107742

Mise en valeur des bas-fonds en Basse-Casamance (Sénégal)

Le bas-fond inondé de Djiguinoum à la fin de la saison des pluies dans le sous-bassin versant « Le Brusq » ; à l'arrière-plan, la palmeraie soulignant le raccordement avec les sols du domaine continental.
Cliché J.-P. Montoroi

Les bas-fonds fluvio-marins situés en zone soudano-guinéenne africaine présentent des potentialités rizicoles élevées. Les contraintes accrues au cours de la récente période de sécheresse incitent les populations locales et la recherche à imaginer des stratégies nouvelles, notamment la réalisation de barrages anti-sel pour lutter contre la salinité élevée des eaux de surface.
Cet article fait le point sur la politique d'aménagement hydro-agricole en Basse-Casamance et sur les apports de la recherche pour sécuriser la production rizicole dans un contexte climatique contraignant.

La préoccupation ancienne de mise en valeur des bas-fonds

La Gambie et la Casamance constituent avec le delta du Niger un des plus anciens foyers rizicoles africains (1 500-800 avant JC). Les Joolas sont les héritiers de cet ancien berceau de la riziculture inondée. Ils ont été repoussés par des ethnies plus dominatrices (invasions mandingues à partir du 12e-13e siècle) dans les parties basses du fleuve Casamance, occupées par la forêt de mangrove à palétuviers. Ils ont acquis un remarquable savoir piscicole et agricole, contribuant à leur adaptation à ce milieu hostile (PELISSIER, 1966). Celui-ci, lieu de dépôts sédimentaires (vasières) et de mélange des eaux du fleuve Casamance et des eaux marines, correspond à un domaine fluvio-marin.

L'art de contrôler les effets nocifs de l'eau salée a permis l'émergence d'une agriculture de subsistance complétée par les ressources faunistiques et forestières de la mangrove. Cette riziculture évoluée s'est transmise et a été diffusée dans tout le littoral ouest-africain, de la Guinée-Bissau à la Sierra Leone (PORTERES, 1950 ; VAN GENT et UKKERMAN, 1993).

Le riz occupe alors une place centrale dans l'économie familiale, les échanges et l'occupation traditionnelle du terroir. L'espèce africaine, *Oryza glaberrima*, a été progres-sivement remplacée par des variétés asiatiques, *Oryza sativa*, introduites par les navigateurs portugais au 16e siècle (PORTERES, 1950).

L'évolution socio-économique de la riziculture

L'occupation de l'espace habité et du territoire villageois est fondée sur les lignages (personnes ayant un ancêtre

J.-P. MONTOROI
ORSTOM,
Laboratoire des formations superficielles,
32 avenue Henri Varagnat,
93143 Bondy, France

Fonds Documentaire ORSTOM
010007742
Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : B * 7742 Ex : 1

Situation rizicole de la Casamance

Système joola de récolte du riz matin par cueillette des épis du matin

Les données démographiques et agricoles du Sénégal

Au Sénégal, la production agricole est dominée par les cultures céréalières pour 40 % et les cultures d'exportation (arachide, cotonnier, tomate) pour 50 % (MAINGUET, 1995). Sur la période 1987-1989, la production céréalière (environ 1 million de tonnes) est répartie en mil, 60 % ; sorgho, 13 % ; maïs, 12 % et riz paddy, 15 %.

Quasiment autosuffisant en mil et en sorgho, le Sénégal importe annuellement 140 000 tonnes de blé et environ 400 000 tonnes de riz paddy. La production de riz ne permet pas de subvenir aux besoins croissants de la population — environ 7,5 millions d'habitants en 1993 ; en prévision 10 millions en l'an 2000. En 1990, la consommation annuelle de riz par habitant était d'environ 65 kilogrammes, pouvant atteindre 160 kilogrammes à Dakar. Sur la période 1989-1993 (4 campagnes), la production annuelle moyenne a été d'environ 204 500 tonnes alors qu'elle atteignait à peine 150 000 tonnes de 1985 à 1989 (SENGHOR, 1995). En 1992, cette production représente entre 0,03 et 0,04 % de la production mondiale (529,4 millions de tonnes) et les importations environ 2,2 % des importations mondiales (13,7 millions de tonnes).

L'importance de l'agriculture de Casamance

La Casamance, partie méridionale du Sénégal, a longtemps été perçue comme un grenier agricole pour subvenir à la forte demande alimentaire d'un pays sahélien tel que le Sénégal. Sa contribution à la production agricole nationale provient surtout du riz, cultivé soit en pluvial, soit en inondé. La riziculture inondée, historiquement implantée dans la partie aval du fleuve Casamance, portait notamment en elle de gros espoirs.

La Casamance constitue la principale région rizicole avec plus de 50 000 hectares exploités, environ 60 % des terres rizicultivées du Sénégal (tableau 1). Cependant, les rendements faibles (environ 1 tonne par hectare) sont très inférieurs à ceux des zones irriguées de la vallée du fleuve Sénégal (4 à 5 tonnes par hectare). Au cours de la période 1981-1993, la production casamançaise de riz paddy a varié entre 35 000 tonnes et 65 000 tonnes selon les années ; la contribution annuelle de cette région à la production nationale a diminué de 65 % à 25 %, à cause de la forte augmentation des surfaces rizicultivées dans la vallée du fleuve depuis 1989 (SENGHOR, 1995).

Le milieu naturel de la Casamance

La Casamance s'étend, entre la Gambie et la Guinée-Bissau, sur une superficie de 28 350 kilomètres carrés, soit 14,4 % du territoire national, pour une population d'environ 975 700 habitants en 1993, soit environ 13 % de la population sénégalaise. La partie maritime, la Basse-Casamance couvre 7 350 kilomètres carrés et la partie continentale comprend la Moyenne et la Haute-Casamance. Recensée en 1993, la population de Basse-Casamance est d'environ 300 300 habitants, dont plus de 100 000 dans la capitale Ziguinchor, et elle est constituée en majorité (60,7 %) par l'ethnie Joola[1]. La densité humaine est plus élevée (40,9 habitants par kilomètres carrés) que dans le reste de la Casamance et représente un des plus forts taux au Sénégal. Un climat de type tropical subguinéen et une végétation forestière parfois dense caractérisent la partie sud-ouest. En revanche, le climat de la partie nord et nord-est est plus sec et de type soudanien, la végétation dominante étant constituée par une savane relativement arborée.

(1) : transcription officielle sénégalaise, en français, on prononce et on écrit « diola ».

Tableau 1. Superficies rizicultivées au Sénégal en hectares (d'après COLY, 1992 ; SENGHOR, 1995).

Région	Surfaces potentielles			Surfaces exploitées (1992-1993)	
	aménageables	rizicultivables		aménagées	rizicultivées
		total	par région		
Fleuve Sénégal - riz irrigué	240 000	151 477	Delta : 109 537	65 000	32 340
			Podor : 25 190	–	–
			Matam : 16 750	–	–
Casamance- riz pluvial	–	50 000	–	–	50 000
Casamance - riz de mangrove	30 000	30 000	Ziguinchor : 22 000	15 000	1 753
			Kolda : 8 000		
Autres régions- riz pluvial	–	–		–	641
Total Sénégal	270 000	231 477		80 000	84 734

commun) dont la segmentation détermine les unités foncières et résidentielles(2). Les villages sont dirigés par un groupe d'anciens contrôlant les moyens de production et les jeunes constituent la force de travail. Le renouvellement de cette force de travail se fait à l'occasion de la cérémonie du « bukut » permettant l'accession des jeunes générations au rang de chef de famille et l'attribution d'une terre selon un droit foncier strict. Cette cérémonie est au centre du système socio-économique des Joolas : en plus du riz auto-consommé, les propriétaires de rizières doivent produire des excédents qui serviront à l'acquisition de bétail et de pagnes nécessaires à la cérémonie. Le troc est réalisé avec des ethnies commerçantes, telles les Mandingues, venant des régions voisines (actuellement Gambie, Moyenne-Casamance et Haute-Casamance). Au début du 20e siècle, ce système économique a maintenu un équilibre social : pas de mouvement migratoire et aucun besoin monétaire.

L'administration coloniale a tenté d'introduire en Basse-Casamance une politique fondée sur la monoculture d'exportation de l'arachide et l'importation du riz d'Indochine à moindre coût par rapport à la production locale. Pour promouvoir cette nouvelle politique, le riz importé a été offert en échange de la production arachidière. Les frontières administratives des états voisins étant effectives, l'approvisionnement en bétail et en pagnes est moins facile.

Les Mandingues de Gambie sont devenus des producteurs d'arachide. Le troc traditionnel des Joolas s'est éteint et, pour maintenir leur système socio-économique, les jeunes ont été envoyés comme saisonniers dans les zones arachidières de Gambie. En développant cette migration de travailleurs et la culture arachidière en Basse-Casamance, une économie de marché s'est substituée progressivement au système des excédents de riz. En effet, le monétaire ainsi acquis permet d'acheter non seulement des biens mais également de la nourriture, notamment du riz importé à bas prix. La conséquence directe a été l'abandon progressif des rizières salées et de celles difficiles à cultiver (MARZOUK, 1991).

Une politique d'aménagements hydro-agricoles ambitieuse

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, le pays a souhaité devenir autosuffisant du point de vue alimentaire et répondre à la demande croissante des populations urbaines qui imposent, notamment avec le riz, des habitudes alimentaires nouvelles.

