</i> (L.) Palla               | G                                                                    | Cosm  |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus articulatus</i> L.                          | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus esculentus</i> L.                           | G                                                                    | Cosm  |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus difformis</i> L.                            | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus digitatus</i> Roxb.                         | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus dives</i> Del.                              | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Cyperus iria</i> L.                                 | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Eleocharis mutata</i> (L.) R. Br.                   | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.              | G                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Oxycaryum cubense</i> (Poeppig & Kunth). Lye.       | H                                                                    | Pt    |       |
|                    |                    |    | <i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C.B.Cl.             | T                                                                    | Pt    |       |
| Fabaceae (D)       | <i>Mimosoideae</i> | 3  | 4                                                      | <i>Acacia nilotica</i> var <i>adansonii</i> (Guill. & Perr.) O. Ktze | P     | Af    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Acacia nilotica</i> var <i>nilotica</i> (L.) Willd. Ex Del.       | P     | As    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Mimosa pigra</i> L.                                               | P     | Pt    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.                                     | P     | Pt    |
|                    | <i>Faboideae</i>   | 4  | 8                                                      | <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> (Guill. & Perr.) Taub.              | P     | Pt    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Aeschynomene indica</i> L.                                        | T     | Pt    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Indigofera colutea</i> (Burm. F.) Merr.                           | T     | As    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Indigofera oblongifolia</i> Forsk.                                | P     | As    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Phaseolus adenanthus</i> G.F. Mey.                                | P     | Af    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Sesbania pachycarpa</i> DC.                                       | T     | Pt    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Sesbania rostrata</i> Brem. & Oberm.                              | T     | Af    |
|                    |                    |    |                                                        | <i>Sesbania sericea</i> (Willd.) Link.                               | T     | Am As |

|                      |                         |    |    |                                                        |     |       |
|----------------------|-------------------------|----|----|--------------------------------------------------------|-----|-------|
|                      | <i>Caesalpinioideae</i> | 2  | 2  | <i>Cassia occidentalis</i> L.                          | T   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Parkinsonia aculeata</i> L.                         | P   | Am    |
| Lemnaceae (M)        |                         | 1  | 1  | <i>Lemna paucicostata</i> Hegelm.                      | Hy  | Pt    |
| Lentibulariaceae (D) |                         | 1  | 1  | <i>Utricularia gibba</i> L.                            | Hy  | Cosm  |
| Loranthaceae (D)     |                         | 1  | 2  | <i>Tapinanthus bangwensis</i> (Engl. & Kr.) Dans.      | Par | As    |
|                      |                         |    |    | <i>Tapinanthus pentagonia</i> (DC.) Van Tiegh.         | Par | Af    |
| Lythraceae (D)       |                         | 2  | 2  | <i>Lawsonia inermis</i> L.                             | P   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Nesaea dodecandra</i> (DC.) Koehne.                 | C   | Af    |
| Malvaceae (D)        | <i>Malvoideae</i>       | 2  | 3  | <i>Abutilon grandifolium</i> (Willd.) Sw.              | C   | Am    |
|                      |                         |    |    | <i>Abutilon pannosum</i> (Forsk. F.) Schlechtend.      | C   | As    |
|                      |                         |    |    | <i>Hibiscus asper</i> Hook.f.                          | T   | Af    |
|                      | <i>Sterculioideae</i>   | 1  | 1  | <i>Melochia corchorifolia</i> L.                       | T   | Pt    |
|                      | <i>Tilioideae</i>       | 1  | 1  | <i>Corchorus olitorius</i> L.                          | T   | Pt    |
| Marsileaceae (Pt)    |                         | 1  | 1  | <i>Marsilea minuta</i> L.                              | G   | Af    |
| Menyanthaceae (D)    |                         | 1  | 1  | <i>Nymphoides indica</i> (L.) O. Kze.                  | Hy  | Pt    |
| Najadaceae (M)       |                         | 1  | 1  | <i>Najas pectinata</i> Parl.                           | Hy  | M     |
| Nitrariaceae (D)     |                         | 1  | 1  | <i>Nitraria retusa</i> (Forsk.) Aschers.               | P   | Pt    |
| Nymphaeaceae (D)     |                         | 1  | 2  | <i>Nymphaea lotus</i> L.                               | Hy  | Masue |
|                      |                         |    |    | <i>Nymphaea micrantha</i> Guill. & Perr.               | Hy  | Af    |
| Onagraceae (D)       |                         | 1  | 3  | <i>Ludwigia adscendens</i> (L.) Hara                   | Hy  | As    |
|                      |                         |    |    | <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell.           | C   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nuttal.) Harra.            | C   | Pt    |
| Orobanchaceae (D)    |                         | 1  | 1  | <i>Cistanche phelypaea</i> (L.) Cout.                  | Par | Masue |
| Poaceae (M)          |                         | 12 | 16 | <i>Aristida adscensionis</i> L.                        | T   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Bothriochloa bladhii</i> (Retz.) S.T.Blake          | H   | Asu   |
|                      |                         |    |    | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.            | T   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.                   | T   | Pt    |
|                      |                         |    |    | <i>Diplachne fusca</i> (L.) Stapf.                     | T   | Asu   |
|                      |                         |    |    | <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.                   | C   | Cosm  |
|                      |                         |    |    | <i>Echinochloa pyramidalis</i> (Lam.) Hitchc. & Chase. | C   | M     |
|                      |                         |    |    | <i>Echinochloa stagnina</i> (Retz.) P. Beauv.          | C   | Mas   |

|                      |           |            |                                                        |    |       |
|----------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------|----|-------|
|                      |           |            | <i>Eragrostis domingensis</i> (Pers.) Steud.           | T  | Am    |
|                      |           |            | <i>Eragrostis squamata</i> (Lam.) Steud.               | T  | Af    |
|                      |           |            | <i>Oryza barthii</i> A. Chev.                          | T  | Af    |
|                      |           |            | <i>Paspalum scrobiculatum</i> L.                       | C  | Pt    |
|                      |           |            | <i>Paspalum vaginatum</i> Sw.                          | C  | Pt    |
|                      |           |            | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.              | G  | Cosm  |
|                      |           |            | <i>Sporobolus robustus</i> Kunth.                      | H  | Af    |
|                      |           |            | <i>Vossia cuspidata</i> (Roxb) Griff.                  | C  | As    |
| Polygonaceae (D)     | 1         | 2          | <i>Polygonum lanigerum</i> R. Br. var <i>africanum</i> | Hy | Af    |
|                      |           |            | <i>Polygonum senegalense</i> Meissn.                   | C  | Af    |
| Pontederiaceae (M)   | 1         | 1          | <i>Heteranthera callifolia</i> Rchb. Ex Kunth.         | T  | Af    |
| Potamogetonaceae (M) | 1         | 2          | <i>Potamogeton octandrus</i> Poiret.                   | Hy | Pt    |
|                      |           |            | <i>Potamogeton schweinfurthii</i> A. Benn.             | Hy | Pt    |
| Rhamnaceae (D)       | 1         | 1          | <i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.                        | P  | Pt    |
| Rubiaceae (D)        | 1         | 1          | <i>Spermacoce verticillata</i> L.                      | T  | Af    |
| Salvadoraceae (D)    | 1         | 1          | <i>Salvadora persica</i> L.                            | P  | As    |
| Salviniaceae (Pt)    | 1         | 1          | <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell.                 | Hy | Am As |
| Scrophulariaceae (D) | 1         | 1          | <i>Scoparia dulcis</i> L.                              | T  | Cosm  |
| Solanaceae (D)       | 1         | 1          | <i>Solanum nigrum</i> L.                               | T  | Cosm  |
| Sphenocleaceae (D)   | 1         | 1          | <i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.                    | T  | Pt    |
| Tamaricaceae (D)     | 1         | 1          | <i>Tamarix senegalensis</i> DC.                        | P  | Pt    |
| Tribulaceae (D)      | 1         | 1          | <i>Tribulus terrestris</i> L.                          | T  | Cosm  |
| Typhaceae (M)        | 1         | 1          | <i>Typha domingensis</i> Pers.                         | G  | Pt    |
| Zygophyllaceae (D)   | 1         | 1          | <i>Zygophyllum waterlotii</i> Maire.                   | C  | Af    |
| <b>TOTAL</b>         | <b>87</b> | <b>115</b> |                                                        |    |       |

A =Algues ; D = Dicotylédones ; M = Monocotylédones ; Pt = Ptéridophytes  
Thérophytes (T) ; Hémicryptophytes (H) ; Géophytes (G) ; Parasites (Par) ; Chaméphytes (C) ; Nanophanérophytes (P) ;  
Hydrophytes (H)  
Africaines (Af) ; pantropicales (Pt) ; australiennes (Asu) ; asiatiques (As) ; cosmopolites (Cosm) ; afro- malgaches et asiatiques (Mas) ; américaines et asiatiques (AmAs) ; américaines (Am) ; afro- malgaches-asiatiques-australiennes ou européennes (Masue)

Le tableau 2 représente la structure de la flore des espèces rencontrées dans la vallée du fleuve Sénégal.

L'analyse de la structure de la flore montre que les Spermaphytes représentent 93% des familles tandis que les Ptéridophytes ne sont représentées que par 3 familles (Azollaceae, Marsileaceae et Salviniaceae) soit 7% (tableau 2). Chez les Spermaphytes, les familles appartenant à la classe des dicotylédones représentent 72,1% contre 20,9% pour les monocotylédones. Cette dominance des dicotylédones est aussi notée au niveau des genres

avec 67,82%. Quant aux monocotylédones et ptéridophytes, elles représentent respectivement 28,74% et 3,45% des genres (tableau 2). Pour ce qui est de la diversité au niveau spécifique, les dicotylédones représentent 66,96% contre 30,43% pour les monocotylédones. Quant aux ptéridophytes, elles ne représentent que 2,61% de la flore recensée (tableau 2). Il faut noter la présence d'une algue verte *Chara fibrosa* (photos ci-dessous) dans les adducteurs secondaires à kassak. Cette espèce présente une proximité morphologique avec *Ceratophyllum demersum*.



Photos : *Chara fibrosa*

**Tableau 2: Structure de la flore des espèces rencontrées dans les axes hydrauliques**

| Classe                 | Familles  |            | Genres    |            | Espèces    |            |
|------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
|                        | Nombre    | %          | Nombre    | %          | Nombre     | %          |
| <b>Dicotylédones</b>   | 30        | 69,77      | 58        | 69,67      | 76         | 66,09      |
| <b>Monocotylédones</b> | 9         | 20,93      | 25        | 28,74      | 35         | 30,43      |
| <b>Ptéridophytes</b>   | 3         | 6,98       | 3         | 3,45       | 3          | 2,61       |
| <b>Algues</b>          | 1         | 2,32       | 1         | 1,15       | 1          | 0,87       |
| <b>TOTAL</b>           | <b>43</b> | <b>100</b> | <b>87</b> | <b>100</b> | <b>115</b> | <b>100</b> |

Le tableau 3 représente la répartition par famille des espèces recensées dans la vallée

Cette flore est dominée par 3 familles qui regroupent 35,65% des espèces recensées, soit 41 espèces au total (tableau 3). Ces familles sont : les Poacées (16 espèces), les Fabacées (14 espèces) et les Cyperacées (11 espèces). Six (6) autres familles sont relativement bien représentées : il s'agit des Amaranthacées (5,22%), Apocynacées (5,22%), Malvacées (4,35%), Convolvulacées (4,35%), Aizoacées (3,48%) et les Asteracées (3,48%), soit un total de 26,09% des espèces rencontrées (tableau 3).

Les autres espèces (38,26%) sont réparties dans 34 familles dont 3 Ptéridophytes que sont *Azolla africana* (Azollaceae), *Marsilea minuta* (Marsileaceae) et *salvinia molesta* (Salviniaceae) (Tableau 1, 3).

**Tableau 3: Répartition par familles des espèces recensées**

| N° | Familles             | Nombre d'espèces | %     |
|----|----------------------|------------------|-------|
| 1  | Acanthaceae (D)      | 1                | 0,87  |
| 2  | Aizoaceae (D)        | 4                | 3,48  |
| 3  | Amaranthaceae (D)    | 6                | 5,22  |
| 4  | Apocynaceae (D)      | 6                | 5,22  |
| 5  | Araceae (M)          | 1                | 0,87  |
| 6  | Asteraceae (D)       | 4                | 3,48  |
| 7  | Azollaceae (Pt)      | 1                | 0,87  |
| 8  | Boraginaceae (D)     | 1                | 0,87  |
| 9  | Ceratophyllaceae (D) | 1                | 0,87  |
| 10 | Characeae (A)        | 1                | 0,87  |
| 11 | Chenopodiaceae (D)   | 2                | 1,74  |
| 12 | Commelinaceae (M)    | 1                | 0,87  |
| 13 | Convolvulaceae (D)   | 5                | 4,35  |
| 14 | Cucurbitaceae (D)    | 3                | 2,61  |
| 15 | Cyparaceae (M)       | 11               | 9,57  |
| 16 | Fabaceae (D)         | 14               | 12,17 |
| 17 | Lemnaceae (M)        | 1                | 0,87  |
| 18 | Lentibulariaceae (D) | 1                | 0,87  |
| 19 | Loranthaceae (D)     | 2                | 1,74  |
| 20 | Lythraceae (D)       | 2                | 1,74  |
| 21 | Malvaceae (D)        | 5                | 4,35  |
| 22 | Marsileaceae (Pt)    | 1                | 0,87  |
| 23 | Menyanthaceae (D)    | 1                | 0,87  |
| 24 | Najadaceae (M)       | 1                | 0,87  |
| 25 | Nitrariaceae (D)     | 1                | 0,87  |
| 26 | Nympheaceae (D)      | 2                | 1,74  |
| 27 | Onagraceae (D)       | 3                | 2,61  |
| 28 | Orobanchaceae (D)    | 1                | 0,87  |
| 29 | Poaceae (M)          | 16               | 13,91 |
| 30 | Polygonaceae (D)     | 2                | 1,74  |
| 31 | Pontederiaceae (M)   | 1                | 0,87  |
| 32 | Potamogetonaceae (M) | 2                | 1,74  |
| 33 | Rhamnaceae (D)       | 1                | 0,87  |
| 34 | Rubiaceae (D)        | 1                | 0,87  |
| 35 | Salvadoraceae (D)    | 1                | 0,87  |
| 36 | Salviniaceae (Pt)    | 1                | 0,87  |
| 37 | Scrophulariaceae (D) | 1                | 0,87  |

|              |                    |            |               |
|--------------|--------------------|------------|---------------|
| 38           | Solanaceae (D)     | 1          | 0,87          |
| 39           | Sphenocleaceae (D) | 1          | 0,87          |
| 40           | Tamaricaceae (D)   | 1          | 0,87          |
| 41           | Tribulaceae (D)    | 1          | 0,87          |
| 42           | Typhaceae (M)      | 1          | 0,87          |
| 43           | Zygophyllaceae (D) | 1          | 0,87          |
| <b>Total</b> |                    | <b>115</b> | <b>100,00</b> |

A = Algue ; D = Dicotylédone ; M = Monocylédone

### ➤ Spectre biologique

Les indications des types biologiques des espèces recensées sont consignées dans le tableau 4

L'analyse du tableau 4 indique que cette flore est principalement constituée d'espèces annuelles qui regroupent 52,17%. Elles sont réparties chez :

- ☞ Les thérophytes (39,13%) qui se rencontre dans la plupart des familles (Asteraceae, Amaranthaceae, Convolvulaceae, Fabaceae-Faboideae, Malvaceae, Poaceae etc...) avec certaines familles qui ne sont représentées que par des thérophytes (Aizoaceae, Cucurbitaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Sphenocleaceae, Sterculiaceae, Tribulaceae) ;
- ☞ Les hydrophytes (13,04%) qui appartiennent aux familles des Aracées, Azollacées, Ceratophyllacées, characées, lemnacées, Lentibulariacées, Menyanthacées, Najadacées, Nymphéacées , Onagracées et Salviniacées (tableau 4).

Ces espèces annuelles ont un cycle de vie parfois très court, de quelques semaines, comme chez les espèces du genre *Eragrostis* et *Amaranthus* ou plus long et fortement alors une importance quantité de matière vivante ou sèche selon la saison. Leur cycle est généralement synchrone avec la saison des pluies. Elles s'adaptent ainsi à la fois à la faiblesse de la pluviométrie de la zone et à son instabilité pour les espèces terrestres (espèces de Poaceae principalement) et à l'assèchement progressif des mares temporaires pour les espèces hydrophiles des marécages ou semi-aquatiques et aquatiques (espèces de Nympheaceae, Azollaceae, et Onagraceae). Les conditions climatiques, l'humidité plus ou moins prolongée du sol et la salinité apparaissent ainsi comme étant les principaux facteurs qui déterminent la présence de ces espèces dans la flore de la vallée du fleuve Sénégal.

Par ailleurs, les espèces pérennes représentent une part non négligeable de la flore puisqu'elles regroupent 47,83% des espèces recensées (tableau 4). Parmi ces espèces

pérennes, les chaméphytes sont dominantes avec 18,26% de la flore suivis des nanophanérophytes qui regroupent 13,04% des espèces recensées (tableau 4). Quant aux géophytes, elles regroupent 11,30% de la flore. Pour ce qui concerne Les hémicryptophytes et les espèces parasites, elles regroupent chacune 2,61% des espèces rencontrées (tableau 4).

Il est à noter que ces espèces pérennes représentent les individus dominants de la flore pendant la saison sèche du fait de la protection dont elles font l'objet. Elles impriment fortement leur présence pendant toute la saison et peuvent jouer ainsi un rôle important dans la lutte antiérosive.

**Tableau 4: Types biologiques des espèces recensées**

| <b>Types biologiques</b> | <b>Nombre d'espèces</b> | <b>Proportion %</b> |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Chaméphytes (C)          | 21                      | 18,26               |
| Géophytes (G)            | 13                      | 11,30               |
| Hémicryptophytes (H)     | 3                       | 2,61                |
| Hydrophytes (Hy)         | 15                      | 13,04               |
| Nanophanérophytes (P)    | 15                      | 13,04               |
| Parasites (Par)          | 3                       | 2,61                |
| Thérophytes (T)          | 45                      | 39,13               |
| <b>Total</b>             | <b>115</b>              | <b>100</b>          |

La représentation des espèces en fonction de leurs affinités biogéographiques est représentée dans le tableau 5.

Il ressort de notre analyse que cette flore est dominée par les espèces pantropicales et africaines qui regroupent respectivement 40% et 20,87% de la flore, soit 60,87% de la totalité des espèces rencontrées (tableau 5). Les espèces cosmopolites (11,3%) et afro-asiatiques (12,17%) sont relativement bien représentées et regroupent à elles seules 23,48% des espèces recensées. Les six (6) autres affinités biogéographiques sont moins représentées et regroupent ensemble 15,65% de la flore (tableau 5).

L'importance accrue des espèces pantropicales semble liée à la position géographique du Sénégal qui est plus occidentale et océanique. Il est probable que ces espèces soient plus adaptées aux conditions bioclimatiques du Sénégal que certaines espèces strictement africaines.

**Tableau 5: Classement biogéographique des espèces recensées**

| <b>Affinités biogéographiques</b>                                      | <b>N.E</b> | <b>%</b>   |
|------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Espèces africaines (Af)                                                | 24         | 20,87      |
| Espèces afro américaines (Am)                                          | 4          | 3,48       |
| Espèces afro américaines et asiatiques (Am As)                         | 3          | 2,61       |
| Espèces afro asiatiques (As)                                           | 14         | 12,17      |
| Espèces afro-asiatiques et australiennes (Asu)                         | 2          | 1,74       |
| Espèces afro malgaches-asiatiques-australiennes ou européennes (Masue) | 4          | 3,48       |
| Espèces afro-malgaches (M)                                             | 3          | 2,61       |
| Espèces afro-malgaches et asiatiques (Mas)                             | 2          | 1,74       |
| Espèces cosmopolites (Cosm)                                            | 13         | 11,30      |
| Espèces pantropicales (Pt)                                             | 46         | 40,00      |
| <b>Total</b>                                                           | <b>115</b> | <b>100</b> |

### 3-2- Constitution d'une collection (herbier)

Lors des travaux sur le terrain des échantillons fertiles de chaque espèce ont été collectés. Ils sont séchés traités, documentés et montés suivant les normes internationales en vigueur.

Chaque échantillon a reçu une étiquette présentant les informations suivantes : Nom du collecteur principal et des autres collecteurs, Numéro de l'échantillon, Date de collection, Nom scientifique et famille de l'espèce selon les règles du Code International de nomenclature), Noms dans les principales langues (wolof, maure, peul), Description géographique de la localité où l'échantillon a été collecté, Usages ethnobotaniques (si disponible).

Ainsi, cette étude a permis de présenter un herbier de 115 espèces. Les planches d'herbier sont photographiées pour constituer un herbier numérique.

### 3-3-Photothèque

Ce travail a permis de réaliser une photothèque des 115 espèces rencontrée. Elle est constituée pour chaque espèce :

- des photos les plus illustratives de la plante (port, feuille, fleurs, fruit) ;
- les informations nomenclaturales (noms scientifiques et locaux, synonymes) ;
- les données taxonomiques (famille)
- les caractères botaniques (description des appareils végétatifs et reproducteurs)
- les usages connus
- les données écologiques (habitat, répartition etc,)
- les éléments de Biologie (Type biologique, Phénologie, Reproduction, Potentiel d'invasion).

### 3-4-Végétation

#### Fréquence des espèces

Le degré d'ubiquité ou de spécificité des espèces a été apprécié en déterminant la fréquence relative des espèces et leur recouvrement (Tab. 6). Par la suite, les espèces sont réparties dans les classes de fréquences (Tab. 7)

Cette étude montre que la plupart des espèces rares ou accidentelles avec une fréquence inférieure à 20% dans les relevés effectués. Toutefois, certaines espèces sont :

- abondantes avec des fréquences supérieures à 60% ; il s'agit de *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* ;
- fréquentes puisque présentes dans 40 à 60 % des relevés ; *Azolla africana*, *Phragmites vurgatus* et *Ludwigia leptocarpa* ;
- accessoires avec des fréquences comprises entre 20 et 40% ; il s'agit de *Echinochloa stagnina*, *Ipomoea aquatica*, *Ludwigia adscendens*, *Oxycaryum cubense* et *Salvinia molesta*.

En ce qui concerne le recouvrement des espèces, plusieurs catégories d'espèces sont notées. Le premier groupe est composé de *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* qui sont les espèces les plus recouvrantes avec en moyenne respectivement 42 et 48% environ d'occupation de la surface dans les relevés où ces espèces sont rencontrées. Le second groupe est formé d'espèces avec des recouvrements moyens compris entre 20 à 30% de la surface des relevés où elles sont présentes (*Azolla africana*, *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia leptocarpa*, *Oxycaryum cubense* et *Polygonum senegalense*). Le 3<sup>ème</sup> groupe est formé d'espèces à recouvrement compris entre 10 et 20% de la surface des relevés où elles sont rencontrées comme *Asecynomene elaphroxylon*, *Nympaea spp.*, *Phragmites vulgaris*, *Potamogeton spp.*, *Tamarix senegalensis*... Le 4<sup>ème</sup> et dernier groupe est constitué d'espèces à recouvrement faibles représentant la majorité des espèces.

**Tableau 6: Fréquence et recouvrement moyen des espèces envahissantes**

| N° | Espèces                          | Code   | Fréquence (%) | Recouvrement Moyen (%) |
|----|----------------------------------|--------|---------------|------------------------|
| 1  | <i>Acacia nilotica</i>           | ACANI  | 1,18          | 0,30                   |
| 2  | <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> | AESEL  | 11,76         | 10,49                  |
| 3  | <i>Alternanthera sessilis</i>    | ALTSE  | 2,35          | 0,30                   |
| 4  | <i>Azolla africana</i>           | AZOAF  | 49,41         | 25,45                  |
| 5  | <i>Blutaparon vermiculare</i>    | BLUVE  | 1,18          | 0,30                   |
| 6  | <i>Bolboschoenus maritinus</i>   | BOLMA  | 15,29         | 15,76                  |
| 7  | <i>Ceratophyllum demersum</i>    | CERDE  | 61,18         | 42,03                  |
| 8  | <i>Cistanche phelypaea</i>       | CISPH  | 1,18          | 3,00                   |
| 9  | <i>Commelina diffusa</i>         | COMDI  | 1,18          | 3,00                   |
| 10 | <i>Cynodon dactylon</i>          | CYNDAC | 2,35          | 3,00                   |
| 11 | <i>Cyperus articulatus</i>       | CYPAR  | 4,71          | 0,98                   |
| 12 | <i>Cyperus dives</i>             | CYPDI  | 3,53          | 0,30                   |

|    |                                  |       |       |       |
|----|----------------------------------|-------|-------|-------|
| 13 | <i>Diplachne fusca</i>           | DIPFU | 2,35  | 7,15  |
| 14 | <i>Echinochloa colona</i>        | ECHCO | 1,18  | 0,30  |
| 15 | <i>Echinochloa stagnina</i>      | ECHST | 21,18 | 22,60 |
| 16 | <i>Eclipta alba</i>              | ECLAL | 1,18  | 0,30  |
| 17 | <i>Eleocharis mutata</i>         | ELEMU | 1,18  | 0,30  |
| 18 | <i>Ipomoea acanthocarpa</i>      | IPOAC | 8,24  | 18,84 |
| 19 | <i>Ipomoea aquatica</i>          | IPOAQ | 23,53 | 0,57  |
| 20 | <i>Launea cornuta</i>            | LAUCO | 2,35  | 1,65  |
| 21 | <i>Lemna paucicostata</i>        | LEMPA | 2,35  | 1,65  |
| 22 | <i>Leptadenia hastata</i>        | LEPHA | 1,18  | 0,30  |
| 23 | <i>Ludwigia adscendens</i>       | LUDAD | 29,41 | 9,10  |
| 24 | <i>Ludwigia hyssopifolia</i>     | LUDHY | 3,53  | 2,10  |
| 25 | <i>Ludwigia leptocarpa</i>       | LUDLE | 41,18 | 28,16 |
| 26 | <i>Luffa cylindrica</i>          | LUFCY | 2,35  | 0,30  |
| 27 | <i>Mimosa pigra</i>              | MIMPI | 1,18  | 0,30  |
| 28 | <i>Neptunia oleracea</i>         | NEPOL | 7,06  | 0,30  |
| 29 | <i>Nitraria retusa</i>           | NITRE | 1,18  | 0,30  |
| 30 | <i>Nymphaea lotus</i>            | NYMLO | 16,47 | 7,08  |
| 31 | <i>Nymphaea micrantha</i>        | NYMMI | 8,24  | 10,74 |
| 32 | <i>Nymphoides indica</i>         | NYMIN | 8,24  | 12,47 |
| 33 | <i>Oryza barthii</i>             | ORYBA | 2,35  | 0,30  |
| 34 | <i>Oxycaryum cubense</i>         | OXYCU | 31,76 | 20,50 |
| 35 | <i>Oxystelma bornouense</i>      | OXYBO | 7,06  | 2,10  |
| 36 | <i>Pentatropis spiralis</i>      | PENSP | 1,18  | 0,30  |
| 37 | <i>Phaseolus adenanthus</i>      | PHAAD | 10,59 | 4,72  |
| 38 | <i>Phragmites virgatus</i>       | PHRVI | 44,71 | 14,54 |
| 39 | <i>Polygonum sengalense</i>      | POLSE | 14,12 | 27,18 |
| 40 | <i>Potamogeton octandrus</i>     | POTOC | 2,35  | 17,50 |
| 41 | <i>Potamogeton schweinfurthi</i> | POTSC | 7,06  | 15,93 |
| 42 | <i>Prosopis glandulosa</i>       | PROGL | 2,35  | 0,17  |
| 43 | <i>Salsola baryosma</i>          | SALBA | 1,18  | 0,30  |
| 44 | <i>Salvinia molesta</i>          | SALMO | 29,41 | 4,97  |
| 45 | <i>Scoparia dulcis</i>           | SCODU | 1,18  | 0,30  |
| 46 | <i>Sesbania sericea</i>          | SESSE | 2,35  | 0,30  |
| 47 | <i>Sesuvium portulacifolium</i>  | SESPO | 1,18  | 3,00  |
| 48 | <i>Spermacoce verticillata</i>   | SPEVE | 4,71  | 0,30  |
| 49 | <i>Sponobolus robustus</i>       | SPORO | 1,18  | 14,00 |
| 50 | <i>Tamarix senegalensis</i>      | TAMSE | 16,47 | 10,32 |
| 51 | <i>Tapinanthus bangawensis</i>   | TAPBA | 1,18  | 0,30  |
| 52 | <i>Tapinanthus pentagonia</i>    | TAPPE | 1,18  | 0,30  |
| 53 | <i>Typha domengensis</i>         | TYPDO | 64,71 | 47,69 |
| 54 | <i>Utricularia gibba</i>         | UTRGI | 3,53  | 1,20  |
| 55 | <i>Vossia cuspidata</i>          | VOSCU | 11,76 | 18,78 |
| 56 | <i>Zygophyllum waterlotii</i>    | ZYGWA | 2,35  | 0,30  |

Tableau 7: Classe de fréquence et qualification des espèces

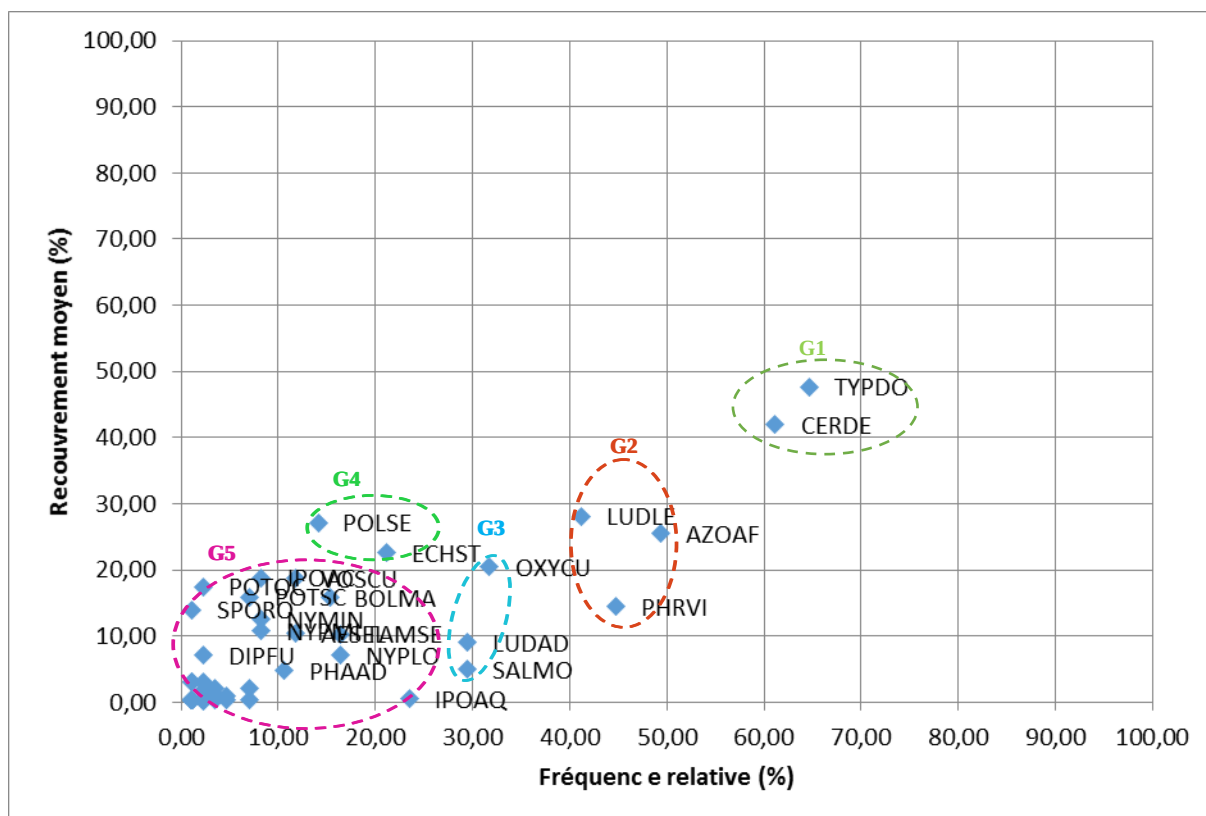
| Fréquences              | Classe | Qualification        |
|-------------------------|--------|----------------------|
| 0,8 à 1 (ou 80 à 100%)  | V      | Constante            |
| 0,6 à 0,8 (ou 60 à 80%) | IV     | Abondante            |
| 0,4 à 0,6 (ou 40 à 60%) | III    | Fréquente            |
| 0,2 à 0,4 (ou 20 à 40%) | II     | Accessoire           |
| 0 à 0,2 (ou 0 à 20%)    | I      | Rare ou Accidentelle |

### Degré d'infestation

L'étude de l'infestation est réalisée par le positionnement des espèces sur un graphique où sont portés en abscisse les fréquences relatives des espèces et en ordonnée leurs recouvrements moyens.

Cette étude montre que les espèces sont organisées en plusieurs groupe :

- Le 1<sup>er</sup> groupe est constitué de *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* qui sont les espèces les plus fréquentes et les plus recouvrantes ;
- Le second groupe est formé de *Azolla africana*, *Ludwigia leptocarpa*, *Oxycaryum cubense* et *Phragmites vulgaris* ; ces espèces présentent des fréquences moyennes (40 à 50%) avec des taux de couvertures sont faibles (*Ludwigia adscendens* et *Salvinia molesta*) ou moyens pouvant atteindre le tiers de la surface (*Oxycaryum cubense*) ;
- Trois espèces forment le groupe 3 ; elles sont présentes dans, environ, un relevé sur trois, il s'agit de *Ludwigia adscendens* et *Salvinia molesta* les espèces dont les recouvrements moyens sont inférieurs à 10% et de *Oxycaryum cubense* qui, dans le relevés où il se trouve peut présenter des recouvrements moyens de plus de 20% ;
- Le quatrième groupe est formé de *Echinochloa stagnina* et *Polygonum senegalense* qui sont des espèces peu fréquents mais qui, dans les relevés où elles sont présentes, peuvent avoir des recouvrements importants ;
- Le dernier groupe est constitué de la majorité des espèces ; ces dernières présentent des recouvrements et des fréquences faibles.



