

L'atelier scientifique « *Eau et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance* » est organisé par le Conseil National des Recherches d'Italie en collaboration avec le LMI (Laboratoire Mixte International IRD/UGB) PATEO (Patrimoines et Territoires de l'Eau), ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) et l'Université Assane Seck de Ziguinchor. Il se veut une occasion d'échange entre les institutions de recherche actives dans la région pour faire le point sur les recherches récentes sur les changements climatiques et hydrologiques et leurs impacts environnementaux, agricoles et sociaux, y compris les stratégies d'adaptation et de minimisation des risques.

Les premiers deux jours de l'atelier scientifique visent à faire le point sur les recherches récentes ou en cours sur les problèmes d'environnement et de sociétés causés par le Changement Climatique et ses effets hydrologiques, avec un focus sur mangrove, riziculture, érosion côtière, salinisation des eaux et des sols, dans le bassin du fleuve Casamance.

Le troisième jour, une table ronde est organisée pour lancer l'Initiative Casamance « *Un réseau scientifique au service du développement en Casamance* » qui vise à harmoniser la demande et l'offre de produits scientifiques au service du développement dans la Région.

Organisateurs : IBIMET-CNR (Institut de Biométéorologie - Conseil National de la Recherche d'Italie), PATEO (LMI-Patrimoines et Territoires de l'Eau, France-Sénégal), Université Assane Seck de Ziguinchor, ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles).

Auteurs :

Adama MBAYE, Amadou Hamath DIA, Amadou Tahirou DIAW, Andrea Di VECCHIA, Ansoumana BODIAN, Cheikh FAYE, E. ZUCCHINI, Eduardo FIORILLO, El Hadji Balla DIÈYE, Françoise BRETON, Honoré DACOSTA, I. SEPPOLONI, Jean-Claude MARUT, Luc DESCROIX, M. Manzelli, Marc BAËTA, Marie-Christine CORMIER-SALEM, Maurizio BACCI, Mbaye DIOP, Olivier RUË, Oumar SY, Tidiane SANÉ, Vieri TARCHIANI.

Illustration de couverture : Caterina Ricci (IBIMET - CNR), que nous tenons à remercier chaleureusement ici.

ISBN : 978-2-343-07690-4

25,50 €



Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance

Luc Descroix, Saliou Djiba, Tidiane Sané, Vieri Tarchiani (eds)



**Luc Descroix,
Saliou Djiba,
Tidiane Sané,
Vieri Tarchiani (eds)**

Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance

Actes de l'Atelier scientifique et du lancement de l'initiative « **Casamance : un réseau scientifique au service du développement en Casamance** » du 15-17 juin 2015 à l'Hôtel Kadiandoumagne de Ziguinchor, Sénégal



Programme d'Appui au Programme National d'Investissement dans l'Agriculture au Sénégal

**DE LA PERTINENCE DES GRANDS AMÉNAGEMENTS
HYDRO-AGRIQUES DANS UN CONTEXTE D'INSTABILITÉ
CLIMATIQUE : LE CAS DU BARRAGE D'AFFINIAM
EN BASSE CASAMANCE**

*Tidiane Sané¹⁻²⁻³, Oumar Sy¹⁻²⁻³, El Hadji Balla Dièye¹⁻²⁻³
Luc Descroix³⁻⁴, Amadou Tahirou Diaw²*

*⁽¹⁾ Université Assane Seck de Ziguinchor, UFR des Sciences
et Technologies, Département de Géographie*

*⁽²⁾ Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique
(LERG), Campus ESP, UCAD (Sénégal)*

*⁽³⁾ Laboratoire Mixte International Patrimoines et Territoires
de l'Eau (LMI PATEO), Dakar, campus international IRD-UCAD*

⁽⁴⁾ IRD, UMR PALOC IRD/MNHN, Paris

Résumé :

En réponse à la variabilité climatique croissante observée depuis le début des années 1970, des aménagements hydro-agricoles de nature diverse ont été réalisés par les pouvoirs publics et les communautés locales en Basse-Casamance. Le barrage d'Affiniam, érigé sur le marigot de Bignona grâce à la coopération chinoise, constitue un de ces exemples. Notre étude aborde ici la complexité des choix des aménagements hydro-agricoles et de leur gestion, dans un contexte de forte variabilité climatique.

Les données utilisées portent sur les précipitations, les températures, la salinité et le pH de l'eau. Elles sont complétées par des enquêtes de terrain, d'ordre démographique et socio-économique ainsi que par des observations directes sur le terrain. Leur traitement s'appuie sur des statistiques (tests de rupture, anomalies standardisées...).

Les résultats obtenus indiquent d'importants déficits pluviométriques, durant les décennies 1970 et 1980. Ces déficits sont, pour l'essentiel, à l'origine des politiques publiques d'aménagement rural en Basse-Casamance. Cependant, si ces aménagements ont permis de mobiliser les eaux de surface pour la riziculture et de lutter contre l'insécurité alimentaire, ils n'ont pas toujours répondu aux

multiples attentes des populations. Aussi, la mise en place d'aménagements secondaires pourra contribuer à une meilleure prise en charge des besoins communautaires dans les domaines agricole et agro-alimentaire.

Mots clés : Variabilité climatique, Aménagement hydro-agricole, Barrage Affiniam, Basse-Casamance, Sénégal

Abstract : On the relevance of hydro-agricultural structures in the context of climate instability: the case of Affiniam dam in Lower Casamance area

Facing the increasing climatic variability observed since the beginning of the 1970s, various hydro-agricultural devices were built by the government and local communities in the Lower Casamance area. The Affiniam dam, built on the Bignona River thanks to the Chinese cooperation, is one of these devices. The aim of this study is to highlight the difficulty to choose the adapted hydraulic equipment as well as its management, in a climate change context.

