

**Projet
Association de digues et de canaux pour la lutte
contre l'intrusion saline dans les rizières de
Bandial**



**sur demande d'IDEE Casamance
présenté par Sara Eeman
St. Louis, Nov-Dec 2004**

Introduction

Depuis plus de deux décennies, la région de Ziguinchor subit les effets immédiats et à long terme de la sécheresse. La diminution des pluies a causé de nombreux problèmes au niveau de la riziculture traditionnelle, culture présente depuis des siècles dans cette région. Plusieurs champs de riz ont été abandonnés dû, en grande partie, à des problèmes de salinisation et d'acidification (Barry et al. 1988). Une recherche menée dans le marigot de Bandial (lieu visé par le projet actuel) a également démontré une augmentation importante de la salinité du sol surtout à la fin de la saison sèche (Olivry, 1987).

Depuis plus de 20 ans, de nombreuses digues, barrages et ouvrages ont été érigés dans le but de protéger les vallées et d'améliorer les problèmes liés à la salinisation et à l'acidification.

Présentation du site du projet (Basé sur Sagna, 2004)

Le site identifié pour ce projet se trouve en Basse Casamance, dans le département de Ziguinchor, à l'arrondissement de Nyassia, dans la communauté rurale de Enampore. Il s'agit du village de Bandial, situé près du fleuve Casamance. L'accès y est très difficile, la seule route praticable étant une digue large d'environ un mètre traversant les mangroves. Pendant la saison des pluies, la pirogue devient pratiquement le seul moyen de rejoindre le village. Celui-ci est divisé en trois quartiers, soit Enéguène, Ubak et Ebankine. La population est estimée à 313 personnes, dont 156 sont des hommes (RGPH 2002) (Sagna, 2004).

Le projet est localisé dans la zone nord-ouest du quartier Enéguène, entre le cimetière et le bassin piscicole déjà existant. Une superficie de 315m reste à protéger de la salinisation, justifiant ainsi le choix du site devant accueillir le projet. La digue construite permettrait de compléter le '*Ba sa kété*', c'est-à-dire le complexe des digues protégeant les rizières contre les eaux salées du marigot.

En effet, dans le cadre du programme de renforcement de la production agricole, initié par le PAM (Programme alimentaire mondial de l'ONU) et le comité technique régional domicilié au conseil régional, la population locale avait déjà réalisé en 2001-2003 des digues sur une distance de plus de deux kilomètres, dont une partie de ces dernières couvre le site de '*Ba sa kété*'.

Objectifs du projet

Les deux objectifs principaux du projet sont :

- l'amélioration de la protection des rizières en amont de la digue en contrôlant les écoulements salins souterrains par la mise en place de canaux ;
- l'augmentation de la sécurité alimentaire par l'accès possible à une source supplémentaire de protéines pour la population de Bandial, par le développement de la pisciculture dans les canaux terminés.

Premier Objectif :

À une échelle réduite, les barrages anti-sels sont considérés comme étant la meilleure solution pour le développement de la riziculture dans les conditions actuelles de sécheresse (Barry, 1988). Par contre, ces digues présentent certaines limites quant à leur efficacité. Malgré que ces dernières fonctionnent bien au niveau de l'écoulement des eaux salines en surface, elles n'empêchent pas l'intrusion des eaux salines souterraines en saison sèche. La zone directement en amont de la digue restera salée, même si la tête de la vallée se retrouve exempte de sel puisqu'elle ne subit que la salinisation des eaux de surface (Diawara et al. 1988).

Ainsi, afin de mieux contrôler l'écoulement de l'eau salée souterraine, ce projet propose de construire un barrage anti-sel ainsi que des canaux installés parallèlement à ce dernier. Les canaux, une fois remplis d'eau douce, pourront empêcher l'intrusion de l'eau saline pendant la première période de la saison sèche, en créant un poids qui abaissera le niveau de la nappe salée.

Cette méthode permettrait donc, en quelque sorte, de prolonger la période de croissance du riz en différant l'intrusion du sel qui endommage normalement les récoltes au début de la saison sèche. De plus, en repoussant l'intrusion saline, l'impact de cette dernière sera considérablement diminué, réduisant ainsi la quantité d'eau nécessaire à la désalinisation des sols à l'arrivée de l'hivernage.

