Le delta du fleuve Sénégal

Atlas collaboratif

Marie-Christine Cormier-Salem
Luc Descroix
Mouhamadou Mawloud Diakhate
Élisabeth Habert
Boubou Aldiouma Sy
Labaly Touré

IRD Institut de Recherche pour le Développement FRANCE
Université Gaston Berger Saint-Louis du Sénégal
PALOC Patrimoines locaux, environnement & globalisation • IRD - MNHN
PATEO Patrimoines et territoires de l'eau
SIRENA

Le delta du fleuve Sénégal

Atlas collaboratif

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

UNIVERSITE GASTON BERGER SAINT-LOUIS DU SENEGAL

PALOC
PATRIMOINES LOCAUX, ENVIRONNEMENT & GLOBALISATION • IRD - MNHN

SIRENA

PATEO
Patrimoines et territoires de l'eau

Le delta du fleuve Sénégal

Octobre 2022
DOI : 10.23708/fdi:010085776

Crédits photos

Couverture :
Vue du quai de l'île Saint Louis sur le petit bras du fleuve Sénégal, prise depuis le pont menant à Guet Ndar, le quartier des pêcheurs © Luc Descroix

4e de couverture (de gauche à droite) :
- Petit bras du fleuve Sénégal à Saint Louis séparant Guet Ndar (quartier des pêcheurs) à gauche de l'île Saint Louis à droite ; vue prise du pont les reliant, vers le nord et l'amont© Luc Descroix

- Oiseaux d'eau sur un bras de mer de l'estuaire, à l'entrée du village de Rao, à marée haute, dans le bas delta du fleuve Sénégal © Luc Descroix

- Travail de curage (enlèvement du typha australis, envahissant) d'un canal d'irrigation à l'entrée de Ross Béthio, moyen delta du fleuve Sénégal © Luc Descroix

Le delta du fleuve Sénégal

Direction scientifique

Marie-Christine Cormier-Salem
Luc Descroix
Mouhamadou Mawloud Diakhate
Élisabeth Habert
Boubou Aldiouma Sy
Labaly Touré

Mise en page
Laurence Billault

Sommaire

Les auteurs 11

Introduction 15

Services et disservices du delta du fleuve Sénégal 15
Marie-Christine CORMIER-SALEM

1 UN ENVIRONNEMENT AMPHIBIE, MOUVANT, FRAGILE ? 31

Le delta du fleuve Sénégal : paysages et dynamique actuelle 33
Boubou Aldiouma SY

Barrage de Diama et enjeux de l'aménagement du delta du fleuve Sénégal 43
Mouhamadou Mawloud DIAKHATE

Impacts de la brèche sur le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB) 49
Fatoumata NDIAYE

De la lutte contre le typha à sa valorisation en biocombustible domestique : l'exemple du projet Typha 55
Ludovic MILIC

Saisonnalités et évolution du *typha australis* dans le Delta du fleuve Sénégal 63
Fatoumata NDIAYE

L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis 71
Mignane SARR

Intrusion marine et minéralisation de la réserve souterraine dans le Gandiolais 79
Souleymane NIANG, Luc DESCROIX

Genèse et évolution de la salinité des terres dans le delta du fleuve Sénégal 87
Ramatoulaye NDIAYE, Tegaye DIOP

2 LES RESSOURCES ET LEUR EXPLOITATION, DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS GLOBAUX 95

La pêche continentale face aux enjeux de l'après-barrage dans le delta du fleuve Sénégal 97
Omar DIOP

Pratiques de mitigation et adaptation dans les terres agricoles affectées par la salinisation (commune de Ndiébène-Gandiol, Delta du fleuve Sénégal) 103
El hadji Oumar TOURÉ, Françoise BRETON

Étude du comportement d'*Acacia tortilis subsp raddiana* (Savi) Brenan et de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. à l'état juvénile face à un stress salin à Rosso-Mauritanie 113
Nianguiri Moussa KONATE, Cheikh El Wely ELY