**Figure 4: Diagramme d'infestation**

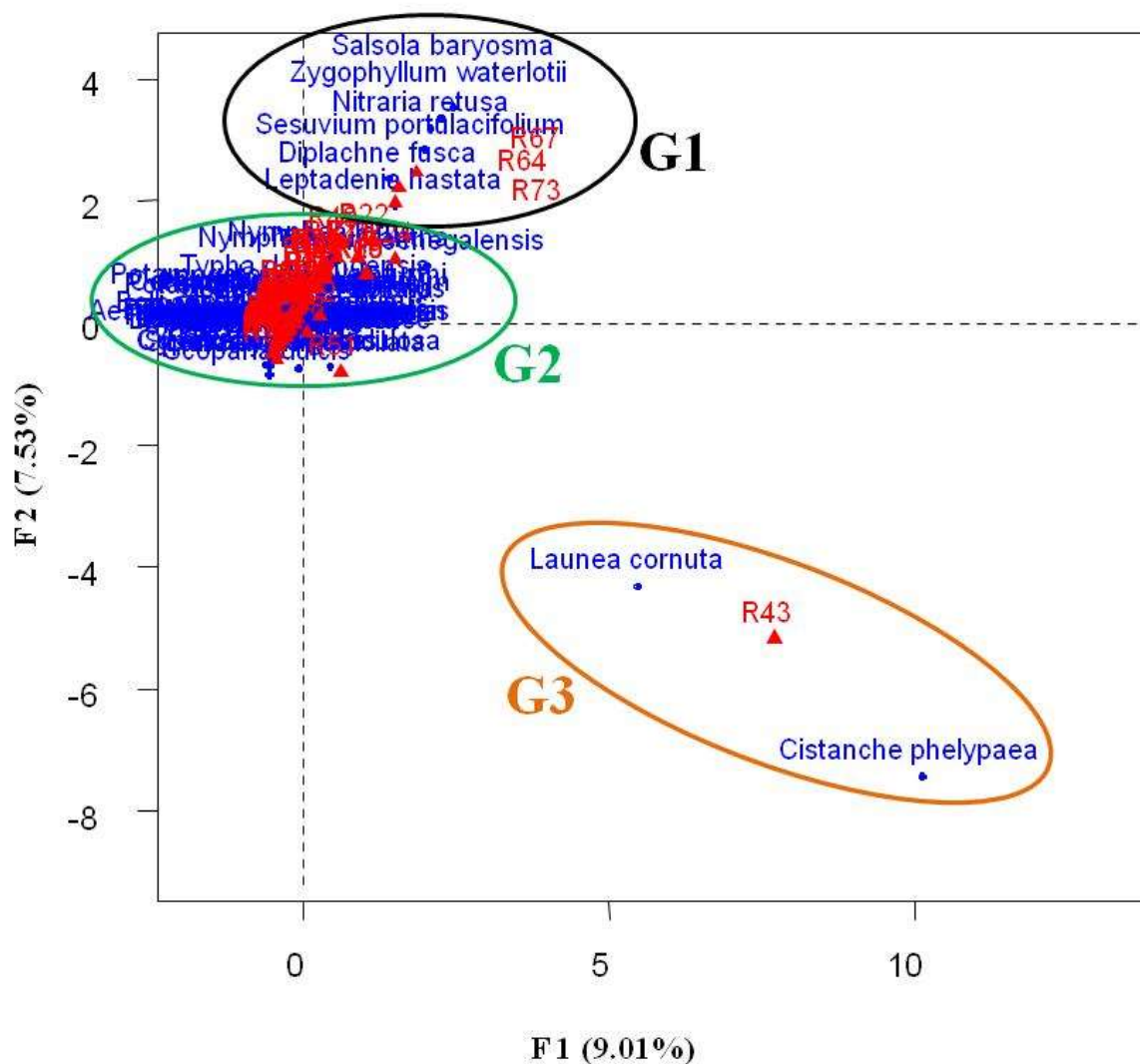
La matrice des espèces est soumise à l'analyse factorielle des correspondances pour effectuer une discrimination des espèces en fonction de leur répartition dans les plans factoriels

**Tableau 8: Variance, pourcentage de variance et pourcentage cumulé des variance des cinq premiers axes factoriels**

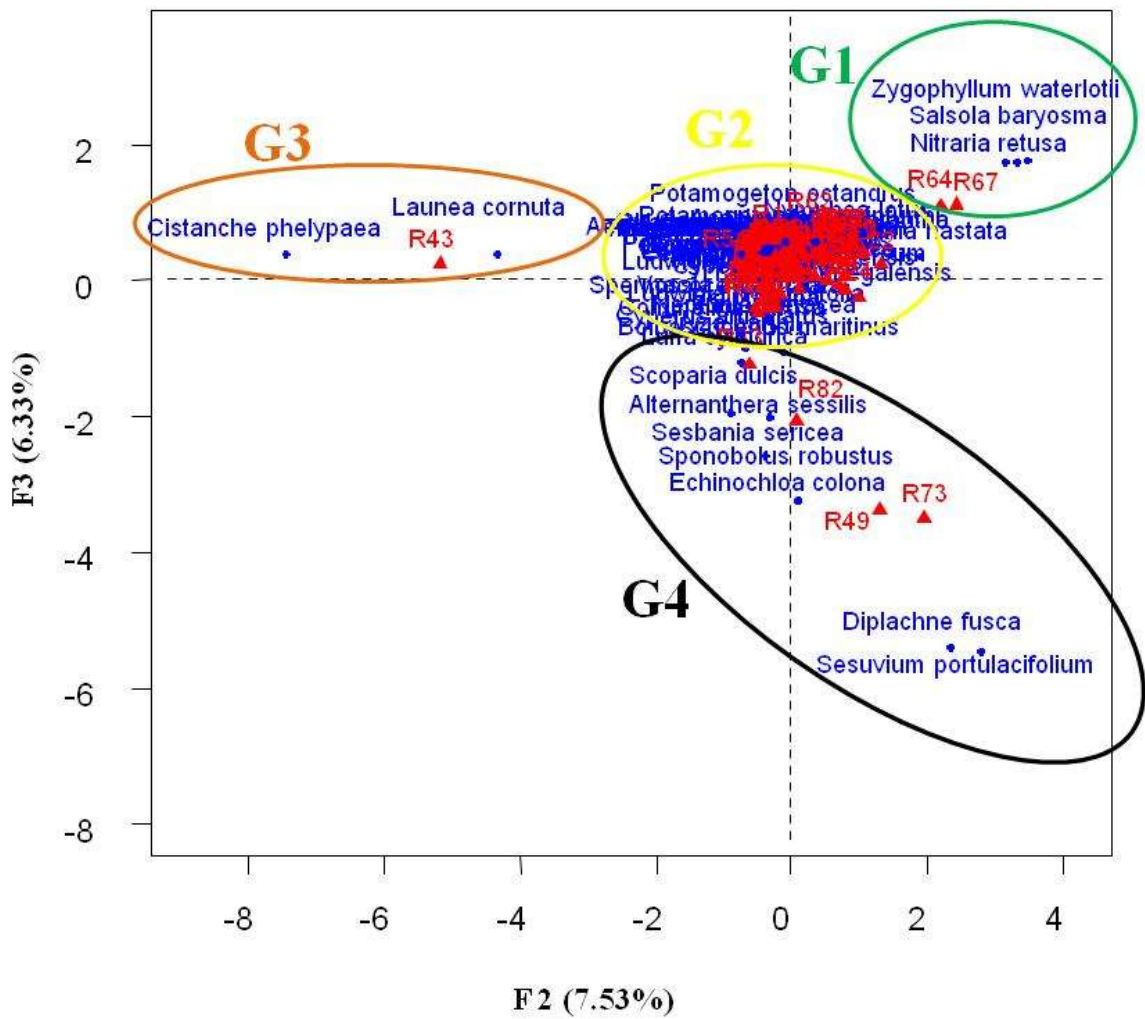
|                      | F.1  | F.2   | F.3   | F.4   | F.5   |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Variance             | 0,58 | 0,49  | 0,41  | 0,38  | 0,35  |
| % de variance        | 9,01 | 7,53  | 6,33  | 5,96  | 5,46  |
| % cumulé de variance | 9,01 | 16,54 | 22,88 | 28,84 | 34,30 |

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances montrent que les deux premiers axes (F1 et F2) expliquent 16,5 % de la variabilité observée alors que les axes F2 et F3 expliquent 13,8 % de la variabilité observée. L'axe F1 explique 9,01 % de la variance totale. Le relevé R43 et les espèces *Cistanche phelypaea*, *Launea cornuta* (groupe 3) contribuent fortement à cet axe avec des valeurs respectives de 59,9 % ; 34,4 % ; 20,12 % et 19,50 %. L'axe F2 explique 7,53 % de la variance totale. Ce deuxième axe permet d'opposer le relevé R43 caractérisé par les espèces *Cistanche phelypaea*, *Launea cornuta* (G3) aux relevés R64, R67 et R73 qui se caractérisent le développement des espèces *Salsola baryosma*, *Zygophyllum waterlotii*, *Nitraria retusa*, *Sesuvium portulacifolium*, *Diplachne fusca* et *Leptadenia hastata* (G1). Le groupe 2 constitue la grande majorité des espèces qui sont regroupés autour de l'axe témoignant d'une insuffisance de caractères de discrimination.

Pour améliorer la discrimination des groupements, une classification ascendante est effectuée pour apprécier les regroupements possibles.



**Figure 5 :** Analyse Factorielle des Correspondances montrant la répartition des espèces en fonction des relevés suivant le plan factoriel F1xF2



**Figure 6:** Analyse Factorielle des Correspondances montrant la répartition des espèces en fonction des relevés suivant le plan factoriel F2xF3

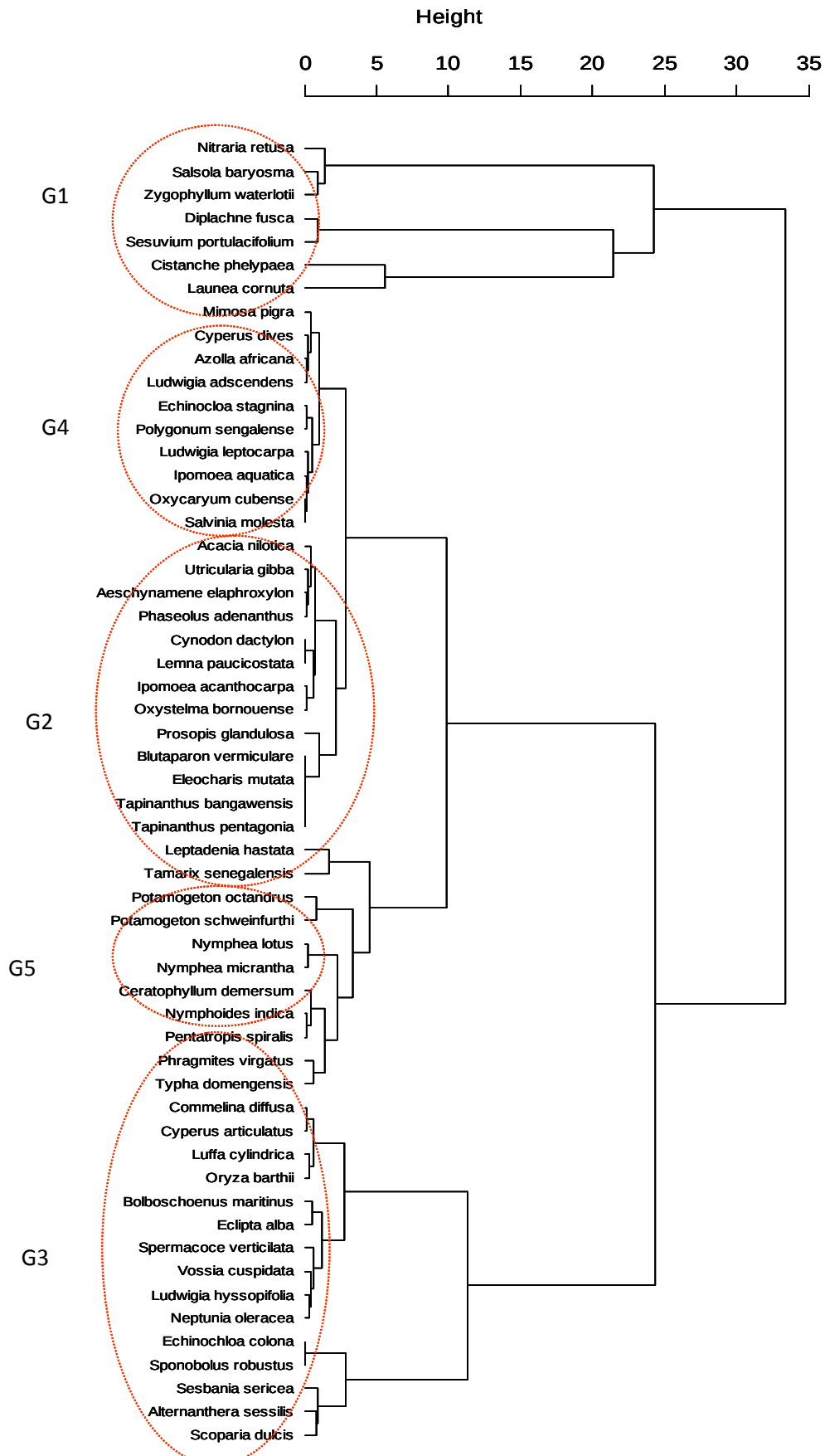


Figure 7: Classification ascendante des espèces

La classification ascendante des espèces permet d'identifier cinq groupes dont la position dans l'espace est caractéristique.

Sur le plateau se trouvent les espèces du groupe 1 (*Cistanche phelypea*, *Diplachne fusca*, *Launea cornuta*, *Mimosa pigra*, *Nitraria retusa*, *Salsola baryosma*, *Zygophyllum waterlotii*). Le biotope occupé par ces espèces est marqué par une salinisation des sols plus moins importante, en atteste la présence de certaines espèces adaptées aux terres saumâtres comme *Nitraria retusa*, *Salsola baryosma*, *Zygophyllum waterlotii*. Il faut noter que sur ce biotope, d'autres espèces adaptées à la salinité sont rencontrées comme *Tamarix senegalensis* et *Salvadora persica* qui parfois forment des populations denses mais aussi *Sueda vermiculata*. Toutefois, d'autres espèces moins adaptées à la salinité se trouvent dans ce milieu ce qui montre une hétérogénéité du milieu quant à la salinité des sols. Par ailleurs, il faut noter que ces milieux peuvent être temporairement inondés d'où la présence de certaines espèces comme *Diplachne fusca*.

Le groupe 2 se situe vers la berge, ses principales espèces sont *Aeschynomene elaphroxylon*, *Tamarix senegalensis*, *Acacia nilotica*, *Prosopis glandulosa*. Ces espèces sont associées à des lianes (*Ipomoea acanthocarpa*, *Oxystelma bornouense*, *Phaseolus adenanthus*, qui se fixent sur elles, des plantes parasites, principalement sur *A. elaphroxylon* (*Tapinanthus* spp.). Dans ce milieu également, la présence d'espèces adaptées à la salinité comme *Blutaparon vermiculare*, *Cynodon dactylon* et *Tamarix senegalensis* peut être signalée. Les espèces de ce groupe peuvent supporter des épisodes d'inondations plus ou moins longues.

Le groupe 3, situé sur la rive à des profondeurs variable est formé principalement de *Typha domingensis*, *Phragmites vulgaris*. Ces peuplements sont la plupart du temps dominés par *T. domingensis* ; toutefois il peut exister des faciès à *P. vulgaris*. Dans ce groupe, d'autres espèces sont rencontrées. Ce groupement rivulaire héberge des végétaux qui n'ont pas le même comportement vis-à-vis de la profondeur de l'eau. Ainsi, la distribution de ces types de végétaux imprime des faciès différents à ce groupement. Certains végétaux sont rencontrés à la limite de la zone d'exondation et poussent dans des zones de très faibles profondeurs voire même sur la terre ferme (*Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *Oryza barthii*, *Ludwigia hyssopifolia*, *echinochloa colona*, *alternanthera sessilis* etc.).

Les espèces du groupe 4 forment souvent un rideau composite devant les typhaie. Les principales espèces de ce groupe sont *Ludwigia leptocarpa* et *Oxycaryum cubense*. Ces deux espèces sont accompagnées d'un cortège d'espèces qui peuvent pousser dans l'eau à des profondeurs variables (*Polygonum senegalense*, *Ludwigia adscendens*, *Echinochloa stagnina* etc.). Ce groupement peut présenter des faciès différents selon les axes et les localités ; ainsi pouvons-nous avoir de forts développement de *Ludwigia leptocarpa* ou au contraire de *Oxycaryum cubense*, *Echinochloa stagnina* ou *Polygonum senegalense*.

Le groupe 5 est formé d'espèces qui vivent dans le lit des axes hydrauliques. Elles peuvent être immergées (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton* spp.) ou flottantes (*Nymphaea* spp., *Nymphoides indica*). Dans biotope, la domination de *Ceratophyllum demersum* est un fait majeur d'où son caractère envahissant. Toutefois, il est possible de rencontrer d'importants

développement des potamots (Photo) des Nénuphars (*Nymphaea* spp.) ou de *Nympoides indica* (photos).

En somme, cette étude a montré que :

- Au plan de la flore ;
  - 115 espèces réparties dans 87 genres et 43 familles sont recensées avec une nette dominance des Spermaphytes,
  - Une présence marquée des Therophytes ; il faut cependant noter une bonne représentation des chaméphytes, de nanophanérophytes et des hydrophytes,
  - L'importance relative des espèces pantropicales et africaines,
  - la présence, avec de forts recouvrements de *Najas pectinata* est aussi un fait important à retenir,
  - la présence de *Mimosa pigra*, l'un des 100 plus importants végétaux envahissants du monde, est à signaler même si ses populations sont encore faibles,
- Au plan de la végétation ;
  - Les végétaux sont répartis dans 5 groupes qui peuvent chacun présenter plusieurs faciès en fonction des conditions du milieu,
  - Il existe une nette zonation de la végétation,
  - la répartition des végétaux est fortement influencée par l'eau et le sol ;
  - un fort développement de certaines espèces qui peuvent même former des peuplements monospécifiques à certains endroits ci qui présage de leur caractère envahissant ; il s'agit de *Aeschynomene elaphorxylon*, *Azolla africana*, *Bolboschoenus maritimus*, *Ceratophyllum demersum*, *Echinocloa stagnina*, *Ludwigia adscendens*, *L. leptocarapa*, *Nymphaea lotus*, *N. micrantha*, *Oxycaryum cubense*, *Phragmites vulgaris*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton schweinfurthii*, *P. octandrus*, *Salvinia molesta* et *Typha domingensis*.

#### **IV- CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE, BIOLOGIQUE ET ECOLOGIQUE DES VAE**

Dans la première partie de cette étude, 115 espèces ont été identifiées le long des axes hydrauliques de la délégation de la SAED de Dagana. Parmi ces espèces, dix huit sont considérées comme potentiellement envahissantes et ont fait l'objet d'une étude approfondie.

Dans cette partie, chacune des espèces a été caractérisée aux plans morphologique, biologique et écologique. Ainsi, après les informations nomenclaturales et taxonomiques, chaque espèce a été décrite pour faciliter son identification. En outre, les caractéristiques biologiques ont été déterminées pour les différentes espèces pour apprécier leur potentiel d'invasion des milieux.

Les caractéristiques écologiques ont été étudiées à travers leurs répartitions géographiques et leurs habitats.

## *Aeschynomene elaphroxylon* (Guill. & Perr.) Taubert



**1-Synonymes :** *Herminiera elaphroxylon* Guill. & Perr. ; *Smithia grandidieri* Baillon.

**2-Famille :** Fabaceae et sous-famille des Faboideae

**3-Nom Français :** ambatch

**4-Noms locaux :** **Pular :** Mbilor ; **Wolof :** Mbilor.

**5-Caractères botaniques**

- **Port :** arbuste, ou petit arbre haut de 2 à 6 m, épineux
- **Phyllotaxie :** feuilles alternes
- **Feuilles :** paripennées, rachis de 6 à 12 cm portant 10 à 15 paires de folioles subopposées, parfois opposées. Folioles oblongues, longues de 12 à 20 mm, larges de 4-7 mm, à base arrondie et dissymétrique, sommet largement arrondi, facilement émarginé et mucroné.
- **Pétiole :** 10-15 mm. Rachis et jeunes rameaux portant des poils dorés denses, étalés.
- **Fleurs :** jaune orange longues et larges de 25 à 30 mm, insérées par 2 ou 3 sur un racème axillaire long de 3 à 5 cm.
- **Fruits :** gousse articulée, souvent recourbée en spirale, longue de 6 à 10 cm, formée de 10 à 15 articles.

**6-Usages :** Le bois léger est utilisé pour fabriquer des pirogues, des radeaux et des boucliers, ainsi que des poteaux de construction et des meubles. Les tiges permettent de confectionner des flotteurs pour les filets de pêche et des sandales. Le bois sert de manche aux harpons de pêche pour assurer qu'ils remontent à la surface de l'eau en cas de coup raté ; il peut aussi être attaché aux harpons comme bouée.

**7-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

- **Dans le monde :** Indonésie, Sri Lanka
- **En Afrique :** Sénégal, Ghana, Nigéria, Tchad, Congo, Niger.
- **Au Sénégal :** lac de Guiers

➤ **Habitat :** rives de rivières et des lacs, marécages, généralement sur sols argileux.

**8-Éléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison en début de saison des pluies
- **Reproduction :** La reproduction se fait par voie sexuée.
- **Potentiel d'invasion :** plante envahissante

## *Azolla africana* Desv.



**1-Famille :** Azollaceae

### **2-Caractères botaniques**

- **Port :** La tige consiste en un petit rhizome fragile qui flotte et forme de nombreuses petites radicelles dans l'eau. La plante est verte pendant les premiers stades de son développement, puis devient rose ou marron rouge terne à maturité. Petite fougère aquatique, flottante qui pousse souvent en colonie importante.
- **Feuilles :** les feuilles sont tendres, découpées et imbriquées sur deux rangs. Leurs lobes supérieur et inférieur sont soudés ensemble comme des écailles. La partie supérieure du lobe constitue la feuille photosynthétique. Elle est verte et constituée de poils minuscules qui rendent difficile l'humidification de la surface foliaire. La partie inférieure du lobe est étroite, immergée et porte les spores mâles et femelles.

**3-Usages :** Elle s'est révélée utilisable en tant qu'engrais vert, et comme agent de détoxification d'eaux usées ou industrielles, notamment en ce qui concerne les métaux lourds.

### **4-Ecologie :**

#### ➤ **Répartition géographique**

- **En Afrique :** Sénégal, Afrique de l'Ouest
- **Au Sénégal :** Lampsar

➤ **Habitat :** adventice commune des étangs, des barrages des lacs et des rizières.

### **5-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison en septembre - octobre.
- **Reproduction :** Plante monoïque à reproduction sexuée par sporulation et à reproduction asexuée par fragmentation au niveau des tiges.
- **Potentiel d'invasion :** plante envahissante

## *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla



**1-Synonymes :** *Scirpus maritimus* L. *Schoenoplectus maritimus* (L.) Lye.

**2-Famille :** Cyperaceae

**3-Nom Français :** scirpe maritime

**4-Noms locaux :** **Wolof :** Gowé, **Pular :** Tchakérédé Vendu ; **Maure :** Ssaád

### 5-Caractères botaniques

- **Port :** plante vivace, haute de 30-120 cm. Tige trigone à arêtes très aiguës, plus ou moins rugueuse dans sa partie supérieure.
- **Phyllotaxie :** en rosette
- **Feuilles :** simples
  - **Limbe :** long de (10-) 20-30 (-50) cm, large de 2-10 mm, soit glabre, soit à bords et à nervure médiane rugueux.
  - **Gaine :** souvent brune ou brun noir
- **Fleurs :** épillets brun plus ou moins foncé, ovoïdes à subcylindriques, larges de 4-9 mm à la base, longs de 8-20 (-45) mm. Fleurs à périgone formé de 3-6 soies, plus courtes et plus longues que l'akène, portant des barbes à sommet dirigé vers le bas.
- **Fruits :** Akènes bruns à noirs à maturité, brillants, obovoïdes, subtrigones.

**6-Usages :** En Ethiopie, on utilise les tiges pour confectionner des toits de chaume. En Somalie, on s'en sert pour fabriquer des appâts contre les criquets. En Inde, on mange les graines crues ou bien, une fois qu'elles ont été broyées, on s'en sert pour confectionner une farine qui est mélangée au millet. Le rhizome est comestible également. En médecine traditionnelle en Corée, le tubercule est utilisé dans le traitement des tumeurs et des indurations vaginales. Elle est utilisée comme plante ornementale dans les étangs ou à proximité. Elle peut servir à créer et à réhabiliter les zones humides. Elle permet de lutter contre l'érosion (ses racines stabilisent le sol et la plante entière le protège à la fois du vent et des vagues).

### 7-Ecologie :

- **Répartition géographique**
  - **En Afrique :** Sénégal
  - **Au Sénégal :** Niayes, Sine-Saloum, basse Casamance, Ziguinchor, Bignona.
- **Habitat :** eaux peu profondes, plus ou moins saumâtres, où la plante peut former des roselières étendues ; également sur des sédiments temporairement inondés par de l'eau salée ou saumâtre.

### 8-Eléments de Biologie :

- **Phénologie :** floraison en juillet-août-octobre-novembre.
- **Reproduction :** elle se reproduit grâce à des rhizomes produisant des tubercules, mais aussi par germination.
- **Potentiel d'invasion :** plante envahissante

## *Ceratophyllum demersum* L.



1-

**Synonymes :** *C. muricatum* Cham. *C. cristatum* Guill. & Perr.

**2-Famille :** Ceratophyllaceae

**3-Noms locaux :**

- **Wolof :** Gnianthie
- **Pular :** Gnianthie

**4-Caractères botaniques**

- **Port :** plante herbacée aquatique complètement immergée, à longues ramifications linéaires filiformes.
- **Phyllotaxie :** feuilles verticillées par 5 à 10
- **Feuilles :** linéaires, parfois épaisses et spongieuses vers la base se subdivisent une fois ou deux en lanières filiformes ou linéaires, dentées, longues de 10 à 30 mm, ces feuilles forment des verticilles chevelus larges de 3 à 6 cm.
- **Fleurs :** la fleur femelle paraît en capsule ovale biconvexe longue de 3 à 4 mm, large de 2 à 2,5 mm, portant, de chaque côté de la base et au sommet, une pointe épineuse longue de 5 à 10 mm.
- **Fruits :** un par fascicule à l'aisselle des feuilles

**5-Usages :** Plantes oxygénant, aquarium, inhibe le développement des micro-algues.

**6-Ecologie :**

- **Répartition géographique**
  - **En Afrique :** Mauritanie, Mali, Sierra-Leone, Togo, Bénin, Nigéria, Niger, Afrique centrale, Gabon, Angola, Afrique australe, Egypte, Afrique orientale.
  - **Au Sénégal :** Makhana, Saint-Louis,
- **Habitat :** Cette plante que l'on rencontre par ci par là dans les mares, les marigots d'eau douce.

**7-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** de juin à septembre.
- **Reproduction :** Elle est asexuée (végétative, par fragmentation ou bouturage des tiges) ou sexuée. La reproduction sexuée se produit de juin à septembre, à partir de fleurs verdâtres très discrètes (1 mm ou moins) qui se forment à la jonction (aisselle) des feuilles et de la tige. Une même tige porte à la fois des fleurs mâles (par groupe de 3 et plutôt dans le haut du rameau) et des fleurs femelles (solitaires et plutôt situées dans le bas du rameau). La pollinisation est aquatique et produit des fruits ovoïdes (4 à 6 mm de long) lisses et garnis de 3 épines.
- **Potentiel d'invasion :** plante fortement envahissante.

## *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv.



**1-Synonymes :** *Panicum crus-galli* var. *maximum* ; *P. crus-galli* var. *submuticum* ; *P. crus-galli* var. *leiostachyum*, *P. subaristum* Peter., *E. oryzetorum* ; *E. lelievrei*.

**2-Famille :** Poaceae

**3-Nom Français :** bourgou, roseau sucré, roseau à miel

**4-Noms locaux :** **Wolof :** Khay; **Pular :** Pagiri

**5-Caractères botaniques**

- **Port :** Herbe pérenne (pouvant se comporter en annuelle), rhizomateuse, à stolons rampants ou flottants, haute de 30-200 cm. Chaumes robustes (jusqu'à 1 cm de diamètre à la base), spongieux, glabres, précombants et radicans aux nœuds, ramifiés à la base, puis dressés.
- **Phyllotaxie :** feuilles alternes
- **Feuilles :** simples, long de 10-45 cm de long et 3-20 mm de large.
  - **Limbe :** longuement linéaire, plans, glabres ou parfois portant des poils sétacés à base tuberculée, plus ou moins scabres, à marges cartilagineuses scabres.
  - **Gaine:** à marges souvent ciliées vers le sommet (poils épars), par ailleurs glabres. Ligule représentée par une frange de poils denses, parfois absente dans les feuilles supérieures.
- **Fleurs :** Inflorescence terminale composée d'épillets longs de 3 à 5 cm, larges de 10 mm environ, tous tournés du même côté. 8 à 15 épillets sessiles comprenant chacun 4 rangées de graines ovales, longues 3-4 mm, les glumes surmontées de barbes longues de 7 à 15 mm.
- **Fruits :** Caryopse obové, de 2,5 mm de long environ.

**6-Usages :** A Tombouctoull peut permettre d'un sirop couleur caramel qui servait de boisson. En Egypte elle est utilisée pour la remise en état des sols salés.

**7-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

- **En Afrique :** Niger, Sénégal, Mauritanie.
- **Au Sénégal :** lac de Guiers, vallée du fleuve Sénégal.
- **Habitat :** zone d'inondation de la vallée du Niger, très abondant dans la vallée du Sénégal et ses ramifications (lac de Guiers au Sénégal, lac Rkiz en Mauritanie).

**8-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison en début d'été (Mai, Juin)
- **Reproduction :** Plante vivace qui se reproduit par graines et se propage par des rhizomes. Elle complète son cycle de vie pendant l'été et meurt après la production de semence en septembre et octobre.
- **Potentiel d'invasion :** fortement envahissante

***Ludwigia adscendens* (L.) Hara var. *diffusa* (Forssk.)**



**1-Synonymes :** *repens* L. var. *diffusa* (Forssk.) Brenan. *Jussiaea repens* s.l. auct.

**2-Famille :** Onograceae

**3-Noms locaux :** **Wolof :** *Ngalali*

**4-Caractères botaniques**

- **Port :** plante herbacée, vivace.
- **Phyllotaxie :** Feuilles alternes
- **Feuilles :** simples

**Limbe :** étroitement ovale ou étroitement elliptique, atténué à la base et décurrent sur le pétiole, arrondi à aigu au sommet ; limbe long de 2-9(-15) cm, large de 0,5-1(-2,3) cm.

**Pétiole :** long de 0,2-2 cm

**Flours :** solitaires, portées par un pédicelle long de 5-16 mm, calice à 4(5)-(-3,5) mm, portant parfois quelques longs poils blancs ; corolle rapidement caduque, à (4)5 pétales jaune d'or, obovales, longs de 7-18 mm et larges de 4-10 mm ; androcée à (8)10 étamines, à filet long de 2,5-4 mm et à anthère longue de 1,2-1,6 mm ; ovaire portant au sommet 5 petits nectaires déprimés ; style souple, long de 3-8 mm ; stigmate globuleux-lobé, à 5 lobes.

**Fruits :** Capsules cylindriques ou en forme de fuseau, tronquées au sommet, à 10 côtes longitudinales ; capsules longues de (10-)17-35 mm, épaisses de 2,5-3 mm, brun rouge, glabres ou éparsément pubescentes ou hirsutes ; pédicelle long de (0,5-) 1-2 cm.

**5-Usages :** Ce taxon est utilisé en médecine traditionnelle dans certains pays, et on a montré qu'il contient des alcaloïdes et des tanins.

**6-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

- **Dans le monde :** Asie tropicale, en Malaisie, en Australie et en Proche Orient
- **En Afrique :** Gambie, Mali, Afrique du Nord, Afrique tropicale, y compris Madagascar et les Mascareignes.
- **Au Sénégal :** région du Fleuve, Niayes, Sine-Saloum, basse Casamance

**Habitat :** Pièces d'eau à fond vaseux et à niveau variable ; forme souvent des radeaux flottants.

**8-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison : (août-) septembre-novembre.
- **Reproduction :** Plante vivace se reproduisant par graine et par fragment de tige.
- **Potentiel d'invasion :** Envahissante

## *Ludwiga leptocarpa* (Nuttall) Hara



**1-Synonymes :** *Jussiaea leptocarpa* Nuttall. *Jussiaea pilosa* Kunth.

**2-Famille :** Onograceae

**3-Caractères botaniques**

**Port :** Plante robuste, pérennante, herbacée, parfois un peu ligneuse à la base.

➤ **Phyllotaxie :** Feuilles alternes

➤ **Feuilles :** simples

**Limbe :** ovale ou elliptique, long de 3-18 cm, large de 1-4 cm, à base atténuée, à sommet acuminé et aigu ; 1 nervure médiane et 10-20 paires de nervures latérales, anastomosées entre elles.

➤ **Pétiole :** long de 0,2-1,5(-3,5) cm

**Fleurs :** Fleurs axillaires, solitaires, portées par un pédicelle long de 0,2 mm environ et accrescents ; fleurs parfois sous-tendues par 2 bractéoles ; calice à (4)5(-7) sépales triangulaires-ovales, acuminés au sommet, , hirsutes ; corolles à 5 pétales jaune orangé, obovales, androcée à étamines en nombre double de celui des sépales ; filets longs de 2-4 mm, ceux opposés aux pétales un peu plus courts que les autres ; anthères longues de 1,2-1,6 mm ; grains de pollen réunis en tétrades ; ovaire portant au sommet 5 nectaires déprimés, stigmat subglobuleux, haut de 1-1,5 mm.

**Fruits :** Capsules portées par un pédicelle long de 2-20 mm, subtéragonales-pentagonales en coupe transversale, densément velues, longues de 1,5-5 cm, épaisses de 2,5-4 mm, à paroi relativement mince et bosselée.

**4-Usages :** On extrait une matière colorante des fruits ou de la plante entière (notes manuscrites de J. Berhaut).

**5-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

○ **En Afrique :** Guinée-Bissau. – Afrique tropicale.

○ **Au Sénégal :** Bas Sénégal

**Habitat :** Marécages, bord des eaux, rizières inondées en friche.

**6-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison : septembre-janvier.
- **Reproduction :** La propagation se fait principalement de manière asexuée par stolon, mais elle peut également se faire par production de graine viable.
- **Potentiel d'invasion :** Envahissante

## *Mimosa pigra* L.



**1-Synonymes :** *Mimosa asperata* L.

**2-Famille :** Fabaceae mimosoïdea

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Busayna, Dèd U Niay, Diarkhèt, Niay.; **Pular :** Gâdjâdj, Ganiâji

### **4-Caractères botaniques**

**Port :** Arbuste buissonnant épineux haut de 1 à 2 m.

➤ **Phyllotaxie :** alternes.

➤ **Feuilles :** bipennées

**Pétiole :** à base épaissie, long de 5 à 15 mm avant la première paire de pinnules.

**Fleurs :** blanc rosé en capitules sphériques larges de 15 mm, isolés à l'aisselle des feuilles: pédoncule long de 15 à 30 mm.

**Fruits :** gousses longues de 5-7 cm, larges de 10-12 mm, plates, couvertes de longs poils hirsutes entrecroisés, dorés, à travers lesquels on aperçoit les articulations de la gousse ; 15 à 20 graines par gousse. Les gousses sont souvent étalées en éventail, par 5 à 10, au sommet du pédoncule qui s'épaissit et atteint 4 cm de longueur.

**5-Usages :** L'infusion ou la décoction des rameaux est donnée en lotions contre la fièvre, et en bains de bouche contre les maux de dents. La macération des râpures de ces racines est utilisée contre les rhumes de cerveau. Elle est aussi utilisée dans certaines régions pour servir de clôture.

### **6-Ecologie :**

**Origine :** *Mimosa pigra* est originaire des Antilles

#### ➤ **Répartition géographique**

**Dans le monde :** Australie et dans le sud-est asiatique.

○ **En Afrique :** Guinée, Mali, Gambie, Sierra-Leone, Côte d'Ivoire, Ghana, Bénin, Burkina-Faso, Nigéria, Cameroun, Tchad, Centrafrique, Gabon, Congo, Angola, Afrique orientale, Afrique du sud.

○ **Au Sénégal :** vallée et delta du Sénégal, Niokolo-Koba, Koulountou.

**Habitat :** Il est fréquent au bord des ravines humides ou des petits cours d'eau, Très abondant dans les vallées et dépressions longuement inondées où il forme parfois des peuplements monospécifiques.

### **7-Éléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison presque toute l'année, selon les conditions d'humidité du sol.
- **Reproduction :** Reproduction sexuée par des graines.
- **Potentiel d'invasion :** Envahissante

## *Najas pectinata* (Parl.) Magnus



**1-Synonymes :** *Caulinia pectinata* Parl., *Najas horrida* Rendle

**2-Famille :** Najadaceae

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Gnianthie

### **4-Caractères botaniques**

**Port :** Plantes vivaces submergées formant des touffes denses brunâtres, long de 30-100 cm de haut. Les tiges sont bien ramifiées, l'enracinement se fait au niveau des nœuds. Les tiges supérieures sont dressées, minces, cylindriques, lisses de 0-5-1 mm de diamètre

**Feuilles :** Les feuilles supérieures émergent à la surface de l'eau. Les feuilles sont étroitement linéaires, longues de 2-3 cm, larges de 0,5-1 mm, dentées, avec 6-18, dents pointues, jaunes qui courbe vers le haut de chaque côté, parfois l'apex atténué, épineuses, avec des cloisons distinctes; gaine auriculée généralement, amplexicaules, minutieusement dentée ci-dessus, de 3 mm de long.

### **5-Ecologie :**

#### ➤ **Répartition géographique**

➤ **Dans le monde :** Asie tropicale

➤ **En Afrique :** Cameroun, Ghana, Guinée, Namibie, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Afrique du nord, Egypte, Algérie, Afrique de l'Ouest, Afrique du Sud, Tchad, Madagascar, Afrique tropicale.

➤ **Habitat :** eaux fraîches et saumâtres, submergé dans les lacs, les zones de marais, les étangs, les prairies aquatiques, et les frontières des fleuves. La plupart du temps aux fonds des eaux, en association avec *Ceratophyllum* et *Potamogeton*.

### **6-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison novembre

- **Reproduction :**

**Reproduction sexuée :** La floraison a lieu en été, de juin à septembre. Les fleurs, peu visibles, sont dioïques, c'est-à-dire unisexuées, mâles ou femelles, et portées par des individus différents. La pollinisation se fait sous l'eau et est effectuée par les mouvements de l'eau. La température idéale est supérieure à 20 °C.