Deuxième objectif :

Une fois les canaux en place et remplis d'eau douce, ils pourront être utilisés comme bassins piscicoles, augmentant potentiellement l'apport protéique de la population. La pisciculture faisant déjà partie intégrante des activités de la population de Bandial, ce deuxième objectif devrait s'insérer assez facilement dans le projet.

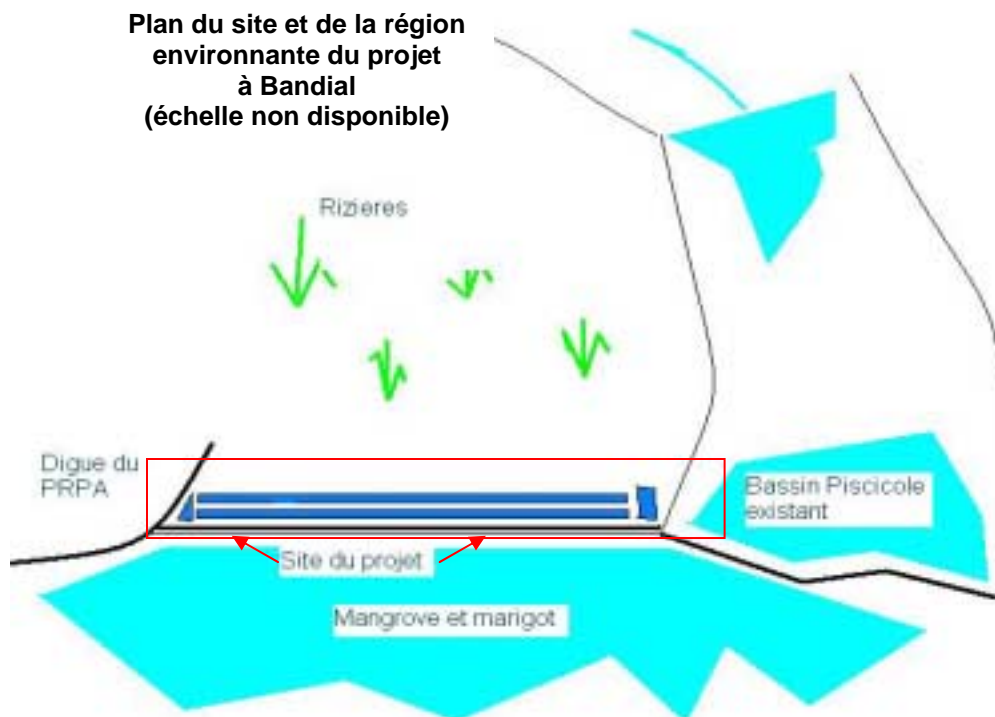


Figure 1 : Schéma du site du projet

Les principes hydrologiques du projet

Au niveau des bas-fonds, il existe un système de deux nappes, soit une nappe d'eau douce et une nappe d'eau salée. À l'arrivée de l'hivernage, la nappe saline se voit repoussée en profondeur par la nappe d'eau douce qui vient alors couvrir les bas-fonds. Il se forme par la suite une nappe d'eau douce continue d'un versant à l'autre des bas-fonds, nommée nappe saisonnière temporaire. (Fig. 2). Dans les bas-fonds, l'eau devient graduellement plus salée jusqu'à une profondeur d'environ 75cm, profondeur à laquelle la concentration de sel atteint son maximum. Par contre, cette eau provient d'une source différente, soit le marigot (analyses chimiques dans la zone de Djiguinoum). Durant la saison sèche, l'évaporation, le ruissellement et l'infiltration font disparaître la nappe d'eau douce, permettant à la nappe salée de revenir à la surface (Fig. 2) (Montoroi, 1996).