Mise en œuvre des grands projets

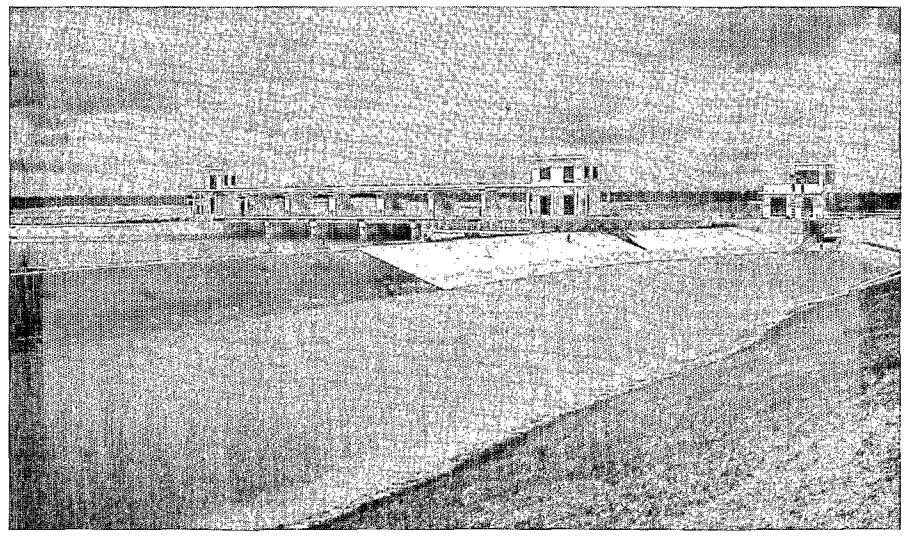
De grands projets hydro-agricoles ont été mis à l'étude sur les fleuves Sénégal et Casamance (tableau 2) et la riziculture a été favorisée.

D'importants travaux de défrichage de la mangrove, de construction de digues et de fossés drainants (poldérisation) sont nécessaires et les ouvrages doivent ensuite être régulièrement entretenus et convenablement gérés.

Certains échecs ont eu lieu par méconnaissance des conséquences des nouveaux aménagements sur le milieu naturel, notamment l'acidification rapide des sols de mangrove (MARZOUK, 1991).

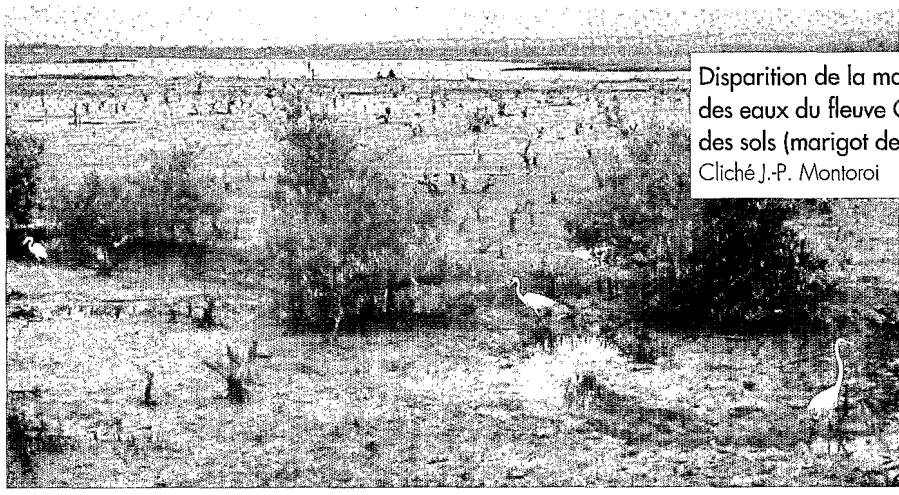
Hypersalinité des sols de mangrove et des bas-fonds

Les effets de la sécheresse, apparue en zone sahélienne depuis plus de vingt ans, se sont faits sentir en Basse-Casamance de façon insidieuse : les écoulements annuels en eau douce



Un grand aménagement hydro-agricole sur le marigot de Bignona : le barrage d'Affiniam, vu depuis la partie amont.
Cliché J.-P. Montoroi

(2) : l'appropriation du sol se fait par pan de pente, ce qui permet le contrôle de l'écoulement gravitaire des eaux, du plateau jusqu'au bas-fond. Cette organisation spatiale attribue à chaque segment de lignage la part de forêt à laquelle s'adosse sa résidence et le domaine de terres rizicoles et de terres inondées qui va du versant du plateau au domaine fluvio-marin. Ce découpage en lanières assure à chacun une diversité de ressources et de systèmes de culture pour faire face aux variations climatiques (MARZOUK, 1991).



Disparition de la mangrove à cause de la sursalinisation des eaux du fleuve Casamance et de l'exondation prolongée des sols (marigot de Tobor).
Cliché J.-P. Montoroi

Tableau 2. Historique des projets et des aménagements en Casamance (d'après BARRY, 1989 ; CAMARA, 1992 ; MARZOUK, 1991 ; MERE, 1992 ; MONTOROI, 1992 ; WADE et FAYE, 1995).

Période	Nature et localisation
Projets mis à l'étude et non réalisés	
1962	Etude générale de la Casamance maritime (GERCA)
1979	Etude de faisabilité, vallée du Soungrougrou (SONED/SOGREAH)
1980	Etude de faisabilité du barrage du Kamoboeul (BCEOM/IRAT)
1981/1985	Etude de faisabilité, vallée de Baïla (LBI/BCEOM)
1984	Etude de faisabilité, vallées des Kalounayes, Tapilane et Koubalan (SONED-Afrique)
1984	Plan directeur du développement de la Basse-Casamance Synthèse des études de faisabilité (HARZA Engeneering Company International)
Projets et aménagements réalisés ou en cours de réalisation	
1965-1973	Aménagements hydro-agricoles à Medina, Dieba et Tobor (ILACO)
1976	Création de la SOMIVAC, (Société de mise en valeur agricole de la Casamance)
1980-1982/1983	Construction du barrage de Guidel (Euro-Consult ex ILACO, FED)
1984-1987	Construction du barrage d'Affiniam, vallée de Bignona (MCC)
1974-1985	PIDAC, Projet intérimaire puis intégré (1978) de développement agricole de la Casamance. Construction de 25 petits barrages en 1983-1984 (USAID)
198?	Construction de 3 ou 4 petits barrages (MCC)
1985-1990	PID : Projet intégré de la communauté rurale de Djirédji. Construction de 8 petits barrages en Moyenne-Casamance (AFVP, ASSOLUCER)
Depuis 1986	DERBAC : Projet autonome de développement rural de la Basse-Casamance (FAD)
Depuis 1988	PROGES : Projet de gestion de l'eau dans la zone Sud (USAID-LBI)

GERCA : Groupement d'études et de recherche en Casamance
BCEOM : Bureau de coopération et d'études outre-mer
IRAT : Institut de recherche en agronomie tropicale
SONED : Société nationale de développement
LBI : Louis Emberger International
ILACO : International Land Development Consultant (Arnhem, Pays-Bas)
FED : Fonds européen de développement
MCC : Mission de coopération chinoise
USAID : United States Agency for International Development
AFVP : Association française des volontaires du progrès
ASSOLUCER : Association de lutte contre l'exode rural
FAD : Fonds africain de développement

sont devenus insuffisants pour équilibrer les mouvements quotidiens des eaux marines dans le réseau hydrographique du fleuve Casamance (DACOSTA, 1989). La forêt de mangrove s'est considéralement dégradée et les terres rizicoles des bas-fonds ont été progressivement contaminées par les eaux de surface, dont la salinité est, en saison sèche, 3 à 4 fois celle de l'eau de mer (BLASCO, 1983 ; MARIUS, 1979 et 1985 ; PAGES, 1992). Cette hypersalinité des eaux de surface caractérise la plupart des rivières côtières d'Afrique occidentale (CORMIER-SALEM, 1994).

Le dysfonctionnement des grands aménagements

La finalité première des projets d'aménagement était de reproduire, à grande échelle, le système de gestion hydraulique pratiqué traditionnellement par les Joolas : grâce à un dispositif de porte-écluse, on laissait entrer l'eau de mer, pendant la saison sèche, pour éviter l'acidification des sols de mangrove et on évacuait, durant la saison des pluies, les eaux qui drainaient et dessalaient les sols. Aussi, le mode de gestion hydraulique initial des grands barrages de Guidel et d'Affiniam — mis en service en 1983 et 1987 — est devenu inadéquat avec les nouvelles conditions environnementales. L'objectif initial des projets a alors été sévèrement remis en cause.

Un fonctionnement de type anti-sel a alors été préconisé afin d'empêcher l'intrusion des eaux marines sursalées durant la saison sèche (BARRY, 1989). Cependant, en termes de rentabilité, ils n'ont actuellement pas permis d'intensifier la riziculture.

La construction de petits barrages anti-sel

Au début des années 80, la dégradation chimique des terres rizicoles ayant pris des proportions catastrophiques et les populations locales

sollicitant les pouvoirs publics, une politique de sauvegarde et de réhabilitation est devenue indispensable. Plusieurs vallées de Basse-Casamance ont ainsi été aménagées par de petits barrages anti-sel (BONNEFOND et LOQUAY, 1985 ; MONTOROI, 1992).