**Reproduction asexuée :** Dans les régions chaudes, il 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.

- **Potentiel d'invasion :** envahissante

## *Nymphaea lotus* L.



**1-Synonymes :** *Lotus aegyptus*.

**2-Famille :** Nymphaeaceae

**3-Nom Français :** nénuphars

**4-Noms locaux :** **Wolof :** Diakhar; **Pular :** Sombè ; **Maure:** Ndäiri, Ndayri

**5-Caractères botaniques**

**Port :** herbaceae

- **Phyllotaxie :** toutes les feuilles partent de la base.
- **Feuilles :** simples

**Limbe :** Limbe long et large de 15 à 30 cm, ou davantage, pelté, la base fermée à 15 ou 25 cm au-dessous du sommet du pétiole. Bords largement dentés, à dents aiguës. 10 à 15 nervures digitées à la base du limbe ; 5 à 7 nervures sur le sommet de la médiane.

**Pétiole :** variant de longueur avec la profondeur de l'eau.

**Fleurs :** blanche large de 15 à 30 cm, à pétales blancs elliptiques. Étamines très nombreuses, les extérieures atteignant 5 à 6 cm de long. Sommet de l'ovaire portant une vingtaine de carpelles à pointe linéaire libre longue de 9 à 12 mm.

**Fruits :** globuleux large de 3 à 4 cm, ou davantage, contenant une grande quantité de petites graines.

**6-Usages :** Les feuilles, cuites à l'étuve, sont consommées par les femmes enceintes. On applique les feuilles sur les ulcères, et on les utilise aussi contre la gale. Leur décoction donnerait de bons résultats dans les affections des voies respiratoires.

**7-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

- **Dans le monde :** Indes, Europe.
- **En Afrique :** Mali, Guinée, Gambie, Sierra-Leone, Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin, Nigeria, Niger, Cameroun, Sao Tomé, Gabon, RDC, Angola, Egypte, Ethiopie, Soudan, Afrique orientale, Mozambique, Madagascar,
- **Au Sénégal :** partout

**Habitat :** dans les mares, les ruisseaux, le bord des cours d'eau, là où le courant n'est pas trop rapide.

**8-Éléments de Biologie :**

- **Phénologie :** été (Mai – Juin)
- **Reproduction :** Pousse de plantes filles qui apparaissent à partir du pied mère. Possible aussi par stolon de 10 cm à peut prêt à partir du pied mère. Croissance, une feuille par semaine
- **Potentiel d'invasion :** envahissante

## *Nymphaea micrantha* Guill. & Perr.



**1-Synonymes :** *Nymphaea rufescens* Guill. & Perr. *Nymphaea guineensis* Sch. & Th. *Nymphaea vivipara* Lehm. *Nymphaea stellata* var. *bulbillifera* Planch. *Nymphaea caerulea* Guill. & Perr.

**2-Famille:** Nymphaeaceae

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Diakhar; **Pular :** Ndayri

### 4-Caractères botaniques

- **Port :** herbacée
- **Phyllotaxie :** toutes les feuilles partent de la base de la plante.
- **Feuilles :** simples

**Limbe :** ovale cordé, long de 7 à 10 cm, large de 4 à 5 cm mais pouvant devenir plus grand. Limbe légèrement pelté, les 2 lobes de la base acuminés, divergents. La base du limbe est à 15-nervées.

**Pétiole :** ± long, selon la profondeur de l'eau.

**Fleurs :** blanches, bleues, ou rose vif, larges de 5 à 10 cm. 5 sépales étroits, lancéolés, acuminés, avec, au revers, des traits violet foncé ; 10 pétales, ou davantage, long de 2 à 6 cm, lancéolés, un peu plus court que les sépales. Étamines nombreuses. Ovaire arrondi formé de 15 à 20 carpelles à sommet recourbé à angle droit.

**Fruits :** globuleux large de 3 à 4 cm. A l'intérieur, très nombreuses petites graines rougeâtres ou noirâtres.

**5-Usages :** Les graines fournissent une nourriture saine et sont avidement recherchées par les habitants, surtout dans les temps de disettes. Ils les mangent crues ou bouillies, à la manière de leur farine de millet appelée cous-cous. Ces graines d'une finesse extraordinaire ont légèrement le goût de celles du pavot blanc.

### 6-Ecologie :

#### ➤ Répartition géographique

- **En Afrique :** Gambie, Mali, Côte d'Ivoire, Cameroun, Niger, Tchad.
- **Au Sénégal :** partout

**Habitat :** Cette espèce est assez répandue dans toutes les mares.

### 7-Éléments de Biologie :

- **Phénologie :** été (Mai – Juin)
- **Reproduction :** *Nymphaea micrantha* émet régulièrement des plantules à la base des feuilles. La formation de graines, résistantes aux conditions difficiles permet le passage de l'hiver. La reproduction asexuée n'intervient qu'en période chaude.
- **Potentiel d'invasion :** envahissante

## *Oxycaryum cubense* (Poeppig & Kunth) Lye



**1-Synonymes :** *Scirpus cubensis* Poeppig & Kunth.

**2-Famille :** *Cyperaceae*

**3-Noms locaux :** **Wolof** : Khaliir

**4-Caractères botaniques**

**Port :** herbacée (Plante vivace à rhizomes longs de 5-20 cm et épais de 2-3 mm, portant des écailles noirâtres longues de 2-3 mm.

**Phyllotaxie :** Feuilles insérées sur la partie inférieure de la tige.

➤ **Feuilles :** simples

**Limbe :** long de 40-90 cm, dépassant souvent l'inflorescence, large de 4-10 mm, à bords et à nervure médiane scabres, à partie inférieure pliée en V, à partie supérieure plane.

**Pétiole :** absent

**Fleurs :** un glomérule d'épillets ou, plus fréquemment, une pseudo-ombelle contractée, à (1-) 3-10 rayons inégaux entre eux, longs de 1-3 à 55 mm, chacun portant à son sommet un glomérule d'épillets ; glomérules globuleux à hémisphériques, d'un diamètre de (5-) 10-15 mm.

**Fruits :** Akènes étroitement obovoïdes, comprimés, prolongés par un long bec, glabres, à surface lisse, à partie inférieure jaunâtre, à partie supérieure brune.

**4-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

○ **En Afrique :**

○ **Au Sénégal :** Haute Casamance : bas Sénégal, région du Fleuve, Sine-Saloum

○ **Habitat :** Marécages permanents ou presque permanents, eaux douces stagnantes ou faiblement courantes.

**5-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison juillet-octobre.
- **Reproduction :** Plante vivace qui peut se développer à partir d'un grain ou d'un rhizome.
- **Potentiel d'invasion :** envahissante

## *Phragmites vulgaris* Lam.



**1-Synonymes :** *Phragmites australis* (Cav.) Steud., *Phragmites communis* Trin., *Arundo phragmites* L., *Arundo australis* Cav., *Trichoon phragmites* (L.) Rendle

**2-Famille :** Poaceae

**3-Noms locaux :** **Pular** : Sonk ; **Wolof** : Portöl, Sôk; **Maure** l'Egsaiboe, Tigart

### **4-Caractères botaniques**

- **Port :** Grande herbe pérenne, aquatique ou semi- aquatique, à rhizomes ramifiés, haute de 1 à 4 mètres.
- **Phyllotaxie :** feuilles alternes
- **Feuilles :** longues de 20 à 50 cm, larges de 10 à 35 mm, plutôt rigides, ayant à la base (au sommet intérieur de la gaine), une couronne de poils soyeux longs de 10 à 15 mm.
  - **Limbe :** limbes étroitement linéaires, plans, glabres, lisses à la face inférieure ou parfois très légèrement scabres, à sommet filiforme et flexueux, à marges scabres. Nervures séparées de la gaine par une zone blanche.
  - **Gaine :** glabres, à auricules plus ou moins barbues. Ligule réduite à une petite frange membraneuse ciliolée.
- **Fleurs :** Inflorescences en grandes panicules de 20-25 cm de long et 6-10 cm de large, brun jaunâtre à violet foncé, denses, très ramifiées, plumeuses : axe velu sur les nœuds inférieurs.
- **Fruits :** Caryopse oblong, semi-cylindrique, de 1,3-1,4 mm de long, jaune brun.

**5-Usages :** La racine, douçâtre et amère, est préconisée contre les fièvres accompagnées d'un abattement général et de tristesse ; contre les fièvres à très haute températures avec soif ardente ; dans les maladies à nausées et à coliques violentes. La racine est diurétique. Espèce considérée comme dangereuse, sinon toxique, pour le bétail. Ce serait la plante verte et les rejets qui seraient toxiques.

### **6-Ecologie :**

- **Répartition géographique**
  - **Dans le monde :** Région méditerranéenne, jusqu'en Arabie et en Iran.
  - **En Afrique :** Du Sénégal au Kenya et à l'Ethiopie.
  - **Au Sénégal :** Saint-Louis
- **Habitat :** long des rives souvent saumâtres des deltas, estuaires, diverticules et ruisseaux côtiers.

### **7-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison Juillet à Septembre. Dispersion entre Novembre et Janvier.
- **Reproduction :** Une fois un début de peuplement, *P. vulgaris* se propage principalement par reproduction végétative. La propagation latérale des rhizomes peut se faire jusqu'à 40 cm par an. Les stolons qui peuvent atteindre jusqu'à 10,8 cm par jours, sont produits dans les jeunes peuplements ou sur l'eau.
  - Reproduction sexuée : grandes quantités de semences Toutefois dans certains cas la plus part ou la totalité des semences produites est non viable.
- **Potentiel d'invasion :** Plante envahissante.

***Pistia stratiotes* L. SP. Pl.**



**1-Famille :** Araceae

**2-Nom Français :** Pistie, Laitue d'eau, Laitue de mer.

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Tambalay, Tombalay.; **Pular :** Ai hagé, Bibé, Tambalay ;

**4-Caractères botaniques**

- **Description :** La plante peut former des prairies flottantes fermées, d'une surface de plusieurs m2 à plusieurs ares, qui se déplacent librement, le cas échéant, sous l'action du vent ou du courant.

**5-Usages :** La plante, riche en protéines et en potassium, peut servir d'engrais vert. Elle est employée avec le savon pour enlever les taches du linge. On en tirait jadis un succédané du sel, après séchage, incinération, filtrage et évaporation du liquide. La plante est employée, avec du sucre et de la gomme, pour faire cesser une toux convulsive et cicatriser les ulcérations récentes des poumons. Les feuilles en cataplasme supprimeraient les hémorroïdes.

**6-Ecologie :**

- **Répartition géographique**

- **Dans le monde :** Pantropicale

- **Au Sénégal :** Bas Sénégal, région du Fleuve, région des Niayes, Sine-Saloum, haute Casamance, basse Casamance.

- **Habitat :** Mares, étangs, anses calmes des rivières, dans les eaux stagnantes ou faiblement courantes, douces ou faiblement saumâtres, autotrophes, parfois un peu polluée.

**7-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** été
- **Reproduction :** *Pistia stratiotes* se reproduit essentiellement par voie végétative au moyen de plantes filles attachées aux stolons. Les plantes filles ont le potentiel de se détacher de la plante mère et être déplacé par les courants d'eau ou des bateaux pour démarrer de nouvelles populations. Il peut également se reproduire sexuellement par graines. C'est d'ailleurs pour cela qu'en zone tropicale, elle est devenue invasive, recouvrant entièrement des plans d'eau.
- **Potentiel d'invasion :** Plante envahissante.

***Polygonum senegalense* Meissner.**



**1-Synonymes :** *Polygonum glabrum* Willd (de FTA). *Persicaria glabra* (Willd.) M. Gomez.

**2-Famille :** Polygonaceae

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Ntuntun; **Pular :** Tuntun.

**4-Caractères botaniques**

- **Port :** Plante herbacée, vivace, habituellement robuste. Tiges à partie inférieure rampante et enracinée aux nœuds, à partie supérieure ascendante ; tiges atteignant une longueur de 1(-2) m.
- **Phyllotaxie :** Feuilles alternes
- **Feuilles :** Simples
  - **Limbe :** limbe étroitement ovale ou oblong-ovale, long de 10-20(-30) cm, large de 1,5-5(-8) cm, à sommet longuement acuminé et aigu, à base longuement atténuée en coin, à marges un peu épaissies et pourvues de poils appliqués, à face glabre ou presque glabre.
  - **Pétiole :** long de 5-15(-25) mm, glabre ou presque glabre.
- **Fleurs :** Inflorescences en forme de panicule ramifiée. Fleurs habituellement roses, parfois verdâtres ou blanches, portées par un pédicelle un peu plus long que la bractée, à 4 tépales parfois ponctués de petites glandes, à lobes elliptiques-oblongs.
- **Fruits :** Akènes lenticulaires, à faces un peu déprimées, brillants, lisses, brun rouge éventuellement très sombres, longs de 2-3,5 mm, portant au sommet un bec court.

**5-Usages :** Chez les Wolofs du Walo, les feuilles entrent, avec celles d'*Ambrosia maritima* et de *Mitragyna inermis*, dans un traitement anti-syphilitique. Le médicament est un décocté à boire ou à utiliser pour des lavages

**6-Ecologie :**

- **Répartition géographique**
  - **En Afrique :** Gambie, Mali, Sénégal
  - **Au Sénégal :** Région du Fleuve, basse Casamance.
- **Habitat :** Marécages et bord des eaux douces, éventuellement dystrophes, dans des stations éclairées, habituellement alternativement inondées et exondées.

**7-Éléments de Biologie :**

- **Phénologie :** Floraison : septembre- janvier (-août).
- **Reproduction :** Plante vivace qui se reproduit par graines.
- **Potentiel d'invasion :** envahissante.

***Potamogeton schweinfurthii* A. Benn.**



**1-Famille :** Potamogetonaceae

**2-Noms locaux :**

- **Pular :** Gnianthie
- **Wolof :** Gnianthie

**3-Caractères botaniques**

**Port :** Rhizome mince, cylindrique, pérenne. Tige non ramifiée ou peu ramifiée. Feuilles immergées presque toujours présents, sessiles, subsessiles et courtement pétiolées; lamina membraneuse, étroitement lancéolées à oblongues-elliptique, long de 65-170 (-250) mm, large de (3-) 7-24 (-28) mm.

**Feuilles :** Feuilles flottantes souvent absents mais parfois, pétiolées; lamina coriaces, étroitement oblongues à elliptiques, long de 65-160mm, et large de 14-28mm, 4-6 fois plus long que large, vert clair, opaque, souvent avec une teinte rougeâtre ou brunâtre. Les feuilles les plus bas sont souvent réduites à des phyllodes.

**Pétiole :** long de (26-) 50-117 mm soit 0,3 à 1,6 fois plus longue que la lame.

**Fleurs :** nombreuses, avec 4 carpelles.

**Fruits :** vert ou vert foncé grisâtre à vert jaunâtre ou parfois jaune-brun, avec ± obtus et une faible quille dorsale.

**4-Ecologie :**

➤ **Répartition géographique**

- **En Afrique :** Lybie, Egypte, Afrique du Sud, Sénégal, Madagascar, Afrique de l'Est
- **Au Sénégal :** Saint- Louis

➤ **Habitat :** Au niveau des étangs, des lacs, des mares, des marais, des rizières.

**5-Eléments de Biologie :**

- **Phénologie :** été (Mai – Juin)
- **Reproduction :** Reproduction sexuée avec la formation de fruit et de semence et reproduction asexuée par propagation végétative.
- **Potentiel d'invasion :** envahissante

## ***Potamogeton octandrus* Poir.**



**1-Synonymes :** *Potamogeton miduhikimo*, *P. hubeiensis*

**2-Famille :** Potamogetonaceae

**3-Noms locaux :**

- **Pular :** Gnianthie.
- **Wolof :** Gnianthie.

**4-Caractères botaniques**

Hydrophyte vivace ou annuelle, souvent rhizomateuse.

- **Feuilles :** Feuilles submergées sessiles, linéaires à filiformes (long : 2-6 cm, large : 0,1 cm), feuilles flottantes pétioles, oblongues ovales à elliptiques (long : 1,5-2,5 cm, large : 0,7-1,2 cm), à la base arrondie, à l'apex obtus ou aigu.

**Fleurs :** fleurs généralement par 2 spires, avec 3-7 tours par épi. Fleurs avec 4 carpelles, groupées en épis axillaires cylindriques.

**Fruits :** Fruits, drupes obovaires (long : 2-3 mm), arrondi à oblongue, avec un bec relativement long, tourné vers le haut.

**5-Ecologie :**

- **Origine :**
- **Répartition géographique**

**Dans le monde :** Chine, Corée, Japon, Russie, Asie du Sud et de l'Est, Nouvelle-Guinée, Australie.

**En Afrique :** Sénégal, Afrique subtropicale, Afrique tropicale, Afrique du Sud, Madagascar,

**Au Sénégal :** Saint-Louis

**Habitat :** Canaux, étangs, des lacs, des mares, des marais, des rizières.

**6-Éléments de Biologie :**

- **Type biologique :**
- **Phénologie :**
- **Reproduction :**
- **Potentiel d'invasion :**

## *Salvinia molesta* D.S.Mitch.



**1-Famille :** Salviniaceae

**2-Nom Français :**

**3-Noms locaux :**

**4-Caractères botaniques**

- **Port :** Fougère flottante annuelles ou vivaces, à rhizome ramifié. Plante sans racines, composée uniquement de frondes qui sont disposées en verticilles de 3. Deux d'entre eux sont flottante verte, la troisième immergée est divisé en de nombreux filaments semblables à des racines.
- **Phyllotaxie :** verticille de 3 frondes
- **Fronde :** Premières frondes ovales à obovales, charnues, tronquées ou cordées à la base et le sommet arrondi à obtus. Elles mesurent 1,5 cm de long et 0,8 cm de large. La face supérieure est couverte de poils. Frondes simples en verticilles de 3. Deux d'entre eux sont flottante et vert. Le troisième est immergé est divisé en de nombreux filaments semblables à des racines dont le rôle est de tirer les nutriments dans l'eau.
- **Inflorescence :** Les frondes centrales submergées, fertiles, sont des sporocarpes qui sont globuleux, indéhiscents, décalées par paires le long du filament et couverts de poils courts. Ceux de la base sont petites (femelles). Ceux subsessiles sont de sexe masculin.

**5-Ecologie :**

- **Répartition géographique**
  - **Dans le monde :** Amérique du Sud
  - **En Afrique :** Sénégal, Mali
  - **Au Sénégal :** St-Louis
- **Habitat :** Au niveau des étangs, des lacs, des mares, des marais, des rizières.

**6-Éléments de Biologie :**

- **Phénologie :**

**Reproduction :** Ils se multiplient par des spores et la fragmentation des plantes qui sont transportées par l'eau, les animaux ou bien libérés par les activités humaines.

- **Potentiel d'invasion :** Envahissante

## *Typha domingensis* (Pers.) Steud.



**1-Synonymes :** *Typha australis*, *Typha angustifolia* subsp. *Australis*, *Typha aequalis*, *Typha angustifolia* subsp. *Angustata*, *Typha angustata*, *Typha angustata* var. *abyssinica*., *Typha angustifolia*, *Typha schimperii*

**2-Famille :** Typhaceae

**3-Noms locaux :** **Wolof :** Barakh; **Pular :** Barakh

### 4-Caractères botaniques

- **Port :** Plantes vivaces, rhizomateuses, entièrement glabres, à port érigé pouvant atteindre 3 m de hauteur.
- **Phyllotaxie :** Feuilles alternes distiques.
  - **Limbe :** linéaire, engainante, entière, essentiellement basale, à nervures parallèles.
- **Fleurs :** L'inflorescence st terminale portée par une tige ronde et cœur moelleux.
- **Fruits :** Akène volatile

**5-Usages :** La partie comprise entre la racine et le sol des jeunes pousses est consommée par les enfants. Pâturage apprécié, spécialement les jeunes pousses. Les feuilles sont utilisées en coupe-vent et pour construire des huttes et des nattes. La biomasse peut servir à la fabrication de combustible (briquet de charbon) mais aussi d'alcool, de biogaz. Il peut servir de matériau de construction

### 6-Ecologie :

- **Répartition géographique**
  - **Dans le monde :** Les régions tempérées et tropicale du monde entier.
  - **En Afrique :** Mali, Sénégal
  - **Au Sénégal :** Très répandu dans les écosystèmes aquatiques sénégalais (Niayes, Delta et Vallée du fleuve Sénégal, etc.)
- **Habitat :** Marécages, lacs, étangs, cours d'eau lents.

### 7-Eléments de Biologie :

- **Phénologie :** Floraison Mai-Juin et parfois jusqu'à la fin du mois de juillet en fonction de la température du sol et de l'eau comme influencé par le climat.
- **Reproduction :**
  - Reproduction sexué par autogamie et allogamie. La germination peut se produire toutes l'année dans de nombreux climat, contre tenus de l'humidité adéquate, bien que des déclins de germination en dessous de 20°C.
  - Multiplication végétative : par des rhizomes latéraux qui peuvent faciliter l'expansion végétative rapide après l'établissement des semis. Il peut se propager latéralement jusqu'à 3-10 m par ans. La production de rhizome est stimulée par des jours courts (Janvier, Février, Mars) et des températures froides
- **Potentiel d'invasion :** Espèce fortement envahissante.

## IV-CARACTERISATION DE L'ENVAHISSEMENT DES AXES HYDRAULIQUES

La notion d'espèces envahissantes est très complexe. Très souvent, cette notion est utilisée pour rendre compte d'un développement très important d'espèces introduites qui finissent par supplanter les espèces indigènes. C'est d'ailleurs ce que stipule la convention de Ramsar : « Une espèce envahissante est un organisme qui a été introduit intentionnellement ou accidentellement dans une région située en dehors de son aire de répartition naturelle ». Pour cette convention toujours, une espèce envahissante est une espèce exotique qui s'établit dans des écosystèmes ou habitats naturels ou semi-naturels. Cette notion pose alors le problème d'une compétition entre les espèces exotiques et autochtones. Toutefois, il est possible de parler d'envahissement lorsqu'un milieu connaît un fort développement d'une espèce fût-elle indigène.

Dans la première partie de cette étude, 115 espèces ont été identifiées le long des axes hydrauliques de la délégation de la SAED de Dagana. Parmi ces espèces, dix huit (18) sont considérées comme potentiellement envahissantes et ont fait l'objet d'une étude approfondie.

Après l'établissement de la liste des espèces à suivre dans cette étude, chaque axe hydraulique concerné a fait l'objet d'un certain nombre de relevés pour déterminer : le type de milieu, les espèces envahissantes rencontrées, les indices et type de colonisation, les interventions effectuées etc.

### 4-1-Degré d'envahissement des axes hydrauliques

#### 4-1-1- Typologie des espèces

Pour déterminer le potentiel d'envahissement des espèces, la fréquence (amplitude d'habitat) et le taux de recouvrement (indice de colonisation) des espèces dans les relevés est appréciée.

##### 4-1-1-1-Amplitude d'habitat

Pour l'étude, 67 fiches de relevés sont remplies (annexe). Pour remplir les fiches, A partir des relevés réalisés dans les différentes stations, les informations suivantes seront déterminées :

- la fréquence des espèces ou proportion des relevés dans lesquels l'espèce est rencontrée ;
- les classes de fréquence qui permettent d'organiser les espèces dans des catégories qui rendent compte de l'étendue de leurs distributions (Tab. 7) ;
- la richesse spécifique (diversité), ou nombre d'espèces rencontrées dans les relevés ;

Tableau 9: Fréquence des espèces envahissantes ou potentiellement envahissante

| N°  | Espèces                           | Fréquence | Indice |
|-----|-----------------------------------|-----------|--------|
| 1.  | <i>Aeschynomene elaphroxylon</i>  | 8,96      | I      |
| 2.  | <i>Azolla africana</i>            | 23,88     | II     |
| 3.  | <i>Bolboschoenus maritimus</i>    | 2,99      | I      |
| 4.  | <i>Ceratophyllum demersum</i>     | 77,61     | IV     |
| 5.  | <i>Echinochloa stagnina</i>       | 22,39     | II     |
| 6.  | <i>Ludwigia adscendens</i>        | 1,49      | I      |
| 7.  | <i>Ludwigia leptocarpa</i>        | 25,37     | II     |
| 8.  | <i>Mimosa pigra</i>               | 1,49      | I      |
| 9.  | <i>Najas pectinata</i>            | 5,97      | I      |
| 10. | <i>Nymphaea lotus</i>             | 5,97      | I      |
| 11. | <i>Nymphaea micrantha</i>         | 1,49      | I      |
| 12. | <i>Oxycarium cubense</i>          | 25,37     | II     |
| 13. | <i>Phragmites vulgaris</i>        | 53,73     | III    |
| 14. | <i>Pistia stratiotes</i>          | 2,99      | I      |
| 15. | <i>Polygonum senegalense</i>      | 7,46      | I      |
| 16. | <i>Potamogeton schweinfurthii</i> | 8,96      | I      |
| 17. | <i>Salvinia molesta</i>           | 8,96      | I      |
| 18. | <i>Typha domingensis</i>          | 95,52     | V      |

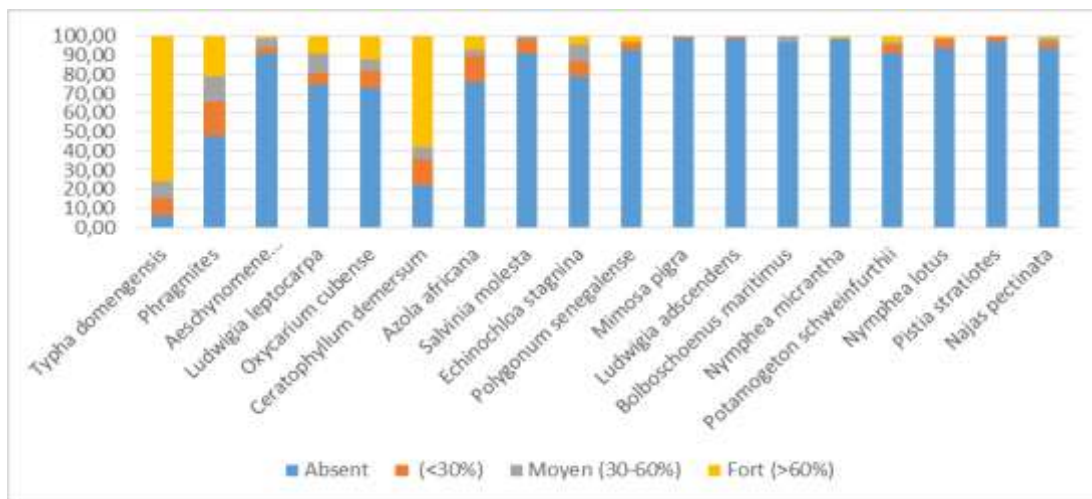
Les 18 espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes ont été rencontrée ne présentent pas le même potentiel d’envahissement. En effet, plusieurs catégories d’espèces existent :

- une espèce constante, *Typha domingensis*, qui rencontrée dans la quasi-totalité des relevés (95%) ; son amplitude d’habitude est très large ;

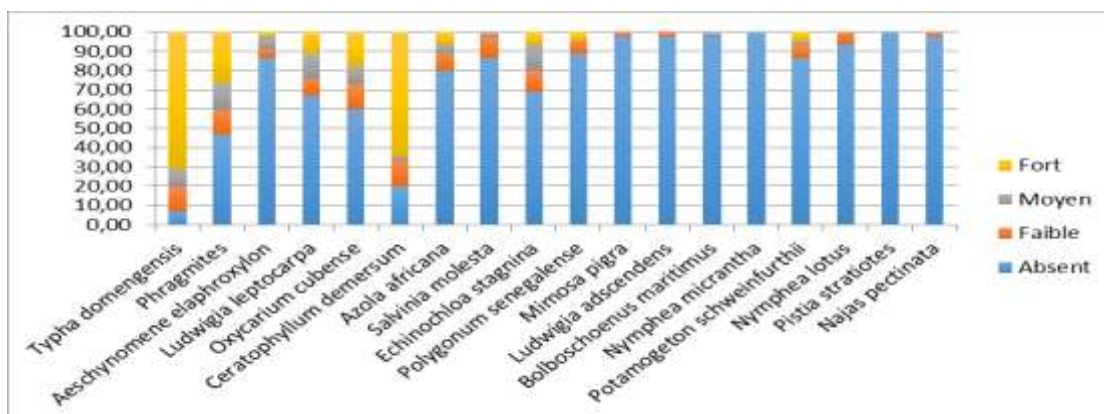
- une espèce abondante rencontrée dans la plupart de relevés (78%) ; il s'agit de *Ceratophyllum demersum* qui présente une amplitude d'habitat assez large ;
- une espèce fréquente à savoir *Phragmites vulgaris*, rencontrée dans plus de la moitié des relevés (54%) ;
- des espèces accessoires (*Azolla africana*, *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia leptocarpa* et *Oxycarium cubense*) rencontrées dans le quart des relevés ;
- des espèces accidentelles forment la majorité des espèces potentiellement envahissante et qui sont rencontrées dans peu de relevés.

#### 4-1-1-2-Indices de colonisation

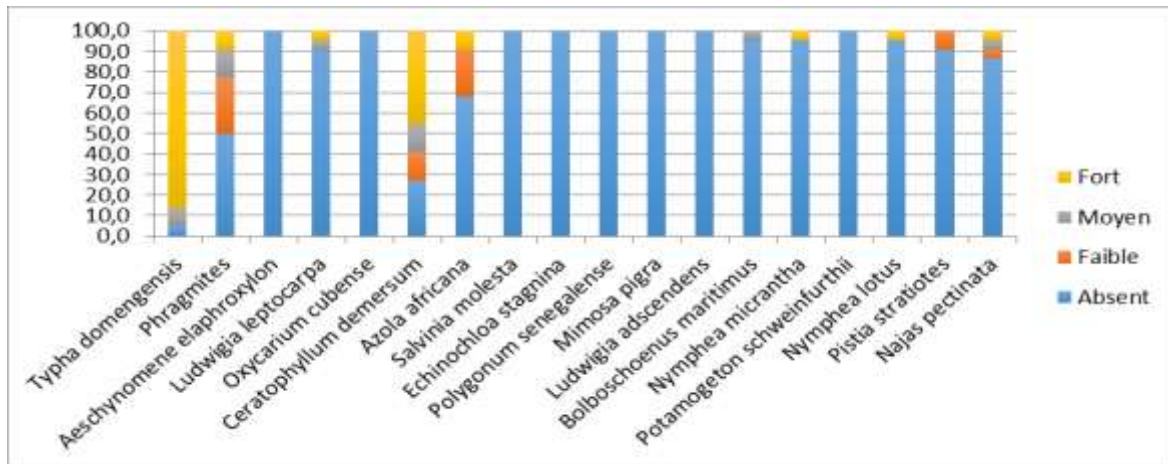
Pour appréhender l'étendue de la colonisation pour chaque espèce, le recouvrement des espèces a été apprécié grâce à trois indices : <30 ; 30-60 et >60. Le pourcentage de relevés dans lesquels l'espèce présente un indice est évalué dans l'ensemble des relevés (Fig.) mais aussi dans les adducteurs (Fig. ) et dans les émissaires de drainage (Fig. )



#### Adducteurs



#### Drains



En plus, les espèces peuvent être regroupées en plusieurs catégories d'espèces quant à leurs taux de recouvrement. Ainsi, aussi bien dans les adducteurs (fig. ) que dans les émissaires de drainage (Fig. ) *Typha domingensis* et *Ceratophyllum demersum*, présentent des recouvrements forts dans la majeure partie des relevés où ils sont rencontrés. A côté de ces deux espèces, *Phragmites vulgaris*, *Ludwigia leptocarpa* et *Oxycaryum cubense* présentent également des recouvrements forts dans certaines conditions. Toutefois, *Oxycaryum cubense* est beaucoup plus développé dans les adducteurs que dans les drains.

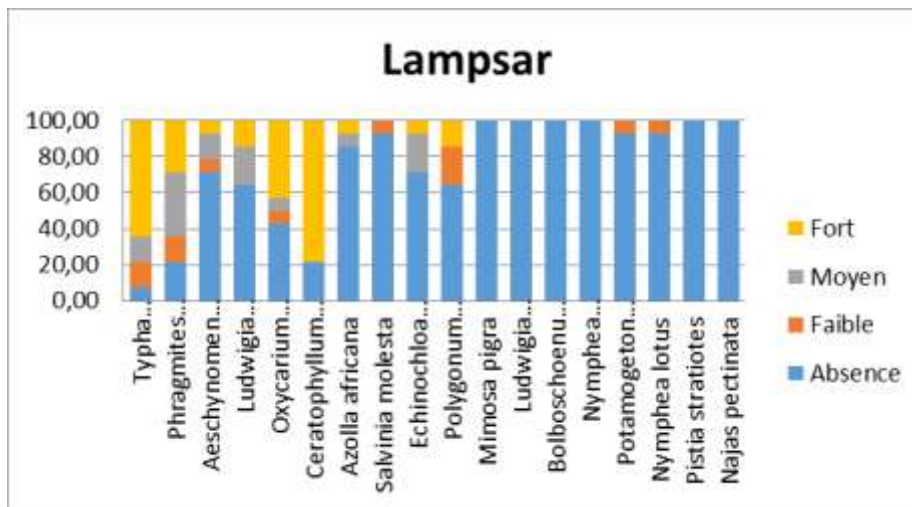
A la lumière de ces résultats, en considérant la fréquence et les taux de recouvrement des espèces, trois groupes de plantes aquatiques envahissantes peuvent être notées :

- des espèces envahissantes majeures ; *Typha domingensis* et *Ceratophyllum demersum* ;
- des espèces envahissantes locales ; *Phragmites vulgaris*, *Ludwigia leptocarpa* et *Oxycaryum cubense*
- des espèces envahissantes mineures ; *Aeschynomene elaphroxylon*, *Azolla africana*, *Bolboschoenus maritimus*, *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia adscendens*, *Mimosa pigra*, *Najas pectinata*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton schweinfurthii*, *Salvinia molesta*, *Nymphaea lotus*, *Nymphaea micrantha* et *Pistia stratiotes*.

Ces catégories d'espèces ne doivent pas être gérées de la même manière. Les espèces envahissantes majeures demandent la mise sur pied d'une stratégie efficace de gestion pour amener ces espèces à des proportions raisonnables en termes de fréquence et de recouvrement. Les espèces envahissantes mineures doivent faire l'objet d'une surveillance stricte et d'une stratégie de réduction de leur infestation dans les sites où leur recouvrement est très important. Quant aux espèces envahissantes mineures, elles doivent également faire l'objet d'un suivi avec une stratégie efficace de détection et d'éradication précoces des velléités d'envahissement.

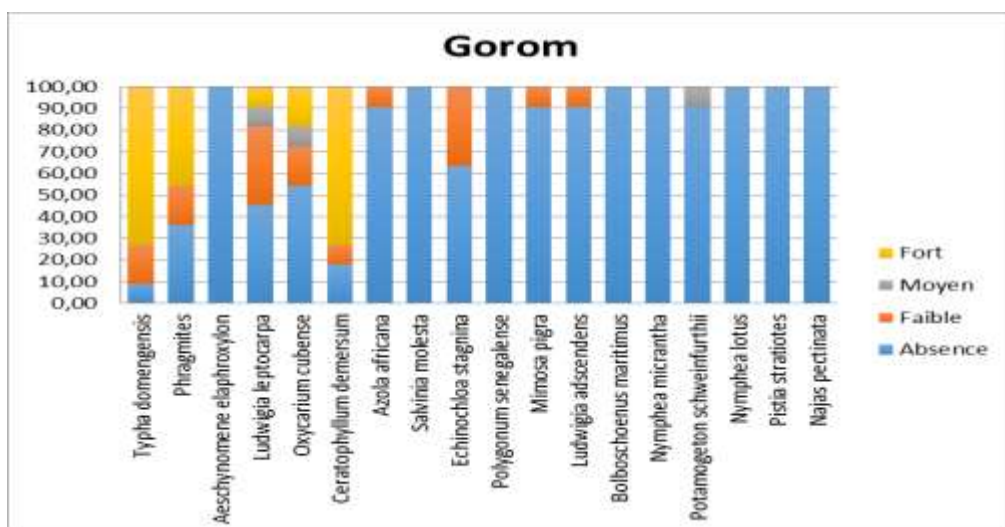
#### 4-1-2- Description de l'envahissement des axes (indices de colonisation)

##### Lampsar



Douze (12) espèces potentiellement envahissantes sont rencontrées dans cet axe. Ces espèces peuvent être divisées en deux groupes :

- un groupe de neuf (9) espèces dont le recouvrement peut être fort dans certains sites, parmi ces espèces *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* sont les plus envahissantes avec toutefois par ordre d'envahissement décroissant, *Oxycaryum cubense*, *Phragmites vulgaris*, *Ludwigia leptocarpa*, *Polygonum senegalense*, *Azolla africana*, *Aeschynomene elaphroxylon* et *Echinochloa stagnina* qui peuvent présenter des foyers d'envahissement localisés à quelques endroits seulement ;
- un groupe de trois (3) espèces avec des taux généralement faibles à savoir, *Salvinia molesta*, *Potamogeton schweinfurthii* et *Nymphea lotus*.

