

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE**

**REPUBLIQUE DU MALI**

-----

**Un Peuple - Un But - Une Foi**

**INSTITUT D'ECONOMIE RURALE**

-----

**DIRECTION SCIENTIFIQUE**

-----

**Centre National de Spécialisation en Riz**

***Titres de la proposition: Lutte contre les végétaux flottants nuisibles***

**Domaine de recherche : Système irrigué**

***Equipe de recherche : Gestion de la vulnérabilité des systèmes rizières du Mali aux principaux nuisibles***

**Partenaires :** Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB), Directions Régionales Agriculture et Direction Régionale de la Conservation de la Nature de Koulikoro, Ségou et Mopti

**Financement : WAAPP**

**Durée : 5 ans**

**Date début : 2009**

**Date fin : décembre 2013**

**Budget total : 35 305 800FCFA (Trente cinq millions trois cent cing mille huit cents francs CFA)**

# **1. Informations générales sur le projet**

## **1.2. Titre de la proposition : Lutte contre les végétaux flottants nuisibles**

## **1.3. Domaine concerné : Système irrigué**

## **1.4. Résumé**

### **Justification et Objectifs**

Au Mali comme dans beaucoup d'autres pays, les végétaux flottants nuisibles constituent un véritable problème de gestion de l'eau et de l'environnement de façon plus générale. Les plus connus sont *Salvinia molesta*, *Eichhornia crassipes* et *Typha australis*.

Ces espèces ne cessent de se propager depuis leur apparition dans les réseaux d'irrigation de l'Office du Niger et dans le delta intérieur en aval de Mopti. Les mares, les infrastructures et les ouvrages de retenue ou d'irrigation situés sur le cours du fleuve Niger sont les plus touchés. Ils représentent une réelle menace pour les autres plans d'eau du pays.

La présence de *Salvinia* et la jacinthe provoque la réduction des zones de pêche, l'obstruction des ponts, canaux et par conséquent la réduction de la fluidité des eaux, la pénétration de la lumière, la concentration d'oxygène et l'offre d'habitats propices pour les vecteurs et agents responsables de maladies hydriques : paludisme, bilharziose et choléra.

Le typha a été introduit en Zone Office du Niger dans le but de fixer les digues et diguettes. C'est un roseau long, qui émerge au dessus de l'eau avec des feuilles longues. Le typha peut dominer et remplacer les autres plantes de la zone humide, entraîner la couverture des plans d'eau ouverts et empêcher ainsi l'accès des populations à l'eau et aux ressources halieutiques. Il peut accroître l'évapotranspiration (entraîner ainsi des pertes d'eau au niveau des lieux de stockage) et peut bloquer les canaux d'irrigation et de drainage.

L'Office du Niger, face à ces fléaux qui constituent aujourd'hui sa préoccupation principale, mène un programme de lutte essentiellement basé sur la lutte mécanique et l'établissement de barrages flottants pour protéger les ouvrages hydrauliques et empêcher l'infestation des zones en aval. Cependant, malgré les efforts de plus en plus croissants, la couverture des plans d'eau, l'encombrement des voies d'eau et des ouvrages évolue de manière dramatique.

C'est pour accompagner les efforts de l'Office du Niger, l'Office du Périmètre irrigué de Baguinéda et les populations riveraines du fleuve Niger que ce projet a été initié.

### **Description de la recherche**

Les activités du présent projet porteront sur l'inventaire des plantes aquatiques nuisibles dans les plans d'eau du delta central et Office du Niger, la lutte biologique par l'utilisation d'ennemis naturels contre *salvinia* et jacinthe, l'identification des sites infestés, la lutte chimique et physique contre *Typha* et *Ceratophyllum* et l'intégration des méthodes de lutte pour une réduction sensible de l'envahissement des plans d'eau par ces végétaux.

## Résultats attendus

- Les principales plantes aquatiques nuisibles en zone Office du Niger et dans le delta central sont inventoriées et une carte de répartition est élaborée,
- Une technique de lutte biologique contre salvinia est proposée avant 2013,
- DLes voies d'eau envahies par *Salvinia molesta* sont nettoyées avant 2013,
- l'efficacité de 1 ou 2 herbicides contre le typha est connue,
- Une technique de lutte intégrée contre ces végétaux est proposée.

**Budget 2009: 8 748 600 FCFA (Huit millions sept cent quarante huit mille six francs CFA)**

**Date de démarrage : 2009**

**Date de fin : décembre 2013**

## 2. Justification/Objectifs

### 2.1. Source de l'idée

Suite à l'infestation du fleuve Niger, des réseaux d'irrigation de l'Office du Niger par les végétaux aquatiques envahissants qui sont la jacinthe d'eau et actuellement la fougère d'eau, l'IER a été interpellé par l'Office du Niger en août 2004 et par le Premier Ministre en octobre 2005 et 2008 pour trouver une solution au problème de ces végétaux flottants nuisibles.

