

Etude pour l'évaluation des besoins pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve au Sénégal et en Mauritanie

Plan d'action concerté pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve Sénégal



Christian Castellanet
Souleymane Diallo
Labaly Toure
Guillaume Boisset
Maud Ferrer
Aline Hubert
Aminata Ndir

Rapport #4 - Version finale – Juillet 2019

Sommaire

Plan d'action concerté pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve Sénégal	1
Partie I – Bases du plan d'action.....	8
1 Rappel des étapes précédentes	8
2 Méthodologie d'élaboration du plan d'action.....	10
2.1 Rappel des TdR.....	10
2.2 Différenciation court terme/moyen terme/long terme	11
2.3 Objectif d'appropriation par tous les acteurs.....	11
3 Méthodes de contrôle recommandées par type de milieu (et coûts associés).....	12
A) Méthodes existantes	13
3.1 Faucardage manuel ou mécanisé, par pelle long bras ou pelle flottante	13
➤ Aire d'application	13
➤ Coûts constatés	13
3.2 Recalibrage	15
➤ Aires d'application : chenaux, grands adducteurs et drains	15
➤ Coûts estimés du recalibrage	15
B) Méthodes alternatives proposées	17
3.3 Coupe sous l'eau et combinaison de méthodes mécaniques	17
➤ Aires d'application.....	17
➤ Coûts.....	17
3.4 Valorisation couplée au contrôle.....	17
➤ Aires d'application.....	17
➤ Coûts associés	18
3.5 Contrôle biologique par carpes chinoises.....	18
➤ Aires d'application.....	18
➤ Coûts estimés	18
3.6 Polderisation	18
➤ Aires d'application.....	18
➤ Coûts estimés	18
Partie II - Plan d'action.....	19
➤ <u>Structuration du plan d'action</u>	19
Première partie du Plan d'action : Estimation des besoins pour le contrôle du typha dans les zones prioritaires, sur la base des techniques existantes.....	20
4 Zonage du typha dans le delta et priorisation des interventions	20
4.1 Etat des connaissances	21
➤ Méthodologie du zonage	21

➤	Extension du typha dans le delta	25
➤	Implications pour le modèle de développement des aménagements hydro-agricoles.....	25
4.2	Détermination des zones de contrôle prioritaire.....	26
➤	Zones de contrôle prioritaire.....	26
4.3	Chiffrage des zones de contrôle prioritaires.....	27
➤	Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation.....	28
➤	Limiter l'impact socio-économique négatif de la prolifération du typha pour les communautés riveraines : Accès villages/ Pécheurs.....	29
➤	Maintien de la biodiversité : PND/ PNOD : Entretien des parties centrales des lacs.....	30
➤	Surface totale de la zone de contrôle prioritaire	30
4.4	Zonage proposé.....	31
➤	Zones de contrôle prioritaire.....	32
➤	Zones de récupération souhaitable.....	32
➤	Zones de protection	32
➤	Zones de valorisation potentielle :.....	33
➤	Cartographie de zonage du typha	33
4.5	Finalisation et formalisation du zonage du typha.....	36
➤	Justification.....	36
➤	Actions proposées	37
➤	Coût des actions	37
➤	Partenaires	37
➤	Chronogramme	37
5	Estimation des coûts pour l'entretien des zones de contrôle prioritaires (avec les méthodes existantes)	38
➤	Introduction.....	38
➤	Coût total d'entretien annuel sur zones prioritaires (récapitulatif).....	38
	Deuxième partie du Plan d'action : Investissements proposés pour améliorer le contrôle du typha	40
6	Recalibrage des axes hydrauliques	40
6.1	Etude complémentaire sur la viabilité technico-économique du recalibrage.....	40
➤	Définition et conditions du recalibrage.....	40
➤	Objectifs de l'étude	41
➤	Activités prévues	41
➤	Coût	42
6.2	Programme d'investissement en recalibrage (A 1-2)	42
➤	Estimation des longueurs des axes à recalibrer en priorité	42
➤	Coût	43
➤	Rappel des bénéfices et risques à long terme.....	43
➤	Risques.....	44
7	Coupe sous l'eau et combinaisons de méthode de contrôle mécanique	45
7.1	Recherche finalisée sur les méthodes mécaniques de coupe sous l'eau	45
➤	Objectifs/ justification	45
➤	Actions proposées	45
➤	Coûts de chaque action	48

➤	Partenaires pour chaque action	50
➤	Chronogramme (court terme/moyen terme)	51
7.2	Amélioration et développement des méthodes de coupe sous l'eau (et berges)	51
➤	Rappel/ justification	51
➤	Actions proposées	52
7.3	Développement des méthodes combinées	54
➤	Rappel/ justification	54
➤	Actions proposées	55
➤	Coûts de chaque action (intégrant co-financements des partenaires).....	57
➤	Partenaires pour chaque action	57
➤	Chronogramme	58
7.4	Généralisation de la coupe sous l'eau et de méthodes combinées.....	58
➤	Surfaces concernées.....	58
➤	Actions proposées et coûts	58
➤	Partenaires pour l'action 7-4.....	60
7.5	Synthèse de l'action « développement de coupe sous l'eau et méthodes combinées »..	61
➤	Coût d'ensemble et chronogramme	61
➤	Partenaires	62
➤	Zone d'application.....	62
➤	Bénéfices attendus à long terme.....	62
➤	Risques.....	63
8	Lutte biologique par carpes chinoises	64
➤	Rappel/ justification	64
➤	Actions proposées	64
➤	Coûts de chaque action	68
➤	Partenaires pour chaque action	72
➤	Zone d'application potentielle à long terme.....	73
➤	Rappel des risques et bénéfices attendus à long terme	73
9	Valorisation (couplée au contrôle).....	76
➤	Rappel/ justification	76
➤	Actions proposées	76
	Actions à court terme (CT)	76
➤	Actions à moyen terme	80
➤	Actions à long terme (6-10 ans)	84
➤	Récapitulatif	85
➤	Zone potentielle	86
➤	Risques et bénéfices attendus à long terme	87
10	Aménagement de Polders.....	88
➤	Rappel du conteste.....	88
➤	Rappel des risques et bénéfices attendus à long terme	88
➤	Actions proposées	89
➤	Coûts de chaque action	91
➤	Partenaires	92
11	Coordination, échanges et renforcement des capacités	93

➤	Nécessité de la coordination des acteurs.....	93
➤	Structuration de la coordination	94
➤	Renforcement de capacités.....	95
➤	Activités, coûts et chronogramme	96
	Troisième partie : Synthèse du plan d'action.....	97
12	Synthèse : Plan d'action intégré.....	97
12.1	Synthèse du plan d'action : objectifs de réalisation et principaux partenaires.....	97
12.2	Budget du plan d'action	98
➤	Budget d'investissement	98
➤	Budget d'entretien des zones prioritaires.....	99
➤	Economies réalisées grâce aux investissements	103
➤	Budget du plan d'action complet intégrant le contrôle du typha en zones prioritaires.....	104
13	Conclusion et recommandations.....	106
	Annexe 1 - Axes hydrauliques et collecteurs - SAED/ OLAC.....	107
	Annexe 2 - Axes hydrauliques rive droite	109
	Annexe 3 - Coûts totaux de l'entretien rive gauche.....	110
	Annexe 4 - Programme d'entretien des axes hydraulique en Mauritanie.....	111
	Annexe 5 - Coût d'entretien des canaux et drains sous la responsabilité des irrigants	113
	Annexe 6 – Impacts du phosphore et autre nutriments dans l'eau.....	114
	Annexe 7 - Compte rendu de l'atelier de Saint Louis du 12 et 13 juin 2019	115

Liste des acronymes

AdU	Association d'Usagers
AEP	Alimentation en Eau Potable
ARD	Agence Régionale de Développement (Sénégal)
CNRADA	Centre National de Recherche Agronomique et de Développement Agricole (Mauritanie)
CU	Comité d'Usagers (Sénégal)
DAR	Direction de l'Aménagement Rural (Mauritanie)
DRE	Délégation Régionale de l'Environnement (Mauritanie)
DREEC	Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés (Sénégal)
DRDR	Délégation Régionale du Développement Rural (Mauritanie)
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
GES	Gaz à effet de serre
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
ISET	Institut Supérieur d'Enseignement Technologique (Mauritanie)
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (Sénégal)
OLAC	Office des Lacs et des Cours d'eau (Sénégal)
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Organisation Paysanne
PGIRE	Projet de Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PND	Parc National du Diawling (Sénégal)
PNOD	Parc National des Oiseaux du Djoudj (Mauritanie)
RD	Rive Droite
RG	Rive Gauche
RIM	République Islamique de Mauritanie
SAED	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (Sénégal)
SNAAT	Société Nationale des Aménagements Agricoles et des Travaux (Mauritanie)
SOGED	Société de Gestion et d'Exploitation du barrage de Diama
SONADER	Société Nationale pour le Développement Rural (Mauritanie)
TdR	Termes de Référence
TyCCAO	Projet Typha Combustible Construction Afrique de l'Ouest
UH	Union Hydraulique
VAE	Végétation Aquatique Envahissante

Liste des figures et des tableaux

Figure 1. Images satellites utilisées.....	21
Figure 2. Echantillonnage sur 3 sites.....	22
Figure 3. Carte d'occupation des terres du delta du fleuve Sénégal (source : Etude OMVS 2019).....	24
Figure 4. Zones de protection des typhaies/ zones de frai (source : OLAC).....	32
Figure 5. Zonage du typha dans le delta du fleuve Sénégal.....	34
Figure 6. Zoom du zonage à l'échelle villageoise.....	35
Figure 7. Zoom du zonage sur le fleuve Sénégal.....	35
Figure 8. Carte administrative de la région du delta du fleuve Sénégal.....	36
Figure 9. Coupe d'un axe avant recalibrage.....	40
Figure 10. Coupe du même axe après recalibrage (représentation schématique).....	40
Figure 11. Schéma d'organigramme pour la mise en oeuvre de la recherche appliquée.....	48
Figure 12. Emplacement des digues de polders (en rouge) et des digues latérales entre Kheune et Rosso (en noir) (source : Avant-projet sur les polders, OMVS, 2014).....	90
Figure 13. Vue d'ensemble des aménagements pour la petite irrigation intensive à l'ultérieur des polders K à Q (source : Avant-projet sur les polders, OMVS 2014).....	90
Tableau 1. Estimation des longueurs ou surfaces prioritaires.....	31
Tableau 2. Coût de l'entretien des zones prioritaires avec les méthodes actuelles.....	38
Tableau 3. Coût de la phase expérimentale de la coupe sous l'eau.....	49
Tableau 4. Partenariat pour la mise en oeuvre des actions de recherche finalisée sur les méthodes de coupe mécanique.....	50
Tableau 5. Chronogramme de la recherche finalisée sur les méthodes de coupe mécanique.....	51
Tableau 6. Récapitulatif des coûts de l'action "coupe sous l'eau et méthodes combinées" par période.....	61
Tableau 7. Partenaires de l'action "coupe sous l'eau et méthodes combinées".....	62
Tableau 8. Récapitulatif des coûts de l'action "lutte biologique".....	71
Tableau 9. Partenaires de l'action "lutte biologique".....	72
Tableau 10. Economies attendues de la lutte biologique.....	74
Tableau 11. Zones et partenaires pour la valorisation.....	77
Tableau 12. Récapitulatif des coûts pour l'action "valorisation".....	85
Tableau 13. Récapitulatif des partenaires par activité pour l'action "valorisation".....	86
Tableau 14. Villages concernés par chacun des 7 projets de polders (source : Avant-projet sur les polders, OMVS, 2014).....	90
Tableau 15. Récapitulatif des activités de renforcement de capacités et diffusion au sein du plan d'action (déjà intégrés dans les diverses thématiques).....	95
Tableau 16. Objectifs de réalisation et principaux partenaires.....	97
Tableau 17. Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage.....	100
Tableau 18. Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage et méthodes améliorées de contrôle mécanique.....	101
Tableau 19. Economies sur l'entretien grâce à la lutte biologique.....	102
Tableau 20. Economies sur l'entretien grâce à la valorisation.....	103
Tableau 21. Evolution des coûts d'entretien annuels des zones prioritaires entre l'année 1 et l'année 10 du plan d'action.....	104
Tableau 22. Budget complet du plan d'action (investissements et coûts d'entretien).....	105

Partie I – Bases du plan d'action

1 Rappel des étapes précédentes

Depuis le 1^{er} septembre 2018, le Gret mène une étude pour l'évaluation des besoins pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve au Sénégal et en Mauritanie pour le compte de l'OMVS, dans le cadre de la phase 3 du projet GIRE Trust Fund.

Une note de cadrage – revue documentaire (rapport #1) a été remise à l'OMVS en octobre 2018 et finalisée en décembre de la même année.

Le Gret a également conduit une première mission de terrain, en novembre 2018, au Sénégal et en Mauritanie, pour rencontrer les acteurs impliqués et échanger avec eux. Fort de nouvelles informations, le Gret a alors pu dresser un « Etat des lieux et bilan des méthodes de lutte contre le typha » (rapport #2) qui a été évalué et finalement validé en atelier le 14 et 15 janvier 2019 par l'OMVS et ses partenaires.

Cet atelier a retenu 5 thématiques/méthodes de lutte alternatives :

- a. Recherches appliquées au contrôle mécanique ;**
- b. Test et développement de nouveaux équipements de faucardage ;**
- c. combinaison lutte mécanique et recalibrage ;**
- d. faisabilité de la lutte biologique (carpes chinoises) ;**
- e. Couplage contrôle et valorisation du typha.**

Auxquelles a été rajoutée une sixième méthode, **la poldérisation**, qui avait déjà été étudiée par l'OMVS.

Afin d'approfondir ces thématiques, le consultant a organisé en février 2019 une seconde mission, avec une série de quatre ateliers thématiques réunissant des représentants des parties prenantes et experts de chaque domaine à Saint Louis et Rosso (RIM).

A partir de ces échanges, le rapport #3 sur les « méthodes et actions viables de contrôle du typha » a été élaboré et remis à l'OMVS début avril 2019, puis validé en mai.

Ce rapport a proposé de regrouper les 3 premières méthodes (recherche sur le contrôle mécanique, nouveaux équipements de faucardage/coupe sous l'eau, méthodes combinées arrachage/coupe sous l'eau) au sein d'un axe « **amélioration des méthodes de faucardage grâce à la coupe sous l'eau et à la combinaison de méthodes mécaniques** » car ces trois activités sont apparues comme très liées.

Par contre, le **recalibrage**, bien qu'il fasse partie des méthodes mécaniques (mais également hydrauliques), est apparu comme suffisamment distinct pour constituer un axe à part.

En ce qui concerne le plan d'action, le rapport #3 a proposé de le structurer en deux parties (en réponse aux commentaires reçus du PGIRE) :

- Une première partie portant sur **l'estimation des besoins nécessaires pour le contrôle du typha dans les zones prioritaires** qui auront été validées avec tous les acteurs concernés, sur la base des techniques existantes. La détermination des zones prioritaires est le résultat d'un exercice de **zonage** du typha préparé avec les acteurs concernés.
- Une deuxième partie du plan d'action portant sur **les méthodes nouvelles à expérimenter et développer**. Il a été également prévu d'aborder la question de la coordination de tous les acteurs concernés, qui apparaît comme essentielle pour la réussite de ce plan.

Une troisième mission a eu lieu du 10 au 19 avril 2019. Son objectif était de compléter et préciser les informations manquantes pour l'élaboration du plan d'action, de rencontrer à nouveau les principaux acteurs du contrôle du typha pour obtenir leur feedback sur les axes proposés pour le plan d'action, et d'élargir le nombre d'acteurs consultés, en intégrant en particulier, des acteurs clefs mauritaniens que nous n'avions pas pu rencontrer précédemment (DRDR, SNAAT, DRE) les services de la pêche et de la pisciculture, mais aussi les coopératives/groupements d'irrigants et unions hydrauliques au niveau des organisations de base ainsi que certains transformateurs du typha. Elle a également permis de préparer l'atelier bi-national de consultation des parties prenantes, qui a eu lieu les 12-13 juin 2019 à Saint Louis.

Cet atelier, auquel ont participé 25 représentants des diverses parties prenantes du delta du fleuve Sénégal, aussi bien Mauritaniens que Sénégalais, a permis de valider les différentes composantes du plan d'action, tout en faisant un certain nombre de recommandations qui ont été prises en compte et intégrées dans le présent document. (Voir le rapport de l'atelier en annexe 7)

Ces rapports ainsi que les consultations et échanges avec les partenaires concernés dans le delta du fleuve Sénégal et avec le PGIRE/OMVS, ont servi de base à l'élaboration du plan d'action concerté qui est présenté ici.

Nous remercions tout particulièrement M. Herim Habiboullah de la SONADER, qui nous a fourni de précieuses informations sur les axes hydrauliques en Mauritanie, M. Hademine Ould Mohanmed Vall de la SNAAT, qui nous a également beaucoup aidé pour l'estimation des budgets de maintenance côté mauritanien, ainsi que tous les autres partenaires avec qui nous sommes restés en correspondance au-delà de nos rencontres physiques, M. Ibra Niang et M. Mustafa Lo de la SAED, MM. Douye Ngom, Amadou Moctar Kane, Sekou Diediou et Mor Tall Sall de la CSS, M. Ahmed Mahmoud Khattry de la DRDR du Trarza, M. Meiloud Ahmed Salem, Chef du Service de la Pêche Continentale (RIM), M. Boubacar El Abass du PND, M. Babana Mohamed Lemine de l'ISET, M. Mallé Gueye du PNOD, M. Farba Oumar Sy de l'OLAC, M. Moussa GUEYE de la DREEC de Saint Louis, et tous ceux que nous ne pouvons citer ici, qui nous ont ouvert leurs portes pour des entretiens fructueux.

Un grand merci aussi à M. Abdou Diouf, consultant de l'étude institutionnelle, qui s'est joint à l'atelier de Saint Louis et avec qui nous avons beaucoup échangé.

2 Méthodologie d'élaboration du plan d'action

2.1 Rappel des TdR

Pour rappel, les Termes de Référence (TdR) de cette étude fixent comme objectif général « d'étudier les besoins en termes de contrôle de l'invasion du delta par le typha et de doter l'OMVS des outils pertinents à cet effet ».

Pour ce faire, un bilan de toutes les actions et études antérieures ou en cours visant à éradiquer ou à mieux contrôler le typha a été dressé dans le rapport #2 (objectif spécifique n°1) et les options techniques et économiques viables et socialement acceptables ont été présentées dans le rapport #3 (objectif spécifique n°2).

Le dernier objectif spécifique de cette étude est d'« élaborer de **manière concertée**, en prenant en compte la participation de tous les acteurs (HC/OMVS, SOGED, SONADER, SAED, autres structures des Etats, Communautés/Usagers, ONG), un **plan d'action** détaillé – avec les coûts associés – de lutte contre le typha en intégrant à la fois les dimensions techniques, économiques et sociales ».

« Le plan d'action, inclusif, pertinent et proportionné aux besoins, de lutte contre le typha et qui prend en compte les devoirs et responsabilités de toutes les parties prenantes (OMVS, Structures techniques nationales des Etats Membres et Communautés des Usagers), est élaboré et approuvé. Ce plan doit permettre d'atteindre les résultats spécifiques suivants :

- Les besoins d'entretien mécanique/de faucardage du typha sont cartographiés et les matériels et les coûts sont identifiés, pour chaque canal/axe/partie du delta. La fréquence et le volume d'entretien nécessaire sont décrits, en différenciant « maintenance lourde » initiale et « maintenance courante » ultérieure,
- Des moyens de lutte alternatifs sont étudiés, en relation avec l'écologie du typha et avec sa sensibilité aux conditions du milieu (niveaux d'eau, salinité, prédateurs,). En particulier, l'intérêt et la faisabilitéⁱ d'un abaissement temporaire du plan d'eau de Diama sera évaluée. »

Priorité à la réduction des coûts

La revue des différentes méthodes de lutte possible a conclu qu'il n'existait pas de « méthode miracle », réaliste et socialement acceptable, permettant de traiter le problème du typha de manière généralisée, qu'il s'agisse de la lutte biologique ou de l'abaissement du plan d'eau de Diama, ou encore de la re-salinisation partielle de l'estuaire (cf. rapport #2 de l'étude et compte-rendu de l'atelier OMVS de Saly). Sans négliger l'objectif d'analyser l'ensemble des besoins d'entretien/contrôle du typha sur l'ensemble du delta, la mission a dû prendre en compte, dans l'aspect « pertinent » et « proportionné au besoin » du plan de lutte, le facteur « coût de l'entretien ». Ce coût est considéré comme lourd par l'OMVS et par les organismes qui sont responsables de la lutte contre le typha. Aussi cela a amené la mission à d'une part, mettre l'accent sur les moyens alternatifs permettant de réduire ces coûts, et d'autre part à effectuer une priorisation des zones envahies par le typha devant faire l'objet de contrôle. Dans la mesure où ces moyens, alternatifs par définition, n'ont pas encore été

testés/expérimentés à grande échelle dans le delta, nous proposons d'intégrer dans le plan d'action un programme de test et d'expérimentation des nouvelles méthodes proposées, avant leur mise en œuvre à grande échelle à moyen ou long terme.

2.2 Différenciation court terme/moyen terme/long terme

Il a été convenu avec le PGIRE de distinguer 3 périodes dans le plan d'action : le court terme (2 ans), moyen terme (3- 5 ans) et long terme (6- 10ans).

- A court terme (2020-2021), nous avons listé les activités qui peuvent démarrer très rapidement, avec des moyens réduits, sur financements existants (notamment reliquats du PGIRE 2). Compte tenu de l'intérêt, voire de l'enthousiasme manifesté par de nombreux acteurs vis à vis du plan d'action, il nous a semblé important de ne pas laisser retomber cette dynamique et de pouvoir enclencher rapidement des activités concrètes, susceptibles d'avancer et d'économiser du temps sur le programme d'action proposé.
- A moyen terme, on se situe dans la perspective d'un nouveau programme de financement (PGIRE 3) qui démarrerait dans 2 ans pour une durée de 3 ans. Il combinerait le contrôle du typha avec les méthodes existantes dans les zones prioritaires, et lancerait les activités de recherche-action et d'expérimentation visant à consolider les bases de méthodes alternatives de contrôle du typha.
- A long terme (6-10 ans), il s'agirait de la deuxième phase de ce même programme (PGIRE 4), au cours de laquelle on passerait à l'échelle et on généraliserait les méthodes alternatives testées sur les zones de contrôle prioritaires afin de réduire les coûts et d'améliorer l'efficacité du contrôle du typha.

2.3 Objectif d'appropriation par tous les acteurs

Les TdR insistent sur l'importance de la participation et de la concertation de tous les acteurs concernés à ce plan d'action. Compte tenu de leur diversité, il est en effet crucial que tous les acteurs, depuis les structures OMVS elles-mêmes, les structures nationales concernées, jusqu'aux communautés et organisations locales, soient non seulement consultés, mais également parties prenantes et actives dans l'élaboration de ce plan d'action, et qu'en définitive, ils se l'approprient. Les missions #2 et #3 des consultants ont intégré cette préoccupation en rencontrant à plusieurs reprises, individuellement et collectivement, les principaux acteurs concernés et en élargissant progressivement le cercle des acteurs consultés.

Enfin, pour une appropriation optimale de ce plan d'action et une mobilisation concrète sur le terrain, l'équipe recommande à l'OMVS de bien diffuser ce plan d'action à tous les acteurs concernés.

3 Méthodes de contrôle recommandées par type de milieu (et coûts associés)

Nous allons dans ce chapitre synthétiser rapidement les informations et analyses des rapports précédents sur les méthodes de contrôle qui ont été retenues pour le plan d'action. Rappelons qu'ont été retenues deux méthodes existantes :

- Le faucardage mécanisé (par pelles) ;
- Le recalibrage des axes hydrauliques.

Et cinq méthodes alternatives¹ :

- La coupe mécanisée sous l'eau, en combinaison ou non avec l'arrachage par pelles ;
- La lutte biologique par les carpes chinoises ;
- La valorisation du typha couplée au contrôle ;
- L'aménagement de polders.

Pour chacune des méthodes de contrôle recommandées, nous préciserons les milieux où elles peuvent être utilisées. Au sein d'une zone de contrôle prioritaire donnée (par exemple un adducteur), on peut utiliser des techniques différentes pour des milieux différenciés ; en particulier, les méthodes utilisées sur berge ne sont pas les mêmes que celles utilisées dans l'eau à faible profondeur et à moins de 10 m de la rive, qui elles-mêmes sont différentes de celles utilisées au milieu de l'axe et avec des profondeurs d'eau plus importantes.

Nous allons également rappeler les coûts des méthodes existantes (qui ont été étudiées dans les rapports précédents), et qui serviront de base aux calculs des coûts du scénario de base (prochain chapitre).

¹ Nous avons un peu modifié les catégories par rapport aux conclusions de l'atelier OMVS #1 et au rapport #3. En particulier, nous avons à nouveau séparé contrôle mécanique et recalibrage car ils obéissent à des logiques assez distinctes. En revanche, nous avons regroupé recherche appliquée, test de nouveaux équipements de faucardage et combinaison de méthodes mécaniques car ces trois composantes du plan d'action sont très liées.

A) Méthodes existantes

3.1 Faucardage manuel ou mécanisé, par pelle long bras ou pelle flottante

➤ Aire d'application

Ces méthodes sont utilisables dans toutes les typhaies, avec des différences selon les milieux concernés :

- La coupe manuelle est utilisable sur les berges, en eau peu profonde. Sur les berges, la coupe du typha se traduit par une repousse rapide, et n'a donc qu'un intérêt limité si elle n'est pas accompagnée d'un arrachage manuel, très coûteux en temps. La coupe en eau profonde est possible avec des pirogues, mais avec une productivité très faible.
- L'arrachage par pelle long bras est possible à la fois sur les berges et dans l'eau jusqu'à 10 m de la rive.
- Au-delà de 10 m de la rive, seules les pelles flottantes sont utilisées (sauf par la CSS qui utilise des bateaux Conver)

➤ Coûts constatés

❖ *Faucardage manuel*

D'un point de vue pratique, notre étude a montré que la coupe manuelle avait une productivité assez faible, avec un coût de revient supérieur à celui du faucardage par pelle (en moyenne de l'ordre de 3 000 €/ha – cf. rapport #2) et une efficacité moindre (arrachage manuel difficile et partiel, difficile de couper sous l'eau à - 60 cm), et ne pouvait s'appliquer que sur des surfaces relativement réduites du fait du nombre de travailleurs à mobiliser. Nous ne l'avons donc pas intégré dans notre estimation des coûts du plan d'action, ce qui ne signifie pas qu'elle ne puisse pas être encouragée localement, à condition de bénéficier d'une prise en charge monétaire correcte.

❖ *Coût de l'arrachage mécanique au Sénégal*

Au Sénégal, les coûts des travaux pratiqués par diverses entreprises représentent les coûts suivants (cf. rapport #3) :

- **Pelle long bras : 2 700 €/ha**
- **Pelle flottante : 17 000 €/ha²**

² Le coût d'une entreprise importante se situe à 1 600 CFA/m², soit 24 392 €/ha mais cela semble être un coût très élevé. Une autre entreprise, qui a un contrat avec la SOGED, a en effet des prix plus compétitifs : en incluant le transfert de machines et l'utilisation de pelles long bras depuis la berge pour le ramassage des volumes faucardés, il faut compter 220 000 CFA/h et une productivité moyenne de 200m pour 10h de travail. On obtient ainsi un coût moyen de 11 M CFA/ha, soit environ 17 000 €/ha (pour une largeur moyenne de 10m et une longueur de 1 km). C'est donc ce chiffre que nous avons retenu ici.

- **Sur les adducteurs :**

Si on applique **ces coûts sur des axes non recalibrés** de 30 m de largeur on arrive à l'estimation suivante : 2 ha/km (pelle long bras) plus 1 ha/km (pelle flottante) : 5 400 € + 17 000 € = 22 400 € tous les 2 ans = **11 200 €/km/an³**.

Coût de l'entretien des axes recalibrés : dans le cas d'un entretien sur des axes recalibrés, on peut estimer qu'il suffit de dégager en moyenne 10 m de chaque côté de l'axe tous les trois ans, avec une pelle long bras. Cela représente donc un coût de 2 ha/km = 5 400 € tous les 3 ans = **1 800 €/km/an**. On constate d'ailleurs que sur le Gorom amont, qui a été recalibré, le coût d'entretien annuel s'élève actuellement à 1 670 €.

L'économie sur l'entretien grâce au recalibrage pour donc être estimée à :

$$11\,200 - 1\,800 = 9\,400 \text{ €/km/an}$$

Il est intéressant de comparer ces chiffres estimatifs avec ceux des coûts réels de l'entretien réalisé dans le cadre du FOMAED (cf. annexe 3), et qui montrent des coûts moyens d'entretien de 6 000 à 12 000 €/km, avec une moyenne de 9 250 €/km.

- **Sur les chenaux du fleuve :**

Il faut utiliser des pelles flottantes dans les zones du chenal situées dans l'eau⁴. Avec une hypothèse d'entretien nécessaire chaque année de 1 ha/an/km (en considérant que le typha progresse de 5 m/an en moyenne de chaque côté du chenal par propagation végétative ; 2 x 5 m x 1 000 m = 1 ha/an/km), on arrive à une estimation du coût moyen de faucardage de **17 000 €/km tous les ans**.

- **Sur les drains/collecteurs :**

Sur les drains (qui sont moins larges en moyenne, 15 m de large⁵) on peut utiliser des pelles long bras : l'arrachage du typha sur 1,5 ha/km tous les 2 ans a donc un coût estimé de 2 025 €/km, arrondi à **2 000 €/km**.

❖ ***Comparaison avec les coûts d'entretien en Mauritanie***

En Mauritanie, d'après les données de la SNAAT, le faucardage coûte de 16 000 à 19 800 €/ha (69 à 82 MRU/m²) (incluant pelles flottantes ou pelles long bras, en proportion inconnue) (cf. annexe 4).

³ Notons que sur le Diawel, avant recalibrage, le coût d'entretien annuel s'élevait à 7 670 € (et 3 480 € sur le Gorom Aval, non recalibré, selon les données FOMAED – cf. rapport #3), ce qui est moins élevé que la moyenne retenue ici. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'entretien n'était pas assuré de manière optimale (en terme de fréquence en particulier) avant recalibrage, ou que les zones envahies étaient moins infestées que dans notre calcul.

⁴ Les parties du chenal qui sont creusées dans la berge peuvent être entretenues avec des pelles long bras, donc à des coûts identiques à ceux des adducteurs.

⁵ Il faut noter que les grands drains/collecteurs proches de l'embouchure sont plus larges, mais ils sont moins envahis par le typha du fait de la salinité croissante. En revanche, les drains situés près des périmètres sont plus étroits, mais très envahis par le typha. La moyenne de 15 m de large à entretenir est donc une estimation moyenne entre ces deux situations.

En général, les coûts semblent plus élevés qu'au Sénégal, et ils augmentent en 2018, alors qu'au Sénégal ils ont baissé significativement lors des dernières années, sans doute du fait de la multiplication des entreprises de travaux qui sont en compétition.

Le coût du faucardage seul (19 800 €/ha) représente le double du coût moyen observé au Sénégal sur FOMAED (9 250 €/km). Mais il est difficile de faire des comparaisons, car les conditions d'entretien des axes sont différentes (fréquence d'entretien moindre, de l'ordre d'un entretien tous les 7 ans en moyenne), et il n'est donc pas surprenant que des axes entretenus à des fréquences faibles donnent plus de travail que des axes entretenus plus régulièrement. En définitive, nous avons choisi par simplicité d'adopter pour notre scénario les mêmes coûts en Mauritanie qu'au Sénégal. **Les coûts d'entretien que nous avons estimés peuvent sembler élevés, mais ils sont basés à la fois sur les coûts unitaires des opérations constatés, et sur les données des sociétés d'aménagement en charge de l'entretien.** Ils prennent en compte la fréquence d'entretien souhaitable dans les différentes situations⁶.

3.2 Recalibrage

Lors de notre dernière mission sur le terrain (du 12 au 19 avril 2019) nous avons pu confirmer avec nos divers interlocuteurs l'intérêt du recalibrage pour diminuer les coûts d'entretien - en Mauritanie en particulier - ainsi que le fait que le typha ne poussait pas en dessous de 2 m de profondeur. En revanche, il reste nécessaire de chiffrer plus précisément les coûts et les bénéfices indirects du recalibrage et de ses conditions d'application, ce qui devra faire l'objet d'une étude complémentaire (cf. chapitre 6).

➤ Aires d'application : chenaux, grands adducteurs et drains

Les axes à recalibrer en priorité sont les axes les plus larges (plus de 20 m de large) et peu profonds (moins de 2 m de profondeur à l'étiage) sur lesquels l'entretien par pelle flottante est nécessaire et très coûteux.

➤ Coûts estimés du recalibrage

Nous avons estimé le coût du recalibrage (rapport #3) à **100 000 €/km** (adducteurs avec construction de digue) **au Sénégal, et 125 000 €/km en Mauritanie**⁷. Ce coût est très approximatif pour diverses raisons :

⁶ Il faut noter que l'espacement des interventions au-delà de la fréquence optimale (en général 1 entretien tous les 2 ans) aboutit en fin de compte à renchérir le coût, puisqu'il faut alors faire appel à des pelles flottantes dès lors que le typha s'étend à plus de 10 -12 m de la berge)

⁷ Depuis le rapport #3, nous avons obtenu le coût en Mauritanie du recalibrage de l'Aftout es Sahel : Il est revenu à 153 000 €/km d'après les données de la SNAAT : curage estimé à 3,8 €/m³ x 35 000 m³/km → 133 000 €/km + 20 000 €/km faucardage. Nous avons choisi une valeur intermédiaire entre le coût estimé au Sénégal et celui-ci, 125000 €/ km en considérant que des baisses de coût pourront être obtenus en cas de programme important encourageant la compétition entre plusieurs entreprises de travaux.

1. La nature exacte des travaux à mener dépend du contexte et de l'objectif du recalibrage. L'estimation fournie ici porte exclusivement sur les coûts de recalibrage stricto sensu (faucardage, curage, construction de digues dans les parties les plus larges) mais n'incluent pas les ouvrages de régulation, prises additionnelles, ou la création de pistes.
2. La mission a eu des difficultés pour obtenir des coûts détaillés des travaux déjà réalisés, et a dû procéder à des estimations sur la base de données limitées et partielles.

Il est donc difficile d'estimer à ce stade plus précisément les coûts de recalibrage. Ceci devra être étudié plus précisément durant l'étude complémentaire proposée. La réduction possible des coûts liées à une mise en concurrence systématique des entreprises de travaux publics en RIM devra être considérée.

Concernant les **drains**, nous avons estimé le coût à **45 000 €/km** (un surcreusement de 1 m correspond à $15 \times 1\,000 = 15\,000 \text{ m}^3$ de matière à enlever par kilomètre, à un coût moyen de 3 €/m^3)⁸.

Pour le surcreusement des **chenaux** en zones inondées, par pelle flottante, nous estimons le coût à : **120 000 €/km** (En moyenne, sur 20 m de large et 1 m de profondeur, cela représente $20\,000 \text{ m}^3/\text{km} \times 6 \text{ €/m}^3 = 120\,000 \text{ €}$)⁹

⁸ Coût intermédiaire entre le prix calculé par la CSS ($1\,350 \text{ CFA/ m}^3$ soit environ 2 €/m^3) et celui annoncé par la SNAAT ($3,8 \text{ €/m}^3$)

⁹ Nous avons estimé que le coût du curage par pelle flottante (Big Float) était le double du prix du curage par pelle long bras (soit 6 €/m^3), intermédiaire entre le prix annoncé par l'entreprise Thiaythou ($3,8 \text{ €/m}^3$) et Eiffage (10 €/m^3).

B) Méthodes alternatives proposées

3.3 Coupe sous l'eau et combinaison de méthodes mécaniques

La coupe sous l'eau n'est pas à proprement parler une technique nouvelle, puisqu'elle est utilisée depuis plusieurs années par la CSS. Nous proposons cependant de généraliser cette méthode tout en diversifiant les équipements utilisés pour réduire son coût. Il est intéressant de noter que l'OLAC a, depuis le rapport précédent (#3), manifesté son intérêt pour développer l'importation et l'utilisation de moissonneuses amphibie dans la zone (dans le cadre du projet PROVET).

➤ Aires d'application

La coupe sous l'eau peut être effectuée en priorité dans les zones profondes (Plus de 60 cm de profondeur de lame d'eau), et situées à plus de 10 m de la berge (axes principaux, chenaux d'accès, lacs et réserves d'eau).

La combinaison de méthodes mécaniques (coupe sous l'eau plus arrachage le long des berges) est applicable sur tous les axes hydrauliques, canaux et drains de grande largeur.

➤ Coûts

Pour la **coupe sous l'eau simple**, les coûts se situent d'après notre rapport #3 (p 27) entre 1 000 à 3 800 €/ha selon le type d'équipement utilisé (Dorocutter ou Conver). **Nous prendrons pour nos calculs une valeur intermédiaire de 3 000 €/ha¹⁰.**

Pour la **méthode combinée**, le coût estimé de l'entretien de grands **axes non recalibrés** est de 5 700 €/km (voir plus bas les bases de calcul dans le §8). Cela représente une économie de 5 500 €/km (49 %) par rapport aux méthodes actuelles coûtant 11 200 €/km.