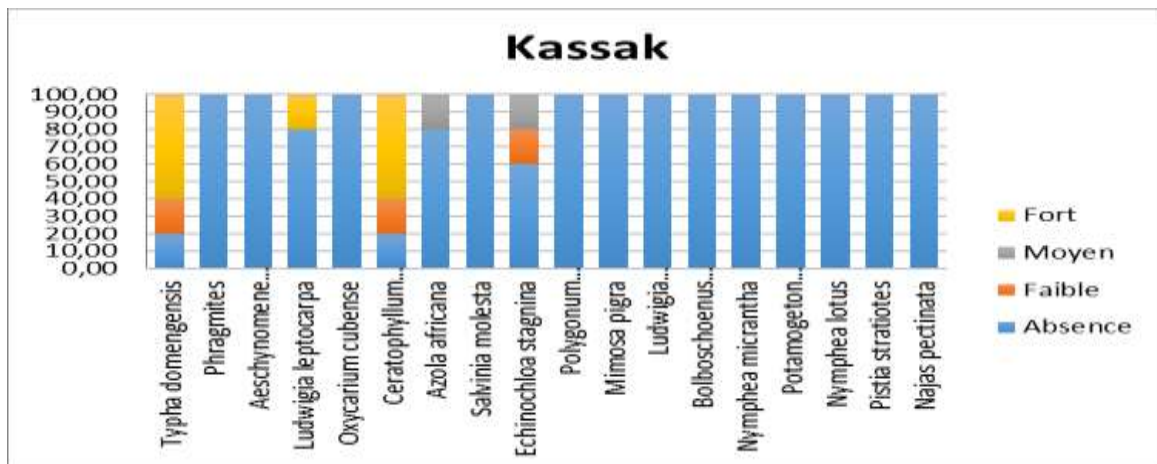


Dix (10) espèces potentiellement envahissantes organisées dans 2 groupes sont rencontrées.

Le premier groupe est constitué d'espèces pouvant avoir des recouvrements forts : *Ceratophyllum demersum*, *Typha domingensis*, *Phragmites vulgaris* et *Oxycaryum cubense* et *Ludwigia leptocarpa* ;

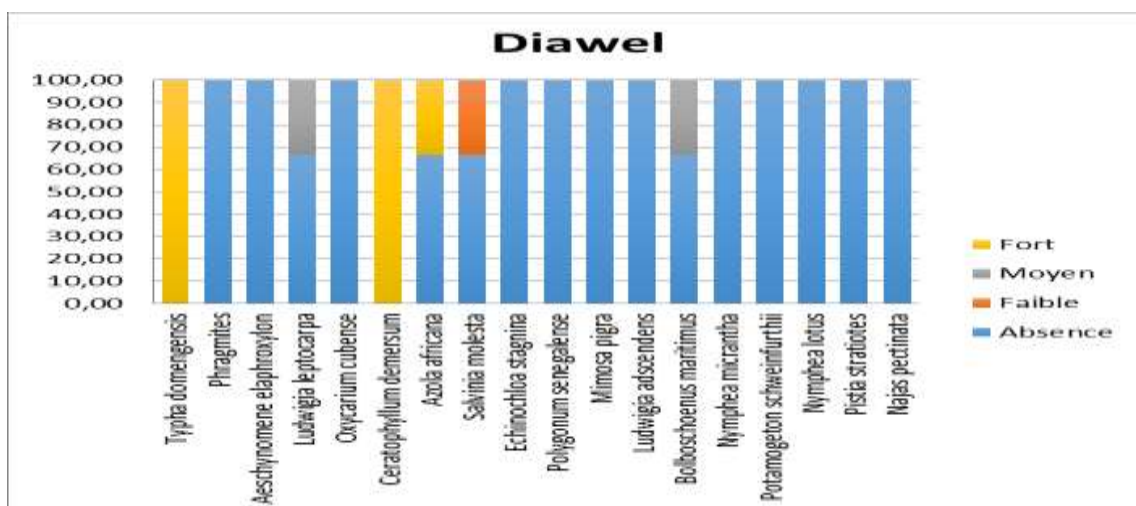
Le second groupe est formé d'espèces à recouvrement faible qui ne présentent pas un danger immédiat d'envahissement mais qui doivent être surveillées : *Potamogeton schweinfuthii*, *Salvinia molesta*, *Mimosa pigra*, *Ludwigia adscendens* et *Echinochloa stagnina*.

### Kassak



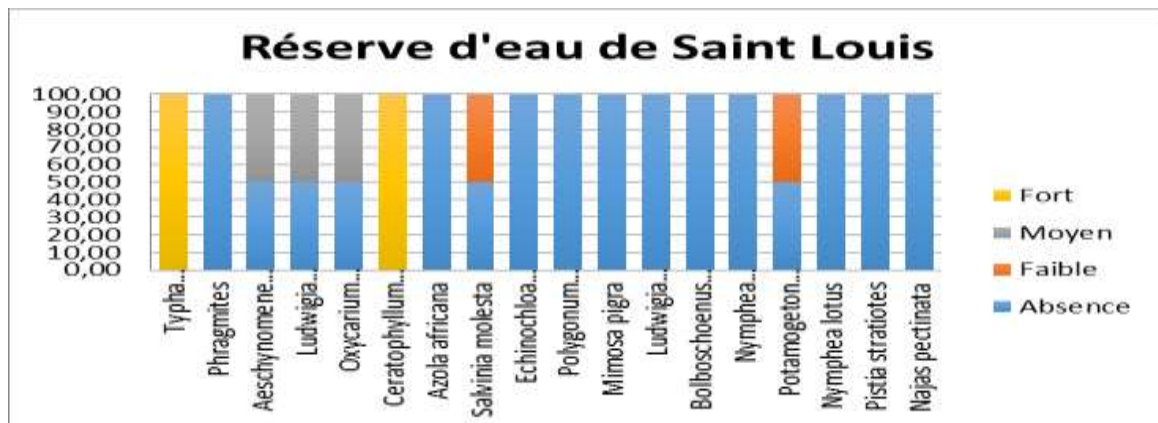
Dans cet axe, cinq espèces potentiellement envahissantes sont rencontrées. Ces espèces sont organisées en deux groupes :

- des espèces à recouvrement forts dans plus sites d'échantillonnage, à savoir *Ceratophyllum demersum*, *Typha domingensis* et *Ludwigia leptocarpa* ;
- des espèces à recouvrement faibles, *Azolla africana* et *Echinochloa stagnina*.

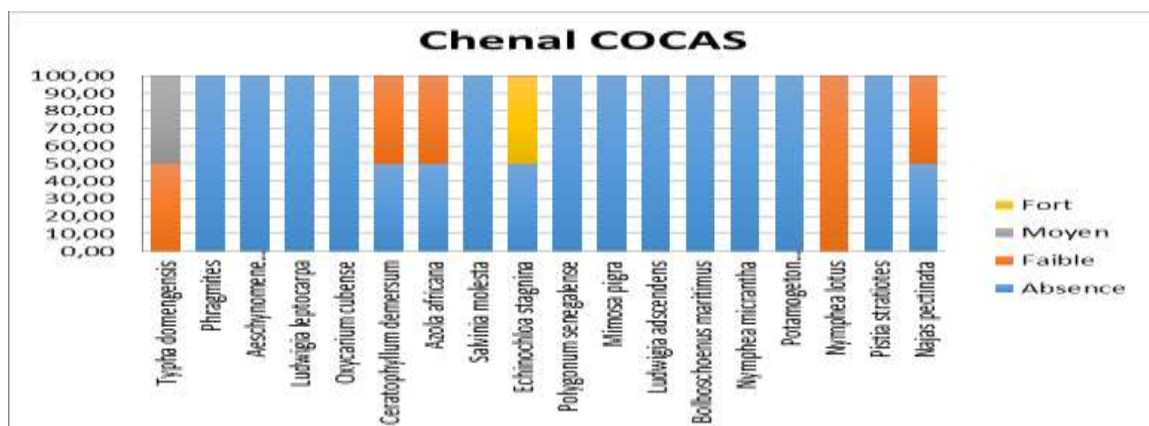


Dans le Diawel, six espèces potentiellement envahissantes ont retrouvées. Elles sont réparties en deux groupes :

- trois espèces à recouvrement pouvant être forts, parmi elles, *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* présentent dans recouvrements forts dans tous les points d'échantillonnage et *Azolla africana* dont l'envahissement est localisé ;
- trois espèces à recouvrement moyen (*Ludwigia leptocarpa* et *Bolboschoenus maritimus*) ou faible (*Salvinia molesta*) dans les quelques relevés où elles sont présentes.

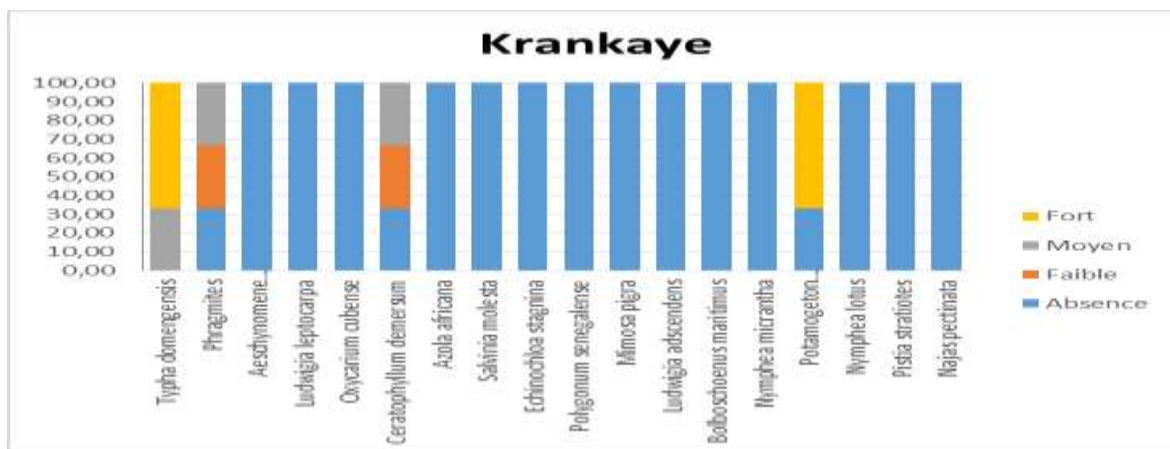


Dans la réserve d'eau de Saint Louis, sept (7) espèces potentiellement envahissantes ont été retrouvées. Parmi ces espèces, *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* sont les plus envahissantes avec des taux forts de recouvrement dans tous les points de collecte. Les autres présentent des taux moyens (*Aeschynomene elaphroxylon*, *Ludwigia leptocarpa* et *Oxycarym cubense*) ou faibles (*salvinia molesta* et *Potamogeton schweinfurthii*) dans les relevés où elles sont présentes.



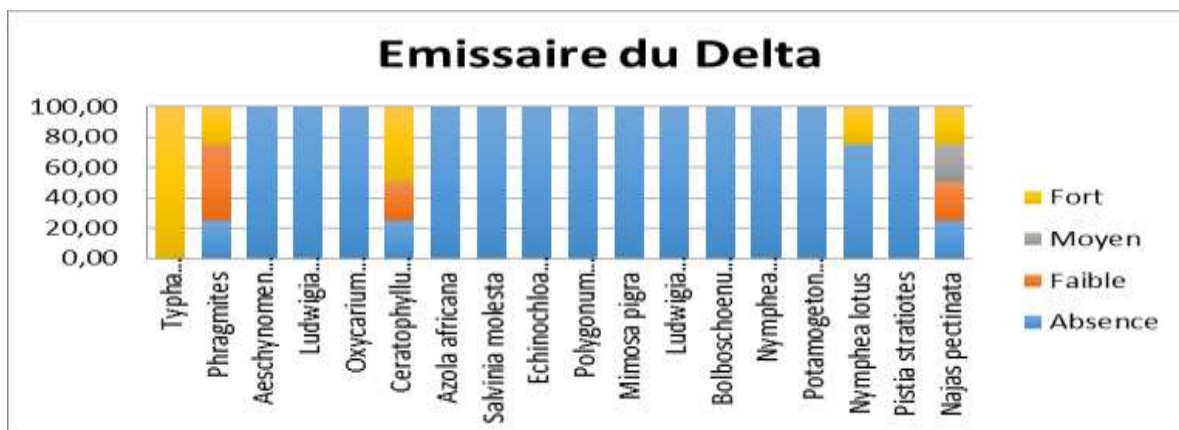
Dans le chenal SOCAS, six espèces potentiellement envahissantes sont retrouvées parmi lesquelles seule *Echinochloa stagnina* a une tendance à l'envahissement avec des taux de recouvrement forts dans certains points de collecte. Les espèces qui d'habitude présentent de forts taux de recouvrements ont y sont faiblement représentées comme *Typha domingensis* et *Ceratophyllum demersum* ce qui pourrait s'expliquer par les travaux d'entretien récents. *Azolla africana* et *Najas pectinata* sont présent dans 1 relevé sur deux avec des taux de

recouvrement faibles. Il faut noter la fréquence de *Nymphaea lotus* même si son recouvrement est faible.



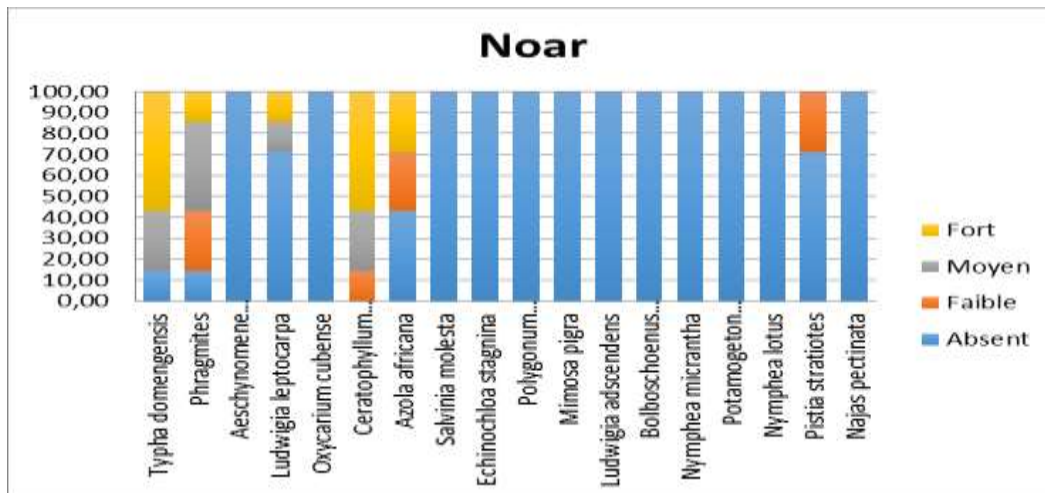
A Krankaye, quatre espèces potentiellement envahissantes sont rencontrées. *Typha domingensis* est présent dans tous les points de collecte avec des taux de recouvrements moyens à forts. *Potamogeton schweinfurthii* présente des taux de recouvrement forts dans environ 70% des points de collecte. *Ceratophyllum demersum* et *Phragmites vulgaris* sont également présents dans environ 70% des relevés avec des recouvrements faibles à moyens.

#### Emissaire du Delta



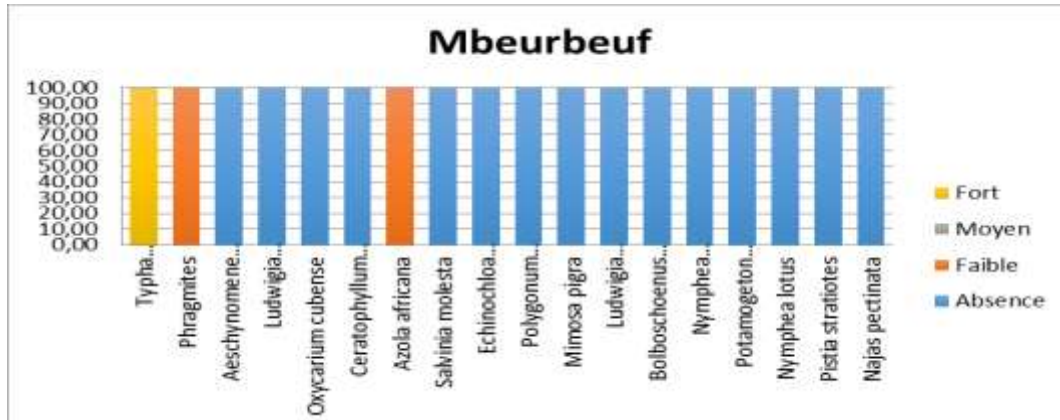
Dans l'émissaire du Delta, cinq espèces envahissantes (*Ceratophyllum demersum*, *Najas pectinata*, *Nymphaea lotus*, *Phragmites vulgaris* et *Typha domingensis*) sont retrouvées avec des taux de recouvrement forts à plusieurs endroits.

## Noar



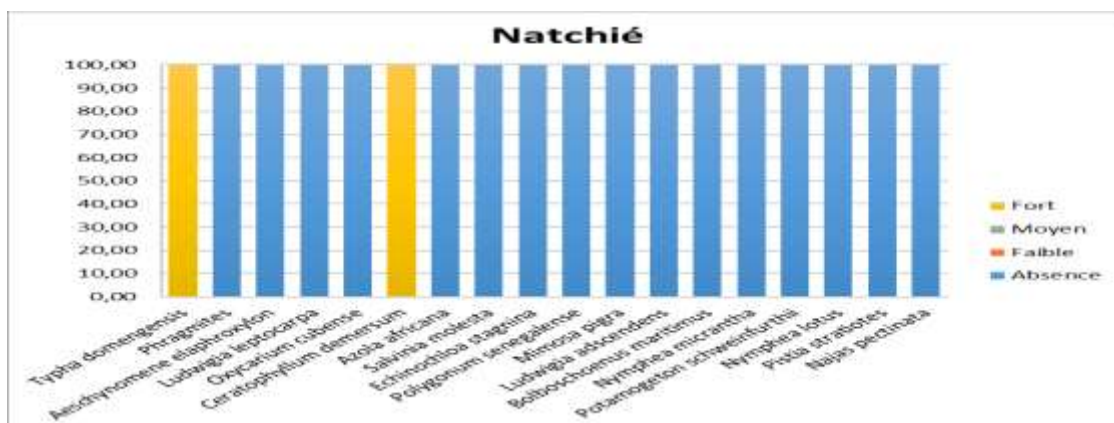
Dans le drain Noar, six espèces envahissantes sont rencontrées parmi lesquelles, quatre peuvent présenter des recouvrements forts dans les relevés où elles sont répertoriées (*Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia leptocarpa*, *Phragmites vulgaris* et *Typha domingensis*). Il faut noter que *Ceratophyllum demersum* est présent dans tous les points de collecte, ce qui atteste de important degré d'envahissement dans cet émissaire de drainage.

## Mbeurbeuf



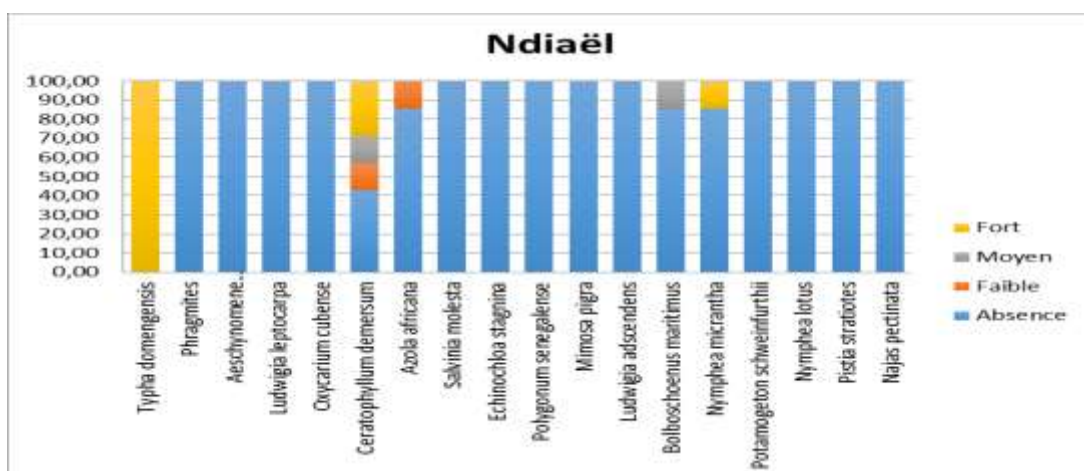
Trois espèces envahissantes sont rencontrées dans le drain Mbeurbeuf. Parmi ces espèces, si *Typha domingensis* est rencontré dans tous les relevés avec des recouvrements, il n'en est pas de même de *Azolla africana* et *Phragmites vulgaris* qui, certes sont rencontrés dans tous les relevés mais avec des recouvrements faibles. Il faut remarquer que dans nos points d'échantillonnage, nous n'avons pas rencontré *Ceratophyllum demersum* mais ce qui peut ne pas signifier son absence dans l'axe hydraulique.

## Natchié



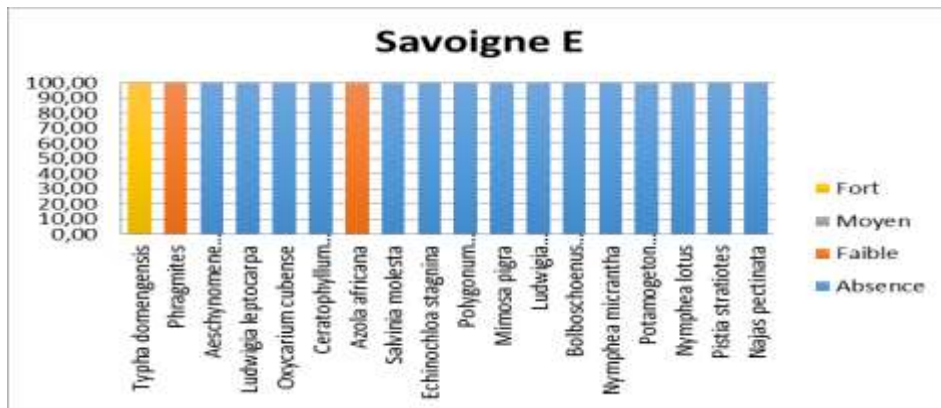
Dans le drain Natchié, deux espèces envahissantes sont retrouvées dans les points de collecte. Il s'agit de *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* qui sont présents dans tous les relevés avec des recouvrements forts.

## Ndiaël



Dans le drain Ndiaël, cinq espèces envahissantes sont retrouvées. Parmi ces espèces, seules *Azolla africana* et *Bolboschoenus africana* ne présentent pas de recouvrements forts. Les autres espèces ont à certains endroits des taux de recouvrement important : *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea micrantha* et *Typha domingensis* ; cette dernière quant à elle, est présente dans tous les relevés avec des taux de recouvrements forts.

## Savoigne E



Dans le drain Savoigne E, trois espèces sont rencontrées dans tous les relevés : *Typha domingensis* avec des recouvrements forts ; *Azolla africana* et *Phragmites vulgaris* avec des recouvrements faibles.

En somme ; cette étude montre que :

- la richesse des axes en espèces envahissantes varie de 2 à 12 ; les adducteurs présentant généralement une plus grande diversité, ceci pourrait s'expliquer par une eutrophisation des drains qui permet le développement de certaines espèces très adaptées à ces conditions comme *Ceratophyllum demersum* et qui réduit par la même occasion la biodiversité de l'axe ;
- ces axes hydrauliques sont toutes colonisés par *Typha domingensis* et dans une moindre mesure par *Ceratophyllum demersum*, il faut aussi noter la fréquence de certaines espèces comme *Azolla africana*, *Phragmites vulgaris* et *Ludwigia leptocarpa*.

Les Jussies sont à surveiller sérieusement car dans certaines parties du monde, elles peuvent constituer de redoutables plantes envahissantes.

Le développement à certains endroits de *Oxycaryum cubense* qui forme un rideau devant le typhaie vers le lit est à signaler, de même que *Echinochloa stagnina*, qui elle peut être intéressante eu égard à ses nombreuses utilisations (fourrages etc.)

*Polygonum senegalense* prend de l'ampleur dans certains axes. Il est important de bien surveiller cette espèce.

*Salvinia molesta* autrefois envahissante mais contrôlée avec l'utilisation de *Cyrtobagus salviniae* présente toujours quelques foyers de résistance. Cette espèce mérite également une surveillance particulière. En outre, un suivi de *Cyrtobagus salviniae* devrait être réalisé.

Les Nénuphars présentent dans certains endroits de forts développements.

*Najas pectinata* est à prendre au sérieux. Sa proximité morphologique avec *Ceratophyllum demersum* masque parfois son envahissement puisqu'il peut être confondu à *Ceratophyllum*,

toutefois, elle très bien représentée dans la zone. Des foyers d'envahissement importants par cette espèce sont notés particulièrement dans le Parc National des Oiseaux de Djoudj (PNOD) mais aussi dans les axes hydrauliques et plus précisément dans la dépression de Krankaye.

#### 4-2-Cartographie des peuplements sur les axes hydrauliques

Cette cartographie de la distribution des peuplements sur les axes hydrauliques est basée sur les types de colonisations observées sur les berges et sur le lit (voir graphes et cartes)

##### Gorom

Dans l'axe Gorom, les deux berges gauche et droite se ressemblent quant à la composition spécifique et le type de colonisation. Cependant, pour cette dernière, une nette différence est observée entre le Gorom avant et le Gorom aval pour les deux berges. En effet, même si les mêmes espèces sont rencontrées en amont comme en aval, leur taux de colonisation est beaucoup plus important en aval avec une distribution presque continue des herbiers (*Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Oxycaryum cubense*, *Phragmites vulgaris*, *Typha domingensis*) (Photo ci dessous).



La colonisation du Gorom est si importante que l'on observe une fermeture de l'axe par endroit (Photos ci dessous).



Sur le lit de l'axe hydraulique, *Ceratophyllum demersum* présente un fort développement et se présente en herbier pratiquement continu qui ferme complètement l'axe hydraulique à plusieurs endroits surtout près de Mdoudoum Barrage, en amont de la prise de Krankaye (Photos ci dessous).



Ces différences entre Gorom amont et Gorom aval pourraient s'expliquer par une diminution du courant d'amont en aval avec une tranquillisation des eaux en aval, propice à un fort développement des plantes aquatiques envahissantes. Par ailleurs, en amont d'importants travaux de curage sont entrain d'être effectués.



Photo : Gorom Amont

### Lampsar

Dans l'axe hydraulique du Lampsar présente une distribution de la colonisation des végétaux assez proche sur les berges droite et gauche dans ses trois tronçons (amont, médian et aval). Toutefois, plus on s'éloigne de l'origine du Lampsar (Mboudoum Barrage), plus la colonisation prend de l'ampleur avec une plus grande diversité spécifique mais aussi un plus fort recouvrement des végétaux. En effet, de 4 à cinq espèces sur les berges droite et gauche de Lampsar Amont, le nombre d'espèce passe à 10-12 dans le Lampsar médian et le Lampsar Aval. En outre, la presque totalité des espèces dans le Lampsar amont sont pour la plupart du temps en herbiers dispersés ou discontinus à l'exception de *Ceratophyllum demersum* qui, dans certains points d'échantillonnage se présente en herbiers presque continus le long de la berge droite. Dans le Lampsar Médian et le Lampsar Aval, plusieurs espèces se présentent en herbiers presque continus aussi bien sur la berge droite que gauche : *Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Oxycaryum cubense* et *Typha domingensis*. Cette distribution pourrait s'expliquer par le ralentissement des courants au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'origine de Lampsar. Ainsi, les eaux devenues de plus en plus calmes offrent d'intéressantes opportunités de développement pour les plantes aquatiques. Toutefois, les travaux de faucardage ont réduit considérablement les populations de ces espèces.

Il faut noter que, sur ces trois tronçons, *Phragmites vulgaris* est souvent en herbiers dispersés ou tout au plus discontinus.

Il est important de remarquer que dans ces tronçons, *Polygonum senegalense* (Toun Toun) commence à prendre de l'ampleur.

La colonisation du lit de ces tronçons par *Ceratophyllum demersum* est assez remarquable avec des herbiers presque continus. En outre, d'autres espèces s'y développent même si leurs herbiers sont généralement dispersés ; il s'agit de *Ludwigia leptocarpa*, *Phragmites vulgaris*, *Oxycaryum*, *Polygonum senegalense* et *Typha domingensis*. Ceci pourrait

s'expliquer par une faible profondeur de ces axes ; leur reprofilage pourrait constituer une méthode de contrôle de ces végétaux.

### **Kassak**

Dans l'axe hydraulique Kassak, la composition spécifique des deux rives est presque identique (*Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Typha domingensis*, *Echinochloa stagnina*). Une ressemblance de la distribution des herbiers de chaque espèce est également notée entre les deux rives. En effet, *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* ont des herbiers quelquefois continus mais pouvant être par endroit dispersés. Les autres espèces ont des herbiers dispersés mais pouvant être de temps en temps plus denses mais discontinus.

Dans le lit, *Azolla africana* et *Ceratophyllum demersum* sont les espèces fréquentes ; la seconde présentant des herbiers presque continus.

### **Diawel**

Dans l'axe Diawel, il existe une certaine ressemblance floristique entre les deux berges (*Azolla africana*, *Bolboschoenus maritimus*, *Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Salvinia molesta*, *Typha domingensis*). En plus les herbiers des différentes espèces sont distribués pratiquement de la même façon dans les deux rives avec toutefois *Salvinia molesta* qui parfois se présente en herbiers presque continus sur la rive gauche.

Dans le lit de l'axe Diawel, *Ceratophyllum demersum* forme des herbiers presque continus alors que ceux de *Azolla africana* sont discontinus.

### **Réserve d'eau de Saint Louis**

Dans la réserve d'eau de Saint Louis, les deux rives ont la même composition spécifique (*Aeschynomene elaphroxylon*, *Ceratophyllum dmersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Oxycarym cubense*, *Potamogeton scheinfurthii*, *Salvinia molesta*, *Typha domingensis*).

Dans le lit de la Réserve, *Ceratophyllum* forme un tapis presque continu mais immergé et très discret au moment de nos observations (mai). *Potamogeton scheinfurthii* est bien représenté dans cet axe avec des herbiers discontinus mais parfois denses

### **Chenal SOCAS.**

Les mêmes espèces sont rencontrées sur les deux berges du chenal SOCAS avec une distribution de leurs herbiers quasi identique (*Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Echinochloa stagnina*, *Najas pectinata*, *Nymphaea lotus*, *Typha domingensis*). Ces herbiers sont dispersés. Il en est de même du lit du chenal dont l'envahissement par les plantes aquatiques est assez faible. Cela serait dû aux récents travaux de maintenance (janvier ou février) qui ont précédés cette présente étude (mai).

### Krankaye

La composition spécifique est la même entre les deux berges de l'axe Krankaye (*Ceratophyllum demersum*, *Phragmites vulgaris*, *Potamogeton schweinfurthii* et *Typha domingensis*). Cette composition est également proche de celle du lit de l'axe avec toutefois l'absence de *Phragmites vulgaris*. Cet axe est également récemment entretenu.

### Emissaire du Delta

Dans l'émissaire, *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea lotus*, *Phragmites vulgaris* et *Typha domingensis* sont retrouvés sur les deux rives avec des colonisations presque continues sauf pour *Nymphaea lotus*. Dans le lit, les mêmes espèces sont observées. Cet axe présente un très fort développement des plantes aquatiques envahissantes.

### Noar

Dans cet axe, les deux berges présentent la même composition spécifique et une physionomie très proche de l'envahissement. En effet, *Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Phragmites vulgaris* et *Typha domingensis* colonisent fortement les deux berges de l'axe hydraulique avec des herbiers presque continus. Seul *Pistia stratiotes* présente des herbiers dispersés. Dans le lit cet axe, *Azolla africana*, *Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia leptocarpa* forment des herbiers pratiquement continus.

Cet axe est très envahi par les plantes aquatiques qui parfois ferment le milieu.

### Mbeurbeuf

Les deux berges de cet axe ont pratiquement les mêmes compositions spécifiques avec *Azolla africana*, *Phragmites vulgaris* et *Typha domingensis*. Si les deux dernières ont des herbiers presque continus, la première (*Azolla africana*) elle a des herbiers très dispersés. Le lit de cet axe est occupé par deux espèces, *Typha domingensis* avec des herbiers presque continus et *Phragmites* avec des herbiers discontinus.

### Savoigne E

Dans l'axe Savoigne E, la rive droite est occupée par *Azolla africana* avec des herbiers dispersés et *Typha domingensis* avec des herbiers continus. Sur la rive gauche, à ces deux espèces qui ont la même physionomie que sur la rive droite, vient s'ajouter *Phragmites vulgaris* avec des herbiers dispersés. Dans le lit, *Typha domingensis* avec ses herbiers continus occupe cet axe.

### Natchié

Deux espèces occupent les deux rives : *Ceratophyllum demersum* avec des herbiers dispersés et *Typha domingensis* avec des herbiers discontinus. Dans le lit les mêmes espèces se retrouvent avec quand même des herbiers continus pour *Ceratophyllum demersum*.

## Ndiaël

Dans le Ndiaël, *Azolla africana* avec ses herbiers denses, *Ceratophyllum* et *Typha domingensis* avec leurs herbiers presque continus forment le peuplement des deux rives de cet axe. Dans le lit, les mêmes espèces avec les mêmes types de colonisation sont rencontrées sauf que *Bolboeschoenus maritimus* est rencontrées au lieu de *Azolla africana*.

### Conclusion :

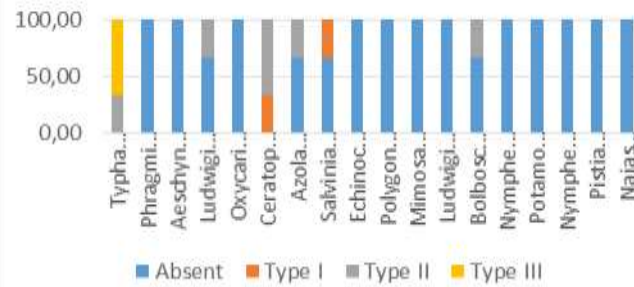
Pour la plupart des axes, il n'existe pas de différences significatives entre les compositions spécifiques et les types de colonisation des deux rives. Cette diversité est moins importante dans le lit mais la colonisation est souvent continue avec des tapis de *Ceratophyllum demersum* alors que dans les rives, *Typha domingensis* et *Phragmites vulgaris* sont les plus constantes en termes de fréquences et de colonisation.

Au regard des types et des indices de colonisation la plupart des axes hydrauliques sont vulnérables quant à l'intensité de la colonisation. Toutefois, certains adducteurs comme le Gorom aval, le Lampsar médian, la réserve d'eau de Saint Louis et certains émissaires de drainage comme le Ndiael, le Noar, le Ndiael et l'émissaire du Delta mérite une attention toute particulière pour tenter de gérer la prolifération des végétaux aquatiques envahissant et particulièrement *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis*.