In this study, the following data are used: annual rainfall, annual temperature, salinity, pH of water. In addition, we processed some field monitoring of demography data, socio-economic activities and other observations, focusing on producers and rural development stakeholders. The data analysis is carried out through simple statistical methods.

High rainfall deficits were observed during the 1970 and 1980s. This led decision-makers to promote public policies relating to rural management in the lower Casamance region. These equipments partially allowed mobilizing surface water to support rice cropping and helped rural communities to fight against food insecurity, but they failed in answering the main expectations of populations. So, the implementation of secondary arrangements can contribute to a better coverage of the community needs in the agricultural and food-processing domains

Keywords: climatic variability, hydro agricultural devices, Affiniam dam, Lower Casamance, Senegal

INTRODUCTION

La Basse-Casamance, grâce à des conditions climatiques favorables et à la relative importance de ses activités agricoles, notamment rizicole, était jadis considérée comme le "grenier du

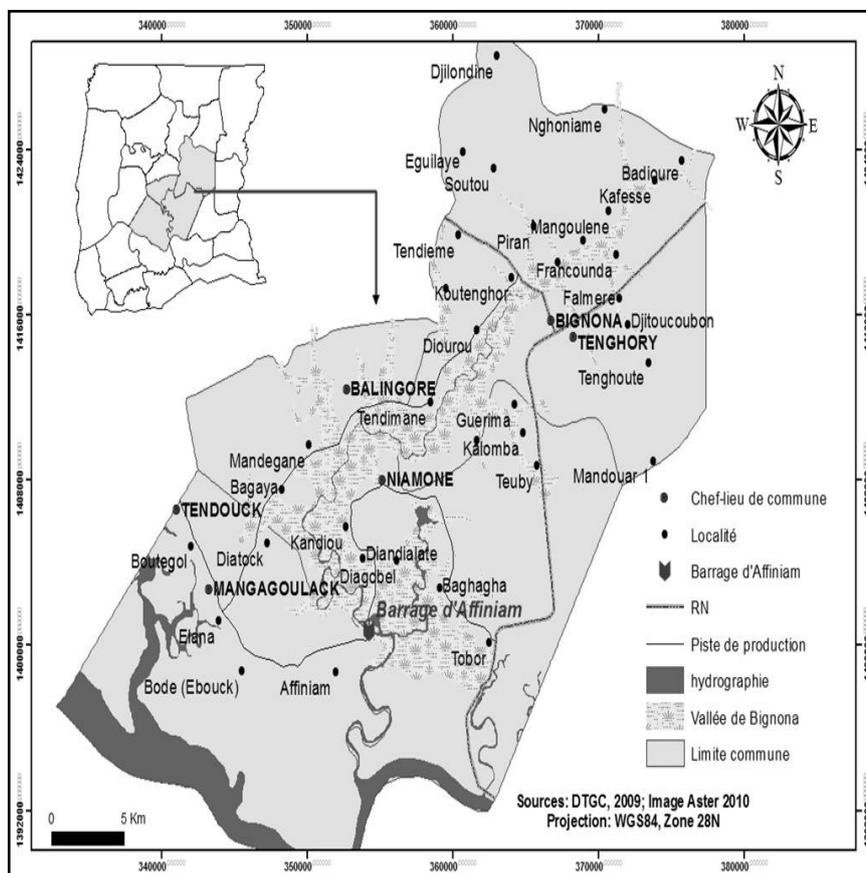
De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

Sénégal". L'agriculture de type pluvial, reste fortement influencée par la variabilité climatique, notée dans la région depuis la fin des années 1960. Les années sèches des décennies 1970 et 1980 ont eu des conséquences graves dans les zones soudano-guinéennes mieux arrosées, en particulier sur les écosystèmes fragiles des zones côtières. La Casamance a été durement éprouvée car la baisse de la pluviométrie et de l'écoulement fluvial a eu pour conséquences l'invasion des eaux marines dans tout le réseau hydrographique, la baisse généralisée du niveau des nappes, la salinisation et l'acidification des vasières occupées par la mangrove qui a disparu sur de grandes étendues. De nombreuses rizières, aussi bien salées (zones de mangrove) que douces (vallées inondées), ont été affectées (Albergel *et al.*, 1992). Les activités, liées à l'exploitation de la mangrove (ostréiculture, chasse, pêche, collecte de bois) comme celles liées à la production halieutique, ont nettement diminué. Il s'en est suivi une accélération de l'exode rural (ISRA-CRODT, 1986 ; Dacosta, 1989 ; Barry *et al.*, 1988 ; Cormier-Salem, 1992), déjà observé en 1966 par Péliissier (Péliissier, 1966). Cette situation a donc encore aggravé le dysfonctionnement du système de production rizicole, tel que décrit en 1949 par Jean Dresch, exposant ainsi les populations à une insécurité alimentaire accrue. Aussi, pour faire face aux aléas climatiques et à leurs conséquences, les pouvoirs publics sénégalais ont-ils entrepris des aménagements hydro-agricoles pour aider à atténuer les impacts négatifs de la sécheresse et les nombreuses difficultés du monde rural, liées à la salinité des eaux, à l'acidité des terres rizicoles et à la régression de la production agricole. Au plus fort de la période sèche, deux types d'aménagements ont vu le jour pour combattre les effets du déficit pluviométrique et ses conséquences sur les systèmes agraires. Il s'agit d'une part, des grands projets de barrages anti-sel (Affiniam et Guidel) et, d'autre part, des petits ouvrages anti-sel construits par les populations locales à l'intérieur des petites vallées alluviales avec l'aide des organismes de développement.

C'est dans ce contexte d'instabilité climatique et de déprise de l'environnement biophysique de la Casamance que le barrage d'Affiniam (fig. 1) a été érigé sur le marigot de Bignona, un des affluents du fleuve Casamance situé sur la rive droite. Il fait partie d'une série d'ouvrages hydrauliques mis en place par les pouvoirs publics sénégalais avec l'appui des partenaires au développement comme éléments d'atténuation et d'adaptation à la crise climatique.