3 ATOUTS ET FREINS AU DÉVELOPPEMENT ET À SA DURABILITÉ DANS LE DELTA 121

Formes et figures de migrations internes vers Saint-Louis 123
Aly TANDIAN

Les villes de la vallée du Sénégal : mutations et recompositions urbaines 131
Cheikh Samba WADE

Le système éducatif dans la région nord du Sénégal : l'exemple du département de Dagana 141
Mamadou DIALLO

Dynamique spatiale et insertion territoriale de l'agro-industrie au Sénégal 149
Focus sur la zone du Delta du Fleuve Sénégal et du Lac de Guiers
Jérémy BOURGOIN, Djibril DIOP, Djiby DIA

Le diabète de type 2 dans la ville de Saint-Louis : Offre de soins et prévalence 157
Ndèye Awa FALL

Conclusion 163

Un delta en devenir 163
Luc DESCROIX

Les auteurs

par ordre des présentations dans l'ouvrage

Marie-Christine CORMIER-SALEM
Directrice de Recherche IRD PALOC/ co-directrice du LMI PATEO, MNHN, Sorbonne Université, Paris

Boubou Aldiouma SY
Université Gaston Berger de Saint-Louis/ Sénégal
Laboratoire Leïdi «Dynamiques des territoires et développement»

Mouhamadou Mawloud DIAKHATE
Professeur de l'Université Gaston Berger, directeur du laboratoire Leïdi de l'UGB, co-directeur du LMI PATEO

Fatoumata NDIAYE
Géographe/Consultante en Géomatique, chargée de cartographie au Danish Refugee Council, Dakar

Ludovic MILIC
Assistant technique du projet TYPHA au sein du GRET
Chef de service de l'Observatoire départemental
Département de Seine-et-Marne

Mignane SARR
Expert forestier. Anciennement conservateur de l'AMP de Saint Louis
Coordinateur de projet à la FAO Sénégal

Souleymane NIANG
Spécialiste sauvegarde environnementale et sociale de la Délégation Générale
à l'Entreprenariat Rapide des Femmes et des Jeunes, Dakar

Luc DESCROIX
Directeur de recherche IRD/PALOC, Paris

Ramatoulaye NDIAYE
Responsable du Laboratoire sols/plantes
CRA de Saint-Louis/ISRA de SAINT-LOUIS

Tegaye DIOP
Docteure en Ecosystèmes et Environnement, Agropédologue ;
enseignante à l'Institut Supérieur d'Enseignement Professionnel (ISEP) de Richard-Toll et à l'UGB

Omar DIOP
Professeur de Géographie, département de Géographie, UGB Saint Louis/Sénégal

El hadji Oumar TOURÉ
Institut des Sciences et Technologies de l´Environnement (ICTA), Université Autonome de Barcelone
Département de Géographie, Université Autonome de Barcelone

Françoise BRETON
Institut des Sciences et Technologies de l´Environnement (ICTA), Université Autonome de Barcelone
Département de Géographie, Université Autonome de Barcelone

Nianguiri Moussa KONATE
Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique, Département de Production et de Protection Végétales, Unité de Recherche Ressources Génétiques et Environnement, Rosso, Mauritanie.

Cheikh El Wely ELY
Département de production et de protection végétale, Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique (ISET), Rosso, Mauritanie

Aly TANDIAN
CEO & Founder du Laboratoire d'Études et de Recherches sur le Genre, l'Environnement, la Religion et les Migrations.
Observatoire Sénégalais des Migrations, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal

Cheikh Samba WADE
Enseignant chercheur, Laboratoire Leïdi, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal

Aboubacry WADE
Docteur en Géographie/Laboratoire LEIDI/ Professeur de géographie/Créteil-Paris

Mamadou DIALLO
Géographe, Enseignant- Chercheur, proviseur du Lycée d'Excellence Aime Césaire de Saint Louis

Jérémy BOURGOIN
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Bureau d'Analyses Macro-Économiques, Dakar, Sénégal
CIRAD, UMR TETIS, Montpellier, France