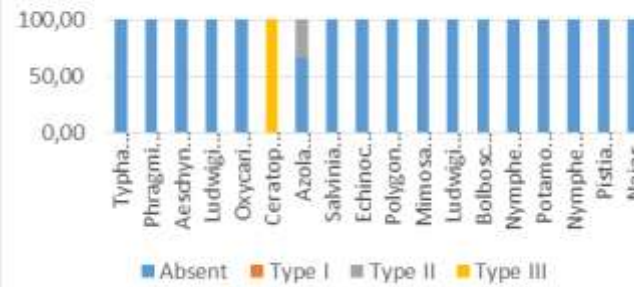




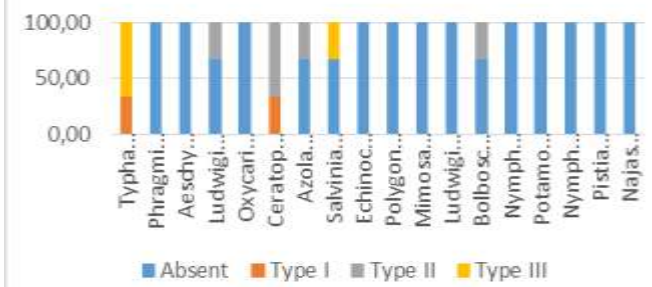
Diawel (RD)



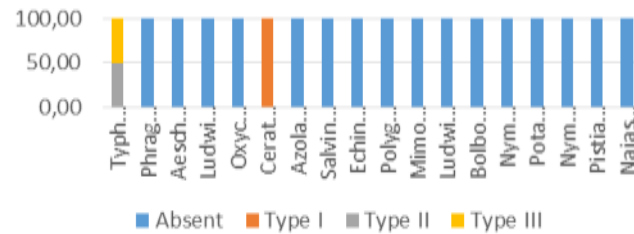
Diawel (Lit)



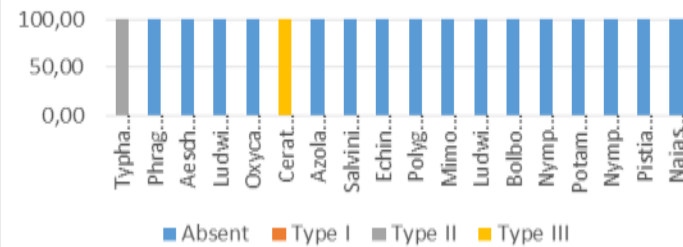
Diawel (RG)



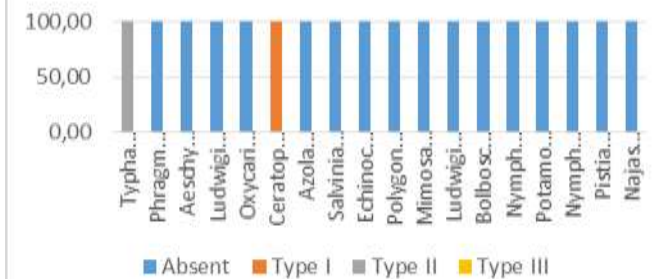
Natchié (RD)



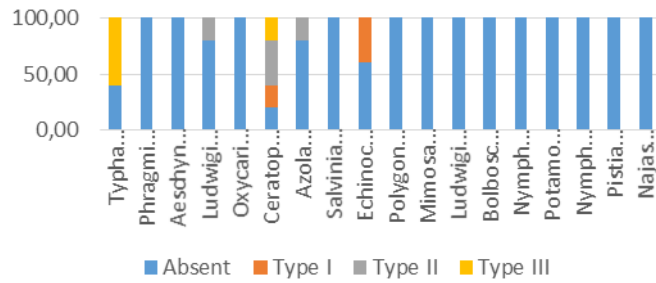
Natchié (Lit)



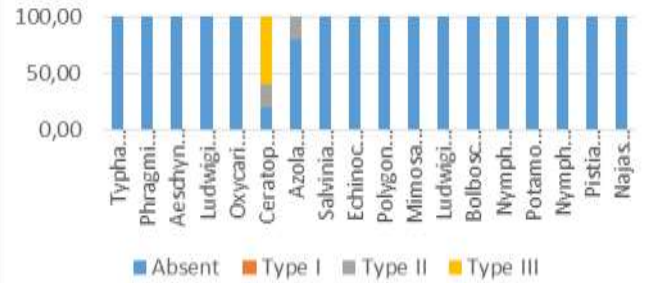
Natchié (RG)



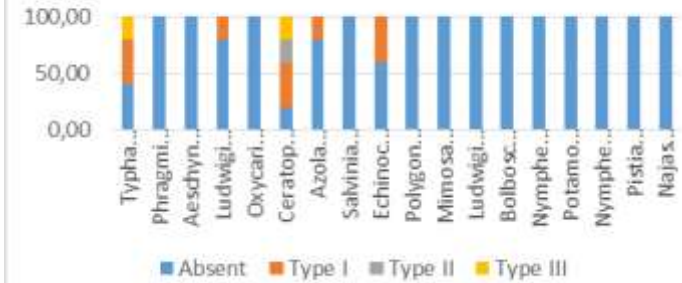
Kassak (RD)



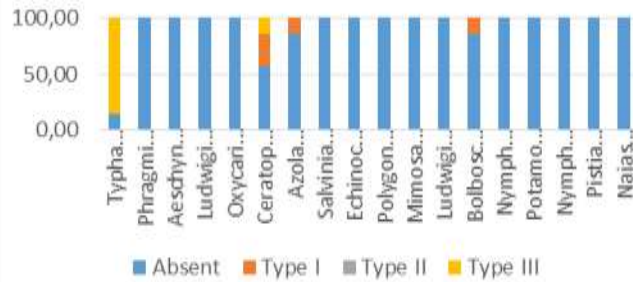
Kassak (Lit)



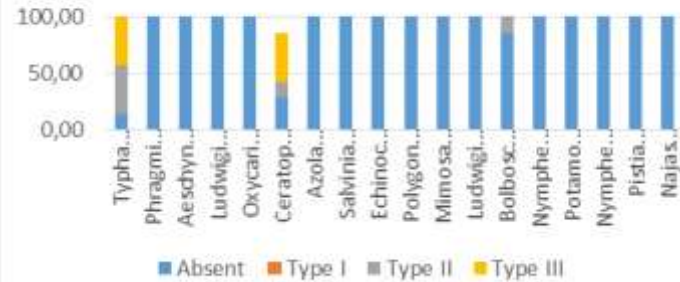
Kassak (RG)



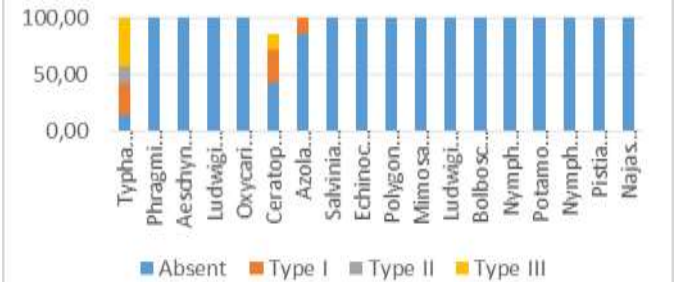
Ndiaël (RD)

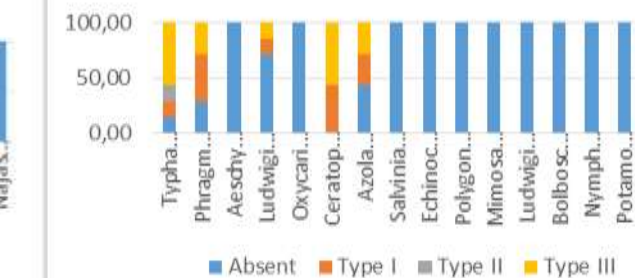
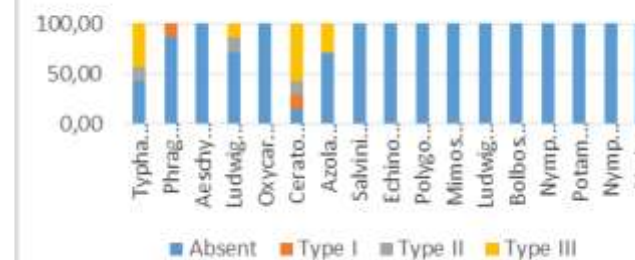
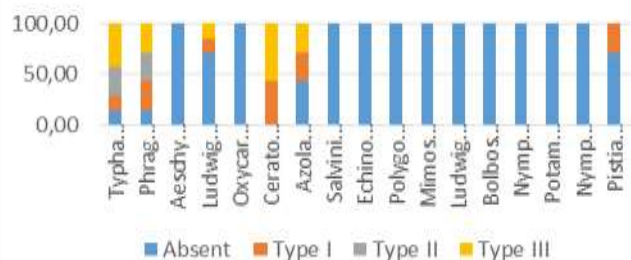
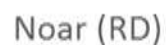
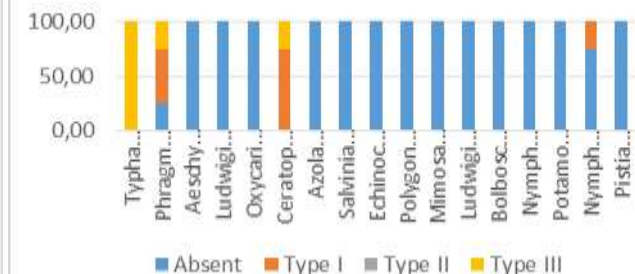
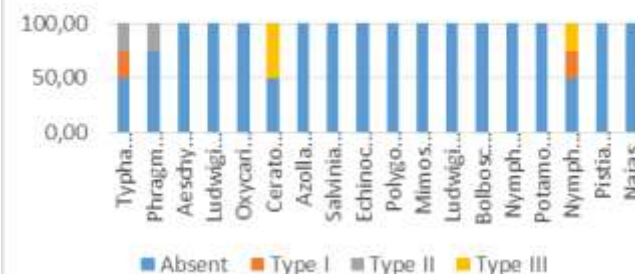
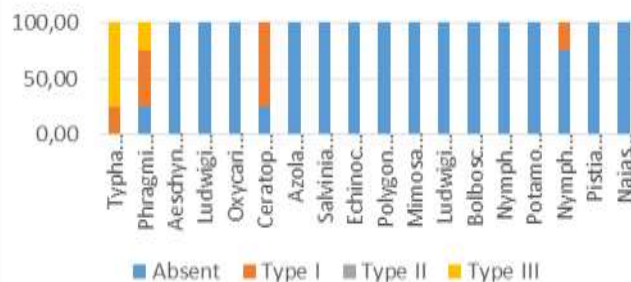
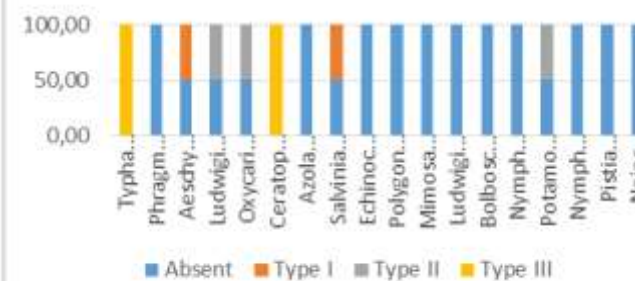
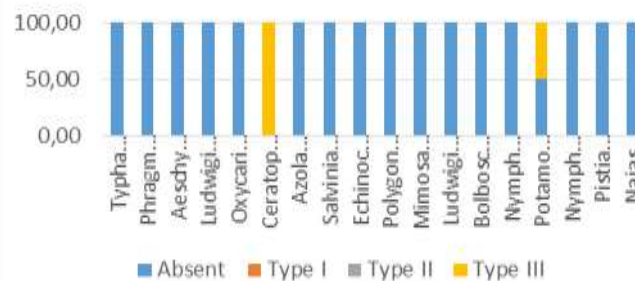
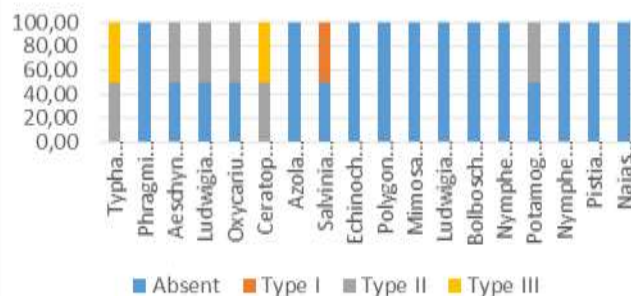


Ndiaël (Lit)

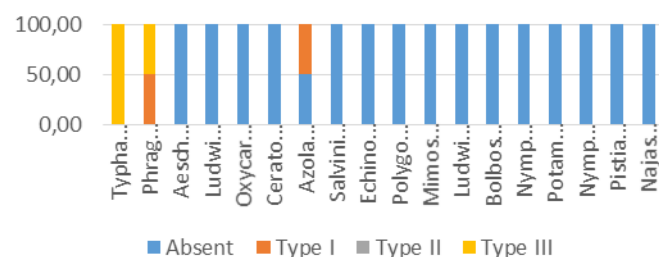


Ndiaël (RG)

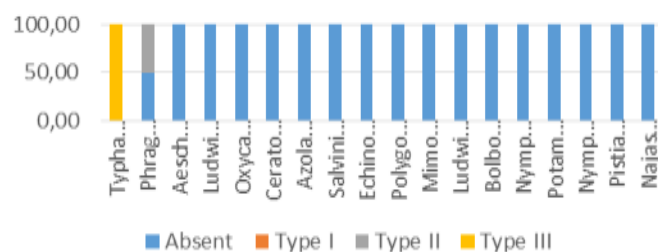




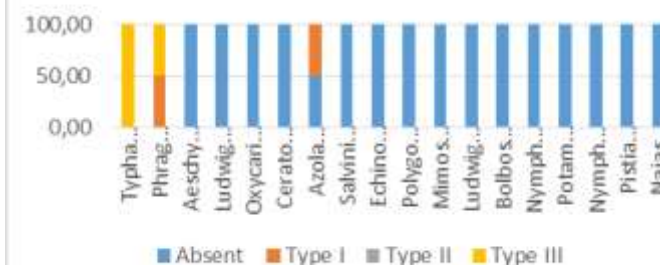
Mbeurbeuf (RD)



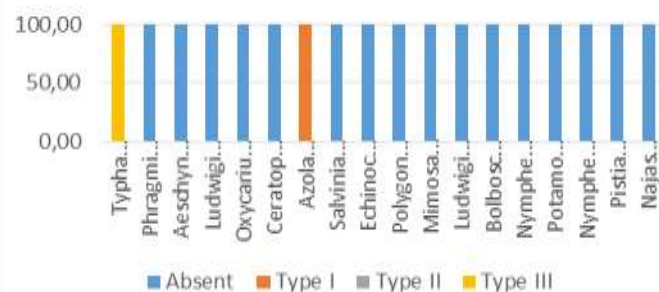
Mbeurbeuf (Lit)



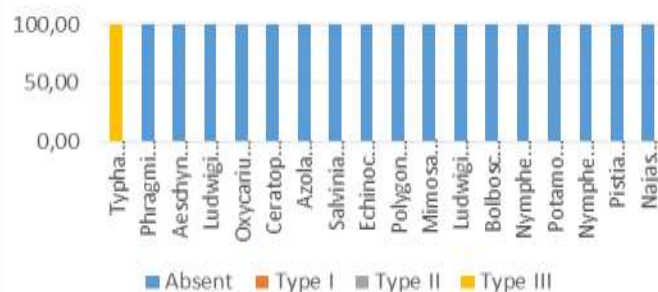
Mbeurbeuf (RG)



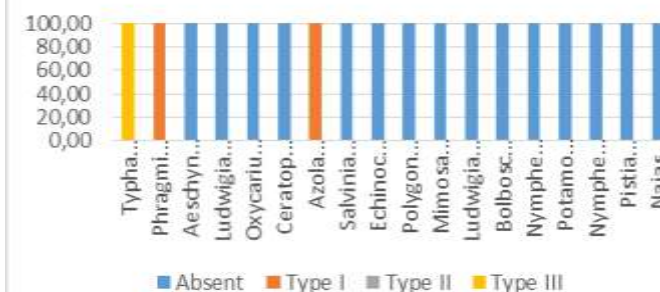
Savoigne E (RD)



Savoigne E (Lit)



Savoigne E (RG)



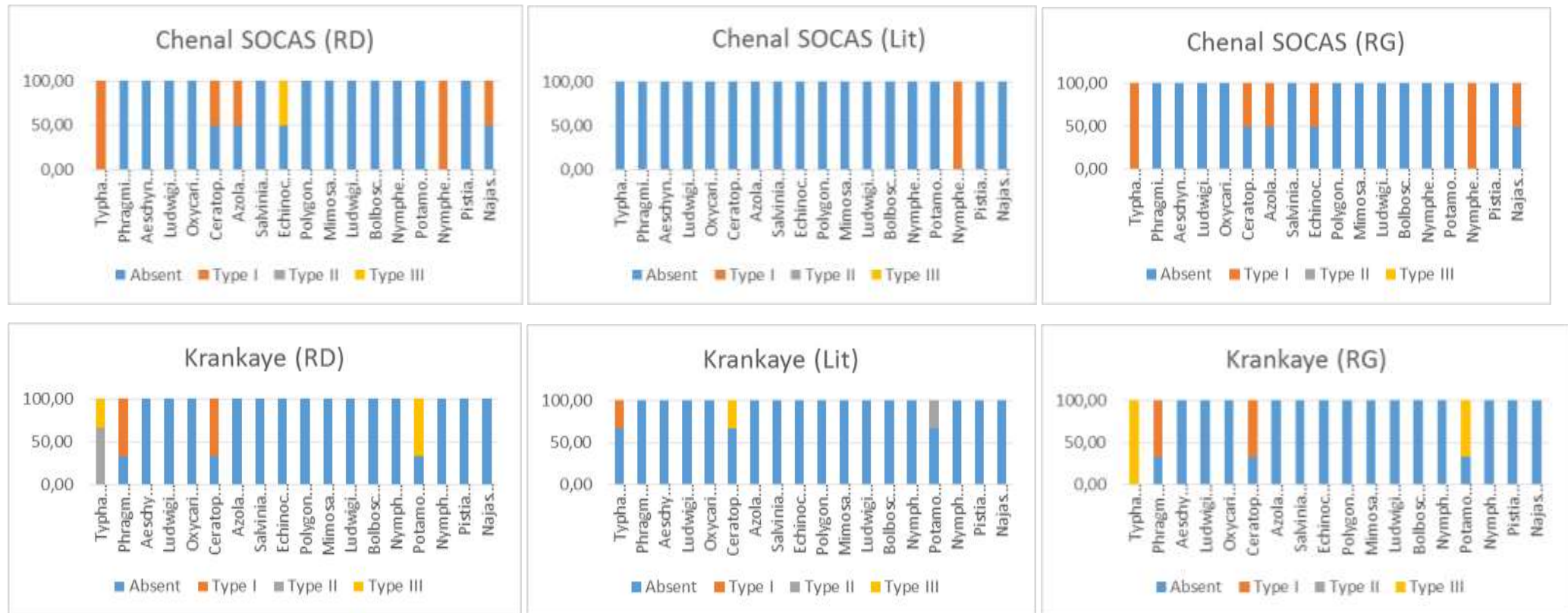


Figure 8: Types de colonisation dans les différents axes

RD = Rive droite; RG = Rive gauche

### 4-3-Explication de la colonisation

La capacité des macrophytes à coloniser un milieu aquatique est tributaire de relations complexes entre leurs capacités intrinsèques et l'environnement physico-chimique (éclairage, température, composition minérale et niveaux trophiques de l'eau...)

#### 4-3-1-Les capacités intrinsèques des espèces

Le potentiel de prolifération espèces est lié à leur aptitude à coloniser le milieu, à s'y maintenir et à se propager. Cette aptitude dépend ainsi de leur capacité à croître et à se produire rapidement. D'ailleurs, Peltre *et al.* (2002) estiment que cette aptitude dépend du fort pouvoir couvrant, de l'efficacité de la photosynthèse efficace, de l'importance du taux de croissance (biomasse importante), de l'efficacité de la reproduction (généralement végétative) et de la faculté de survie de l'espèce en conditions défavorables. Ces caractéristiques se retrouvent chez la plupart des 18 espèces considérées comme potentiellement envahissantes dans la zone d'étude et particulièrement chez *Ceratophyllum demersum* et *Thypha domingensis*, principales plantes aquatiques envahissant les axes hydrauliques de delta. En effet, Les espèces considérées comme envahissante ne présentent pas le même potentiel d'envahissement. C'est pour cette raison que la gamme d'espèce potentiellement envahissante a été élargie à ce cortège de 18 espèces qui devront faire l'objet d'une surveillance stricte pour éviter toute prolifération inattendue. Cela est d'autant plus pertinent que la plupart de ces espèces présentent localement des proliférations au niveau de certains axes hydrauliques.

Ces différences de performances des espèces quant à l'envahissement dépendent de leurs adaptations morphologiques, physiologiques, biologiques et écologiques.

Aux plans morphologiques et physiologiques, les plantes aquatiques peuvent masquer la pénétration de la lumière pour les autres espèces grâce à un développement fulgurant de la biomasse. C'est une des stratégies des hydrophytes immergées (Peltre *et al.*, 2002) comme *Ceratophyllum demersum* et *Potamogeton spp.* mais aussi d'autres hydrophytes flottants comme *Azolla africana*, *Najas pectinata* *Nymphaea spp.*, *Pistia stratiotes* et *Salvinia molesta*. Il faut dire que cet attribut est très bien partagé chez les plantes potentiellement envahissantes de la zone. En effet, même les espèces enracinées sur la berge (*Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis*, *Polygonum senegalense* *Typha domingensis*) ou celles situées plus en profondeur (*Echinochloa stagnina*, *Ludwigia spp.*, *Oxycaryum cubense*,) présentent cette caractéristique qui explique leur dominance dans la communauté.

Des adaptations physiologiques sont également mises en œuvre par ces espèces pour réussir leur colonisation. En effet comme l'ont si bien dit certains auteurs (Brown *et al.*, 1974 ; Maberly et Spence, 1983 ; Madsen *et al.*, 1991; Peltre *et al.*, 2002), ces espèces présentent une activité photosynthétique très efficace avec la capacité d'utiliser, dans certaines conditions d'alcalinité et de pH, outre le CO<sub>2</sub> dissous, les ions bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

En ce qui concerne les caractéristiques biologiques, la reproduction joue un rôle de premier plan dans l'explication des potentialités d'envahissement de ces espèces. Ces dernières sont généralement capables d'utiliser toutes les formes de reproduction (végétative, asexuée et sexuée). Toutefois, la reproduction végétative est le principal type de multiplication mis en jeu par ces espèces. Elle se fait grâce à des modalités très variées : bouturage par la fragmentation des tiges (*Ceratophyllum demersum*, *Ludwigia adscendens*, *Pistia stratiotes*, *Potamogeton spp.*, formation de rhizomes, stolons ou tubercules (*Echinochloa stagnina*, *Mimosa pigra*, *Phragmites vulgaris*, *Typha domingensis* etc.)

La reproduction asexuée est mise en œuvre chez certaines espèces comme *Ceratophyllum demersum* avec la formation d'organes particuliers appelés hibernacles qui sont en réalité des bourgeons.

La reproduction sexuée est aussi pratiquée avec souvent la formation de nombreuses graines capable de se disséminer sur de larges étendues et de germer.

Ce mode est particulièrement utilisé par *Typha domingensis* d'où l'ampleur de sa prolifération. En plus *Mimosa pigra* est une espèce redoutable de ce point de vue c'est pourquoi nous avons tenu à signaler sa présence et à attirer l'attention sur cette espèce qui est listée parmi les 100 espèces les plus envahissantes au monde. Son envahissement est redoutable puisqu'en plus de présenter les deux modes de reproduction, c'est une plante épineuse qui a causé des dégâts considérables, dans les années 2000, dans le parc Niokolo Koba avec la fermeture de mares comme celles de Kountadala et dans une moindre mesure celle de Simenti.

Il faut cependant remarquer que la reproduction sexuée est un mode de multiplication secondaire pour les macrophytes (Peltre *et al.*, 2002). Pour ces auteurs, sa fonction principale est d'assurer la pérennité de l'espèce et éventuellement la colonisation de nouveaux sites. En effet, le milieu aquatique n'est pas un milieu favorable à l'aboutissement d'une floraison ou d'une fécondation malgré certaines adaptations telles que l'épi floral vertical et la floraison en surface (Sculthorpe, 1967). En outre, même si la fécondation a eu lieu, le rendement de la germination est souvent très faible. Pour *Ceratophyllum demersum*, les fruits mûrs coulent immédiatement et pourront germer. Toutefois, ce mode de dissémination est relativement peu efficace dans les plans d'eau car les graines se déplacent peu (Collectif, 1997).

Après leur établissement et leur maintien dans le milieu, les plantes envahissantes se propagent et élargissent leur aire de répartition en dispersant leurs semences par hydrochorie au gré du courant (*Ceratophyllum demersum*, *Pistia stratiotes*, *Potamogeton spp.*, *Salvinia molesta*, *Typha domingensis* etc.). Certaines espèces propagent leurs organes de dissémination par le vent ou anémochorie (*Phragmites vulgaris*, *Typha domingensis*). Certaines espèces profitent des animaux (zoohorie) pour transporter leurs propagules. En effet, ces végétaux constituent souvent des refuges pour ces animaux qui, lors de leurs mouvements, transportent les semences.

La phénologie des espèces est un bon indicateur du potentiel d'envahissement des espèces. D'ailleurs une bonne stratégie de gestion devra prendre en compte les informations concernant la phénologie. En effet, le faucardage des espèces à reproduction sexuée (*Mimosa pigra*, *Phragmites vulgaris*, *Typha domingensis* etc.) pendant la période de fructification est le meilleur moyen de disperser l'espèce et d'exacerber la prolifération.

Ces potentialités d'envahissement intrinsèques aux espèces ne peuvent pas à elles seules expliquer les proliférations végétales. En effet, les caractéristiques environnementales doivent également convenir aux espèces pour leur développement.

#### 4-3-2-Caractéristiques de l'environnement

Dans notre zone d'étude, une série de modifications physico-chimiques ont créé un terrain favorable pour les fièvres végétales. Dans le delta, le développement des macrophytes est variable au cours du temps. L'espèce la plus citée est sans nul doute *Typha domingensis* qui a connu des périodes de forts développements suivi de période de régression de ses populations. Ainsi, par exemple dans le lac de Guiers, cette espèce a connu une phase d'important développement dans les années 1950 (Traoré, 1995) avant de subir une régression entre 1970 et 1985 à la suite des périodes de sécheresse des années 1970 (Thiam, 1984).

Avec les nouvelles conditions hydrologiques de la vallée suite à la construction des barrages de Diama et de Manatali, cette espèce et tout un cortège d'autres végétaux aquatiques se sont développés à un rythme effréné se traduisant par l'état actuel d'envahissement des eaux naturelles ou artificielles de la vallée. Ce constat est fait par plusieurs auteurs (Diaw *et al.*, 1990 ; Cogels *et al.*, 1993 ; Thiam *et al.*, 1993). D'ailleurs Cogels (1984) relate un important

développement des macrophytes aquatiques telles que *Aeschynomene elaphroxylon*, *Vetivera nigriflora*, *Typha australis*, *Tamarix senegalensis*, *Phragmites australis*, *Parkinsonia aculeata*, *Nymphaea lotus*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia adscendens*, *Echinochloa stagnina*, *Nymphoides ezannoi* et *Vossia cuspidata*.

L'adoucissement et la stabilisation des eaux suite aux barrages n'est pas étranger à ces fièvres végétales.

En somme, ces forts développements des macrophytes peuvent trouver leur explication dans les modifications des milieux suite aux barrages (adoucissement et stabilisation des eaux) mais aussi dans les nouvelles pratiques agricoles tendant à l'intensification avec une utilisation importantes d'intrants (pesticides, fertilisants) entraînant une eutrophisation des eaux.

La recherche de descripteurs clés à l'origine de la colonisation de certains axes hydrauliques a conduit à réaliser les analyses dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

**Tableau 10: composition chimique des axes hydrauliques**

| Axe                    | pH   | CE<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Na      | K     | Ca     | Mg     | PO <sub>4</sub> |
|------------------------|------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|---------|-------|--------|--------|-----------------|
| Fleuve Sénégal (Ronkh) | 6,95 | 162                               | 24,4                          | 32,06           | 6,35                          | 6,49                         | 16,76   | 3,61  | 8,12   | 3,33   | 0,077           |
| Lamsar 1               | 6,89 | 114                               | 42,7                          | 14,12           | 2,01                          | 0,57                         | 5,75    | 1,25  | 8,83   | 4,36   | 0,002           |
| Lamsar 2               | 6,86 | 90                                | 30,5                          | 12,35           | 1,98                          | 1,15                         | 6,91    | 1,48  | 6,56   | 2,33   | 0,002           |
| Ndiael 1               | 7,03 | 3100                              | 128,1                         | 838,60          | 139,3                         | 135,08                       | 410,57  | 11,9  | 96,45  | 77,49  | 0,016           |
| Ndiael 2               | 7,14 | 930                               | 85,4                          | 229,71          | 34,88                         | 34,16                        | 121,94  | 5,52  | 29,3   | 23,51  | 0,002           |
| Ndiael 3               | 7,18 | 855                               | 85,4                          | 203,65          | 30,56                         | 41,19                        | 119,36  | 4,82  | 28,72  | 16,57  | 0,004           |
| Ndiael 4               | 7,03 | 370                               | 61                            | 76,70           | 12,4                          | 11,92                        | 45,09   | 3,08  | 11,2   | 10,69  | 0,021           |
| Ndiael 5 Pont          | 6,76 | 3050                              | 97,6                          | 821,85          | 99,03                         | 187,34                       | 421,85  | 9,9   | 56,89  | 91,80  | 0,026           |
| Ndiael 5               | 7,81 | 9400                              | 384,3                         | 3102,4<br>0     | 107,63                        | 2,29                         | 1280,36 | 24,3  | 183,36 | 350,31 | 0,009           |
| Ndiael 6               | 6,76 | 1585                              | 61                            | 388,40          | 82,45                         | 118,73                       | 206,75  | 8,88  | 41,27  | 40,54  | 0,048           |
| Ndiael 7               | 6,89 | 2395                              | 54,9                          | 580,28          | 112,07                        | 237,25                       | 338,31  | 12,16 | 57,12  | 62,50  | 0,027           |
| Gorom 1                | 7,18 | 97                                | 36,6                          | 11,94           | 2,79                          | 0,26                         | 8,53    | 2,27  | 5,7    | 2,86   | 0,003           |
| Gorom 2                | 7,11 | 80                                | 30,5                          | 10,29           | 3,47                          | 0,15                         | 6,23    | 1,65  | 4,91   | 2,85   | 0,001           |
| Gorom 3                | 7,24 | 195                               | 85,4                          | 17,94           | 8,54                          | 0,31                         | 6,41    | 3,66  | 22,4   | 5,83   | 0,043           |
| Ekssor 1 (Nathie)      | 7,14 | 1090                              | 97,6                          | 297,56          | 24,88                         | 3,15                         | 140,28  | 9,12  | 33,84  | 23,18  | 0,015           |
| Ekssor 2 (Nathie)      | 7,2  | 1130                              | 109,8                         | 296,80          | 25,5                          | 30,27                        | 164,25  | 9,1   | 29,02  | 23,68  | 0,025           |
| Nathie 1               | 7,5  | 1560                              | 103,7                         | 458,60          | 45,92                         | 0,81                         | 224,12  | 8,84  | 45,25  | 33,26  | 0,001           |
| Karankaye              | 6,67 | 104                               | 24,4                          | 14,10           | 1,71                          | 8,45                         | 10,82   | 1,48  | 4,8    | 1,94   | 0,005           |
| Mbeurbeuf              | 6,98 | 846                               | 91,5                          | 129,80          | 168,35                        | 1,41                         | 94,55   | 4,81  | 52,6   | 16,65  | 0,004           |
| Chenal Socas           | 6,8  | 115                               | 24,4                          | 18,24           | 2,1                           | 7,22                         | 7,14    | 3,24  | 4,92   | 4,25   | 0,005           |
| Ndiaye                 | 7,06 | 850                               | 97,6                          | 171,07          | 114,65                        | 3,06                         | 115,3   | 4,86  | 32,8   | 18,95  | 0,003           |
| Drain Savoigne         | 7,18 | 1350                              | 164,7                         | 211,23          | 231,4                         | 4,18                         | 140,32  | 11,27 | 102,04 | 20,41  | 0,056           |
| Lampsar                | 6,87 | 115                               | 30,5                          | 16,62           | 7,03                          | 2,09                         | 13,84   | 1,3   | 4,02   | 2,67   | 0,003           |
| Gorom                  | 6,84 | 118                               | 30,5                          | 18,20           | 3,03                          | 7,45                         | 12,66   | 2,61  | 4,12   | 3,77   | 0,034           |
| Station Gaella         | 6,71 | 93                                | 30,5                          | 15,60           | 1,97                          | 0,53                         | 10,57   | 1,41  | 4,8    | 2,44   | 0,006           |

Tableau 11: Variance, pourcentage de variance et pourcentage cumulé des variance des cinq premiers axes factoriels. En gras les deux axes choisis

|                      | F.1          | F.2          | F.3   | F.4   | F.5   |
|----------------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|
| Variance             | 7,42         | 1,58         | 0,94  | 0,66  | 0,31  |
| % de variance        | <b>67,43</b> | <b>14,39</b> | 8,57  | 5,99  | 2,84  |
| % cumulé de variance | <b>67,43</b> | <b>81,82</b> | 90,38 | 96,38 | 99,21 |

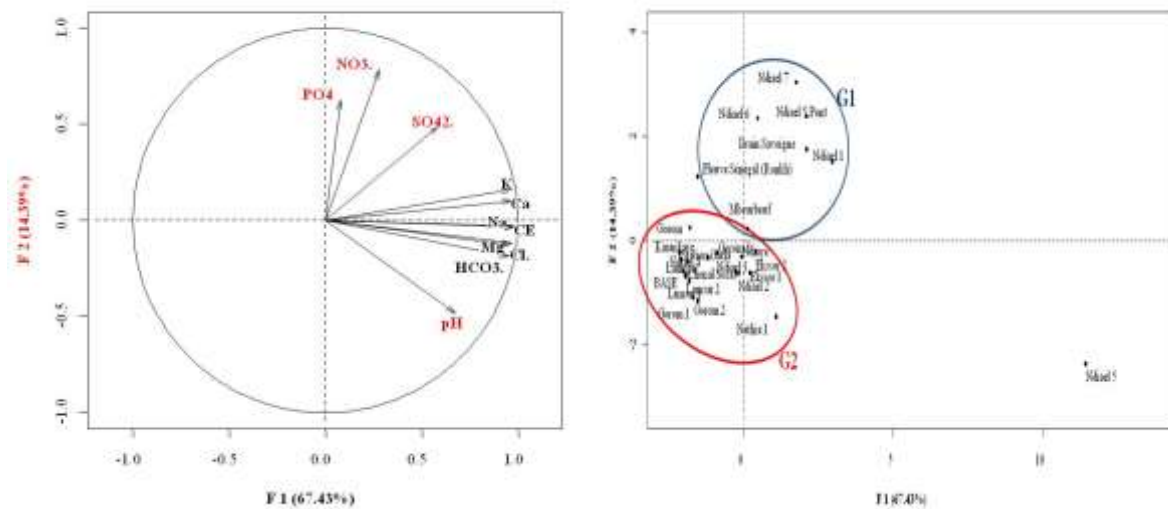


Figure 9: Analyse en Composante Principale, cercle de corrélation des variables (A) et répartition des axes hydrauliques (B) dans le plan factoriel F1 x F2

Dans les axes étudiés, le pH varie peu et est proche de la neutralité en général (Tab. ). Les faibles variations observées pourraient s'expliquer par des apports exogènes provenant des activités agricoles (drainage) mais aussi par l'activité photosynthétique des végétaux qui colonisent assez fortement ces axes.

La conductivité est en plus faible dans les adducteurs que dans les émissaires de drainage (Tab.). Cette augmentation de la conductivité dans les drains pourrait s'expliquerait par une augmentation des apports de substances dissoutes provenant des activités agricoles mais aussi par la faiblesse du débit d'alimentation des émissaires qui entraînerait une plus grande concentration en ions.

Les teneurs en cations (Na, K, Ca, Mg) sont plus importantes dans les émissaires de drainage (Tab. ).

Les teneurs en anions à savoir les bicarbonates ( $\text{HCO}_3$ ), les chlorures (Cl), les sulfates ( $\text{SO}_4$ ), les nitrates ( $\text{NO}_3$ ) et les phosphates ( $\text{PO}_4$ ) sont généralement plus faibles dans les adducteurs que dans les émissaires de drainage (Tab. ).