L'analyse portée sur les grands aménagements comme Affiniam trouve sa justification dans la crise alimentaire induite par la sécheresse des années 70 et 80 dont les effets (ressentis jusqu'à présent) ont considérablement dégradé l'environnement rizicole de la vallée de Bignona. Le choix de ce type d'aménagements est aussi discutable au regard des conséquences environnementales et socioéconomiques induites par la réalisation d'un tel ouvrage hydroagricole.

Figure 1. Situation géographique du barrage d'Affiniam et de la vallée de Bignona



I – DONNÉES ET MÉTHODES

Les données ici utilisées, de sources diverses, sont de trois ordres : climatique, qualité de l'eau (salinité et pH), et enquêtes de terrain. Les

De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

données climatiques (une série chronologique de 50 ans) concernent les précipitations (stations de Ziguinchor et de Bignona) les températures (station de Ziguinchor). Ces deux stations sont représentatives des caractéristiques climatiques de la vallée de Bignona. L'analyse des données climatiques, pour déterminer le profil historique de la variabilité climatique récente, s'est appuyée sur des outils statistiques pour déterminer la significativité des changements et identifier la non-stationnarité des séries. Nous avons choisi le test de Pettitt (1979) en raison de sa robustesse et de ses performances en termes de puissance. De plus, il reprend le fondement du test de Mann-Whitney en le modifiant. Son utilisation est aussi motivée par l'obtention d'une plus grande fiabilité dans les résultats. Ce test, non paramétrique et libre, dérive du test de Mann-Kendall et permet de détecter la rupture à une date a priori inconnue. Il consiste à découper la série principale de N éléments en deux sous-séries à chaque instant t compris entre 1 et N-1. La série principale présente une rupture à l'instant t si les deux sous-séries ont des distributions différentes (Kingumbi *et al.*, 2000). Son hypothèse nulle étant l'hypothèse de non-rupture (Paturel *et al.*, 1998). Les hypothèses du test sont H_0 : la série est stationnaire ; H_1 : la série présente une rupture. La statistique de test Z est calculée de la façon suivante :

$$Z = \max |U(k)|, K = 1, \dots, n - 1$$

Avec :

$$S = \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^n \text{signe}(x_j - x_i)$$

Asymptotiquement, la fonction de répartition de Z peut être approchée par la formule suivante :

$$P(Z \leq z) = 1 - 2 \exp\left(\frac{-6z^2}{n^3 + n^2}\right)$$

H_0 est rejeté au risque α si la valeur observée de Z est supérieure au quantile de probabilité $1-\alpha$ de la distribution ci-dessus.

Les données de salinité et du potentiel d'Hydrogène (pH) ont porté sur trois sites du marigot de Bignona : Affiniam, Niamone et Bignona. Elles ont été obtenues auprès de la Direction du barrage.

Les travaux de terrain ont été essentiellement conduits à partir d'enquêtes auprès des populations riveraines de la vallée de Bignona,

notamment dans les communes rurales riveraines de Niamone, de Mangagoulack, de Balingore et de Tenghory. Sur la base des rapports annuels et de recensement de la population de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), un questionnaire a été administré aux populations afin de recueillir des informations sur les dynamiques environnementales, les perceptions populaires sur la gestion du barrage et des conflits et, sur les alternatives pour une gestion concertée et durable de la vallée de Bignona.

II – RÉSULTATS

1. Un contexte climatique instable

L'Afrique de l'Ouest est caractérisée depuis plus de trente ans par une forte variabilité climatique. Certaines études (Nicholson, 1980, 1983, 1998 ; Nicholson et *al.*, 1988; Hubert, 2009 ; Sagna, 2006, Sircoulon, 1989 ; Mahé et Olivry, 1995 ; Ali et Lebel, 2009) ont permis de mieux comprendre cette variabilité et de situer le début de la sécheresse à la fin des années 1960 et au début des années 1970. La Basse-Casamance, appartenant au domaine climatique sud-soudanien, n'est pas épargnée par ce phénomène marqué par une forte variabilité pluviométrique, aux conséquences socioéconomiques négatives. L'analyse des tableaux 1 et 2 montre une forte variabilité mensuelle des pluies au cours de la saison des pluies. Cette variabilité est caractérisée par d'importants écarts entre les valeurs extrêmes et la moyenne de chaque mois aussi bien à Ziguinchor qu'à Bignona.

Le test de Pettitt appliqué à l'analyse de la pluviométrie interannuelle des deux stations retenues ne montre pas une rupture dans la série pluviométrique 1965-2014 mais indique une très forte variabilité caractérisée par des déficits et excédents. A Ziguinchor (fig. 2), les déficits les plus importants sont observés entre 1968 et 2004, période au cours de laquelle seules 14 années sur 37 sont restées normales à excédentaires. La période 2005-2014 est largement excédentaire puisqu'elle n'a enregistré qu'une seule année déficitaire (2007).