Djibril DIOP
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Bureau d'Analyses Macro-Économiques, Dakar, Sénégal

Djiby DIA
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Bureau d'Analyses Macro-Économiques, Dakar, Sénégal

Ndèye Awa FALL
Doctorante en géographie de la santé
Chargée de recherche à l'ONG African Population and Health Research Center (APHRC), West Africa Regional Office

Introduction

Services et disservices du delta du fleuve Sénégal

Marie-Christine CORMIER-SALEM

Les notions de service écosystémique et disservice

Au nom des principes d'équité intra et transgénérationnelle et de justice environnementale (Millenium Ecosystem Assessment 2005, CBD/UNEP 2008), la nécessité de garantir la préservation de la biodiversité en lien avec le bien-être des populations a conduit à populariser la notion des service écosystémique (SE), qui se décline en 4 catégories : régulation, auto-production, support (ou approvisionnement) et socio-culturel. Ce succès, néanmoins, n'est pas sans poser des problèmes épistémologiques, méthodologiques et éthiques. Parmi les principales controverses, il faut souligner la vision anthropocentrée de la nature et les risques de sa marchandisation, ainsi que les lacunes des méthodes d'évaluation, trop *stricto sensu* monétaires. De fait, l'approche intégrée de toutes les valeurs, instrumentales et intrinsèques, ou système de valeurs (Maitre d'Hôtel and Pelegrin 2012) et la cartographie de la dynamique et des interactions ou compromis entre services (positives et négatives ou dis-services), font encore largement défaut. À la notion de SE, l'IPBES privilégie celle de « Contribution de la Nature aux Populations », qui se décline en 3 catégories (Pascual *et al.* 2017) : régulation, matériel et immatériel. Il demeure néanmoins la question essentielle des liens entre ces catégories et des politiques d'arbitrage, ou compromis, entre services et acteurs susceptibles d'en bénéficier. De plus en plus également, est mise en avant la question des disservices ou contributions négatives, dans la mesure où les écosystèmes peuvent produire des nuisances (parasites, détérioration des infrastructures), des risques biologiques (maladies, insectes destructeurs des récoltes, allergies) et géophysiques (inondations, sécheresse, tempêtes, etc.) (Lyytimäki 2015, von Döhren and Haase 2015).

Le delta du fleuve Sénégal est un bon exemple des tensions entre protection et développement local. Les espaces protégés du delta du fleuve Sénégal sont multiples et bien documentés (tableau 1 et figure 1). Leur création témoigne de l'évolution des politiques publiques et, notamment, des injonctions internationales. Si les premiers parcs nationaux (PN) ont une visée spécifique et sanctuariste, tel le PN des oiseaux du Djoudj (PNOD), créé en 1971, pour protéger les habitats refuges des oiseaux d'eau, à partir des années 1990 et surtout 2000, les approches sont davantage écosystémiques, conservationnistes et participatives (Cormier-Salem and Roussel 2000). L'impératif de co-gestion (ou *community-based management*) se traduit ainsi par la mise en place du Comité intervillageois du PNOD en 1995, de l'association de Groupements d'Intérêt Économique (GIE) du PN de la Langue de Barbarie (PNLB) puis du Comité Local de Gestion de la