La matrice des données croisant 13 axes hydrauliques x 11 paramètres chimiques a été soumise à une ACP. La figure X présente le cercle de corrélation des variables (A) et

répartition des hydrauliques (B) dans le plan factoriel F1 x F2 de la zone d'étude. Les axes F1 et F2 sont les plus corrélés avec les facteurs étudiés. Ces deux premiers axes concentrent 81,82 % de la variabilité observée, soit 67,43 % pour l'axe F1 et 14,39 % pour l'axe F2. L'essentiel de l'analyse est faite dans le plan formé par ces deux axes factoriels (Tableau x). L'axe F1 qui explique 67,43 % de la variance totale est un axe de gradient permettant une séparation des adducteurs dans les abscisses négatives et des émissaires de drainage dans les abscisses positives. Les paramètres chimiques (CE, HCO<sub>3</sub>, CL, Na, K, Ca et Mg) contribuent pour 88 % à la formation de l'axe F1. L'axe F2 qui explique 14,39 % de la variance totale est un axe d'opposition entre les axes hydrauliques dont les eaux sont riches en éléments minéraux (PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> et SO<sub>4</sub>) dans les ordonnées positives et ceux dont les eaux sont alcalins (pH) dans les ordonnées négatives. La figure XB représente la répartition des axes hydrauliques en fonction des paramètres chimiques dans le plan formé par les axes factoriels F1 et F2. L'axe F1 permet d'isoler l'axe hydraulique Ndiael 5 caractérisé par ses eaux alcalines dans les abscisses positives. L'axe F2 va opposer les axes hydrauliques dont les eaux ont une importante teneur en éléments chimiques correspondant aux émissaires de drainage (Ndiael ; Fleuve Sénégal-Ronkh, MBeurbeuf et Drain Savoigne) dans les ordonnées positives à ceux dont les eaux à faibles concentrations en substances chimiques correspondant aux adducteurs (Gorom, Lampsar, Nathie, Réservoir d'eau de Saint-Louis, Diawel, Krankaye...) dans les ordonnées négatives.

Il est bien établi que les caractéristiques physicochimiques des eaux varient en fonction de plusieurs facteurs tels que la nature du substrat, les conditions climatiques, les actions anthropiques, la nature et la densité des couvertures végétales. Les axes hydrauliques étudiés étant fortement liés aux activités agricoles dans la vallée (Délégation de Dagana), les différences de teneurs observées entre les adducteurs et les émissaires de drainage pourraient s'expliquer par les apports de fertilisants (engrais) et de produits phytosanitaires dans la perspective de l'intensification de la riziculture.

L'importance des teneurs en sulfates dans les émissaires pourrait être citée parmi les facteurs pouvant expliquer la faible richesse spécifique des drains par rapport aux adducteurs. En effet, même si les végétaux ont besoins des sulfates, leur excès dans le milieu pourrait réduire le nombre d'espèces. En plus, les sulfates pourraient être transformés, par les bactéries en milieu pauvres en oxygène, en sulfures ou en hydrogène sulfuré qui pourraient être toxiques pour certaines espèces végétales.

En ce qui concerne l'azote, l'ion nitrate est la forme la plus commune et la plus stable dans les eaux bien oxygénées. Il est peu toxique pour les macrophytes, un minimum écophysiologique de l'ordre de 0.1 mg.l<sup>-1</sup> est nécessaire pour la croissance végétale (Westlake, 1975 ; Carbiener *et al.*, 1990). C'est pourquoi dans cette étude, seule la teneur de l'eau en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a été dosée. Cette étude a montré que les adducteurs sont pauvres en nitrate, alors que les émissaires de drainage sont très riches en nitrate.

La teneur en ces éléments, particulièrement les nitrates et les phosphates, donne une idée sur le statut trophique des eaux des axes étudiés. Cette étude a montré que les adducteurs sont pauvres en ces principaux éléments chimiques, d'où leur oligotrophie alors que les émissaires de drainage sont très riches en ces éléments et sont par conséquent des milieux eutrophes.

Cette eutrophisation est une explication possible pour cette exacerbation de la prolifération végétale.

En somme, plusieurs éléments environnementaux majeurs peuvent permettre de comprendre ces colonisations : milieux calmes, bien éclairés, peu profonds, à températures variables et à niveaux trophiques plus ou moins élevés. Toutefois, *Ceratophyllum demersum* peut se rencontrer à de grandes profondeurs (jusqu'à 10 m), puisque, contrairement aux hydrophytes fixés, il n'a pas de racines à alimenter en oxygène (Collectif, 1997). Cette espèce est adaptée aux faibles éclaircissements ce qui explique aussi sa présence dans les zones profondes. Elle tolère ainsi les eaux turbides mais pas les fortes intensités lumineuses (Collectif, 1997). Comme cette plante est peu ou pas fixée, elle préfère les eaux calmes, peu agitées (Collectif, 1997).

*Ceratophyllum demersum* se développe sur les sites dont le fond comporte des particules fines (Collectif, 1997), il préfère les substrats vaseux (Godin, 2000).

Il faut toutefois comprendre la difficulté de donner avec certitude les causes des proliférations végétales. En effet, une des principales difficultés réside dans la définition du ou des facteurs prédominants ou déclenchant, au sein de situations variées liées au cumul des différents facteurs à l'origine de ces phénomènes (Peltre *et al.*, 2002). Toutefois, les déséquilibres observés dans le milieu doivent être pris au sérieux et des solutions pour rétablir la « normalité » du milieu doivent être trouvées.

#### 4-4-Effets de la prolifération

Le développement excessif d'une espèce est toujours accompagné d'un cortège de conséquences parfois positives mais la plupart du temps négatives. Dans le cadre de cette étude, la détermination des effets positifs ou négatifs de la prolifération des végétaux envahissant a été réalisée grâce à la revue bibliographique, aux enquêtes et aux entretiens réalisés sur le terrain.

Les axes hydrauliques concernés par cette étude sont des zones humides artificielles très importantes pour l'homme mais aussi pour la biodiversité. En effet, en plus de de leurs fonctions agricoles (irrigation et drainage), elles peuvent constituer d'importants habitats pour la flore et la faune. Toutefois, la prolifération de certains végétaux peut engendrer des effets qui peuvent être de divers ordres : écologiques, socio-économiques et sanitaires.

##### 4-4-1-Les effets écologiques

Ces axes hydrauliques sont des zones humides qui, comme le stipule Mboup (2014) peuvent être des lieux de transit d'eaux, de matières minérales et organiques et remplissent des fonctions écologiques très importantes du fait des interactions naturelles entre la structure et les processus de l'écosystème qui s'y produisent. Ces axes hébergent une flore parfois assez diversifiée. Cependant, certaines espèces peuvent présenter de grandes proliférations qui malgré leur aspect spectaculaire peuvent avoir des effets positifs pour les populations et pour l'écosystème.

La végétation constitue un élément productif essentiel. La matière organique produite peut être une importante source de nourriture pour certaines espèces animales. Par ailleurs, cette

végétation peut jouer un rôle essentiel dans la production primaire, l'oxygénation des milieux, l'amélioration du microclimat et le transfert de nutriments.

La végétation des zones humides peut permettre le ralentissement du débit des eaux de crue (Mboup, 2014). Les végétaux qui poussent sur la berge (hélophytes) peuvent fixer les sédiments et jouer un rôle protecteur important contre l'érosion des berges et même du lit par dissipation de l'énergie du courant

Il faut noter que certaines plantes aquatiques comme *Ceratophyllum demersum* peut fixer et concentrer les micropolluants métalliques et organiques qui se trouvent dans le milieu. Ainsi, cette espèce peut être utilisée dans la phytoremédiation à cause de sa capacité à fixer des métaux lourds (Prasad *et al.*, 2001). Cette aptitude ne manque pas des problèmes quant à la valorisation des déchets de cette espèce. Ainsi, il faut bien cerner ce phénomène avant toute proposition de valorisation de ces végétaux et des déchets des travaux de maintenance (étude en cours).

Cette végétation peut constituer une zone de refuge et de nidification pour certaines espèces d'oiseaux, de mammifères et de poissons. Elle peut être le refuge d'espèces utiles. D'ailleurs, selon Mboup (2014), le delta fait aussi figure de dernier refuge pour quelques espèces menacées comme les lamantins, les crocodiles, les phacochères, les gazelles etc. Ceci est logique puisque ces végétaux peuvent constituer des habitats mais aussi un support pour les pontes de diverses espèces. Par exemple, les poissons peuvent y trouver un abri contre la lumière, le courant et les prédateurs.

Il faut noter également que cette végétation est importante dans la séquestration du carbone et peut, par conséquent, jouer un rôle dans la lutte le réchauffement climatique.

Malgré ces quelques avantages, les proliférations de plantes peuvent créer des déséquilibres écologiques et être à l'origine plusieurs problèmes écologiques : transformation de l'écosystème et diminution de la biodiversité etc..

Dans les axes hydrauliques les proliférations végétales et principalement celles de *Typha domingensis* et de *Ceratophyllum demersum* peuvent perturber le cycle de l'oxygène, avec sursaturation diurne par la photosynthèse active et effondrement nocturne par la respiration. Elles peuvent occasionner des changements de l'architecture des principaux habitats tendant vers leur homogénéisation. La présence de ces espèces favorise les dépôts de sédiments dans le lit des axes ce qui provoque un envasement par la sédimentation. En outre, ces développements végétaux peuvent accélérer le comblement des biotopes avec une accumulation de matière organique favorisée par la prolifération de certaines plantes aquatiques. Ces phénomènes (envasement et dépôt de matières organiques) modifient progressivement le lit avec des risques avérés de changement de leur cours.

Ces proliférations peuvent être à l'origine de modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu. Elles peuvent dégrader les systèmes d'irrigation et de drainage et entraver l'écoulement et la circulation de l'eau.

Les fruits de *Typha* libérés dans le vent occasionnent une dégradation de l'environnement et constituent une gêne considérable pour les populations (pollutions de l'air)

Les proliférations végétales peuvent occasionner l'érosion de la biodiversité animale et végétale qui peut être de deux types : les extinctions fonctionnelles et la disparition d'espèces.

Les proliférations végétales peuvent entraîner la destruction des habitats en milieu continental comme l'ont remarqué Wilcove *et al.* (1999). Elles peuvent entraîner des pertes de biodiversité avec la disparition d'espèces peu compétitives. En outre, des extinctions fonctionnelles peuvent avoir lieu avec des espèces qui, en raison de la compétition interspécifique, subissent des réductions considérables de leurs populations à tel enseigne qu'elles peuvent perdre leur rôle dans l'écosystème (rôle de ressource trophique pour une autre espèce, lieu de ponte, nidification).

Ces macrophytes entrent en compétition avec le phytoplancton pour les sels nutritifs et pour la lumière (Sané *et al.*, 2013). En outre, la capacité d'oxygénation de leur rhizosphère leur permet d'élever le potentiel redox du milieu ; celui-ci tend à réduire le taux de transfert de certains métaux (Fe, Mn) et des nutriments sédimentaires vers l'eau libre (Jaynes et Carpenter, 1986 in Sané *et al.*, 2013).

#### 4-4-2-Les effets socio-économiques

Les proliférations peuvent avoir des effets positifs et négatifs.

Parmi les effets, positifs figurent les usages offerts par ces plantes envahissantes (Fig. 10).

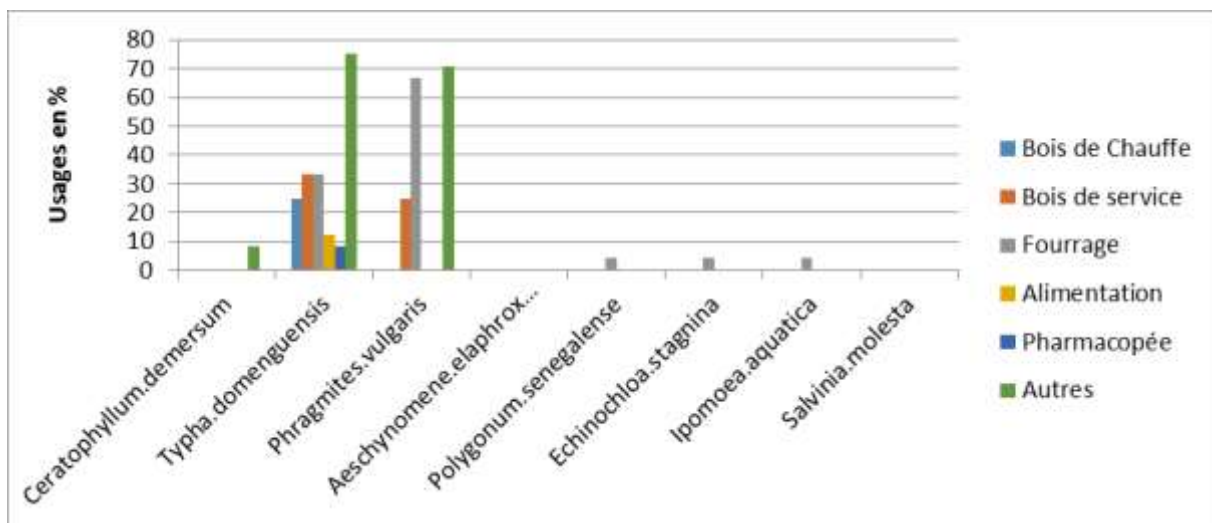


Figure 10: Utilisations des VAE dans la zone d'étude

Selon les populations, *Typha domingensis* offre beaucoup de perspectives d'utilisation. En effet, il peut être utilisé comme bois de service (fabrication de nattes avec les feuilles de *Typha*) et de bois de chauffage puisque du charbon est fabriqué à partir de la biomasse. Cette biomasse peut servir de source alimentaire (jeunes pousses consommées par les enfants) et de fourrage (vache). D'autres espèces peuvent également être utilisées comme fourrage pour les animaux dans une zone où l'élevage joue un rôle socioéconomique très important (*Echinochloa stagnina*, *Ipomoea aquatica*, *Polygonum senegalense*, *Phragmites vulgaris*).

En ce qui concerne *Typha domingensis*, plusieurs usages possibles sont cités dans la littérature et explique une certaine convoitise du Typha dans la vallée par plusieurs acteurs (PERACOD, PREDAS, PRO-NATURA CSS, SDE, GES, coopération suisse, GIZ) pour la valorisation de sa biomasse (Ethanol, centrale électrique, briquet de charbon, matériau de construction, isolant thermique, mulch, vannerie etc

Contrairement à ces espèces, peu d'usages sont connus pour *Ceratophyllum demersum* pour les populations de la vallée. Toutefois, dans la littérature, plusieurs usages sont cités pour cette espèce. Elle constitue un refuge précieux pour les alevins.

En effet, cette plante est une plante d'aquarium et présenterait des effets allélopathiques contre les algues. En effet, avec sa croissance rapide et ses besoins importants en minéraux, elle entre en compétition avec les algues pour ces éléments nutritifs. En outre, elle peut sécréter des toxines néfastes à certaines algues. De nombreuses études ont démontré le rôle fondamental des interactions allélopathiques dans la régulation de la structure, de la diversité et de la productivité des assemblages phytoplanctoniques (Granéli et Hansen, 2006 ; Ianora *et al.*, 2006). Cette régulation est censée être l'un des mécanismes qui contribuent à la stabilisation de l'état clair de l'eau dans les lacs peu profond (Collectif, 1997; Jeppesen *et al.*, 1998 ; Giraud, 1999; Herbert, 2000; Godin, 2001; Van Donk et Van de Bund, 2002 cités par Hilt et Gross, 2008). Les herbiers de *Ceratophyllum demersum* causent d'importants gênes aux pêcheurs avec leurs hameçons et fils qui s'emmêlant dans les tiges des plantes (Anonyme, 1999).

Ces espèces peuvent poser d'innombrables problèmes aux populations quant à leurs rapports avec l'eau. En effet, elles peuvent induire des nuisances et des perturbations sur le milieu aquatique et son usage.

Le premier problème est la limitation de l'accès des populations riveraines et de leurs animaux à l'eau pour la satisfaction de la plupart de leurs besoins (boisson, bain, pêche, navigation, irrigation).

Dans le domaine agricole, ces proliférations encombrant les ouvrages hydrauliques et réduisent considérablement l'hydraulicité de ces axes. En outre, cette végétation peut constituer une zone de refuges pour les oiseaux granivores entraînant une pression accrue sur la culture de riz

Ces végétaux dont le développement est favorisé par l'eutrophisation participent eux même à l'accentuation de ce phénomène.

Il faut noter que les efforts consentis pour juguler ces problèmes de proliférations entraînent une augmentation des coûts de la maintenance des axes hydrauliques par la SAED.

#### 4-4-5-Les effets sanitaires

Les proliférations végétales dans les axes hydrauliques de la vallée ne manquent pas de poser des problèmes d'hygiène et de santé aux populations riveraines, à leurs animaux domestiques et aux animaux sauvages. Ainsi, elles présentent beaucoup de conséquences délétères.

Ces proliférations végétales peuvent altérer la qualité de l'eau qui la rend impropre ou dangereuse pour la consommation.

Il faut également noter que ces végétaux peuvent entraîner une recrudescence des maladies humaines d'origine hydrique comme la bilharziose la dysenterie amibienne, le paludisme. En effet, ces végétaux constituent des d'abris aux larves d'anophèles et favorisent la pullulation des de mollusques vecteurs de la bilharziose.

Ces forts développements des végétaux aquatiques représentent un risque avéré pour l'hygiène par le biais de l'eutrophisation, un type de pollution aquatique ayant pour cause un excès d'alimentation organique

La prolifération de ces végétaux peut entraîner une diminution de la luminosité néfaste pour les phytoplanctons, les zooplanctons et les poisons.

#### 4-5-Gestion des végétaux aquatiques envahissants

##### 4-5-1-Généralités sur la gestion des VAE

La gestion des espèces envahissantes est généralement très complexe avec une très large gamme d'options, ce qui rend plus difficile la prise de décisions. Ainsi, plusieurs stratégies de gestion des plantes envahissantes peuvent être mises en œuvre : absence d'action, atténuation des impacts, lutte ou éradication.

L'absence d'action pourrait se justifier par l'attente de la régulation naturelle du phénomène. En effet, des variation interannuelles de la composition des communautés peuvent être observées et pourraient s'expliquer par la cyclicité de la dormance, la germination et la croissance pré-levée (Colbach *et al.*, 2005 ; Gardarin, 2008) de certaines espèces. En outre, dans tous les écosystèmes des changements de composition de la flore peuvent être obtenus au cours d'une saison, entre des années successives ou sur le long terme. En effet, selon Fried *et al.* (2008a), les phénomènes de sélection qui s'exercent d'année en année peuvent rapidement amplifier les différences entre espèces enrichissant ou épuisant leur stock et, ainsi, modifier au cours du temps la composition de la communauté. Parmi ces pressions de sélection on peut noter les conditions naturelles (Barralis & Chadoeuf, 1980, Marnotte, 2000 ; Fried *et al.*, 2008b).

L'ampleur de la colonisation peut justifier l'absence d'action. En effet, certaines espèces peuvent tellement répandues, si solidement implantées et si réfractaires à la gestion qu'il est impossible de justifier l'emploi des maigres ressources disponibles pour les gérer. Dans ce cas, l'absence d'action pourrait être temporaire en attendant que la recherche scientifique mette au point de de nouvelles techniques et technologies pour la gestion de ces espèces.

L'atténuation des impacts est une forme de lutte qui vise à limiter la gravité des impacts provoqués par une espèce envahissante, plutôt qu'à gérer le peuplement lui-même.

La lutte qu'on peut aussi appeler gestion est une stratégie qui consiste à réduire l'infestation à des niveaux faibles sans éliminer complètement l'espèce. Cette stratégie est écologiquement plus compréhensible puisque la diversité est généralement source de stabilité.

L'éradication vise à l'élimination complète de l'espèce. Cette méthode n'est compréhensible que dans le cas d'espèces introduites qui créent des déséquilibres. Les espèces locales qui se développent outre mesure à cause de perturbations du milieu devraient seulement être régulées et non éradiquer.

#### 4-5-2-Synthèse des méthodes utilisées dans le monde

##### **Ceratophyllum demersum**

En ce qui concerne *Ceratophyllum demersum*, plusieurs méthodes de lutte sont utilisées à travers le monde: manuel, mécanique, physique, chimique, biologique

##### **Lutte manuelle**

L'arrachage manuel est largement pratiqué toutefois, son efficacité reste limitée. En effet, l'ampleur de la main d'œuvre à mobiliser de même que l'importance des moyens financiers constituent des contraintes majeures pour cette méthode. Ainsi, cette méthode doit être envisagée sur des herbiers de petite taille, sur des milieux de faible profondeur ou dans des zones de forte sensibilité écologique et économique. Il doit être préconisé sur les cours d'eau à forte valeur patrimoniale (espèces rares et/ou protégées) afin de maintenir ou de restaurer la diversité floristique des cours d'eau (Thiébaud 2008). En outre, cette intervention doit être précoce, dès le début de l'envahissement.

En Europe, le coût de la méthode d'arrachage manuelle de l'élodée du Canada, espèce proche de *Ceratophyllum demersum*, a été estimé à 1,4 à 4,5 € TTC/m<sup>2</sup> (984 à 2952 FCfa) et de 800 à 1500 € TTC/tonne (524 800 à 984 000FCfa), selon les unités employées Manche (2007)

Dans la zone d'étude, des filets de pêche peuvent être utilisés pour enlever *Ceratophyllum demersum* de l'eau.

##### **La lutte mécanique**

La lutte mécanique (faucardage) implique le l'arrachage mécanique avec l'utilisation d'engins motorisés. Il faut dans ce cas, procéder à la destruction de fragments de tige.

Cette méthode comporte des risques de propagation de l'infestation existent avec les possibilités de fragmentation des tiges (Muller 2004). Ces fragments deviennent des semences qui peuvent se propager et propager en même temps l'envahissement. Ainsi, toutes les précautions (pose de filets, etc.) doivent toutefois être mises en œuvre pour éviter la propagation de fragments et causer de nouvelles populations. Dans le cadre de cette lutte, il faut le plus rapidement possible réaliser le ramassage manuel des fragments et mettre en œuvre un programme d'entretien pour limiter la réinstallation de l'espèce. Les résidus de gestion doivent être séchés loin du cours d'eau sur un sol sec. Les machines doivent être soigneusement débarrassées de tous résidus (Muller 2004 ; Pieret & Delbart 2007).

##### **Lutte biologique**

La lutte biologique, ou contrôle biologique, est le contrôle d'une espèce envahissante par un autre organisme (insecte, bactérie, virus, etc.), par un produit biologique (hormone), ou par des manipulations génétiques ou de stérilisation.

La lutte biologique est également possible grâce à l'utilisation de la carpe triploïde (stérile) herbivore. Cette carpe est relativement non sélective mais plusieurs études ont montré que *Ceratophyllum demersum* fait partie de ses plantes préférées. Toutefois, l'utilisation de cette espèce doit faire l'objet de beaucoup de précautions puisqu'elle peut s'attaquer à d'autres espèces.

## La lutte chimique

La lutte au moyen de phytocides est possible mais, elle doit être utilisée avec prudence en raison du fort impact de ces substances, même homologuées, sur le milieu aquatique. Plusieurs substances chimiques sont utilisées avec des efficacités variables. Ces substances peuvent être de différentes natures : l'acroléine, l'endothall ou aquatholl, le Flumioxazine, fluridone, la cutrine etc.

Il est possible d'utiliser des herbicides non chimiques comme des teintures ou colorants comme l'Aquashade. Ces substances contrôlent les plantes aquatiques submergées par absorption de la lumière dans la colonne d'eau et la réduction de la photosynthèse.

La mise en œuvre d'une lutte chimique est très complexe et problématique à cause des impacts négatifs sur l'environnement et sur la santé humaine et animale.

## Contrôle des facteurs environnementaux

Pour lutter contre cette espèce, plusieurs types de "barrières" de fond sont disponibles et sont utilisés pour couvrir et étouffer les zones infestées spécifiques (DiTomaso, 2013). Les matériaux utilisés comprennent des feuilles de chlorure de polyvinyle (PVC), de petits écrans à mailles et des fibres naturelles telles que le jute (*Corchorus spp.*) (DiTomaso, 2013). Les obstacles de fond doivent être installés au début de l'infestation avant que les plantes ne produisent de grandes quantités de biomasse.

L'assèchement des cours d'eau durant la saison chaude peut réduire la croissance ultérieure des fragments (DiTomaso, 2013). Cependant, les semences peuvent résister à des conditions sévères et avec des possibilités de réinfestation (DiTomaso, 2013).

La réduction des éléments nutritifs dans l'eau peut permettre de contrôler *Ceratophyllum demersum* qui n'a pas de véritables racines, ce qui limite ses possibilités de puiser les nutriments directement dans le sol.

## Typha domingensis

### La lutte manuelle

Cette forme de lutte est très répandue et consiste à enlever les plants de Typha avec du petit matériel (coupe-coupe, faucille, machettes).

Cette méthode demande une main d'œuvre importante et des moyens financiers importants. Par exemple, le PGIAAPAO/GIVAQUE prévoyait de rémunérer ces travaux à hauteur de 2500/jr et par personne (Mboup, 2014).

### La lutte mécanique

Cette méthode consiste au faucardage l'espèce. Il s'agit de couper les plantes en utilisant des engins équipés de barres (bateaux-faucardeurs ou faucardeurs). En plus, les méthodes de dragage sont utilisées. Il s'agit d'extraire les plantes aquatiques avec une pelle hydraulique. Ces déchets végétaux sont aussi accompagnés de vase et de sédiments.

### Lutte chimique

L'utilisation de certains produits chimiques pour lutter contre Typha est très bien connue. Cette technique consiste à pulvériser les plants de Typha avec des substances chimiques (herbicides) qui altèrent le métabolisme et la croissance des plantes, provoquant ainsi la mort. Des herbicides de contact, qui agissent sur les tissus, et d'herbicides systémiques qui diffusent à l'intérieur et partout dans la plante sont utilisés comme le Dalapon (acide 2,2-dichloropropionique), le glyphosate (Round-Up) etc.

### **Lutte physique**

L'utilisation du feu est une pratique courante pour brûler le Typha même à l'état frais. Cette méthode à utiliser avec beaucoup de précautions car elle peut stimuler la croissance de Typha. En outre, elle peut polluer la zone et entraîner la mort de certaines espèces animales et végétales (Mboup, 2014)

### **La lutte biologique**

Un ennemi naturel de typha n'a pas encore été identifié. Toutefois, l'utilisation de la carpe chinoise non sélective est essayée. Des expériences de lutte biologique contre l'envahissement de typha ont été menées dans les canaux de la CSS avec l'introduction d'une carpe chinoise qui se nourrit de Typha mais elles restent peu concluantes (Mboup, 2014).

### **Contrôle des facteurs environnementaux**

La manipulation des hauteurs d'eau avec le tarissement des axes peut constituer une bonne méthode de gestion de Typha. Cette méthode nécessite un temps suffisamment long pour permettre la mort de la plante. Par la suite, les rhizomes doivent être éliminés pour annihiler toute velléité de repousse de l'espèce.

La réduction du rejet des nutriments est une voie de contrôle pour le Typha. En effet, les plantes envahissantes ont des besoins très élevés en éléments nutritifs ; leur réduction dans le milieu est une méthode de gestion des proliférations.

Des opérations de restauration des cours d'eau peuvent être réalisées : chenalisation, reprofilage.

La chenalisation désigne tout aménagement d'axe hydraulique visant à accélérer l'écoulement par sur-dimensionnement, simplification de la géométrie des lits mineurs, et réduction de la rugosité.

Le reprofilage est la modification et l'homogénéisation du profil en long du cours d'eau (pente), dans le but d'accroître sa capacité d'évacuation. Le reprofilage d'un cours d'eau consiste à uniformiser sa pente, modifiant la zonation du profil en long. Ce type d'opération nécessite la suppression de la végétation rivulaire et des embâcles du lit.

### **4-5-2-Méthodes de gestion actuellement pratiquées dans la zone**

L'ampleur et la récurrence de l'envahissement des plantes aquatiques dans la vallée ont fini de procurer des expériences de gestion de ces proliférations aux populations ainsi qu'aux structures étatiques chargées de l'alimentation en eau des populations (OMVS, Service hydraulique, OLAG, SDE) de l'agriculture (SAED, CSS, GDS etc.) (Fig. 11).

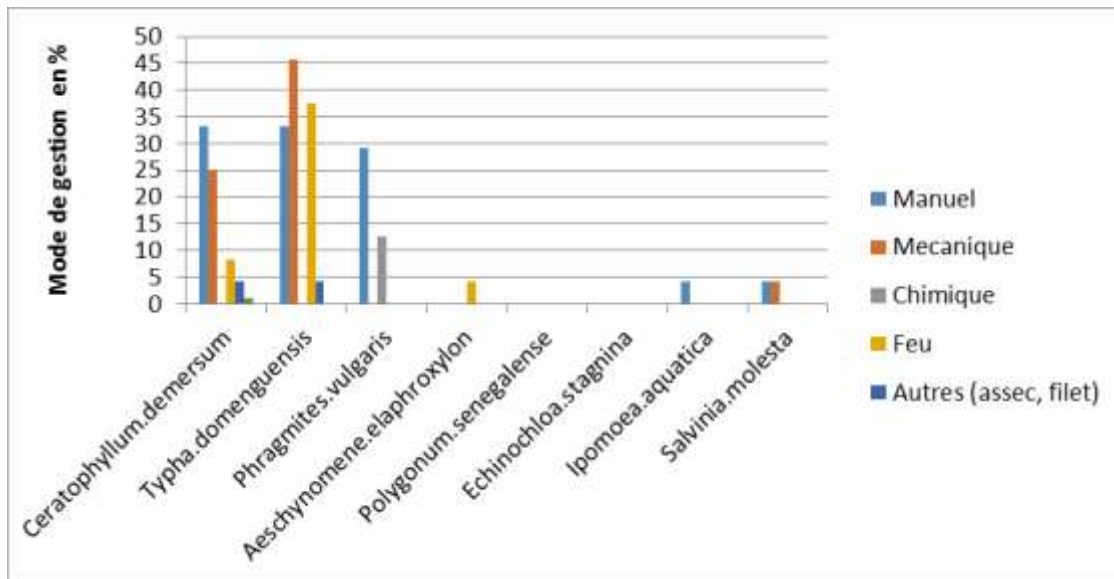


Figure 11: Méthodes de lutes contre les VAE dans la zone d'étude

Il apparaît que les stratégies de gestion mises en œuvre ont concerné plusieurs espèces : *Ceratophyllum demersum*, *Typha domingensis*, *Phragmites vulgaris*, *Aeschynomene elaphroxylon*, *Ipomoea aquatica* et *Salvinia molesta*.

Parmi les méthodes utilisées, la gestion manuelle est la plus répandue. Toutefois, la gestion mécanique, qui demande de gros moyens, est souvent mise en œuvre par les sociétés de la place et principalement la SAED pour lutter contre *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* dans le cadre de son programme de maintenance des axes hydrauliques mis en œuvre par la DAM.

L'utilisation du feu est également assez courante pour lutter contre les plantes de berges comme *Aeschynomene indica*, *Phragmites australis* et *Typha domingensis*.

La valorisation constitue une forme de lutte. Plusieurs tentatives de valorisation de cette espèce ont été menées ou sont en cours dans la vallée. La Coopération allemande (GIZ) a initié un programme pour la Promotion des Energies Renouvelables, de l'Electrification Rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustibles ménagers (PERACOD). La production de charbon de *Typha* est considérée comme un début de solution à la lutte contre cette plante envahissante avec PERACOD/Pronatura.

Il faut également noter que lors des entretiens avec les populations, une solution préconisée est la mise à sec des axes hydrauliques pour assécher les végétaux et les enlever par la suite. Toutefois, cette action est difficile à mettre en œuvre au regard du temps que cela devrait prendre pour être efficiente (minimum 2 ans) mais aussi de la fonction vitale de ces axes hydraulique pour l'alimentation en eau des populations et des animaux et pour l'agriculture. Il n'est pas évident que ce luxe puisse être offert à la SAED et aux populations riveraines.

Ces stratégies ont connu des fortunes diverses. En effet, si la lutte biologique contre *Salvinia molesta* et *Pistia stratiotes* a connu un franc succès, il n'en est pas de même de la lutte contre

*Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis*, les deux principales plantes envahissantes actuelles.

En effet, la lutte manuelle est assez pénible et nécessite des moyens financiers colossaux et une réelle volonté d'implication de la part des populations riveraines. En plus les coupes répétitives pourraient favoriser les végétaux les plus compétitifs ce qui provoquerait des successions dans la colonisation par les végétaux aquatiques. En outre, il est démontré que le faucardage de la végétation aquatique pour l'amélioration de l'hydraulicité peut même constituer un activateur et un synchronisateur de la repousse végétale, entraînant donc un effet strictement contraire à l'objectif recherché (Anonyme, ). En fait, cette technique de lutte favorise la photosynthèse et le réchauffement donc une recrudescence de la production primaire si les éléments biogènes, N et P en particulier, sont disponibles. Des études ont même montré que l'arrêt des pratiques de faucardage est généralement suivi d'une baisse de la production végétale, sensible après une à deux saisons.

Toutefois, ce tableau assez sombre ne doit pas conduire au découragement. Chacune des méthodes de gestion possibles ont leurs avantages et leurs inconvénients. La réussite d'un programme de gestion durable résiderait dans la gestion intégrée des proliférations.

#### 4-5-3-Recommandation pour la gestion des VAE

##### 4-5-3-1-Aide à la décision

La mise au point d'une méthode de gestion demande de définir les **enjeux** principaux, de fixer les **objectifs** de gestion et de déterminer une stratégie et les **actions** à mener.

Pour ce cas présent, l'enjeu majeur de la gestion des végétaux aquatiques envahissants les axes hydrauliques est d'améliorer l'hydraulicité de ces axes, afin de leur permettre de jouer pleinement leurs fonctions (irrigation, drainage, pêche, navigation, utilisation domestique, abreuvoirs des animaux etc.).

L'analyse des proliférations végétales et de leurs causes dans la zone d'étude a montré que les deux principales espèces envahissantes sont *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis*. En outre, il est apparu que ces proliférations ont fait suite à l'érection du barrage antisel de Diama avec un adoucissement des eaux et une perturbation des cycles de vie des végétaux. Il faut également noter que l'eutrophisation avec une modification de la qualité physico-chimique de l'eau (excès de N et P) suite à l'intensification de l'agriculture avec l'usage des fertilisants et des pesticides a joué un rôle non négligeable dans le fort développement de ces fièvres végétales. Ainsi, les propositions de méthodes de gestion dans le cadre de cette étude concernent *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* qui représentent les espèces prioritaires. Ces méthodes seront en rapport avec les traits ou attributs des espèces et les caractéristiques de l'environnement.

L'objectif général visée pour est de gérer la prolifération des végétaux aquatiques envahissant les axes hydrauliques du delta du fleuve Sénégal. Il s'agira alors de :

- maîtriser les proliférations de VEA et principalement de *Ceratophyllum demersum* et *Typha domingensis* ;

- Préserver de la diversité des biocénoses et des biotopes au sein des plans d'eau ;
- limiter les perturbations du milieu ;
- créer une dynamique autour de la gestion des VAE ;
- mettre en œuvre une stratégie de communication efficace autour de la gestion des VAE.

Plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre pour la gestion des VAE (Tab. )

En outre, il faudra développer un système de veille écologique basé sur l'inventaire annuel de la faune, flore et de la végétation axes

## FICHES DE DETERMINATION DES STRATEGIES ET METHODES DE CONTROLE DES ESPECES

Tableau 12: Tableau d'aide à la décision pour *Ceratophyllum demersum*

| Catégorie                                 | Conditions ou caractéristiques favorables ou défavorables à la propagation / dissémination de l'espèce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Stratégie de contrôle de l'espèce                                                                                                                                                                                 | Actions de contrôle de l'espèce                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Physiologie                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Efficacité de l'activité photosynthétique</li> <li>➤ taux de croissance important (forte biomasse)</li> <li>➤ forte productivité,</li> <li>➤ survie de l'espèce en conditions défavorables</li> <li>➤ Préfère les eaux alcalines</li> <li>➤ Ne supporte pas les traitements phytosanitaires</li> <li>➤ adaptée aux eaux riches en éléments minéraux</li> </ul>                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perturber l'activité photosynthétique</li> <li>➤ Limiter la productivité de l'espèce</li> <li>➤ éliminer la biomasse aérienne</li> <li>➤ Réduire l'alcalinité</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lutte chimique</li> <li>➤ réduire les apports en nutriments</li> </ul>                                                                                        |
| Biologie                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ reproduction végétative très efficace</li> <li>➤ fort pouvoir couvrant,</li> <li>➤ Pas de racines (rhizoides) pour la fixation</li> <li>➤ Production de forme de résistance (hibernacles)</li> <li>➤ Multiplication sexuée peu efficace</li> <li>➤ Dissémination des fragments par le vent et le courant</li> <li>➤ Dissémination par les animaux</li> <li>➤ Sensibles à certains phytophages</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empêcher la fragmentation de la plante ;</li> <li>➤ Eviter la dissémination des semences</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lutte manuelle</li> <li>➤ Lutte mécanique</li> <li>➤ Lutte biologique</li> <li>➤ Empêcher la dissémination par la pose de filets</li> </ul>                   |
| Ecologie et Environnement (milieu de vie) | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Large répartition géographique</li> <li>➤ Présence de milieux « milieux propices » sont :</li> <li>➤ Adaptés aux eaux calmes</li> <li>➤ adaptées à de large gamme de profondeur (10m)</li> <li>➤ peut vivre dans des eaux polluées</li> <li>➤ adapté au milieu stagnant</li> <li>➤ aime les forts éclaircements</li> <li>➤ conditions hydrodynamiques stables (courant + substrat),</li> <li>➤ adaptées à une large gamme de température,</li> <li>➤ minéralisation de l'eau moyenne à élevée</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modifier les caractéristiques mésologiques pour éliminer les milieux propices</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Curage pour augmenter la profondeur (&gt;10m)</li> <li>➤ Rétablir le courant des eaux</li> <li>➤ Réduire les teneurs en éléments minéraux des eaux</li> </ul> |
| Utilisation                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Possède un pouvoir allélopathique (algicide etc)</li> <li>➤ Riche en azote</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Encourager la valorisation</li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mulch ou compost</li> </ul>                                                                                                                                   |

Tableau 13: Tableau d'aide à la décision pour *Typha domingensis*

| Catégorie   | Conditions ou caractéristiques botaniques favorables à l'espèce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Stratégie de contrôle possible                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Actions de contrôle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biologie    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ espèce vivace</li> <li>➤ peut atteindre 4 mètres de hauteur environ.</li> <li>➤ Chaque pousse ne vit pas plus d'un an</li> <li>➤ mortalité est élevée</li> <li>➤ les rhizomes génèrent chacun une ou plusieurs tiges</li> <li>➤ biomasse aérienne estimée à 13–15 t de matière sèche par ha et par an.</li> <li>➤ Floraison précoce des plantes issues de graines</li> <li>➤ pollinisation anémophile</li> <li>➤ l'autofécondation est la plus probable Importantes production de fruits (20000 et 700000 par plante)</li> <li>➤ Importante production de graines 6 à 17 millions de graines par m<sup>2</sup></li> <li>➤ Maturation des fruits entre juillet et aout.</li> <li>➤ Fruits volatiles</li> <li>➤ Petites graines et pèsent environ 0,055 mg</li> <li>➤ Dissémination des graines par le vent sur de longues distances</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empêcher l'établissement des plantes</li> <li>➤ Empêcher la croissance et le développement</li> <li>➤ Empêcher la reproduction</li> <li>➤ Empêcher la dissémination des fruits et des graines</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coupes répétées et fréquentes avant floraison (d'octobre à février) pour éliminer la et les rhizomes en profondeur (mécanique puis manuelles) ;</li> <li>➤ Suivi régulier des axes après intervention ;</li> <li>➤ Curage des axes pour détruire le stock semencier et augmenter la profondeur</li> </ul> |
| Physiologie | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plante rustique</li> <li>➤ L'absence d'oxygène tue la plante et les rhizomes</li> <li>➤ Croissance rapide</li> <li>➤ production de rhizomes importante en jours courts</li> <li>➤ production de rhizome en températures basses</li> <li>➤ Biomasse aérienne maximale en été</li> <li>➤ Biomasse racinaire réduite en été</li> <li>➤ Capables de résister à des stress importants</li> <li>➤ transpiration élevée</li> <li>➤ longévité des graines</li> <li>➤ Germination des graines entre 25 et 30°C sous de faibles hauteurs d'eau douce ou saumâtre, en anaérobiose et dans des eaux boueuses</li> <li>➤ La germination faible sous une végétation déjà établie</li> <li>➤ Les graines ne germent pas dans l'obscurité</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Réduire l'infestation par les végétaux immergés pour réduire la photosynthèse et par conséquent l'oxygène dissout</li> <li>➤ Inhiber la croissance caulinare et racinaire de la plante</li> <li>➤ Réduire le stock semencier</li> <li>➤ Inhiber la germination des graines</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Faucardage des axes pour éliminer les végétaux immergés</li> <li>➤ Organiser des coupes régulières en été</li> <li>➤ Augmenter la profondeur des axes (curage) pour réduire le stock et inhiber la germination</li> <li>➤</li> </ul>                                                                      |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ecologie et Environnement</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Peut pousser jusqu'à 2 m de profondeur</li> <li>➤ Espèce dulçaquicole, moyennement halophiles,</li> <li>➤ poussent dans les eaux saumâtres à cause d'un développement rapide en présence d'eau douce</li> <li>➤ La salinité supérieure à 5% empêche la croissance</li> <li>➤ la salinité supérieure à 25% provoque la mortalité des feuilles,.</li> <li>➤ la présence de nitrates favorise la production de rhizomes</li> <li>➤ peut rester en dormance lorsque l'eau est salée</li> <li>➤ pousse dans les endroits marécageux,</li> <li>➤ les étangs peu profonds</li> <li>➤ bord d'eaux souvent stagnantes, douces ou saumâtres,</li> <li>➤ le long de canaux d'irrigation et dans les rizières.</li> <li>➤ Pousse jusqu'à 1500(-2300) m d'altitude.</li> <li>➤ Supporte les environnements perturbés et fertiles.</li> <li>➤ Pousse dans une variété de sol mais préfère les boues et les vases organiques à texture fine, dont la teneur en nutriments et la rétention d'eau sont élevées.</li> <li>➤ très concurrente vis-à-vis des autres espèces</li> <li>➤ aire de répartition étendue et une présence en milieu perturbé</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modification saisonnière de la salinité</li> <li>➤ Augmenter la profondeur des axes</li> <li>➤ Augmenter la vitesse des courants</li> <li>➤ Réduction les apports des axes en éléments minéraux (azote surtout</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autoriser l'avancée de la langue salée</li> <li>➤ Reprofilage, Curage des fonds pour augmenter les profondeurs et la vitesse des courants</li> <li>➤ Eviter les rejets des eaux de drainage dans les adducteurs</li> <li>➤ Créer des bandes enherbées à l'interface champs/drain</li> </ul> |
| <p>Utilisations</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ racines séchées pour produire de la farine</li> <li>➤ jeunes pousses consommées</li> <li>➤ jeunes inflorescences étaient consommées.</li> <li>➤ Matériau de construction (toit, isolant)</li> <li>➤ Fabrication de charbon, biogaz, alcool</li> <li>➤ Vannerie et fabrication de nattes</li> <li>➤ Fourrage</li> <li>➤ Utilisable dans l'industrie papetière</li> <li>➤ rembourrage des oreillers</li> <li>➤ le pollen peut être consommé (Argentine)</li> <li>➤ traitement des eaux usées</li> <li>➤ soigne la toux</li> <li>➤ Fabrication de sel de cuisine et de savon</li> <li>➤ Le rhizome contient de l'amidon et une substance toxique aux propriétés purgatives et émétiques</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Encourager la valorisation pour lutter contre les espèces et contre la pauvreté</li> </ul>                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Organiser un marché Typha (achat de la biomasse)</li> <li>➤ Promouvoir la transformation</li> <li>➤ Développer l'artisanat local</li> <li>➤ Promouvoir l'utilisation des produits de Typha</li> <li>➤ Promouvoir l'utilisation du mulch, du compost, du BRF</li> </ul>                      |

#### 4-5-3-2-Proposition d'actions

##### 4-5-3-2-1-Gestion des caractéristiques environnementales

La gestion des végétaux aquatiques envahissants demande la compréhension de leurs traits biologiques, physiologiques et écologiques d'une part et des caractéristiques des milieux infestés.

Pour une bonne gestion des plantes envahissantes dans la vallée, l'idéal aurait été de retrouver le fonctionnement normal des axes hydrauliques de la vallée avant l'établissement des barrages (salinisation périodique et courant). Pour cela, il aurait fallu permettre l'avancée de la langue salée pour permettre une régulation naturelle des végétaux. Toutefois, cette possibilité est utopique puisque les désagréments qui en découleraient ne manqueraient pas de poser des problèmes au moins aussi important que la gestion des proliférations. Cependant d'autres actions peuvent être envisagées : maîtrise des facteurs physico-chimiques de l'eau de ces axes.

- La maîtrise des rejets de substances chimiques venant de l'agriculture ou des activités domestiques ;

Il faut une action soutenue de sensibilisation pour réduire ces rejets par les populations. Pour l'agriculture, il est difficile de réduire les intrants au regard des exigences de rendement. Toutefois, il faudrait étudier la faisabilité de la mise en place de bandes enherbées à l'interface des champs et des drains.

- Le rétablissement du courant

Dans les axes hydrauliques, les faibles colonisations souvent observées en amont montrent que les forts courants n'autorisent pas souvent le développement des plantes. Une méthode serait de rétablir une bonne circulation de l'eau grâce à des reconnections d'annexes peut limiter l'installation des herbiers. Cela devrait être bien étudié par la DAM. Il faut toutefois s'entourer de précaution pour éviter l'extension des proliférations en posant par exemple des filets en amont des nouvelles connexions.

- La gestion de la lumière incidente

*Ceratophyllum demersum* est une plante immergée et qui par conséquent supporte les faibles luminosités. Toutefois, la réduction de la lumière incidente en utilisant des bâches sur de faibles étendues sur une longue durée pourrait stresser la plante et conduire vers une réduction considérable des populations. Cette technique de bâchage pourrait être essayée dans certains émissaires de drainage. Toutefois son utilisation peut être délicate à cause de *Typha* qui occupe parfois le lit de certains drains

- L'assec

L'assèchement des axes hydrauliques est une bonne forme de lutte mais difficile à mettre en œuvre dans la vallée à cause des fonctions que jouent ces axes dans l'agriculture et dans l'approvisionnement en eau domestique. Toutefois, l'endiguement d'une partie de la berge pourrait réduire les proliférations. D'ailleurs les aménagements en cours réalisent ce type de travaux (Photos). Cette méthode est efficace contre *Ceratophyllum demersum* dont la teneur de l'appareil végétatif en eau n'autorise des expositions prolongées à la sécheresse. Elle peut être également efficace contre *Typha domingensis* si ces périodes d'assèchement sont de longue durée.

- Le curage

Le curage peut être envisagé. Cette méthode a l'avantage d'extraire un stock de graines mais pose le problème de la gestion des boues. En outre, elle peut être nuisible pour les espèces animales enfouies d'où sont effet néfaste parfois sur biodiversité. Une intervention manuelle peut être envisagée pour enlever les fragments restants dans la vase.

#### **4-5-3-2-2-Gestion des espèces**

##### ***Ceratophyllum demersum***

Plusieurs méthodes de lutte peuvent être utilisées concomitamment ou en alternance: manuel, mécanique, physique, chimique, biologique.

Il faut une réelle implication des populations locales à travers les comités depuis l'élaboration du plan d'action jusqu'à la mise en œuvre des méthodes retenues.

##### **Lutte manuelle**

L'arrachage manuel peut être réalisé. Pour les infestations de petites étendues, cette méthode peut être utilisée seule mais lorsque la prolifération est trop importante, il faudrait la réaliser à la suite de l'enlèvement mécanique à l'aide d'engins motorisés (Gorom/Lampsar, Réserve d'eau de Saint Louis). Cette méthode devra être utilisée dans les drains qui sont peu accessibles par les engins motorisés en raison souvent de leurs faibles largeurs.

Les pêcheurs doivent particulièrement mis à contribution avec leurs filets.

Il faudrait mobiliser des moyens financiers conséquents pour cette méthode qui peut donner beaucoup de satisfaction. En effet, il faut rémunérer les personnes qui participent à cette action d'enlèvement. La méthode de rémunération proposée étant le paiement au poids (25 à 50Fcfa par kilo enlevé) ; le paiement à la journée pouvant s'avérer peu efficace.

Cette méthode cause moins de dégâts sur le milieu.

##### **La lutte mécanique**

Cette méthode est préconisée dans certains adducteurs (Gorom/Lampsar, réserve d'eau de saint Louis). La meilleure méthode mécanique serait le faucardage. Par exemple, il faudrait utiliser engin amphibie polyvalent muni de chenilles et de différents outils. Le système amphibie permet de travailler sur de multiples types de zones humides (marécages, étangs, rivières, ...). Les chenilles permettent de travailler en eaux peu profondes.

Il doit être minutieusement réalisé avec beaucoup de précautions à cause des risques de propagation de l'infestation avec les possibilités de fragmentation des tiges. Parmi les précautions à prendre :

- Etablir des barrages amovibles pour éviter le transport des fragments ; cela pourrait se faire par la pose de filets à maille fine (<1 cm) ;
- Veiller à recueillir soigneusement les fragments de tiges sur les filets ;
- fermer les vannes, si elles existent, pour isoler la zone d'intervention ou tout au moins placer un filet autour des vannes ;
- Nettoyage du matériel ayant été en contact avec la plante pour éviter la dispersion de fragments ; il faut installer à côté du chantier toutes les facilités (génératrice portable, pompe à eau portable, nettoyeur haute pression portable) ;
- sécher les résidus loin des axes hydrauliques sur un sol sec.



Photo : Engin amphibie (Source : <http://edivert-monetang.e-monsite.com/pages/faucardage.html>)

## La lutte chimique

Le recours à la lutte chimique est très délicat. Si nécessaire, nous le recommandons seulement dans les drains. Par exemple, l'aquashade peut être testé dans le drain Savoigne E.

La lutte chimique demande des tests préalables pour déterminer le meilleur produit à utiliser, les meilleures époques d'utilisation. En outre, des études doivent être menées pour déterminer **les impacts négatifs sur l'environnement** et sur la santé humaine et animale.

## Lutte biologique

Dans le cadre de cette forme de lutte, nous préconisons l'utilisation de la carpe triploïde (stérile) herbivore dans certains. Cette carpe (*Ctenopharygodon idella*), poisson herbivore, rustique est relativement non sélective mais plusieurs études ont montré que *Ceratophyllum demersum* fait partie de ses plantes préférées.

La carpe chinoise appartient à la famille des Cyprinidés. Elle peut mesurer, à l'âge adulte, 100cm, peser jusqu'à 15kg et vivre plus de 15 ans. Cette espèce s'adapte à de nombreux climats : elle peut supporter des températures comprises entre 0 à 35 °C (Stevenson 1965; Leslie *et al.*, 1987), de faibles teneurs en oxygène dissous (2.5 mg/l) (Stanley 1974 in Schuytema 1978), ainsi que des eaux saumâtres (Cross 1969). Ces conditions peuvent être remplies dans les émissaires de drainage du Delta.

Dans les premiers stades de sa vie, la jeune carpe chinoise a une nourriture mixte constituée de phytoplancton et de zooplancton mais après un mois, quand le poisson atteint environ 4 cm, le régime alimentaire devient presque uniquement constitué de macrophytes aquatiques (Codhant et Dutartre, 1992). La consommation journalière de plantes aquatiques varie en fonction de la taille du poisson, de la température de l'eau et du type de plantes ; elle peut dans certains cas dépasser 150% du poids de l'animal (Mehta 1976 in Shireman et Smith 1983). Toutefois, cette carpe doit consommer beaucoup de végétaux pour satisfaire ses besoins nutritifs à cause de son intestin relativement court (Cross 1969).

Ainsi, en guise d'essai, nous pouvons l'utiliser dans le drain Mbeurbeuf d'abord (site test). L'ensemencement devra se faire avec des poissons de taille supérieure à 300 mm, pour empêcher que les poissons introduits soient la proie d'espèces piscivores (SHIREMAN et SMITH 1983) à raison de 2 poissons par tonne de végétation (en poids frais).

L'utilisation de cette espèce doit faire l'objet de beaucoup de précautions puisqu'elle peut s'attaquer à d'autres espèces.

## ***Typha domingensis***

### **La lutte manuelle**

Cette lutte même si elle est pénible et coûteuse, il faut l'envisager en complément des autres modes de lutte. Elle peut être utilisée localement à certains endroits pour créer des éclaircis. Elle doit être utilisée à la suite de la lutte mécanique pour extraire les rhizomes.

Il faut impliquer les populations et chercher un financement conséquent. La rémunération pourrait se faire à la journée (exemple 2500 FCfa par jour et par personnes). Dans ce cas, il faudrait une surveillance stricte des travailleurs pour maximiser les rendements.

Cette opération doit se dérouler deux fois par année aux mois de février et octobre lorsque la plante est en pleine phase végétative.

### **La lutte mécanique**

Nous préconisons le faucardage sous l'eau. Cette opération doit être suivie d'un arrachage manuel pour compléter le travail et rendre plus efficace la lutte. En effet, lorsque *Typha sp.* est installé dans un site, il peut occuper 10 m<sup>2</sup> en 1 an et 50 m<sup>2</sup> en 2 ans (Godin, 2001a). Comme *Typha* est une espèce pionnière, elle a une multiplication rapide. Dès l'instant que les plantes sont fauchées, elles peuvent repartir avec un taux de croissance encore plus important, d'où la nécessité de l'enlever totalement.

Cette opération doit se dérouler deux fois par année aux mois de janvier et septembre lorsque la plante est en pleine phase végétative. Ces opérations doivent être répéter au minimum pendant trois ans.

L'utilisation de cette technique pose le problème de la gestion des déchets. En effet, 100 t matière fraîche par hectare (MS/ha) peuvent être extraites. Il faut rendre le plus propre possible les déchets (sans boue) pour faciliter leur transformation (charbon, alcool).

### **La lutte biologique**

L'utilisation de la carpe chinoise peut être envisagé dans les quelques drains, les mêmes que ceux qui sont identifiés pour *Ceratophyllum demersum*.

### **Valorisation**

Il faut encourager cette valorisation. Il faut négocier avec les structures qui travaillent dans la valorisation du *Typha* pour trouver des financements additionnels en échange de la biomasse. Il faut étudier les possibilités de compostage mais aussi d'utilisation de ces espèces comme mulch (engrais vert) pour le compte de l'agriculture.

### **3-2-Entretien**

Il est souhaitable de réaliser des travaux d'entretien dont la périodicité dépendra des moyens humains, financiers et matériels disponibles.

Il faut engager des programmes pluriannuels pour optimiser les méthodes de lutte et rendre durable les acquis.

### **4-5-3-3- Proposition de guide de procédure**

Pour la ce guide, il nécessaire d'organiser des séances de travail avec les gestionnaires, les usagers et l'ensemble des acteurs pour une priorisation, une budgétisation et une programmation des actions en fonction des besoins et des moyens disponibles

### **4-5-3-4-Mesures d'accompagnement**

Pour une gestion efficace des plantes envahissante, il faut élaborer une bonne stratégie d'intervention, la mise en place de comités locaux, l'élaboration d'une stratégie de communication, la formation des acteurs de terrain, la mise en œuvre de programmes pertinents de recherche et l'élaboration de méthodes efficaces de gestion des déchets

#### **4-5-3-4-1-Stratégie de mise en œuvre des actions**

Pour une gestion durable de ces proliférations, il faut bâtir une bonne dynamique d'intervention entre les acteurs de la zone. Il faut promouvoir un partenariat multiforme autour de la problématique de la gestion des VAE. Il faut renforcer l'observatoire en diversifiant les membres et en élaborant une bonne stratégie de financement avec une mutualisation des moyens humains, matériels et financiers.

Pour une gestion durable, toutes les parties prenantes doivent être identifiées et mobilisés :

- Populations (Comité de gestion)
- élus locaux
- Societe Nationale d'Amenagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED)
- Office du lac de Guiers (OLAG)
- Agro-industries (CSS, GDS etc.)
- Service hydraulique
- Société des Eaux (SDE)
- Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS)
- Environnement (DPN, Eaux et forêts)
- Institutions de formation et de recherche (UCAD, UGB ; ISRA)
- Direction de la Protection des Végétaux (DPV)
- la coopération (GIZ, France, Suisse etc.)
- Bailleurs de fonds
- Millenium Challenge account (MCA)
- Etc.

#### ***4-5-3-4-2-Mise en place de comités locaux de gestion***

Ces regroupements sont la cellule de base qu'il faut impliquer dans tout le processus de gestion de prolifération. Il faut travailler pour une gestion participative de ces proliférations.

Il sera constitué des populations riveraines des axes hydrauliques. Il peut correspondre au comité des usagers. Les membres de ce comité devront créer une dynamique locale de gestion des plantes envahissantes avec la mise en œuvre d'opérations de sensibilisation et de mobilisation des riverains.

#### ***4-5-3-4-3—Elaboration d'une stratégie de communication***

Une bonne stratégie de communication devra être élaborée pour fournir tous les renseignements nécessaires sur les risques liés à la prolifération de certains végétaux aquatiques, les possibilités de valorisation de ces plantes et les méthodes de gestion pratiquées. Pour cela, il faudra utiliser différents moyens d'information et de sensibilisation : brochures, exposition, forum, séminaires, émissions de radio et de télévision.

#### ***4-5-3-4-4—Formation des agents de terrain et des populations***

Un renforcement des capacités des agents de terrain, dans les techniques d'identification des espèces, des communautés et des proliférations, doivent être organisée pour leur permettre d'améliorer leur surveillance des milieux et d'organiser des interventions précoces.

Des formations sur la gestion des

Il faut s'inspirer de l'expérience du PGIAAPAO/GIVAQUE qui a eu à former des comités inter-villageois pour l'entretien des canaux et des plans d'eau préalablement traités.

#### ***4-5-3-4-5—Gestion des déchets***

Cette partie fait l'objet de l'étude portant : « ETUDE DE MISE EN PLACE D'UN PROJET DE RECYCLAGE DES DEPOTS DE TRAVAUX DE MAINTENANCE DES AXES HYDRAULIQUES DANS LE CADRE DE LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D' ACTIONS DE L'AUDIT DE LA MAINTENANCE DES IHA »

#### ***4-5-3-4-6-Programmes de recherche***

Pour une gestion durable des VAE, il faut identifier des thèmes pertinents de recherches pour réunir les informations nécessaires à la compréhension des proliférations. Ces thèmes pourraient être déterminés par le Comité Scientifique et de Suivi de l'observatoire des plantes aquatiques envahissantes dans les axes hydrauliques du delta et de la vallée du fleuve Sénégal.

### ***4-6-Proposition de méthodes de suivi***

La propagation des espèces végétales envahissantes se fait très rapidement et la détection est souvent tardive. Pour une meilleure gestion de ces proliférations, il est important de réaliser observations plus ou moins continues afin de détecter le plus rapidement possible les velléités de proliférations.

Pendant cette phase de suivi qui va durer deux ans, les travaux qui seront menés sont :

- ✓ assurer le suivi du comportement des plantes aquatiques après les opérations de maintenance des axes hydrauliques en s'appuyant sur les images satellitaires ;
- ✓ Faire le suivi des tests de lutte contre les plantes aquatiques ;
- ✓ Présenter des rapports d'activités de suivi du comportement des plantes aquatiques

#### ☞ **DYNAMIQUE DE LA FLORE**

Le même travail de terrain que celui ayant permis la caractérisation de la situation de référence, sera conduit périodiquement dans les parcelles permanentes pour évaluer et suivre de manière régulière la dynamique de la flore.

Ce travail sera fait deux fois par année sur 3 parcelles permanentes par axe hydraulique placées dans la partie amont, dans la partie médiane et dans la partie aval de l'axe.

Il s'agira alors :

- de recenser des espèces nouvelles,
- comparer la structure de la flore (spectre taxonomique, spectre biologique, spectre chorologique, fréquence spécifique, nombre total d'espèces, richesse, spécifique) avec celle de la situation de référence déjà caractérisée,
- d'enrichir la collection.

#### ☞ **DYNAMIQUE DE LA VEGETATION**

Comme pour la flore l'étude de la dynamique de la végétation sera effectuée dans les parcelles permanentes. Il s'agira alors d'identifier :

- les transformations ou successions dans les unités de végétation (groupements végétaux) par rapport à l'état de référence déjà établi ou dynamique annuelle
- les transformations ou successions dans les unités de végétation (groupements végétaux) par rapport à l'état climax qui traduit un équilibre entre les organismes et le biotope ou évolution

Des prises de vues montrant la dynamique annuelle et l'évolution progressive ou régressive de la végétation seront être effectuées.

#### ☞ **DETECTION DES PROLIFERATIONS**

Après l'établissement de la liste des espèces à suivre, des fiches de relevés (annexes) seront remplies progressivement pour déterminer : les indices et type de colonisation et les interventions effectuées etc.

#### ☞ **SUIVI DES TESTS DE GESTION DES PLANTES AQUATIQUES**

Les opérations de gestion proposées et réalisées seront suivies pour déterminer leur efficacité et voir les espèces récalcitrantes.

### **CONCLUSION GENERALE**

Cette étude a cherché à établir la situation de référence pour une bonne connaissance du comportement des plantes aquatiques rencontrées au niveau des axes hydrauliques de la zone

du delta et de la vallée du fleuve Sénégal, en vue d'optimiser la planification et l'efficacité des travaux de maintenance. Il s'agit de faire un diagnostic précis de la situation des plantes aquatiques qui se développent le long des axes hydrauliques et de mettre en place un dispositif efficace de suivi du comportement des espèces identifiées.

A la suite de ce travail, d'importants résultats sont obtenus.

En ce qui concerne la flore, 115 espèces réparties dans 87 genres et 43 familles sont recensées avec une nette dominance des Spermatophytes avec une dominance des Therophytes avec toutefois une bonne représentation des chaméphytes, des nanophanérophytes et des hydrophytes et l'importance relative des espèces pantropicales et africaines,

Pour la végétation, la répartition des végétaux est fortement influencée par l'eau et le sol ; ces végétaux sont répartis dans 5 groupes qui peuvent chacun présenter plusieurs faciès en fonction des conditions du milieu. La végétation présente une nette zonation,

Cette étude a montré un fort développement de certaines espèces qui peuvent même former des peuplements monospécifiques à certains endroits ce qui présage de leur caractère envahissant ; il s'agit de *Aeschynomene elaphorhylon*, *Azolla africana*, *Bolboschoenus maritimus*, *Ceratophyllum demersum*, *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia adscendens*, *L. leptocarapa*, *Nymphaea lotus*, *N. micrantha*, *Oxycaryum cubense*, *Phragmites vulgaris*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton schweinfurthii*, *P. octandrus*, *Salvinia molesta* et *Typha domingensis*.

Dans la zone, les plantes envahissantes présentent de effets positifs ou négatifs au plan écologique, socioéconomique et sanitaire. Toutefois, les populations riveraines ne reconnaissent aucun effet positif pour *Ceratophyllum demersum* qui pourtant en possède certains. Pour *Typha domingensis* par contre, beaucoup d'effets positifs lui sont reconnus eu égard à ses importantes potentialités de valorisation qui ont même tendance à masquer ses nuisances auprès des populations.

Les caractères morphologiques, physiologiques et écologiques des principales espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes sont données avec leurs photos.

Au regard des types et des indices de colonisation la plupart des axes hydrauliques sont vulnérables quant à l'intensité de la colonisation. Toutefois, certains adducteurs comme le Gorom aval, le Lampsar médian, la réserve d'eau de Saint Louis et certains émissaires de drainage comme le Ndiael, le Noar, le Ndiael et l'émissaire du Delta méritent une attention toute particulière pour tenter de gérer la prolifération des végétaux aquatiques envahissants.

Aussi, des méthodes urgentes de gestion des VAE doivent être mises en œuvre dans ces axes : extraction manuelle, mécanique, chimique ou biologique.

## BIBLIOGRAPHIE

Abernethy V. J., Sabbatini M.R., Murphy K. J. 1996. Response of *Elodea canadensis* Michx. and *Myriophyllum spicatum* L. to shade, cutting and competition in experimental culture. *Hydrobiologia* 340: 219224. In: Thiébaud G. (coordinateur). 2008 Rapport final Programme de recherche Invasions Biologiques : « Etude comparative de deux espèces végétales aquatiques invasives en France : *Elodea nuttallii* et *E. canadensis*. Stratégies adaptatives, facteurs écologiques polymorphisme génétique des espèces, Contribution au contrôle du phénomène invasif ». 58 pp.

Bowmer K.H, Jacobs S.W.L., Sainty G.R. 1995. Identification, Biology and Management of *Elodea canadensis*, Hydrocharitaceae. *Journal of Aquatic Plant Management* 33: 13-19.

Demierre A., Perfetta J. 2002. Gestion du faucardage des macrophytes sur les rives genevoises du Léman (Suisse), pp 345-347. In: Proceedings of the 11 th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds, September 26 2002, Moliets et Maâ, Landes, France. In: Muller S. (coordinateur). 2004 Plantes invasives en France: état des connaissances et propositions d'actions. Collections Patrimoines Naturels (Vol. 62), Publications Scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 168 pp.

Manche C. 2007. Les espèces exotiques envahissantes susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et les zones humides sur le territoire du SAGE Authion Guide pratique. Rapport de Master 2 professionnel, Tours, François Rabelais. 73pp.

Muller S. (coordinateur). 2004 Plantes invasives en France: état des connaissances et propositions d'actions. Collections Patrimoines Naturels (Vol. 62), Publications Scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 168 pp.

Pieret N., Delbart E. 2007. Fiches descriptives des principales espèces de plantes invasives en zones humides FUSAGxEcologie. L'élodée du Canada – *Elodea canadensis* Michaux. Cellule d'appui à la gestion des plantes invasives. Proposition de méthodes de gestion préventives et actives de la problématique des plantes invasives aux abords des cours d'eau non navigables en Région wallonne. [en ligne]. Disponible sur: <http://www.fsagx.ac.be/ec/gestioninvasives/Documents/Fiche%E9cologiqueEl...> Date d'accès: 16/11/2009.

Thiébaud G. (coordinateur). 2008 Rapport final Programme de recherche Invasions Biologiques : « Etude comparative de deux espèces végétales aquatiques invasives en France : *Elodea nuttallii* et *E. canadensis*. Stratégies adaptatives, facteurs écologiques polymorphisme génétique des espèces, Contribution au contrôle du phénomène invasif ». 58pp.

DiTomaso, J.M., G.B. Kyser et al. 2013. *Weed Control in Natural Areas in the Western United States*. Weed Research and Information Center, University of California. 544 pp.

Traore H., 1991 – Influence des facteurs agroécologiques sur la constitution des communautés adventices des cultures céréalières (sorgho, mil, maïs) du Burkina Faso. Thèse Doctorat, USTL, Montpellier II, 180 p.

Traore H. & Maillet J., 1992 – Flore adventice des cultures céréalières annuelles du Burkina-Faso. *Weed Research*. 32 : 279-293

Le Bourgeois T., 1993 – Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord Cameroun (Afrique) - Amplitude d'habitat et degré d'infestation - Cycle de développement. Thèse de Doctorat, USTL, Montpellier, France, 241 p.

Kuiseu J, Thiam A, Ba AT. Impacts de deux barrages sur les végétations héliophytique et hydrophytique du delta du fleuve Sénégal. J Bo Soc Bot Fr 2001 ; 14 : 85-101.

Thiam A. Contribution à l'étude phyto-écologique de la zone de décrue du lac de Guiers (Sénégal). Thèse de doctorat de troisième cycle, ISE, FST, Ucad, Dakar, 1984.

Anonyme, 2014 - Note sur la maîtrise de l'eau dans la vallée du fleuve Sénégal, Société Nationale d'Amenagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED).

Mboup Marième (2014) - Changements socio-environnementaux et dynamique de la végétation aquatique envahissante dans le delta du fleuve Sénégal (dans un contexte d'après-barrages)- Thèse de Doctorat unique, UCAD

## ANNEXES :

### 1-Quelques photos



Noar



Noar



Mbeurbeuf



*Echinocloa stagnina* (Chenal SOCAS)