3.4 Valorisation couplée au contrôle

➤ Aires d'application

Dans le cadre de ce plan d'action axé sur le contrôle, nous privilégierons les zones où la valorisation peut être couplée au contrôle : il s'agit de toutes les zones où se développera la coupe sous l'eau, qu'il

10 Nous faisons l'hypothèse qu'il doit être possible, avec les essais prévus, d'améliorer la productivité et de baisser le coût d'utilisation des équipements existants (Conver) et en parallèle de développer l'utilisation de la barre de coupe Dorocutter moyennant quelques coûts supplémentaires notamment pour mécaniser le ramassage des tiges.

s'agisse des grands axes hydrauliques, ou des lacs et chenaux entretenus pour la biodiversité ou pour limiter les impacts négatifs sur les populations.

➤ **Coûts associés**

Dans le cas de la valorisation couplée au contrôle, il n'y a pas de coût additionnel lié à la valorisation, au contraire on espère obtenir des revenus supplémentaires, dont une partie (de l'ordre de 1 000 €/ha) (cf. chapitre 9) pourra aider à réduire les coûts d'entretien des zones concernées.

3.5 Contrôle biologique par carpes chinoises

➤ **Aires d'application**

L'utilisation des carpes chinoises pour limiter la repousse du typha, et donc réduire les coûts d'entretien, peut se faire principalement sur des axes hydrauliques et canaux toujours en eau, ainsi que sur les chenaux entretenus par les communautés villageoises et groupements de pêcheurs. Toutes ces zones devront être clôturées.

➤ **Coûts estimés**

Le coût estimé de cette méthode est principalement celui de l'achat des juvéniles et des clôtures. Il est estimé à 560 €/ha. Elle générerait par contre des revenus estimés à 300 €/ha et par an pour les communautés concernées. A terme, l'activité pourrait être autosuffisante (cf. chapitre 8).

3.6 Polderisation

➤ **Aires d'application**

L'aménagement de polders est proposé à l'intérieur de la retenue de Diama, donc entre la digue internationale (OMVS) et le fleuve. Ils permettraient de dégager des surfaces importantes envahies par le typha, mais qui ne sont pas nécessairement situées dans les zones de contrôle prioritaires d'après nos critères. Ainsi ces aménagements permettent, moyennant un investissement significatif, d'une part de dégager les accès au fleuve pour les communautés riveraines, et d'autre part de leur redonner accès à des zones agricoles perdues du fait de l'envahissement du typha et de contribuer significativement à l'augmentation des surfaces agricoles et de la production.

➤ **Coûts estimés**

Les coûts (investissement) ont été estimés à 10 000 €/ha de surface agricole regagnée sur le typha (cf. chapitre 10).

Partie II - Plan d'action

➤ Structuration du plan d'action

Le plan d'action est structuré en trois parties :

- ❖ **La première partie** du plan d'action porte sur **l'estimation des besoins pour le contrôle du typha dans les zones prioritaires**, validées avec tous les acteurs concernés, sur la base des techniques existantes.

→ **Chapitre 4** : Zonage du typha dans le delta et priorisation des interventions

Il s'agit de cartographier les zones prioritaires devant faire l'objet d'un entretien régulier, et d'estimer leur extension (longueur et/ ou surfaces). Nous avons intégré cette réflexion sur les zones de contrôle prioritaire dans une réflexion plus générale sur le zonage du typha dans le delta du fleuve Sénégal, pour des raisons qui seront explicitées ci-dessous.

→ **Chapitre 5** : Estimation des coûts pour l'entretien des zones de contrôle prioritaires (avec les méthodes existantes)

- ❖ La **deuxième partie** porte sur les **investissements proposés pour améliorer le contrôle du typha**, soit en généralisant des méthodes existantes (recalibrage, et dans une certaine mesure, polder) soit en développant de nouvelles méthodes nouvelles pour le contrôle du typha et sa valorisation ¹¹.

→ **Chapitre 6** : Recalibrage des axes hydrauliques

→ **Chapitre 7** : Coupe sous l'eau et combinaisons de méthode de contrôle mécanique

→ **Chapitre 8** : Lutte biologique par carpes chinoises

→ **Chapitre 9** : Valorisation du typha (couplée au contrôle)

→ **Chapitre 10** : Aménagement de polders

→ **Chapitre 11** : Coordination, échanges et renforcement des capacités

Il s'agit d'une action transversale, portant sur la coordination de l'ensemble du programme, les échanges et le renforcement des capacités des acteurs.

- ❖ **La troisième et dernière partie** présente une synthèse du plan d'action proposé

→ **Chapitre 12** : Synthèse : Plan d'action intégré

Ce dernier chapitre fait une synthèse du plan d'action, estime les économies réalisées grâce aux divers investissements proposés et discute de la viabilité financière de ce plan d'action.

¹¹ Bien que le recalibrage ne soit pas une méthode nouvelle en soi, nous l'avons intégré dans ce chapitre car il s'agit ici d'un volet important des investissements souhaitables pour réduire les coûts d'entretien.

Première partie du Plan d'action : **Estimation des besoins pour le contrôle du typha dans les zones prioritaires**, sur la base des techniques existantes.

4 Zonage du typha dans le delta et priorisation des interventions

Pour développer un plan d'action sur le contrôle du typha dans le delta, il est évidemment nécessaire d'avoir une estimation des surfaces concernées par ce plan d'action, et des différentes zones auxquelles s'appliqueront les diverses interventions.

Bien que les TdR de cette étude mentionnent que le plan d'action concerne la lutte contre le typha, nous avons montré que le contrôle du typha devait être vu de manière plus large et devait porter aussi bien sur la lutte contre le typha dans des zones prioritaires que sur son contrôle et sa valorisation dans des zones générant moins de nuisances et d'impacts négatifs.

Le coût du contrôle du typha sur l'ensemble du delta, dans l'état actuel des techniques, aurait un coût tellement élevé qu'il semble exclu de le faire prendre en charge par les usagers ou les Etats concernés. A titre d'illustration, si on estime la surface actuelle envahie par le typha à 60 000 ha, et le coût moyen de l'entretien à 3 000 €/ha, on arrive à un ordre de grandeur de coût annuel de 180 M €, soit 100 fois le budget actuel du FOMAED et de la DAR/SNAAT réunis, qui représente actuellement environ 1,8 M €/an. Si ce coût devait être supporté à moitié par les usagers/irrigants (actuellement environ 120 000 ha de surfaces irriguées – à peu près pour moitié sur chaque rive), cela représenterait environ 750 €/an/ha¹². Ce montant est clairement inenvisageable et irréaliste compte tenu des revenus actuels des cultures irriguées et du riz en premier chef. Cela représenterait 32 fois le montant actuel des redevances FOMAED (15 000 FCFA/ha, soit 23 €). Même en espérant, grâce à ce plan d'action, réduire le coût moyen de l'entretien à 1 000€/ha, ce qui reste optimiste, on serait toujours dans des ordres de grandeur difficilement envisageables et justifiables sur un plan macro-économique (60 M €/an).

Le niveau d'effort possible pour le contrôle du typha et de la végétation aquatique de manière plus générale pourrait être évalué par une étude macro-économique portant sur l'ensemble des revenus et coûts générés par l'aménagement du delta et la gestion actuelle du barrage de Diama. Nous n'avons pas connaissance d'une telle étude, qui serait sans doute fort utile.

Dans cette situation, Il est donc nécessaire pour l'élaboration d'un plan d'action réaliste, d'identifier clairement les zones sur lesquelles le contrôle du typha est prioritaire, et qui ne pourront représenter en fait qu'une petite fraction de la surface totale envahie par le typha. Ensuite, il semble logique de se poser la question du devenir des zones non prioritaires. Une partie de ces zones peuvent faire l'objet de valorisation du typha (« zones de valorisation potentielle »). Une troisième catégorie est constituée

¹² En considérant la prise en charge par les Etats à hauteur de 50%.

par les zones où le maintien du typha est jugé souhaitable, pour des raisons écologiques en particulier (préservation des frayères de certaines espèces de poisson notamment).

Cet exercice n'était pas prévu en tant que tel dans les TdR de cette étude, mais il est apparu rapidement qu'il serait utile et nécessaire de le mener. Cependant, au regard du temps et ressources disponibles, il faut préciser que le zonage présenté ici est tout à fait préliminaire, et devra être affiné/précisé par un processus de consultation plus large, au niveau des communautés concernées en particulier, mais aussi des collectivités locales, et par un effort cartographique associé conséquent.

4.1 Etat des connaissances

➤ Méthodologie du zonage

Le zonage consiste en une répartition par zone des espaces sur la base des caractéristiques homogènes. Pour plus de précision, la démarche méthodologique adoptée a consisté à :

- Un choix des images satellites : en raison de la taille de la plante du typha, nous avons eu recours aux images satellites Sentinel, qui en plus de leur gratuité offrent une résolution spatiale de 10 mètres. Cela signifie que le plus petit pixel mesure 10 mètres de côté soit une surface de 100 mètres carrés. Certes, cette résolution ne nous permet pas de distinguer le typha des autres plantes aquatiques mais elle permet néanmoins une séparabilité du typha par rapport aux autres zones de l'occupation du sol. Après le téléchargement des images, une correction géométrique a été réalisée pour une meilleure superposition des données. Il s'agit du géo-référencement pour donner à l'image une projection. Le système de projection est WGS 84 UTM Zone 28 nord. L'image Sentinel est du 10 avril 2019. En raison de la surface de la zone d'étude, trois scènes ont été téléchargées (voir image ci-dessous).

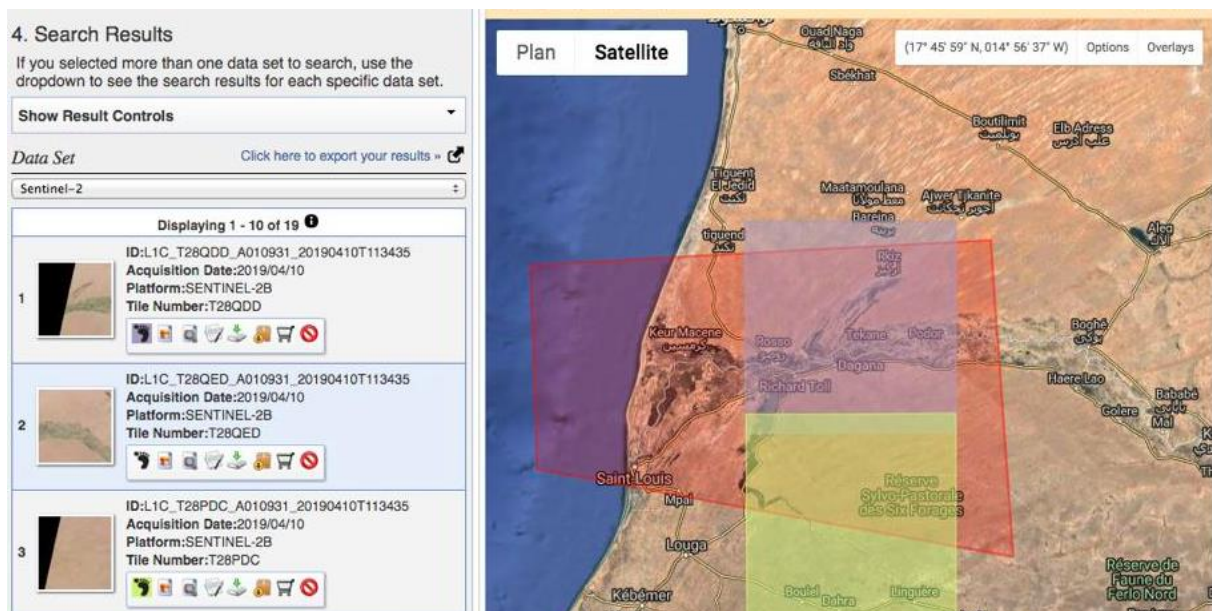


Figure 1. Images satellites utilisées

- Un traitement des images : une opération classique de traitement a été réalisée à partir de la méthode de classification supervisée. Il s'agit de la répartition des informations spectrales

(pixels) en classes thématiques, autrement dit, partitionner l'image en classes homogènes en identifiant la classe à laquelle appartient chacun des objets contenus dans l'image analysée. Sur la figure ci-dessous figurent en rouge les zones d'échantillonnage. Pour la confirmation des zones d'échantillonnages, une mission de terrain du 19 au 21 avril 2019 a été effectuée pour spatialiser le typha au bord des canaux d'irrigation, des cours d'eaux principaux et dans les zones protégées. Il s'agissait de prendre les coordonnées géographiques des échantillons. Ce traitement a permis la réalisation de la cartographie des espaces occupés par le typha en 2019.

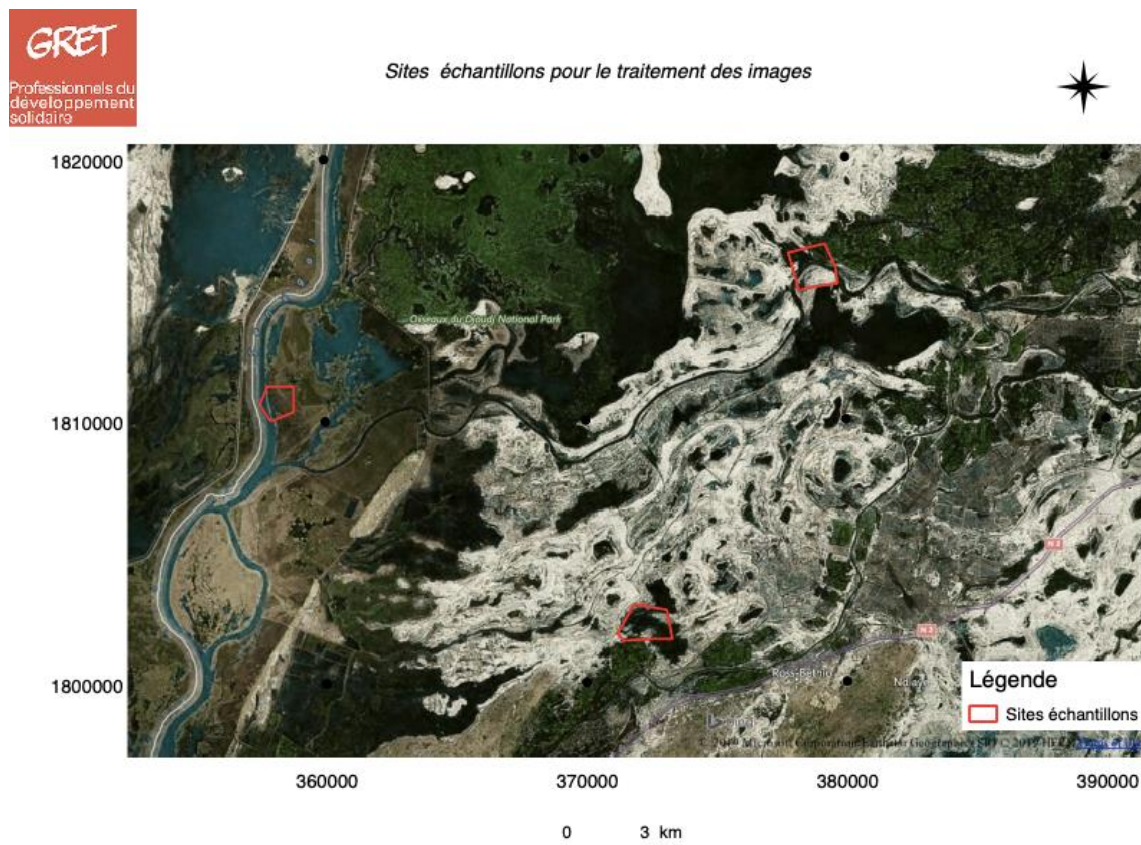


Figure 2. Echantillonnage sur 3 sites

Le consultant a reçu en juin 2019 le rapport provisoire de l'étude de suivi du typha par télédétection, commandité par l'OMVS en parallèle de cette étude¹³. Les conclusions de cette étude recoupent celles de nos travaux, et la carte produite est proche de celle que nous avons établie.

Les principales conclusions de l'étude concernant le typha sont :

- Le niveau actuel d'occupation en 2019 (typha et phragmites) est de 57 814 ha (cf. carte ci-dessous) ;
- Les surfaces ont tendances à stagner, voire à baisser, après un pic en 1999 à 61 786 ha ;

¹³ Rapport provisoire #4 - Renforcement des capacités de l'OMVS pour évaluer et suivre la couverture végétale et la biomasse des plantes aquatiques envahissantes dans la Vallée du Fleuve par l'utilisation de la télédétection. Pr Patrick Sanou - OMVS/ PGIRE – Mai 2019

- Cette relative stabilité recouvre une réduction du typha dans les plans d'eau et zones basses vers des zones plus hautes, autour des zones irriguées et dans les cuvettes de drainage qui sont alimentées par les systèmes d'irrigation.

Il n'a pas été possible d'utiliser les résultats de cette étude en terme de cartographie dans notre zonage, d'une part parce que la précision spatiale n'est pas meilleure (utilisation des mêmes images Sentinel), d'autre part parce que les délais étaient trop courts et que nous n'avons pas pu obtenir les données numériques (shapefiles).

Occupation des terres du Delta (1918-2019)

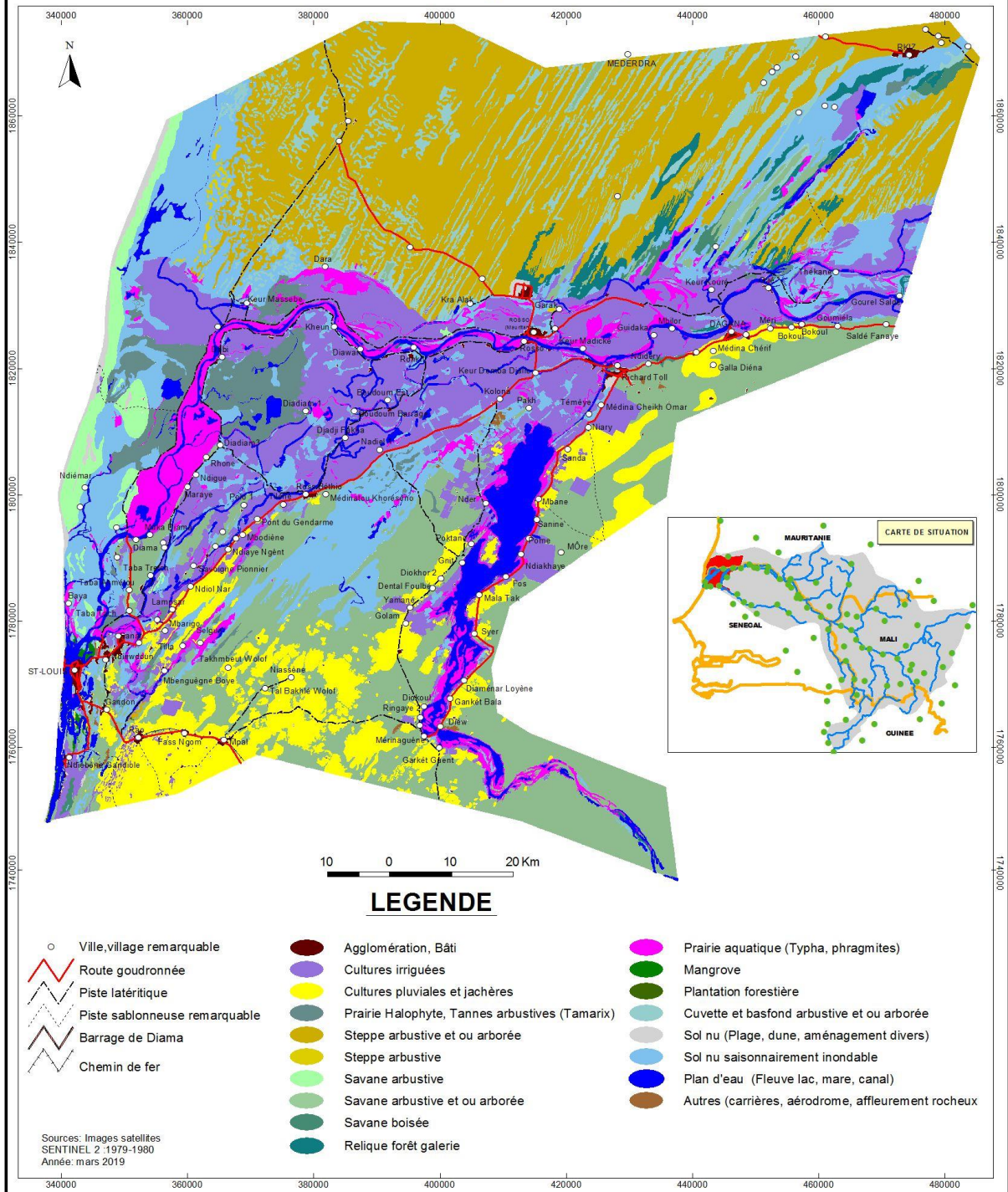


Figure 3. Carte d'occupation des terres du delta du fleuve Sénégal (source : Etude OMVS 2019)

➤ **Extension du typha dans le delta**

Le typha dans l'ensemble du delta connaît une évolution régressive si l'on se base sur les résultats obtenus à partir des traitements des images entre 2010 et 2019 surtout au niveau des axes situés dans le bassin agricole.

Les travaux d'entretiens des canaux d'irrigation primaires et secondaires contribuent à atténuer le rythme de progression de la plante. Aussi, les campagnes de curage des canaux et leur recalibrage freinent le développement des plantes. Également, autour des cours d'eau tels que que le Ngalam, avec les travaux du PDIDAS pour la mise en disponibilité de l'eau pour l'irrigation, une importante bande de typha a été coupée avec un entretien régulier.

C'est principalement le long du fleuve et du lac de Guiers qu'on note une plus grande présence du typha. Dans la zone du lac de Guiers, c'est surtout dans la partie sud et est qu'on note une certaine augmentation des végétaux aquatiques, faute d'activité de contrôle. En effet, là-bas l'agriculture est essentiellement pluviale. En dehors des travaux de dégagement des voies d'accès pour les riverains, on ne note pas beaucoup d'action de lutte contre le typha autour du lac. Aussi, dans la zone du Diéri, zone pastorale, on ne retrouve pas beaucoup de villages situés aux bords du lac. Dans les périmètres de la CSS, le typha est bien maîtrisé. La durée du typha ou son développement dans un espace est fonction de l'enjeu foncier du milieu. Les actions de lutte contre le typha n'ont pas conduit, certes, à l'élimination impossible du typha mais ont favorisé une certaine diminution du taux de progression dans des zones de cuvettes proches des zones irriguées agricoles. Par ailleurs, dans les zones protégées (PND, PNOD), le typha connaît une relative stabilité surtout autour des lacs en raison du contrôle et des travaux d'entretien. Également, il y a une faible activité anthropique de coupe dans ces milieux protégés.

Si les images Sentinel nous ont permis d'avoir une idée assez précise de l'extension du typha, des images à très haute résolution auraient permis d'affiner le travail. En outre, il aurait été intéressant de poursuivre cette étude avec une modélisation de la tendance spatiale du changement. Ce modèle permettrait de déterminer et de hiérarchiser des facteurs de changement, mais également de spatialiser et quantifier de manière plus exacte les changements d'occupation des sols pour, au final, construire des scénarios prospectifs¹⁴.

➤ **Implications pour le modèle de développement des aménagements hydro-agricoles**

En dehors des zones de berges de fleuve et lac directement influencées par l'élévation du plan d'eau de Diama, il apparaît que l'extension des typhaies est largement liée à l'extension des surfaces aménagées et irriguées. Trois mécanismes sont impliqués : tout d'abord le typha se propage le long des axes hydrauliques, ensuite il se développe dans toutes les zones basses alimentées par des eaux de drainage des zones irriguées ou par des fuites sur les axes hydrauliques ; de plus le développement des typhaies est encouragé par l'enrichissement du milieu en nutriments (phosphore en particulier)

¹⁴ Un modèle de type automate cellulaire se prête très bien aux études de changements d'occupation des sols et permet de faire une carte de transition par classe. C'est un modèle qui est spatialement explicite, c'est-à-dire, il tient bien compte de la localisation au démarrage et de la structuration. Le modèle de type automate cellulaire donne également la possibilité de rentrer des contraintes telles que l'auto corrélation spatiale entre les objets afin d'influencer un peu le résultat en sortie. (Deitzel et Clarke, 2006).

provenant en partie des engrais utilisés dans les zones irriguées, qui contribuent aussi à l'eutrophisation des milieux aquatiques (cf. annexe 6). Dès lors, il semble légitime de réfléchir aux modèles de développement des aménagements hydro-agricoles promus sur les deux rives du fleuve en s'assurant d'une part que des systèmes de drainage efficaces sont systématiquement mis en place dans les nouveaux aménagements, d'autre part en favorisant plutôt l'intensification de l'agriculture irriguée (par la double culture en particulier) que l'extension de nouveaux aménagements hydro-agricoles. Cette réflexion pourrait être menée par la plateforme de concertation sur la lutte contre la végétation aquatique envahissante proposée plus bas (§ 11), en s'appuyant si nécessaire sur des études plus poussées sur cette relation entre développement du typha et nouveaux aménagements hydro-agricoles, dans le cadre de l'observatoire de la VAE, aussi proposé par l'étude de suivi du typha par télédétection, commanditée par l'OMVS¹⁵.

4.2 Détermination des zones de contrôle prioritaire

Cette détermination des zones prioritaires a été proposée par les consultants, sur la base des entretiens et visites de terrain précédentes. Elle a été validée par des représentants de l'ensemble des parties prenantes lors de l'atelier de Saint Louis, du 12 et 13 juin 2019.

➤ Zones de contrôle prioritaire

Ces zones sont déterminées en fonction de trois priorités :

- 1) **Assurer l'hydraulicité** du réseau hydraulique (naturel et artificiel – canaux et drains) afin de permettre l'irrigation dans le delta avec des rendements satisfaisants et en réduisant les risques pour les irrigants, d'une part, et d'autre part pour assurer l'approvisionnement en eau potable des grandes villes et des communautés riveraines.

Ceci concerne notamment :

- a. Les chenaux sur le fleuve jusqu'aux ouvrages de prise des axes hydrauliques entretenus par la SOGED ;
 - b. Les axes hydrauliques et drains sous la responsabilité SAED/SONADER/OLAC ;
 - c. La retenue de Bango sous responsabilité OLAC (pour l'alimentation de la ville de Saint Louis), et les zones de captage Keur Moma Sarr et Ngit dans le lac de Guiers, pour l'alimentation de la ville de Dakar, ainsi que les prises de petites stations AEP dans le delta ;
 - d. Les canaux et drains au sein des périmètre irrigués, gérés par les irrigants/coopératives/unions hydrauliques/GIE et sociétés privées.
- 2) **Limiter l'impact socio-économique négatif de la prolifération du typha pour les communautés riveraines**, en leur assurant un accès au fleuve et cours d'eau par des chenaux dégagés, d'au moins 20 m de large, afin de permettre l'accès des pêcheurs aux zones d'eau

¹⁵ Etude « Renforcement des capacités de l'OMVS pour évaluer et suivre la couverture végétale et la biomasse des plantes aquatiques envahissantes dans la Vallée du Fleuve par l'utilisation de la télédétection » du Pr. Patrice Sanou, Juin 2019 (version provisoire)

libre, de faciliter l'abreuvement des troupeaux et de faciliter l'accès des femmes pour la lessive notamment.

Ceci concerne notamment :

- a. Accès villages/pêcheurs le long de la retenue de Diama (sous la responsabilité de la SOGED) ;
 - b. Accès villages/pêcheurs au lac de Guiers et à la Taouey (sous la responsabilité de l'OLAC).
- 3) **Limiter l'impact écologique négatif** du typha sur **les parcs et réserves naturelles**, et en particulier sur le Parc National de Diawling (PND) et le Parc National des Oiseaux de Djoudj (PNOD)¹⁶. L'envahissement des lacs de ces deux parcs se traduit par une diminution des surfaces d'eau libre, avec un impact négatif direct sur un certain nombre d'oiseaux migrateurs dont certaines espèces menacées qui constituent un enjeu majeur en termes de biodiversité. C'est également un enjeu en termes de potentiel de développement de l'écotourisme dans la région.

Il n'est cependant pas question d'éliminer le typha sur l'ensemble des parcs naturels et lacs concernés, car il joue également un rôle dans le maintien de certaines formes de biodiversité (oiseaux qui nichent dans le typha) et également pour l'ichtyofaune. Il s'agit de limiter son extension dans la partie centrale des lacs afin de maintenir des espaces d'eau libre dégagés suffisants pour accueillir les migrateurs. Dans chaque parc, un zonage interne détermine les zones où le typha doit être conservé, celles où il doit être contrôlé voir éradiqué, et celles où il peut être exploité sous certaines conditions.¹⁷

4.3 Chiffrage des zones de contrôle prioritaires

Pour ce chiffrage, nous nous sommes basés sur la cartographie existante, mais aussi et surtout sur les données fournies par les différents interlocuteurs et organisations rencontrées. En effet, nous n'avons pas eu accès à des cartes suffisamment précises sur l'extension spatiale du typha pour mesurer précisément les surfaces à contrôler, en particulier au niveau des axes hydrauliques. La précision fournie par les images Sentinel (de l'ordre de 10 m) est insuffisante pour pouvoir estimer la largeur d'un axe hydraulique, et a fortiori son niveau d'envahissement par le typha. Nous avons donc dû procéder par approximation, notamment en estimant une largeur moyenne des axes hydrauliques, alors que dans la pratique leur largeur varie beaucoup d'une section à l'autre.

¹⁶ Il a été suggéré d'intégrer également l'aire protégée de Ndiael (récente) ainsi que la réserve communautaire de Djoudjoudj dans la commune de Ronkh.

¹⁷ Un cas particulier est celui de la cuvette de Gambar, qui fait partie du PND mais est presque entièrement envahie par le typha du fait qu'elle se situe à l'intérieur de la digue OMVS de Diama (et donc en eau douce). Elle pourrait faire l'objet d'une exploitation « raisonnée » en combinant coupe sous l'eau (afin d'éliminer le typha de la partie centrale) et valorisation industrielle dans sa périphérie, du fait de sa surface (2 600 ha sous typha).

➤ **Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation**

❖ ***SOGED : chenaux sur le fleuve jusqu'à ouvrage de prise ;***

Le SOGED est responsable de l'entretien de chenaux sur 24 axes :

- 15 axes rive gauche
- 9 axes rive droite (5 ouvrages de prise sur grands axes hydrauliques + 4 alimentant le Parc du Diawling)

On estime¹⁸ que ces 24 chenaux représentent un total de 28,8 ha sur 14,4 km.

❖ ***SAED/ OLAC : axes hydrauliques et collecteurs au Sénégal***

Les principaux axes représentent au total : 291 km adducteurs (dans le delta) plus 139 km de collecteurs (drains principaux) (cf. annexe 1)

Sur ces 291 km, 188 km auraient déjà été recalibrés¹⁹ (cf. annexe 1), ou sont assez profonds naturellement pour empêcher le blocage par le typha.

Surfaces adducteurs : 291 km x 30 m = 873 ha

Surface émissaires/drains : 139 km x 15 m = 208 ha

❖ ***SONADER /DAR : axes hydrauliques en Mauritanie***

Les 20 axes naturels recensés représentent en tout 421 km (cf Annexe 2)

Les plus infestés selon la DRDR représentent 115 km.

Sur ces 421 km, les chenaux recalibrés représentent 55 km, et ceux en cours de recalibrage²⁰ 43 km, soit un **total d'axes qui auront été recalibrés de 98 km.**

Surface estimée à entretenir : 421 km x 30 m de large = 1 263 ha

❖ ***TOTAL ADDUCTEURS ET COLLECTEURS au Sénégal et en Mauritanie***

Le total des grands axes hydrauliques dans le delta représente en tout 712 km d'adducteurs et 139 km de collecteurs soit un total de 851 km, soit une surface estimée de 2 345 ha

Sur ce total, sont déjà recalibrés (ou assez profonds) : 188 km + 98 km = 286 km

❖ ***Canaux et drains des irrigants/coopératives/UH/privés***

D'après les données cartographiques de la SAED, la longueur des canaux principaux gérés et entretenus en principe par les irrigants eux-mêmes représente 370 km du côté de la rive gauche, et les drains agricoles représentent 416 km.

¹⁸ La longueur d'un axe varie entre 300 m et 1 km ; nous avons estimé une moyenne de 600 m de long, sur 20 m de largeur. 20 m x 600 m = 12 000 m² chacun, soit 1,2 ha chacun.

¹⁹ Rappelons que le recalibrage consiste à assurer une profondeur minimale de 2 m des axes hydrauliques, souvent avec rétrécissement de l'axe (endiguement) afin d'empêcher l'envahissement par le typha (rapport #3)

²⁰ Les travaux actuels sur la Laouija (adducteur de R'kiz) représentent pour certains de nos interlocuteurs un recalibrage, mais selon d'autres il s'agirait d'un curage simple qui n'assurera pas une profondeur suffisante pour éviter la repousse ultérieure du typha. Ce point devra être éclairci dans l'étude approfondie des besoins de recalibrage

Nous n'avons pas obtenu de données comparables côté mauritanien, mais il est probable que les longueurs de canaux y soient du même ordre, puisque les surfaces irriguées le sont également.

Les canaux secondaires/tertiaires entretenus par les irrigants ne semblent pas poser trop de problème d'après les entretiens que nous avons eus (en effet, de nombreux canaux restent secs une partie de l'année, ce qui limite la pression du typha, surtout en cas de saison unique de culture. En revanche, les drains sont régulièrement envahis par le typha et nécessitent des interventions plus importantes).

Etant donné la difficulté à estimer précisément les coûts d'entretien des canaux et drains dans les périmètres (cf. annexe 5), et du fait qu'ils sont assurés par les irrigants directement, **nous ne les avons pas intégrés dans notre calcul des besoins prioritaires de contrôle du typha**, où nous nous sommes concentrés sur les besoins devant faire l'objet d'une intervention publique car concernant des biens communs.

❖ *Approvisionnement en eau potable*

Ceci concerne en particulier la réserve de Bango qui approvisionne Saint Louis en eau potable²¹, mais aussi la zone de captage de Keur Moma Sar dans le lac de Guiers, qui serait également menacée par le typha, ainsi qu'un certain nombre de prises d'AEP villageoises installées dans le Delta, en grande partie avec l'appui de l'OMVS. En l'absence de données précises sur les besoins d'entretien de ces diverses zones, **nous avons estimé une zone prioritaire de contrôle de 30 ha à dégager chaque année** (pour maintenir l'hydraulicité au niveau des prises et limiter la pollution des eaux).

➤ **limiter l'impact socio-économique négatif de la prolifération du typha pour les communautés riveraines : Accès villages/ Pêcheurs**

D'après les informations fournies par la SOGED, il y aurait 15 villages autour de la réserve de Diama dont l'accès au fleuve est bloqué par le typha (sur les deux rives). Sur le lac de Guiers et l'ancienne Taouey, il y aurait 26 villages dans la même situation

Si l'on considère que chaque village devrait bénéficier d'un chenal de même taille que ceux donnant accès aux grands axes hydrauliques (600 m x 20 m de large : 1,2ha²²), on arrive à l'estimation d'un total de zone prioritaire à entretenir de $41 \times 1,2 = 49,2$ ha sur 24,6 km.

C'est une estimation minimale, car d'une part tous les villages concernés ne sont pas recensés, et d'autre part il faudrait aussi intégrer certains axes revendiqués par les pêcheurs pour accéder à des lacs envahis par le typha.

Pour prendre en compte ces besoins supplémentaires, nous utiliserons une estimation totale **de 60 ha (sur 30 km de chenaux)** à entretenir.

²¹ Cette réserve d'eau de Bango a une superficie estimée à 14 571 600 m² (1 457 ha) à la cote maximale de 1,50 m IGN source : https://www.riob.org/IMG/pdf/MBAYE_RIOB.pdf,

²² Dans la pratique, la forme de la zone à dégager pourra varier d'un village à l'autre, certains villages prévoyant de dégager une zone de 50 ou 100 m de large pour les besoins domestiques, dans d'autres cas de dégager un accès pour le bétail...

➤ **Maintien de la biodiversité : PND/ PNOD : Entretien des parties centrales des lacs**

D'après les responsables de ces deux parcs nationaux, les surfaces envahies par le typha et qui devraient être libérées varient de 500 ha dans le PNOD à 4 000 ha dans le PND²³. En effet, un facteur essentiel pour accueillir les oiseaux migrateurs est de maintenir de vastes surfaces de plan d'eau dégagées.

Etant donné le coût élevé de cette opération, et compte tenu des souhaits des gestionnaires, **nous avons retenu une surface prioritaire pour le plan d'action de 200 ha dans le PNOD et 500 ha dans le PND.**

Dans ce cas, il faut distinguer le coût initial de dégagement des lacs envahis par le typha et le coût d'entretien ultérieur. Si on se place dans le cas d'un lac en permanence en eau, où le typha progresse de la rive vers le centre par multiplication végétative, on estime que la progression est au maximum de 8 m/an. Mettons que ce lac ait une forme circulaire de 1 000 m de diamètre, il couvre 78,5 ha environ, mais la surface à entretenir annuellement n'est qu'au maximum de $8 \times 1\,000 \times 3,14 = 2,5$ ha. Ce n'est en revanche pas vrai dans les chenaux où la surface à dégager est d'autant plus proche de la surface à entretenir qu'il est étroit, ni dans les zones périodiquement exondées où le typha repousse à partir de semences.