### 2.2. Description du problème

La fougère d'eau (*Salvinia molesta*) et la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sont parmi les végétaux flottants les plus nuisibles au monde. La prolifération de ces végétaux dans le fleuve Niger, les falas, les canaux de l'Office du Niger et du Périmètre irrigué de Baguinéda et en aval de Mopti représente aujourd'hui un fléau au Mali. Cet envahissement végétal des plans d'eau constitue un obstacle grave aux fonctions multiples que remplissent le fleuve, les falas, les canaux, mares et affectent gravement la vie quotidienne des populations locales. Dans les zones touchées, les hommes et les femmes sont contraints de consacrer davantage de temps et d'énergie à poursuivre leurs activités quotidiennes. Ils font face à la difficulté de nettoyer les voies de circulation des pirogues et à l'aggravation des problèmes de santé. Les pêcheurs subissent une diminution sensible de leurs gains. Les agriculteurs qui dépendent de l'eau pour irriguer consacrent beaucoup de temps au nettoyage des canaux.

Les dommages dus à *salvinia*, incluant les pertes en production de paddy, de poissons, d'électricité, de navigation, loisir, la santé et les manques à gagner ont été estimés en 1987 au Sri Lanka entre environ 0,9 à 2,1 millions de Dollars australien par an (Doeleman 1989 dans Jullien et al 2002). Sur cette base, le bénéfice annuel de la lutte biologique contre *Salvinia* a été estimé au niveau mondial par Room et Jullien (1995) à 150 millions de dollars US.

Au plan écologique, les tapis épais issus de la prolifération excessive de *salvinia* peuvent servir de support à d'autres plantes pour coloniser ou ensabler les plans d'eau. Les énormes biomasses consécutives sont très difficiles à détruire.

Au plan de la santé humaine, ces plantes favorisent la mise en place d'habitats propices pour les vecteurs de maladies hydriques comme le paludisme, la bilharziose, le choléra et l'onchocercose.

La présence de la jacinthe remonte à 1990 autour de la ville de Bamako. A partir de ce point elle a envahi le cours du fleuve Niger en aval et récemment le Bani. Elle représente une menace réelle pour l'environnement aquatique.

Le typha (*Typha australis*) qui a été introduit en zone Office du Niger dans le but de fixer les digues et diguettes a colonisé de vastes espaces dans les zones d'inondation. Son expansion pose d'énormes problèmes avec comme conséquence le développement des maladies d'origine hydrique, la baisse de qualité de l'eau pour la consommation humaine, la diminution de l'hydraulicité dans les axes d'irrigation et de drainage et la création d'une zone de refuge pour les oiseaux granivores entraînant une pression accrue sur les cultures céréalières.

L'Office du Niger pour faire face à l'explosion de *salvinia* dans les anciens sites d'infestation de la jacinthe, à l'envahissement progressif des canaux d'irrigation par de nouvelles plantes

comme *Moriophyllum*, *Certhophyllum*, mène un programme de lutte essentiellement basé sur la lutte par enlèvement manuel avec l'établissement de barrages flottants contre la fougère pour protéger les ouvrages hydrauliques et empêcher l'infestation des zones en aval. Cependant, malgré les efforts de plus en plus croissants, la couverture des plans d'eau, l'encombrement des voies d'eau et des ouvrages évolue de manière dramatique.

### 2.3. Point des connaissances

Le *Salvinia* géant, *Salvinia molesta* (Salviniaceae) est une fougère aquatique originaire du sud-est du Brésil. Elle est encore connue sous les noms de salvinia ou mauvaise herbe de Kariba à cause des vastes superficies qu'elle a envahies au niveau du lac Kariba (entre le Zimbabwe et la Zambie).

Elle se distingue par des feuilles vertes, arrondies flottantes sur les plans d'eau envahis. La face supérieure foliaire est envahie par un réseau de longs et rigides poils imperméables qui permettent aux feuilles de flotter. La forme en parapluie du sommet des ces poils est un caractère spécifique. De minces et plumeuses structures s'étendent sous la plante et des sporozoaires peuvent être observés sous les feuilles au niveau des tiges submergées.

Le *Salvinia* géant se répand très rapidement par reproduction végétative. Elle produit des plantes dont les tiges sont minces et se divisent facilement pour produire d'autres plantes. Au fur et à mesure que la densité des plantes s'accroît, des plantes matures et robustes naissent et produisent des tapis épais avec des plants entrelacés. *Salvinia* au cours de son développement peut avoir différentes formes. La forme primaire est petite, la plante porte 4 à 5 paires de feuilles plates de 0,5 à 0,8cm de diamètre. Sous la forme secondaire, la plante porte des feuilles de 2 à 4cm de diamètre et a un pouvoir de reproduction élevé. La plante dans sa forme tertiaire est établie et le tapis est formé, elle est mature, robuste et porte des paires de feuilles érigées sur un rhizome long de 15 à 20cm. La croissance de la plante à ce niveau est restreinte et relativement lente.

Il a été signalé dans plus de 20 pays (OLIVIER 1993) cité par (SANE 2001), entre autre la Papouasie-Nouvelle Guinée, le lac de retenue du barrage de Kariba, le Ghana et la Côte d'Ivoire. La présence du *salvinia* géant a été notée en novembre 1999 au niveau du fleuve Sénégal près du barrage de Diama à 15km du village de Khor, proche de Rosso et à 50km en amont du Parc national du Djoud en république du Sénégal (SANE 2001) et au Mali sa présence a été signalée courant 2000 (PRI 2000). Cependant sa distribution exacte n'est pas connue.