Ces ouvrages ont trois objectifs :
– empêcher les intrusions marines et sursalées de surface ;
– contrôler le niveau des eaux en amont et assurer une récolte de riz en favorisant préalablement le dessalement des terres contaminées ;
– créer des voies de communication pour désenclaver des villages.
A l'inverse des grands barrages, ils nécessitent de faibles investissements et peuvent être gérés par les communautés villageoises.

Bien que les problèmes de dégradations salines et acides soient moindres en Guinée-Bissau, ces petits aménagements hydrauliques existent également dans la partie septentrionale de ce pays. Ils sont plus anciens et ont montré une efficience variable selon les conditions locales (MRD-AUW, 1989).

Les recherches pour réhabiliter les terres dégradées

De 1989 à 1991, un programme de recherche a été mené par l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, France) et l'ISRA (Institut sénégalais de recherche agricole, Sénégal) pour proposer des possibilités de réhabilitation des terres chimiquement dégradées. Plusieurs parcelles expérimentales, localisées dans une petite vallée typique de Basse-Casamance, la vallée de Djiguinoum, ont été mises en place en utilisant des techniques culturales traditionnelles (figures 1 et 2).

Une production moyenne annuelle comprise entre 2 et 3 tonnes par

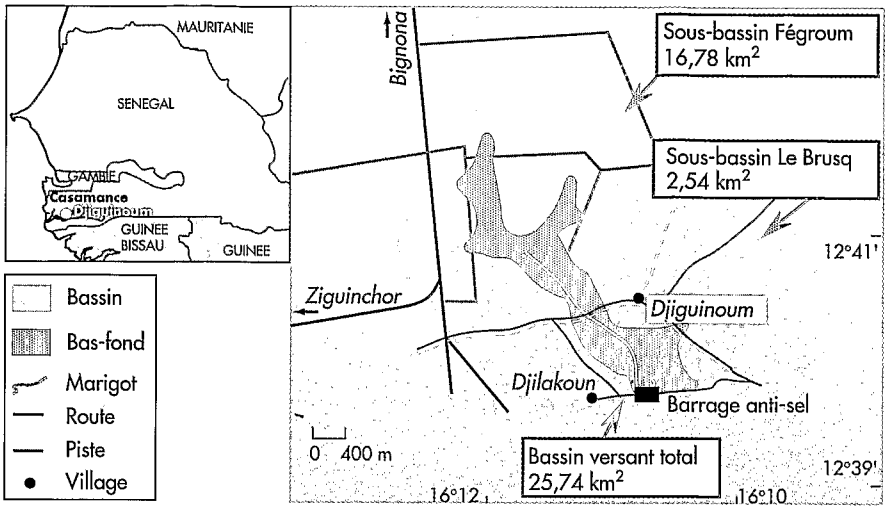


Figure 1. Localisation du bassin versant de Djiguinoum en Casamance.

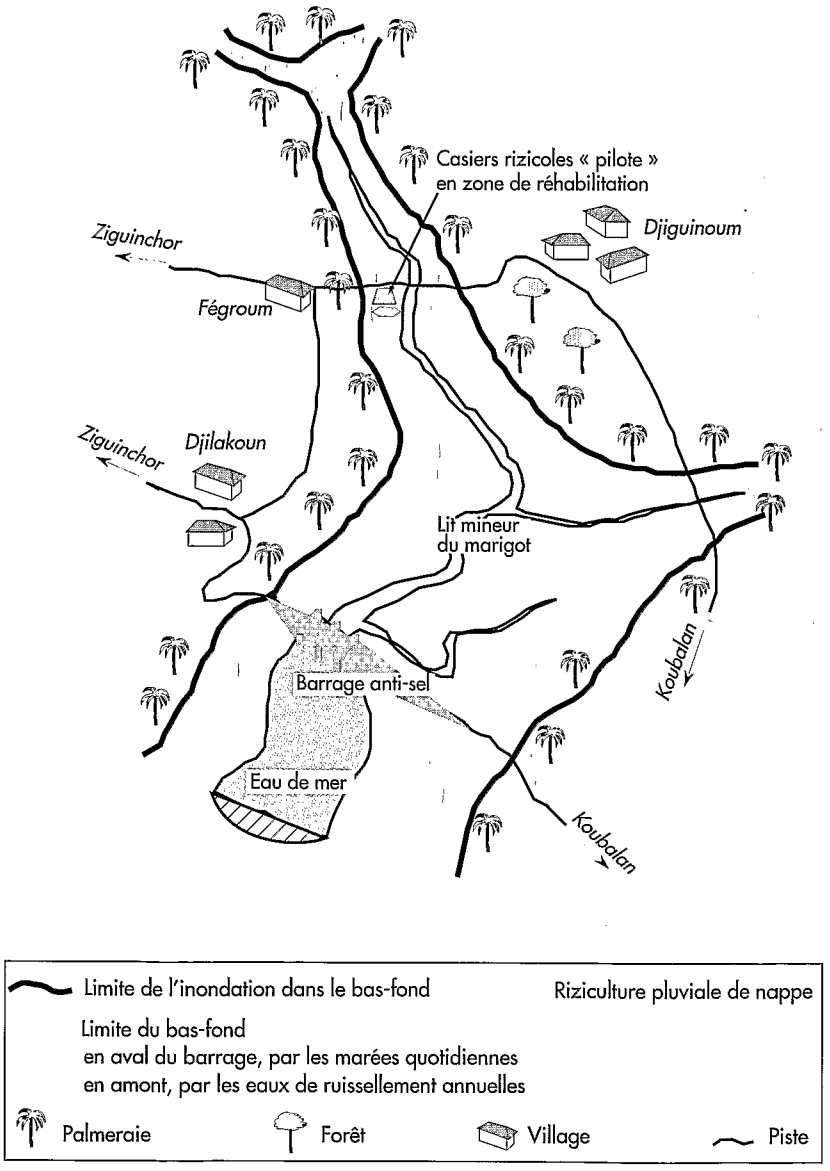


Figure 2. Aménagement du bas-fond de Djiguinoum par un barrage anti-sel complété par un dispositif de parcelles rizicoles.

Le bassin versant de Djiguinoum

Localisation

Le bassin versant de Djiguinoum (superficie de 25,74 kilomètres carrés) est situé au nord-est de Ziguinchor, à environ 15 kilomètres, sur la rive droite du fleuve Casamance et à environ 60 kilomètres de son embouchure (figure 1). Il est formé, dans la partie haute, par des interfluves larges de 2 kilomètres, longs de 2 à 3 kilomètres et ne dépassant pas 25 mètres d'altitude. Dans la partie basse, le bas-fond (1,55 kilomètre carré, 6 % de la surface totale du bassin) est quasiment plat (altitude inférieure à un mètre). Le bassin versant est composé de deux sous-bassins (Fégroum et Le Brusq) et l'exutoire est le barrage anti-sel de Djilakoun, construit en 1983 (figure 1).

Sols et écosystèmes

Le bassin intègre les différents écosystèmes rencontrés dans la région casamançaise : forêt-savane des plateaux pour le domaine continental et la mangrove dans les zones basses et les bas-fonds de l'estuaire pour le domaine fluvio-marin.

On observe l'organisation classique des sols de la zone intertropicale à climat contrasté : des sols ferrallitiques sur les plateaux (couleur rouge progressivement éclaircie vers les versants) ; des sols ferrugineux sur les versants (formés à partir des sols ferrallitiques). L'hydromorphie est de plus en plus marquée à la base des versants et se généralise dans tout le bas-fond.

La moitié septentrionale du bassin versant est occupée par une forêt sèche bien que la plupart des espèces soient sempervirentes. Sa dégradation progressive transforme cette forêt en une savane plus ou moins boisée, d'origine anthropique ou secondaire. En bordure du bas-fond, on trouve la palmeraie issue d'une préservation sélective de la part des populations. La présence d'une nappe peu profonde facilite son développement et le palmier constitue une ressource inestimable (bois d'œuvre, huile, vin de palme...). La forêt de palétuviers (mangrove) n'existe plus dans le bas-fond à la suite de sa destruction par la sécheresse. Seuls quelques troncs épars de *Rhizophora* et d'*Avicennia* témoignent de son ancienne présence.

Le terroir

Le domaine forestier occupe environ 1 768 hectares et le reste du bassin versant est occupé par les cultures (arachide, mil, sorgho sur les plateaux et riz dans le bas-fond) et les terres en jachère.

Une population totale d'environ 850 habitants occupe deux villages joola (Djilakoun et Djiguinoum). La figure 3 présente le terroir de Djiguinoum en 1991, en indiquant les modes d'occupation des sols : agricole, forestier et habitat.

hectare de riz paddy a été obtenue, avec la variété Rok 5 (MONTOROI *et al.*, 1993 ; DOBOS *et al.*, 1994 ; BRUNET, 1994).

Ces résultats ont notamment montré le rôle essentiel du petit barrage anti-sel, lorsque sa gestion hydraulique est rationnelle. En effet, en début de saison des pluies, des ouvertures fréquentes du barrage favorisent l'évacuation des eaux très chargées en sels, provenant du lessivage des sols. Au cours de la saison des pluies, elles maintiennent un niveau d'eau et une qualité chimique de la partie cultivée des sols compatibles avec le développement du riz inondé (ALBERGEL *et al.*, 1991).