Nous avons retenu pour les calculs de besoin d'entretien régulier le chiffre intermédiaire de $\frac{1}{4}$ des surfaces dégagées à entretenir chaque année, ce qui amène donc à **des besoins d'entretien de 50 ha/an dans le PNOD, et 125 ha dans le PND.**

➤ **Surface totale de la zone de contrôle prioritaire**

En tout, la surface totale de la zone de contrôle prioritaire représente **3 163 ha**, répartis comme suit :

- Grands axes hydrauliques : 2 373 ha
- Chenaux d'accès aux villages : 60 ha
- Captages d'eau potable : 30 ha
- Lacs dans parcs naturels : 700 ha

²³ PNOD : Souhait de dégager 100 à 500 ha (selon M. Malle Gueye, le conservateur du PNOD ; PND : Les zones à dégager iraient de 200 ha à 4 000 ha (hors de la cuvette Gambar qui représente 2 600 ha) (surface totale envahie 6 600 ha, selon M. Boubacar El Abass, le responsable suivi du PND)

Tableau 1. Estimation des longueurs ou surfaces prioritaires

ESTIMATION DES SURFACES PRIORITAIRES					
milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		Surface estimée (ha)	hypothèse
Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation					
24 Chenaux	SOGED	14,4	km	28,8	20 m de large en moyenne
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/ OLAC	188	km	564	30 m de large en moyenne
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/ OLAC	103	km	309	
Collecteurs (RG)	SAED/ OLAC	139	km	208,5	15 m de large en moyenne
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	98	km	294	30 m de large en moyenne
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	323	km	969	
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines					
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	60	En moyenne, 600 m de long et 20 m de large
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha	30	
Pour le maintien de la biodiversité					
Parcs naturels	PND, PNOD	700	ha	700	
TOTAL GENERAL				3 163	

Cela ne représente que 5 % de la surface totale envahie par le typha, ce qui peut sembler très peu. Mais cela représente déjà un coût et un effort financier considérable.

Par contraste, cela souligne l'intérêt de rechercher une valorisation économique sur les zones restantes (en dehors des zones qui pourront être protégées, mais qui resteront sans doute assez limitées) qui, sinon, resteront non seulement inutiles d'un point de vue socio-économique, mais ont également des impacts sociaux et environnementaux négatifs. Ce n'est pas l'objet du présent plan d'action (qui se concentre sur le contrôle du typha, conformément à ses TdR), mais cela mériterait l'élaboration d'un plan d'action spécifique par l'OMVS.

4.4 Zonage proposé

Ce zonage s'appuie sur les entretiens et concertations menées avec les représentants de toutes les catégories d'acteurs et organisations concernées lors de l'étude. Il reste cependant provisoire, et devrait faire l'objet de travaux et concertations plus approfondies avant de devenir une référence et de s'inscrire dans les politiques nationales.

Nous proposons de définir quatre zones : zones de contrôle prioritaire, zones de récupération souhaitables, zones de protection, zones de valorisation potentielle.

➤ Zones de contrôle prioritaire

Ce sont les zones déterminées plus haut, sur lesquelles le contrôle du typha doit être assuré en permanence.

➤ Zones de récupération souhaitable

Il s'agit de zones précédemment cultivées et qui ont dû être abandonnées par les communautés du fait de leur envahissement par le typha. Cela concerne en particulier les zones de berge autour de la retenue de Diama, anciennement cultivées en cultures de décrue, et qui pourraient faire l'objet de récupération grâce à l'aménagement de polders.

➤ Zones de protection

Il s'agit de zones utiles pour la biodiversité, notamment des zones de frayères servant à la reproduction de certains poissons. Il faut noter ici qu'il est admis que les typhaies jouent un rôle bénéfique pour la reproduction de plusieurs espèces de poissons (ce sont des zones de frai) et donc pour le maintien de la biomasse de ces mêmes espèces. L'OLAC a ainsi délimité, avec le service national des pêches, 4 zones de protection à la fois du typha et des poissons (zones de pêche interdites) dans le lac de Guiers (cf. figure ci-dessous) et envisage de créer d'autres zones de protection en dehors du lac de Guiers à l'avenir. Cela sera à l'avenir d'autant plus pertinent lorsque l'exploitation/valorisation du typha se développera.

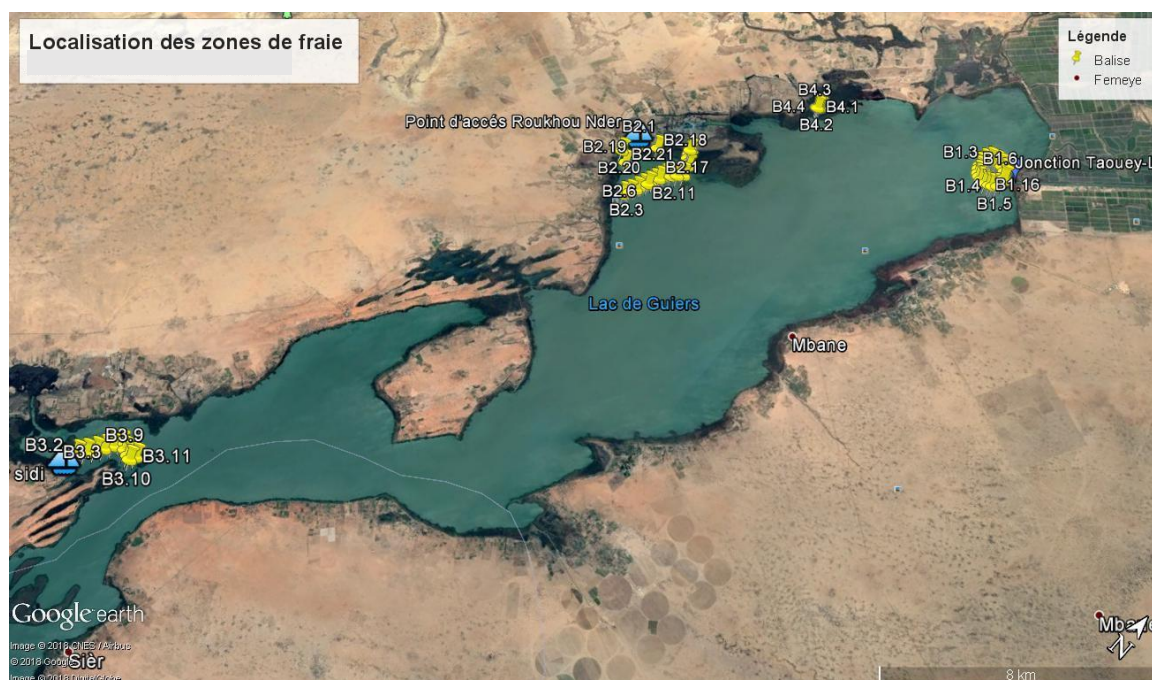


Figure 4. Zones de protection des typhaies/ zones de frai (source : OLAC)

➤ Zones de valorisation potentielle :

Par défaut, en quelques sorte, toutes les zones qui ne font pas l'objet d'un contrôle prioritaire ou qui ne sont pas protégées pourraient être exploitées en vue de valoriser le typha. Cela concerne l'essentiel des typhaies situées le long du fleuve, sur les bords du lac de Guiers, et les très nombreuses typhaies situées dans des cuvettes intérieures dans le delta. Dans ce cas, les zones qui seront les premières exploitées seront sans doute celles qui sont les plus faciles d'accès et où la mécanisation est la plus facile. Cela peut concerner :

- soit des cuvettes qui s'assèchent en saison sèche (ou du moins lorsque le niveau des eaux dans le réseau de drainage est minimal) et où, par conséquent, le typha peut être facilement récoltés à sec ;
- soit, *a contrario*, dans des lacs de profondeurs d'eau suffisantes, à condition de disposer d'équipement de récolte flottants ou amphibie adaptés. Dans cette dernière catégorie entrent notamment les typhaies du lac de Guiers et des Trois Marigots que l'OLAC souhaite valoriser prochainement (projet PROVET²⁴).

➤ Cartographie de zonage du typha

Quatre catégories principales ont été retenues initialement (zones de contrôle prioritaires, zones de récupération souhaitables, zones de protection et les zones de valorisation potentielle). Ce découpage est basé sur les résultats des ateliers participatifs et des entretiens avec les structures nationales (Sénégal et Mauritanie) mais aussi des connaissances que nous avons sur l'extension du typha.

Pour réaliser la carte de zonage, nous avons superposé des couches géographiques multi sources fournies par les structures gestion (SAED, OLAC, OMVS, SONADER, etc.) au Sénégal et en Mauritanie.

Le résultat (carte de zonage) apparaît ci-dessous :

²⁴ Le Projet de Valorisation Énergétique du Typha dans le Système du Lac de Guiers (PROVET) entend contribuer à la transition énergétique et réduire les effets des changements climatiques par la production et la distribution de bio-charbon de typha à grande échelle. Spécifiquement, il s'agit de : (i) Mettre en place à l'échelle industrielle, un système fonctionnel de production et de distribution de bio-charbon de typha ; (ii) Promouvoir le bio-charbon de typha en vue de stimuler durablement son utilisation ; (iii) Améliorer la qualité de l'eau par la réduction des superficies occupées par le typha ; (v) Contribuer à la création d'un entrepreneuriat rural au profit des populations.

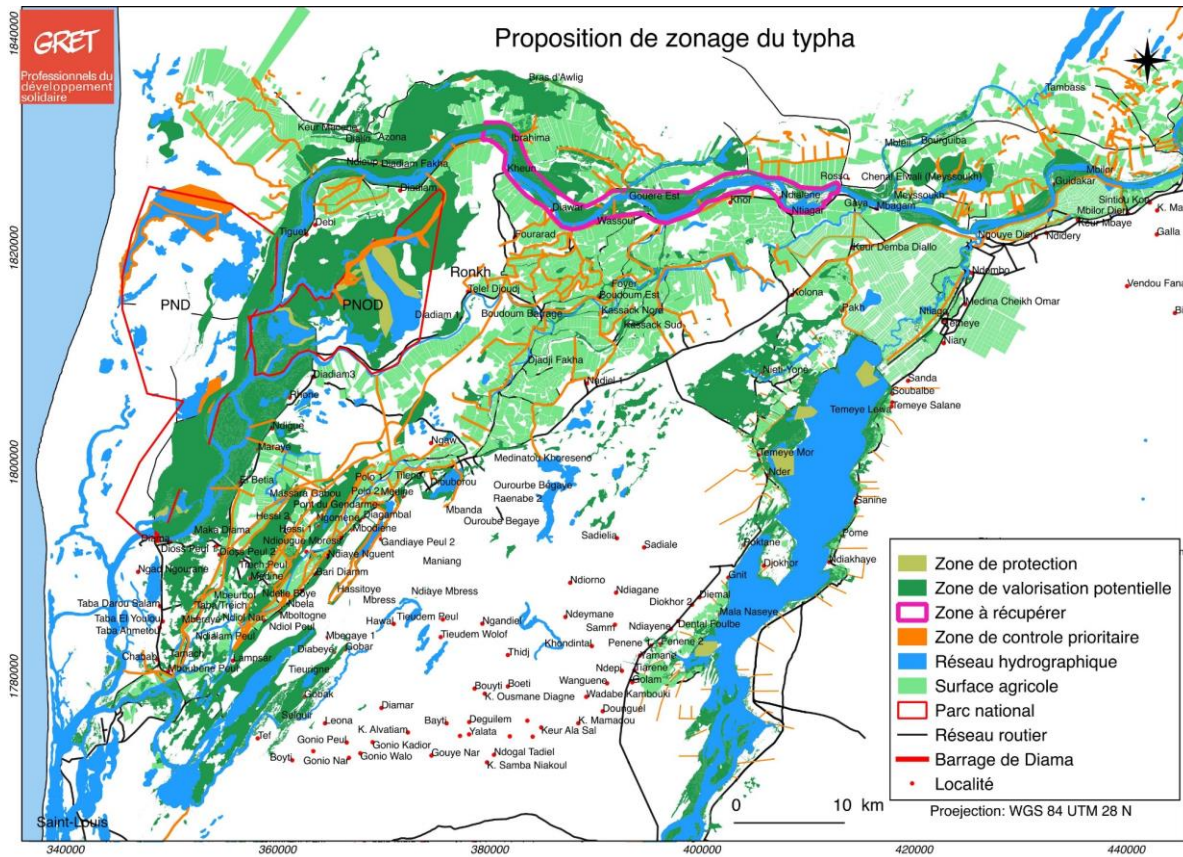


Figure 5. Zonage du typha dans le delta du fleuve Sénégal

Pour une meilleure compréhension du zonage, nous avons réalisé deux cartes à grande échelle pour mieux voir les zones de valorisation qui sont situées le long des cours d'eau et les zones de contrôle prioritaires au niveau des canaux d'irrigation. La situation de Ronkh est représentative des zones situées le long du fleuve Sénégal des deux côtés de la rive.

Pour ce qui est de Mbane, situé dans la zone du lac de Guiers, les zones de contrôle prioritaires correspondent en grande partie aux couloirs de passage des populations pour accéder à l'eau.

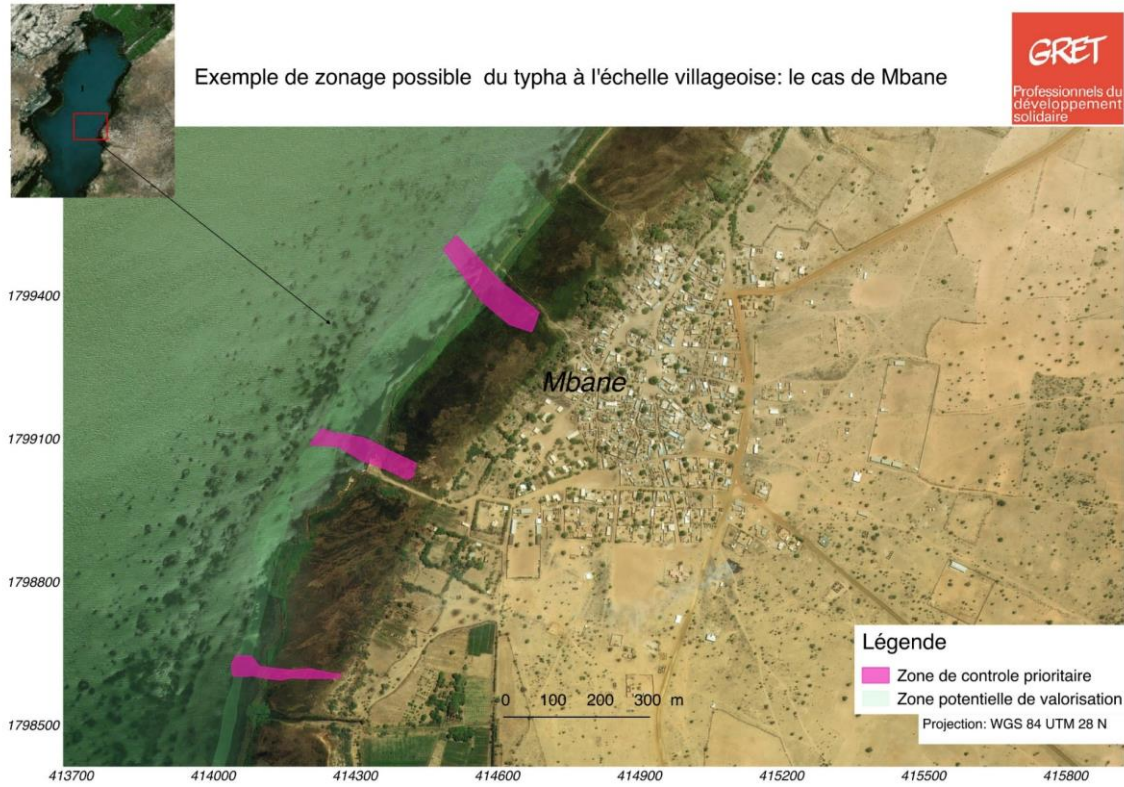


Figure 6. Zoom du zonage à l'échelle villageoise



Figure 7. Zoom du zonage sur le fleuve Sénégal

4.5 Finalisation et formalisation du zonage du typha

➤ Justification

Autant il a été relativement facile d'obtenir les données sur les priorités d'entretien des axes principaux dont sont en charge la SNAAT/DAR/SONADER, SAED, OLAC et SOGED, autant il n'a pas été possible dans cette étude d'effectuer le même travail avec l'ensemble des acteurs/communautés concernés au niveau local, en particulier avec les villages dont l'accès aux cours d'eau a été restreint, avec les groupements/communautés de pêcheurs concernés, ou même au niveau de l'ensemble des collectivités locales. Une tentative de zonage participatif au niveau des communes de Ronkh et Rosso a montré que l'exercice était difficile, car du point de vue des populations, le typha devrait être éradiqué sur la majorité des surfaces envahies, ce qui aurait un coût excessif que personne ne pourrait prendre en charge dans l'état actuel de nos connaissances (et en l'absence de solution radicale de type lutte biologique par insectes ou maladies). Il est donc souhaitable de compléter ce plan d'action par la mise en place d'un processus de concertation plus approfondi, partant du niveau local pour associer toutes les communautés et les collectivités territoriales (environ 20 communes) à l'élaboration de propositions de zonage fin, et retournant au niveau régional/national pour mettre en place les mécanismes de validation de ces zonages et de formalisation des démarches à faire pour légaliser et fournir les autorisations d'exploitation/valorisation des typhaies dans les zones où la valorisation sera encouragée.

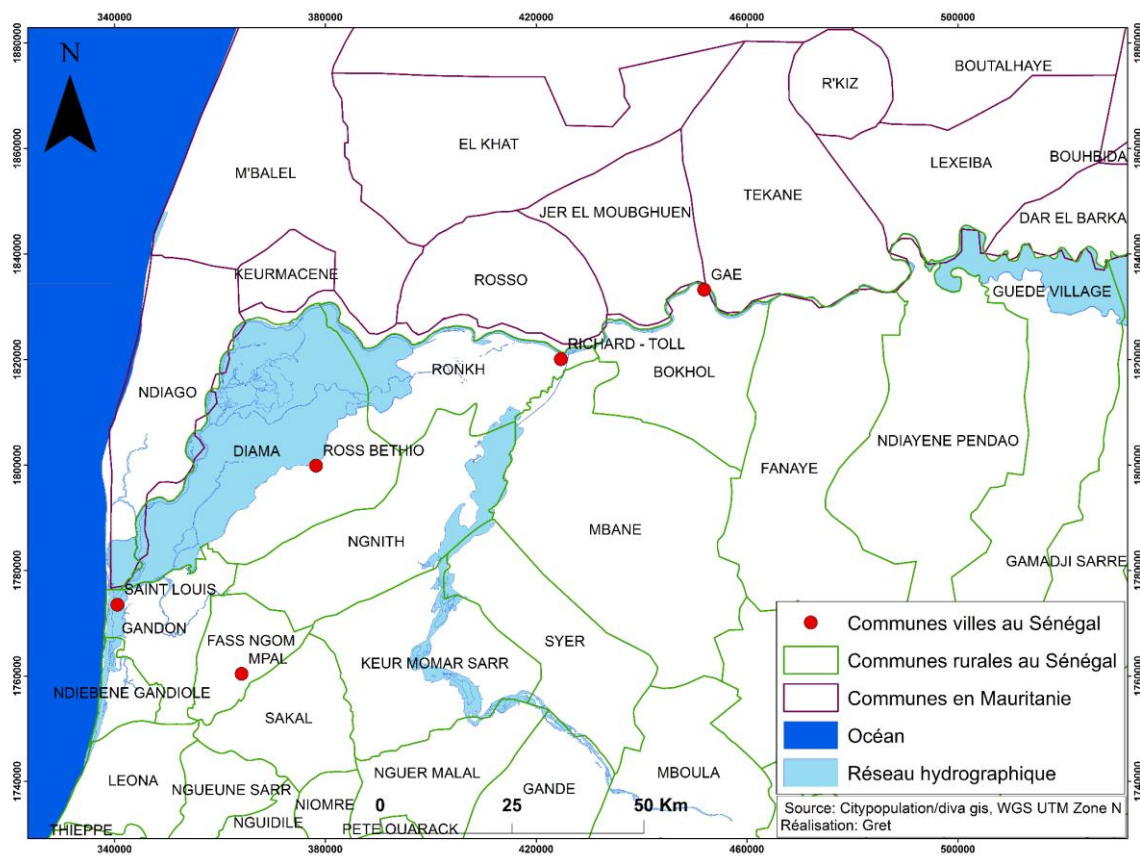


Figure 8. Carte administrative de la région du delta du fleuve Sénégal

Cette activité constituerait un complément de la présente étude, et permettrait d'associer les collectivités locales et les différentes communautés concernées au travail de priorisation des zones à contrôler, afin d'arriver à une vision partagée des zones où le contrôle est prioritaire, sur la base des 3 critères que nous avons proposés (maintien de l'hydraulicité, limitation des impacts négatifs sur les communautés, limitation de l'impact sur la biodiversité).

➤ **Actions proposées**

- ❖ **Identification avec les collectivités locales des villages les plus affectés par l'envahissement du typha**, visite de terrain et estimation des longueurs d'axes à dégager en priorité pour rétablir l'accès au fleuve (y compris pour les éleveurs).
- ❖ **Identification des communautés de pêcheurs riverains affectées par le typha**, et recensement de leurs besoins prioritaires pour accéder aux zones de pêches sur fleuve et lacs.

Des ateliers seraient ensuite organisés au niveau de chaque collectivité territoriale, avec des représentants de toutes les communautés concernées, afin de géolocaliser les communautés villageoises et de pêcheurs, et de valider les besoins prioritaires.

❖ **Ateliers régionaux de validation du zonage.**

Ces ateliers valideraient les zones prioritaires retenues et également le zonage d'ensemble proposé (y compris zones de protection du typha). Ils pourraient en fait constituer la première activité des plateformes régionales proposées pour la mise en œuvre de l'ensemble du plan d'action (cf. chapitre 11). Ils auraient ensuite pour objectif d'initier une concertation entre les différentes administrations concernées et les collectivités territoriales pour clarifier les règles d'accès et d'autorisation de l'exploitation du typha pour les individus et entreprises intéressées par la valorisation.

➤ **Coût des actions**

- | | |
|--|----------|
| • Identification des zones prioritaires avec les collectivités territoriales | 40 000 € |
| • Identification des priorités des pêcheurs | 20 000 € |
| • Ateliers régionaux (2x 2) | 40 000 € |

Total : 100 000 €

➤ **Partenaires**

Collectivités territoriales (mairies), ARD ; AdU, Coopératives agricoles, Organisations des éleveurs Service des pêches et service des Eaux et forêts, Coopératives et organisations des pêcheurs OLAC, SONADER, SAED, DREEC, DRE, Eaux et Forêts, collectivités territoriales

➤ **Chronogramme**

Ces actions devraient être réalisées à court terme, en année 1.

5 Estimation des coûts pour l'entretien des zones de contrôle prioritaires (avec les méthodes existantes)

➤ Introduction

Nous allons dans ce chapitre estimer le coût du contrôle du typha dans les zones de contrôle prioritaire, sur la base des méthodes les plus efficaces aujourd'hui utilisées. Pour cela, nous rappellerons tout d'abord les coûts unitaires de l'entretien aujourd'hui constatés sur le terrain, selon le type de zones. Nous estimerons ensuite le coût total annuel de l'entretien des zones que nous avons définies comme prioritaires, en concertation avec les différentes parties prenantes.

Nous avons utilisé pour les coûts d'entretien les coûts estimés dans la partie 3.1 :

- Adducteurs recalibrés : 1 800 €/km/an
- Adducteurs non recalibré : 11 200 €/km/an
- Collecteurs/ Drains : 2 000 €/km/ an
- Chenaux dans le fleuve ou lacs : 17 000 €/Km/ an
- Zones à faucarder en eau profonde : 17 000 €/ ha

➤ Coût total d'entretien annuel sur zones prioritaires (récapitulatif)

Tableau 2. Coût de l'entretien des zones prioritaires avec les méthodes actuelles

Coût de l'entretien des zones prioritaires scenario de base

milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		Coût unitaire entretien (€/km ou €/ha)	Coût total par an (€)
Pour assurer l'hydraulique du réseau d'irrigation					
24 Chenaux	SOGED	14,4	km	17 000	244 800
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/ OLAC	188	km	1 800	338 400
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/ OLAC	103	km	11 200	1 153 600
Collecteurs (RG)	SAED/ OLAC	139	km	2 000	278 000
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	98	km	1 800	176 400
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	323	km	11 200	3 617 600
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines					
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	17 000	510 000
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha	17 000	510 000
Pour le maintien de la biodiversité					
Parcs naturels	PND, PNOD	175	ha	17 000	2 975 000
TOTAL GENERAL					9 803 800

Ce chiffre (9,8 M €/an) est à comparer avec le niveau actuel des budgets réguliers consacrés à l'entretien, soit 1 078 000 € pour le FOMAED, 742 000 € pour DAR/SNAAT/ SONADER, auquel il faut rajouter les travaux faits de manière plus épisodiques par l'OLAC et la SOGED, ainsi que par divers projets d'aménagement (PDDAS notamment) mais dont nous n'avons pas eu les montants sur plusieurs années. On voit que ce budget estimé, dans l'état actuel des choses, représente plus de cinq fois le montant actuellement disponible sur les budgets nationaux. Il représenterait également un montant de 82 €/ha (53 800 CFA) s'il devait être entièrement financé par les irrigants (sur 120 000 ha irrigués), ce qui reste assez lourd (plus du triple de la redevance actuelle FOMAED de 15 000 F CFA/ha).

Une priorité du plan d'action consiste à diminuer cette charge, d'une part en augmentant la proportion des axes recalibrés, d'autre part en diminuant le coût de l'entretien mécanique grâce à la coupe sous l'eau notamment et à la lutte biologique.

Deuxième partie du Plan d'action : Investissements proposés pour améliorer le contrôle du typha

6 Recalibrage des axes hydrauliques

Etant donné le coût élevé des investissements de recalibrage, d'une part, et les bénéfices importants qui peuvent en être tirés d'autre part, en termes de contrôle du typha mais aussi de développement agricole, il est nécessaire d'entreprendre une étude approfondie avant de lancer un programme massif de recalibrage à l'échelle du delta.

6.1 Etude complémentaire sur la viabilité technico-économique du recalibrage

➤ Définition et conditions du recalibrage

Le recalibrage, aussi bien dans sa mise en œuvre que dans ses impacts, paraît mal connu de certains acteurs. Il est fréquent de confondre « recalibrage » et « curage systématique » par exemple. Le curage consiste à décaper une couche de terre d'environ 50 cm sur l'ensemble du chenal, quelle que soit la profondeur initiale. Le recalibrage vise l'atteinte d'une profondeur minimale, dans notre cas de 2m, sur une partie du chenal (souvent sur une largeur de 30 ou 40 m), et va souvent de pair avec l'endiguement du cours d'eau.



Figure 9. Coupe d'un axe avant recalibrage

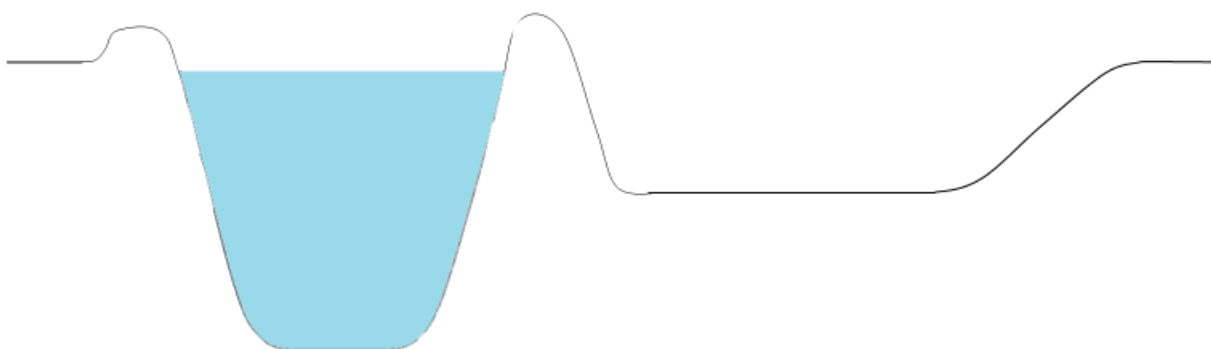


Figure 10. Coupe du même axe après recalibrage (représentation schématique)

Ce recalibrage permet d'améliorer l'hydraulique du réseau, d'éviter la repousse du typha dans les zones centrales, et sous certaines conditions, il limite également la prolifération d'autres végétations envahissantes, notamment le *ceratophyllum*.

Cependant, les conditions techniques de dimensionnement et réussite des opérations de recalibrage ne sont pas non plus suffisamment connues et diffusées. Par exemple, comment une opération de recalibrage va-t-elle affecter les ouvrages amont et aval ? Va-t-elle changer les niveaux d'eau le long de l'axe ? Comment assurer une vitesse de l'eau suffisante pour éviter la prolifération du *ceratophyllum* après avoir réglé le problème du typha (les observations montrent qu'une vitesse de plus de 0,5 m/s serait nécessaire, mais pas trop élevée - moins de 1m/s - pour éviter une érosion importante des berges) ?

La possibilité de recalibrer certains drains, essentiellement en augmentant leur profondeur, a également été évoquée, mais sans être certain des conséquences possibles sur la qualité de l'eau dans les drains (échanges avec la nappe salée ?) ou sur leur entretien.

➤ Objectifs de l'étude

Pour ces différentes raisons, il est recommandé de commanditer une étude technico-économique approfondie sur le recalibrage, en visant notamment :

- A préciser les coûts du recalibrage, selon le type d'axe concerné ;
- A préciser et valider les bénéfices attendus qui ont été estimés dans la présente étude, en y rajoutant les bénéfices indirects résultant de la sécurisation de l'accès à l'irrigation et au drainage ;
- A confirmer la priorisation des axes à recalibrer avec le meilleur rapport coûts/avantages ;
- A préciser le cahier des charges de futures opérations de recalibrage (section mouillée, pente, vitesse de l'eau et débit, besoin d'ouvrages régulateurs notamment), y compris pour les drains et collecteurs.

Cette étude devrait s'appuyer sur le partage des études et rapports sur les précédents travaux de recalibrage menés avec les partenaires techniques et financiers. Elle offrirait une vision plus globale de l'état actuel du réseau hydraulique et permettrait de préciser les besoins de recalibrage.

Ses résultats devraient être présentés et discutés avec les principaux acteurs concernés, en associant les associations d'usagers concernées, mais aussi les grands projets hydrauliques et d'irrigation et les bailleurs du secteur, puis publiés et largement diffusés via un atelier régional.

➤ Activités prévues

- Constitution d'un groupe régional de contact sur le recalibrage
- Organisations de visites croisées sur des sites ayant fait l'objet de recalibrage (1 semaine)
- Constitution d'un comité de pilotage de l'étude (SOGED, SAED, OLAC, SNAAT, DAR, SONADER) validant ses TdRs et désignant les personnes techniques contact qui accompagneront l'étude de près.
- Lancement de l'étude : recrutement d'un consultant/bureau d'études hydraulicien et agro-économiste

- Validation des résultats par le comité de pilotage
- Production d'un rapport public
- Atelier régional de présentation des conclusions
- Publications et ateliers nationaux de RC sur le recalibrage

➤ **Coût**

- | | |
|---|-----------|
| • Phase préparatoire : constitution du groupe de contact, visites croisées, validation des TdR de l'étude approfondie (année 1) : | 40 000 € |
| • Réalisation de l'étude et publication des résultats (année 2) : | 120 000 € |
| • Atelier de restitution et diffusion des résultats : | 10 000 € |
| • Publication et ateliers nationaux de renforcement de capacités : | 30 000 € |

Soit un coût total estimé à 200 000 €

6.2 Programme d'investissement en recalibrage (A 1-2)

Le dimensionnement de ce programme dépendra des conclusions de l'étude précédente.

D'après les entretiens réalisés avec les acteurs de l'entretien, voici les sections considérées prioritaires pour le recalibrage :

➤ **Estimation des longueurs des axes à recalibrer en priorité**

Nous nous sommes basés sur les priorités exprimées par les organismes concernés :

Sénégal :

Adducteurs SAED : **65 km** (Gorom aval 30 km, Kassak aval 10 km Lampsar aval 25 km)

Drains : **61 km** (Ndial 20 km, Noa 35 km, Emissaire 16 km) ²⁵

Mauritanie :

Sur 421 km d'adducteurs, il n'y a que 55 km (Aftout es Sahel) déjà recalibrés, et 43 km en cours de recalibrage (Laouija vers Lac de Rqiz).

D'après DRDR, il y aurait **115 km** particulièrement infestés actuellement (cf annexe 2), que nous proposons donc de recalibrer en priorité ²⁶. Ils sont constitués par les axes suivants : Gouère Est, Gouère Ouest, Bras d'Awlig, Garack et Oum Lekew, Tambass, Meyssoikh, et Kiraye.

Chenaux SOGED et villages :

²⁵ Priorités suggérées par SAED/DAM

²⁶ Il est difficile d'estimer à ce stade plus précisément les besoins de recalibrage. Ceci devra être étudié plus précisément durant l'étude complémentaire.

Il est proposé de privilégier les chenaux SOGED les plus difficiles à entretenir, en commençant par la moitié des 24 chenaux gérés par la SOGED, soit 8 km environ. Il faudra tester la durabilité du recalibrage ainsi effectué, et en particulier vérifier que les sections recalibrées ne se comblent pas rapidement du fait de l'alluvionnement et d'une érosion latérale dans le fleuve, en recalibrant un chenal tout d'abord en année 3 ou 4, et en mesurant ensuite pendant 2 ans au moins l'évolution de son profil (bathymétrie). L'utilisation de palplanches, envisagée actuellement pour limiter l'érosion latérale et la recolonisation par le typha, pourrait également être testée à cette occasion. Nous n'avons pas prévu de recalibrer les axes villageois à ce stade, en prenant en compte la capacité des organisations locales à entretenir ces axes à moindre coût, dès lors qu'elles seront équipées de moyens de coupe sous l'eau mécanique.

En outre, nous avons prévu le recalibrage de 8 km des chenaux de la SOGED.

Au total, les axes à recalibrer représentent donc 180 km d'adducteurs (65 km au Sénégal + 115 km en RIM), 61 km de drains/collecteurs coté sénégalais et 8 km de chenaux SOGED.

➤ Coût

Le coût estimé de ce programme représenterait²⁷ :

• Adducteurs rive gauche :	6 500 000 €
• Drains (collecteurs) rive gauche :	2 745 000 €
• Adducteurs rive droite :	14 375 000 €
• Chenaux SOGED :	960 000 €

Soit au total, pour 249 km recalibrés, 24 580 000 €

Nous avons réparti ces investissements dans le temps de la manière suivante :

- 30% à moyen terme (années 3 à 5) soit 7,38 M €
- 70% à long terme (années 6 à 10) soit 17,2 M€

➤ Rappel des bénéfices et risques à long terme

Par rapport à un axe non recalibré, on attend les économies suivantes sur le plan de l'entretien :

Comme vu plus haut dans la partie 3-1, l'économie sur le plan de l'entretien représente 9 400 €/km/an sur adducteur (11 200 – 1 800 €/km).

Pour les drains : on fait l'hypothèse qu'on pourrait économiser $\frac{3}{4}$ des faucardages = 2 000 x $\frac{3}{4}$ = 1 500 €/km/an.

Pour les chenaux SOGED, avec la même hypothèse, on économiserait les $\frac{3}{4}$ de 17 000 €/km/an, soit 12 750 €/km/an.

²⁷ Les coûts unitaires sont basés sur les estimations du chapitre 3-2

Au total, les réductions des coûts d'entretien annuels associés au programme de recalibrage proposé représenteraient : $180 \times 9\,400 + 61 \times 1\,500 + 8 \times 12\,750 = \mathbf{1\,885\,500\ \text{€}/\text{an}}$

A ces économies, il convient de rajouter les bénéfices résultant de la sécurisation de l'irrigation pour les agriculteurs (augmentation des rendements et de l'intensité culturale), ainsi que ceux résultants de la mise en culture des cuvettes asséchées grâce aux endiguements (augmentation des surfaces irrigables proche des axes hydrauliques).

➤ **Risques**

Les travaux lourds d'aménagement amènent des risques de pollution qui doivent être minimisés par l'emploi de méthodes de réduction des impacts et un contrôle adéquat. La diminution des cuvettes inondées consécutives aux endiguements peut avoir des impacts sur les écosystèmes qui devront être évalués, mais compte tenu du fait que la plupart de ces cuvettes ont été envahies par le typha après la mise en place du barrage de Diama, on peut s'attendre à un impact plutôt positif sur la biodiversité.

7 Coupe sous l'eau et combinaisons de méthode de contrôle mécanique

Introduction

Nous avons regroupé dans ce volet du plan d'action trois actions qui sont en fait étroitement liées, puisqu'elles visent toutes à améliorer l'efficacité et à réduire le coût des méthodes de contrôle mécanique. La mise en place d'une recherche finalisée (7-1) vise à mieux comprendre la physiologie et la réaction du typha à divers traitements et en particulier à la coupe sous l'eau, qui est la technique centrale que nous proposons de développer dans divers environnements et avec un ensemble d'acteurs diversifiés (7-2). La mise en place et l'optimisation d'une combinaison de méthodes mécaniques (coupe sous l'eau et arrachage) fait l'objet de la troisième activité (7-3). La généralisation de la coupe sous l'eau et des méthodes combinées à grande échelle est décrite sous l'activité 7-4. Une synthèse de l'ensemble de ce volet du plan d'action est présentée en 7-5.