Les principales méthodes de lutte contre les invasions sont d'ordre mécanique et physique, chimique et biologique. La lutte mécanique et physique : les tapis de *S. molesta* peuvent être nettoyés des plans d'eau envahis par arrachage manuel ou avec des moyens motorisés. Cette méthode de lutte nécessite, néanmoins, le déploiement d'un nombre important d'hommes. C'est ainsi que le déploiement de 30 hommes n'a permis de dégager que 750 ha sur les 1500 ha de plan d'eau envahis au niveau d'un réservoir hydroélectrique indien après 3 mois de dur labeur (OLIVIER 1993) cité par (SANE 2001). Il s'ajoute à cela une répétition annuelle nécessaire de cette opération pour maintenir un niveau acceptable de contrôle des invasions.

L'arrachage manuel peut être envisagé sur des stades de colonisation initiale. Une fois la fougère établie avec des tonnes des plantes (environ 80t/ha) associée à une croissance rapide du végétal, la lutte physique devient impraticable et l'usage de moyens motorisés très coûteux.

Un autre procédé de lutte mécanique consiste à retenir le tapis de fougères à l'aide de filets pour permettre de créer des plans d'eau nettoyés de *S. molesta* et faciliter le transport fluvial. Cette méthode de lutte est limitée dans son efficacité non seulement par l'effort physique requis mais également par la rupture des filets du fait de la pression due à la croissance rapide des plantes et à l'effet des vents sur le tapis. Au Sénégal la mise en œuvre de cette méthode de lutte s'est traduite par le déploiement des services civils et militaires avec des moyens motorisés, des opérateurs privés et des populations locales.

La lutte chimique : l'application de cette forme de lutte bien qu'envisageable sur des plans d'eau ouverts, appelle des investigations pour limiter les conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Par ailleurs, la présence sur la face supérieure des feuilles d'une pilosité dense forme une barrière imperméable aux herbicides de contact, nécessitant l'utilisation d'agents mouillants.

Des applications de Paraquat et Diquat mélangés à des agents mouillants se sont révélées aussi efficaces dans la lutte contre les invasions du salvinia géant en Australie et Malaisie. Par contre, les applications de Glyphosate et Fluridone n'ont pas permis de contrôler les tapis de fougères.

Par ailleurs, la pulvérisation en laboratoire du détergent (sulfonate alkyl benzène linéaire) à 0,05% en solution aqueuse réduit de 48h la teneur en chlorophylle (75%) et protéine (85%) d'après OLIVIER (1993) cité par (SANE 2001). En Australie, un mélange de détergent et kérosène, formulé AF101, a causé une toxicité rapide sur salvinia géant. Cependant, ce procédé a été très vite abandonné suite à des plaintes sur son efficacité.

La lutte biologique : les invasions initiales du salvinia géant ont été réduites à 1% suite à une introduction de son ennemi naturel spécifique, le charançon, *Cyrtobagous salviniae*, en Inde, Afrique du sud et au Botswana, et que *C. salviniae* a réduit 250km<sup>2</sup> de tapis de salvinia géant à 3 km<sup>2</sup> en 1,5 an d'après OLIVIER (1993) cité par (SANE 2001).

Cependant il ressort de ces travaux que l'efficacité de l'ennemi naturel dépend des conditions climatiques et de la teneur en azote de l'eau. En effet, les températures basses (<16°C) et les teneurs faibles en azote (<2mg/l) sont défavorables à l'activité et la multiplication du charançon. De même, selon OLIVIER (1993) cité par (SANE 2001), plus la température et la teneur de l'eau en azote et phosphore augmentent, plus les charançons se multiplient et causent des dégâts aux plantes. Ces auteurs notent que des températures de l'eau de 16 à 30°C et des teneurs de la plante de 2 à 20mgN/l et 2mg PO<sub>4</sub>-P/l sont favorables à une croissance rapide de la fougère et des charançons. *Cyrtobagous salviniae* (Coleoptera/Curculionidae) est un charançon noir subaquatique long d'environ 2mm. Les œufs sont déposés individuellement dans des cavités de la tige creusées par la femelle ou suspendus dans la masse de racines sous le rhizome. Pendant environ 60 jours, la femelle pond 2 à 5 œufs par jour. Chaque œuf donne naissance après 10 jours à une larve néonate qui se nourrit du jeune bourgeon terminal de la plante. La larve s'enfonce 4 à 14 jours après dans le rhizome où elle subit des mues en 3 stades successifs, complétant son développement en 23 jours environ. La nymphose a eu lieu dans un cocon, souvent dans la masse de racines. Lors de sa prise de nourriture, l'adulte endommage les bourgeons foliaires et les jeunes feuilles terminales. Ces prélèvements associés à ceux des larves induisent une nécrose foliaire suivie d'une putréfaction de la plante CILLIERS (1991) cité par (SANE 2001).

Les prospections réalisées dans le cadre du projet sur la jacinthe (JAC1) ont permis de signaler la présence de cette fougère sous la forme primaire sur la rive du fleuve Niger à

Bamako et les canaux d'irrigation de l'Office du périmètre irrigué de Baguinéda. Le contrôle des invasions de *S.molesta* n'a pas fait l'objet d'étude. Une lutte biologique engagée alors qu'il en reste encore temps peut permettre de contrôler l'infestation qui est à ces débuts et permettre à l'état de faire des économies.