Krankaye



Potamogeton sur Krankaye



Emissaire du Delta



Natchié



Ndiael

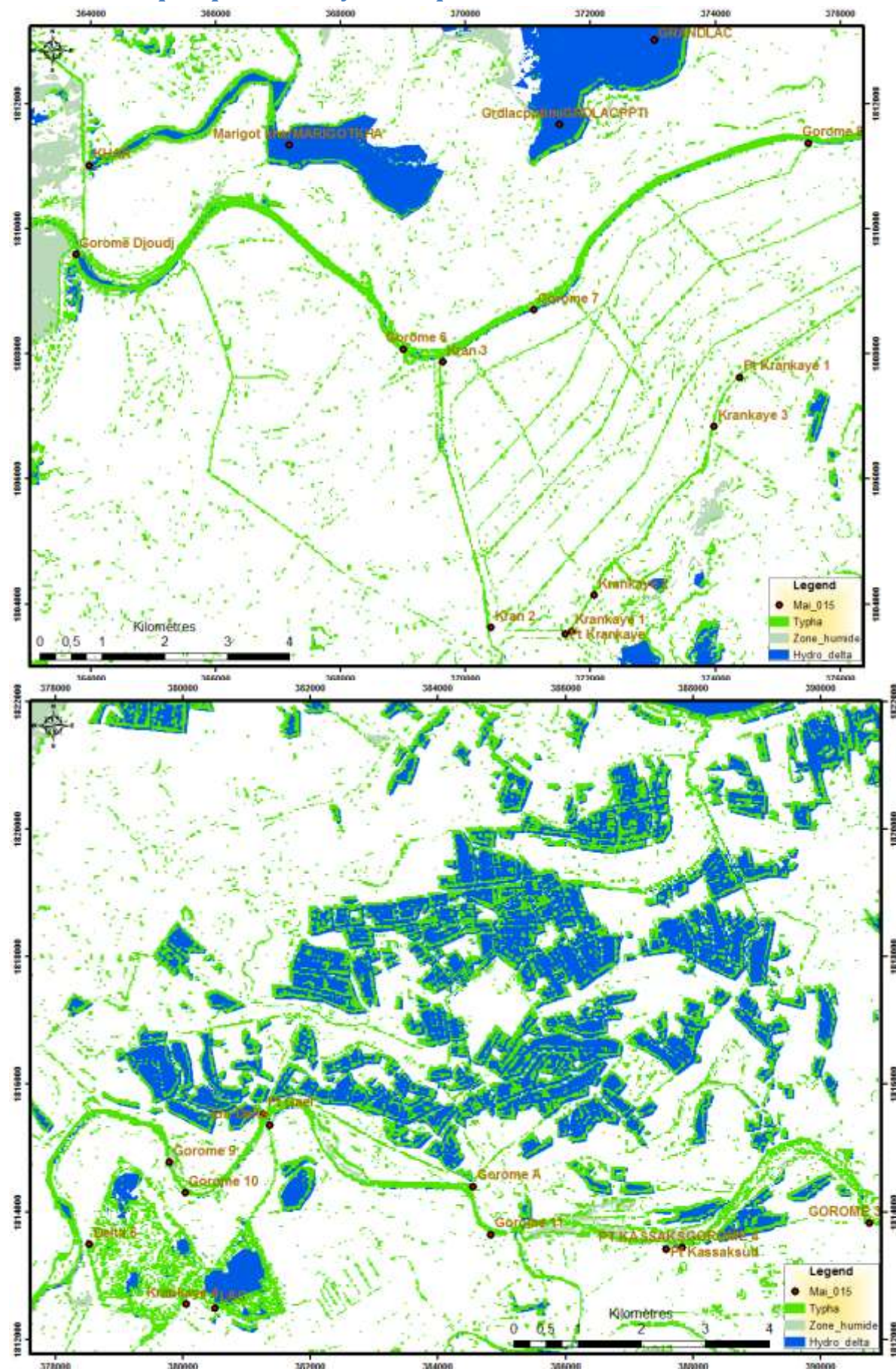


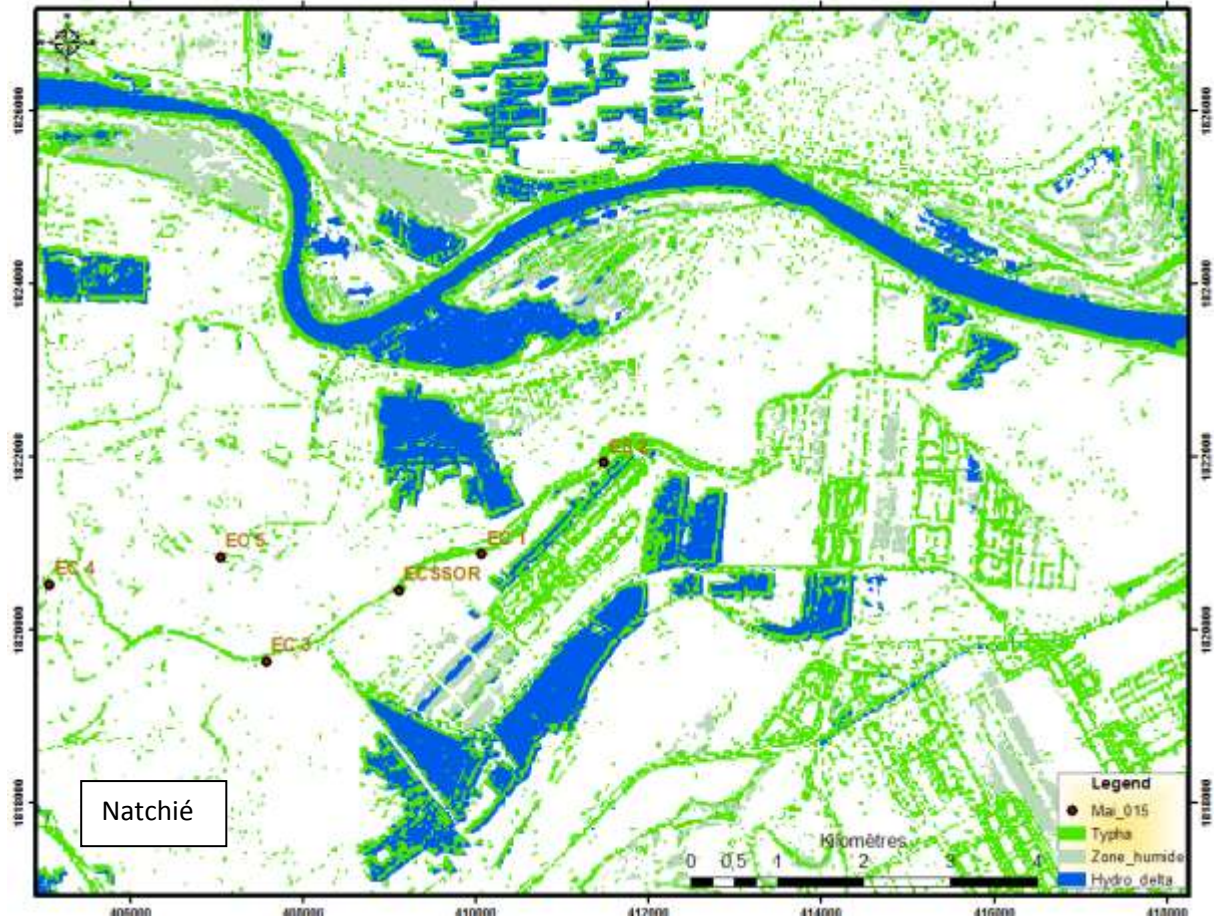
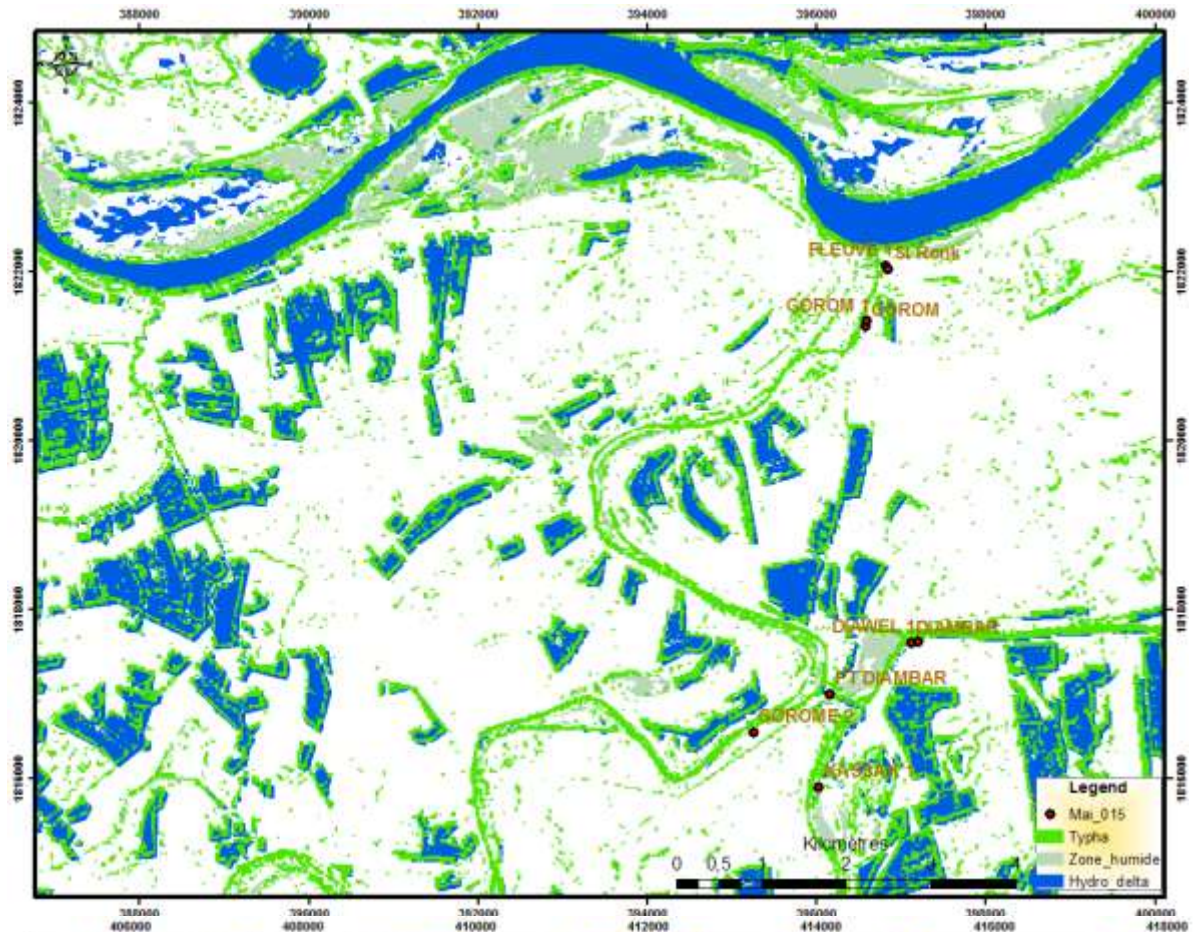
Diawel

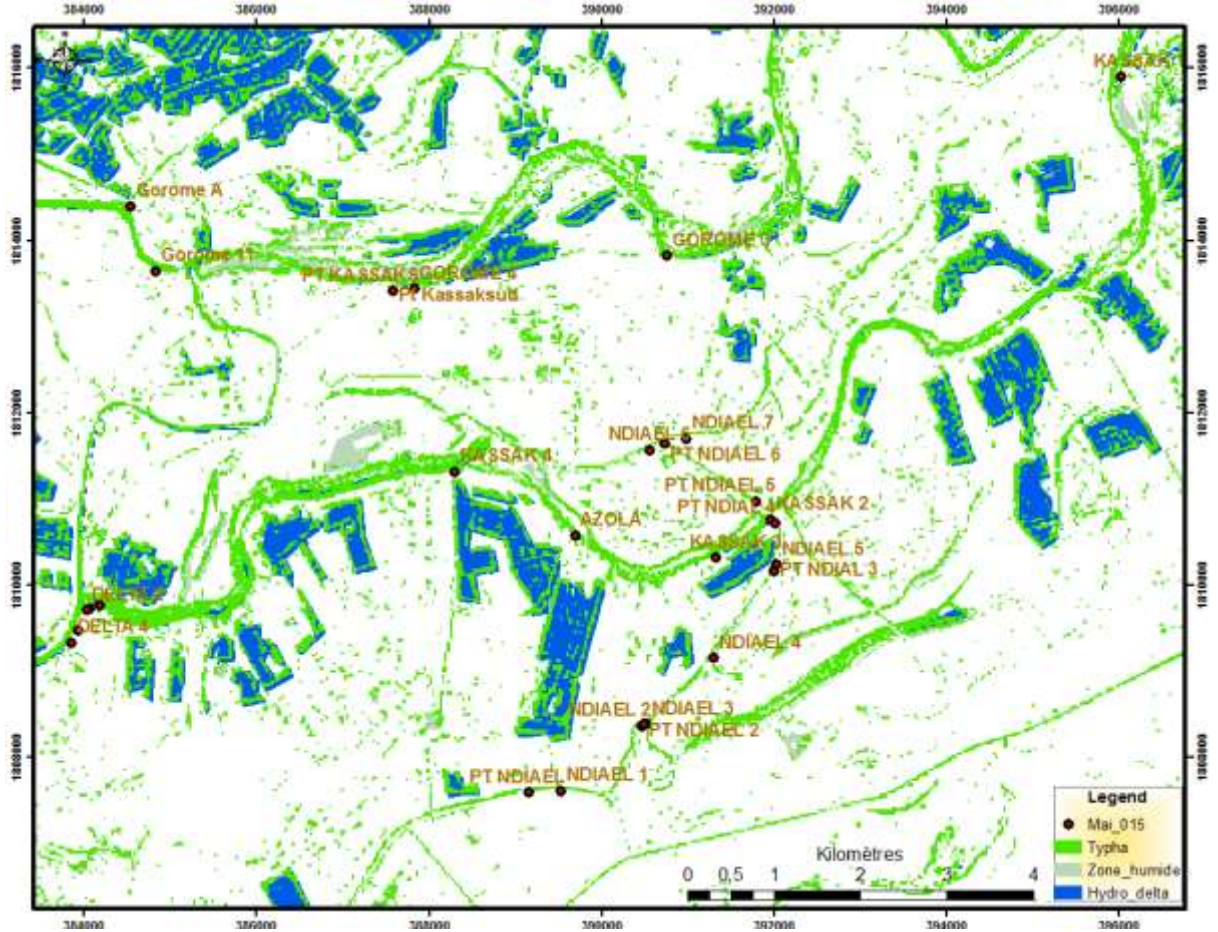
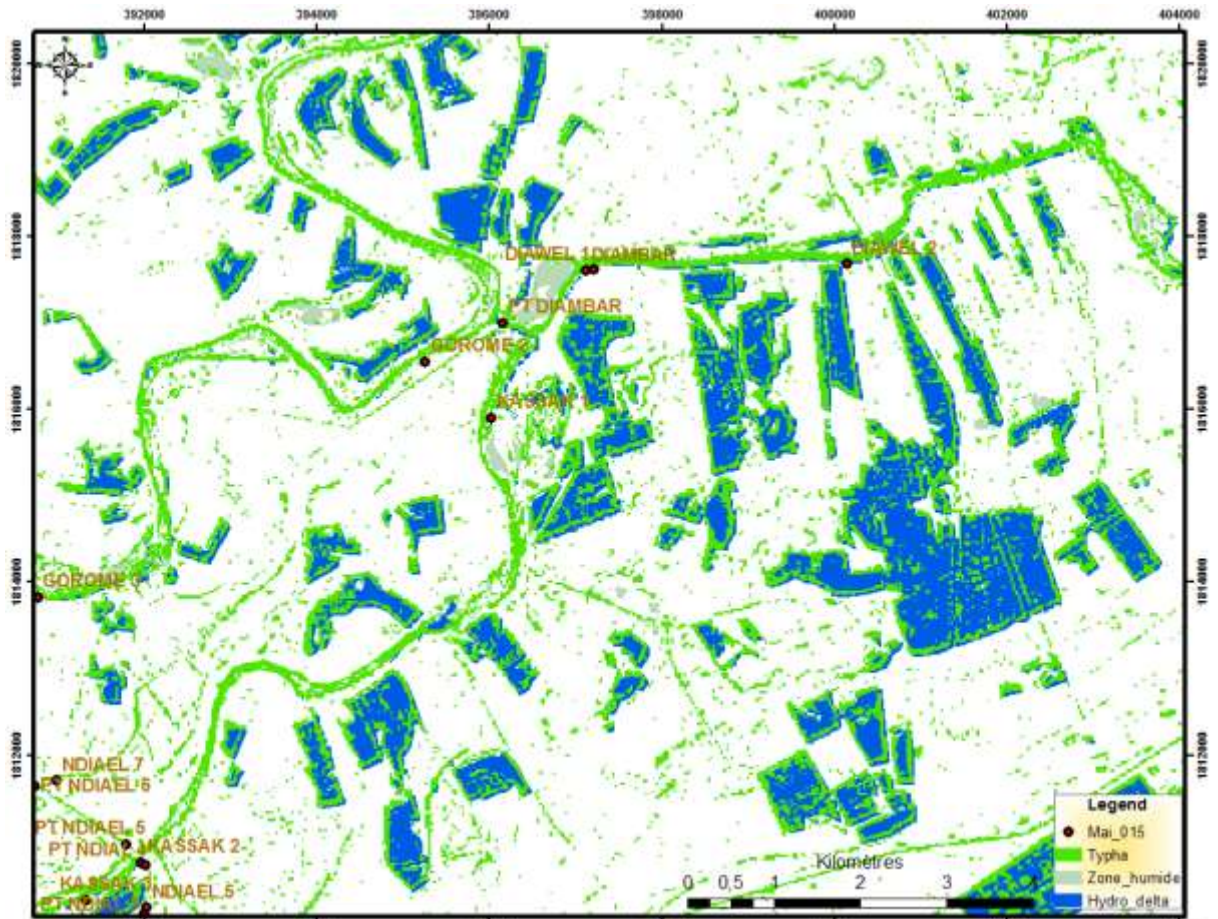


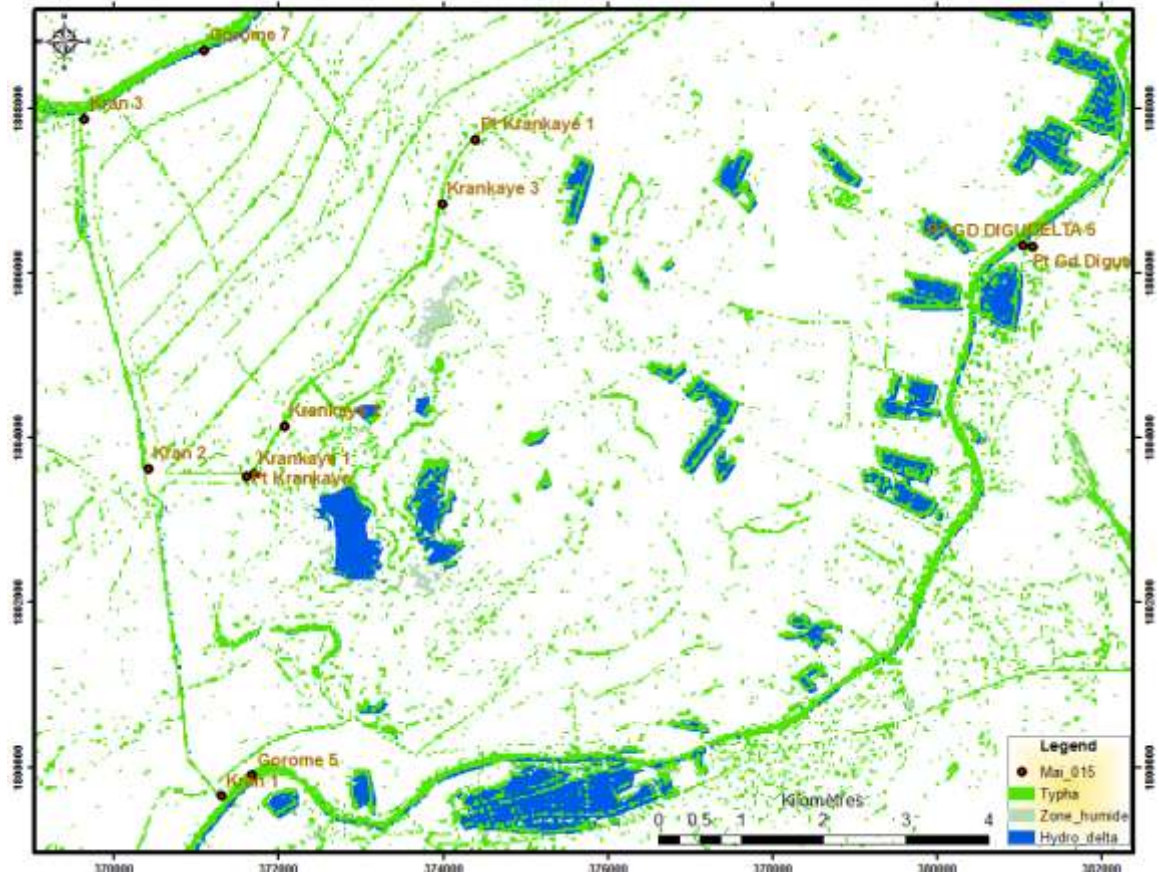
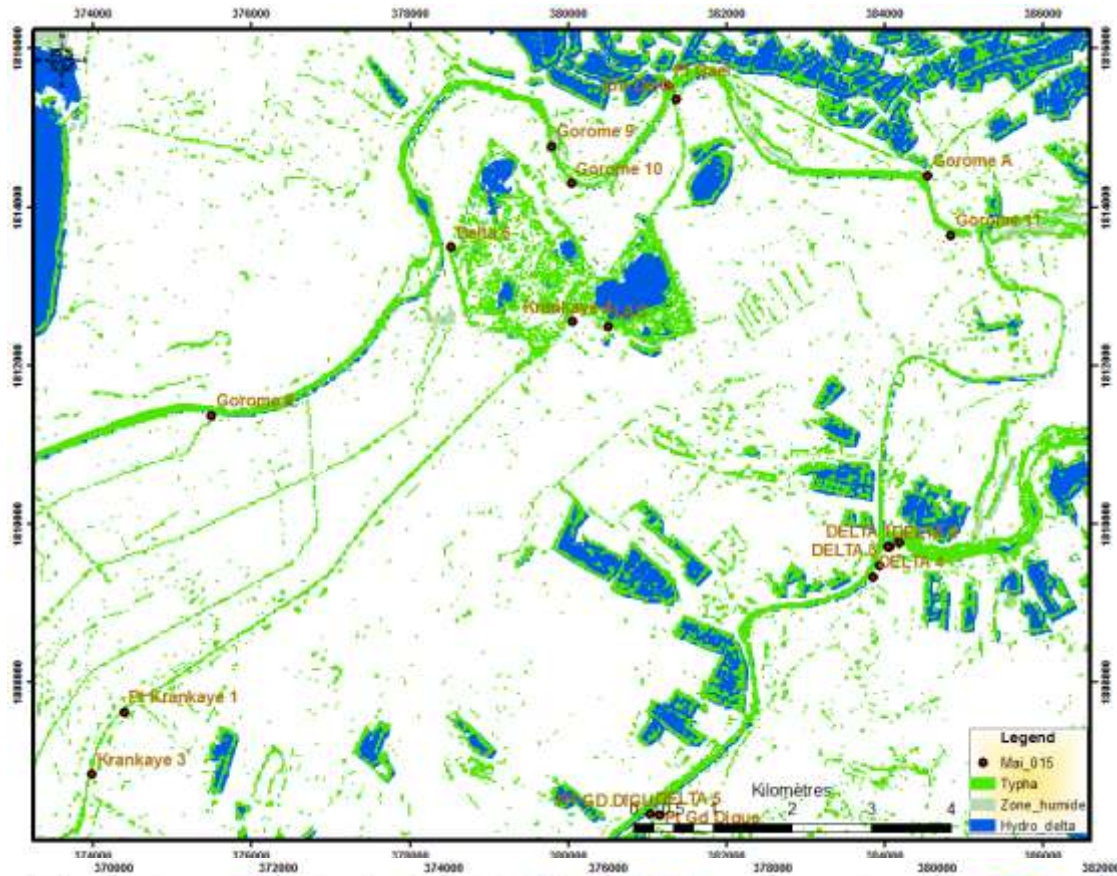
Kassak

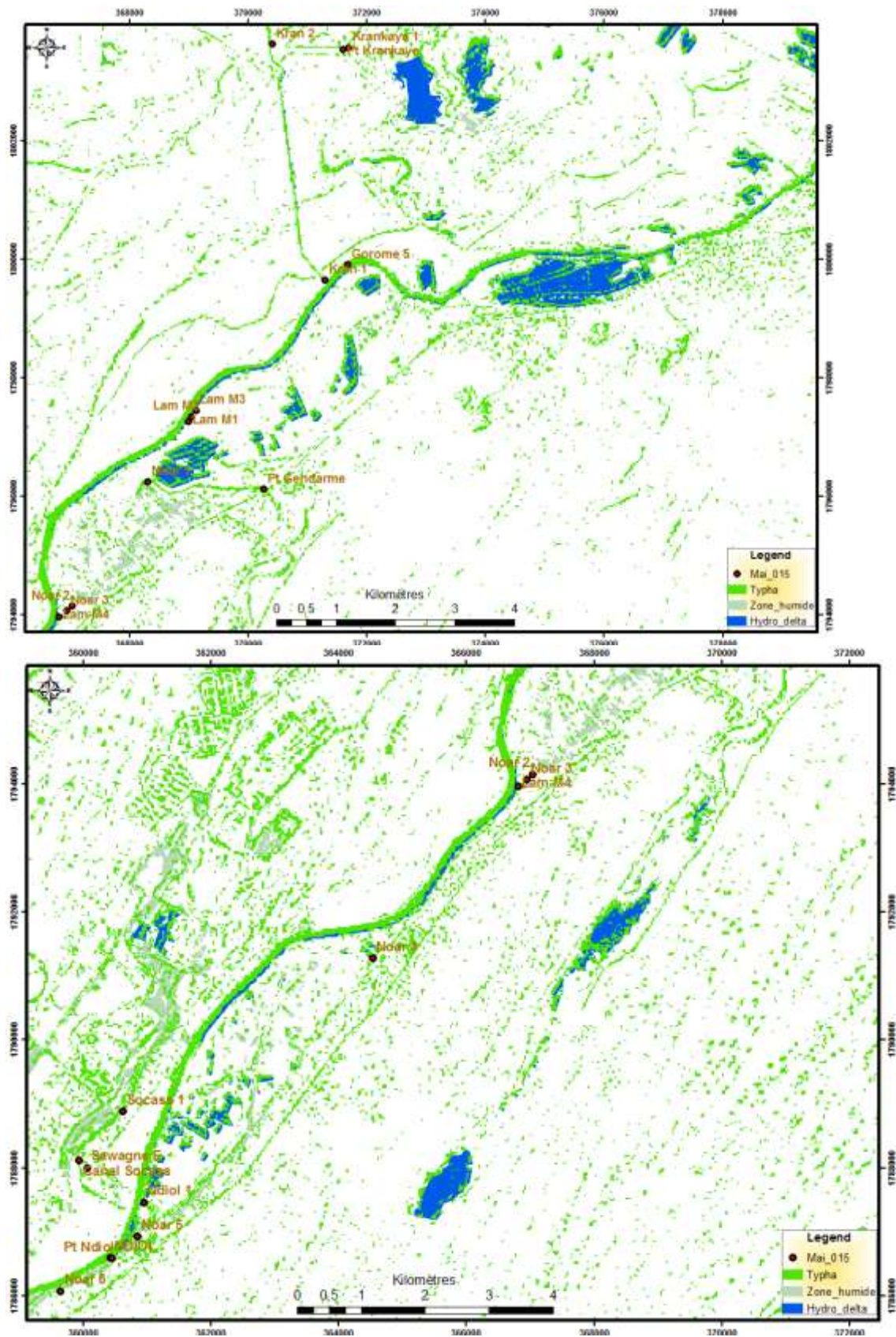
## 2-Cartes de quelques axes hydrauliques

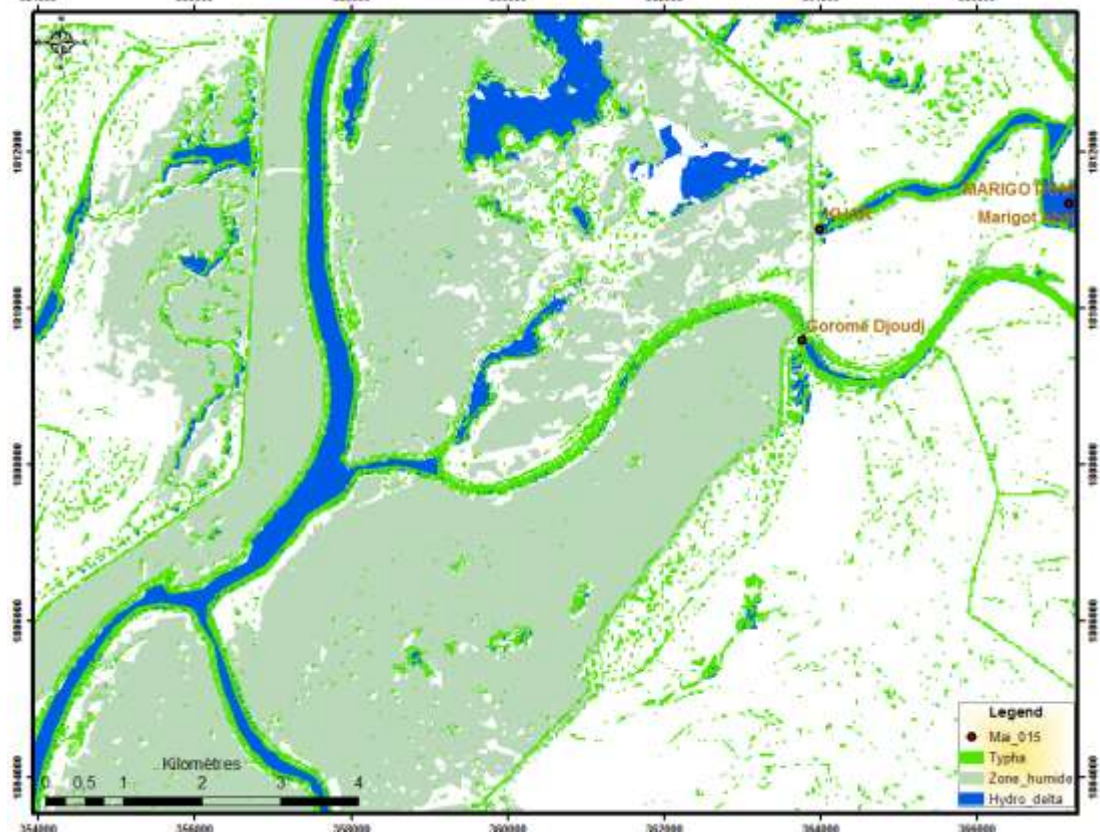
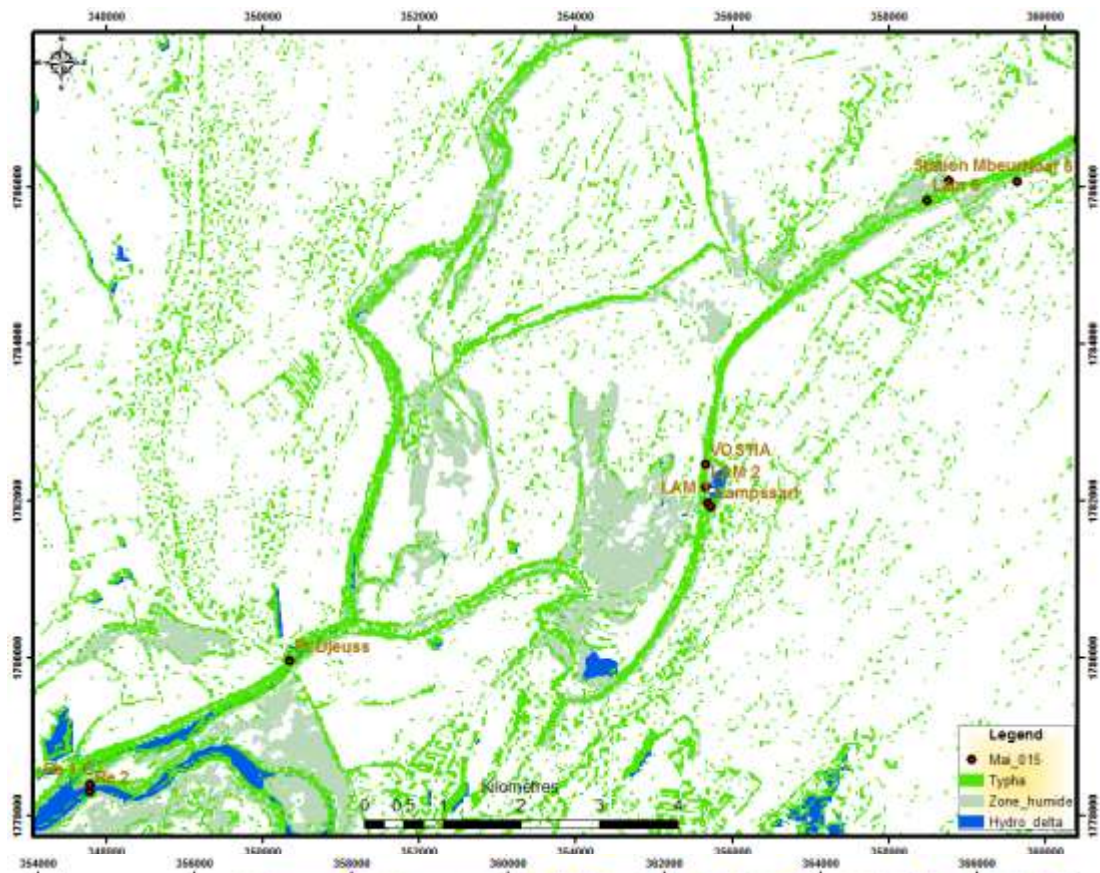












### 3-Fiche de prises de données

#### FICHE DE RELEVÉ PHYTOSOCIOLOGIQUE

N° :

Date :

Axe hydraulique :

Localité :

Aire :

Exposition :

PH :

X :

Y :

Recouvrement (%) :

Hauteur (cm) :

Profondeur :

| N° | Nom des espèces | AD | Ph. |
|----|-----------------|----|-----|
| 1  |                 |    |     |
| 2  |                 |    |     |
| 3  |                 |    |     |
| 4  |                 |    |     |
| 5  |                 |    |     |
| 6  |                 |    |     |
| 7  |                 |    |     |
| 8  |                 |    |     |
| 9  |                 |    |     |
| 10 |                 |    |     |
| 11 |                 |    |     |
| 12 |                 |    |     |
| 13 |                 |    |     |
| 14 |                 |    |     |
| 15 |                 |    |     |
| 16 |                 |    |     |
| 17 |                 |    |     |
| 18 |                 |    |     |
| 19 |                 |    |     |

## FICHE D'ETUDE DE LA VEGETATION AQUATIQUE ENVAHISSANTE

N° Fiche :

Date :

Localité :

Axe hydraulique :

Coordonnées :

Longueur, Largeur ou surface concerné (m, m2) :

### I) Type de Milieu

Cours d'eau :

☐ Adducteur

☐ Emissaire

Espaces en eau temporaires ou permanents :

☐ Plan d'eau connecté à une source

☐ Plan d'eau isolé de façon permanente

☐ Espace en eau temporaire

### II) espèce envahissantes

| Espèces envahissantes | COLONISATION   |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |
|-----------------------|----------------|--------------------------|--------------|-------------|---|---|-------------|---|---|-----|---|---|
|                       | INDICE         |                          |              | TYPE        |   |   |             |   |   |     |   |   |
|                       |                |                          |              | Rive droite |   |   | Rive gauche |   |   | Lit |   |   |
|                       | Faible<br><30% | Moyen<br>de 30%<br>à 60% | Fort<br>>60% | 1           | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 |
|                       |                |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |
|                       |                |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |
|                       |                |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |
|                       |                |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |
|                       |                |                          |              |             |   |   |             |   |   |     |   |   |

### III) Intervention au cours de l'année

Une intervention a eu lieu avant l'enquête (date) :

Une intervention aura lieu après l'enquête (date) :

**Fiche de questionnaire**

Numéro de fiche :

Date :

Village :

**I. Profil de l'informateur**

Nom :

Age :

Ethnie :

Sexe : Masculin ☐ Féminin ☐Niveau d'étude : Arabe (coran) ☐ Analphabète ☐ Elémentaire ☐ Secondaire ☐ Universitaire ☐Situation matrimoniale : Marié (e) ☐ Célibataire ☐

Profession : . . . . .

Natif (ve) du village : Oui ☐ Non ☐

## II. Noms locaux

| Espèces                          | Wolof | Maure | Pular | Autres |
|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| <i>Ceratophyllum demersum</i>    |       |       |       |        |
| <i>Typha domenguensis</i>        |       |       |       |        |
| <i>Salvinia molesta</i>          |       |       |       |        |
| <i>Polygonum senegalense,</i>    |       |       |       |        |
| <i>Echinochloa stagnina</i>      |       |       |       |        |
| <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> |       |       |       |        |
| <i>Phragmites vulgaris</i>       |       |       |       |        |
| <i>Ipomoea aquatica</i>          |       |       |       |        |
| <i>Azolla africana</i>           |       |       |       |        |
| <i>Ludwigia octovalvis</i>       |       |       |       |        |
| <i>Mimosa pigra</i>              |       |       |       |        |
| <i>Nymphaea spp</i>              |       |       |       |        |

### III. Usages et méfaits

| Espèces                          | USAGES |    |     |    |    |        | MEFAITS |        |          |        |
|----------------------------------|--------|----|-----|----|----|--------|---------|--------|----------|--------|
|                                  | BC     | BS | Fge | AH | Ph | Autres | Homme   | Bétail | Poissons | Autres |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>    |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Typha domenguensis</i>        |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Salvinia molesta</i>          |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Polygonum senegalense,</i>    |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Echinochloa stagnina</i>      |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Phragmites vulgaris</i>       |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Ipomoea aquatica</i>          |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Azolla africana</i>           |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Ludwigia octovalvis</i>       |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Mimosa pigra</i>              |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |
| <i>Nymphaea spp</i>              |        |    |     |    |    |        |         |        |          |        |

BC : bois de chauffe, BS : bois de service, Fge : fourrage, Ph : pharmacopée, AH : alimentation humaine, MC : méthodes de conservation, DD : Augmentation de densité des peuplements actuels de l'espèce et ceux d'avant, NSP : ne sait pas

## IV. Alimentation

| ESPECES                          | PARTIES UTILISEES |    |    |    |    |    | UTILISATEURS |   |   | Observations |
|----------------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|--------------|---|---|--------------|
|                                  | Fe                | Rm | Rc | Fl | Fr | Gr | E            | F | H |              |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>    |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Typha dominguensis</i>        |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Salvinia molesta</i>          |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Polygonum senegalense,</i>    |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Echinochloa stagnina</i>      |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Phragmites vulgaris</i>       |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Ipomoea aquatica</i>          |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Azolla africana</i>           |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Ludwigia octovalvis</i>       |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Mimosa pigra</i>              |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |
| <i>Nymphaea spp</i>              |                   |    |    |    |    |    |              |   |   |              |

Fe : feuille, Rm : rameau, Rc : racine, Fr : fruit, Gr : graines, , E : Enfants, , F : Femmes, H : Hommes

## V. PHARMACOPÉE

| ESPECES                          | PARTIES UTILISEES |    |   |    |    |    |    | MODES DE PREPARATION |   |   |    |    | MALADIES TRAITEES |
|----------------------------------|-------------------|----|---|----|----|----|----|----------------------|---|---|----|----|-------------------|
|                                  | Fe                | Rm | E | Rc | Fl | Fr | Gr | I                    | D | M | Po | Fu |                   |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>    |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Typha dominguensis</i>        |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Salvinia molesta</i>          |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Polygonum senegalense,</i>    |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Echinochloa stagnina</i>      |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Phragmites vulgaris</i>       |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Ipomoea aquatica</i>          |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Azolla africana</i>           |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Ludwigia octovalvis</i>       |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Mimosa pigra</i>              |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |
| <i>Nymphaea spp</i>              |                   |    |   |    |    |    |    |                      |   |   |    |    |                   |

Fe : feuille, Rm : rameau, Ra : racine, Fr : fruit, E : Ecorce, I : infusion, D : décoction, M : macération, Po : poudre, Fu : fumigation

### VI. historiques des peuplements et stratégie de gestion de l'espèce

| Espèces                          | Augmentation de densités |     |     |      |        | Gestion de l'espèce |     |    |    |    |       |            |     |     |
|----------------------------------|--------------------------|-----|-----|------|--------|---------------------|-----|----|----|----|-------|------------|-----|-----|
|                                  | Oui                      | Non | NSP | Date | RAISON | Non                 | Oui |    |    |    |       | Efficacité |     |     |
|                                  |                          |     |     |      |        |                     | Ma  | Me | Ch | Fe | Autre | Oui        | Non | NSP |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>    |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Typha dominguensis</i>        |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Salvinia molesta</i>          |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Polygonum senegalense,</i>    |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Echinochloa stagnina</i>      |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Aeschynomene elaphroxylon</i> |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Phragmites vulgaris</i>       |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Ipomoea aquatica</i>          |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Azolla africana</i>           |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Ludwigia octovalvis</i>       |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Mimosa pigra</i>              |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |
| <i>Nymphaea spp</i>              |                          |     |     |      |        |                     |     |    |    |    |       |            |     |     |

Ma = Manuel ; Me = Mécanique ; Ch=Chimique ; Fe = feu ; NSP = N