7.1 Recherche finalisée sur les méthodes mécaniques de coupe sous l'eau

➤ Objectifs/ justification

Un programme de recherche finalisé est proposé dans l'objectif principal de déterminer les conditions optimales qui permettraient d'améliorer l'efficacité de la coupe sous l'eau pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve Sénégal. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- recueillir des données précises sur le cycle de la plante et ses stades phénologiques en vue de mieux ajuster les périodes d'intervention ;
- avoir une meilleure compréhension de la réaction du typha à la coupe sous l'eau, afin de produire des recommandations sur les conditions optimales de coupe ;
- disposer de données sur les modalités et les conditions de coupe afin de mieux comprendre les dynamiques de régénération du typha et de ré-infestation après traitement mécanique ; le suivi et les observations pour ces données seront effectués dans le cadre de l'activité 7-3 du plan d'action ;
- analyser l'influence des facteurs du milieu (niveau de nutriments dans l'eau, du phosphore en particulier) sur la croissance du typha.

➤ Actions proposées

Trois actions ont été retenues pour la recherche finalisée et le suivi des opérations de lutte mécanique :

- (a) suivi et étude de la phénologie du typha ;
- (b) conduite d'essais en milieu partiellement contrôlé sur la méthode de la coupe sous l'eau ;
- (c) suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes (mis en place dans l'activité 7-3).

❖ **Suivi et observation de la phénologie du typha in situ**

Il s'agit de suivre la phénologie de la plante sur une période de 2 à 3 cycles de **développement** afin de disposer de données précises sur les différentes phases de sa croissance, notamment les périodes d'émergence des pousses, la durée du développement végétatif, la période de floraison, la maturation et la sénescence. Ces précisions sont nécessaires pour pouvoir mieux ajuster les périodes d'intervention.

Pour cela, des parcelles d'observation seront implantées dans des zones parmi les plus représentatives des milieux infestés par le typha. Les observations seront effectuées sur des populations de typha dans au moins deux situations : (1) sur des typhas bien installés et en cours de développement non perturbé, cela pour disposer de données sur la succession des différents stades phénologiques en condition naturelle ; (2) sur des typhas en début de régénération après une coupe afin d'évaluer l'effet de l'interruption de la croissance sur la phénologie de la plante.

Le dispositif devra comporter au moins deux parcelles d'observation pour chacune des deux situations, à répartir entre des deux rives du fleuve. Les parcelles devront être peu susceptibles d'être perturbées et seront délimitées et protégées (barrière en grillage, par exemple). Leur dimension pourrait être de l'ordre de 0,25ha, soit 50 m * 50 m ou 25 m * 100 m, pour un périmètre de 200 ou 250 m.

❖ **Conduite d'essais en milieu partiellement contrôlé portant sur la méthode de la coupe sous la surface de l'eau**

L'objectif de ces essais est de déterminer les conditions dans lesquelles la coupe sous la surface de l'eau est susceptible de produire un contrôle durable du typha. Il s'agit notamment d'évaluer l'effet d'un certain nombre de facteurs sur l'efficacité de la coupe sous l'eau en termes de durée de contrôle du typha et de taux de destruction des rhizomes. Ces facteurs sont les suivants : la profondeur de coupe (sous la lame d'eau) et la hauteur de coupe (mesurée à partir de la vase) ; la variation et la durée de la submersion après la coupe

Les essais devront être conduits dans des conditions qui soient aussi représentatives que possible de la situation du typha dans le delta du fleuve Sénégal afin que les résultats reflètent la réalité. Ils devront donc être installés dans des aires d'infestation naturelle²⁸ avec des systèmes de contrôle des niveaux et de la durée de submersion, ainsi que du niveau de nutriments présents dans l'eau (phosphore en particulier)

Il est proposé de conduire les trois essais suivants :

- **Essai 1**, portant sur la profondeur de coupe et la durée de la submersion après la coupe

Cet essai devrait apporter des informations sur l'effet de ces deux facteurs et de leur interaction sur la sensibilité du typha à la coupe sous l'eau, en particulier la profondeur optimale de coupe et la durée minimale pendant laquelle la submersion doit être maintenue après la coupe pour un contrôle durable de la plante.

²⁸ Il est possible d'aménager des parcelles d'essai en station et d'y planter des typhas mais cela entraînerait un délai d'environ 2 ans pour démarrer les essais, délai nécessaire pour que le système de rhizomes des typhas soit bien établi dans le sol.

- **Essai 2**, portant sur la hauteur de coupe et la variation de la submersion

La question à laquelle cet essai doit apporter une réponse est de savoir est-ce que la hauteur à laquelle le typha est coupé sous l'eau a une influence sur la capacité de régénération de la plante et sur la survie des rhizomes

- **Essai 3**, portant sur la fréquence de coupe

La coupe sous l'eau répétée au moins une fois au cours d'une même année a été rapportée comme étant efficace à 99 %. Par ailleurs, la hauteur de submersion dans la plupart des zones infestées est généralement très variable au cours de l'année et cela peut influencer sur le maintien de la profondeur de coupe après l'opération. Ce 3ème essai devrait permettre de déterminer si le fait de répéter la coupe peut permettre d'améliorer l'efficacité de coupe sous l'eau et si oui, à quelle fréquence.

L'essai 1 sera conduit sans tenir compte de la hauteur de coupe ou de la fréquence de coupe (coupe en une fois pour chaque traitement). Les essais 1 et 2 seront conduits à une profondeur de coupe et une durée de submersion constantes dont les valeurs seront déterminées sur la base des premiers résultats de l'essai 1. Les essais seront implantés sur 2 sites de chaque côté du fleuve et pourrait comporter 3 répétitions par site. La dimension des parcelles devant recevoir les traitements pourrait être d'environ 10 à 15m².

❖ **Mise en place d'un programme de suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes**

Il s'agit ici de suivre les sites pilotes de combinaison des méthodes mécaniques qui seront mis en place dans le cadre de l'activité « développement des méthodes combinées » décrite ci-dessous dans la partie 7.3.

Le but de ce suivi est d'avoir une meilleure compréhension des dynamiques de ré-infestation après les coupes sous l'eau : les causes de la ré-infestation qui intervient en l'espace de seulement quelques mois ; la vitesse et le mode selon lequel elle s'opère. Pour pouvoir apporter des réponses à ces questions, le suivi portera sur les modalités de mise en œuvre de la coupe, la qualité d'exécution, mais aussi les conditions du milieu avant et après la réalisation des opérations. Les sites pilotes à suivre, d'une taille d'environ 15 à 30 ha chacun (5 à 10 km d'adducteurs) seront au nombre de 4. Le suivi sera mené sur une durée de 3 ans. Il sera effectué dans des sites pilotes et devra être intégré dans les programmes d'entretien des sociétés d'aménagement ou d'encadrement et des organismes en charge des cours d'eau (SAED, SONADER, SOGED, OLAC, etc.), ou dans celui des parcs naturels.

L'équipe de recherche apportera un appui pour la définition de la méthodologie et du protocole de suivi des sites pilotes ainsi que pour le traitement des données et l'interprétation des résultats.

❖ **Coordination des activités**

La mise en œuvre du volet recherche opérationnelle sur les méthodes mécaniques de coupe sous l'eau du plan d'action nécessitera une bonne coordination de la conduite de l'ensemble des actions. Le type d'organisation qui devra être mis en place pour les activités de la recherche opérationnelle est illustré par la figure ci-dessous :

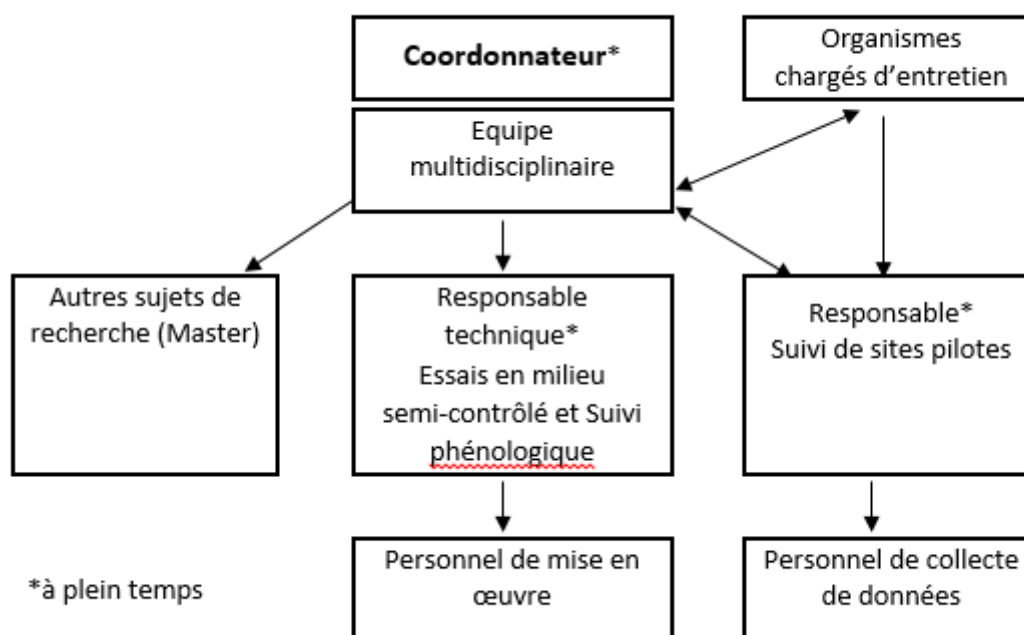


Figure 11. Schéma d'organigramme pour la mise en oeuvre de la recherche appliquée

➤ Coûts de chaque action

Les coûts de ces deux actions de recherches, suivi de la phénologie et essais sur la méthode de coupe sous l'eau seront constitués essentiellement par la prise en charge de l'équipe technique responsable de la mise en œuvre des deux actions. A cela s'ajoutent quelques investissements pour aménager les parcelles, des moyens de transport (véhicule et motos) et des frais de fonctionnement. Les coûts sont estimés comme suit, par action.

❖ *Equipe de recherche et technique*

Les coûts de ces deux actions de recherches, suivi de la phénologie et essais sur la méthode de coupe sous l'eau seront constitués essentiellement de la prise en charge de l'équipe technique responsable de la mise en œuvre des deux actions, pendant 5 ans A cela s'ajoute quelques investissements pour aménager les parcelles, des moyens de transport (véhicule et motos) et des frais de fonctionnement.

La composition de l'équipe technique comprend 1 coordinateur/ chercheur, 1 responsable technique, 1 doctorant et 2 techniciens.

Les coûts sont estimés comme suit :

- Equipe technique (1 coordinateur, 1 responsable technique, 2 doctorants, 2 techniciens) : 350 000 €
- Charges indirectes : 30 000 €

Soit un total, sur 5 ans, de 380 000 €

❖ ***Suivi de la phénologie du typha in situ et essais portant sur la méthode de la coupe sous l'eau***

- Aménagement de parcelles avec contrôle du niveau d'eau : 41 000 €
- Moyens de déplacement (1 pick-up et 3 motos) 35 000 €
- Frais de fonctionnement 35 000 €

Le coût total de cette activité est donc : **111 000 €**

❖ ***Programme de suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes***

Le rôle principal dans la mise en œuvre du suivi de la lutte mécanique revient aux organismes en charge de l'entretien des axes hydrauliques. En particulier, ces organismes doivent assurer la responsabilité de cette activité ainsi que le choix des sites pilotes et la collecte des données. Les autres organismes (institutions de recherche, universités) apporteront leur appui à travers l'équipe de recherche. La collecte des données devant être prise en charge par des agents de l'organisme responsable de l'entretien, le coût de cette action sera constitué principalement par la rémunération d'étudiants en Masters pour 3 ans. Il faut y ajouter des frais de fonctionnement, notamment en frais de déplacement, petits matériels et frais d'atelier de partage. **Une attention particulière sera portée à la mesure des taux de phosphore et autres nutriments dans l'eau** qui contribuent à accélérer la croissance du typha et peuvent également provoquer l'eutrophisation des milieux (cf. annexe 6).

- Etudiants Master 2 pour collecte de données : 10 800 €
- Frais de fonctionnement et d'échanges : 13 200 €
- Frais d'échantillonnage et analyses : 30 000 €

Au total, outre la prise en charge par les organismes responsables, l'activité s'élève à environ **54 000 €**.

Coût total :

Le total de cette action est de 519 000 €, décomposé dans le temps comme suit :

Tableau 3. Coût de la phase expérimentale de la coupe sous l'eau

Rubriques	Coût estimé (€)	
	Court terme (1-2 ans)	Moyen terme (3-5 ans)
Equipe technique	130 000	250 000
Suivi de la phénologie du typha in situ	90 000	21 000
Essais portant sur la méthode de la coupe sous l'eau		
Programme de suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes		54 000
Total des coûts de la phase expérimentale	220 000	325 000

➤ **Partenaires pour chaque action**

Le partenariat envisagé pour la conduite des activités de recherche finalisée sur la lutte mécanique est présenté dans le tableau qui suit. Le rôle principal dans la mise en œuvre de cet axe du plan d'action reviendra aux institutions de recherche et universités qui vont constituer l'essentiel de l'équipe de recherche.

Tableau 4. Partenariat pour la mise en oeuvre des actions de recherche finalisée sur les méthodes de coupe mécanique

Actions	Partenaires et rôle
Suivi de la phénologie du typha	<p>Institutions de recherche et universités (ISRA, CNRADA, ISET, UGB, UCAD, Université de Nouakchott) : élaboration du protocole (concerté) de suivi ; collecte des informations.</p> <p>Partage des résultats avec les autres partenaires.</p>
Essais portant sur la méthode de la coupe sous l'eau	<p>ISRA, ISET, CNRADA, UGB :</p> <p>Constitution de l'équipe de recherche ; élaboration concertée de la méthodologie et du protocole de recherche.</p> <p>Partage périodique des résultats avec les autres partenaires (Sociétés ou organismes chargés de l'entretien, SAED, SONADER, OLAC, SOGED...).</p>
Programme de suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes	<p>Institutions de recherche et universités : conception de la méthodologie et du protocole du suivi ; appui pour l'analyse et l'interprétation des résultats.</p> <p>Sociétés ou organismes chargés de l'entretien : choix des sites pilotes, collecte des données et traitement, ateliers de partage.</p>

➤ **Chronogramme (court terme/moyen terme)**

Le chronogramme est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Chronogramme de la recherche finalisée sur les méthodes de coupe mécanique

Actions	Court terme (1-2 ans)	Moyen terme (3-5ans)
Suivi de la phénologie du typha	Démarrage dès la 1 ^{ère} année, qui devrait s'achever au bout de 3 ans ²⁹ avec des données fiables sur la phénologie du typha.	Fin des observations et résultats (3 ^{ème} année). Prise en compte des résultats obtenus lors de l'exécution des opérations de contrôle mécanique.
Essais portant sur la méthode de la coupe sous l'eau	Démarrage de l'essai 1 dès la première année et celui des essais 2 et 3 à partir de la 2 ^{ème} année, s'ils peuvent être installés in situ ; dans ce cas des résultats fiables peuvent être obtenus au bout de 3 ans.	Suite des essais (années 3 et 4) Application, si résultats concluants, en milieu réel dans le cadre des opérations de lutte par la méthode de coupe sous l'eau, à partir de la 4 ^{ème} année.
Programme de suivi de la lutte mécanique dans des sites pilotes	Choix des sites et protocoles pilotes (cf. action « méthodes combinées » dans la partie 7.3)	Démarrage du programme et suivi sur 3 ans. Prise en compte des résultats pour ajuster les modalités et les conditions de coupe sous l'eau.

7.2 Amélioration et développement des méthodes de coupe sous l'eau (et berges)

➤ **Rappel/ justification**

La coupe sous l'eau apparaît comme un moyen efficace de réduire les coûts du faucardage, en particulier dans les parties centrales des axes hydrauliques ou des fleuves et mares. Plusieurs techniques et équipements sont déjà disponibles. L'utilisation de bateaux faucardeurs Conver par la CSS date de plus de 10 ans. Une barre de coupe légère Dorocutter a également été testée par l'ISSET avec des résultats satisfaisants. Elle a l'avantage d'être plus économique et de pouvoir être utilisée par des AdU ou coopératives/groupement d'irrigants. En revanche, les techniques de ramassage des tiges

²⁹ Pour être probants, les essais devront être menés pendant 3 ans. Pour des raisons de cohérence du plan d'action global, nous avons néanmoins gardé la séparation CT sur 2 ans, et MT 3 à 5 ans. Cela signifie que certaines dépenses liées aux essais apparaissent en MT

dans l'eau doivent être améliorées en priorité. En complément, des équipements simples de coupe sur berge ont été identifiés et méritent d'être développés (motoculteur-faucheur égyptien testé à l'ISET, débroussailleuses introduites par Waterschap Rivierenland) car ils permettent d'améliorer la productivité de la coupe manuelle et de réduire son coût. Ce sont également des matériels peu coûteux à la portée des AdU et groupements locaux valorisant le typha. Enfin, divers autres équipements plus lourds et plus coûteux ont été identifiés, qui peuvent intéresser des entreprises de plus grande taille combinant contrôle et valorisation. Il est intéressant de noter ici que l'OLAC souhaite développer un projet pilote de valorisation industrielle du typha, avec importation de gros matériel amphibie de récolte du typha, sur le lac de Guiers, dans les prochaines années. Pour plus de détails, le lecteur est renvoyé au rapport #3, p 19 à 23.

➤ **Actions proposées**

❖ ***Test et développement des méthodes de coupe sous l'eau mécanisées existantes et de la collecte du typha sur l'eau (court terme)***

Il s'agira de tester des matériels existants à moyenne échelle (1 à 10 ha) dans plusieurs milieux, en analysant les données de rendement, de productivité, de coûts et de qualité de la coupe, puis en observant la réaction des plantes au cours des 12 mois suivants. Un protocole de suivi simple sera élaboré avec cet objectif.

- Le test des bateaux Conver dans différents milieux (lacs, grands axes, chenaux d'accès SOGED) peut être fait très rapidement, puisque cette technologie est déjà au point à la CSS, qui a donné son accord de principe pour prêter ces matériels gratuitement et à contribuer à la formation des opérateurs et mécaniciens, dans le cadre de ce programme concerté ;
- L'utilisation des barres de coupe Dorocutter peut également être testée rapidement dans ces mêmes milieux ³⁰ ;
- Il faudra en parallèle développer et expérimenter diverses méthodes de ramassage des tiges dans l'eau (y compris par le bateau-fourche Conver). C'est un point important car il conditionne la productivité et le coût final de la coupe sous l'eau. Le ramassage manuel (avec des barques à fond plat) est envisageable mais sans doute peu efficace.
- Pour la coupe sur berge ou à faible profondeur, le motoculteur égyptien, équipé des grandes roues ou roues cages, pourra être testé rapidement par l'ISET, qui en a déjà un exemplaire, ainsi que diverses débroussailleuses.

Ces tests pourront être réalisés au départ par des prêts ou locations de matériels déjà existants entre organisations en disposant déjà et celles qui souhaitent les tester. Par la suite l'achat de ces matériels relativement peu coûteux sera envisagé, couplé avec des formations spécifiques pour les opérateurs et mécaniciens en charge de l'entretien (8 barres de coupe sur barque motorisées + barques fond plat pour ramassage, 4 motoculteurs, 4 débroussailleuses) et seront mises à disposition des PND, PNOD, et de 6 AdU et OP intéressées en priorité.

³⁰ Il existe une demande pour un matériel de coupe silencieux/peu polluant qui pourrait travailler dans les parcs nationaux à proximité des colonies d'oiseaux. Faudrait-il envisager une version électrique de la barre de coupe, fonctionnant sur batteries ?

Coûts des activités

• Tests, adaptation et développement de matériels simples :	100 000 €
• Formation à l'utilisation de matériels simples :	40 000 €
• Prêts de matériel (transport, mise à disposition opérateurs) :	40 000 €
• Achat de petits matériels :	80 000 €
• Coordination et diffusion des résultats :	20 000 €

Total : 280 000 € (dont cofinancements = 60 000 €³¹)

Partenaires

ISSET, CSS, Waterschap Rivierenland, SNAAT, (Test des technologies, formation), AdU et OP, PND, PNOD, SOGED, SONADER, SAED, OLAC³²

Chronogramme

Il s'agit d'une activité prioritaire à démarrer à court terme – 2 ans (2019-2020)

❖ *Expérimentation de matériel importé plus important*

Cette action ne démarrerait qu'à moyen terme, et après vérification de l'intérêt du secteur privé pour l'achat d'équipements de récolte mécanique du typha amphibies ou flottants de plus grande taille.

Activités proposées et coûts estimés

• EIES : La première étape sur la réalisation d'une étude d'impact environnementale et sociale des impacts de la coupe sous l'eau et des méthodes combinées (qui servira également à préparer les pilotes de coupe combinée) :	20 000 €
• Etude de marché : Recensement des besoins/intérêts des entreprises de travaux et valorisation :	10 000 €
• Etude de faisabilité technique et économique, en lien avec les fabricants :	15 000 €
• Présentation des résultats/information des acheteurs potentiels, visites d'échange :	25 000 €
• Achat et importation de matériel pilote (secteur privé) :	380 000 €
• Mesure de performances et adaptation du matériel :	25 000 €
• Diffusion large des résultats :	10 000 €

Coût Total : 485 000 €, cofinancement attendu de 300 000 € (secteur privé)

³¹ Prêt de matériel 30 000 €, tests et adaptation 30 000€

³² Il serait souhaitable d'identifier également des entreprises privées intéressées par cette technique et prêtes à investir quelques moyens humains en particulier. Nous pensons à des entreprises de travaux disposant de mécaniciens compétents et bien équipés. La CSS est prête à mettre à disposition certains de ses moyens dans ce domaine.

Partenaires pour chaque action

- Le secteur privé serait associé à cette activité dès son démarrage ;
- L'étude de marché et la faisabilité serait confiée à un bureau d'études ;
- L'importation de matériel serait de la responsabilité du secteur privé, un appui sous forme de garantie de crédit ou capital-risque pourrait être fourni par le secteur public ;
- La mesure de performance et l'adaptation seraient co-exécutées par la ou les entreprises concernées et par le pôle technique du volet précédent (ISET, SNAAT, auquel pourrait se joindre l'EPT et la CSS, ainsi que l'OLAC qui développe un projet de valorisation industrielle du typha actuellement).

Chronogramme

Cette activité démarrerait en année 3 et se terminerait en année 5. Elle serait scindée en deux parties : faisabilité et étude de marché en année 3, démarrage des importations et tests puis publication des résultats en année 4 et 5.

7.3 Développement des méthodes combinées

➤ Rappel/ justification

La coupe sous l'eau est efficace dans les zones profondes. En revanche, elle ne fonctionne pas bien pour le contrôle du typha sur les berges ou dans les zones peu profondes sur les bords des axes hydrauliques, des canaux, ou sur les rives de lac ou fleuve. L'utilisation de pelles mécaniques reste la méthode la plus efficace pour ces zones.

L'hypothèse qui est faite est qu'il est possible d'améliorer l'efficacité et de baisser le coût de l'entretien mécanisé en combinant méthodes de coupe sous l'eau mécanique à une fréquence assez rapprochée (tous les ans), privilégiant les zones les plus profondes, à 30 ou 50 cm de profondeur de coupe, avec des méthodes d'arrachage/curage par pelles à intervalles plus lointains (tous les 2 ans) sur les zones de berges et sur les zones peu profondes (jusqu'à 10 m du bord de l'axe), éventuellement combinées localement avec la coupe manuelle ou en mécanisation légère assurée par les associations d'usagers. Ceci devrait permettre de réduire les coûts par rapport à l'utilisation de pelles flottantes dans les axes centraux.

Pour de grands axes hydrauliques, nous avons vu plus haut (chapitre 6) que le coût d'entretien moyen annuel estimé sur des axes non recalibrés était de l'ordre de 11 200 €/km³³. **Le remplacement de la pelle flottante par une barque faucardeuse passant tous les ans sur la même surface** (à un coût de 3

³³ Sur la base suivante : pour des axes non recalibrés de 30 m de largeur : 2 ha/km traités par pelle long bras (opérant sur 10 m de large sur les deux côtés) plus 1 ha/km traité par pelle flottante (opérant sur 10 m de large en zone centrale) : 5 400 + 17 000 € = 22 400 € tous les 2 ans = 11 200 €/km/an.

000 €/ha) **permettrait donc de ramener le coût de l'entretien à 5 700 €/km/an** $(5\,400 + 6\,000)/2$ ³⁴, soit une économie de l'ordre de 5 500 €/an.

Cette méthode combinée est donc particulièrement adaptée aux adducteurs principaux de grande largeur (> 20 m), non recalibrés, ainsi qu'aux zones d'eau profonde envahies par le typha, lacs ou fleuve. En revanche, son utilisation dans les drains (collecteurs) est plus limitée car ils ont souvent un tirant d'eau plus faible et sont parfois totalement à sec.

➤ **Actions proposées**

Le développement des méthodes de coupe combinées s'appuiera sur les deux actions précédentes du plan d'action : d'une part la recherche agronomique et écophysiological sur la réaction du typha à diverses méthodes et calendriers de coupe (cf. partie 7.1), d'autre part sur le développement d'équipements de coupe adaptés (cf. partie 7.2). Ce sont en quelque sorte les préalables au développement de méthodes combinées à grande échelle, au niveau de zones pilotes.

Pour autant, il est important que les opérateurs de l'entretien soient dès le départ associés à ces deux axes afin de pouvoir exprimer leurs besoins et s'approprier les résultats.

❖ **Choix des sites pilotes et définition des protocoles d'utilisation de la méthode combinée (court terme, an 1 et 2)**

Il s'agira ici d'un travail conjoint et concerté entre les opérateurs de l'entretien acceptant de mettre en œuvre ces sites pilotes, et l'équipe de recherche constituée dans le cadre de l'action 7.1.

Les sites pilotes seront au cœur du dispositif de mise au point de méthodes de contrôle combinées moins coûteuses et plus efficaces. Il s'agira de sites d'une taille suffisante (de l'ordre de 5 à 10 km d'axe hydraulique, représentant 15 à 40 ha de surfaces de typha à contrôler) pour pouvoir donner des résultats significatifs, mais également pour justifier/rentabiliser l'achat de nouveaux équipements par les entreprises en charge de l'entretien. Ils seront suivis pendant au moins 3 ans. Ces sites seront constitués en priorité par des axes hydrauliques larges ou des zones d'eau libre (lacs et fleuve) fortement envahis par le typha, et nécessitant le passage de pelles flottantes pour leur entretien.

Le choix des sites pilotes sera effectué conjointement par tous ces acteurs, sur la base des critères suivants :

- 1) Représentativité du milieu sur lequel on va intervenir
- 2) Importance de l'envahissement par le typha
- 3) Faisabilité de la coupe sous l'eau avec les matériels existants

³⁴ A noter que cette estimation de surface à couper part du principe que le typha ne repoussera pas dans les zones les plus profondes, et que la coupe sous l'eau s'effectuerait donc sur une bande de 5 m de large de chaque côté de l'axe central. Pour autant, des fauchages de repousses seront sans doute nécessaires également au centre de l'axe, mais ils auront des productivités beaucoup plus élevées car ces repousses seront éparées. Ce sera en fait la mise au point des techniques combinées qui déterminera les paramètres effectifs en terme de fréquence et de surface à traiter.

- 4) Possibilité de disposer de zones de contrôle entretenues de manière classique pour pouvoir comparer les résultats avec ceux des zones pilotes
- 5) Disponibilité de budget d'entretien régulier
- 6) Possibilité éventuelle de coupler avec valorisation

Il est proposé de suivre **quatre sites pilotes**, dont trois pourraient être pris en charge par les sociétés qui entretiennent les axes hydrauliques, et le quatrième par un parc naturel, sur une surface comparable mais dans des zones de lac.

Un ou plusieurs protocole d'entretien serait ensuite défini conjointement entre l'équipe de recherche et les institutions en charge de l'entretien, avec comme objectif de minimiser les coûts du contrôle du typha tout en améliorant l'efficacité et la durabilité du contrôle.

Ces protocoles intégreraient la mise en place d'opérations de coupe sous l'eau régulières (annuelles) en zone centrale/profonde des axes hydrauliques à traiter, combinées avec l'arrachage par pelle à partir de la rive tous les 2 à 3 ans, ou des opérations de coupe manuelle ou semi-mécanisées sur berges et en bord de berge.

Ce protocole précisera au niveau de TdR détaillés le calendrier et les modalités des diverses interventions, en particulier la coupe sous l'eau, les critères et indicateurs d'intervention. Ce protocole serait ensuite mis en œuvre dans les sites pilotes. Une comparaison des coûts et résultats avec ceux des méthodes d'entretien actuelles serait effectuée.

Ce travail se fera dans le cadre des plateformes de concertation mises en place pour l'ensemble du plan d'action, et n'entraînent donc pas de coûts additionnels.

❖ ***Mise en œuvre des pilotes, suivi rapproché des résultats et adaptation des méthodes combinées (MT, an 3 à 5)***

La phase suivante serait celle de la mise en œuvre des pilotes, sous la responsabilité opérationnelle des organismes d'entretien. Ils feraient l'objet d'un suivi rapproché avec une périodicité bimensuelle. Le protocole de suivi serait élaboré en coopération avec l'équipe de recherche travaillant sur la biologie du typha. Il serait mis en place sur les sites pilotes et porterait non seulement sur les surfaces couvertes par le typha et la ré-infestation après les opérations d'entretien, mais aussi sur les autres paramètres permettant d'expliquer les dynamiques de ré-infestation, avec une périodicité régulière bimensuelle³⁵.

La responsabilité du suivi bio-écologique serait assurée par l'équipe de recherche, ainsi que pour certains paramètres par les organismes responsables de l'entretien. Ces derniers seraient responsables du suivi technico-économique, avec l'enregistrement systématique et géolocalisé de toutes les opérations d'entretien, de leur productivité, de leur coût, etc. Une bonne coordination et un système

³⁵ Dans cette optique, les paramètres suivants semblent importants : la profondeur de coupe ; la profondeur de submersion, sa variation et sa durée après l'opération (coupe ou curage) ; le niveau de propreté de l'opération ; les points de départ de la ré-infestation et sa progression ; l'origine de la ré-infestation (plantes issue de germination ou repousse de rhizome). Ils incluraient également la description du type et des caractéristiques du milieu (la composition de l'eau (P, NaCl), le climat, la sédimentation) et sa vitesse moyenne. Pour chacun de ces paramètres, des indicateurs et protocoles de mesure seraient définis.

de suivi rapproché sont nécessaires pour pouvoir réagir rapidement si une partie des données est manquante.

La recherche serait également associée à l'interprétation des résultats du suivi bio-écologique à un rythme au moins annuel. Ces résultats seraient confrontés à ceux du suivi technico-économique réalisé par les opérateurs, et discutés collectivement.

❖ *Diffusion des résultats*

Si les résultats sont conformes aux attentes et faciles à interpréter, ils pourraient commencer à être diffusés plus largement auprès de l'ensemble des parties prenantes. Dans le cas contraire, les acteurs pourraient proposer des améliorations au protocole d'entretien, y compris en abandonnant des variables peu pertinentes ou en rajoutant d'autres. La diffusion des résultats se fera tout d'abord par la production de publications techniques, puis pour un public plus large, ainsi que par l'organisation de plusieurs séminaires publics de présentation des résultats ainsi que reportages radio et vidéo.

➤ **Coûts de chaque action (intégrant co-financements des partenaires)**

• Concertations initiales (sites, protocoles, accord cadre) :	20 000 €
• Mise en œuvre des 4 pilotes pour 3 ans :	528 000 € (dont 422 000 € apportés par les structures) ³⁶
• Suivi scientifique – cf. recherche (§ précédent) :	-
• Analyse des résultats et réunions annuelles :	30 000 €
• Publications et diffusion :	20 000 €

Total : 598 000 € dont 422 000 € cofinancés par les partenaires

➤ **Partenaires pour chaque action**

Cette initiative sera coordonnée par la plateforme de contrôle du typha proposée plus bas (cf. partie 11). Toutefois, sur le plan opérationnel, elle se concrétisera par la mise en place d'un accord-cadre entre les principales organisations susceptibles de mettre en œuvre la méthode combinée sur ces sites pilotes pendant 3 ans minimum, sur la base de leurs financements propres (SAED, SONADER/SNAAT, SOGED, PND), et avec l'équipe de recherche suivi (ISRA, ISET). Les AdU et Comités d'Usagers seront associés au choix des sites et au suivi.

³⁶ Par pilote de 5 km : 40 000 €/an (interventions mécaniques) + suivi (1 technicien dédié : 4 000 €/an) = 44 000 €/an soit pour 3 ans, 132 000 €/pilote - Cofinancé à 80 % par les structures concernées. Il faut noter que les coûts d'entretien doivent de toute façon être assurés, il ne s'agit donc pas d'un coût additionnel à ajouter par rapport au scénario de base.

➤ **Chronogramme**

Action à réaliser à moyen terme (3 à 5 ans).

7.4 Généralisation de la coupe sous l'eau et de méthodes combinées

Une fois terminée la période de tests et d'expérimentation, on passera dans la troisième phase du plan d'action (long terme – 6 à 10 ans) à la diffusion et à la généralisation de ces méthodes dans l'ensemble du delta. Ces actions seront principalement autofinancées par les organisations concernées, mais un appui de l'OMVS restera nécessaire pour, d'une part assurer la formations/renforcement de capacités des opérateurs intéressés, en particulier au niveau des communautés et AdU, d'autre part pour assurer la poursuite du fonctionnement des plateformes sur la lutte contre les végétaux aquatiques envahissants, et enfin pour subventionner l'achat de matériel (principalement barres de coupe mécanisée et barques) pour les AdU, groupements, GIE et coopératives de pêcheurs ayant démontré leurs capacités à gérer ces équipements.

➤ **Surfaces concernées**

L'objectif serait d'appliquer à la fin de la période **la méthode de coupe sous l'eau à 283 ha/an** au moins (cf. détails ci-dessous), et **la méthode combinée sur l'ensemble des grands axes hydrauliques non recalibrés soit 246 km d'adducteurs** (en année 10).

➤ **Actions proposées et coûts**

❖ **Formation et renforcement des capacités**

Ces actions de renforcement des capacités et diffusion porteront aussi bien sur la coupe sous l'eau que sur la méthode combinée, et viseront donc à la fois le public des organisations locales et petits opérateurs (GIE) que celui des responsables des organismes chargés de l'entretien, ainsi que le secteur privé.

Ces formations rentreront dans trois catégories :

- Formation des opérateurs et formation à la gestion des groupements et AdU : 150 000 €
- Formations techniques et visites d'échange pour les partenaires publics, ouvertes au secteur privé : 100 000 €
- Diffusion large des informations via la production de manuels et guides, ainsi que des produits multimédia et émissions radio /TV : 50 000 €

Coût estimé : 300 000 €, répartis entre court terme (60 000 €), moyen terme (120 000 €) et long terme (120 000 €)

❖ **Récupération des parcs naturels**

Il s'agit de dégager 700 ha prioritaires au sein des parcs naturels, avant de mettre en œuvre un programme d'entretien régulier.

Le **coût initial d'investissement pour le dégagement** des parcs naturels (500 ha pour le PND et 200 ha pour le PNOD) est estimé à **1 995 000 €**. Cette somme pourrait couvrir soit les travaux proprement dits, confiés à des entreprises, soit l'achat d'équipements lourds de faucardage pour les parcs qui mèneraient ensuite les opérations avec leur propre personnel³⁷. Ceci prendrait place entre la 3^{ème} et 5^{ème} année. Les coûts d'entretien ultérieurs sont déjà intégrés dans le programme de contrôle du plan d'action.

❖ *Développement de la coupe sous l'eau (moyen terme et long terme)*

Après les premiers tests à échelle réduite, les méthodes de coupe sous l'eau (combinées ou non avec d'autres méthodes de lutte mécanique) seraient encouragées dans deux types de zones (chenaux d'accès au fleuve, lacs dans les zones protégées, autres lacs et rivières), et en direction de quatre acteurs principaux : les AdU, coopératives agricoles et coopératives de pêcheurs, les parcs naturels, la SOGED et l'OLAC.

Les organisations locales et les parcs naturels recevraient un appui technique et financier pour s'équiper en matériel léger et un cofinancement pour les trois premières coupes. Ils devraient ensuite trouver les sources de financement propres pour poursuivre les opérations. Dans le cas des organisations locales ce financement pourrait provenir, outre des cotisations des membres, de contrats passés avec les organismes gestionnaires des grands axes pour couper le typha sous l'eau sur certaines distances, dans le cadre du développement de la méthode combinée de contrôle. La valorisation du typha coupé pourrait également fournir un complément de revenus. Pour les parcs naturels, le coût des opérations devrait être intégré à leur budget de fonctionnement. Ils pourraient passer des contrats de coupe avec des GIE, situés en périphérie des parcs, qui seraient équipés en matériel léger de coupe, ou bien s'équiper directement en matériel plus lourd de type Conver. Ce matériel lourd serait consacré à élargir la zone libérée de typha, alors que les GIE assureraient l'entretien annuel régulier.

En ce qui concerne la SOGED et l'OLAC, ils pourront intégrer la technique de coupe sous l'eau dans leur cahier des charges de l'entretien des lacs et réserves d'eau (en particulier Bango) et passer des contrats avec des entreprises de travaux ou avec les organisations précitées pour contrôler le typha dans les zones profondes de ces lacs et réserves.