La jacinthe d'eau *E.crassipes* Solms-Laubach de la famille des Pontédériacées est une plante flottante avec des racines plumeuses en suspension dans l'eau. Dans les eaux peu profondes, la plante s'enracine dans la boue. Les feuilles à limbe vert foncé ou clair, sont larges, ovoïdes ou réniformes. Elles sont disposées en rosette avec un pétiole long normal ou trapu et renflé. Les chaumes sont longs et minces sur des supports denses. La fleur est un faux épi avec des fleurs à court pédoncule, bleu clair à bleu violet. Elle comporte 6 pétales à la base soudée. Le fruit est une capsule trilobulaire. La graine mesure 3/10 à 0,5mm de longueur, allongée, elle possède 10 à 12 ornements longitudinaux. Chaque fleur peut produire une capsule pouvant contenir jusqu'à 200 graines. Les semences peuvent avoir une durée de vie 15 à 20 ans (OUEDRAGO 2000). La plante a une énorme capacité de reproduction végétative grâce aux pousses qui se détachent et deviennent des plantes séparées (SANE, 2000).

En Afrique elle a été signalée pour la première fois dans le delta du Nil et le Natal au début du 20<sup>ème</sup> siècle et au Zimbabwe en 1937, à partir des années cinquante à nos jours l'infestation s'est rapidement étendue à travers l'Afrique. Ainsi on retrouve la jacinthe d'eau sur le fleuve Congo, en Afrique de l'Est et surtout en Afrique de l'ouest : Nigeria, Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Burkina Faso et Niger (GOPAL 1987).

Les prospections réalisées dans le cadre du projet JAC1 ont permis de montrer que la jacinthe s'est implantée de façon durable dans la zone de l'Office du Niger. Elle est présente dans le fala de Bambougou à l'embouchure du canal de l'Office Riz Ségou, la zone d'inondation du barrage de Markala, le canal du Macina, du Sahel, la ville de Niono en zone Office du Niger, les principaux distributeurs et le fala de Molodo où elle est associée au typha (PRI, 2000). La jacinthe a également atteint le fleuve Bani en amont de Dioila jusqu'à N'Goron la limite actuelle de diffusion dans la préfecture de Bla (PRI, 2001). Cette situation augmente les chances d'infestation du delta du Niger qui sert de zone de reproduction des poissons, de refuge pour les oiseaux migrateurs et zone de transhumance des animaux au Mali. L'infestation du delta communiquerait avec celle de la république du Niger (DEMBELE B.2002). Cependant la situation de l'infestation dans cette zone n'est pas bien connue ainsi que les raisons de l'absence de la jacinthe d'eau à Mopti malgré sa présence dans la zone de Macina depuis 1997. De même le degré d'infestations des autres plans d'eau du Mali en dehors du Niger et du Bani (le Sénégal, le Sankarani, le Diaka) n'est pas bien connue ou partiellement.

La pollution des eaux du fleuve par les principaux rejets polluants, a fait l'objet d'étude dans le cadre du projet JAC1. Leur classification en eaux usées domestiques, en eaux usées industrielles, en eaux usées urbaines, en eaux usées des teintureries et abattoirs, toutes déversées dans le fleuve Niger par le biais des réseaux d'égouts, des collecteurs, des caniveaux, des effluents a permis d'identifier, de vérifier, de recenser et de choisir les différents sites de prolifération de la jacinthe d'eau. Ainsi l'analyse de la teneur en éléments nutritifs et de la vitesse de multiplication sur ces différents substrats a permis de confirmer que la pollution constitue un des facteurs favorables au développement des plants de jacinthe d'eau au Mali (PRI, 2000). Sur la berge du fleuve Niger derrière la Compagnie Malienne des Textiles (COMATEX-SA) à Ségou il existe des points de prolifération qui reçoivent les déchets liquide et solide de l'abattoir régional de Ségou qui sont déversés dans le fleuve. Cette situation conditionne la vitesse de réinfestation en amont de Markala.

L'une des caractéristiques de l'évolution de l'infestation des fleuves Niger et du Bani est le lien de cette infestation avec les fluctuations saisonnières du niveau d'eau. En effet la montée des eaux en juin entraîne les touffes de jacinthe vers de nouveaux sites en aval ou les déposent sur les berges dans des endroits éloignés du lit de décrue. La plupart de ces touffes se dessèchent et meurent lorsque les eaux se retirent, à partir du mois de novembre. L'importance de l'infestation de la saison sèche suivant dépend de l'inoculum de départ et du degré de pollution des eaux. Ce phénomène a une importance capitale sur les stratégies de lutte contre la jacinthe en milieu ouvert que sont ces cours d'eaux. Aucune étude n'a été faite sur cette interaction et ses relations avec les méthodes de lutte utilisables au Mali. Le rôle des graines dans cette infestation n'est également pas connu. Cette connaissance pourrait déterminer les stratégies de lutte dans les zones où ce mode de reproduction est prépondérant.

Les principales méthodes existantes sont : la lutte manuelle, la lutte mécanique, la lutte chimique et la lutte biologique. Ces différentes méthodes sont souvent combinées.