Malgré que les conditions généralement présentes dans les bas fonds ne coïncident pas de façon idéale avec les conditions illustrées dans le principe de Ghyben-Herzberg, ce dernier peut tout de même servir à expliquer le phénomène décrit ci-haut (Mbodj, 2001 et Montoroi 1996). La profondeur de la nappe salée dépend directement du poids de l'eau douce situé au-dessus, et ce poids est égal à la profondeur de celle-ci multipliée par sa densité (kg/m^3). Puisque la densité de l'eau salée est supérieure à celle de l'eau douce, cette dernière flotte au-dessus de l'eau salée, repoussant cette dernière à un niveau plus profond.

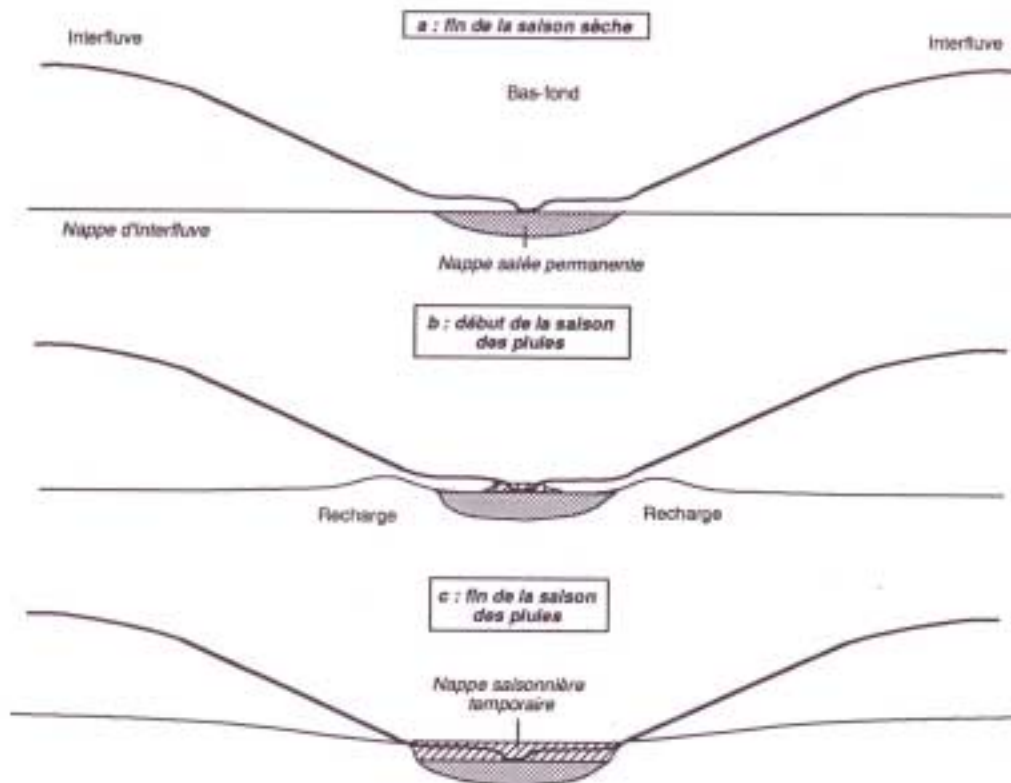


Figure 2 (Montoroi, 1996) : Système de deux nappes

Pour diminuer et retarder la résurgence de la nappe salée, il est important de retenir la présence de l'eau douce aussi longtemps que possible, préférablement à une profondeur supérieure à celle des bas-fonds, afin de rabaisser le plus possible le niveau de la nappe salée.

Cependant, le remplissage des canaux dépend de l'accessibilité à l'eau. Pendant l'hivernage, plus précisément de la fin du mois d'août jusqu'au mois d'octobre, il existe un surplus d'eau au niveau des rizières. Devant être évacuée afin de maintenir un niveau d'eau stable dans les cultures, l'eau pourrait éventuellement servir au remplissage des canaux. Le surplus d'eau habituellement disponible pendant l'hivernage se situe entre 10.000-20.000 m³, selon une extrapolation des données de l'étude portant sur la vallée de Djilakoun (Montoroi, 1996) et calculée selon la surface de 25 hectares du site de Bandial. Ainsi, le volume d'eau nécessaire pour remplir les deux canaux peut être facilement prélevé de ce surplus.