Les surfaces concernées par acteurs seraient :

- Pour les organisations locales (41 considérées) en charge chacune d'un chenal de 1,2 ha : **49,2 ha**
- PND/PNOD : 500 et 200 ha respectivement : 700 ha à dégager, avec des surfaces à entretenir de **175 ha/an** (en partenariat avec 6 GIE)³⁸

³⁷ On estime que la moitié environ de ces surfaces pourraient être dégagées avec des pelles long bras en saison sèche (dans les zones les plus hautes) et l'autre moitié avec des équipements de coupe sous l'eau, avec des coûts respectifs de 2 700 €/ha et 3 000 €/ha. Le coût estimé est donc : $350 \times 2\,700 + 350 \times 3\,000 = 1\,995\,000$ €. Cette somme pourrait soit correspondre à une subvention destinée à faire intervenir des opérateurs privés, soit couvrir, si cela permet de réduire le coût, l'achat de matériel et d'intrants par les parcs qui pourraient ainsi mobiliser leurs propres équipes (conducteurs d'engin, mécaniciens, ingénieurs) pour mener les travaux.

³⁸ Si on considère qu'une barque motorisée avec barre de coupe peut traiter 0,5 ha par jour, et que la période où la coupe sous l'eau est optimale représente 2 mois, on arrive à une surface entretenue de 30 ha/barque équipée. D'où le besoin de 6 GIE pour couvrir les 175 ha.

- SOGED : 24 chenaux représentant **28,8 ha**
- OLAC : Bango, site de Keur Momar Sarr, autres AEP : **30 ha** à dégager chaque année

En tout ce seraient donc 283 ha environ qui seraient traités annuellement par coupe sous l'eau

Les couts estimés de cette activité seraient :

- Achat de petits équipements (41 ensembles de coupe sous l'eau) : 410 000³⁹ €
- Achat de 2 barques faucardeuses de type Conver (pour PND, PNOD) : 150 000⁴⁰€
- Frais d'opération pour 3 ans sur 225ha (pour AdU, PN⁴¹) : 878 000 € (donc auto financement 540 000€ par les parcs nationaux, les AdU,)

Soit au total : 1 438 000 €, dont 540 000 € de cofinancement.

Cette activité démarrerait en année 4 et se poursuivrait jusqu'en année 8. Le budget est réparti entre le MT et LT, avec 575 000 € 40 % en années 4 et 5 ; et 863 000 € (60 %) pour les 3 ans suivants

❖ *Poursuite des échanges au sein de la plateforme de coordination*

Il est important que tous les acteurs concernés par le contrôle du typha puissent échanger régulièrement sur leurs expériences respectives, comparer les acquis et résultats des uns et des autres, et s'entraider sur le plan technique et scientifique. Nous proposons que cela s'intègre dans le fonctionnement de la plateforme de coordination et d'échange, décrite plus bas dans le chapitre 11.

➤ **Partenaires pour l'action 7-4**

AdU, coopératives agricoles et coopératives de pêcheurs, les parcs naturels (PND, PNOD), la SOGED et l'OLAC, SAED, SONADER SNAAT et le Secteur Privé.

³⁹ Sur la base de 2 000 € par barre de coupe, 8 000 € pour une barque à fond plat + moteur. Les pirogues locales sont moins coûteuses, mais pour le ramassage la barque à fond plat sera nécessaire.

La moitié des associations seraient équipées à MT, l'autre moitié à LT

⁴⁰ 75 000 € par bateau faucardeur, coût estimé par CSS

⁴¹ Sur la base de 1 300 €/ha/an : le coût de la main d'œuvre (co-financement des parcs et AdU) est estimé à 800 €/ha, les frais de carburant et d'entretien à 500 €/an. La différence avec le coût moyen de 3 000 €/ha provient du fait qu'il n'y a pas d'amortissement de l'équipement, qu'on utilise surtout des barres de coupe légères et que le suivi des opérations et le management est fait par les responsables des parcs.

7.5 Synthèse de l'action « développement de coupe sous l'eau et méthodes combinées »

➤ Coût d'ensemble et chronogramme

Tableau 6. Récapitulatif des coûts de l'action "coupe sous l'eau et méthodes combinées" par période

Rubriques	Coût estimé (€)		
	Court terme (1-2 ans)	Moyen terme (3-5 ans)	Long terme (6-10 ans)
Coût de l'équipe technique	130 000	250 000	
Essais coupe sous l'eau et phénologie	90 000	21 000	
Suivi des sites pilotes		54 000	
Test des méthodes de coupe sous l'eau	280 000 ⁴² (60 000 cofi)		
Expérimentation de matériels importés de coupe plus importants (incluant l'EIES)		485 000 (300 000 cofi)	
Concertation pour choix des sites pilotes	(inclus dans chapitre 11)		
Mise en œuvre des pilotes (méthodes combinées)		598 000	
Formation, capacitation, diffusion des résultats	60 000	120 000	120 000
Récupération des parcs naturels		1 995 000	
Développement de la coupe sous l'eau		575 000	863 000
Plateforme de concertation sur le contrôle de la VAE	(inclus dans chapitre 11)		
Total des coûts	560 000	4 098 000	983 000

Total général : 5 641 000 €

⁴² Inclus 40 000 € de formation des opérateurs, qui pourraient être agrégés dans la ligne formation plus bas. Cette ligne atteindrait alors 100 000 € à CT

➤ Partenaires

Tableau 7. Partenaires de l'action "coupe sous l'eau et méthodes combinées"

Activités	Partenaires
Recherche finalisée	ISRA, ISET, CNRADA, UGB, UCAD, Université de Nouakchott
Test et amélioration coupe sous l'eau	ISET, CSS, SNAAT, AdU, OP, PND, PNOD, SOGED, OLAC, Watershap Rivierenland, SAED, SONADER, Secteur Privé
Test méthodes combinées	SAED, SONADER/SNAAT, SOGED, PND, OLAC, ISRA, ISET, CU et AdU
Généralisation nouvelles méthodes	AdU, OP, PND, PNOD, SAED, SONADER, SNAAT, OLAC ; Secteur Privé
Coordination et échanges	Plateformes régionales et internationale (tous les acteurs). Accord de partenariat entre recherche et opérateurs.

➤ Zone d'application

L'objectif visé est d'appliquer en année 10 la méthode combinée à l'ensemble des grands axes hydrauliques qui seront restés non recalibrés soit 246 km d'adducteurs, et d'utiliser la coupe sous l'eau pour le contrôle du typha sur 700 ha de parcs naturels, naturels (175 ha faucardés par an), ainsi que sur les zones de captage d'eau potable (30 ha) ainsi que sur tous les chenaux d'accès aux villages et de prises sur le fleuve, représentant 44,4 km de linéaire (dont 8 recalibrés).

➤ Bénéfices attendus à long terme

Du point de vue coûts/bénéfices, on peut attendre des résultats très positifs pour l'entretien des grands axes (adducteurs principalement) et des lacs et rivières (chenaux d'accès) dès lors que le typha pousse à plus de 10 m de la berge. Ceci permettrait, comme nous l'avons vu plus haut, de réduire le coût d'entretien de 17 000 €/ha ou plus (avec pelle flottante) à 3 000 €, donc une économie de 14 000 €/ha sur les lacs et rivières et sur les chenaux non recalibrés hors berge. Sur les chenaux recalibrés, on peut estimer que la fréquence de coupe sous l'eau nécessaire serait réduite de moitié au moins, avec un coût estimé à 1 500 €/ km (économie de 2750 €/ km). En ce qui concerne les grands axes hydrauliques (adducteurs) non recalibrés, le coût d'entretien avec la méthode combinée est estimé à 5 700 €/km au lieu de 11 200 €/km avec les méthodes actuelles, soit une économie de 5 500 €/km.

Au total, les économies réalisées en année 10 représenteraient donc :

Sur adducteurs non recalibrés : 246 km x 5 500 €/ an =	1 353 000 €/an
Sur les chenaux non recalibrés : 36,4 km x 14 000 €/ an =	509 600 €/an
Sur les chenaux recalibrés : 8 km x 2 750 € =	22 000 €/ an
Sur les plans d'eau (PND et OLAC) : 205 ha x 14 000 €/an=	2 870 000 €/an
Soit un total d'environ 4 754 600 €/an.	

Cette économie très importante montre bien l'importance de l'investissement dans la coupe sous l'eau afin de limiter les coûts d'entretien des zones prioritaires.

Sur le plan environnemental, l'utilisation de la coupe sous l'eau dans les parcs naturels permettra de contrôler l'expansion du typha dans certains bassins à coût modéré, permettant ainsi de sauvegarder la biodiversité et les populations d'oiseaux migrateurs.

Sur le plan social, l'adoption de la mécanisation de la coupe sous l'eau par les AdU et autres organisations locales concernées (coopératives de pêcheurs en particulier) devrait leur permettre d'arriver à entretenir leurs chenaux permettant de désenclaver les villages et communautés concernées. Ils pourraient également louer leurs services aux sociétés d'aménagement, ce qui leur permettrait d'autofinancer leurs propres activités.

➤ **Risques**

❖ ***Risques environnementaux***

Les méthodes utilisées sont probablement moins polluantes et consommatrices d'énergie que l'arrachage. Par contre, il faudra surveiller les risques d'eutrophisation résultant de la pourriture des tiges et rhizomes en profondeur. Une EIES des méthodes de coupe sous l'eau sera commissionnée à cet effet.

❖ ***Risques opérationnels***

Cet axe dépend de la bonne coopération entre les principales organisations qui seront impliquées dans la mise en place des pilotes. Ceci peut entraîner des coûts de transaction importants. Un accord précisant les engagements et droits des diverses parties devra être élaboré. Le suivi écologique et technique des divers pilotes devra être rigoureux pour que l'analyse des résultats puisse être faite et que les techniques soient optimisées.

8 Lutte biologique par carpes chinoises

➤ **Rappel/ justification**

Cet axe du plan d'action est motivé par des résultats d'expériences conduites à la CSS dans les années 2000 et d'autres rapportés dans la littérature, tous jugés très encourageants quant à l'utilisation de la carpe herbivore contre les plantes aquatiques envahissantes⁴³. Nous pensons que ce poisson qui s'attaque aux jeunes pousses de typha permettrait de retarder (à défaut de prévenir) la ré-infestation après les interventions mécaniques et donc de réduire significativement la fréquence et les coûts des opérations de contrôle. Elle contribuerait en outre à maîtriser d'autres plantes aquatiques telle que *Ceratophyllum demersum*, plante envahissante qui est devenue très préoccupante notamment dans les axes hydrauliques des systèmes irrigués.

➤ **Actions proposées**

Le volet recherche proposé sur la lutte biologique avec la carpe herbivore comporte sept activités dont les quatre premières constituent la phase de préparation/faisabilité, les deux suivantes formant la phase d'expérimentation et la dernière action, la phase de développement.

❖ ***a1 - Révision bibliographique sur les usages de la carpe chinoise pour le contrôle de la végétation aquatique***

Cette action a pour but d'approfondir les connaissances du typha et son utilisation comme moyen de lutte biologique contre les plantes aquatiques envahissantes. Il s'agira de collecter autant d'informations que possible sur la biologie de la carpe, sur les expériences de son utilisation contre les plantes aquatiques et sur les risques d'impacts négatifs sur les écosystèmes. Ces informations sont nécessaires pour mieux évaluer les chances de succès de l'expérience ainsi que les risques encourus pour l'environnement. L'approfondissement de la revue bibliographique mettra particulièrement l'accent sur l'évaluation des risques liés à l'introduction de cette espèce de poisson et devra, pour les autres aspects, capitaliser sur les expériences qui avaient été réalisées à la CSS.

❖ ***a2 - Conduite d'une étude d'impact environnemental et social***

La conduite d'une étude d'impact environnemental et social (EIES) a été jugée nécessaire lors des ateliers de concertation sur le projet de plan d'action. Cette EIES permettra d'évaluer de façon précise les impacts potentiels qui pourraient être induits par l'introduction de la carpe herbivore et son utilisation à grande échelle. Les risques pour la biodiversité, en particulier devront être précisés. L'étude pourra également mettre en balance les avantages en terme de contribution au contrôle du typha et donc de préservation de la biodiversité ainsi qu'en termes de bénéfice pour les populations grâce à un accroissement des activités de pêche. Il sera nécessaire de bien identifier les autres structures à impliquer dans le pilotage de cette étude, en plus des ministères de l'environnement. Enfin, il faudra assurer un bon suivi des recommandations de l'EIES. L'EIES sera répétée, à l'issue de la phase expérimentale, avant le démarrage de la phase de développement.

⁴³ Dans le cas des essais de la CSS, l'abandon des essais était dû en partie au fait que les pêcheurs locaux ont décimé les carpes introduites.

❖ **a3 - Mise en place d'un cadre de concertation pour la gestion des populations de carpes**

L'utilisation de la carpe comme moyen de contrôle à plus ou moins grande échelle posera inévitablement la question de la gestion des populations de poissons qui seront soumises à une forte pression des activités de pêche. Un cadre de concertation institutionnelle et socio-organisationnelle entre les différents partenaires concernés devrait pouvoir définir un système de gestion et de régulation de la pêche afin de protéger les carpes dans les zones concernées.

Les partenaires devant faire partie de ce cadre de concertation sont : en premier lieu les représentants des populations locales comprenant différentes catégories d'usagers dont principalement les pêcheurs ; ensuite, les gestionnaires ou organismes responsables de l'entretien des axes ainsi que les services de contrôle des pêches ; les autorités locales (communes) et territoriales (préfectures) pour assurer le caractère légal du cadre de concertation.

Toutefois, il faut souligner que les pêcheurs de la zone continentale du delta sont insuffisamment organisés actuellement. Sur la rive gauche, la Fédération Départementale ne compte qu'un seul GIE, celui de Mbane ; il existe un seul Conseil de la Pêche (CP), celui de la zone de la Taouey mais qui est peu actif. En perspective, il est prévu de créer deux autres organisations de pêcheurs dans le département de Dagana pour le fleuve et le lac ainsi que d'harmoniser les statuts avec ceux des organisations existantes en zone maritime : organisations locales des pêcheurs, tout cela avec l'appui de l'OMVS dans le cadre de PGIRE 3. Sur la rive droite, le secteur est mieux structuré, avec une vingtaine de coopératives de pêcheurs soutenues par le centre des pêches continentale et d'aquaculture de Tekane.

Une action d'information et de sensibilisation devra être menée à l'endroit de tous les intervenants. Par ailleurs, des dispositions devront être prises pour assurer les moyens de fonctionnement du cadre de concertation.

❖ **a4- Infrastructures et équipements pour la production de carpes juvéniles et renforcement de capacités**

Cette action concerne la prise en charge de la production contrôlée de carpes juvéniles diploïdes pour les besoins des différentes étapes, de l'expérimentation à l'application à grande échelle. La production de juvéniles diploïdes en quantité suffisante et de bonne qualité implique que des infrastructures et équipements adéquats soient disponibles et que le personnel appelé à le réaliser soit qualifié.

Les installations et équipements existants au niveau de la région ont été identifiés et il s'agit : du centre de pisciculture de l'ANA à Richard-Toll ; de la station de pisciculture de la CSS également à Richard-Toll ; de la ferme de l'Agence Nationale d'Initiation au Développement Agricole (ANIDA) de Maraye, près de Diama ; de l'ISET (Institut Supérieur d'Enseignement Technologique) de Rosso, Mauritanie qui possède également des installations de pisciculture. Les possibilités constatées sont présentées ci-dessous.

◦ **Centre de pisciculture de l'ANA à Richard-Toll (Sénégal) :**

Une éclosérie (celle qui a été transférée du centre de la CSS) d'une capacité de 150 000 à 200 000 larves par unité d'opération, des étangs de différentes dimensions. Cependant, il a été signalé que la demande en alevins est très forte et peut dépasser parfois la capacité du centre. Cela implique que l'utilisation des installations de ce centre nécessiterait des investissements additionnels pour augmenter la capacité.

- **La station de pisciculture de la CSS (Sénégal)** comprend :
 - 8 bassins d'alevinage en bétons de 10 m²
 - 6 étangs de 3 ares et 2 étangs de 5 ares

L'écloserie qui y était initialement installée a été transférée et réinstallée au centre de pisciculture de l'ANA à Richard-Toll. La CSS est d'accord pour mettre à disposition son centre pour la production éventuelle de juvéniles de la carpe chinoise.

Les conditions climatiques de Richard-Toll permettent d'obtenir des larves au moins durant 4 mois (période de reproduction : juin à octobre).

- **La ferme de l'ANIDA à Maraye (Sénégal)** dispose des installations et équipements suivants :
 - Une écloserie avec 12 bassins en bétons de 12 m³ et 6 bassins en bétons de 30 m³
 - 12 étangs de 0,25 ha et 5 étangs de 1 ha
 - Une chambre froide

Ce centre dont les capacités sont importantes est toutefois confronté à quelques problèmes : l'alimentation en électricité est précaire car assurée par un groupe électrogène qui est souvent en panne ; le chauffage est nécessaire pour l'écloserie. ⁴⁴

- **l'ISET (Institut Supérieur d'Enseignement Technologique) de Rosso (Mauritanie) :**

Les installations de pisciculture à l'ISET comprennent principalement :

- Dix bassins au sol qui sont délaissés depuis quelque temps chacun de dimension 10 m x 10 m (100 m²) ;
- Quatre bassins en ciment chacun dimension 10 m x 4 m (40m²) qui fonctionnent correctement et dans lesquels il y a des élevages actuellement.

La possibilité de faire appel aux opérateurs privés disposant des moyens de production des carpes pourra être également examinée.

❖ **a5- Expérimentations en milieu contrôlé**

Cette expérimentation relance la recherche qui avait été initiée à la CSS dans les années 2000 et dont les résultats s'étaient montrés très encourageants. La recherche n'a pas été poursuivie en raison, semble-t-il, de manque de financement après la fin de projet et aussi de la disparition précoce des carpes du fait d'une pêche clandestine.

L'objectif est de confirmer ces résultats et d'apporter plus de précisions sur l'intérêt de l'utilisation de la carpe chinoise pour le contrôle du typha et les autres plantes aquatiques envahissantes. Les principaux paramètres à suivre sont : l'effet des carpes sur les repousses de typha, le taux de croissance et l'impact sur les espèces locales. L'étude permettra aussi de déterminer les conditions optimales de l'utilisation de la méthode : dimension moyenne ou âge des poissons à introduire ; taux

⁴⁴ Les besoins pour un bon fonctionnement sont les suivants :

- un transformateur pour connecter le centre au réseau électrique
- un groupe électrogène de secours
- une table d'incubation a solution et l'achat d'un transformateur à fin de connecter le centre au réseau électrique.
- un oxymètre multi-usage (température, pH, CE, O₂).
- des jarres d'éclosion

d'ensemencement optimum en termes de nombre de carpes par unité de surface ; comportement de l'espèce dans le milieu, son niveau d'adaptation et taux de mortalité ; fréquence de renouvellement.

Afin d'assurer la fiabilité des résultats, l'expérimentation sera conduite dans **quatre sites différents** soit deux sites sur chacun des rives du fleuve. Elle devrait s'étaler sur une **durée de 3 ans**.

❖ **a6-Mise en place d'essais de confirmation en milieu réel**

Les essais de confirmation ont pour objectif de tester, en conditions aussi proches de la réalité que possible, les résultats obtenus à l'issue des expérimentations en milieu contrôlé, à condition toutefois que ceux-ci soient concluants. Ces essais devront permettre de disposer de données concrètes sur la capacité de la carpe à prévenir ou à retarder les repousses de typha après les opérations de coupe ou d'arrachage. Il sera particulièrement important de savoir sur quelle durée le typha peut être contrôlé par les carpes avant qu'une nouvelle intervention mécanique ne soit nécessaire. Ces essais pourraient **être conduits dans une partie des sites pilotes** retenus pour l'expérimentation de la méthode de coupe sous l'eau et **durer environ 2 ans**.

Les besoins seront composés essentiellement de quantités nécessaires de carpes juvéniles à produire et de filets pour isoler les parcelles. Les organismes gestionnaires des pilotes devront assurer la surveillance et le contrôle de la pêche dans ces zones, soit eux-mêmes, soit par l'intermédiaire d'accords avec des organisations de pêcheurs et collectivités locales.

❖ **a7- Introduction à grande échelle (année 6 à 10)**

C'est la dernière étape qui correspond à la phase application de ce volet lutte biologique. L'introduction de la carpe herbivore à grande échelle dépendra des résultats qui seront obtenus des deux étapes précédentes d'expérimentation en milieu contrôlé et de confirmation en milieu réel. L'objectif, à ce niveau, est d'améliorer le contrôle du typha préalablement traité par les méthodes mécaniques, notamment en réduisant (sinon en supprimant) le nombre d'interventions nécessaires et en allant vers une prise en charge croissante des coûts par les organisations locales intéressées. La mise en œuvre de cette phase devrait se dérouler de façon progressive tout en continuant à contrôler les populations de carpes introduites dans les axes concernés.

Durant cette période, l'innovation serait transférée aux organisations (AdU, unions hydrauliques, coopératives, GIE et privés) qui en manifesteront l'intérêt. Il faudra au démarrage préciser dans le cadre de concertation quels sont les accords à passer entre les organismes gestionnaires des canaux, les services des pêches, les groupements d'usagers, et les unités de production d'alevins. L'objectif sera de développer l'activité carpes chinoises de manière socialement et économiquement durable, en visant la prise en charge progressive des coûts de production par les usagers, et d'assurer le contrôle des pêches et des populations de carpe.

La surveillance de la pêche et le contrôle des populations de carpes devra être largement assuré par les groupements et communautés elles-mêmes, avec l'appui des services des pêches. Il faudra prévoir des moyens pour renforcer les capacités d'intervention de ces services.

❖ **Equipe technique**

- 1 chercheur, responsable technique, coordonnateur
- 2 assistants dont 1 pour la rive droite et 1 pour la rive gauche
- 3 techniciens pour la production des juvéniles et l'expérimentation
- 4 ouvriers de mise en œuvre /production et expérimentation

➤ Coûts de chaque action

❖ *a1 - Révision bibliographique*

La revue bibliographique sera réalisée par l'équipe de recherche et ne devrait pas engendrer de dépenses spécifiques.

Elle serait conduite en année 1

❖ *a2 - Conduite d'études d'impact environnemental et social*

Un cabinet spécialisé dans les études d'impacts environnementaux et sociaux sera recruté pour réaliser l'étude. Cela pourrait revenir à environ à 24 000 €, auxquels il faut ajouter le coût de quatre réunions du comité de pilotage, évalué à 4000 € par réunion, soit 16 000 € pour les quatre réunions. Cela ferait un coût total de 40 000 € par étude ; les deux études prévues coûteront donc **80 000 €**.

La première étude aurait lieu en année 2, et la seconde en année 7.

❖ *a3 - Mise en place d'un cadre de concertation pour la gestion des populations de carpes*

La conduite de cette action, de la première à la dernière année du plan d'action, nécessitera surtout des frais de réunion : 2 réunions par an de chaque côté du fleuve à 3 000 € par réunion. Cela reviendrait à : 3 000 € x 8 = 24 000 €/an au démarrage (an 1 et 2) ; puis 1 réunion par an sur le reste de la période (années 3 à 10), soit 6 000 x 8 = 48 000 €. Au total le coût du cadre de concertation sera : de **96 000 €**.

❖ *a4- Infrastructures et équipements pour la production de carpes juvéniles et Renforcement des capacités*

Pour la production de carpes, l'option qui pourrait être retenue est l'utilisation combinée des installations de la ferme de Maraye, celles du centre de la CSS de Richard-Toll et celles de l'ISET de Rosso.

La réfection des bassins en terre de l'ISET devrait coûter environ 10 000 €. Pour les bassins en béton de l'ISET, il faut aussi prévoir 5 000 € pour leur réfection. La ferme de Maraye nécessiterait un investissement additionnel de 24 000 €.

Pour le renforcement des capacités, une formation pratique sous forme de stage pourrait concerner trois ou quatre techniciens ayant déjà des bases en aquaculture. Le renforcement des capacités devra se concentrer alors sur les techniques de reproduction contrôlée et sur l'élevage des juvéniles. Le coût de cette formation dont la durée serait de 2-3 mois, ne devrait pas être très élevé : 2 500 € personne x 4 personnes = 10 000 €.

Le coût pour les équipements et le renforcement des capacités du personnel reviendrait à :

15 000+ 24 000 + 10 000 = **49 000 €**

Cette activité est prévue pour l'année 3.

❖ *a5- Expérimentations en milieu contrôlé*

On estime qu'il faudra utiliser 24 bassins de 200 m² pour chaque site, soit 0,5 ha et pour 4 sites 2ha⁴⁵.

⁴⁵ La dimension des parcelles pour l'essai en milieu contrôlé devrait être de l'ordre de 200 m² et un essai avec 4 traitements et 3 répétitions, sur un site, occupera 2 400 m². Si on considère que deux types

Les coûts estimés sont les suivants :

- Frais d'aménagement (filets) : 23 000 €
- Frais de production de juvéniles : 1 000 €
- Frais de fonctionnement, main d'œuvre d'appui : 32 000 €

Soit au total 56 000 €

Cette activité est prévue pour les années 4 et 5.

❖ **a6- Essais de confirmation en milieu réel**

Cette action comporte le même genre de dépenses que l'expérimentation en milieu contrôlé, la différence étant essentiellement au niveau de la dimension des parcelles. Dans ce cas-ci, les parcelles traitées pourraient être de l'ordre de 1 ha, répétées 6 fois (3 fois sur chaque rive).

- Frais d'aménagement (filets) : 15 000 €
- Frais de production de juvéniles : 3 000 €
- Frais de fonctionnement, main d'œuvre d'appui : 16 000 €

Soit au total 34 000 €

Cette activité est prévue de l'année 6 à 8.

❖ **a7 Diffusion des résultats et renforcement des capacités**

- A l'issue des essais en milieu contrôlé, puis réel, les résultats seront publiés puis diffusés, dans un format technique en premier lieu, puis sous forme de manuels destinés aux praticiens dans un second temps. 15 000 €
- Des formations avec visites d'échange seront organisées d'une part à destination des communautés souhaitant s'impliquer dans l'activité de gestion des carpes chinoises, d'autre part à destination des entrepreneurs du secteur privé souhaitant maîtriser la production de juvéniles (4 formations à 10 000 € chacune) 40 000 €
- Enfin, une campagne de sensibilisation pour le grand public expliquant la lutte biologique et l'importance du contrôle des populations et de la régulation des pêches sera organisée, en utilisant les radios rurales, la télévision et les media sociaux. 15 000 €

Soit au total 70 000 €

Cette activité est prévue de l'année 8 à 10.

❖ **a8- Introduction à grande échelle**

Le coût récurrent de l'introduction des carpes à grande échelle serait principalement constitué du coût de production ou d'achat de juvéniles et du coût des filets pour éviter qu'ils ne s'échappent vers d'autres zones. Les besoins en juvéniles sont d'environ 100 kg/ha, soit 300 kg/km de grand axe

d'essai (densité d'empeusement, fréquence de renouvellement) seront conduits cela fera, pour chaque site, 4 800 m² et pour les 4 sites : 2 400 m² x 2 x 4 = 19 200 m² (arrondi à 2 ha).

hydraulique de 30 m de largeur moyenne. Le coût de production (coût des aliments⁴⁶, et autres charges de fonctionnement) des carpes juvéniles n'est pas connu de façon précise mais on peut considérer qu'il ne devrait pas dépasser 3 €/kg si on se base sur les prix pratiqués dans certains pays (Chine, Hongrie). Cela coûterait donc 900 €/km sur les grands axes hydrauliques. Ainsi un axe entretenu sur 10 km nécessiterait 3 000 kg de carpes juvéniles pour une valeur de 9 000 €.

Pour les besoins en filets, on peut considérer des intervalles d'installation de 500 m ; sur une longueur de 10 km d'un axe hydraulique de 30 m de large, la quantité de filets nécessaire serait alors de 30 m x 21 = 630 m ; à 4 000 CFA/m, cela reviendrait à 2 520 000 CFA ou 3 850 € pour 10 km. Il serait probablement nécessaire de renouveler ces filets tous les 2-3 ans. **L'introduction des carpes sur une longueur de 10 km d'axe hydraulique coûterait donc, tous les 5 ans : 9 000 + (2 x 3 850) = 16 700 €** (soit environ 560 €/ha).

En plus des dépenses pour les carpes et les filets, s'ajoute le coût du suivi des opérations d'introduction et d'appui aux communautés locales pour la surveillance et le contrôle des populations de carpes. Ceci pourrait être largement assuré par les groupements et communautés elles-mêmes, avec l'appui des services des pêches. Il faut prévoir des moyens pour renforcer les capacités d'intervention de ces services (qui pour le moment ne dispose que de deux agents sur l'ensemble du delta côté sénégalais et la situation devrait être analogue du côté mauritanien).

Dans cette phase, on peut tabler sur : 10 AdU avec 1 ha chacune ; 10 coopératives/unions hydrauliques avec 5 ha chacune ; 10 privés avec également 5 ha chacun (la CSS à elle seule pourrait développer la pisciculture dans au moins 50 ha de canaux, les 9 autres totalisant 45 ha). Cela ferait au total 155 ha. Le coût du premier investissement d'environ 560 €/ha représenterait donc environ 87 000 €.

Il faut rajouter le coût de l'appui à la surveillance, estimé à : 5 x 14 000 €/an (auxiliaires du département des pêches) + 20 000 € d'équipement = 90 000 €.

Coût total de l'activité : 177 000 €

Cette activité est prévue de l'année 8 à 10.

❖ *Coût de l'équipe technique :*

Pour la phase expérimentale, on aura besoin de :

- 1 chercheur responsable technique sur 5 ans à 1 400 €/mois, soit 16 800 €/an ;
- 2 assistants, sur 3 ans (années 3 à 5) à chacun 1 000 €/mois, soit 24 000 €/an ;
- 3 techniciens, sur 3 ans (années 3 à 5) à chacun 700 €/mois, soit 25 200 €/an ;
- 4 ouvriers, sur 3 ans (années 3 à 5) à 200 €/mois, soit 9 600 €/an ;

Il faut rajouter à cela des coûts de fonctionnement (bureau, déplacements) de l'ordre de 10 000 € an en années 3 à 5, 5 000 €/an les autres années (équipe réduite).

Ainsi la phase court terme coûterait environ 44 000 € et la phase moyen terme 257 000 €.

⁴⁶ Le coût des aliments non importés pour la production de 1000 carpes juvéniles de 250g, en incluant l'alimentation des géniteurs (10) et celle du stade larvaire aux juvéniles de 10g est évalué à environ 300 000 CFA ou 489 € (≈ 500 €), soit 2 €/kg (source : ANA /Richard-Toll).

Enfin pour la phase long terme, celle d'application à grande échelle, l'équipe technique serait réduite (1 chercheur + 2 techniciens) et coûterait environ 193 000 €.

Au total, le coût de prise en charge de l'équipe s'élèverait donc à environ **494 000 €**.

Récapitulation des coûts du volet lutte biologique par période

Tableau 8. Récapitulatif des coûts de l'action "lutte biologique"

Rubriques	Coût estimé (€)		
	Court terme (1-2 ans)	Moyen terme (3-5 ans)	Long terme (6-10 ans)
Coût de l'équipe technique	44 000	257 000	193 000
EIES	40 000		40 000
Cadre de concertation	48 000	18 000	30 000
Infrastructures et équipements pour la production de carpes juvéniles et renforcement de capacités		49 000	
Expérimentation en milieu contrôlé		56 000	
Essais de confirmation en milieu réel		34 000	
Renforcements de capacités et diffusion des résultats		30 000	40 000
Introduction à grande échelle			177 000
Total des coûts	132 000	444 000	480 000

➤ **Partenaires pour chaque action**

Tableau 9. Partenaires de l'action "lutte biologique"

Actions	Partenaires et rôles
Révision bibliographique (an 1)	ISET, ISRA/CRODT, ANA , UGB, CNRADA, Univ Nouakchott /ISET peuvent aider à orienter les recherches bibliographiques
Conduite d'une étude d'impact environnemental et social (EIES) (an 2)	Ministères Environnement (Mauritanie et Sénégal) doivent être impliqués dès le début pour que l'obtention des autorisations soit plus facile ; d'autres structures concernées par le sujet à identifier
Mise en place d'un cadre de concertation pour la gestion des populations de carpes (ans 1-10)	Organisations des pêcheurs, populations locales, services des Pêches (Mauritanie et Sénégal), sociétés ou organismes chargés de l'entretien : rôle essentiel de chacune de ces structures pour que le cadre de concertation puisse fonctionner et remplir sa mission.
Infrastructures et équipements pour la production de carpes juvéniles et Renforcement des capacités (an 3)	ANA, ANIDA, CSS mettent à disposition des équipements et appuient leur remise à niveau ; appuient le renforcement des capacités et la production des carpes juvéniles
Expérimentations en milieu contrôlé (ans 4-5)	ISRA/CRODT, ISET, Université de Nouakchott, UGB constituent l'équipe de recherche ; élaborent de manière la méthodologie ; partagent périodiquement les résultats avec les autres partenaires (sociétés ou organismes chargés de l'entretien) ; PNOD : mise à disposition de bassins pour expérimentation.
Essais de confirmation en milieu réel (ans 6-8)	ISRA/CRODT, ISET, Université de Nouakchott, UGB, sociétés ou organismes chargés de l'entretien ¹ , services des Pêches : appui pour la conduite des essais et partage des résultats avec les autres partenaires (usagers).
2 ^{ème} étude d'impact environnemental et social (an 7)	Ministères Environnement (Mauritanie et Sénégal) et autres structures concernées
Renforcement de capacités et diffusion des résultats (ans 8-10)	ANA, ANIDA, CSS, ISET , appui ISRA/CRODT, ISET, Université de Nouakchott, UGB
Introduction à grande échelle (ans 8-10)	Equipe de recherche, services chargés de l'entretien, services des pêches, organisations des pêcheurs, autorités locales, usagers : suivi pour une bonne gestion des poissons dans les zones à traiter à travers le cadre de concertation

➤ **Zone d'application potentielle à long terme**

Les zones infestées auxquelles on pourrait appliquer la méthode de lutte avec les carpes herbivores devraient remplir les critères suivants :

- ces zones font l'objet (ou sont susceptibles de le faire) d'opérations de lutte mécanique, avec coupe sous l'eau de préférence ;
- la submersion dans ces zones est durable ;
- elles présentent des possibilités d'installation de dispositif (filets) pour contenir les carpes et contrôler les aires d'occupation de ces poissons ;
- il a pu être créé, dans ces zones, un cadre ou un système de régulation de la pêche dans les axes concernés, avec prise en charge du contrôle par une organisation locale d'utilisateurs intégrant les pêcheurs.

L'application de la méthode sur certains grands adducteurs de la rive gauche poserait un problème car la réglementation de la pêche au Sénégal interdit le barrage d'un cours d'eau naturel sur toute sa largeur. Il faudra donc cibler plutôt des zones plus localisées sous contrôle privé ou coopératif/communautaire ainsi que des canaux d'irrigation gérés par une coopérative ou union hydraulique, voire par des entreprises privées. Les zones de bord de fleuve ou des lacs gérées et entretenues par des AdU ou coopératives de pêche pourront également faire l'objet d'application de la méthode.

Il est difficile d'évaluer les surfaces concernées à ce stade, puisqu'elles supposent des conditions non seulement techniques, mais également socio-organisationnelles. A long terme, si un modèle technique et organisationnel satisfaisant est trouvé, on peut penser qu'un quart des axes recalibrés, et la moitié des axes non recalibrés pourraient bénéficier de cette innovation, soit 82 km gérés par SAED/OLAC, 157 km gérés par SONADER/DAR/SNAAT, et la moitié également des axes villageois (15 km, représentant 30 ha). A cela s'ajouterait les canaux gérés directement par les coopératives et privés, qui représentent probablement un potentiel au moins équivalent.

➤ **Rappel des risques et bénéfices attendus à long terme**

❖ **Coûts/bénéfices à long terme**

Il faut distinguer le coût initial de l'investissement nécessaire du coût de fonctionnement sur le long terme en cas d'introduction à grande échelle. Nous analyserons ici le second, c'est à dire le rapport coûts/bénéfices à long terme en cas de succès du plan d'action.

Dans cette situation, le coût récurrent serait essentiellement constitué du coût de production ou d'achat de juvéniles pour ensemercer les zones à entretenir, du coût de mise en place de filets pour éviter qu'ils ne s'échappent vers d'autres zones, et du coût du suivi et de l'appui aux communautés de pêche en charge de la gestion des populations. Nous avons vu plus haut que le coût des investissements nécessaires était de l'ordre de 560 €/ha ou 1 680 €/km tous les 5 ans.

Côté bénéfice, on part de l'**hypothèse** (qui reste à vérifier) que cette population de carpes chinoises permettrait **de diminuer de moitié les** coûts d'entretien durant ces 5 ans.

On économiserait alors, dans les adducteurs non recalibrés, mais traités par combinaison de méthodes mécaniques, de l'ordre 2 850 €/km/an, soit 14 250 € sur 5 ans, donc une économie de 2 510 €/km/an.

De même, dans les adducteurs recalibrés et traités par combinaison de méthodes, la réduction des coûts serait de 900 €/km, ou 4 500 € pour 5 ans, avec une économie de 560 €/km/an.

Dans les chenaux villageois, la réduction de coûts serait de 1500 €/km/an (par rapport à la coupe sous l'eau), et l'économie nette de 1 270 €/ km/an⁴⁷.

Autrement dit, **les économies totales attendues, au bout des 10 ans, seraient d'environ 393 000 €/an.**

Tableau 10. Economies attendues de la lutte biologique

milieux	linéaire (km)	économie (€/km/an)	économie totale (€/an)
adducteurs non recalibrés	123	2 510	308 730
adducteurs recalibrés	116	560	64 960
Chenaux villageois	15	1 270	19 050
Total			392 740

On peut imaginer divers arrangements institutionnels : gestion directe des pêches par une coopérative d'irrigants, ou accord entre cette coopérative et une association de pêcheurs, ou entre AdU et pêcheurs.