Il existe deux formes de lutte au Mali, la lutte par enlèvement manuelle qui est la plus utilisées et la lutte biologique.

Concernant la lutte manuelle, diverses initiatives ont été prises au niveau de certains services ou de certaines populations confrontées à l'envahissement des berges ou des infrastructures. Des enlèvements manuels sont pratiqués par EDM à Sotuba, l'OPIB à Baguinéda, l'Office du Niger à Markala (Point A), à Niono et par des maraîchers, pêcheurs à Bamako, Gouendo. L'inconvénient de cette pratique est que le travail n'est pas fait au bon moment. La plupart de ces travaux sont effectués pendant l'hivernage sous forme d'actions d'urgence dont la portée est limitée en termes d'efficacité à long terme étant donné qu'elles n'influencent pas l'infestation de la campagne suivante qui est plutôt liée à l'infestation résiduelle en janvier. D'autre part, les résidus de plants qui restent dans l'eau contribuent à la réinfestation. La lutte manuelle n'est également pas coordonnée entre les différents acteurs ce qui peut avoir pour conséquence la réinfestation des zones en aval déjà nettoyées. Cela nécessite une recherche action en vue de déterminer les périodes, les sites indiqués pour la lutte manuelle et la chronologie entre les zones.

La lutte mécanique par trituration et l'extraction constitue les deux types de lutte mécanique permettant de réduire l'infestation de la jacinthe d'eau. Elles ne sont pas pratiquées au Mali compte tenu de son coût élevé en termes de matériel et de technologie.

La technique de manipulation de l'habitat est une méthode de lutte qui s'effectue dans les endroits où l'on peut intervenir sur le niveau de l'eau par exemple les canaux d'irrigation, au niveau des barrages, des retenues d'eau et des fossés. Elle consiste à diminuer le niveau de l'eau. Ainsi les tapis de végétaux qui se dessèchent, pourront être brûlés par la suite. La rapidité du séchage des plantes dépend de la température, de la pente et du type de sol. Ce temps peut être long si le sol est boueux.

Concernant la lutte chimique, trois herbicides sont recommandés aux Etats Unis (GOPAL 1987) pour le contrôle de la jacinthe d'eau : le 2,4 -D, le Diquat et le Glyphosate. Le 2,4-D et le Glyphosate ont été testés à petite échelle à Niono, ils n'ont pas été appliqués sur des grandes superficies pour évaluer leur efficacité sur la jacinthe. En cas d'obstruction des ouvrages ou des voies d'eaux ces herbicides pourront servir de voies de recours.

L'absence d'ennemis naturels est un facteur très important de la prolifération de la jacinthe. En effet la plante a été introduite en Afrique sans ses ennemis naturels et dans son milieu

d'origine du bassin amazonien, elle est attaquée par plusieurs ennemis naturels spécifiques parmi lesquels les poissons, les insectes, les microorganismes (champignons, bactéries) et les végétaux.

L'utilisation des ennemis naturels pour le contrôle de la jacinthe a été étudiée. La carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), le lamantin (*Trichechus manatus*), la tortue (*Kachugatectum tentoria*), l'escargot (*Marisa cornuariettes*); des insectes de l'ordre des lépidoptères : *Acigona infusella*, *Belloura densa* et *Sameodes albiguttalis*, des orthoptères : *Orthogalumna terebrantis* et des coléoptères : *Neochetina eichhorniae* et *Neochetina bruchi* en sont des exemples (GOPAL 1987).

Concernant les microorganismes pathogènes de la jacinthe d'eau, plusieurs auteurs (GOPAL 1987) ont reporté des champignons, des bactéries mais aucun virus n'a été découvert pour le moment. La plupart des genres rencontrés étaient : *Alternaria spp*, *Cercospora piaropi*, *Acremomyium zonatum*, *Myrothecium roridum*, *Fusarium*. *Alternaria eichhorniae* s'est montré meilleur candidat potentiel pour la lutte biologique en Egypte et en Inde (GOPAL 1987). La même source indique que *Cercospora piaropi* qui a causé une sévère réduction de la jacinthe en Afrique du Sud pouvait aussi être un agent potentiel de lutte biologique.

Au Soudan, parmi les champignons isolés des plants malades de jacinthe, *Drechslera spicifera*, *Acremomyium zonatum* et *Phoma sorghina* causaient de sérieux dégâts aux feuilles de jacinthe (GOPAL 1987).

L'utilisation d'*Alternaria eichhorniae* comme mycoherbicide dans le contrôle de la jacinthe a donné des résultats très probants en Egypte (SHABANA 2002).

La lutte biologique a contribué à la maîtrise de la jacinthe d'eau dans plusieurs pays du monde. Au cours de ces expériences, l'utilisation de *Neochetina bruchi* et de *Neochetina eichhorniae* combinée avec le pathogène *C. rodmanii* a permis de réduire l'infestation de jacinthe d'eau jusqu'à 70 % (GOPAL 1987).