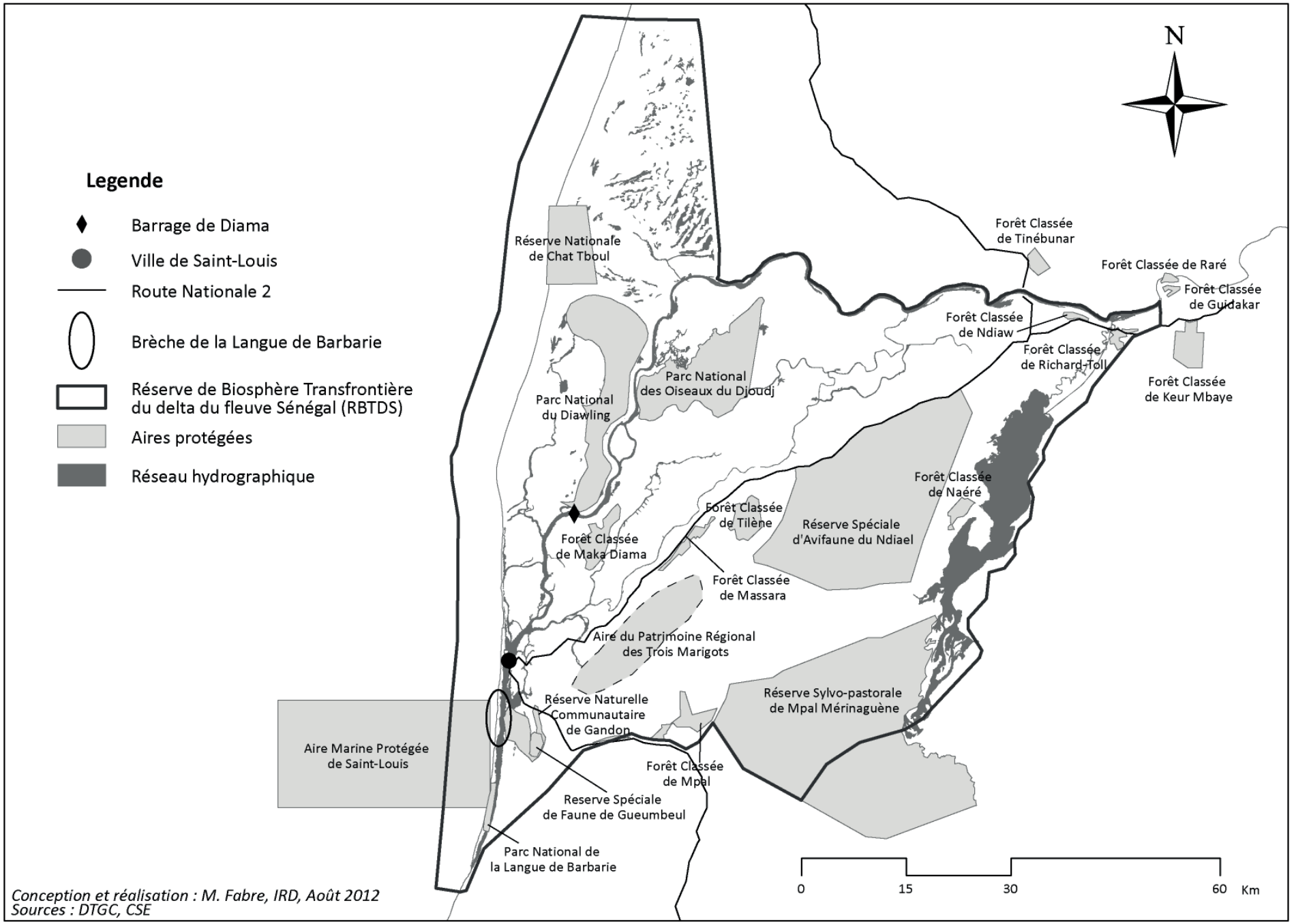
Photo 1 : confiscation des troupeaux divaguant dans le PNOD par les agents du parc. © Marie-Christine Cormier-Salem

Photo 2 : dépérissement des arbres du PNOD à cause de la fiente des oiseaux © Marie-Christine Cormier-Salem

Biodiversité du même parc [1], ou encore du Comité de co-gestion de l'Aire marine protégée Saint-Louis. Ces nouvelles visions, élargies à l'échelle éco-régionale et inclusives, se concrétisent aussi par la création du PRCM, Programme Régional pour la Conservation de la zone côtière et marine de l'Afrique de l'Ouest, en 2003, devenu Partenariat en 2015, et qui lance, dès les années 2000, des plans d'action ciblant les corridors de migration des tortues ou encore des requins, ainsi que le RAMPAO, Réseau des AMP en Afrique de l'Ouest. Elles débouchent enfin sur la création en 2005 de la Réserve de Biosphère Transfrontière du delta du Fleuve Sénégal, partagée entre le Sénégal et la Mauritanie.