De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

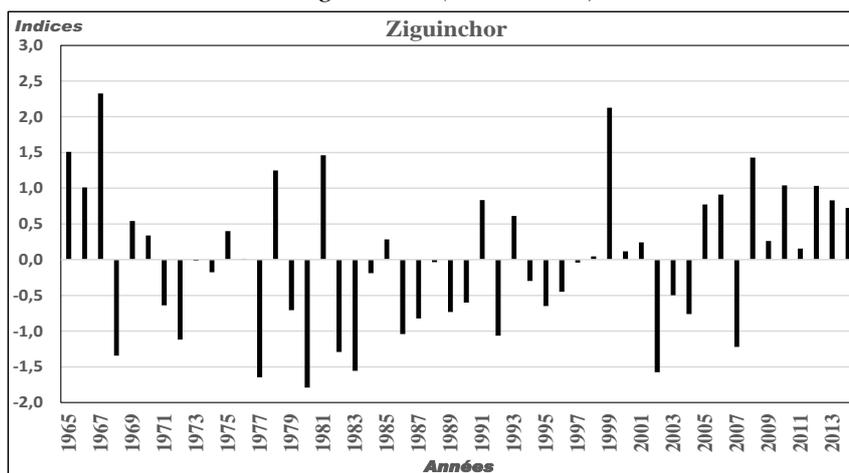
Tableau 1. Statistiques pluviométriques mensuelles à Ziguinchor (1965-2014)

| Variabes | Observations | Minimum | Maximum | Moyenne | Ecart-type |
|----------|--------------|---------|---------|---------|------------|
| Mai | 50 | 0,0 | 36,3 | 3,8 | 7,2 |
| Juin | 50 | 20,8 | 264,5 | 94,8 | 56,1 |
| Juillet | 50 | 108,0 | 927,3 | 333,1 | 142,7 |
| Août | 50 | 124,7 | 766,7 | 423,3 | 164,2 |
| Sept. | 50 | 148,4 | 710,8 | 328,6 | 107,0 |
| Oct. | 50 | 7,1 | 285,4 | 104,6 | 63,1 |
| Années | 50 | 745,6 | 2006,9 | 1294,4 | 306,3 |

Tableau 2. Statistiques pluviométriques mensuelles à Bignona (1965-2014)

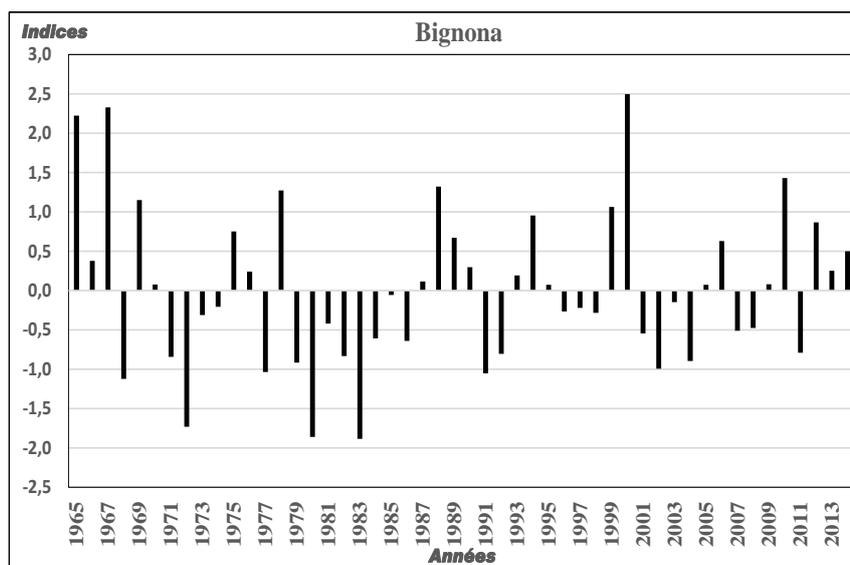
| Variabes | Observations | Minimum | Maximum | Moyenne | Ecart-type |
|----------|--------------|---------|---------|---------|------------|
| Mai | 50 | 0,0 | 71,2 | 5,1 | 12,3 |
| Juin | 50 | 1,9 | 228,1 | 95,7 | 55,7 |
| Juillet | 50 | 93,1 | 498,3 | 272,2 | 108,0 |
| Août | 50 | 103,9 | 757,2 | 393,1 | 145,0 |
| Sept. | 50 | 102,4 | 626,3 | 275,5 | 115,0 |
| Oct. | 50 | 5,8 | 782,0 | 96,1 | 112,0 |
| Années | 50 | 612,6 | 1842,0 | 1141,2 | 280,9 |

Figure 2. Indices standardisés de la pluviométrie à Ziguinchor (1965-2014)



À Bignona par contre, le déficit pluviométrique est beaucoup plus préoccupant puisque la période des anomalies négatives s'étend globalement de 1968 à 2008, année à partir de laquelle il est observé des anomalies plus ou moins positives (fig. 3).

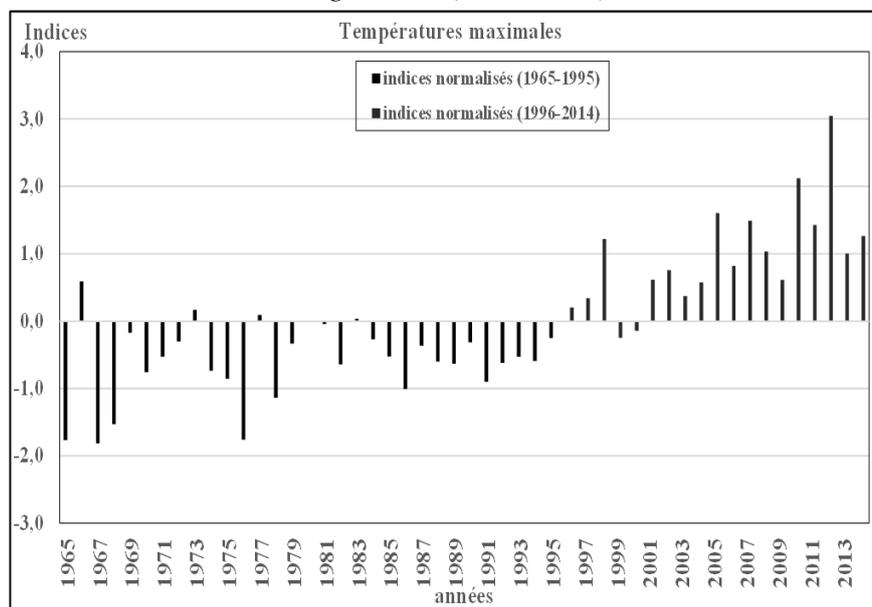
Figure 3. Indices standardisés de la pluviométrie à Bignona (1965-2014)



Quelle que soit la station choisie ici, on remarque que les déficits pluviométriques les plus importants sont survenus entre le milieu des années 70 et le début des années 80. Cette période est considérée comme la plus catastrophique en raison de l'intensité des déficits et de la gravité des conséquences qui en ont découlé.