Au Mali la lutte biologique a été initiée dans le cadre d'un programme de coopération technique (TCO/MLI/6613 A) intitulé : Appui à la lutte contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles. Ce projet a construit 8 bassins d'élevage à la station de recherche agronomique de Sotuba. Deux charançons *N. eichhorniae* et *N. brucchi* ont été introduits du Ghana et Zimbabwe pour être multipliés. Des lâchers ont été effectués depuis mai 1997 dans le fleuve Niger. Le projet JAC1 a pris la relève pour la multiplication et les lâchers. Plus de 50.000 insectes ont été lâchés dans différents sites à Bamako, Ségou, Markala, Miyou et Niono sur le fleuve Niger et les canaux d'irrigation de l'Office du Niger.

Les insectes se sont maintenus dans la plupart des sites. Le fleuve étant un milieu ouvert les phénomènes de crue et de décrue peuvent influencer la densité des insectes, certains peuvent mourir et les restants ou survivants avant de se multiplier à nouveau mettent du temps pour contrôler l'infestation, d'où la nécessité de faire les lâchers en permanence en vue d'obtenir des densités élevées de charançons. L'impact de l'intégration de la lutte manuelle aux lâchers des insectes dans le contrôle des infestations n'est pas connu.

L'identification des champignons pathogènes, bactéries en vue de leur utilisation pour le contrôle de la jacinthe n'a pas fait l'objet d'étude. Cette activité prévue dans le projet JAC1 n'a pas pu être exécutée totalement suite à des difficultés financières.

Deux espèces de typha (*Typha domingensis ou australis* et *Typha capensis*) sont très répandues en Afrique et ailleurs sous les tropiques. Ce sont donc des plantes africaines. Elles ne sont pas étrangères.

Le Typha est une plante monocotylédone très répandue dans les zones humides de tout genre, les rivages des fleuves, des lacs, des barrages et bassins peu profonds ainsi que les canaux d'irrigation et les fossés aux abords des routes. Le typha peut pousser dans les eaux à faible taux de sodium.

C'est un roseau long, émergeant jusqu'à (5m au dessus de l'eau) avec des feuilles longues, plates et une fleur caractéristique pointue sur une robuste tige tubulaire. Cette tige a beaucoup de fleurs femelles de couleur brune fortement enchâssées et au dessus d'elle, des fleurs mâles crème.

La reproduction est sexuée. Les joncs produisent des millions de graines ayant des colons soyeux reliés les uns aux autres pour former une masse de matière floconneuse qui s'empporte facilement par le vent ou transporté par les oiseaux et autres animaux. De cette façon le typha peut se disséminer très largement et coloniser toute zone humide disponible.

Le typha peut dominer et remplacer les autres plantes de la zone humide, entraîner la couverture des plans d'eau ouverts et empêcher ainsi l'accès des populations à l'eau et à la pêche. Le typha peut accroître l'évapotranspiration (entraîner ainsi des pertes d'eau au niveau des lieux de stockage) et peut bloquer les canaux d'irrigation et de drainage.

Les principales méthodes de lutte contre les invasions sont d'ordre mécanique et physique et chimique. Dans les cours d'eau soumis à une gestion, le typha peut être contrôlé par l'augmentation de la profondeur de l'eau au-delà de 2 mètres. Dans les zones humides sauvages, le faucardage et l'utilisation des herbicides peuvent être appliqués pour lutter contre le typha.

La présence proposition permettra de poursuivre, de compléter les recherches menées dans le cadre du projet JAC1, et de les étendre sur la fougère d'eau et le typha.

## **2.3. Situation dans le flux du développement technologique**

Les activités de ces projets sont à la fois des recherches adaptatives et de génération de technologies.

## **2.5. Objectifs**

### **2.5.1. Objectif général**

L'objectif global vise à contribuer à la sécurisation des productions végétale et halieutique, à la pérennisation des ressources naturelles et des infrastructures.

### **2.5.2. Objectifs spécifiques**

- Inventorier les plantes aquatiques nuisibles présentes en zone Office du Niger et le delta central Nigérien ;
- Nettoyer des voies d'eau envahies par les invasions par *Salvinia* ou *la jacinthe* .;

- identifier la meilleure technique de lutte contre le Typha et Ceratophyllum;
- proposer une technique de lutte intégrée contre ces végétaux aquatiques nuisibles.

## 2.6. Utilisateurs et régions cibles

Les résultats de ces recherches sont destinés aux gestionnaires des périmètres irrigués et à la production de connaissances scientifiques.

Ils bénéficieront également aux populations riveraines, pêcheurs, maraîchers, et autres exploitants rizicoles.

## 3. Plan de la recherche

### 3.1. Matériels et méthodes

**Activité 1.** Prospection des plantes aquatiques nuisibles

**Opération 1.** L'inventaire des plantes aquatiques nuisibles

L'inventaire des plantes aquatiques nuisibles, leur répartition spatiale au niveau des plans d'eau, l'identification des sites infestés et le suivi de leur évolution dans le temps.

La méthodologie pour la prospection consiste à recueillir des informations avec les populations riveraines (pêcheurs, maraîchers riziculteurs et bergers) sur la présence des végétaux aquatiques nuisibles, l'espèce présente, le nom vernaculaire, les périodes d'observation, l'abondance, les sites infestés, les nuisances et l'observation des berges du plan d'eau. Les espèces de plants non déterminées seront collectées puis identifiées à partir des flores et d'un herbier de référence.