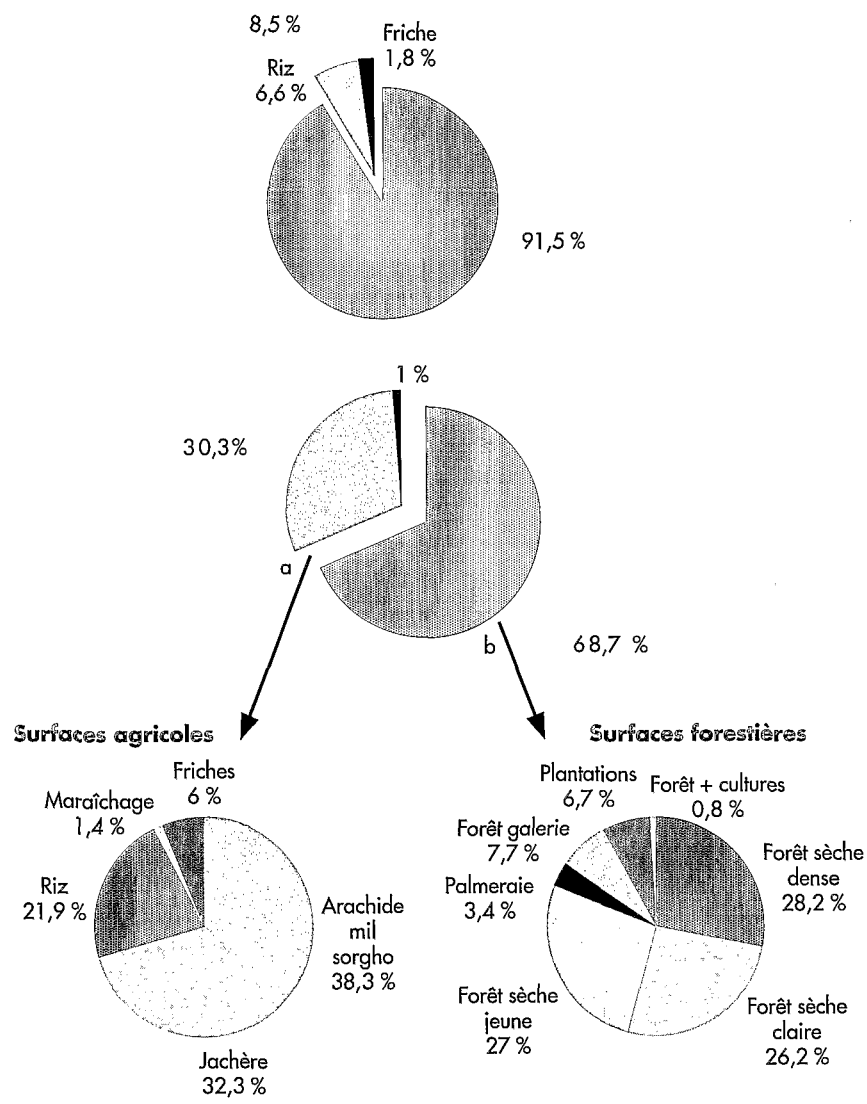
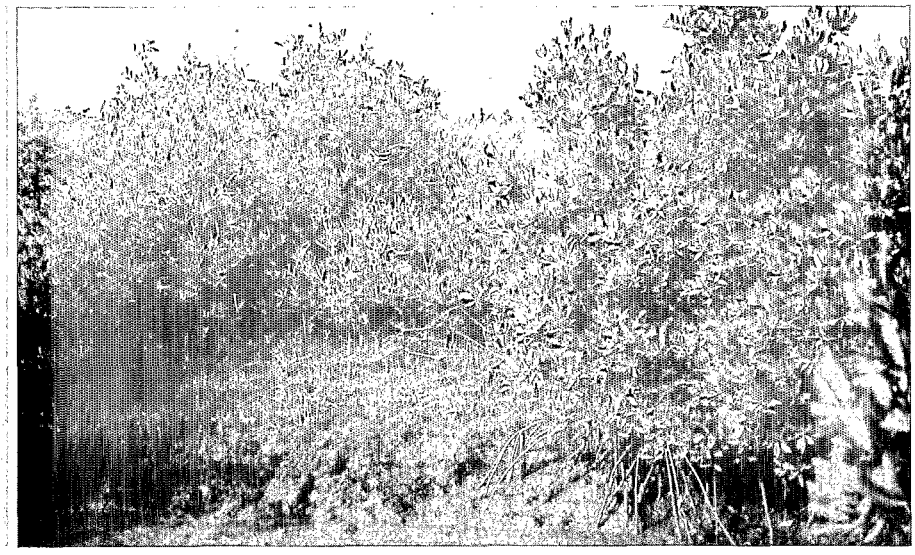


Figure 3. Le terroir de Djiguinoum en 1991. Répartition des surfaces agricoles (a) et forestières (b) du bassin versant.

Les partenaires

Le projet pilote de Djiguinoum s'est déroulé en collaboration entre l'ORSTOM (unité de recherche Dynamique et usages des hydrosystèmes locaux) et l'ISRA. De 1989 à 1992, il a bénéficié d'un financement du ministère de la recherche et de l'enseignement supérieur (MRES, projet n° 121) et de la commission des communautés européennes (CCE, DG XII, contrat n° TS2A-0216-M (CD)).



Mangrove à *Avicennia africana* et à *Rhizophora mangle* (marigot de Tobor).
Cliché J.-P. Montoroi

Le bassin versant de Djiguinoum : un milieu naturel en transformation

L'étude détaillée du bassin versant de Djiguinoum, dont l'exutoire est le barrage anti-sel de Djilakoun, permet de préciser les mécanismes de la dégradation chimique, d'établir un diagnostic sur l'évolution future des sols sulfatés acides et de déterminer les facteurs contribuant à l'amélioration de leur fertilité. Plusieurs enseignements sur l'évolution des sols sulfatés acides salés en condition de sécheresse ont ainsi été expliqués (MONTOROI, 1996*a*).

Les réponses de l'homme face à une sécheresse durable

Bien que la pluviométrie des dernières années soit relativement élevée, un déficit de pluviosité est observé depuis plus de vingt ans. A Ziguinchor, la pluviosité annuelle sur la période 1971-1990 est de 1 133 millimètres, alors qu'elle est de 1 541 et de 1 524 sur les deux périodes précédentes (1931-1950 et 1951-1970), soit une diminution d'environ 25 %.

Face à cette situation, l'homme a répondu par deux attitudes en adaptant le système de production :

– la lutte contre les aléas climatiques a permis de conserver un potentiel de production satisfaisant aux besoins alimentaires des habitants. Par exemple, la construction des petits barrages anti-sel est caractérisée par un effet protecteur sur le milieu et une possibilité de gestion de la ressource eau. Aussi, pour améliorer cette gestion, un système d'ouverture par portes qui se lèvent a été mis en place et a remplacé l'ancien système à batardeaux qui s'était révélé peu pratique ;

– il a exploité différemment son milieu de vie. L'augmentation de l'exode rural et l'exploitation agricole intensive des plateaux marquent ce changement qui, à l'origine, n'est pas entièrement dû à une cause climatique.

Ainsi, dans chaque unité foncière, plusieurs systèmes de culture coexistent et permettent de mieux s'adapter aux aléas climatiques.

Impact du barrage anti-sel sur le milieu naturel

Modification du régime d'inondation de la vallée

Un barrage anti-sel modifie le fonctionnement hydrologique des cours d'eau (figure 4). Avant sa construction, les sols sont régulièrement inondés au rythme des marées. Ils sont maintenus en conditions réductrices et sont colonisés par la mangrove. Avec la sécheresse, des zones nues et sursalées incultes (tannes vifs) se développent au détriment de la mangrove. Après sa construction, la dynamique d'inondation devient saisonnière. En saison sèche, les sols de l'amont sont exondés et subissent des périodes d'exondation prolongées, favorables aux processus d'acidification liés à l'oxydation des sédiments pyriteux. En saison des pluies, la submersion des sols crée temporairement de nouvelles conditions réductrices. Cette nouvelle dynamique d'inondation ne permet pas la régénération de la mangrove mais favorise la colonisation de la vallée par une végétation hydrophile et acidophile de cypéracées (tannes herbacés).