Néanmoins, ces politiques souffrent de plusieurs contradictions et tensions, à diverses échelles. À l'échelle transnationale, la prolifération du *Typha australis* en est un bon exemple : sur la rive sénégalaise, cette espèce, pourtant endogène, est considérée désormais comme une plante invasive à éradiquer ; sur la rive mauritanienne, il s'agit d'une nouvelle ressource de biocarburant à valoriser (Diakhaté 2015).
À l'échelle nationale, les politiques publiques balancent entre relance et soutien des productions, notamment céréalières pour lutter contre l'insécurité alimentaire et conservation de la biodiversité ou encore élevage extensif et protection des écosystèmes herbeux (photo 1). Ainsi, les parcelles de riziculture irriguée et intensive jouxtent les plans d'eau protégés, aussi bien en Mauritanie qu'au Sénégal, répondant à la Grande offensive pour la nourriture et l'abondance ou GOANA, lancée en 2008, suite aux émeutes de la faim.
Les écosystèmes du delta du fleuve Sénégal fournissent de nombreux services (tableau 1). À l'échelle locale, des compromis entre ces services doivent être opérés. Les critères des choix témoignent d'intérêts et de valeurs, qui sont loin d'être partagés entre toutes les parties-prenantes et qui, par ailleurs, ont de forts impacts sur le fonctionnement des socio-écosystèmes. Ainsi, la survalorisation des oiseaux d'eau, tels les pélicans, espèces emblématiques du PNOD et du PND, se traduit par la dégradation du couvert arboré : les arbres nichoirs dépérissent à cause de la fiente acide de ces espèces (photo 2). En outre, leur alimentation, basée sur les poissons, représente une pression très importante sur l'ichtyofaune des plans d'eau, alors que les populations locales de pêcheurs n'y ont plus accès (Cormier-Salem and Riegel 2015).

1. Le CLGB rassemble les chefs de villages périphériques, les représentants des OCB, Organisation Communautaire de base, un enseignant par école, les écogardes et le parc.



Carte 1 : Espaces protégés du delta du fleuve Sénégal

Aires protégées	Date de création et statuts	Objectifs initiaux	Superficie	Population	
Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Sénégal (RBTDS)	29/06/2005 (mais lancement des activités le 3/02/2009)	Intégralité du Bas Delta protégé (entité physique et humaine) Cœur de la RB (en grisé)	641 168 ha dont : 40 000 ha en Mauritanie + 600 000 ha au Sénégal autres chiffres (cf B-F et OH, 2010 d'après CSE) : 475 000 ha au Sénégal + 187 000 ha en Mauritanie > probable sous-estimation de l'AMP	Env. 400 000 habitants dont 50% urbains 65h km² - Côté sénégalais (40h/km² hors ville) : 375 000 habitants (dont la ville de Saint-Louis : 170 000 ; Richard Toll : 50 000) ; Maures, Peuls, Wolof - Côté mauritanien (13h/km²) : plus de 20 000 habitants (communauté rurale de N'Diago) 50 000 touristes / an	
Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD)	1971 1975 : extension du parc (1976 : villages déplacés en périphérie) Site Ramsar (1977) Site du patrimoine mondial de l'Unesco (1981) Noyau de la RBTDS (2005)	Conservation des oiseaux (et d'un échantillon des ressources naturelles du Delta)	16 000 ha	zone non habitée : 8 villages en périphérie (Tiguet, Débi, Rone, Fourarate, Diadième 1, Diadième 2, Diadième 3, Kheune), soit environ 4000 habitants dont 2 013 wolofs, 1 732 maures et 251 peuls) ;	

Tableau 1 : Espaces protégés du delta du fleuve Sénégal : gestion, gouvernance et services