Le niveau des infestations sera évalué en utilisant une échelle de notation visuelle et les prélèvements de biomasse au niveau des carrés dans les sites infestés. Les observations sur salvinia porteront sur le nombre de plants/m<sup>2</sup>, le nombre de feuilles/plants, le nombre de bourgeons par plant, le stade de développement et l'état des plants. Les observations sur la jacinthe porteront sur le nombre de plants/m<sup>2</sup>, le nombre de tiges/plant, la taille et le poids frais/m<sup>2</sup>. Ces sites seront géo référencés à l'aide du GPS en vue d'élaborer une carte de répartition. Ces évaluations sont faites 2 fois dans l'année.

**Sites :** zone du Delta central, Bamako et Baguinéda

**Activité 2.** Méthodes de Lutte

**Opération 1.** Lutte biologique contre *S. molesta*

Le matériel végétal est constitué par les plants de *S. molesta* de troisième stade et le matériel animal est constitué par le charançon (*Cyrtobagous salviniae*).

La lutte biologique se fera par l'utilisation de ce charançon élevé en masse dans les unités d'élevage de Sotuba et Niono. Ils seront collectés après multiplication et lâchés sur les plants de salvinia au niveau des sites infestés.

**Site :** Ségou, Bamako, Baguineda.

## **Opération 2.** Lutte biologique contre la jacinthe d'eau

Le matériel végétal est constitué par la jacinthe d'eau et de salvinia et le matériel animal est constitué par deux espèces de charançon (*Neochetina bruchi* et *Neochetina eichhorniae*) contre la jacinthe .

La lutte biologique se fera par l'utilisation de ces ennemis naturels élevés en masse dans les unités d'élevage de Sotuba et Niono. Ils seront collectés après multiplication et lâchés sur les plants dans les sites infestés.

L'impact de la lutte biologique sera évalué dans les sites de lâcher des charançons. Ces évaluations se feront à des intervalles réguliers au cours de l'année.

### - Contre *Salvinia molesta*

Cette évaluation sera réalisée tous les 4 mois sur les sites de lâcher dans les carrés. Les observations porteront le nombre total de bourgeons par plant, le nombre de bourgeons détruits par les insectes par plants, le nombre de feuilles/plants, le nombre d'insectes/plants, le stade de développement et l'état des plants des plants.

### - Contre la jacinthe d'eau

Cette évaluation se fera par la méthode de la biomasse de jacinthe d'eau tous les 6 mois. Elle consiste à choisir au hasard un carré dans la touffe de jacinthe et à couper les plants. Les observations porteront sur la hauteur, le poids, le nombre de plants, de tiges, les marques d'alimentation des insectes, la capture et le comptage des insectes par mètre carré. Cette opération est répétée à raison de 5 carrés par site. L'échelle de notation visuelle est également utilisée pour apprécier le niveau d'infestation du plan d'eau.

## **Opération 3 :** Lutte chimique et physique contre le typha et *Ceratophyllum*

L'efficacité des molécules chimiques sans risque majeur pour l'environnement sera évaluée sur le typha. Les traitements seront constitués par 4 doses du produit (T1=3/4 dose mentionnée sur l'emballage, T2=dose mentionnée sur l'emballage, T3=3/2 de la dose mentionnée sur l'emballage, T4= double dose mentionnée sur l'emballage) et T5= Témoin chimique. Les parcelles élémentaires sont de 50m<sup>2</sup> (5mx10m).

La lutte physique portera sur le faucardage du typha et la manipulation de l'habitat de *Ceratophyllum*.

**Site :** Niono et Baguineda (OPIB)

## **Opération 4 :** Lutte intégrée contre *Salvinia* et jacinthe d'eau

Après les enlèvements manuels dans les canaux, des lâchers d'insectes seront effectués sur les plants résiduels à l'intérieur des canaux d'irrigation. Les observations se feront à partir d'une échelle de notation visuelle du plan d'eau à 3 et 6 mois.

**Site :** Bamako, Baguinéda (OPIB), Ségou et Mopti

## **4. Répercussions attendues**

### **4.1. Répercussions économiques**

La réduction de salvinia dans le fleuve Niger et les canaux d'irrigation permettra dans l'immédiat de réduire les dépenses effectuées dans la lutte (environ quatre cent millions de francs CFA /an à l'Office du Niger. Les montants dégagés par cette diminution pourront être investis dans d'autres secteurs du développement. Sur la base des chiffres avancés par la CEDEAO, une réduction de la jacinthe pourrait permettre d'économiser une bonne partie des 4 milliards de pertes dues à ce fléau au Mali (Dembélé B. et DIARRA 1999).

### **4.2. Répercussions sur l'environnement**

La maîtrise de la jacinthe et de salvinia permettra de sauvegarder les plans d'eau de l'assèchement accélérée, de sauver les ressources halieutiques et de préserver la santé des populations par une réduction de la prévalence des maladies hydriques en particulier le paludisme et la diarrhée. L'utilisation des candidats potentiels de lutte biologique natifs du milieu aquatique du Mali est sans danger pour cet environnement.