Par contre, il est très important que la densité de l'eau dans les canaux soit moindre que celle de la nappe salée, sinon l'eau des canaux ne flottera pas. Au contraire, si l'eau des canaux est plus dense que la nappe salée, les eaux se mélangeront et finiront par entraîner du sel jusqu'au niveau des rizicultures.

D'autre part, il est également important de maintenir un bon niveau d'eau dans les canaux pendant la saison sèche afin de prévenir l'abaissement du niveau de la nappe des bas fonds, au risque d'augmenter la concentration saline du sol. L'abaissement du niveau de la nappe des bas fonds risque d'entraîner une acidification du sol du à la présence possible de pyrites, phénomène qui s'avérerait plus néfaste que l'augmentation de la concentration saline (Loyer et al, 1987).

Les avantages de l'association de digues et de canaux

Riziculture :

En ce qui concerne la riziculture, il y a deux avantages notables :

- Puisqu'au début de l'hivernage la quantité d'eau nécessaire à la désalinisation des sols se verra réduite, il sera possible de procéder plus rapidement à la transplantation du riz, ce qui permettra d'allonger de quelques semaines le temps de culture.
- À la fin de la saison culturale, c'est-à-dire au début de la saison sèche, la période où l'eau salée ressurgira du bas fond se verra repousser, allongeant ainsi le temps de culture.

Un troisième avantage serait la possibilité d'utiliser une partie de l'eau douce des canaux pour l'arrosage des cultures lors de périodes sèches pendant l'hivernage, dans le cas où l'accès à l'eau deviendrait difficile.

Pisciculture :

L'eau des premières pluies dissolvant les sels et les acides du sol, elle ne doit pas demeurer dans les canaux, sinon les poissons pourraient mourir. Il serait donc important d'évacuer l'eau contaminée avec de l'eau douce, et de mesurer régulièrement le taux de sel et d'acide dans les canaux afin d'assurer la survie des poissons, et afin d'optimiser l'utilisation de l'eau douce.

Une fois l'hivernage débuté, l'eau peut demeurer dans les canaux pendant plusieurs mois, ce qui facilite la pisciculture. Par contre, si la qualité ou la quantité d'eau diminue, il faut agir.

Si le riz est déjà récolté, l'eau salée peut être utilisée pour remplir les canaux sans avoir de conséquences néfastes sur les poissons.

Toutefois, il faut tenir compte de deux conséquences possibles en utilisant l'eau salée. Premièrement, le taux de sel dans l'eau doit être maintenu à un niveau tel que les poissons n'en souffriront pas. Une concentration trop élevée de sel peut entraîner la mort de certaines espèces. Deuxièmement, la concentration de sel dans l'eau ne doit pas dépasser celle du marigot, sinon celui-ci remontera à la surface et entraînera trop de sel au niveau des sols, selon le principe de Ghyben-Herzberg (l'eau des canaux deviendrait plus dense, ce qui ferait remonter la nappe salée, Mbodj, 2001). Si ce phénomène se produisait, cela entraînerait un effort ardu de désalinisation ainsi que l'usage d'une grande quantité d'eau douce pour arriver à cette fin, ce qui n'est pas souhaitable.

Dans le cas où le riz est toujours en culture, il ne faut pas utiliser l'eau salée puisque celle-ci pourrait contaminer la récolte. Dans ce cas, il vaut mieux retirer les poissons des canaux le plus rapidement possible pour les vendre ou les consommer.

Aussi, puisqu'il y a deux canaux, il serait possible d'envisager d'utiliser un canal pour la pisciculture et de réserver le deuxième au bon maintien des rizicultures.

La mise en place du projet

Le projet sera mis en place selon 3 phases :

- Enquête préliminaire ;
- Mise en place ;
- Protocole expérimental de suivi.

Chaque phase est décrit ci-dessous.