Modification des sols de mangrove

L'alternance saisonnière des phases d'inondation et d'exondation favorise la transformation physique et biochimique des sols de mangrove en sols sulfatés acides. Les sols du bas-fond sont également affectés par la salinité, à des degrés divers, selon leur position par rapport à l'ancien lit du marigot. Ils sont très salés à proximité de celui-ci (environ 100 décisiemens, par mètre équivalant à 77 grammes

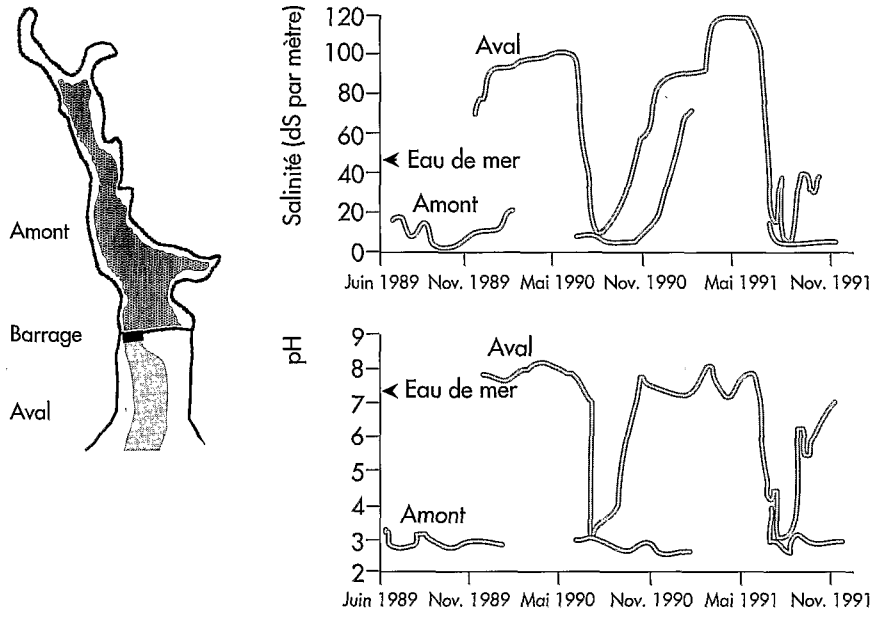
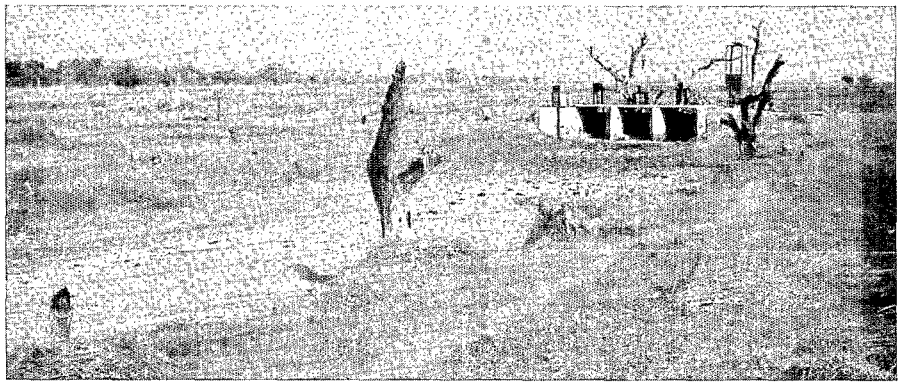
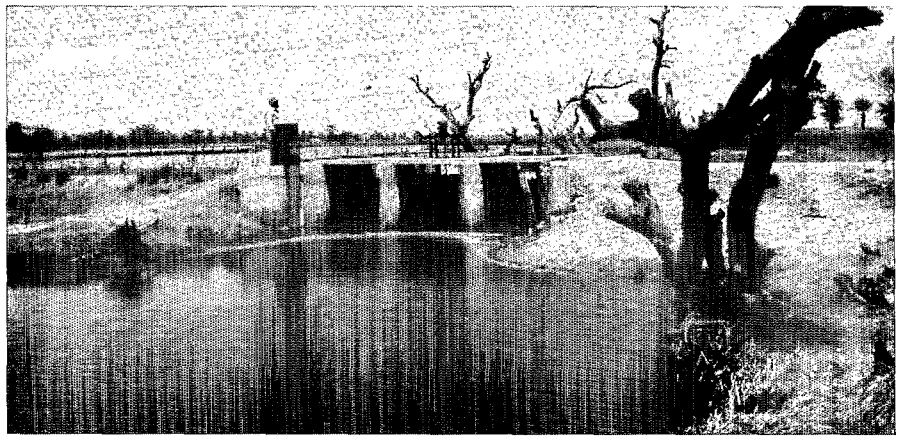


Figure 4. Evolution saisonnière de la qualité chimique des eaux de surface, de 1989 à 1991, en amont et en aval du barrage anti-sel de Djiguinoum.



Le bas-fond exondé de Djiguinoum, durant la saison sèche, en amont du barrage anti-sel de Djilakoun ; à l'arrière-plan les eaux marines du fleuve Casamance.
Cliché J.-P. Montoroi



Le bas-fond inondé de Djiguinoum, au début de la saison des pluies, en amont du barrage anti-sel de Djilakoun. La retenue est en cours de remplissage avec les eaux pluviales lessivant et drainant les sols salés.
Cliché J.-P. Montoroi

par litre), la salinité décroissant vers les bords de la vallée. Des efflorescences salines se forment durant la saison sèche, notamment des sels d'aluminium et de fer en bordure de la vallée (LE BRUSQ *et al.*, 1987 ; MONTOROI, 1995).

Modification de la qualité chimique des eaux

Les eaux de la retenue deviennent acides (pH d'environ 3) et contrastent avec la quasi neutralité des eaux marines. Elles présentent une salinité qui dépend du degré de dilution par les eaux de pluie et du volume d'eau lâché au barrage (figure 4).

L'oxydation de la pyrite produit des ions sulfate et ferreux et des protons qui sont libérés dans les eaux. En milieu très acide, les minéraux argileux s'altèrent et libèrent de l'aluminium soluble.

La retenue servant de lieu d'abreuvement pour le bétail et d'éventuel espace piscicole, les fortes teneurs en aluminium observées constituent un risque biologique potentiel pour les espèces animales, y compris l'homme (GALLE et MONTOROI, 1993).

La nappe du bas-fond présente trois faciès chimiques, qui se distribuent dans l'espace selon le degré de concentration des eaux : de la bordure vers le centre de la vallée, le faciès est bicarbonaté sodique, sulfaté ferro-aluminique et chloruré sodique.

Cette diversité peut être interprétée comme l'évolution géochimique progressive de la nappe des plateaux qui s'écoule dans les bas-fonds et rejoint l'axe de drainage. Initialement bicarbonatée calcique et peu minéralisée sous les plateaux, l'eau s'enrichit en sulfate, en fer et en aluminium en atteignant les sols sulfatés acides du bas-fond. Au cours de son transit vers l'axe de drainage, elle est soumise à une concentration par évaporation qui entraîne la précipitation de minéraux sulfatés et le développement d'un faciès chloruré-sodique (MONTOROI, 1996*a*).

La séquence de précipitation a été décrite par MONTOROI (1995) (figure 5).

La salinité et l'acidité élevées de la nappe du bas-fond sont des contraintes majeures pour les plantes. Les fortes teneurs en aluminium et en fer solubles constituent un risque chimique potentiel de toxicité.

Sulfate d'Al ou de Fe →	Sulfate d'Al et de Na →	Sulfate de C →	Chlorure de Na
(Alunogène ou rozénite)	*(Tamarugite)*	*(Gypse)*	*(Halite)*

Figure 5. Séquence de précipitation des minéraux observés dans le bas-fond de Djiguinoum.

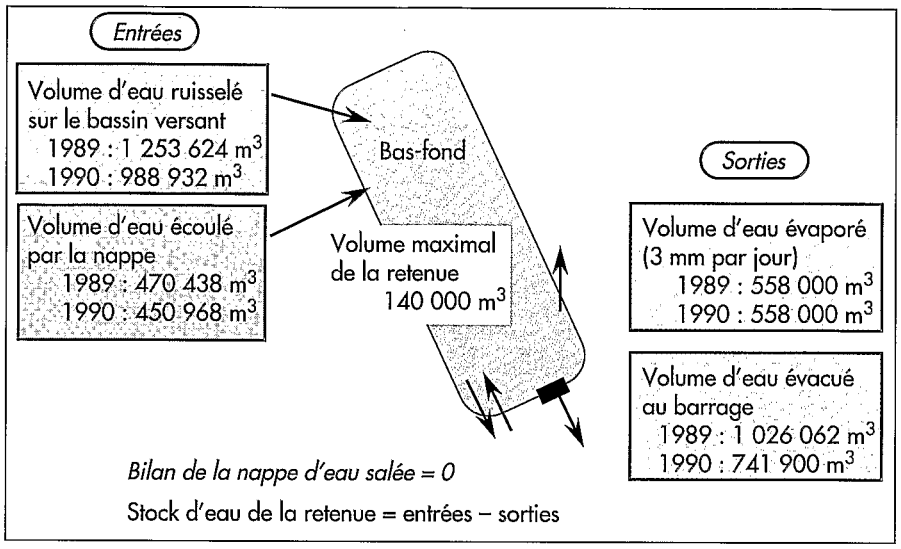


Figure 6. Bilan hydrique du bas-fond de Djiguinoum durant la saison des pluies 1989 et 1990.

Un bassin versant aménagé en évolution

De faibles écoulements

La figure 6 présente le bilan hydrologique du bassin versant durant les années 1989 et 1990.