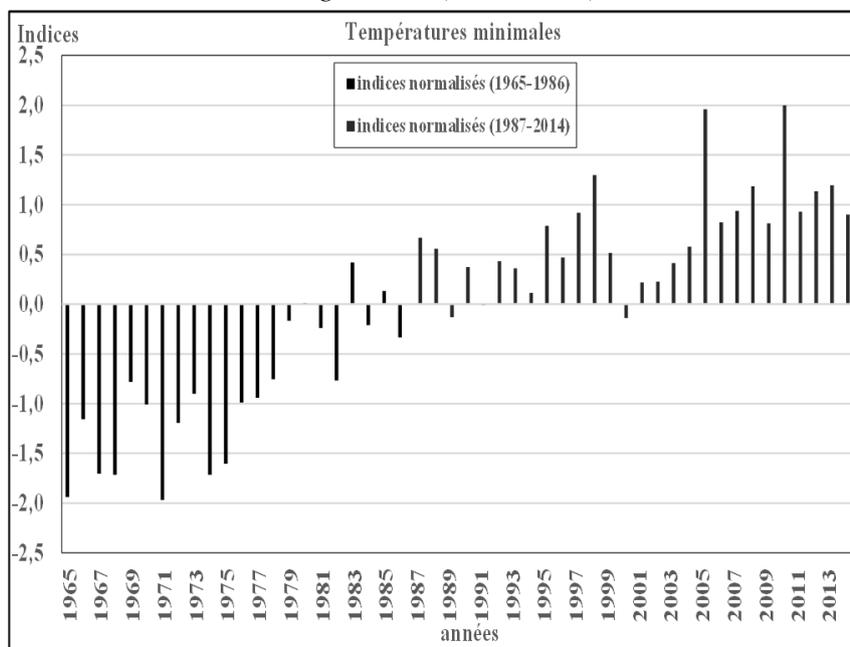
Toutefois, le déficit pluviométrique n'est pas le seul paramètre climatique incriminé. La baisse généralisée des pluies s'est accompagnée d'une augmentation sensible des températures durant les années 80. L'application du test de Pettitt montre une évolution différenciée entre les températures maximales et celles minimales. Pour les températures maximales, la rupture, par rapport à la série 1965-2014, s'est produite en 1995. Donc cette évolution est marquée par deux périodes identifiables sur la figure 4 (1965-1995 et 1996-2014). La température moyenne entre période 1965-1995 est 34,0°C alors qu'elle est de 35,2°C pour la période 1996-2014 soit une augmentation de 1,2°C.

Figure 4. Indices standardisés des températures maximales à Ziguinchor (1965-2014)



Par contre, pour les températures minimales, la rupture est intervenue plutôt que celle observée sur les températures maximales. Elle s'est manifestée en 1986, donc 8 années plutôt. Deux périodes s'identifient facilement (fig. 5) : 1965-1986 avec une moyenne de 20,1°C et 1987-2014 dont la moyenne s'établit à 21,4°C, soit une hausse de 1,3°C.

Figure 5. Indices standardisés des températures minimales à Ziguinchor (1965-2014)



La forte augmentation des températures maximales ($1,2^{\circ}\text{C}$) et minimales ($1,3^{\circ}\text{C}$), observée depuis le milieu des années 80, couplée à l'importance des déficits pluviométriques des années 1970 et 1980 a eu des répercussions négatives sur le fonctionnement hydrologique du fleuve Casamance. Plusieurs travaux de recherche (Dacosta, 1989 ; Montoroi, 1996 ; Boivin, 1991 ; Cormier-Salem, 1992) ont montré que les systèmes rizicoles avaient été affectés par la baisse des apports en eau douce, essentiellement liée à la pluviométrie puisque les bas-fonds rizicoles constituent le prolongement des émissaires du fleuve Casamance. Olivry (1987) précise que les déficits pluviométriques ont engendré des conséquences durables sur certains paramètres hydrologiques, notamment les écoulements fluviaux. Il précise qu'un éventuel retour à des conditions climatologiques favorables n'entraînera pas le rétablissement immédiat du régime hydrique antérieur, du moins au niveau des basses eaux et des phases de tarissement.