Enquête préliminaire

- Déterminer les conditions culturales (récoltes, état des sols, niveau des nappes d'eau) en plusieurs mesures pendant la saison sèche et pendant l'hivernage.
- Déterminer les restrictions naturelles du terrain envisagé (acidité, salinité, qualité du sol, etc.) ainsi que des ressources disponibles (argile, sable, etc.).
- Déterminer la profondeur possible des canaux selon le poids nécessaire pour repousser la nappe d'eau salée (au moins 80-90 cm), tout en tenant compte de la présence de couches de pyrite pouvant causer l'augmentation de l'acidité des sols, provoquant une grave détérioration de ces derniers.
- Détermination du volume d'eau douce annuellement disponible au niveau du site envisagé.
- Détermination de l'équipement de base nécessaire à la réalisation du projet (piézomètres, salinomètre, pH-mètre, tarière, etc.).

Mise en place (Figure 3)

- La digue principale ainsi que les digues secondaires peuvent être construites en même temps que les canaux afin de minimiser le déplacement des ressources (sable, argile, etc.), tout en tenant compte des besoins de la pisciculture. Le nombre et la largeur des canaux dépendront surtout de la forme de la vallée et de la quantité d'eau douce disponible.
- Afin d'éviter que l'eau de mauvaise qualité ne se retrouve dans les canaux principaux, deux petits canaux transversaux seront creusés aux extrémités des digues afin d'aller se déverser directement dans le marigot.
- Afin de solidifier les digues, il est préférable de procéder à un entassement du sol à l'aide d'équipements lourds, sinon à l'aide d'outils manuels. Pour assurer une protection supplémentaire, des herbes locales à enracinement profond, tel le esseley, pourraient être plantées afin de recouvrir le sol et d'éviter son érosion.
- Deux ouvrages de béton seront érigés pour l'aménagement des eaux à l'emplacement où la digue principale rencontre les canaux transversaux. Des ouvrages plus petits seront également érigés entre les rizières et les canaux transversaux. Des tuyaux seront également insérés pour l'aménagement des eaux à l'endroit où les canaux principaux rencontrent les canaux transversaux.