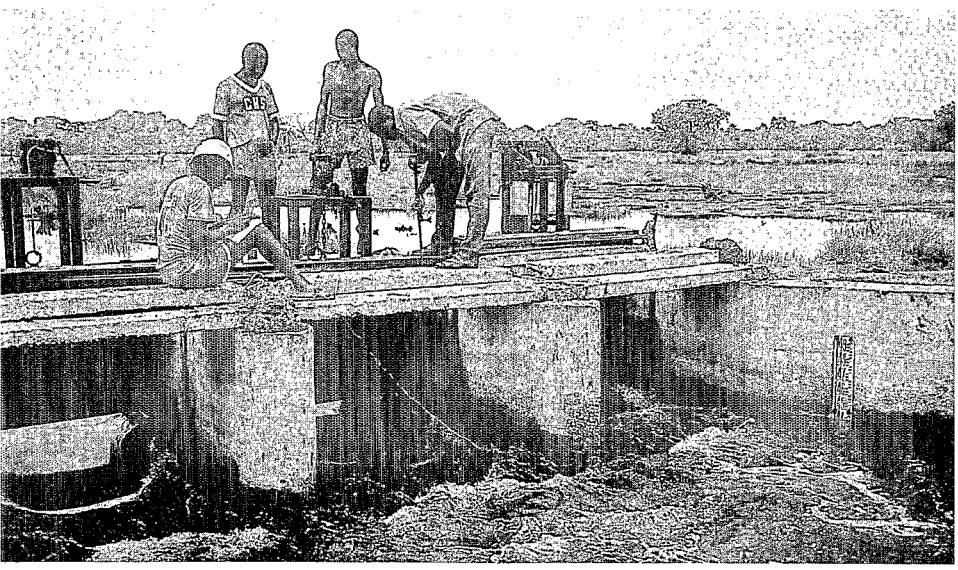
Le bassin versant ruisselle peu, de l'ordre de 4 % de la pluviométrie annuelle, cette valeur étant liée au mode d'occupation des sols (ALBERGEL *et al.*, 1991). Un couvert forestier hétérogène et discontinu couvre les deux tiers de la superficie du bassin. La dynamique de la nappe superficielle est rapide en saison des pluies, sa recharge annuelle étant très variable. Les sols cultivés montrent une sensibilité à l'érosion hydrique. Les écoulements de surface et souterrain alimentent le bas-fond en éléments solides et dissous, d'une manière discontinue.

Un fonctionnement hydrologique et géochimique complexe

Un modèle de fonctionnement hydrogéochimique du bassin versant a été élaboré et peut être décrit par quatre étapes principales au cours d'un cycle annuel.

Au cours de la saison sèche, les sols sont exondés et la nappe s'abaisse régulièrement jusqu'à son point d'étiage. Des efflorescences salines précipitent dans les sols et à leur surface. Elles s'organisent dans le bas-fond, selon le niveau de concentration atteint par les solutions et le faciès chimique de la nappe sous-jacente.

Au début de la saison des pluies, les pluies dissolvent les sels par ruissellement superficiel et les entraînent vers les parties basses du bas-fond. La retenue commence à se remplir et les eaux acquièrent un faciès chlorurésodique avec des teneurs significatives en ions aluminium et sulfate. La nappe du bas-fond remonte rapidement car elle est alimentée par les infiltrations au voisinage de la rupture de pente entre le versant et le bas-fond et par les circulations internes liées au remplissage de la retenue. Les sols du bas-fond sont progressivement ennoyés.



Le barrage anti-sel de Djilakoun dans le bas-fond de Djiguinoum. Les portes sont levées pour lâcher les eaux salées en début de saison des pluies.
Cliché J.-P. Montoroi

Au cours de la saison des pluies, l'infiltration et le drainage des eaux dans les sols du versant et du plateau se généralisent. L'inondation des sols se poursuit par l'extension latérale des eaux de la retenue et l'écoulement souterrain provenant du plateau. La surface inondée est stabilisée par les lâchers d'eau au barrage, les eaux étant alors très diluées. Aussi, dans les sols, une strate d'eau peu concentrée se superpose à l'eau d'origine souterraine qui est plus salée.

Au début de la saison sèche, le drainage des sols du plateau continue à alimenter la nappe du bas-fond mais ces flux latéraux se tarissent progressivement. La baisse du niveau de la nappe se généralise. Le niveau des eaux de la retenue s'abaisse, leur extension se réduit et leur concentration augmente. L'évaporation des eaux de la retenue est relayée par celle des eaux de nappe.

Une dynamique des sels active et quantifiable

Plusieurs expérimentations ont ainsi permis d'analyser la dynamique des sels dans les sols du bas-fond de Djiguinoum. Pour des échelles spatiale et temporelle données, les bilans de matière renseignent sur la nature des processus mobilisant les éléments en solution. Ils montrent que, dans tous les cas, les sels se redistribuent, les processus mis en jeu étant fonction de l'échelle d'observation retenue (MONTOROI, 1996*a*).

Au cours de la saison des pluies, on observe une diminution de la salinité dans les sols, plus ou moins importante selon la profondeur. Cette évolution dépend du développement physique des anciens sols de mangrove. L'horizon supérieur présente une importante « maturation physique » avec une structuration nette et une forte compacité. Les solutions circulent selon deux modalités : dans les fissures, les transferts sont verticaux et rapides tandis qu'ils sont latéraux et lents dans les éléments structuraux de grande taille. En profondeur, dans le matériau peu consistant, les solutions circulent facilement, en particulier latéralement. Ces observations ont plusieurs conséquences pour la mise en culture : les sels contenus dans les sols sont d'autant mieux mobilisés que la structure des horizons de surface est améliorée, notamment par un labour en billons, que les sols sont drainés et que les eaux de la retenue sont renouvelées par des ouvertures fréquentes du barrage.

A l'échelle du bas-fond, le calcul d'un bilan salin annuel montre — avec les réserves inhérentes à la démarche adoptée (MONTOROI, 1996*b*) — que le dessalement est effectif chaque année mais qu'il est très dépendant des apports météoriques. De 1989 à 1990, le stock salin — calculé sur une épaisseur de sol de 1,8 mètre — a diminué d'environ 450 tonnes (figure 7). Ce dessalement annuel ne se cumule pas car des apports en éléments dissous sont possibles durant l'année (pluies, nappe du plateau, eaux de ruissellement et nappe salée). Le dessalement annuel est surtout limité par la nappe salée circulant sous la digue anti-sel, montrant ainsi que le bas-fond n'est pas complètement isolé du réseau hydrographique. Aussi, la réhabilitation des sols salés sera particulièrement délicate les années très sèches.

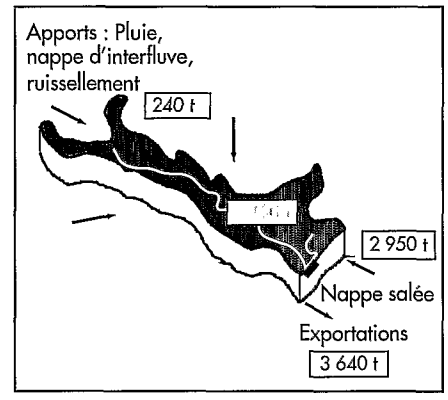


Figure 7. Bilan salin du bas-fond de Djiguinoum sur la période 1989-1991 (en tonnes).

Perspectives pour la riziculture inondée

Sur le plan agronomique

Le contrôle et la gestion de la ressource en eau au niveau de la retenue anti-sel sont nécessaires pour permettre une bonne production des rizières mais ne suffisent pas à pérenniser celle-ci. La mise en valeur des sols salés et acides de la vallée de Djiguinoum est faible, voire nulle, si elle n'est pas accompagnée de techniques culturales améliorantes : travail du sol (billonnage), variétés de riz tolérantes à la salinité et à l'acidité, amendements minéraux et organiques.

A l'échelle régionale, cette observation est également valable mais les techniques à mettre en œuvre doivent tenir compte des particularités de chaque vallée. Par exemple, les terres sableuses des vallées aménagées, situées dans la partie méridionale de la Basse-Casamance, sont

Transport du riz cultivé en pépinière sur les plateaux et destiné au repiquage dans les casiers aménagés du bas-fond de Djiguinoum. Cliché J.-P. Montoroi

plus favorables à la mobilisation des sels mais retiennent peu l'eau et les éléments nutritifs nécessaires au développement de la plante.

Les barrages anti-sel sont coûteux surtout si de nombreuses petites vallées sont équipées[3] et s'ils sont de grande dimension pour l'aménagement des affluents du fleuve Casamance[4]. Ces aménagements ne seront rentabilisés que par des gains de production significatifs et durables. Leur rentabilité a de nombreuses fois été évaluée pour justifier les investissements, mais le calcul prend souvent en compte des rendements obtenus ponctuellement au cours d'essais agronomiques contrôlés. Ces valeurs optimales sous-estiment la période d'amortissement des investissements, la réhabilitation d'une vallée entière n'ayant jamais été réalisée à l'heure actuelle.

Edification, à l'aide du *kayendu*, de diguettes protégeant et ceinturant les rizières salées du bas-fond de Djiguinoum.
Cliché J.-P. Montoroi

La politique d'aménagement

Le risque de sécheresse incite à modifier et à adapter les modèles de gestion des sols de bas-fonds aménagés. Si ce risque persiste et augmente, une politique de conservation des sols non salés serait préférable à une politique de réhabilitation des sols déjà très salés. En effet, la réhabilitation rizicole d'un bas-fond suppose une organisation collective spécifique des populations et une capacité d'adopter de nouveaux itinéraires techniques favorisant le dessalement des sols, notamment la gestion hydraulique du barrage. Elle sera longue à mettre en place et difficilement compatible avec les ressources humaines et matérielles, actuellement déjà réduites. En revanche, la préservation des terres non contaminées par le sel devra être l'objectif prioritaire, le barrage anti-sel constituant un instrument efficace de protection.