	Eléments structurants/ marqueurs	Gouvernance	Principaux services	Contraintes identifiées
	Circulation des eaux : zones humides, plaines inondables, marais, cuvettes, mangroves et bras du fleuve Littoral : plages quasi désertes Pâturages de saison sèche	1 comité transnational ; 2 comités de gestion (1 mauritanien et 1 sénégalais) siège au PND logo en cours (pélican ?)	Régulation : delta du fleuve Sénégal endigué et artificialisé (1985 : barrage de Diama à l'aval ; 1989 : barrage de Manantali sur le Bafing à l'amont) Eaux d'où habitat privilégié pour : - oiseaux d'eaux (nidification, gagnage) - poissons et crevettes (nourriceries, frayères) (cf ci-dessous)	Évaporation de 2m/an et précipitation moyenne de 200 mm/an d'où importance des eaux du Fleuve (Source Fouta Djalon) 2 ruptures récentes : - ouvrage de Diama en 1985 (anti sel, pour riz irrigué sans tenir compte socio-écosystèmes à l'aval complètement désertifiés) - brèche de la Langue de Barbarie (2003) avec impacts variables Invasion du *Typha* sur plus de 100 000 ha, soit 40% surface en eau de la retenue du barrage de Diama
	Fleuve Sénégal, affluents (Djoudj, Gorom) Bassins et plans d'eau	Approche participative à partir de 1995 (création d'une Comité Inter Villageois (CIV) en 2000)	- Régulation des flux : eau douce < bassin du Djoudj endiguée, 2 ouvrages le Djoudj et le Crocodile ; marigots du Tieguel et du Khar - Auto-production : Biodiversité : oiseaux (pélicans, cormoran, spatules, etc.), poissons (plus de 20 espèces), reptiles (varan, crocodiles ; python), mammifères (phacochères, chacal. - Prélèvement : Tolérance de certaines pratiques des populations riveraines comme le pâturage, ainsi que la coupe du bois et la pêche au moment des fêtes. - Culturel : écotourisme (14-15 000 visiteurs par an ; 5 écogardes ; location de pirogues) : école dans chaque village ; 2 infirmeries et 1 case de santé ; 1 campement villageois et 1 hôtel privé (DIDI)	Déplacement des villages sans dédommagement ; Non rémunération des écogardes (40 volontaires dont 10 écoguides) et Nombre limité des bénéficiaires du tourisme (que 3 piroguiers avec un salaire mensuel de 50 000FCFA) ; Rétraction des parcours pour les éleveurs (également due à l'extension de la riziculture irriguée); Éloignement des zones de pêche Avec barrage de Diama, invasion (maintenant contrôlée) de *Salvinia molesta* Avec eau douce, invasion des *Typha Australis*

Aires protégées	Date de création et statuts	Objectifs initiaux	Superficie	Population	
Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB)	1976 Noyau de la RBTDS (2005)	Conservation des espèces avec objectif spécifique de conservation des tortues marines	2 000 ha	Zone habitée (8 villages du Gandiole : Mouit, Gouye Rene, Mboumbaye, Mbao, Tare, Tassinère, Zebrabar, Diol.. ?)	
Réserve Spéciale de Faune de Gueumbeul (RSFG)	1983 site Ramsar pour oiseaux d'eau (1977 puis 2005 ?) Noyau de la RBTDS (2005)	Espace clôturé pour conserver et élever des espèces animales autochtones et introduites (gazelles)	720 ha	Zone non habitée	
AMP de Saint-Louis	2004 Noyau de la RBTDS (2005)	Outils de gestion durable des pêches	496 km² ; balisage de 50 000ha (4 balises en 2003)	Très forte densité de population de pêcheurs de Guet-Ndar : 4000 Unités de Pêche ; 25000 habitants	
Réserve de Faune de Ndjaël	02/02/1965 Site Ramsar (1977) Noyau de la RBTDS (2005)		46550 ha		
Forêt de Gandon Réserve naturelle communautaire	Zone tampon				