## **5. Actions nécessaires pour que les résultats soient accessibles aux utilisateurs cibles**

Elaboration de fiches techniques

Formation des populations et des services techniques

Sensibilisation des populations

## 6. Plan d'exécution technique

### 6.1. Calendrier d'exécution

Projet	ACTIVITÉ	Opération	2009	2010	2011	2012	2013
Lutte contre des végétaux flottants	<b>Prospection</b>	Inventaire des végétaux aquatiques nuisibles	X	X	X	X	X
	<b>Méthodes de Lutte</b>	Lutte biologique contre salvinia	X	X	X	X	X
		Lutte biologique contre jacinthe		X	X	X	X
		Evaluation d'impact de la lutte biologique		X	X	X	X
		Lutte physique et chimique contre typha		X	X	X	X
		Intégration méthodes de lutte		X	X	X	X

### 6.2. Critères d'évaluation

Cette recherche sera évaluée sur les points suivants

- Niveau d'infestation des plans d'eau actualisé,
- principales plantes aquatiques nuisibles connues et carte de répartition élaborée,
- niveau de réduction de l'infestation de salvinia et jacinthe,
- l'efficacité de 1 ou 2 herbicides contre le typha connue avec précision
- technique de lutte intégrée contre Salvinia, jacinthe et Typha

### 6.3. Rapports

Un compte rendu de chaque activité sera fait sous forme de rapport d'étape. Un rapport annuel fera le point de l'ensemble des résultats disponibles.

### 6.4. Participants

#### 6.4.1. Programmes et Centres de l'IER concernés

CRRA de Niono (PRI, ESPGRN), CRRA de Sotuba (PSORG, LABOSEP, SIG), CRRA de MOPTI (ESPGRN, PRFH)

## 6.4.2. Fonction, temps et responsabilité chercheurs

Noms et prénoms	Fonction	Diplômes	Temps %	Responsabilité
Lassana DIARRA	Entomologiste	DEA	40	Chef projet chargé de l'élaboration des protocoles, suivi d'exécution des activités et rédaction rapports
Soungalo SARRA	Malherbologiste	PhD	20	Elaboration de protocoles de lutte chimique
Mountaga KAYENTAO	Agronome	DEA	30	Chargé de la lutte biologique

## 7. Budget

BUDGET RECAPITULATIF						
Désignation	Montant FCFA					
	Total	2009	2010	2011	2012	2013
Frais de personnel	3 270 000	654 000	654 000	654 000	654 000	654 000
Frais opérationnels	24 096 500	6 745 500	4 839 000	4 634 500	4 851 250	5 626 250
Investissements						
Coûts indirects/frais de gestion	5 339 300	1 349 100	967 800	926 900	970 250	1 125 250
Total général du projet	35 305 800	8 748 600	6 460 800	6 215 400	6 475 500	7 405 500

Contribution bailleur:	100%	35 305 800	8 748 600	6 460 800	6 215 400	6 475 500	7 405 500
Contribution client	Salaire chercheurs	salaires	salaires	salaires	salaires	salaires	salaires

**Note explicative du budget :** le budget total du projet s'élève à **35 305 800fcfa** (Trente cinq millions trois cent cinq mille huit cents francs CFA). Il prend en charge les frais opérationnels, les primes des fonctionnaires et les coûts indirects. Cette augmentation du budget total s'explique par la prise en compte d'une unité d'élevage des ennemis naturels à Niono, accueil chercheurs étrangers (missions d'appui) et l'augmentation du temps chercheur du chef projet. Il est à préciser que le faible montant du budget initial était lié aux erreurs de calcul.

Les salaires des fonctionnaires sont pris en charge par le budget de l'état.

## 8. Référence bibliographique

**Cilliers, C.J 1991.** Biological control of water fern, *Salvinia molesta* (Salviniaceae), in South Africa. Agriculture, Ecosystems and environment 37: 219-224

**Dembélé, B. et Diarra, C. 1999.** -Mise au point des techniques de lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et d'autres plantes aquatiques nuisibles (JAC1)12p

**Dembélé, B. 2002.** -Situation des plantes aquatiques nuisibles dans les pays de la CDEAO 12P

**Gopal, B. 1987.** - Water Hyacinth. Aquatic Plant Studies1. pp 5-17, 31-46,184-231

**Howard, G.W. ET Matindi, S.W. 2003** - Les espèces étrangères envahissantes dans les zones humides de l'Afrique. Quelques menaces et des solutions 15p

**Jullien M.H., T.D. Center and P.W. Tipping in : Van Driesche R et al 2002** . Biological Control of invasive plants in the Eastern United states ; USDA Forest service Publication FHTET 2002- 04, 413p

**Ouédrago, R.L. et al. 2000.**-Projet pilote de contrôle intégré de *E.crassipes* (MART.)SOLM.LAUB.ou jacinthe d'eau au Burkina Faso 94p

**Programme Riz Irrigé.** -Rapports de recherche 2000 à 2002 (JAC1)

**Sane, I. 2000.** -Pour une approche intégrée de protection durable de notre environnement contre les végétaux aquatiques envahissants 27 p

**Sane, I. 2001.** -Note synthétique sur la fougère aquatique, *Salvinia molesta* D.S.Mitchell et son ennemi naturel spécifique le charançon *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands 11p

**Shabana, Y. M. 2002.** -The use of *Alternaria eihchhorniae* as a mycoherbicide for water hyacinth training workshop for IMPECCA.