Il faut rajouter à cela les bénéfices pour les pêcheurs, si on considère un taux de croissance faible de 500 g par an et par individu, cela représente 1 000 kg/km/an, soit 5 t en 5 ans de pêche possible par kilomètre d'axe hydraulique, avec une valeur de 2 000 à 2 500 €/an, soit 10 000 à 12 500 € tous les 5 ans (le prix du poisson actuellement dans le delta : entre 2 et 2,5 €/kg). Il faudra évidemment déduire de ce montant le coût de la surveillance et du contrôle de la pêche au niveau des communautés, qui ne devrait pas excéder 500 €/an ou 2 500 € pour les 5 ans, plus les coûts de la pêche proprement dite (également 500€/an). Le **revenu net des pêcheurs** devrait donc représenter de l'ordre de **1 500€/an/km** (ou 300 €/ha/an).

Ces premiers calculs (qui sont des ordres de grandeur) montrent donc que l'élevage de carpes chinoises sur des canaux/adducteurs importants peut être économiquement viable à la fois du point de vue des sociétés en charge de l'entretien (qui pourraient prendre en charge l'achat des juvéniles) et des communautés de pêcheurs (qui assureraient la surveillance des canaux empoisonnés).

Il faut cependant nuancer ce constat optimiste en prenant en considération le manque d'expérience de la gestion de ces carpes sur la longue durée, dans les conditions du fleuve. Elles pourraient selon l'état de la végétation, manquer de nourriture à certaines périodes ou ne pas arriver à la contrôler à d'autres. Elles peuvent également faire l'objet de prédation par d'autres espèces carnivores. Une gestion fine des prélèvements serait certainement à mettre au point.

⁴⁷ Les axes font en moyenne 20 m de large, représentant donc 2 ha au km, le coût d'investissement est donc de 2x 560 € : 1 120 €/km. Economie nette sur 5 ans : 5 x 1 500 – 1 120 = 6 380 €/km, soit 1276 €/an/km (arrondi à 1270 €).

❖ *Risques*

Du point de vue des risques, on peut distinguer deux types de risques :

- Des risques écologiques et environnementaux : l'introduction d'une espèce nouvelle présente toujours des risques de modification des écosystèmes et communautés surtout si elle arrive à se reproduire dans le milieu. S'agissant d'une espèce herbivore, son impact sera plus grand sur les communautés végétales que sur les autres poissons et crustacés, même si elle peut avoir un impact par compétition. C'est pourquoi la réalisation d'une EIES approfondie s'impose avant toute décision d'introduction de la carpe à grande échelle.
- Un risque opérationnel : il n'est pas possible de garantir le succès des recherches et expérimentations avant de les lancer. De plus, les conditions de réussite à long terme dépendent de nombreux facteurs, et notamment de l'organisation des pêcheurs et de leur coopération avec le département des pêches d'une part et les sociétés d'aménagement d'autre part.

9 Valorisation (couplée au contrôle)

➤ **Rappel/ justification**

Le plan d'action pour le contrôle de l'invasion du typha dans les zones inondées (lacs, bassins, canaux, etc.) propose de développer la coupe sous l'eau afin de réduire les coûts d'entretien en particulier dans les zones les plus profondes. Ceci continuera néanmoins à représenter un coût significatif pour les gestionnaires des sites concernés. La mise en place de filières durables et professionnalisées de valorisation des tiges de typha permettrait de réduire significativement ces coûts du contrôle du typha, de créer une dynamique économique (et donc des emplois verts) et de réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) par exemple par l'utilisation d'un biocombustible à base de typha ou la construction de bâtiments bio-sourcés. La réalisation d'un zonage tel que proposé dans le chapitre 4, la clarification des droits d'usage et fonciers ainsi que la professionnalisation des activités garantiront aux entrepreneurs transformateurs une sécurité d'approvisionnement, une qualité des matières premières et une meilleure rentabilité.

Diverses initiatives sont en cours et de nouvelles se développent actuellement, particulièrement dans les secteurs de l'énergie (production de biocombustible), de la construction (toit de chaume ou contreplaqué) ou de l'artisanat (nattes, papyrus, etc.). Ces initiatives et les futures à venir auront besoin d'un appui, notamment sur les enjeux suivants (décrits dans le rapport €3, partie 7.2) :

- Sécurisation de l'accès à la ressource (réglementation et droit d'exploitation)
- Amélioration de la productivité, en particulier de la productivité de la coupe / collecte du typha
- Développement des marchés
- Efficience et viabilité économique des filières

Le programme TYCCAO qui doit démarrer prochainement, et dont l'OMVS est partie prenante, prévoit d'appuyer ces initiatives. Il faudra donc rechercher des synergies dans la mise en œuvre des activités proposées ici⁴⁸.

➤ **Actions proposées**

Actions à court terme (CT)

Les ateliers de concertation organisés ont permis d'identifier des gestionnaires de sites envahis par le typha, intéressés pour participer à la phase pilote de mise en œuvre de filières de valorisation du typha

⁴⁸ Le projet Typha Combustible Construction Afrique de l'Ouest (TyCCAO) a pour objectif de contribuer à la transition énergétique et la lutte contre le changement climatique, en développant l'utilisation de combustibles d'origine renouvelable (biocharbon) et l'efficacité énergétique dans le bâtiment grâce à la massification et la dissémination de produits élaborés à base de typha.

Ce projet est porté par un consortium ADEME – DEEC Sénégal- OMVS- Gret /ISET – Biobuild.

Le projet a obtenu une subvention de 1,5 millions d'euros du FFEM et est en négociation avec le Fonds Vert pour un financement de 10 millions d'euros.

(SAED, SONADER, SOGED, CSS, OLAC notamment), permettant de réduire les coûts d'entretien et de créer des activités génératrices de revenus pour les populations locales. Certaines organisations transformatrices (petites échelles) existantes à proximité des zones prioritaires sélectionnées ont été identifiées.

A court terme, l'idée est de mettre en relation et de formaliser ces partenariats à petite échelle dans les zones prioritaires identifiées. Des collaborations doivent émerger afin de valoriser par les organisations transformatrices une partie du typha coupé par les gestionnaires. Cette première phase permettra d'évaluer la performance des filières locales mises en place ainsi que l'appétence du marché à petite échelle. Elle permettra également d'envisager la mise à l'échelle.

Zones prioritaires identifiées et partenaires

Le tableau ci-dessous présente les grandes lignes des partenaires/gestionnaires de sites identifiés ainsi que les surfaces de coupe envisagées dans le plan d'action

Tableau 11. Zones et partenaires pour la valorisation

Court terme (Année)						
Pays	Région	Lieu	Gestionnaire	Type de typhaie	Surface de typha disponible annuellement (ha)	Estimation typha en t/an disponible
Sénégal		PNOD	PNOD	Bassins	50	2500
Sénégal			CSS	Canaux	10	500
Sénégal		Lac de Guiers	OLAC	Berges	200	10000
Mauritanie		PND	PND	Bassins	125	6250
Frontière		Dama	SOGED	Bassins (barrage)	5	250

NB : L'OLAC compte développer l'exploitation du typha par des unités industrielles dans le cadre du projet PROVET, en cours de démarrage.

Les surfaces mentionnées sont les surfaces totales disponibles. Les petites entreprises de transformation établies n'absorberont qu'une partie du typha coupé. Il y a peu de risques que l'approvisionnement en tiges de typha soit insuffisant pour les entreprises concernées, dans la mesure où l'entretien doit être régulier. Même si les rendements en typha venaient à baisser (ce qui serait en soit une bonne chose car un signe du succès du contrôle), il ne manque pas de surfaces à exploiter, y compris dans les zones de contrôle prioritaire.

❖ Clarification du cadre légal pour l'accès et l'exploitation du typha

Description

Afin de clarifier le cadre légal pour l'accès et l'exploitation du typha, notamment au niveau du bassin du fleuve Sénégal, des concertations⁴⁹ devront être organisées après une revue des textes réglementaires existants sur le foncier et la gestion des ressources naturelles. Elles devront être :

- Nationales et rassembler les directions des gestionnaires de sites envahis par le typha, les autorités nationales concernées (Ministères Environnement, Eau et forêt, OLAC etc.). Ces dernières permettront d'établir un cadre légal global (réglementation d'accès et d'autorisation d'exploitation) et de définir les responsabilités de chaque acteur impliqué (gestionnaire de

⁴⁹ Ces activités de concertation sont prévues dans le projet TyCCAO. Elles devront mener à la réalisation d'un rapport régional (au niveau du bassin du fleuve Sénégal) de gestion de la ressource qui intégrera les points évoqués ici. L'OMVS sera partie prenante clé des ateliers nationaux.

site, organisation de coupe, AdU, entreprises valorisatrices, etc.) ainsi que des modalités générales possibles de collaboration (procédures standard de sécurisation d'accès au typha).

- Locales (niveau communal) et regrouper les autorités locales compétentes et les acteurs locaux ainsi que les administrations déconcentrées dans un cadre de concertation pour développer les collaborations et les réguler dans le contexte local (contractualisation et sécurisation de l'approvisionnement) ;

Coût des activités

- 4 ateliers de concertation nationaux : 40 000 €
- 5 ateliers de concertation locaux : 15 000 €
- Coordination, appui technique : 95 000 €

Total : 150 000 € (Co financement TyCCAO)

Partenaires

Partenaires Tyccao (ISET, Gret, DREC), Ministères concernés, OLAC, Collectivités locales, tous les acteurs de la filière concernés

Chronogramme

Il s'agit d'une activité prioritaire à démarrer à court terme – 1^{ère} année

- ❖ **Appui aux gestionnaires des sites pour l'identification des organisations de coupe et de transformation (biocombustible, construction ou artisanat) et établissement de la collaboration à petite échelle**

Description

Dans chacune des zones prioritaires identifiées, il s'agira d'accompagner les gestionnaires pour :

- Identifier les unités artisanales existantes à proximité qui seront en charge de la valorisation du typha et qui sont en capacité, sans nouveaux investissements conséquents, de continuer ou de relancer leur activité de transformation et d'acheter ou récupérer une partie du typha coupée. Leur capacité de production et quantité de typha valorisable devront être évaluées afin d'établir leur besoin en typha et donc les quantités à livrer à partir des parcelles du gestionnaire ;
- Etablir la relation de collaboration (négociation, contractualisation, mise en œuvre initiale) entre ces différentes structures afin d'assurer la pérennité des activités (sécurisation de l'approvisionnement notamment). Il s'agira entre autre d'établir un cahier des charges techniques, les modalités de paiement, les droits et devoirs de chaque partie, etc. et de les rassembler dans un contrat. Les parties devront alors signer pour officialiser leur engagement.

Certaines structures de coupe ou de valorisation ont déjà été identifiées. Certaines ne sont plus en activités et souhaitent relancer leur entreprise. Un médiateur externe viendra confirmer les intérêts mutuels de collaboration ainsi que les besoins et exigences de chacun dans l'optique d'accompagner la contractualisation. Le temps de concertation et de contractualisation pourra varier d'un site à l'autre (les contextes étant relativement différents).

Coût des activités (pour 5 zones et 5 unités artisanales)

- Identification des organisations de valorisation et estimation de leur besoin : 15 000 €
- Rédaction, négociation et signature des contrats cadres entre partenaires (gestionnaire, structure de coupe et de valorisation) et initialisation de la collaboration : 20 000 €

Soit un total de 35 000 €.

Partenaires

- Gestionnaires de sites : PND, PNOD, CSS, SOGED, SONADER
- Organisations de coupe et/ou de transformation à proximité des sites de coupe : GIE de transformation en biocombustible (comme celles de Ronkh, Pomo, Rosso) ou d'autres identifiées (GIE Ndiaye & frère dans le PNOD ou GIE du Gambar dans le PND)

Chronogramme

Il s'agit d'une activité prioritaire à démarrer à court terme – 2 ans : 2019-2020.

❖ Appui aux organisations identifiées de coupe et de valorisation du typha dans l'optique de relancer/renforcer leur activité et pour renforcer le marché local pour la viabiliser

Description

Les organisations de valorisation identifiées auront besoin d'appui pour pérenniser leur activité. Elles devront être en capacité de :

- absorber, stocker et/ou transformer une quantité additionnelle de typha - une partie seulement du typha coupé sur les sites sélectionnés compte tenu des surfaces de coupe prévues relativement importantes et des échelles de valorisation existantes. L'appui fourni pourra consister en :
 - des investissements légers en cas de dysfonctionnement d'installation existante (pièces de rechanges, réparations simples, etc.) ;
 - Des investissements légers pour améliorer la productivité de la coupe/collecte du typha (en lien avec l'action « amélioration des méthodes de coupe mécaniques » voir la partie 7.2)
 - des formations de renforcement de capacités techniques : optimisation de la production, entretien et maintenance de base, processus qualité, etc.
- écouler les produits obtenus sur un marché local. L'appui fourni pourra consister en :
 - la conception d'outils marketing, mise à disposition et formation à la bonne utilisation ;
 - l'organisation de séances de sensibilisation, animation de démonstration, prospection au sein de groupements paysans ou de petits et moyens productifs locaux, etc. ;
 - des rencontres institutionnelles pour recevoir l'appui des pouvoirs publics/services concernés.

- gérer l'entreprise pour assurer sa rentabilité et pérennisation sur le long terme. L'appui fourni pourra consister en :
 - Une formation initiale et mise à disposition d'outils de gestion de base ;
 - Selon les besoins, d'un accompagnement régulier - suivi mensuel sur 1 an (appui aussi bien sur les aspects techniques que de gestion ou marketing pour la pérennisation de la structure).

Ces premières expériences permettront de mieux cerner les enjeux du secteur et de proposer des solutions à mettre en œuvre pour un développement à plus large échelle sur le moyen et long termes (3 ans et plus).

Coût des activités

Ces appuis nécessiteront la conception (ou adaptation si déjà existants) de modules de formations et d'outils standard notamment pour la production, le marketing et la gestion de leur activité. Il faudra également prévoir des déplacements réguliers de techniciens spécialisés selon la transformation choisie par les unités artisanales pilotes. L'estimation ci-dessous prend comme hypothèse l'appui de 5 unités.

• Petits investissements, pièces de rechange et réparations :	30 000 €
• Formation technique :	25 000 €
• Appui au développement de marché local :	40 000 €
• Formation à la gestion	15 000 €
• Appui/suivi continu (2 an, 2 jours par mois par unité) :	35 000 €

Soit un total de 145 000 €.

Partenaires

ISET, Gret, DREC, ARD, Organisations de coupe et/ou de transformation

Chronogramme

Il s'agit d'une activité prioritaire à démarrer à court terme – 2 ans : 2019-2020.

➤ Actions à moyen terme

Les gestionnaires de sites identifiés disposent de surfaces envahies par le typha et donc d'un potentiel de tiges de typha très important. Pour réduire plus significativement les coûts de la coupe par la valorisation, il sera nécessaire de tester une mise à l'échelle sur certaines zones prioritaires par une transformation semi-industrielle.

- ❖ **Identification des zones prioritaires, organisations de coupe à moyennes échelles et entreprises semi-industrielles de transformation du typha**

Description

A moyen terme, il faudra, en collaboration avec les organisations gestionnaires (SAED, OLAC, SONADER, SOGED et les parcs nationaux) identifier 4 à 6 sites exploitables (chenaux, axes principaux, canaux, etc.) d'une superficie moyenne de 10 ha à 60 ha⁵⁰ chacun (cibler au total environ 240 ha). Ces sites devront être choisis à partir de critères précis préétablis comme (i) facilité d'accès et de transport, (ii) à proximité d'un marché existant et accessible pour le produit transformé envisagé, (iii) une entreprise locale motivée pour investir dans la transformation du typha.

Les élus locaux (maires) et les associations d'usagers des zones concernées devront être associées au choix de ces zones.

L'accès à la ressource par les industriels pourrait être facilité par la mise à disposition à faible coût d'importants volumes de tiges récoltées, partiellement séchées, puis amenées dans des zones de stockage intermédiaire accessibles aux camions⁵¹.

Il faudra en parallèle identifier deux entreprises qui souhaitent mettre en place une unité semi-industrielle de transformation du typha à proximité de ces sites à entretenir. Selon les modalités (notamment financières : subventions, etc.) ces entreprises pourront être sélectionnées (par appel d'offres ou à candidature). Des réunions d'information et de concertation devront être organisées.

Coût des activités (pour 240 ha et 2 unités semi-industrielles)

Identification des zones prioritaires et partenaires : **30 000 €**

Partenaires

SAED, OLAC, SONADER, SOGED et les parcs nationaux, ISET, Gret, Directions Environnement, entreprises du secteur privé ; autorités locales ; AdU et OP concernées

Chronogramme

Cette activité sera à mener à moyen terme : 3^{ème} année.

- ❖ **Etudes préalables : étude de faisabilité technique et économique, étude de marché pour validation des orientations stratégiques**

Description

Pour mettre en place la collaboration, en parallèle de l'identification des sites et entreprises de transformation, il faudra réaliser des études préalables afin d'évaluer la pertinence des choix techniques et économiques réalisés en fonction du contexte du pays. Ces études se découperont notamment en :

- Une étude de faisabilité technique : méthodes de coupe et approvisionnement, machines de transformation (importation, production locale), disponibilité de sites de production et autres matières premières potentielles, disponibilité des ressources humaines compétentes, etc.

⁵⁰Dans le cas de la filière combustible, une unité de transformation de typha (mélangé à de la balle de riz) en biocombustible (1 000 tonnes par an) peut absorber l'équivalent de 60 ha de typha par an. Si la coupe est faite sous l'eau, cette récolte n'interviendrait que tous les deux ans en moyenne

⁵¹ C'est le projet soutenu par le Maire de Ronkh, qui mériterait d'être appuyé, par exemple en partenariat avec la CSS.

- Une étude de marché permettra d'établir (selon le choix du produit) les besoins et zones prioritaires pour sa diffusion, le prix de vente acceptable, le public cible, etc.
- Une étude de faisabilité économique permettra d'établir le modèle économique au travers des coûts d'investissement, d'approvisionnement, de production, de commercialisation et donc le prix de vente pour assurer la pérennisation de la filière mise en place (pour le gestionnaire, l'entreprise de coupe et le transformateur).
- Une étude d'impact environnemental et social sera par ailleurs commanditée, pour estimer les impacts potentiels des nouvelles unités et proposer les mesures pour les limiter.

Ces études permettront d'établir les orientations stratégiques et les besoins d'appui des filières (investissements, renforcement de capacités, création de marché, etc.) pour une initialisation réussie.

Coût de l'activité

• Etude de faisabilité technique :	20 000 €
• Etude de marché :	30 000 €
• Etude de faisabilité économique :	20 000 €
• EIES :	30 000 €

Soit un coût total de 100 000 €

Partenaires

ISSET, Gret, Partenaires TyCCAO, Directions Environnement, entreprises du secteur privé, gestionnaires de sites

Chronogramme

Cette activité sera à mener à moyen terme : 3^{ème} et 4^{ème} années

❖ Formalisation des collaborations et lancement et accompagnement de la filière

Pour initier la filière, il sera nécessaire de formaliser les relations entre les gestionnaires de sites envahis par le typha, les organisations de coupe et entreprises transformatrices par la signature de contrat cadre. Un médiateur pourra être désigné pour accompagner ces structures dans cette étape.

Un cadre de concertation regroupant, au niveau local, les autorités concernées (mairies, services publics décentralisés), les organisations de producteurs, leurs structures d'appui (SAED, SONADER, OLAC) en plus des gestionnaires de site et du secteur privé (entreprises artisanales et industrielles concernées) sera formé.

Selon les résultats obtenus lors de la phase d'étude préalable, il pourra être envisagé de :

- Investir dans les machines de coupe ou de transformation ;
- Appuyer la mise en place des unités de transformation semi-industrielle (formation de personnel, mise à disposition de terrain, fond d'amorçage, etc.) ;
- Appuyer à la communication, le marketing et la commercialisation par exemple par la réalisation d'animation de proximité, de sensibilisation de masse, de communication radio, etc. ;

- Communiquer auprès des institutions nationales et régionales pour assurer l'évolution de la réglementation en faveur des filières de valorisation du typha ;
- Accompagner l'évaluation et amélioration continue des processus de production, etc.

Outre ses activités concernant l'appui à la mise en place d'unités semi-industrielles, les unités artisanales mises en place lors de la phase court terme continueront d'être accompagnées à travers des formations et des échanges réguliers.

Coût des activités

Une **estimation globale** pour la mise en place et l'appui de 2 unités semi-industrielles est de **600 000 €**. On attend un cofinancement (de la part des industriels concernés) de l'ordre de 300 000 € en investissements.

La formation et les échanges réguliers des unités artisanales sont estimées à hauteur de **60 000 €**.

Partenaires

Entreprises du secteur privé, Partenaires TyCCAO, Directions Environnement, ARD, mairies, entreprises artisanales, organisations locales.

Chronogramme

Cette activité sera à mener à moyen terme : 4^{ème} année et 5^{ème} années.

❖ Evaluation des résultats et choix de mise à l'échelle

Description

Une évaluation finale des 2 unités semi-industrielles mises en place sur 2 filières différentes permettra de mettre en évidence les enjeux majeurs (points forts et points d'amélioration) afin de faire des choix d'orientation stratégique pour une autre mise à l'échelle. Cette évaluation portera aussi sur l'efficacité du contrôle du typha, les économies réalisées par les gestionnaires des axes hydrauliques, et les relations entreprises de transformation/gestionnaires. L'évaluation sera réalisée en externe mais les choix stratégiques pourront être réalisés en concertation des acteurs impliqués dans la mise en place de la filière (ateliers, entretiens individuels, etc.). L'évaluation sera co-pilotée par les autorités nationales (Ministères de l'environnement du commerce et de l'industrie, du développement rural notamment), et par les acteurs locaux concernés, afin d'impliquer les gouvernements dans la phase suivante.

Coût des activités

- | | |
|---|-----------|
| • Evaluation finale des activités et définition des orientations stratégiques : | 20 000 € |
| • Publication et diffusion des résultats : | 10 000 € |
| • Concertations pour définition de l'orientation stratégique de la phase suivante : | 30 000 € |
| • Coordination des activités et appui technique : | 120 000 € |

Soit un coût total estimé à 180 000 €.

Partenaires

Autorités nationales concernées (Ministères de l'environnement du commerce et de l'industrie, du développement rural notamment), avec l'ARD, les mairies et l'ensemble des acteurs concernés (organismes gestionnaires de site, secteur privé, AdU et organisations locales, secteur artisanal).

Chronogramme

Cette activité sera à mener à moyen terme : 5^{ème} année.

➤ Actions à long terme (6-10 ans)

Sur la base des résultats des expériences de couplage contrôle-valorisation du typha par des unités artisanales ou industrielles, les organismes gestionnaires des sites seront encouragés à intégrer dans leurs programmes et contrats d'entretien des clauses encourageant la valorisation du typha avec un partage des frais de coupe entre eux et les valorisateurs.

Parallèlement, l'exploitation/valorisation du typha dans d'autres zones dédiées à cette valorisation (selon le zonage réalisé précédemment – cf. chapitre 4 - sera encouragée afin de maximiser les bénéfices socio-économiques de cette activité pour les populations concernées, en partenariat avec le programme TyCCAO.

Dans cette phase, on considère que les entreprises industrielles devraient autofinancer leurs investissements. L'essentiel de l'appui sera sous forme de formation et d'échange d'expériences pour tous les acteurs des filières. Par contre, des appuis ciblés sur le développement de nouvelles unités artisanales seront maintenus car ces dernières offrent le meilleur potentiel pour créer emploi et revenus au niveau des communautés et populations locales concernées, au profit des femmes et des plus pauvres en particulier.

Les activités mises en œuvre seront :

- Formations et rencontres de l'ensemble des acteurs des filières (1 atelier/an dans chaque pays + 3 formations d'une semaine et visite d'unité de transformation) : 160 000 €
- Fonds d'appui aux investissements des unités artisanales (Cible : 20 nouvelles unités) : 120 000 €
- Etudes de faisabilité⁵² pour de nouvelles unités industrielles (cible : 10 unités) : 150 000 €
- Coordination et appui-conseil ciblé sur demande (30 interventions) : 150 000 €

Soit un total de **580 000 €**.

⁵² Ces études devraient être plus rapides et moins coûteuses que celles réalisées dans la phase précédente, car elles s'appuieront sur les informations et données déjà accumulées sur le marché, les matériels, les coûts...

➤ **Récapitulatif**

Tableau 12. Récapitulatif des coûts pour l'action "valorisation"

Rubriques	Coûts estimés (€)		
	Court terme (1-2 ans)	Moyen terme (3-5 ans)	Long terme (6-10 ans)
Identification organisations coupe et de transformation et contractualisation avec les gestionnaires de sites	35 000		
Appui au lancement des activités de 25 unités artisanales de valorisation du typha	145 000		120 000
Identification des partenaires pour la mise à l'échelle semi-industrielle		30 000	
Clarification du cadre légal pour l'accès et l'exploitation du typha	150 000		
Etudes préalables (EIES, faisabilité technique, économique et étude de marché) à la mise à l'échelle semi-industrielle		100 000	150 000
Appui au lancement des activités d'unités semi-industrielles ou industrielles de valorisation de typha		600 000	
Evaluation finale résultats unités artisanales et semi-industrielles et publication/ diffusion des résultats		30 000	
Concertation pour stratégie nationale		30 000	
Formations et échanges réguliers		60 000	160 000
Coordination et appui technique		120 000	150 000
TOTAL	330 000	970 000	580 000
Dont : cofi	150 000	300 000	

Tableau 13. Récapitulatif des partenaires par activité pour l'action "valorisation"

Activités	Partenaires principaux
Clarification du cadre légal pour l'accès et l'exploitation du typha	Tous les acteurs de la filière typha, Ministères concernés , OLAC
Identification organisations coupe et de transformation et contractualisation avec les gestionnaires de sites pour les 5 zones prioritaires	Gestionnaires de sites : PND, PNOD, CSS, SOGED Organisations de coupe et de transformation : GIE identifiés dans les zones concernées
Appui au lancement des activités de 25 unités artisanales de valorisation du typha	Partenaires Tyccao (ISET, Gret, DREC), ARD, Organisations de coupe / transformation concernées.
Identification des partenaires pour la mise à l'échelle semi-industrielle	SAED, OLAC, SONADER, SOGED et les parcs nationaux, ISET, Gret, Directions Environnement, entreprises du secteur privé, Mairies, AdU et OP
Etudes préalables (EIES, faisabilité technique, économique et étude de marché) à la mise à l'échelle semi-industrielle	ISET, Gret, partenaires Tyccao, Directions Environnement, entreprises du secteur privé; gestionnaires de site
Appui au lancement des activités d'unités semi-industrielles ou industrielles de valorisation de typha	- Gestionnaires de sites : PND, PNOD, CSS, SOGED, OLAC, SONADER, SAED - Organisations de coupe à échelle semi-industrielle à proximité des sites de coupe - Entreprises potentielles pour la transformation semi-industrielle
Evaluation finale résultats unités artisanales et semi-industrielles et publication/ diffusion des résultats	Autorités nationales concernées (Ministères de l'environnement du commerce et de l'industrie, du développement rural notamment), avec les mairies et l'ensemble des acteurs concernés (organismes gestionnaires de site, secteur privé, AdU et organisations locales, secteur artisanal
Concertation pour stratégie nationale	Tous les acteurs de la filière typha, Ministères concernés
Formations et échanges réguliers	Partenaires Tyccao, ARD, centres de formation locaux
Coordination et appui technique	Partenaires Tyccao, ARD

➤ Zone potentielle

Les 10 unités semi-industrielles appuyées pourraient valoriser le typha récolté sur 600 ha par an, et les 25 unités artisanales pourraient couvrir 50 ha. Sur ces 650 ha, on estime que 445 ha seraient situés sur des zones de contrôle du typha avec coupe sous l'eau :

- 60 ha sur des axes SAED ;
- 140 ha sur des axes SONADER ;
- Les 175 ha des parcs naturels ;
- Les 30 ha gérés par l'OLAC ;
- 10 ha des chenaux SOGED ;
- Et 30 ha des chenaux villageois.

➤ Risques et bénéfices attendus à long terme

En ce qui concerne le contrôle du typha proprement dit, l'achat des tiges (ou la participation gracieuse ou partiellement payante des entreprises à la coupe des typhas sous l'eau) pourrait représenter une économie de 1 000 €/ha (cf rapport #2), donc sur l'ensemble de la zone potentielle visée au terme des 10 ans, de l'ordre de 445 000 €/an.

Par ailleurs, cette activité générerait des revenus nouveaux importants. Pour la filière bio-combustible, il serait de l'ordre de 3,2 M€ (2 200 M CFA) pour 11 000 tonnes de bio combustible produits sur 650 ha ⁵³, dont 20 % en valeur ajoutée locale, contribuant aux revenus des populations locales. Les autres filières (pour la construction notamment) devraient apporter des revenus équivalents, voire supérieurs si on se réfère aux revenus actuels de la filière chaume. Ces revenus additionnels seront multipliés à terme par le développement d'unités de récolte et transformation dans les zones de valorisation (hors des zones de contrôle prioritaire), qui représentent des surfaces et un potentiel très important.

Elle contribuerait à limiter la déforestation et la désertification et à lutter contre le changement climatique, et substituant du bio combustible renouvelable à du charbon de bois produit de manière non durable et souvent non légal. L'utilisation de typha pour la construction permettrait également une réduction des consommations d'énergie grâce à une meilleure isolation et à la réduction de l'emploi de matériaux énergivores tels que le ciment.

Sur le plan environnemental, elle permettrait de réduire l'impact négatif de l'abandon des déchets de faucardage sur le bord des axes hydrauliques. Néanmoins, il conviendra de réduire les impacts négatifs possibles des fumées, en adoptant du matériel et des méthodes de carbonisation adaptées, après des études d'impact environnementales et sociales spécifiques.

Le risque opérationnel principal est de ne pas arriver à des résultats durables économiquement lors de la première phase du programme. Sur la base de l'évaluation de cette première phase, la deuxième phase pourra être reconsidérée. Le passage à l'échelle supposera des investissements plus importants, qui devront être largement co-financés par le secteur privé.

⁵³ Base du calcul : Rendement de 16 T de charbon produit pour 100 T de typha frais (en mélange avec balle de riz) ; Prix de vente 200 CFA/kg (le charbon de bois se vend à 300 CFA/kg au Sénégal, et 12-14 MRO/kg en Mauritanie) - Revenu brut/ha : 3,2 M CFA (4 900 €/ha) – Valeur ajoutée locale par ha : 980 €/ha - Source : ISET/Gret

10 Aménagement de Polders

➤ Rappel du conteste

Le projet de lutte contre l'envahissement des plantes aquatiques dans le delta du fleuve Sénégal ou « Projet Polders Sénégal », soutenu par la coopération néerlandaise auprès de l'OMVS, a commencé par l'établissement d'un plan directeur stratégique intégré qui a procédé à une évaluation technique et financière de plusieurs types de polders à aménager. Ont été considérés les trois secteurs de berges inondables du fleuve dans le delta entre les digues à l'amont du barrage de Diama, jusqu'à Rosso.

C'est la mise en œuvre de l'agriculture intensive à petite échelle dans le Haut-Delta qui a été priorisée et étudiée au stade de conception de projet

Ce secteur prioritaire du Haut-Delta endigué entre Kheune (Sénégal) et Rosso (Sénégal, Mauritanie) est concerné par 7 projets de polders, sur une superficie de 4 930 ha de plaines d'inondation dont actuellement 2 800 ha envahies par le typha et 810 ha en zone agricole. L'aménagement de ce secteur vise 3 040 ha supplémentaires pour la production agricole, essentiellement tournée vers la double riziculture combinée avec des cultures maraîchères.

D'après l'analyse financière du projet de polders effectué pour le fonds néerlandais ORIO en septembre 2013, le total des coûts d'investissement en euros, incluant les coûts indirects et les coûts imprévus, était évalué à près de 30 millions d'euros pour 3 040 ha. Le coût d'investissement de polders par ha de surfaces irriguées atteint donc 9 900 euros/ha soit 6,5 M F CFA/ha.

➤ Rappel des risques et bénéfices attendus à long terme

Sur la retenue de Diama, la poldérisation représente un contrôle effectif et une réduction de la superficie des typhaies avec un gain de surfaces cultivées appréciable. Cependant, ces surfaces ne sont pas majoritairement situées dans les zones de contrôle prioritaires d'après nos critères. Ces aménagements permettent néanmoins de dégager les accès au fleuve pour les communautés riveraines⁵⁴ et de leur redonner accès à des zones agricoles perdues du fait de l'envahissement du typha ainsi que de contribuer significativement à l'augmentation des surfaces agricoles et de la production (avec des revenus agricoles estimés entre 1 529 €/ha au Sénégal et 3 358 €/ha en Mauritanie). De plus, ils se situent dans des zones où il y a un manque de disponibilité foncière pour de nouveaux aménagements.

Comme toute activité nouvelle, la mise en place des polders demandera à résoudre un certain nombre de questions inédites. D'une part, les revendications éventuelles de certaines communautés devront être prises en compte, même si le statut juridique des terres est clarifié en principe par la décision

⁵⁴ En d'autres termes, l'aménagement d'un polder de 500 ha va résoudre le problème d'accès au fleuve pour 1 ou 2 villages, mais son coût est beaucoup plus élevé que celui de l'aménagement et l'entretien d'un ou deux chenaux villageois qui couvriraient 2 ou 3 ha... Par contre, il amène d'autres bénéfices appréciables aux villages concernés.

interministérielle attribuant à l'OMVS le contrôle sur toutes les terres situées à l'intérieur des digues⁵⁵. Dans la pratique, certaines zones ont déjà fait l'objet d'attribution par les administrations nationales et d'autres sont déjà cultivées, soit parce qu'elles se situent en dehors de la zone de crue et ne sont pas affectées par le typha, soit même parce que certains entrepreneurs ont fait leurs propres digues et aménagements (mini polder ?).

La sélection des bénéficiaires directs des parcelles de terre dans la zone des polders constitue donc un processus sensible qui nécessitera une planification minutieuse. Des groupes particulièrement vulnérables devraient avoir la possibilité de bénéficier des polders. Le processus d'attribution des parcelles aux communautés devra être mis en place de manière transparente et inclusive.

La gestion des aménagements sera déléguée à des institutions nationales (sans doute SAED et SONADER) et finalement, une organisation spécifique des usagers de polder devra être constituée pour assurer l'entretien des infrastructures et s'assurer qu'il n'y a pas de risques en cas de crue et/ou rupture des digues, ou du moins que ces risques sont maîtrisés. Pour ce type d'aménagement, la forme juridique de coopérative ou d'association n'est pas recommandée, car le fait d'avoir une parcelle dans le polder doit rendre obligatoire la participation aux frais d'entretien et le respect des règles de sécurité⁵⁶.

Pour ces différentes raisons, et au vu de l'important investissement envisagé, le consultant préconise que soit mis en place un polder pilote dans le cadre de ce plan d'action, afin de pouvoir en tirer tous les enseignements avant de poursuivre sur un programme d'investissement de plus grande ampleur.

➤ **Actions proposées**

❖ **Choix du polder pilote**

Ce choix devra se faire en concertation avec les autorités nationales concernées. Ci-dessous la présentation des polders proposés par l'Avant-Projet sommaire de janvier 2014 :

⁵⁵ Sur la base d'une résolution datant de 1992, les plaines d'inondation situées entre le lit principal du fleuve et la digue OMVS sont considérées comme étant sous mandat de l'OMVS. Lors des réunions de communautés, les participants ont souligné qu'ils acceptaient de ne pouvoir faire valoir aucun droit sur la terre dans les plaines d'inondation. Toutefois, lors de ces réunions, la question de l'indemnisation pour le déplacement des villages et la perte des terres après la construction des barrages a été soulevée à plusieurs reprises. La réalisation des polders peut être vue comme une mesure de compensation par la destruction des typhaies et la restitution des terres agricoles pour les communautés des villages déplacés vers le côté terre de la digue OMVS, ce qui supposerait de leur attribuer des droits d'usages à long terme.

⁵⁶ C'est pourquoi, en France par exemple, les aménagements de ce type sont gérés par des Associations Syndicales Autorisées (ASA), et que le prélèvement des redevances de gestion et d'entretien est fait directement par le trésor public au même titre que les autres impôts fonciers.