Dans la perspective d'un regain pluviométrique, les aménagements existants seront encore opérationnels s'ils ne sont pas hydrologiquement sous-dimensionnés. La gestion rationnelle d'une eau de bonne qualité offrira alors des possibilités d'intensifier et de diversifier la production agricole (double récolte, culture de contre-saison).

Sur le plan économique

La faible productivité des rizières casamançaises ne doit pas conduire au désengagement de l'Etat, même si les investissements se sont révélés pour le moment peu rentables. Cet enjeu est crucial pour la cohésion sociale d'un peuple qui a su, auparavant, s'adapter aux contraintes du milieu et rechercher, dans les potentialités de son terroir, une solution alternative (CHENEAU-LOQUAY, 1993).

Culturellement attachés à la riziculture extensive dans un système autarcique, les agriculteurs joolas ont intégré la logique économique du système libéral pronée par l'Etat et axée sur une politique d'importation de riz bon marché. Cette ouverture sur le monde extérieur, fondée sur les échanges commerciaux et la mobilité des individus, est antérieure à la récente sécheresse et n'a fait que s'accentuer avec la diminution des ressources en eau et en sol.

Il n'est pas du tout acquis que la fin de cette sécheresse s'accompagnera d'un retour à l'ancien système de production joola, même si de nouvelles mesures économiques — comme la dévaluation du franc CFA — dynamisent actuellement la filière riz au Sénégal.

La politique étatique d'autosuffisance alimentaire en riz consiste maintenant à vouloir limiter les importations, à favoriser les exportations et à restructurer le marché intérieur (respect des engagements internationaux et rétablissement de l'équilibre des comptes). Elle nécessite une intensification du système de production et une extension des surfaces rizicultivées (aménagement de périmètres irrigués sur le fleuve Sénégal). Cependant, dans un tel contexte, l'agriculteur casamançais sera peu enclin à rechercher le profit s'il s'accompagne d'un risque plus élevé en intensifiant. Il cherchera plutôt à maintenir le système ancestral garantissant sa survie et à s'adapter à la nouvelle donne économique en diversifiant son activité agricole (par exemple plantation fruitière, maraîchage). Il s'agit là d'une difficile adéquation entre les contraintes du milieu naturel et celles de l'économie de marché.

(3) : selon le type de vallée, un petit barrage anti-sel, construit avec les moyens locaux, coûtait moins de 200 000 FF en 1985. La surface des sols dégradés est variable, de l'ordre de quelques centaines d'hectares.

(4) : le barrage de Guidel a coûté environ 20 millions de FF, correspondant à 800 hectares de terres salées encore à aménager. Le barrage d'Affiniam a coûté environ 10 fois plus (vallée de Bignona) sans compter les aménagements pour 5 000 hectares de terres dégradées.

Bibliographie

ALBERGEL J., BRUNET D., DUBEE G., MONTOROI J.-P., ZANTE P., 1991. Gestion d'un barrage anti-sel en Basse-Casamance (Sénégal). *In* Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants en zone aride, A. KERGREIS, J. CLAUDE (éditeurs). AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, France, p. 275-285.

BARRY B., 1989. Barrage-écluse de Guidel. Historique et problématique de gestion. *In* Deuxièmes journées de l'eau au Sénégal, recueil des communications, C.B. GAYE (édit.). Université Cheikh Anta Diop/DEH, Dakar, Sénégal, p.183-194.

BLASCO F., 1983. Mangroves du Sénégal et de Gambie. Statut écologique-Evolution. Inst. Carte Intern. du Tapis Végétal, CNRS E.R. 73, université Paul Sabatier, Toulouse, France, 86 p.

BONNEFOND P., LOQUAY A., 1985. Aspects socio-économiques de la riziculture en Basse et Moyenne-Casamance. Mission d'évaluation. Ministère des relations extérieures, ministère de la coopération et du développement, Paris, France, 264 p. + annexes.

BRUNET D., 1994. Un aménagement hydraulique simple pour la réhabilitation des sols salés : la riziculture en Basse-Casamance. Sécheresse 5 : 37-44.

CAMARA O., 1992. DERBAC. Stratégie d'intervention du programme d'aménagement hydro-agricole. *In* Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance, G. GREPIN, C. POMERLEAU, J.-Y. PIROT (éditeurs). AJAC-ZG, ISRA, ORSTOM, UICN, Ziguinchor-Dakar, Sénégal, p. 60-66.

CHENEAU-LOQUAY A., 1993. Demain, encore le riz ? Fin d'une civilisation du riz ? *In* Comprendre la Casamance. Chronique d'une intégration contrastée, F.-G. BARBIER-WIESSER (édit.). Karthala, Paris, p. 351-383.

COLY A.-K., 1992. Sols et agriculture en Moyenne et Haute-Casamance, domaine de l'eau douce. *In* Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance, G. GREPIN, C. POMERLEAU, J.-Y. PIROT (éditeurs). AJAC-ZG, ISRA, ORSTOM, UICN, Ziguinchor-Dakar, Sénégal, p. 100-106.

CORMIER-SALEM M.-C., 1994. Dynamique et usages de la mangrove dans les pays des rivières du Sud. Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, France, 353 p.

DACOSTA H., 1989. Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance. Thèse de doctorat, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 273 p.

DOBOS A., FALL M., MONTOROI J.-P., 1994. Amélioration de la fertilité des rizières de Basse-Casamance (Sénégal) en relation avec la gestion des eaux de ruissellement d'un bassin versant : premiers résultats et perspectives. *In* Bilan hydrique agricole et sécheresse. Vers une gestion des flux hydriques par le système de culture, F.-N. REYNIERS, L. NETOYO (éditeurs). Colloques et Congrès, AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, France, p. 289-301.

GALLE C., MONTOROI J.-P., 1993. Ecological consequence of high aluminium content in acidified estuarian waters : the case of tilapia fishes in lower Casamance (Senegal). Acta Oecologica 14 (1) : 87-100.

LE BRUSQ J.-Y., LOYER J.-Y., MOUGENOT B., CARN M., 1987. Nouvelles paragenèses à sulfates d'aluminium, de fer et de magnésium, et de leur distribution dans les sols sulfatés acides du Sénégal. Science du sol 25 (3) : 173-184.

MAINGUET M., 1995. L'homme et la sécheresse. Masson, Collection géographie, Paris, France, 335 p.

MARIUS C., 1979. Effets de la sécheresse sur l'évolution phytogéographique et pédologique de la mangrove en Basse-Casamance. Bulletin de l'IFAN, t. 41, sér. A 4 : 669-691.

MARIUS C., 1985. Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement. Travaux et Documents, 193, ORSTOM, Paris, France, 368 p.

MARZOUK Y., 1991. Histoire des conceptions hydrauliques étatiques et paysannes en Basse-Casamance, Sénégal, 1960-1990. *In* Savoirs paysans et développement, G. DUPRE (édit.). Karthala-ORSTOM, Paris, France, p. 61-97.

MERE J.-F., 1992. Actions de lutte anti-sel menées par l'AFVP dans le département de Sédhiou. *In* Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance, G. GREPIN, C. POMERLEAU, J.-Y. PIROT (éditeurs). AJAC-ZG, ISRA, ORSTOM, UICN, Ziguinchor-Dakar, Sénégal, p. 88-95.

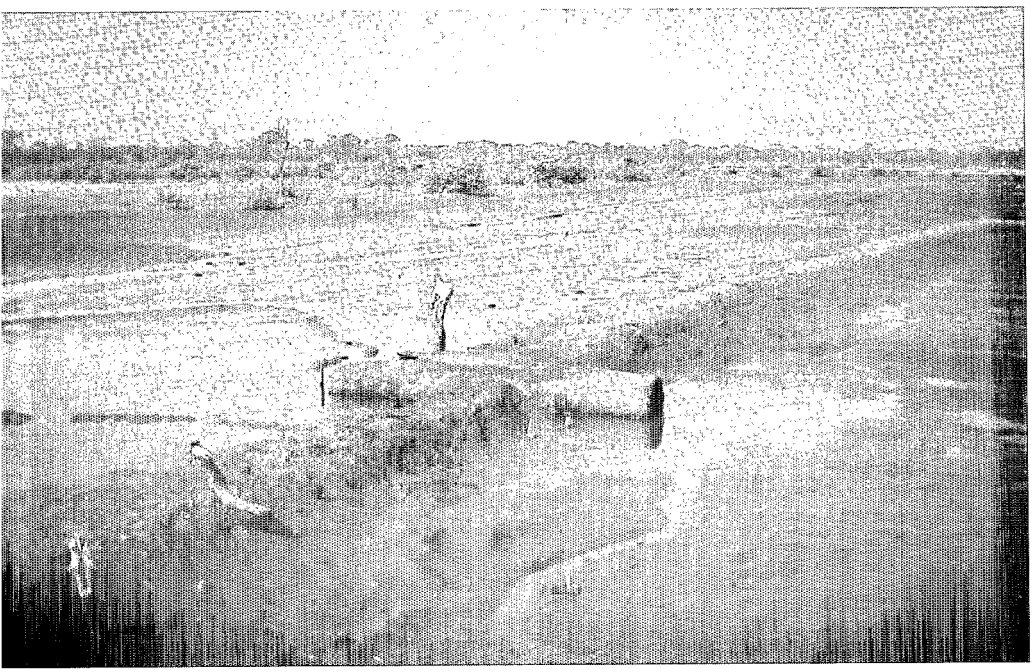
MONTOROI J.-P., 1992. Les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de Basse-Casamance. *In* Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance, G. GREPIN, C. POMERLEAU, J.-Y. PIROT (éditeurs). AJAC-ZG, ISRA, ORSTOM, UICN, Ziguinchor-Dakar, Sénégal, p. 52-59.