2. Quelques caractéristiques hydro-géomorphologiques de la vallée de Bignona

La Basse-Casamance est une région caractérisée par le développement des milieux paraliques consécutifs à la profonde pénétration des eaux marines dans des rias aux nombreuses circonvolutions. Ces rias forment une constante du paysage avec des bas-fonds où la mangrove a pu se développer sur sols caractéristiques et des zones de tannes sur-salés en bordure desquelles s'est installée une riziculture traditionnelle qui a fait la richesse économique et culturelle de cette région jusqu'à la crise climatique actuelle (Olivry, 1981, 1987). Les plus petits émissaires de la Casamance, sursalés et asséchés, sur les sols et la végétation des terres basses, sont plus sensibles aux effets de la sécheresse (Cormier-Salem, 1992). Le marigot de Bignona, un des émissaires de ce réseau hydrographique, fait partie des trois principaux marigots de la rive droite du fleuve Casamance (le 3^{ème} après les marigots de Diouloulou et du Soungrougrou). Son bassin versant couvre environ 800 km². Le cours principal du marigot a une longueur de 88 km dont 68 km étaient soumis à l'influence des marées avant la construction du barrage d'Affiniam (Olivry et Chouret, 1981 ; Aubrun et Marius, 1986). Précisons que le confluent Bignona-Casamance est situé à environ 55 km de la côte, c'est-à-dire de l'Océan Atlantique. Le bassin du marigot de Bignona est compris entre les bassins des marigots de Diouloulou et Baïla à l'Ouest et au Nord, et du Soungrougrou à l'Est. D'échelle plus modeste, il est entaillé dans le plateau sénégalais du Continental Terminal. Le comblement de la vallée par des sables, vases et argiles de paléo-vallées profondes explique la configuration actuelle du réseau hydrographique en bas-fonds et estuaires envahis par les remontées marines. A Bignona, le lit mineur a une vingtaine de mètres de large pour 1,5 m de profondeur. Dans sa partie aval, sa largeur passe d'une quarantaine de mètres à environ une centaine de mètres pour une profondeur de 6 à 10 m (Olivry et Chouret, 1981 ; Aubrun et Marius, 1986). On note, dans la partie aval du marigot, la présence des vasières dont les plus basses, submergées régulièrement par la marée, sont occupées par la mangrove. Les parties non soumises à l'influence de la marée comme les bas-fonds marécageux ou aménagés en rizières occupent la partie supérieure du marigot.

Les études antérieures aux déficits pluviométriques des années 1970 et 1980 ont montré un fonctionnement classique de salinisation

progressive dans le temps et vers l'aval du réseau hydrographique de la Casamance en saison sèche. Cette salinisation résulterait de l'influence des marées et de la compensation des pertes par évaporation par un excédent des volumes du flot (venu de l'aval) par rapport aux volumes du jusant. Olivry (1987) souligne l'acuité et la gravité de la sécheresse des années 1970 et 1980 en indiquant que la succession d'années sèches observées depuis 1972 a complètement modifié les conditions écologiques de l'environnement biophysique de la Basse-Casamance avec notamment l'augmentation de la salinité : la mangrove meurt, les rizières sursalées sont abandonnées, la forêt claire s'étiole et les nappes baissent (de plus de 10 m parfois). Olivry et Chouret (1981) et Dacosta (1989) soulignent que l'augmentation de la salinité au niveau du marigot de Bignona est le résultat d'un certain nombre de facteurs. Il s'agit principalement de la non-alimentation en eau douce du marigot par les nappes phréatiques en saison sèche, de l'écoulement au flot et au jusant du fait de la marée et de la forte radiation solaire qui s'exprime sur des eaux déjà très salées et, de l'intensité de l'évaporation résultante.

C'est dans ce contexte de sécheresse et de dégradation de l'environnement biophysique de la Basse Casamance, notamment du marigot de Bignona, que les aménagements hydro-agricoles ont émergé dans l'espoir d'atténuer les impacts négatifs liés à la raréfaction des ressources en eau douce et de renforcer la production rizicole durement éprouvée.

3. Un aménagement ambitieux mais inachevé

Les projets de barrages sur les marigots de la Basse Casamance ont été conçus durant les années aux conditions climatique normales (avant 1970), dans le but de produire deux récoltes de riz par an et de "dégager des surplus pour l'exportation" (Aubrun et Marius, 1986). En effet, durant les premières années de son indépendance, le Sénégal a poursuivi la politique agricole coloniale en privilégiant les zones arachidières au détriment des zones rizicoles. Cependant, face à la volonté de devenir autosuffisant du point de vue alimentaire et à la demande croissante des populations urbaines qui imposent, avec le riz, des habitudes alimentaires nouvelles, de grands projets hydro-agricoles ont fait l'objet d'étude sur les fleuves Sénégal et Casamance (Trincas, 1984 ; Montoroi, 1996).

La sécheresse des 70 et 80 a eu comme conséquences, entre autres, la diminution du volume des précipitations, la réduction de la durée

De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

globale de la saison pluvieuse, la réduction des ruissellements et de la recharge de la nappe, la remontée spectaculaire de la langue salée, l'acidification des sols, la quasi-disparition de la végétation de mangrove, l'extension des tannes et le recul de la riziculture. C'est dans ce contexte que le barrage d'Affiniam, conçu sur le même principe que celui de Guidel, a été érigé sur le marigot de Bignona où environ 12 000 ha de terres de bas-fonds rizicultivables étaient en souffrance (Cormier-Salem, 1992). Les travaux, pour un coût global estimé à plus de 6 milliards de francs CFA, ont débuté en novembre 1984 pour être achevés en avril 1988. La mise en place de cet ouvrage devait permettre d'empêcher la remontée des eaux salées en amont du barrage, tout en permettant l'évacuation en aval des eaux de drainage issues du lessivage des terres salées et des eaux de crues, de dessaler progressivement les terres protégées en vue de leur mise en valeur, de maîtriser les eaux de ruissellement du bassin versant pour l'alimentation en eau des terres rizicultivables. Il s'agit également de sécuriser et d'améliorer la production rizicole, d'assurer la sécurité alimentaire, d'augmenter le revenu du monde rural et de limiter l'exode rural (Direction du barrage, 2013). Le défi consistait alors à créer une retenue de 23 millions de m³ d'eau douce en année pluvieuse normale, à exploiter 11480 ha dont 5600 ha de terres salées à récupérer (Direction du barrage, 2013).