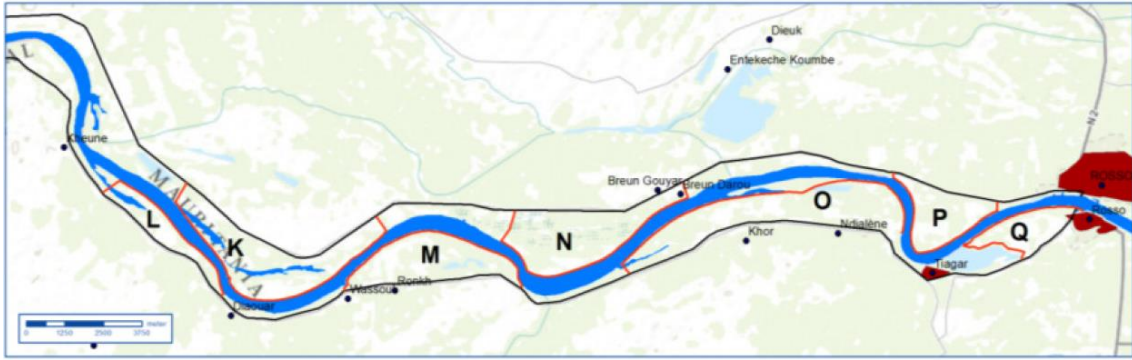


Figure 12. Emplacement des digues de polders (en rouge) et des digues latérales entre Kheune et Rosso (en noir) (source : Avant-projet sur les polders, OMVS, 2014)

Tableau 14. Villages concernés par chacun des 7 projets de polders (source : Avant-projet sur les polders, OMVS, 2014)

Polder K (partie B (nord) : 340/340 ha) (partie A (sud) : 620/720 ha)		Polder N (530/700 ha)		Polder P (230/350 ha)	
Keur Macène		Breun Gouyar, Breun Darou		PK10	
Attributions déjà effectuées avant la digue OMVS				Limité au nord par la digue non-OMVS de la plaine de Mpourié	
Polder L (230/240 ha)	Polder M (310/420 ha)	Polder O (550/830 ha)	Polder Q (230/350 ha)		
Kheune, Diaouar	Wassoul, Ronkh	Khor, Ndiadène	Tiagar		

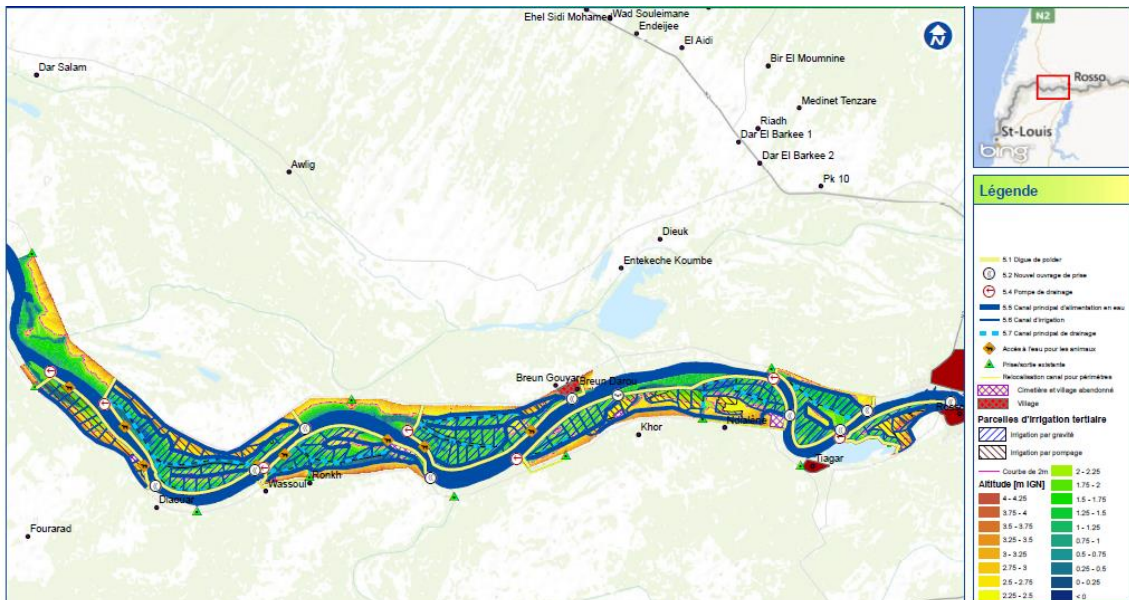


Figure 13. Vue d'ensemble des aménagements pour la petite irrigation intensive à l'ultérieur des polders K à Q (source : Avant-projet sur les polders, OMVS 2014)

A titre indicatif, nous proposons en pilote la réalisation du polder L au Sénégal respectivement à proximité et au droit des villages de Kheune et Diawar, sur 240 ha, et du polder K Nord, de 340 ha également au niveau de Keur Massene, en le destinant en priorité aux communautés déplacées lors de la construction de la digue OMVS. Le coût estimé de ces deux aménagements serait de 4,8 M €.

Les travaux s'étaleraient sur 3 ans. L'aménagement de la digue qui vient doubler celle de l'OMVS aurait une durée de vie de 50 ans et les équipements de pompes de 20 ans. L'accès du bétail au fleuve est aussi prévu pour les pêcheurs et la population des villages en général via les pistes sur la digue de polder.

❖ Préparation du projet (années 3 à 4)

Une assistance technique serait fournie en appui au Comité de Suivi des Projet Polder (composés de représentants du Ministère de l'agriculture, de la cellule de l'OMVS, de la SAED ou de la SONADER, des autorités locales - communes en particulier - et de toutes les communautés bénéficiaires) pour appuyer le processus concerté de sélection des bénéficiaires des parcelles ainsi que les conditions d'attribution des droits d'usages. Elle devrait également appuyer la création d'une structure de gestion du ou des polders avec un statut spécifique adapté, et préparer les futurs usagers à leurs responsabilités en aidant à préciser le partage des responsabilités entre OMVS/société d'aménagement/organisation des usagers en matière de gestion et d'entretien des infrastructures. Elle pourra également appuyer la préparation des marchés pour la phase suivante.

❖ Construction des infrastructures et organisation des usagers (années 5 à 7)

Durant cette période seront mises en place la construction des infrastructures proprement dites. La formation/appui à la structuration des usagers continuera durant cette période, afin d'aboutir à la création formelle de l'organisation des usagers avant le démarrage des opérations.

❖ Début d'opération et suivi –évaluation (années 8 -10)

Outre les formations prévues dans le projet actuel, un système de suivi-évaluation sera mis en place afin de tirer les enseignements de ces premiers aménagements et faire des recommandations pour la suite du processus.

➤ Coûts de chaque action

• Choix du polder pilote (année 1 et 2)	30 000 €
• Préparation du projet (années 3 à 4)	220 000 €
• Construction des infrastructures et organisation des usagers (années 5 à 7)	4 800 000 €
• Début d'opération et suivi-évaluation (années 8-10)	250 000 €

Cette activité représente un coût total de 5 300 000 €

NB : L'appui à la structuration et formation des usagers représenterait 1/3 du cout de la phase de préparation 70 000 €, plus la moitié de la phase d'accompagnement (125 000 €) soit en tout 195 000 € environ.

➤ **Partenaires**

OMVS (cellules nationales, unité de gestion du projet), Ministères de l'agriculture et environnement, Sociétés nationales (SAED, SONADER), autorités locales (communes), représentants des communautés, des polders

11 Coordination, échanges et renforcement des capacités

L'OMVS a commandité en parallèle de cette étude sur le contrôle du typha, une étude sur le « Renforcement institutionnel de l'OMVS et de ses partenaires dans la gestion du typha au niveau de la Vallée du Fleuve Sénégal » qui a débouché sur un plan d'action spécifique.

Ce plan d'action prévoit la mise en place d'un « axe de gestion sur la gestion des plantes aquatiques envahissantes institutionnalisé au sein de l'OMVS (..) sous tendu par des mécanismes de concertation et régulation aux échelles locales, nationales et régionales ». Dans ce cadre, il prévoit notamment de mettre en œuvre :

- a) Un plan d'action pour l'animation de dynamiques de concertation inter-acteurs sur le contrôle et la gestion du typha à l'échelle du bassin et aux échelles pertinentes (activité 3-1-5) ;
- b) L'institutionnalisation et la formalisation de collaborations entre acteurs engagés dans la lutte contre le typha (3-1-6) ;
- c) Un cadre institutionnel précisant les rôles et responsabilités des acteurs dans la gestion du typha (3-2) ;
- d) La redynamisation des Comités Locaux de Coordination intégrant la gestion du typha dans leurs compétences (3-4-1) ;
- e) Des actions de renforcement des capacités des organisations d'usagers de l'eau ;
- f) Un programme de renforcement des capacités des personnels des entités étatiques engagées dans le contrôle du typha ;
- g) Un mécanisme d'accompagnement du secteur privé industriel engagé dans la valorisation du typha.

Ce plan d'action est décliné sur 5 ans, avec un budget estimé de 2 206 000 €. Il fournit une base solide pour établir les mécanismes de coordination et d'échanges indispensables au succès du plan d'action ici présenté. Nous avons seulement rajouté des éléments complémentaires sur le long terme (6 à 10 ans) pour assurer la pérennité des actions proposées.

➤ **Nécessité de la coordination des acteurs**

Pour la mise en œuvre et le suivi de l'ensemble des activités proposées dans ce plan d'action, il est essentiel d'assurer une bonne coordination de toutes les parties prenantes concernées : des gestionnaires des cours d'eau et axes hydrauliques, des usagers et organisations locales, des collectivités locales, des services publics concernés (environnement, pêche et eau potable en particulier) et de la recherche. C'est aussi le lieu privilégié des échanges d'expérience et d'information, et d'évaluation et de validation des résultats du programme.

➤ Structuration de la coordination

Le plan d'action « renforcement institutionnel » prévoit une étude spécifique pour mettre en place ces structures de coordination. Nous suggérons qu'elle considère les options suivantes, résultant de la concertation menée dans le cadre de notre étude sur le contrôle du typha.

Pour des raisons de faisabilité institutionnelle et de praticité, il est suggéré d'appuyer deux plateformes nationales, une au niveau sénégalais et l'autre au niveau mauritanien, et d'organiser des rencontres périodiques de ces deux plateformes sous l'égide de la SOGED.⁵⁷

Au niveau sénégalais, on pourrait s'appuyer sur deux structures déjà existantes :

- L'Observatoire de la Végétation Aquatique Envahissante animée par la SAED, et qui regroupe au niveau de son comité scientifique et de suivi la plupart des parties prenantes identifiées au Sénégal ;
- La plateforme de concertation sur l'eau et l'assainissement animée par l'ARD au niveau de la région de Saint Louis (CCREA : Cadre de Concertation Régional sur l'Eau et l'Assainissement), également avec la plupart des acteurs concernés et en particulier les mairies, mais avec des objectifs plus amples puisqu'ils couvrent l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement, etc.

Au niveau mauritanien, il existe une coordination des activités liées à la gestion de l'irrigation et donc des axes hydrauliques au sein du comité de suivi des campagnes agricoles organisé sous l'autorité du Gouverneur du Trarza. Ce comité pourrait servir de noyau pour la constitution d'une plateforme spécialisée sur le suivi et contrôle de la végétation aquatique envahissante, qui regrouperait les institutions concernées (ISET, SNAAT, SONADER, administration, communautés, organisations d'irrigants etc.).

Ces plateformes pourraient se réunir annuellement sous forme plénière au niveau national, et se doter d'un comité de coordination plus restreint qui se réunirait au moins tous les 3 mois, avec un secrétariat dédié permanent (à mi-temps en années 1 et 2 puis à plein temps). Une autre réunion binationale pourrait être organisée par la SOGED également une fois par an.

Le plan d'action « renforcement institutionnel » prévoit un budget de 150 M CFA (228 000 €) pour la mise en place et le suivi de ces activités de coordination durant les 5 premières années. Nous proposons de prévoir une somme un peu inférieure (150 000 €) pour la poursuite des rencontres de coordination et d'échange au cours des 5 années suivantes.

⁵⁷ Une autre proposition, équivalente, mais partant plutôt du haut vers le bas, serait de mettre en place un observatoire régional des plantes aquatiques envahissantes (typha et autres), qui serait structuré comme suit :

- Une coordination régionale de sept membres désignés par l'OMVS dont un cadre de la SOGED, président et 3 cadres par rive (gauche et droite).
- Deux sections ; une sur la rive droite et une sur la rive gauche.

Chaque section serait composée des représentants des organisations impliquées dans la lutte contre les plantes aquatiques envahissantes au niveau national. Les débats lors de l'atelier de consultation n'ont pas permis de trancher entre ces deux approches.

➤ **Renforcement de capacités**

Le plan d'action « Renforcement institutionnel » prévoit d'investir 103 000 € (67,5 M CFA) pour le renforcement de capacité des organisations d'utilisateurs, et 632 000 € pour le renforcement de capacités des acteurs étatiques.

Ceci viendrait abonder les activités de formation, renforcement de capacités, et diffusion des résultats déjà prévus dans le plan d'action « Contrôle du Typha », au sein des différents volets thématiques :

Tableau 15. Récapitulatif des activités de renforcement de capacités et diffusion au sein du plan d'action (déjà intégrés dans les diverses thématiques)

Thématique	Activités	Budget
Recalibrage	Visites croisées, atelier régional de présentation des résultats	25 000 €
Coupe sous l'eau et méthodes combinées	Formation des opérateurs, formation à la gestion des groupements et AdU	190 000 €
	Formations techniques et visites d'échange pour partenaires publics/ secteur privé	100 000 €
Coupe sous l'eau et méthodes combinées	Diffusion des résultats/ Communication grand public	100 000 €
Lutte biologique	Formation des techniciens	6 000 €
	Formations communautés et secteur privé	40 000 €
Lutte biologique	Publication et diffusion des résultats, sensibilisation grand public	30 000 €
Valorisation	Formations technique et gestion des opérateurs, Visites d'échange pour l'ensemble des acteurs de la filière	200 000 €
Valorisation	Publication/ diffusion des résultats	10 000 €
Polder	Formations et appui structuration des futurs usagers des polder (gestion, O&M, institutionnel)	195 000 €
Total		896 000 €

Par ailleurs, nous proposons d'ajouter un budget de communication/information du grand public qui a été jugé très important pour le succès du programme par les participants de l'atelier de Saint Louis, avec un budget de 20 000 €/an (10 000 €/pays), soit 100 000 € pour 5 ans (an 6 à 10).

➤ **Activités, coûts et chronogramme**

- Réunions des plateformes : 3 par an (2 nationales + 1 régionale) pour 40 personnes (an 6 à 10) 100 000 €
- Réunions des comités de coordination nationaux (4 par an et par pays, an 6 à 10) 50 000 €
- Communication et information grand public (an 6 à 10) 100 000 €

Soit un total de 250 000 €, à mobiliser sur le long terme (6 à 10 ans).

Troisième partie : Synthèse du plan d'action

12 Synthèse : Plan d'action intégré

12.1 Synthèse du plan d'action : objectifs de réalisation et principaux partenaires

Tableau 16. Objectifs de réalisation et principaux partenaires

Activités	Objectifs à long terme	Principaux partenaires
Finalisation zonage	Servir de base à la gestion du typha et à la détermination des zones de contrôle prioritaires	OLAC, DRE , Collectivités locales, communautés et pêcheurs
Recalibrage	180 km adducteurs recalibrés 61 km collecteurs 8 km chenaux recalibrés	SONADER/DAR, SAED, OLAC SAED SOGED
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques	24 chenaux SOGED entretenu par coupe sous l'eau (14,4 km) Chenaux villageois entretenu par coupe sous l'eau (30 km) Zones de captage d'eau potable entretenues (30 ha/an) Parcs naturels entretenus par coupe sous l'eau (700 ha dégagés, 175 ha entretenus/an) 246 km adducteurs entretenus par méthode combinée	SOGED/ AdU AdU, Groupements, Coop OLAC/ GIE PN plus GIE/ communautés SAED, SONADER /AdU et CH, Entreprises
Pisciculture/ lutte biologique	239 km axes hydrauliques avec élevage de carpes chinoises 30 chenaux villageois avec pisciculture (sur 30 ha)	SAED/ SONADER/Union hydrauliques, Groupements pêcheurs, Services des pêches AdU, Groupements, Coop, service des pêches
Valorisation du typha (liée au contrôle/ coupe sous l'eau)	200 ha sur les grands axes hydrauliques (67 km) 175 ha sur les parcs naturels 30 ha de chenaux villageois + 10 ha Chenaux SOGED 30 ha de zones de captage	SAED/ SONADER/ Entreprises PN plus GIE + entreprises AdU/ GIE - SOGED OLAC/GIE

Aménagement de polders	580 ha aménagés des deux côtés du fleuve	OMVS : Cellules nationales, Ministères agriculture et environnement SAED, SONADER, Autorités locales (communes), Communautés
Coordination et renforcement de capacités	Assurer la diffusion des nouvelles méthodes, coordonner les actions et organiser les échanges d'expérience	OMVS/SOGED, Tous les acteurs dans les Plateformes nationales

12.2 Budget du plan d'action

Le budget est composé de deux parties : tout d'abord, les investissements proposés pour améliorer le contrôle du typha et réduire le coût de ce contrôle.

➤ Budget d'investissement

Ces investissements sont estimés à 41,2 M € sur 10 ans, dont 73 % (30,1 M€) vont à des investissements en infrastructures (recalibrage et polders), le reste (27 % soit 11,1 M€) allant sur des activités de développement de méthodes alternatives de contrôle, sur le renforcement de capacités et la coordination. Il convient de préciser que les coûts estimés ici sont indicatifs et devront être précisés au fur et à mesure de l'opérationnalisation du plan d'action.

Ce budget est présenté dans le tableau ci-dessous :

Activités	Coûts estimés en euros			
	CT (1-2 ans)	MT (3-5 ans)	LT (6-10 ans)	TOTAL
Finalisation zonage	100 000 €			100 000 €
Recalibrage	200 000 €	7 380 000 €	17 200 000 €	24 780 000 €
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques	560 000 €	4 098 000 €	983 000 €	5 641 000 €
Pisciculture/lutte biologique	132 000 €	444 000 €	480 000 €	1 056 000 €
Valorisation du typha	330 000 €	970 000 €	580 000 €	1 880 000 €
Polders	30 000 €	220 000 €	5 050 000 €	5 300 000 €
Coordination et renforcement des capacités (*)			250 000 €	250 000 €
TOTAL	1 352 000 €	13 112 000 €	24 543 000 €	39 007 000 €

* Note : durant les années 1 à 5, cette composante serait financée sur le budget du plan de « renforcement institutionnel », estimé à 2 206 000 €

➤ **Budget d'entretien des zones prioritaires**

La seconde partie du plan d'action est constituée par le coût de l'entretien des zones prioritaires. Ce coût, avec les méthodes existantes représenterait 98 M € sur les 10 ans (9,8 M €/an – cf. chapitre 5).

Nous allons présenter ci-dessous l'évolution de ce coût au cours du plan d'action, du fait de l'adoption des méthodes proposées.

Avec les baisses de coûts liées à l'adoption progressive des méthodes améliorées, on arrive à un coût d'entretien des zones prioritaires de 2,4 M€ en année 10.

Nous avons estimé ci-dessous les économies résultant de l'application du plan d'action sur l'entretien des zones prioritaires. Ces calculs sont basés sur les estimations de coûts et de bénéfices des diverses méthodes proposées présentées dans les chapitres précédents.

Tout d'abord, nous allons évaluer l'économie réalisée du fait de la mise en œuvre des investissements en recalibrage

❖ ***Economie réalisée du fait de la mise en œuvre des investissements en recalibrage***

Tableau 17. Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage

Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage

milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		Coût unitaire entretien (€/km ou €/ha)	Coût total par an (€)
Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation					
Chenaux non recalibrés	SOGED	6,4	km	17 000	108 800
Chenaux recalibrés	SOGED	8	km	4 250	34 000
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/OLAC	253	km	1 800	455 400
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	38	km	11 200	425 600
Collecteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	78	km	2 000	156 000
Collecteurs recalibrés (RG)	SAED	61	km	500	30 500
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	213	km	1 800	383 400
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	208	km	11 200	2 329 600
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines					
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	17 000	510 000
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha	17 000	510 000
Pour le maintien de la biodiversité					
Parcs naturels	PND, PNOD	175	ha	17 000	2 975 000
TOTAL GENERAL					7 918 300

On estime donc l'économie annuelle d'entretien par rapport au scénario de base à **1 885 500 €/an** (9 803 800 – 7 918 300 €).

L'étape suivante consiste à estimer les économies liées à l'utilisation de méthodes de contrôle mécaniques améliorées (coupe sous l'eau et combinaison coupe – arrachage).

- ❖ **Economie sur l'entretien grâce aux méthodes améliorées de contrôle mécanique (coupe sous l'eau)**

Tableau 18. Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage et méthodes améliorées de contrôle mécanique

Coût de l'entretien des zones prioritaires après recalibrage et méthodes améliorées de contrôle mécanique

milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		Coût unitaire entretien (€/km ou €/ha)	Coût total par an (€)
Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation					
Chenaux non recalibrés	SOGED	6,4	km	3 000	19 200
Chenaux recalibrés	SOGED	8	km	1 500	12 000
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/OLAC	253	km	1 800	455 400
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	38	km	5 700	216 600
Collecteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	78	km	2 000	156 000
Collecteurs recalibrés (RG)	SAED	61	km	500	30 500
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	213	km	1 800	383 400
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	208	km	5 700	1 185 600
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines					
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	3 000	90 000
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha	3 000	90 000
Pour le maintien de la biodiversité					
Parcs naturels	PND, PNOD	175	ha	3 000	525 000
TOTAL GENERAL					3 163 700

On observe donc une économie supplémentaire de **4 754 000 euros** par an (7 918 300 - 3 163 700), tout à fait substantielle, dans l'hypothèse où les méthodes améliorées se sont généralisées dans les zones prioritaires.

Evidemment, si le taux d'adoption est plus faible au terme des 10 ans, les économies seront réduites d'autant, mais on peut penser que ces méthodes seraient de toute façon généralisées dans les années suivantes, compte tenu des économies importantes qu'elles génèrent pour les gestionnaires.

D'un autre côté, dans l'hypothèse où il n'y aurait pas de recalibrage, ou des investissements en recalibrage inférieurs à ce qui est proposé, les bénéfices de la mise en place des méthodes améliorées seraient supérieurs, puisque l'économie est maximale sur les axes non recalibrés.

Rappelons maintenant les économies réalisées à partir de la lutte biologique.

❖ *Economies sur l'entretien grâce à la lutte biologique*

Tableau 19. Economies sur l'entretien grâce à la lutte biologique

Economies sur l'entretien, réalisées grâce à la lutte biologique (carpes chinoises)

milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		dont longueur en lutte biologique	Economies (€/km)	Economies totales par an (€)
Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation						
Chenaux non recalibrés	SOGED	6,4	km			
Chenaux recalibrés	SOGED	8	km			
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/OLAC	253	km	63	560	35 280
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	38	km	19	2 510	47 690
Collecteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	78	km			
Collecteurs recalibrés (RG)	SAED	61	km			
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	213	km	53	560	29 680
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	208	km	104	2 510	261 040
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines						
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	15	1 270	19 050
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha			
Pour le maintien de la biodiversité						
Parcs naturels	PND, PNOD	175	ha			
TOTAL GENERAL						392 740

On voit que cette économie est de l'ordre de **393 000 €**, relativement réduite, d'autant que dans les axes recalibrés, les coûts d'entretien sont déjà réduits. L'élevage de carpes chinoises est surtout intéressant dans les axes non recalibrés. Dans le scénario où les investissements en recalibrage seraient moindres qu'actuellement, cette économie serait plus importante. Elle ramène en fin de compte le coût d'entretien des axes prioritaires à environ **2 771 000 €/an**.

Il faut aussi compter par ailleurs les bénéfices générés par cette activité pour les communautés de pêcheurs, qui représentent un revenu net estimé de **381 000 €/an** (254 km*1500 €/km).

L'étape suivante consiste à évaluer les économies générées par la valorisation du typha.

❖ *Economie sur l'entretien grâce à la valorisation du typha*

Tableau 20. Economies sur l'entretien grâce à la valorisation

Economies sur l'entretien, réalisées grâce à la valorisation							
milieux	gestionnaires	Surface ou longueur		Surface équivalente (ha)	dont surface exploitée (ha)	Economies (€/ha)	Economies totales par an (€)
Pour assurer l'hydraulicité du réseau d'irrigation							
Chenaux non recalibrés	SOGED	6,4	km	12,8	10	1 000	10 000
Chenaux recalibrés	SOGED	8	km	16			
Adducteurs recalibrés (RG)	SAED/OLAC	253	km	759			
Adducteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	38	km	114	60	1 000	60 000
Collecteurs non recalibrés (RG)	SAED/OLAC	78	km	117			
Collecteurs recalibrés (RG)	SAED	61	km	91,5			
Adducteurs recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	213	km	639			
Adducteurs non recalibrés (RD)	SONADER/DAR/SNAAT	208	km	624	140	1 000	140 000
Pour limiter l'impact socio-économique négatif pour les communautés riveraines							
Chenaux pour villages et pêcheurs	Communautés, SOGED, OLAC, etc..	30	km	60	30	1 000	30 000
Zones de captage d'eau potable	OLAC	30	ha		30	1 000	30 000
Pour le maintien de la biodiversité							
Parcs naturels	PND, PNOD	175	ha		175	1 000	175 000
TOTAL GENERAL							445 000

L'économie ainsi réalisée, sur la base de la valorisation de la moitié environ des axes non recalibrés et de tous les chenaux villageois et lacs est plus modeste (**445 000 €/an**), mais elle permet quand même de réduire le coût d'entretien annuel à **2 326 000 €/an**.

Enfin, il faut compter par ailleurs revenus générés par la valorisation du typha sur les zones de contrôle prioritaires, qui représentent 4900 €/ha/ an, soit **2 180 500 €** de revenu additionnels au niveau national, dont environ 436 000 € en revenus locaux pour les communautés.

➤ Economies réalisées grâce aux investissements

Les investissements proposés (41,2 M €) permettent donc une réduction des coûts de contrôle du typha en zone prioritaire tout à fait substantielle de 7,5 M €/an, soit 77 % des 9 8 M €/an initiaux. Ceci, bien entendu, dans l'hypothèse où l'adoption des méthodes améliorées atteint les objectifs fixés (dans l'ensemble nous avons été assez prudents en tablant sur l'adoption des méthodes sur une partie seulement des zones prioritaires) et où les estimations de coût et d'économies potentielles sont bien atteintes.

Compte tenu de ce canevas, on observe que les investissements proposés sont amortis en 5 à 6 ans⁵⁸, ce qui est un résultat plutôt encourageant vis à vis des partenaires disposés à investir dans ce plan

⁵⁸ 41,2/ 7,5 = 5,5

d'action. Des analyses de sensibilité seraient utiles pour analyser comment ce retour sur investissement varie en fonction des coûts et des résultats attendus, mais elles sortent du cadre de cette étude. Les coûts des investissements, en particulier, devront être affinés au fur et à mesure de l'opérationnalisation du plan. Par ailleurs, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, une étude économique plus complète serait utile pour estimer l'ensemble des gains et coûts liés à la mise en œuvre de ce plan d'action complet ou de diverses variantes qui pourraient être étudiées, en incluant les impacts attendus, en terme de bénéfices ou coûts indirects (liés à l'augmentation des surfaces cultivées, rendements agricole, pêche, écotourisme, etc..) et également de baisse des externalités (coûts environnementaux et sociaux..).

Par ailleurs, il faut observer qu'un coût annuel de contrôle de 2,3 M €/an représente un montant proche des budgets actuellement mobilisé par les acteurs publics du contrôle du typha, et peut raisonnablement être pris en charge par les acteurs nationaux concernés. Traduit en terme de redevance, cela représenterait l'équivalent de 19,2 €/ha/an sur la base des surfaces irriguées actuelles (soit 12 600 CFA/ha ou 790 MRU/ha), voire moins si les surfaces irriguées augmentaient suite à la sécurisation de l'irrigation et du drainage.

➤ **Budget du plan d'action complet intégrant le contrôle du typha en zones prioritaires**

Pour estimer les coûts d'entretien des zones prioritaires, nous sommes partis de l'hypothèse que ces coûts diminueraient linéairement, à partir de l'année 3 et jusque l'année 10 du plan d'action, du fait de l'adoption progressive des méthodes améliorées et de l'impact des investissements proposés (recalibrage principalement).

L'évolution des coûts entre l'année 1 et l'année 10 se présente comme suit :

Tableau 21. Evolution des coûts d'entretien annuels des zones prioritaires entre l'année 1 et l'année 10 du plan d'action

Estimation des coûts d'entretien annuels des zones prioritaires	
année 1	9 803 800 €
année 2	9 803 800 €
année 3	8 869 070 €
année 4	7 934 340 €
année 5	6 999 610 €
année 6	6 064 880 €
année 7	5 130 150 €
année 8	4 195 420 €
année 9	3 260 690 €
année 10	2 325 960 €

Les coûts d'entretien seraient donc de 19,6 M € pour les années 1 et 2 (CT), de 23,8 M € entre les années 3 à 5 (MT) et de 21 M€ entre les années 6 à 10 (LT).

Le budget complet du plan d'action est donc de 105,6 M€, réparti comme suit :

Tableau 22. Budget complet du plan d'action (investissements et coûts d'entretien)

Budget complet du plan d'action

Activités	Coûts estimés (€)			
	CT (1-2 ans)	MT (3-5 ans)	LT (6-10 ans)	TOTAL
Finalisation zonage	100 000			100 000
Recalibrage	200 000	7 380 000	17 200 000	24 780 000
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques	560 000	4 098 000	983 000	5 641 000
Pisciculture/lutte biologique	132 000	444 000	480 000	1 056 000
Valorisation du typha	330 000	970 000	580 000	1 880 000
Polders	30 000	220 000	5 050 000	5 300 000
Coordination et renforcement de capacités			250 000	250 000
Sous total investissements	1 352 000	13 112 000	24 543 000	39 007 000
Coût d'entretien des zones prioritaires	19 607 600	23 803 020	20 977 100	64 387 720
Total général	20 959 600	36 915 020	45 520 100	103 394 720

13 Conclusion et recommandations

Le plan d'action présenté ici est ambitieux. L'équipe de consultants a tenté de répondre au mieux aux TdR de cette étude, en proposant des priorités de contrôle du typha qui semblent répondre au mieux aux demandes et besoins de la société et de l'environnement. Il n'y a malheureusement pas de remède miracle contre le typha, et beaucoup jugeront que les objectifs en matière de zones de contrôle prioritaires sont modestes par rapport à ce qu'ils jugeraient idéal. Pourtant, les coûts sont déjà considérables, et la priorité consiste à les réduire pour les rendre soutenables à long terme.

L'autre priorité qui est proposée ici, c'est celle de l'augmentation des revenus associés à une meilleure valorisation du typha, puisque tout indique que le typha va rester dans le paysage pendant de nombreuses années encore.

Vu l'ampleur des investissements proposés, il serait souhaitable de réaliser une étude économique complémentaire pour préciser les bénéfices du plan d'action et pour analyser sa sensibilité aux prix et aux hypothèses retenues. En ce qui concerne les bénéfices attendus, cela suppose d'évaluer les impacts indirects au-delà des économies d'entretien, notamment ceux résultants d'une meilleure sécurité de l'approvisionnement hydraulique sur les surfaces et rendements des cultures irriguées, ceux résultant d'un meilleur accès aux zones de pêche, ceux éventuels sur l'élevage ou l'artisanat, en plus des revenus additionnels générés par la valorisation et la production de carpes que nous avons déjà estimés. En ce qui concerne les coûts des investissements proposés dans le plan d'action, il s'agit à ce stade d'un ordre de grandeur qui devra être précisé lors des études de faisabilité des projets et programmes retenus, d'où également l'intérêt d'une analyse économique de sensibilité aux prix des investissements et des autres facteurs analysés dans le plan d'action.

Un dernier mot enfin, il est important de ne pas attendre la mobilisation de financements importants, qui prendra nécessairement du temps, pour démarrer un certain nombre d'activités nouvelles, qui peuvent démarrer avec un investissement modeste (1,5 M€ sur 2 ans), compte tenu de l'intérêt des partenaires pour s'investir dans ces activités. Ceci aurait un double avantage : d'une part ne pas laisser retomber l'enthousiasme collectif qui est apparu dans les consultations et entretiens préparatoires pour démarrer ce plan d'action, et d'autre part d'engranger des résultats rapides permettant de démarrer plus rapidement des actions plus importantes lorsque le plan à moyen terme démarrera.

ANNEXES

Annexe 1 - Axes hydrauliques et collecteurs - SAED/ OLAC

Tableau - Adducteurs et émissaires dans la vallée du fleuve Sénégal (Source : BRLi 2000, BRLi-SETICO 2011)

Adducteurs	Longueur (km)
Ensemble Gorom-Lampsar	205
Gorom amont	25
Lampsar	70
<i>Chenal SOCAS</i>	16
<i>Djeuss</i>	20
<i>N'Galam</i>	8
Kassack	20
Djawel	8
Gorom aval	30
Canal Krankaye	8
Ens. Ngallenka amont (Dagana ?)	35
Ens. Ancienne Taouey	20
Ensemble Dioulol (Matam)	51
Ensemble Diamel (Matam)	99
Emissaires	Longueur (km)
Ens. Emissaire du Delta	116
Noar	35
Krankaye	20
Mbeurbeuf	4
Savoigne E	2
Ndiael	20
Natchie	19
Emissaire du delta	16
Ensemble Namardé	23
Namardé	10
Wali Diala	6
Mayal	7

Total SAED : 225 km adducteurs (dans le Delta), plus 139 km drains (116+23).

A cela, nous avons rajouté les deux axes OLAC : 3 Marigots (38 km), Nyet Yone (28 km). Il n'est pas clair si le canal du Ferlo (70 km) est considéré comme faisant partie du Delta, nous le l'avons pas inclus

En tout, pour la rive gauche (SAED+ OLAC), nous avons donc 291 km d'adducteurs, 139 km de drains.

Sur ce total, 160 km semblent avoir été recalibrés par la SAED (axes non recalibrés restant : 30 km Gorom aval, 10 km Kassack aval et 25 km Lampsar aval ; soit un total de 65 km à recalibrer) et 28 km recalibrés par l'OLAC (sur le Yeti Yone ; il resterait 38 km à recalibrer).

En somme, 188 km ont été recalibrés et 103 km sont encore non recalibrés.

Annexe 2 - Axes hydrauliques rive droite

Tableau – Longueur des axes (source : SONADER / DAR)

Axes hydrauliques	Superficie (ha)	Longueurs (km)
Diallo	350	18,3
Ndioup	150	4,7
Azona	700	5,5
Ibrahima	900	3,8
Gouère Est	1 200	8,6
Gouère Ouest	5 000	11,4
Bras d'Awlig	600	7
Garack et oum Iekhew	4 000	25,6
Mbleil	1 500	7,5
Bourguiba	1 400	3,3
Tambass	400	36,3
Meyssoikh	2 500	9,5
Chenal Elwali (Meyssoikh)	1 500	7,2
Diwoine	800	20
Laouija (Rqiz) ⁵⁹	4 500	43
Kiraye	3 500	17
Mbimami	800	4
Koundi	11 000	
sokam	5 000	44
Chenal Lemessayed (Aftout es Sahel)	17 000	55
TOTAL	62 800	421,7

(en rouge, les axes les plus infestés d'après la DRDR – en bleu, les axes recalibrés ou en cours de recalibrage)

En tout, pour la rive droite, nous avons donc 421 km, dont 98 km recalibrés ou en cours de recalibrage

⁵⁹ Les travaux actuels sur la Laouija représentent pour certains de nos interlocuteurs un recalibrage, mais selon d'autres il s'agirait d'un curage simple qui n'assurera pas une profondeur suffisante pour éviter la repousse ultérieure du typha. Ce point devra être éclairci dans l'étude approfondie des besoins de recalibrage

Annexe 3 - Coûts totaux de l'entretien rive gauche

Tableau – Réalisations et coûts annuels du FOMAED (source : SAED)

REALISATIONS FONDS DE MAINTENANCE DES ADDUCTEURS ET EMMISSAIRE DE DRAINAGE (FOMAED) 2012 à 2018

<i>ANNEE</i>	<i>REALISATIONS FINANCIERES MILLIONS FCFA TTC</i>	<i>REALISATIONS FINANCIERE En Euros TTC</i>	<i>REALISATIONS PHYSIQUES (Nombre de Km entretenu)</i>	<i>Coût unitaire (€/km)</i>
2012	573	859 500	68	12 640
2013	915	1 372 500	145	9 466
2014	754	1 131 000	148	7 642
2015	441	661 500	105	6 300
2016	916	1 374 000	126	10 905
2017	716	1 074 000	119	9 025
2018	520	780 000	72	10 833
Moyenne	691	1 036 071	112	9 251

En moyenne, le linéaire annuellement entretenu est de 112 km, pour un coût moyen de 691 M CFA/an (1 036 000 €/an), soit un coût kilométrique moyen de 9 250 km⁶⁰.

Pour un réseau de 430 km (adducteurs +drains), c'est donc un entretien tous les 4 ans en moyenne.

⁶⁰ Cette moyenne est obtenue en divisant le linéaire annuel moyen (112 km) par le coût annuel moyen (1 036 000€)

Annexe 4 - Programme d'entretien des axes hydraulique en Mauritanie

Tableau – Réalisations et coûts de la SNAAT (source : SNAAT)

TRAVAUX D'ENTRETIEN DES AXES HYDRAULIQUES				
TACHE	2016			€/ha
	Quantité	P.U en MRO ⁶¹	P.T en MRO	
FAUCARDAGE (m ²)	210 000	688	144 480 000	16 512
CURAGE (ml)	13 200	5800	76 560 000	139 200
Total			221 040 000	530 496
TACHE	2017			€/ha
	Quantité	P.U en MRO	P.T en MRO	
FAUCARDAGE (m ²)	200 000	688	137 600 000	16 512
CURAGE (ml)	16 250	5800	94 250 000	139 200
Total			231 850 000	556 440
TACHE	2018			€/ha
	Quantité	P.U en MRO	P.T en MRO	
FAUCARDAGE (m ²)	328 272	688	225 851 136	16 512
CURAGE (ml)	17 811	5 800	103 303 800	139 200
Total			329 154 936	789 972
TACHE	2019			€/ha
	Quantité	P.U en MRU	P.T en MRU	
FAUCARDAGE (m ²)	351 839	82,5	29 026 718	19 800
CURAGE (ml)	24 445	675	16 500 375	162 000
Total			45 527 093	1 092 650 €
			SOIT en MRO	455 270 925

TOTAL CURAGE (ml) 71 706
Moyenne par an 17 927 Soit 18 km

⁶¹ MRO correspond aux anciens ouguiyas, tandis que MRU correspond aux nouveau ouguiyas. Pour rappel, 1 MRU = 10 MRO

Total FAUCARDAGE (m ²)	1 090 111	
moyenne par an	272 528	Soit 27 ha
Longueur entretenue (km)		
Sur la base de 20 000 m ² /km	13,6	
Sur la base de 9 000 m ² /km	30,3	
Sur la base de 3 000 m ² /km	91	

Selon la DRDR, les longueurs entretenues représentent 30 à 40 km/an ; Sur un réseau de 421 km, c'est un entretien tous les 10 ans en moyenne, manifestement insuffisant. Même en admettant que seule la moitié de ce réseau est infesté par le typha, cela ne représenterait qu'un entretien tous les 5 ans...