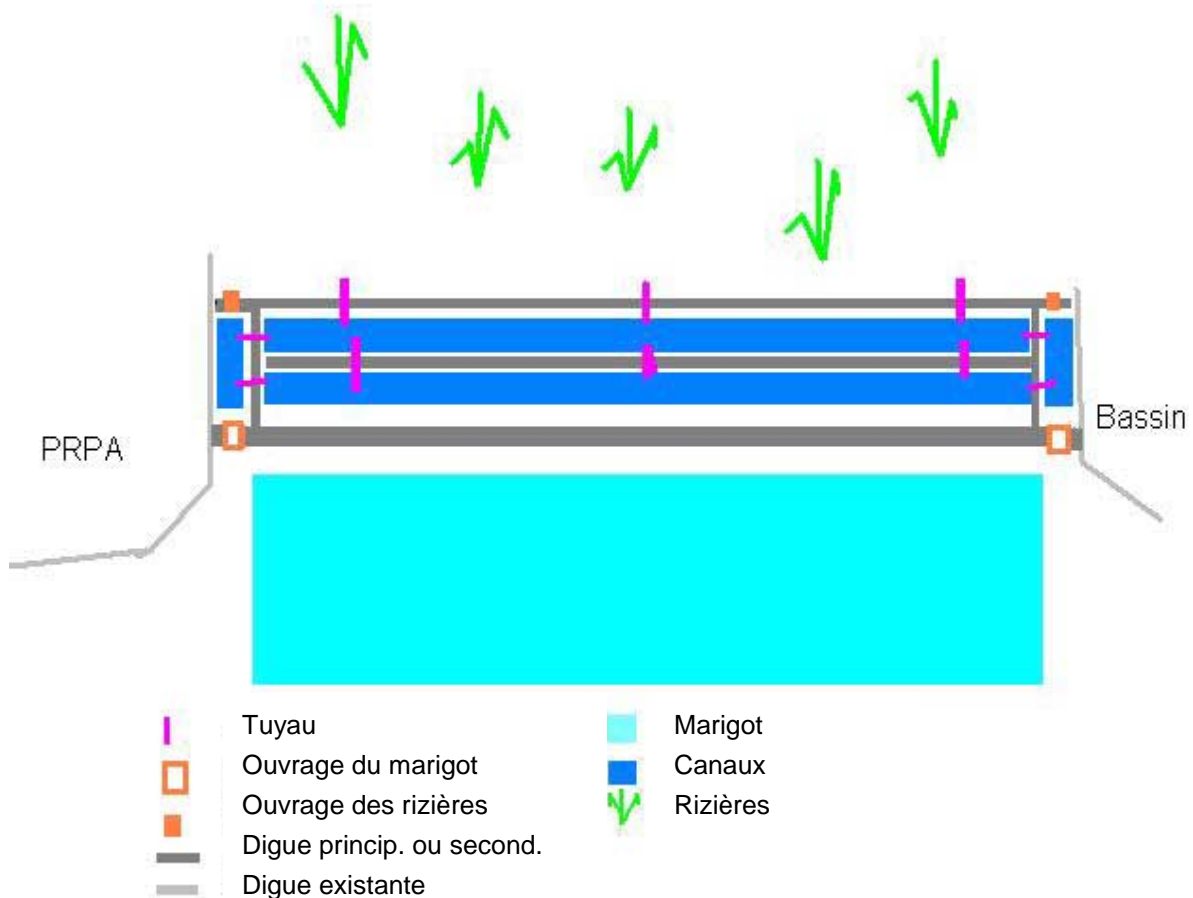


Figure 3 : Schéma du projet (longueur et largeur approximative de 315m et de 7m, échelle non disponible)

Protocole expérimental de suivi

- Pendant le premier hivernage et la première saison sèche suivant l'installation des constructions, un assistant devra être mis à la disposition des villageois afin de les conseiller en matière de gestion des eaux. Les volumes d'eau, la profondeur de la nappe salée ainsi que la qualité de son eau devront également être mesurés et contrôlés régulièrement.
- L'eau des canaux devra être renouvelée régulièrement, dû à l'évaporation causée par l'insolation et le vent, afin d'empêcher l'augmentation de la concentration du sel dans l'eau.

Résultats attendus

Le degré d'atteinte des résultats attendus dépendra des précipitations annuelles. Néanmoins, les résultats attendus sont les suivants :

- L'amélioration de la production rizicole, notamment dans les rizières en bordure.
- La réduction de la salinité des sols attenants au marigot et la récupération des rizières jadis abandonnées (à moyen et à long terme)
- L'augmentation de l'apport protéique de la population de Bandial grâce à l'utilisation des canaux comme bassins de pisciculture.

Références

- ◆ **Barry, B.** et al, 1988. *Sécheresse et modification des ressources hydriques en basse Casamance. Conséquences pour le milieu naturel et son aménagement.* Publication d'ORSTOM, Dakar/Paris.
- ◆ **Diawara, B.**, et al, 1988. Impact d'un barrage anti-sel sur la dynamique de la nappe superficielle d'un bas-fond. Publication d'ORSTOM, CDRO-Dakar.
- ◆ **Loyer, J.Y.** et al, 1987. Les sols du domaine fluvio-marin de Casamance (Sénégal : évolution récente et réévaluation des contraintes majeurs pour leur mise en valeur. Publication d'ORSTOM, Dakar.
- ◆ **Mbodj, S.**, 2001. *Etude d'impact environnemental et méthodologie de construction des ouvrages anti-sel et/ou de retenue dans le contexte du Pagerna.* GTZ et Ministère de la jeunesse, de l'environnement et de l'hygiène publique. Kaolack/Dakar
- ◆ **Montoroi, J.**, 1996. *Gestion durable des sols de la mangrove au Sénégal en période de sécheresse.* ORSTOM éditions, Collection études et thèses, Paris.
- ◆ **Olivry, J. C.**, 1987. *Les conséquences durables de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du Fleuve Sénégal et l'hypersalinisation de la Basse-Casamance.* Publication d'ORSTOM, Montpellier.
- ◆ **Sagna, A. G.**, 2004. Projet test de lutte contre l'intrusion saline dans les rizières de Bandial. Sur demande de IDEE Casamance, Ziguinchor, Senegal.