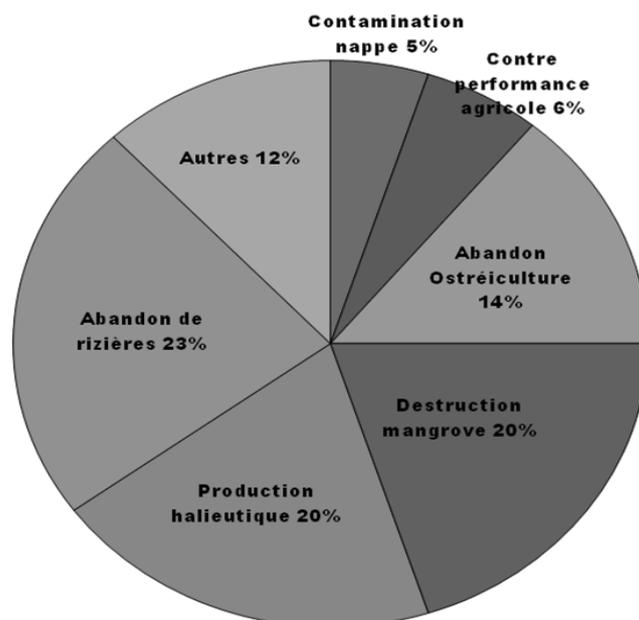
Depuis la fin des travaux, il n'y a plus de remontée de la langue salée vers l'amont. En effet, dès les premières pluies de l'hivernage de 1988, il a été observé un remplissage rapide de la retenue de + 89 cm du 12 au 30 juillet (Barry et *al.*, 1988). L'ouvrage, qui fonctionne comme un barrage anti-sel, aurait permis de protéger ces 11480 ha, (5600 ha envahis par la langue salée, et 5880 ha de terres douces dont une grande partie souffre de déficit hydrique). Le taux de salinité en amont du barrage était, vers la fin de la saison des pluies 2013, de 2 à 3 g de sel par litre contre 60 g en aval. A Affiniam, Niamone et Bignona par exemple, les taux de salinité sont passés respectivement de 39 g/l à moins de 9,3 g/l ; 13 à 7 g/l et à 1,2 g/l (Direction du barrage, sortie pédagogique 2013).

Cependant, la construction du barrage n'a pas été suivie par des aménagements secondaires devant permettre de renforcer les activités rizicoles. Cette situation a provoqué l'incompréhension des populations riveraines. En effet, face aux promesses de départ sur les apports potentiels du barrage sur la riziculture, leur perception sur les impacts de l'ouvrage reste globalement négative. Cette incompréhension est

d'autant plus réelle que 98% de la population interrogée estime que le barrage ne joue pas pleinement son rôle, en ce sens que les résultats escomptés n'ont pas été atteints. En effet, les pouvoirs publics avaient promis qu'avec la mise en service du barrage, la population riveraine du marigot aurait plus de riz et de poisson. Les plus sceptiques estiment que le barrage ne fonctionne pas et ils le comparent à un "meuble pour la Casamance".

Par ailleurs, 20 % seulement de la population riveraine de la vallée estiment que la mise en service du barrage a eu des impacts positifs : effectivité de l'arrêt de l'avancée de la langue salée, possibilités de mise en valeur de terres en amont du barrage, régénération de plantes, émergence de la flore d'eau douce à certains endroits de la vallée de Bignona, récupération de terres abandonnées, redynamisation du transport fluvial entre les localités environnantes et Ziguinchor, disponibilité de l'eau permettant l'abreuvement des animaux, développement de l'arboriculture, désenclavement de certains villages, etc. La figure 6 donne les détails de la perception négative de la population sur le barrage d'Affiniam.

Figure 6. Synthèse des impacts négatifs du barrage selon les populations



De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

La réalisation du barrage a eu des conséquences négatives sur l'environnement biophysique. En effet, depuis sa première fermeture à la fin de l'hivernage 1987, 80% des personnes interrogées jugent que la mise en service du barrage est à l'origine, entre autres, des bouleversements des conditions écologiques.

Les études réalisées après la mise en service du barrage en 1988 (Barry *et al.*, 1988) concluent à la baisse généralisée de la nappe alluviale dans la vallée de Bignona en amont de l'ouvrage. Elles notent aussi l'acidification sur 40 à 80 cm de profondeur de 3550 ha de sols potentiellement sulfatés acides, l'intensification de l'acidification sur une partie des 1640 ha de sols sulfatés acides déjà acidifiés, la disparition rapide de la végétation de mangrove résiduelle et la dégradation de la strate herbacée à halophytes.

CONCLUSION

L'instabilité climatique, qui a atteint son paroxysme au cours des décennies 1971-1980 et 1981-1990, a eu des conséquences négatives sur le fonctionnement hydrologique du fleuve Casamance et de ses émissaires parmi lesquels le marigot de Bignona. Les réponses politiques pour faire face à la sécheresse consistaient à construire des ouvrages hydrauliques afin d'atténuer la remontée de la langue salée et de protéger les terres rizicoles mises à rude épreuve. La construction du barrage d'Affiniam a suscité beaucoup d'espoirs auprès des ruraux, riverains du bassin versant. Surdimensionné par rapport à la vallée, la mise en place de cet ouvrage semble ne pas tenir compte de la qualité des sols et des modes d'utilisation, et du potentiel de la vallée et ignore les casiers piscicoles et les vallées adjacentes. La non réalisation des aménagements secondaires devant accompagner la mise en service dudit ouvrage a modifié les conditions écologiques et désorienté une population en quête de solutions aux difficultés d'une riziculture, naguère vitrine des activités agricoles de la zone. Désorientée et désœuvrée, elle juge que le barrage a produit plus d'impacts négatifs que positifs tant au plan environnemental que socioéconomique. L'implantation d'un ouvrage de petit gabarit aurait pu être envisagée plus en amont en rapport avec des petits ouvrages adaptés aux différentes sous vallées.

Les projets de barrages sur les marigots de Basse Casamance ayant été conçus avant la sécheresse, les aléas climatiques qui se poursuivent

et l'environnement naturel actuel doivent inciter à assurer aux populations locales les conditions d'une riziculture adaptée.