MONTOROI J.-P., 1995. Mise en évidence d'une séquence de précipitation des sels dans les sols sulfatés acides d'une vallée aménagée de Basse-Casamance (Sénégal). C. R. Acad. Sci. Paris, France, 320 (II a) : 395-402.

MONTOROI J.-P., 1996*a*. Gestion durable des sols de l'écosystème de mangrove en Casamance (Sénégal). Dynamique de l'eau et des sels en période de sécheresse. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France, 263 p.

MONTOROI J.-P., 1996*b*. Intérêts et limites des bilans pondéraux pour estimer les transferts de solutés à différentes échelles spatiales et temporelles. Application aux sols d'une vallée aménagée de Basse-Casamance (Sénégal). *In* Sols et transferts des polluants dans les paysages, actes des 5e journées nationales de l'étude des sols., Rennes 96, 22-25 avril 1996, C. WALTER, C. CHEVERRY (éditeurs). AFES, Rennes, France, p. 215-217.

MONTOROI J.-P., ALBERGEL J., DOBOS A., FALL M., SALL S., BERNARD A., BRUNET D., DUBEE G., ZANTE P., 1993. A suitable water management for the rehabilitation of rice culture in the acid sulphate soils of lower Casamance (Senegal): a successful two years



Système traditionnel de vidange des eaux de submersion d'une ancienne rizière abandonnée à cause de la sursalinisation des eaux marines et de nappe (tronc de ronier évidé).
Cliché J.-P. Montoroi

experiment. *In* Selected papers of the Ho Chi Minh Ville symposium on acid sulphate soils, Viêt-Nam, mars 1992, D. DENT, M.E.F. VAN MENSVOORT (Eds). ILRI, Wageningen, Pays-Bas, 53 : 195-203.

MRD-AUW, 1989. Dams for mangrove rice cultivation. An inquiry into the effectiveness of dams in Guinea-Bissau. SAWA, Utrecht, Pays-Bas, 32 p.

PAGES J., 1992. Biomasse et production phytoplanctoniques dans deux systèmes paraliques d'Afrique de l'Ouest. Travaux et Documents Microf., 82, ORSTOM, Paris, France, 221 p.

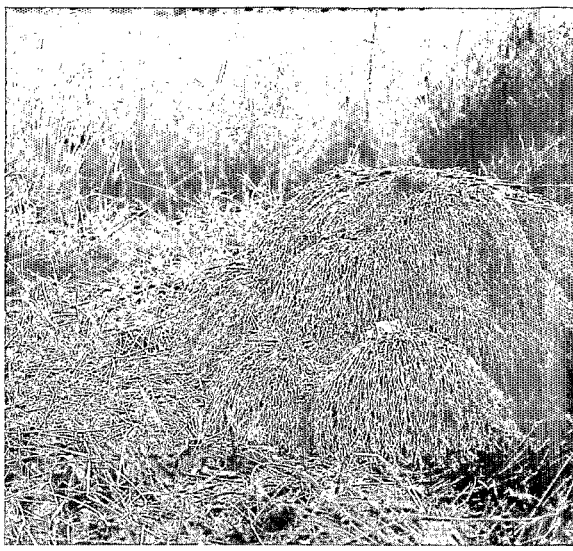
PELISSIER P., 1966. Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imp. Fabrègue, Saint Yrieix, France, 939 p.

PORTERES R., 1950. Vieilles agricultures de l'Afrique Intertropicale. Centres d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux d'agricultures antérieures au 15e siècle. L'Agronomie Tropicale V (9-10) : 489-507.

SENGHOR P.-T., 1995. Contraintes à l'intensification des différents types de rizicultures pratiquées au Sénégal. *In* Quel avenir pour les rizicultures de l'Afrique de l'Ouest ? Colloque international CNRS-CIRAD, 4-7 avril 1995, Bordeaux, France, 18 p. CHENEAU LOQUAY A., LEPLAIDEUR A. (éditeurs), Karthala, France, sous presse.

VAN GENT P.A.M., UKKERMAN H.R., 1993. The Balanta rice farming system in Guinea-Bissau. *In* Selected papers of the Ho Chi Minh Ville symposium on acid sulphate soils, Viêt-Nam, mars 1992, D. DENT, M.E.F. VAN MENSVOORT (Eds). ILRI, Wageningen, Pays-Bas, 53 : 103-111.

WADE M., FAYE I., 1995. Un système d'amélioration de la production rizicole dans les bas-fonds salés de la Casamance. *In* Quel avenir pour les rizicultures de l'Afrique de l'Ouest ? Colloque international CNRS-CIRAD, 4-7 avril 1995, Bordeaux, France, 8 p. CHENEAU LOQUAY A., LEPLAIDEUR A. (éditeurs), Karthala, France, sous presse.



Récolte des panicules de riz dans le bas-fond de Djiguinoum.
Cliché J.-P. Montoroi

Résumé... Abstract... Resumen

J.-P. MONTOROI — **Mise en valeur des bas-fonds en Basse-Casamance (Sénégal).**

La dégradation chimique catastrophique des terres rizicoles est à l'origine d'une politique de sauvegarde et de réhabilitation de plusieurs vallées de Basse-Casamance. Pour lutter contre les effets néfastes d'une sécheresse prolongée, notamment la salinité élevée des eaux de surface (3 à 4 fois celle de l'eau de mer), de nombreuses petites vallées ont été aménagées par des barrages anti-sel, ayant également pour fonction la collecte des eaux de ruissellement. Les eaux de la retenue doivent être gérées de manière à dessaler les sols sulfatés acides situés en amont et à maintenir un niveau d'eau compatible avec un bon développement du riz. Des parcelles expérimentales ont été mises en place dans la vallée de Djiguinoum en utilisant des techniques traditionnelles et le bassin versant a été étudié de façon détaillée. Le dessalement est effectif chaque année, mais n'est pas cumulatif. La réhabilitation des sols salés est très limitée au cours des années sèches et la mise en valeur des sols salés et acides doit s'accompagner de techniques améliorantes : travail du sol, variétés de riz tolérantes à la salinité et à l'acidité, amendements. La réussite de ces projets dépend également de l'entente des populations pour gérer le barrage et les aménagements annexes. Cependant, la réhabilitation systématique des zones dégradées nécessite des efforts humains et matériels considérables.

Mots-clés : riziculture, bas-fond, sol sulfaté acide, mangrove, salinisation, barrage, Casamance, Sénégal.

J.-P. MONTOROI — **Valorisation of the lowlands of Basse-Casamance (Senegal).**

The catastrophic chemical degradation of rice-growing areas has led to a policy of safeguard and rehabilitation for several valleys of Basse-Casamance. To counter the harmful effects of prolonged drought, notably the elevated salinity of the surface water (3 to 4 times that of the sea), numerous small valleys have been developed with anti-salt dams, which also function for collection of run-off water. Retained water must be managed so that the acid sulphate soils situated above are desalinated and that a water level compatible with a good development of rice is maintained. Experimental plots have been set up in Djiguinoum valley using traditional techniques, and the watershed has been studied in detail. Desalination is effective each year but is not cumulative. Rehabilitation of salty soils is very limited during the years of drought and the exploitation of salty acid soils must be accompanied by improvement techniques: working of soil, salt and acid tolerant varieties of rice, enrichment. The success of these projects also depends on the understanding of the population for managing the dam and associated developments. However, the systematic rehabilitation of degenerated areas requires considerable human and material effort.

Keywords: rice-growing, lowland, acid sulphate soil, mangrove, salinization, dam, Casamance, Senegal.

J.-P. MONTOROI — **Valorización de los bajíos en Baja-Casamance (Senegal).**

La catastrófica degradación química de las tierras arroceras es la razón de una política de protección y rehabilitación de varios valles de Baja-Casamance. Para luchar contra los efectos nefastos de una sequía prolongada, especialmente la elevada salinidad de las aguas superficiales (3 ó 4 veces la del agua de mar), se han instalado en numerosos valles pequeños embalses antisal que también tienen como función la recolección de las aguas de escorrentía. Las aguas del embalse deben ser manejadas de modo que desalen los suelos sulfatados ácidos situados aguas arriba y mantengan un nivel de agua compatible con un buen desarrollo del arroz. Se han acondicionado parcelas experimentales en el valle del Djiguinoum utilizando técnicas tradicionales y se ha estudiado detalladamente la cuenca hidrográfica. El desalamiento es efectivo cada año, pero no acumulativo. La rehabilitación de los suelos salados es muy limitada en años secos. Además, la valorización de los suelos salados y ácidos debe realizarse con técnicas mejorantes: labor del suelo, variedades de arroz tolerantes a la salinidad y la acidez, enmiendas. El éxito de estos proyectos depende también del entendimiento entre las poblaciones para manejar el embalse y las instalaciones anexas. Sin embargo, la rehabilitación sistemática de las zonas degradadas requiere esfuerzos humanos y materiales considerables.

Palabras clave: cultivo arrocero, bajío, suelo sulfatado ácido, manglar, salinización, embalse, Casamance, Senegal.