	Eléments structurants/ marqueurs	Gouvernance	Principaux services	Contraintes identifiées
	Cordon dunaire « canal de délestage » ou brèche en 2004	Intégration des populations dès 1980 ; Groupement d'Intérêt Économique (GIE) en 2001. Nombreuses tolérances : coupe du bois mort, pêche réglementée (FMD et épervier)	- Biodiversité : Zone de ponte des tortues (surtout vertes ; à confirmer tortue luth et imbriquée) ; zone de reproduction pour oiseaux (pélicans gris et blancs, mouettes à tête grise (3000 couples), goëlands railleurs (2000 couples) et autres Laridae (sternes royales, hansel, naines, caspiennes et fuligineuses), vanneaux éperonnés, rapaces (balbuzards pêcheurs, milans noirs), dendrocygnes veufs, aigrettes garzettes et dimorphes et nombreux échassiers migrateurs - Culturel : écotourisme (10 écogardes dont 6 écoguides, 2 pirogues pour le Parc) droit d'entrée de 2000 FCFA par personne ; location de la pirogue : 7500 FCFA pour 4 personnes, 2500 FCFA par personne en deçà de 4 personnes ; 3000 FCFA pour le guide. 1000 FCFA pour le transport en pirogue de 3 personnes et 2500 FCFA pour plus de 3 personnes Système de rotation pour les piroguiers tous les 9 jours (9 piroguiers).	Brèche de la langue de Barbarie ayant conduit à la salinisation des eaux et des sols et à la fermeture de l'ancienne embouchure ; érosion de l'île aux oiseaux ; raréfaction de certaines espèces de poisson (mulet, carpe, capitaine) et de certains oiseaux (canard dendrocygne, flamant rose) ; menace de certains villages (destrucution Doum Baba Gueye) et infrastructures comme le campement touristique sur la langue de Barbarie (néanmoins des impacs positifs comme la régénération de la mangrove et des roselières).
		Implication des populations riveraines : Interdiction totale des usages dans l'espace clôturé mais tolérance pour la coupe du bois mort et la pêche à l'épervier. GIE financés par programmes comme GIRMAC, FFEM, COMPACT	- Régulation : Zone deltaïque à eau salée ou saumâtre - Approvisionnement - 2 types de faune terrestre en semi-captivité : · autochtones (phacochère, singe rouge ou patass, tortue de terre sultuta et rongeurs comme mangoustes) ; · introduites : 4 espèces de gazelle (*Dama, Oryx, Adax, Dorcas*)	Zone calme, peu de pression
		Décentralisation et transfert de compétences aux collectivités locales en 1996.	Milieu marin, deltaïque et estuarien - Auto production : nourricerie et frayère pour poissons ; enrichissement des eaux côtières	
	Cuvette du Ndjaël (dans zone de transition : Lac de Guiers ; RSP de Mpal-Mérina-guène zones tampons : diverses FC de : Mpal, Mastara Foulane, Naere, Tilène)		Pâturages très dégradés du fait de la sécheresse Invasion de *Prosopis*, qui détruisent les dents des petits ruminants (silice des gousse), et les puits avec les racines	Qualité des eaux d'approvisionnement de Dakar soumis à pollution de la compagnie sucrière Zone de pâture/ troupeaux transhumants

Aires protégées	Date de création et statuts	Objectifs initiaux	Superficie	Population	
Ville de Saint-Louis, Patrimoine mondiale de l'Unesco	2000	Architecture coloniale (critère ii et iv)	Extension en 2007	Environ 250 000 habitants	
Parc National du Diawling (PND)	14/01/1991 Noyau de la RBTDS (2005)	- Conservation et utilisation durable des ressources naturelles et d'un échantillon de l'écosystème du Bas Delta - Développement harmonieux et permanent des activités des populations locales coordination des activités pastorales et piscicoles	16 000 ha	6 000 habitants dans la zone périphérique du Parc répartis en 32 villages (Dune de Ziré, Dune de Burette, Dune côtière, et à l'île de M'Boyé)	
Forêt classée de Moi Dina en RMI	? Noyau de la RBTDS (2005)				
Ile de Mboyo	? Noyau de la RBTDS (2005)				