Ces ouvrages conçus dans le but d'arrêter définitivement la remontée de l'eau salée dans les marigots ont généré des conséquences catastrophiques sur l'environnement biophysique du fait de la disparition de la mangrove en amont et de la faune aquatique (crevettes, huîtres, coquillage...) nécessaires à l'alimentation des populations locales mais constituent aussi une source importante de revenus. Il est par conséquent important que les aménagements réalisés ou à réaliser puissent assurer un développement équilibré et harmonieux des diverses activités liées au milieu biophysique riche en potentialités.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali A., Lebel T., 2009. "The Sahelian standardized rainfall index revisited". *International Journal of Climatology*, 29 (4), 1705-1714.
- Aubrun A., Marius C., 1986 : Étude pédologique sur la vallée de Bignona. Ministère de l'Hydraulique, Direction des aménagements et des infrastructures hydroagricoles (Sénégal), rapport définitif, 163p.
- Boivin P., 1991 : *Caractérisation physique des sols sulfatés acides de la vallée de Katouré (Basse-Casamance, Sénégal). Etude de la variabilité spatiale et relations avec les caractéristiques pédologiques*. Paris, Éditions de l'ORSTOM, collection Etudes et Thèses, 232p.
- Cormier-Salem M.C., 1992 : *Gestion et évolution des espaces aquatiques : La Casamance*. Paris, Éditions de l'ORSTOM, collection Études et Thèses, 571p.
- Dacosta H., 1989 : Précipitations et écoulement sur le bassin de la Casamance. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Département de Géographie, FLSH, Université Cheikh Anta Diop, 283p.
- Dresch, J., 1949. « La riziculture en Afrique occidentale ». In: *Annales de Géographie*. 1949, t. 58, n°312. pp. 295-312
- Hubert N. O., 2009 : Vulnérabilité, impacts et stratégies d'adaptation des populations locales à la variabilité et aux changements climatiques, Centre Régional Agrhymet, 28 p.

De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles...

- Mahé G. et Olivry J.C., 1995 : « Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'ouest et centrale de 1951 à 1989 ». *Sécheresse* 6, 109-117.
- Montoroi J.P., 1996 : *Gestion durable des sols de la mangrove au Sénégal en période de sécheresse. Dynamique de l'eau et géochimie des sels d'un bassin versant aménagé*. Paris, Editions de l'ORSTOM, collection Etudes et Thèses, 266p.
- Nicholson S. E., 1980: "The nature of rainfall fluctuations in subtropical West Africa". *Mon Wea Rev*; 108 : 473-87.
- Nicholson S. E., 1983. "Sub-Saharan rainfall in the years 1976-1980. Evidence of continued drought". *Mon Wea. Rev.*, vol. II, 1646-1654.
- Nicholson S.E., Kim J., Hoopingamer J., 1988: *Atlas of African rainfall and its interannual variability*, Florida State University, Tallahassee.
- Nicholson S.E. 1998: "Interannual and interdecadal climate variability of rainfall over African continent during the last two centuries". In *Water Resources Variability in Africa during the XXth century* (ed. by E. Servat, D.Hughes, J. M. Fritsch et M. Hulme) (Proc. Abidjan'98 Conf., Abidjan, Côte d'Ivoire, pp 107-116.
- Olivry J.C., Chouret A., 1981 : Étude hydrologique du marigot de Bignona - campagne 1970-71. Orstom-Dakar.
- Olivry J.C., 1987 : Les conséquences durables de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du fleuve Sénégal et l'hypersalinisation de la Basse-Casamance. The Influence of Climate Change and Climatic Variability in the Hydrologic Regime and Water Resources (Proceedings of the Vancouver Symposium, August 1987). IAHS Publ. no. 168.
- Paturel J. E., Servat E., Delattre M. O., 1998 : « Analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique ». *Hydrological Sciences, Journal des Sciences hydrologiques*, 43 (6).
- Pélissier, P., 1966 : *Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance*. St Yrieix, Impr. Fabrègue, 939 p.
- Sagna P., 2006 : Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique Occidentale. Thèse de Doctorat d'Etat, Département de Géographie, FLSH, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Tome I, 270p. ; Tome II, 516p.

T. Sané, O. Sy, El. B. Dièye, L. Descroît, A. T. Diaw

Sané T., Benga A., Sall O., 2010 : *La Casamance face aux changements climatiques : enjeux et perspectives. Actes du 23ème colloque de l'AIC*, Rennes (France) pp. 559-564.

Sané T., Sow B. A., Dièye E. H. B., Camara M., Diatta S., 2013 : *Impacts de la température de la surface de la mer et du flux de mousson sur la pluviométrie en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal). Actes du XXVIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie du 3 au 7 septembre 2013*, Cotonou (Bénin), pp. 452-457.

Sircoulon J., 1989 : « Bilan hydropluviométrique de la sécheresse 1968 – 1984 au Sahel et comparaison avec les sécheresses des années 1910 à 1916 et 1940 à 1949 ». In *Les hommes face aux sécheresses. Nordeste brésilien. Sahel Africain. Coll. Travaux et Mémoires de l'IHEAL n° 42*. pp. 107 – 114.

Sy O., Sané T., 2008 : « Changements climatiques et crise de la riziculture en Basse-Casamance (Sénégal) ». In *Climats et risques climatiques en Méditerranée, Actes du XXIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC)*, 9-13 septembre 2008 à Montpellier (France), pp.587-591.

Sy O., Sané T., Dièye E. H. B., 2012 : « La vulnérabilité de la ville de Ziguinchor face aux inondations ». In *Revue "Territoires d'Afrique, Contraintes environnementales et Aménagement du territoire"*, Vol. 3, pp. 48-58.

Trincaz PX., 1984. *Colonisation et régionalisme: Ziguinchor en Casamance*. Trav. et Doc. ORSTOM, Paris, 172, 267 p.