Pour un coût total moyen d'environ 742 000 €/an (31 M. MRU)

Soit environ 18 500 €/km (pour 40 km), ce qui est comparable aux axes non recalibrés au Sénégal, faucardés tous les deux ans mais près du double de la moyenne sénégalaise (9 250 €), sur la longue période.

NB : le coût du faucardage seul (19 800 €/ha en 2019) représente donc 80% de plus que le coût du faucardage big float au Sénégal. Mais il est difficile de faire des comparaisons, car les conditions d'entretien des axes sont complètement différentes, et il n'est pas surprenant que des axes entretenus à des fréquences faibles donnent plus de travail que des axes entretenus plus régulièrement ; **En définitive, nous avons choisi par simplicité d'adopter pour notre scénario les mêmes coûts en Mauritanie qu'au Sénégal.**

Annexe 5 - Coût d'entretien des canaux et drains sous la responsabilité des irrigants

Un programme d'entretien des périmètres mis en œuvre par la SAED a investi aux alentours de 200 M CFA/an⁶² pour réhabiliter les périmètres sur le FOMPI (Fonds de Maintenance de Périmètres Irrigués) mais cette somme n'est qu'en partie consacrée au faucardage ; il y a une part importante de curage/reprofilage/réparation des ouvrages. D'après les informations que nous avons obtenues d'Union Hydrauliques et GIE, le coût du faucardage/curage représente en général moins de 20 % des budgets de fonctionnement des UH.

Pour des entreprises privées ou GIE ayant eux même creusé leurs canaux, avec souvent une prise directe sur le fleuve ou sur un axe hydraulique, il est probable, du fait de la largeur de ces canaux et de leur mise en eau permanente, que l'entretien est du même ordre que celui constaté sur les grands axes. C'est par exemple le cas de la CSS.

⁶² 257 M CFA en 2015, 198 M en 2016, 136 M en 2017

Annexe 6 – Impacts du phosphore et autre nutriments dans l'eau

Note sur le lien entre l'expansion du et l'eutrophisation du milieu

Les méthodes proposées dans le plan d'action élaboré à l'issue de l'étude sont susceptibles de produire un niveau de contrôle soutenable du typha dans les zones prioritaires définies en concertation avec les acteurs impliqués. Cependant, l'étude a montré que l'éradication de la plante n'est pas envisageable car aucune méthode permettant d'atteindre cet objectif n'a été identifiée, ni dans la littérature ni dans les expériences pratiques au niveau local, sous-régional ou international. Le typha continuera donc à être présent dans le delta du fleuve Sénégal et aires envahies vont probablement continuer à augmenter. En effet, l'accroissement des terres irriguées et donc des aménagements hydroagricoles est inévitable compte tenu des besoins importants en produits alimentaires pour les deux Pays et des potentiels en terres irrigables disponibles qui sont considérables. Cela implique une augmentation des zones humides ou inondables (réseaux d'irrigation et de drainage, adducteurs, aires de déversement) susceptibles d'être envahies par le typha.

Les trois principales causes de l'expansion du typha dans le DFS sont : l'adoucissement de l'eau consécutif à la construction du barrage de Diama, autrement dit la suppression du facteur limitant qu'était la salinité ; les caractéristiques biologiques et éco-physiologiques de la plante qui en font une espèce résistante et très compétitive ; l'enrichissement du milieu en éléments nutritifs, notamment en phosphore, créant ainsi des opportunités correspondantes aux besoins optimaux de la plante. A défaut de pouvoir agir sur la qualité de l'eau du fait que la ré-salinisation est difficilement envisageable, il faut considérer la possibilité de réduire les niveaux d'eutrophisation du milieu.

Quelles actions faut-il entreprendre pour réduire les apports de nutriments ?

L'enrichissement du milieu en phosphore a été rapporté par plusieurs auteurs comme étant un facteur déterminant dans la capacité d'invasion de *Typha domingensis* (Miao et Sklar, 1998 ; Richardson et al. 1999) ; Zedler et Kercher, 2004 ; Macek et Rejmánková E., 2007 ; Hall, 2008 ; Li et al, 2009). Dès lors il ne semble pas nécessaire de recommander une étude sur la réponse de la plante aux apports en P. Il s'agit plutôt de s'orienter, dans un premier temps, vers une évaluation des niveaux d'enrichissement du milieu en P et en éléments nutritifs de manière plus générale. Dans un deuxième temps, il va falloir étudier les voies et moyens pour réduire significativement les apports d'éléments issus des activités agricoles ou industrielles.

Evaluation des niveaux d'enrichissement en P et autres éléments nutritifs

Cette action pourrait être envisagée dans le cadre du présent plan d'action et pourrait être conduite dans parallèlement au programme de suivi de la lutte mécanique dans les sites pilotes. L'objectif serait de disposer de données fiables sur les taux en P et autres principaux éléments contenus dans les différents types de milieux envahis par le typha ainsi que sur les niveaux d'eutrophisation.

Réduction des apports de nutriments dans les milieux humides du DFS

C'est là un objectif qui intéresse le typha et la plupart des plantes aquatiques envahissantes. Il devrait être envisagé dans le cadre d'un programme (ou plan d'action) de grande envergure car c'est la nature et le fonctionnement des aménagements qui sont concernés. Cela demandera probablement des améliorations dans les infrastructures existantes et de nouvelles dispositions pour les aménagements futurs mais aussi des règles de fonctionnement à faire respecter par les usagers.

Annexe 7 - Compte rendu de l'atelier de Saint Louis du
12 et 13 juin 2019

GRET/OMVS Etude pour le contrôle du Typha dans le Delta du fleuve Sénégal

COMPTE RENDU DE L'ATELIER REGIONAL DE CONCERTATION SUR LE PLAN D'ACTION POUR LE CONTROLE DU TYPHA

12 ET 13 JUIN 2019 A SAINT LOUIS

Diffusion à : Gret, OMVS, participants

I. Contexte

Depuis le 1^{er} septembre 2018, le Gret mène une **Etude pour l'évaluation des besoins pour le contrôle du typha dans le delta du fleuve au Sénégal et en Mauritanie pour le compte de l'OMVS**, dans le cadre de la phase 3 du projet GIRE Trust Fund.

Une *note de cadrage – revue documentaire* a été remise à l'OMVS en octobre 2018 et finalisée en décembre de la même année.

Le Gret a également conduit une première mission de terrain, en novembre 2018, au Sénégal et en Mauritanie, pour rencontrer les acteurs impliqués et échanger avec eux. Fort de nouvelles informations, le Gret a alors pu dresser un *Etat des lieux et bilan des méthodes de lutte contre le typha* qui a été évalué et finalement validé en atelier le 14 et 15 janvier 2019 par l'OMVS et ses partenaires.

Afin d'approfondir les 5 thématiques retenues au terme de l'atelier OMVS (à savoir a. combinaison lutte mécanique et recalibrage, b. recherches appliquées au contrôle mécanique, c. faisabilité de la lutte biologique, d. nouveaux équipements de faucardage, et e. couplage contrôle et valorisation du typha), le Gret a organisé en février 2019 une série de quatre ateliers thématiques réunissant des experts de chaque domaine. A partir de ces échanges, le *Rapport sur les méthodes et actions viables de contrôle du typha* a été élaboré et remis à l'OMVS fin avril 2019, puis validé en mai. Il constitue une première base de réflexion pour le plan final d'action concerté qui doit être élaboré d'ici fin juin.

II. Objectif de l'atelier

L'objectif général de cet atelier était de **présenter le plan d'action de lutte contre le typha, provisoirement élaboré par le Gret, d'échanger sur sa pertinence et de recueillir les suggestions d'amélioration des participants, aussi bien en termes de contenu qu'en termes d'implication des diverses parties prenantes.**

III. Participants

Les participants invités sont les représentants de toutes les parties prenantes impliquées dans le contrôle du typha, dans le delta du fleuve Sénégal, aussi bien du Sénégal que de la Mauritanie. Ceci inclut les principales organisations directement impliquées dans le contrôle du typha, ainsi que les représentants des usagers. Le nombre de participants a été limité afin de faciliter les échanges. La plupart des participants ont déjà été rencontrés par l'équipe de consultants, et ont participé aux précédents ateliers thématiques.

L'équipe d'animation est constituée de : Christian Castellanet, coordonnateur de l'étude ; Souleymane Diallo, malherbologiste ; Labaly Touré, géographe et géomaticien ; Aboubechrine N'Dongo, adjoint à la coordination en Mauritanie ; et Aline Hubert, adjointe à la coordination au Sénégal.

La liste des participants est jointe en annexe.

Plusieurs acteurs invités se sont excusés et n'ont pas pu participer :

- L'OMVS
- La SOGED
- La SNAAT
- L'UGB
- La Délégation Régionale de l'Environnement de Mauritanie
- Le Maire de Rosso

IV. Date et lieu

L'atelier s'est déroulé sur une journée et demi : la journée entière du 12 juin et la matinée du 13 juin 2019, à l'Hôtel de la Tour (rue Blanchot), à Saint Louis, au Sénégal :

<https://goo.gl/maps/a1M81KC7hus9V6jz9>

V. Agenda

Horaire	Activités	Responsable
Mercredi 12 juin 2019		
9h00 – 9h15	Ouverture , Rappel des objectifs de l'atelier, Présentation rapide des participants	CC
9h15 – 10h15	Présentation synthétique du plan d'action Echanges avec les participants	CC
10h15 – 10h30	<i>Pause café</i>	
10h 30 – 12h00	Présentation du zonage Echanges avec les participants	LT
12h00- 13h30	Présentation du recalibrage Echanges avec les participants	CC
13h30 – 14h30	<i>Déjeuner</i>	

14h30 – 16h30	Exercices par groupes Groupe 1 : Lutte biologique	Groupe 2 : Contrôle méca- nique	Groupe 3 : Valorisation	SD (gpe 1) CC (gpe 2) AH (gpe 3)
16h30 – 17h30	Restitution de chaque groupe Compléments et clarifications			Participants
Jeudi 13 juin 2019				
9h00 – 10h15	Commentaires croisés sur les résultats de groupes			CC
10h15 – 10h30	<i>Pause café</i>			
10h30 – 12h00	Coordination des acteurs pour la mise en œuvre du plan d'action			CC
12h00 – 13h30	Synthèse des discussions et prochaines étapes			CC
13h30 – 14h30	<i>Déjeuner</i>			

Au cours de l'atelier, l'agenda a pu être ajusté pour mieux correspondre aux temps disponibles et aux préoccupations des acteurs.

VI. Déroulement des activités

1. MATINEE DU 12 JUIN 2019

La matinée s'est déroulée **en plénière** avec l'ensemble des participants.

Le but principal de cette matinée était de permettre à tous les participants, en particulier ceux n'ayant pas été impliqués dès le début de l'étude, **d'avoir une compréhension commune** de l'objectif et des modalités de contrôle retenues.

Après une ouverture de l'atelier, présidée par le maire de Ronkh, l'équipe de consultants s'est présentée et un tour de table a permis à chacun d'être introduit.

Dans un premier temps, Christian Castellonet, le coordinateur de l'étude, a présenté le contexte de l'étude et les différentes étapes suivies pour aboutir à l'élaboration du plan d'action. Puis, les objectifs de l'atelier ont été explicités.

Dans un second temps, le calendrier du plan d'action (les 3 phases) a été précisé ainsi que les idées de financement pour chacune des phases du plan. Christian Castellonet a ensuite introduit l'ensemble des axes du plan d'action pour permettre aux acteurs de bien visualiser la construction globale.

Après ces premiers éléments introductifs, Labaly Touré, le géomaticien, a présenté le zonage proposé par l'équipe : sa nécessité, les critères retenus, la méthodologie et finalement, les résultats cartographiques.

Remarques/questions des participants sur le zonage :

- A quelle superficie correspond la zone réservée à la valorisation ?
- En Mauritanie, n'apparaît la zone de Gouere qui est pourtant affectée par le typha → à rajouter
- Les zones en contrôle prioritaire côté mauritanien ne sont pas visibles sur la carte → cela s'explique en partie par un manque de données concernant la Mauritanie, et ce malgré le fort appui de la SONADER qui a fourni un nombre important d'informations aux consultants. Avec l'aide des participants, Labaly Touré, pourra utilement compléter la carte. Ne faudrait-il pas proposer une étude pour compléter les informations côté mauritanien ?
- Il existe une réserve naturelle communautaire (Djoudjoudj ?) dans la commune de Ronkh (zone de reproduction de lamentins) qui est également affectée par le typha → à rajouter
- **Il existe aussi des terres agricoles qui ont été envahies par le typha et qu'il faudrait récupérer, éventuellement en endiguant. → espaces à rajouter sur la carte en incluant une nouvelle catégorie « zones agricoles à récupérer » dans les zones de contrôle prioritaires ?** → Cela concerne en particulier les berges anciennement en culture de décrue, sur lesquelles il est proposé d'aménager des polders, par exemple vers le bassin du Gambar, du carrefour jusqu'au barrage de Diama
- Au PND : il ne devrait pas y avoir beaucoup de zones de protection : seulement au niveau du Gambar et sur le chenal. Le reste est à éliminer ; Des plantes à importance économique telle que le sporobulus ou le nymphéa lotus ont été concurrencées par le typha.
- PNOD : La valorisation permet l'intégration des populations locales. Avant il y avait des zones réservées aux populations pour la pêche mais elles ont été envahies par le typha.
- Il existe une réserve à cheval entre l'axe de la Taouey (3 km sur l'ancienne Tahouey) et le lac de Guiers (réserve Tocc Tocc) qu'il faut inclure dans les zones de protection.



- La difficulté de ces résultats cartographiques c'est qu'ils ne permettent pas de distinguer le typha des autres plantes aquatiques telles que les phragmites ou même le ceratophyllum qui pose encore plus de problèmes que le typha.
- Il manque la cuvette de Ndiael (Nouvelle réserve naturelle)

A la suite de ces premiers échanges sur le zonage, Christian Castellanet a poursuivi la présentation du plan d'action sur le recalibrage, donnant lieu à de nouveaux échanges :

Remarques/questions des participants sur le recalibrage :

- Le Gnétty Yone a déjà été recalibré, à plus de 2 m de profondeur.
- Comment garantir la profondeur du recalibrage quand celui-ci n'est pas fait à sec ? → c'est possible d'après la SAED avec des big floats → expérience à partager entre Sénégal et Mauritanie

Puis, Souleymane Diallo, malherbologiste, a présenté la méthode de lutte biologique, qui a ensuite été approfondie lors des exercices de groupe de l'après-midi. Les premières réactions ont été les suivantes :

Remarques/questions des participants sur la lutte biologique :

- L'ISSET aussi peut produire des carpes
- Risque de surexploitation par les pêcheurs et donc de disparition de la carpe → il faudrait utiliser des filets (une sorte de pisciculture) et qu'il y ait une organisation et un accord entre les gestionnaires des axes hydrauliques et des pêcheurs pour s'entendre sur les règles.
- La carpe chinoise juvénile peut être une proie pour certaines espèces tandis que la carpe adulte peut être un prédateur.
- Ne pas oublier que l'introduction d'une nouvelle espèce demande la familiarisation de la population locale.



Aline Hubert, assistante à la coordination au Sénégal a ensuite présenté la méthode de valorisation couplée au contrôle.

Remarques/questions des participants sur la valorisation couplée au contrôle :

- La Mauritanie et le Sénégal bénéficieront prochainement de gaz, ce qui risque d'influer sur l'utilisation potentielle de charbon de typha.

- Il faut impliquer la population locale et pour ce faire, profiter du travail de la SAED ou de la SONADER pour faire de la vulgarisation/sensibilisation sur la valorisation et pour surveiller le typha.
- Il faut ajouter l'OLAC dans la liste des acteurs à impliquer. Vu son mandat et ses projets, l'OLAC est un acteur clef.

Christian Castellanet a poursuivi en rappelant la méthode de construction de polders, puis en présentant l'organisation des plateformes d'échanges et de coordination proposées dans le plan d'action.

Pour terminer cette matinée, Christian Castellanet a conclu par une synthèse de ce plan mettant en exergue le coût de chaque axe mais aussi et surtout la réduction attendue des coûts d'entretien dans les zones de contrôle prioritaire, évaluant somme toute le délai d'amortissement de ce plan d'action.

Remarques/questions des participants :

- Dans l'étude institutionnelle, le consultant Abdou Diouf, a recommandé que l'OMVS soit investie d'un mandat de gestion des plantes aquatiques envahissantes, ce qui permettrait d'institutionnaliser cette mission et de trouver ainsi plus facilement des financements pour un tel plan d'action de contrôle du typha. Ensuite les programmes doivent être articulés avec les partenaires locaux déconcentrés et décentralisés, en s'appuyant sur le principe de subsidiarité.



2. APRES-MIDI DU 12 JUIN 2019

L'après-midi a permis de travailler **en groupes, répartis dans 3 salles avec trois modérateurs** pour animer les échanges.

Le premier groupe a examiné les propositions du plan d'action au sujet de la **lutte biologique** ; **le deuxième**, celles relatives au **contrôle mécanique** ; et enfin **le troisième** celles concernant la **valorisation du typha**.

Pour ce faire, chaque modérateur a brièvement rappelé **le programme détaillé de l'axe dont il avait la charge, les zones concernées et les partenaires identifiés**. A partir de là, les participants de chaque groupe ont été invités à évaluer la pertinence et la faisabilité de l'axe ainsi qu'à formuler des commentaires ou suggestions pour l'améliorer.

La liste de chaque groupe est mise en annexe.



➤ **Résultats des travaux du groupe 1 (lutte biologique) :**



Pertinence/Faisabilité du plan d'action :

Le groupe a estimé que le plan d'action pour ce volet lutte biologique par la carpe chinoise est bien pertinent. Il estime par ailleurs qu'il est faisable vue l'expérience de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS).

Discussions :

A/ revue bibliographique :

- A approfondir la recherche bibliographique notamment en relation avec les risques ;

- Capitaliser sur l'expérience de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS).

B/ Etude d'Impact Environnemental et Social (E.I.E.S) :

- Bien identifier les structures à impliquer (pas seulement les ministères de l'environnement) ;
- Assurer un bon suivi des recommandations de l'E.I.E.S ;

C/ Cadre de concertation :

- Information et sensibilisation de tous les intervenants ;
- Assurer les moyens de fonctionnement du cadre de concertation ;

D/ Production d'alevins :

- Impliquer : ANA, ANIDA, CSS, IST et Privés

E/ Experimentation en milieu contrôlé :

- Choisir deux (02) sites par rive soit quatre (04) au total ;
- Paramètres principaux à observer :
 - a. Effets sur le typha ;
 - b. Croissance de la carpe ;
 - c. Impacts sur les espèces locales ;

F/ Experimentation et confirmation en milieu reel:

G/ Développement à grande échelle :

- L'utilisation de filets pour contenir les carpes dans les zones concernées semble poser un problème : la législation de la pêche au Sénégal interdit de barrer totalement les rivières ou plan d'eau avec des filets ou tout autre moyen.

➤ **Résultats des travaux du groupe 2 (contrôle mécanique) :**

Pertinence/Faisabilité du plan d'action :

Le plan d'action est jugé pertinent et faisable à condition de mobiliser le financement nécessaire.

Discussions :

Les discussions du groupe ont porté essentiellement sur la méthode de coupe mécanique sous l'eau.

- ✓ Contraintes notés :
 - Non stabilité des plans d'eau
 - Problème de ramassage des produits de coupe sous l'eau
 - Matériel de coupe sous l'eau non disponible (ex : Conver ou barre Dorocutter)
- ✓ Solutions proposés :
 - Tester différents matériels de coupe et arrachage sous l'eau
 - Intéresser le secteur privé à la valorisation des produits de faucardage
 - Equiper les Organisation de producteurs de matériel de coupe
 - Combiner avec d'autres méthodes de contrôle du typha
 - Endiguement des sites de test pour stabiliser le plan d'eau



En plus des recommandations sont notés au niveau des partenaires :

- Phase Finalisation des recherches : élargir les groupes de recherche
- Phase Test coupe sous l'eau : ajouter SAED et SONADER
- Phase Généralisation nouvelle méthode : impliquer le secteur privé

➤ **Résultats des travaux du groupe 3 (Valorisation couplée au contrôle):**

Pertinence/Faisabilité du plan d'action :

Le groupe 3 a validé la pertinence du plan d'action mais invite les consultants à considérer :

- d'autres types de valorisation du typha que le seul charbon. Il est également possible de faire des toitures, des briques ou encore du compost ou du papier
- La création de structure de stockage car la sécurité de l'approvisionnement est aujourd'hui un facteur limitant et une étape intermédiaire de stockage pourrait constituer un élément de solution.
- De manière générale et de l'avis de tous, la coupe et la collecte sont le principal souci pour la valorisation du typha
- L'accès à la ressource qui est également une difficulté actuelle pour les entrepreneurs.
- Il serait bon de considérer également la question de la sécurité des coupeurs (équipements)

Concernant la faisabilité du plan, le groupe 3 propose de :

- Ajouter une étape de revue bibliographique des textes réglementaires existants sur l'accès au foncier et l'exploitation des ressources naturelles
- Ajouter une étape d'identification des 5 unités artisanales dans la phase court terme ; avant de travailler sur la collaboration avec les gestionnaires de sites)
- Insister sur la question de la gouvernance en incluant les élus, usagers, unités artisanales et unités semi industrielles.
- Il est nécessaire que les Etats s'engagent pour accompagner le développement des filières, notamment il faut faire le lien entre les populations/les GIE transformateurs et l'Etat.

Discussions :

Enfin, outre les acteurs déjà proposés pour chaque activité, le groupe 3 exhorte le consultant à ajouter les acteurs suivants :

- OLAC, Collectivités locales, SONADER et SAED au niveau des activités de collaboration
- Les centres de formation locaux (pour avoir de la main d'œuvre formée aux techniques) aux activités d'appui et de formation
- Les GIE pour l'identification de nouvelles zones et acteurs
- Les organisations patronales et les ministères, notamment de l'environnement, des finances et de l'entrepreneuriat (se renseigner pour avoir les intitulés exacts car les dénominations changent régulièrement) pour la coordination.



3. MATINEE DU 13 JUIN 2019

Tous les sujets ayant été abordés, cette dernière matinée devait permettre de **s'accorder entre participants et d'intégrer les suggestions** de ceux qui n'avaient pas pu participer à un groupe thématique qui les intéressait également. Après un bref rappel des résultats de la veille, les participants ont donc d'abord été invités à faire part de leurs commentaires sur les présentations, ouvrant ainsi plusieurs débats.

Remarques/questions des participants :

- La sensibilisation et le renforcement de capacités des usagers, notamment à l'utilisation des machines, sont des points très importants. Il faut vraiment aller sur le terrain.
- Il faudrait prévoir une stratégie de communication la plus large possible, voir consacrer un budget/un axe à part entière.
- Il faudrait ne pas oublier de considérer la problématique du ramassage du typha, après coupe.
- Certains participants ont gardé des réticences quant à la méthode de lutte biologique, considérant que l'argent investi sur cet axe profiterait plus à d'autres méthodes.
- Il faudra être rigoureux dans le suivi des recommandations des EIES. Le coût des EIES du plan d'action est jugé trop faible et devrait être revu à la hausse. Il faudrait en outre mieux évaluer la notion de vulnérabilité.
- La réglementation sénégalaise interdit de barrer les plans d'eau (lacs, mares, cours d'eau, etc.) sur toute leur largeur car cela freine la mobilité des personnes et des autres espèces !
→ c'est une difficulté à prendre en compte dans l'axe portant sur la lutte biologique. La seule exception peut être faite à des fins d'expérimentation.
- Le consultant doit indiquer les sites pilotes pour pouvoir ensuite stabiliser le plan d'eau pour pouvoir mener les opérations souhaitées.
- Dans le cadre des recherches il serait bon de considérer aussi la dimension santé.
- Il pourrait être intéressant de faire des comparaisons entre la coupe sous l'eau et la coupe sur les terres arables pour voir le rythme de progression après coupe.
- Globalement, le dispositif avec deux plateformes de concertation nationales et une réunion régionale par an semble convenir aux participants. Du reste, cette proposition est en adéquation avec ce qui a été proposé dans le cadre de l'étude institutionnelle.

Domaines d'implication des partenaires et rôle

Après ce temps d'échanges, un exercice, non prévu dans les TdR,, mais utile pour bien identifier les potentiels périmètres d'actions des acteurs, a été ajouté : tour à tour, il a été demandé à chaque participant de choisir les 3 axes qui l'intéressaient le plus en explicitant le rôle de sa structure dans la mise en œuvre du plan d'action. Les résultats obtenus sont les suivants :

Activités	SAED	SONADER	DRDR	CSS	PND
Finalisation zonage		+++ (appui actuel sur la recherche de données, appui pour la coordination avec autres structures)	+++ (planification, quantification des superficies)		+ (carte faite en 2012 à réactualiser, en distinguant typha et autres plantes aquatiques)
Recalibrage	+ (beaucoup d'expérience,	++ (maîtrise d'ouvrage déléguée, préciser les axes, surveiller les entreprises pour faire recalibrage)	+ (intermédiaire avec l'Etat, ministère, deux axes en cours de recalibrage)		
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques	+++ (pour entretiens annuels, pour substitution des pelles, volonté de collaborer avec équipe de recherche sur la coupe sous l'eau)		++ (intérêt pour coupe sous l'eau combinée avec les méthodes mécaniques)	++ (intérêt pour travailler sur l'optimisation du matériel de coupe sous l'eau)	+++ (site d'expérimentation)
Pisciculture/ lutte biologique	++ (au niveau des canaux d'irrigation, partenariats avec UH, CU, etc pour faire de la recherche)			+++ (intérêt pour toutes les plantes immergées, garde fou pour la pêche)	++ (existe des bassins fermés : peuvent être sites d'expérimentation)
Valorisation du typha		+ (appui à la communication, sensibilisation et la formation)		+ (accompagnement des riverains via la RSE)	
Polders		127	intérêt aussi - comme c'est le ministère qui gère l'aspect foncier		

ATELIER DE CONCERTATION SUR LE PLAN D'ACTION POUR LE CONTROLE DU TYPHA – 12 ET 13 JUIN 2019

Activités	ISSET	Univ Nouakchott	GIE Bango	HABIDEM/ secteur privé	Service pêche (Sénégal)	ISRA	ANIDA
Finalisation zonage				+ (accessibilité et aménagements de zones)	++ (déjà travaillé avec OLAC sur PREFELAG)		
Recalibrage							
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques	+++ (expérimentation des outils de coupe et suivi de la plante post coupe)	+++ (expériences avec ISSET via échanges d'étudiants ; intérêt pour études phénologiques)	++ (coupe à la main donc besoin de machines)	++ (apporter un regard sur la qualité de la matière)		++ (études comparatives sur les expérimentations entre cours d'eau et terres, et selon périodes de coupe)	
Pisciculture/ lutte biologique	+ (utilisation des bassins de pisciculture)				+++ (déjà travaillé avec Enabel, CSS)		+++ (accueil de géniteurs, production de juvéniles, possible de faire tests en milieu contrôlé sur étangs, drains, éventuellement aussi en milieu réel, rôle sur la communication institutionnelle)
Valorisation du typha	++ (déjà expérimenté UA)	++ (étudiants, notamment sur le charbon, et futur grand projet national sur les cultures fourragères : dont recherche typha)	+++ (test compost, chaume mais besoin d'aller vers le marché)	+++ (stade de tests dépassé, maintenant marché)		+++ (intérêt pour le biocharbon, expérience recherche)	
Polders							

ATELIER DE CONCERTATION SUR LE PLAN D'ACTION POUR LE CONTROLE DU TYPHA – 12 ET 13 JUIN 2019

Activités	ARD	Organisation pêcheur (Sénégal)	CU	AdU tounguène	Organisation pêcheurs (Mauritanie)	AdU Sénégal	GIE Garack
Finalisation zonage	++ (les initiatives de valo dépendraient des zones)			++ (sensibilisation, concertation pour identification axes prioritaires)			
Recalibrage			+++ (suivi et contrôle)				
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques		+++ (organisation des pêcheurs pour dégager les points d'accès, gestion des équipements)	++ (identification des besoins en entretien, rôle dans recouvrement, contrôle de la qualité des travaux)	+++	++ (déjà pratiquée manuellement, tester le matériel, le gérer)	+++ (assurer la maintenance)	+++
Pisciculture/ lutte biologique					+++	++ (concertation)	++
Valorisation du typha	+++ (étude diagn avec coop allemande sur les initiatives de valo)	++ (intérêt)				important aussi	++ (renforcement de capacités, pour le compost, etc.)
Polders						+ (mise en contact avec potentiels exploitants, exploitation des polders)	

Activités	Maire de Ronkh	UH	DREEC	Fédération des Agriculteurs du Trarza
Finalisation zonage	+ (comme les CL gèrent le foncier, les CL ont des connaissances fines de leur territoire, rôle dans l'aménagement du territoire)			
Recalibrage		+ (accompagnement et suivi)		
Coupe sous l'eau et méthodes mécaniques		+++	(appui dans l'EIES, coordination du suivi)	+++ (sensibilisation, mobilisation, identification, des axes prioritaires, élaboration et suivi du cahier des charges pour la gestion des outils/machines avec SONADER)
Pisciculture/ lutte biologique	++ (appui à la pisciculture, associer les pisciculteurs déjà existant, disponibilité de bassins piscicoles)		(appui dans l'EIES, coordination du suivi)	++ (disponibilité d'un chenal pour viviers)
Valorisation du typha	+++ (appui aux UA, appui à l'entrepreneuriat, appui au stockage de typha, appui filière)	++ (intérêt particulier pour l'énergie)	(appui dans l'EIES, coordination du suivi)	
Polders				terres attribuées à des individuels --> donc rôle dans l'organisation des agriculteurs qui auront les parcelles

Synthèse et points saillants

Pour conclure cet atelier, le coordinateur de l'étude, M. Christian Castellanet, a présenté **une synthèse des discussions et des points saillants** ressortis au cours de ces deux journées :

- 1) Importance du zonage comme base de l'action concertée
- 2) Rajouter une catégorie de « terres agricoles à récupérer » dans le zonage
- 3) Rôle moteur de l'OMVS dans la gestion du typha : création d'un espace de concertation régional (= la plateforme régionale), mais aussi directives sur le zonage, la clarification des règles d'accès (sécurisation de l'accès au typha en zone de valorisation), et sur la réallocation des polders, qui devront être ensuite adaptés dans les systèmes nationaux de régulation
- 4) Pour le recalibrage : confirmation de l'intérêt du partage d'expérience entre pays/institutions
- 5) Pour la coupe sous l'eau mécanisée, importance de la recherche et de la mise au point de systèmes de ramassage des tiges couplés à la coupe mécanisée. Impliquer le secteur privé dans la valorisation des tiges coupées
- 6) Pour la valorisation : Priorité à améliorer la productivité du ramassage (via la mécanisation) et de la transformation et à assurer une viabilité économique aux entreprises artisanales ou industrielles. Prise en compte de la problématique du stockage et de l'accessibilité des zones de contrôle/récolte.
- 7) Pour la lutte biologique : régulation indispensable – importance du cadre de concertation et implication des organisations de pêcheurs. Difficile lors du passage à grande l'échelle de contenir les carpes dans des grands adducteurs (législation interdit de bloquer les cours d'eau naturels) → Cibler plutôt des zones plus locales sous contrôle privé ou coopératif/communautaire
- 8) Transversal : importance de la prise en compte des impacts environnementaux et sociaux dans toute nouvelle activité et du suivi ultérieur des recommandations
- 9) Transversal : Mieux impliquer le secteur privé
- 10) Transversal : Importance du renforcement des capacités, pas seulement pour les OP
- 11) Transversal : Intégrer un volet communication/sensibilisation ou proposer un budget estimatif pour la communication par axe du plan d'action

ANNEXES : LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Structure	Position	Mail	téléphone
Niang	Ibra	SAED	Chef de division	niangksk@yahoo.fr	00 221 77 951 11 85
Farba Oumar	Sy	OLAC		oumar.sy@olac.sn	00 221 77 436 21 39
Sekou	Diedhiou	CSS	Chef de ferme	sekou.diedhiou@css.sn	00 221 77 219 81 90
Mamadou	Fall	service des pêches		fallndongo2004@yahoo.fr	00 221 77 943 80 40
Moussa	Dieng	ISRA SL		mamgor@gmail.com	00 221 77 655 71 48
Diallo	Assane	PNOD	Adjoint directeur	assanediaallo21@gmail.com	00 221 77 572 89 21
Siley	Diallo	CU	Président	dialosileyemody@gmail.com	00 221 77 556 21 50
Diagne	Ndiaga	AdU	Président AdU Thiagar	abdoulayediagne10@yahoo.fr	00 221 78 110 33 57
Alioune	Niang	UH	Vice Président	papeniang08@gmail.com	00 221 77 655 52 08
Tine/Dia	Mor/Aissatou	ARD		oussousow@yahoo.fr	00 221 77 793 12 25
Mamadou	Mbaye	GIE Bango Organisation de pé- cheurs	Président	ronembaye01@gmail.com	00 221 771 30 95 60
Abdoulaye	Diop		Représentant pêcheur		00 221 77 660 35 01
Gueye	Mouss	DREEC	Chef de service	m2gueye@yahoo.fr	00 221 77 467 55 83
Ndiaye	Amadou Tidiane	Maire Ronkh	Maire	tijndiaye@yahoo.fr	00 221 77 668 23 40
Abdoulaye	Ngom	ANIDA	Coordinateur Zone Nord	drabdoulayengom@yahoo.fr	00 77 656 28 62
Babana	Mohamed Lemine	ISET	Responsable technique	babana.iset@gmail.com	00 222 22 60 12 57

Dieng	Hamidou	Université Nouakchott		diamidou@yahoo.fr	00 222 46 44 33 47
Herim	Habiboullah	SONADER	Directeur de la Mise en Valeur	herimhabiboullah4@yahoo.fr	00 222 22 01 80 12
Ahmed	Khattry	DRDR	Délégué Régional	ahmedmahkhattry@yahoo.com	00 222 22 24 55 67
El Abass	Boubacar	PND	Responsable SIG/BD	boubacarmeister@gmail.com	00 222 46 82 97 58
Diop	Ahmed	AdU Toungouène	Vice président		00 222 32 91 36 34
Bouya	Mayouf	Fédération Trarza	Président	bouhemayof@gmail.com	00 222 46 83 42 24
Wele	Oumar	HABIDEM	Directeur		00 222 41 95 69 32
Diop	Baïdi Mamadou	Coopérative de pêcheurs	Président		00 222 47 71 96 82
Diagne	Koddou	GIE Garack	Présidente		00 222 46 88 19 08
Castellanet	Christian	Gret	Coordinateur Etude	castellanet@gret.org	00 221 77 359 41 85
Diallo	Souleymane	Consultant Gret	Malherbologiste	dsouleymand9@gmail.com	00 221 77 543 58 14
Touré	Labaly	Consultant Gret	Géomaticien	labaly.toure@geomatica-services.com	00 221 77 577 32 08
Hubert	Aline	Gret	Assistante Coordination	hubert@gret.org	00 221 78 305 11 41
Ndongo	Aboubechrine	Gret	Technicien Gret	ndongo.mr@gret.org	00 222 23 39 19 71
Abdou	Diouf	BE Eau Vie Environnement	Consultant étude institutionnelle	abdoumy@yahoo.fr	00 221 77 480 64 43

ANNEXES : REPARTITION DES DIFFERENTES STRUCTURES ENTRE LES 3 GROUPES DE TRAVAIL

Groupe 1 : Lutte biologique	Groupe 2 : Contrôle mécanique	Groupe 3 : Valorisation du typha
Compagnie Sucrière du Sénégal	Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta (SAED), Sénégal	Agence Régionale de Développement, Sénégal
Service des pêches, Mauritanie	Institut Supérieur d'Enseignement Technologique (ISET), Mauritanie	Office des Lacs et des Cours d'eau, Sénégal
Service des pêches, Sénégal	Institut Sénégalais de Recherche Agricoles (ISRA)	Groupement d'Intérêt Economique de Bango, Sénégal
Agence Nationale d'Insertion et de Développement Agricole (ANIDA), Sénégal	Société Nationale pour le Développement Rural (SONADER), Mauritanie	Groupement d'Intérêt Economique de Garack, Mauritanie
Organisation de pêcheurs, Mauritanie	Délégation Régionale du Développement Rural du Trarza, Mauritanie	Entreprise Habitat et Développement en Mauritanie
Organisation de pêcheurs, Sénégal	Union Hydraulique, Sénégal	Parc National du Diawling, Mauritanie
Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés, Sénégal	Comité d'Usagers, Sénégal	Parc National des Oiseaux du Djoudj, Sénégal
Université de Nouakchott	Association des Usagers, Mauritanie	Maire de Ronkh, Sénégal
	Association des Usagers, Sénégal	
	Fédération des Agriculteurs du Trarza	