	Eléments structurants/ marqueurs	Gouvernance	Principaux services	Contraintes identifiées
	Fleuve et affluents Bassins Dunes et cordon dunaire	Mairie à Ndiago Dans chaque village, 1 chef de village (nommé par villageois) et 1 conseil des anciens. Pêche, cueillette (*Sporobolus robustus*, gousses A. *nilotica* ; tamarinier) ; pâturage (bovins, caprins, dromadaires) ; maraîchage	- Régulation des flux : rive droite du delta du fleuve Sénégal restauré et sous contrôle avec 5 ouvrages (Cheyal, Lemer, Berbar, Bell, Lekser) ; approvisionnement en eau douce de la ville de Nouakchott (travaux de pompage de l'Aftout en cours) - Auto-production : site de nidification de nombreux oiseaux (aquatiques, terrestres et forestiers) ; nourriceries et frayères pour ichtyofaune (crevettes, mulet, tilapia..) ; 22 chevaux sauvages ; phacochères ; régénération de la mangrove (*Avicennia germinans*) ; restauration du parc à *A. nilotica* (+ bosquets d'*A. tortilis* et d'*A. albida*) - Approvisionnement : nourriture (poisson, légumes, gousses de tamarin..) ; matériau (paille pour nattes, gousse de *A. nilotica* pour tannage ; combustible) ; commerce (produits du maraîchage, nattes, poisson séché gej,) ; pâturage pour troupeau cueillette (nénuphars, *Sporobolus robustus*, gousses d'*Acacia nilotica* et *Tamarindus indicus*,etc) - Culturel ; un peu tourisme ; valeur spirituelle ? esthétique ?	Problèmes socio-économiques : - problème d'accès à l'eau potable ; Santé : paludisme et diarrhées Manque d'écoles ; - problème d'accès aux marchés urbains (pas de moyen de transport) - problèmes écologiques : Restauration entre 1998 et 2003 ; actuelle phase d'entretien d'un estuaire recréé avec nombreux changements entre 2004 et 2009: inachèvement des travaux d'aménagement, défaut d'entretien des ouvrages ; prolifération de certains végétaux aquatiques dans les bassins d'eau douce (*Typha domingensis, Typha australis* et *Salvinia molesta*, mais maîtrisées grâce à introduction d'un insecte) ; salinisation de certains espaces dûe à l'ouverture de la brèche de la Langue de Barbarie et modification du régime hydrologique du barrage de Diam (bassin du N'Tiallakh) ; occlusion de marigot de Bell empêchant inondation de l'eau marine ; Ouvrage nécessaire pour permettre le fonctionnement de l'estuaire ; incertaines conséquences des travaux de pompage de l'Aftout

Aires protégées	Date de création et statuts	Objectifs initiaux	Superficie	Population	
Réserve Naturelle du Chat Tboul	Site Ramsar (2000) Noyau de la RBTDS (2005)	Conservation des oiseaux d'eaux	15 500 ha	Quelques familles semi-nomades de maures bouhoubbeyni	
Tumbos Nord et Sud	? Noyau de la RBTDS (2005)				
Confluent Bell/ Kurumban	? Noyau de la RBTDS (2005)				

	Eléments structurants/ marqueurs	Gouvernance	Principaux services	Contraintes identifiées
			- Ancienne embouchure du fleuve Sénégal. 46% de zone marine/côtière, 38% de zones humides continentales, 16% de dunes vives et dunes avec végétation - Biodiversité : grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* (jusqu'à 300 individus sont observés chaque année au mois de janvier). Populations d'outardes arabes (*ardeotis arabs*) ; vestiges de forêts de plaine d'inondable (*Acacia nilotica, Tamarix senegalensis*), des étendues de *Sporobolus robustus* et *Juncus rigidus*, et des poches de Vetivera nigritana. Quelques *Avicennia germinans*. nourriceries pour des espèces de grande valeur économique (Mugilidae, crevettes, etc.). Le lac des mulets, zone de reproduction, de grossissement et/ ou d'alimentation pour les mugilidés - écotourisme et campement de chasse de Keur-Macène	Braconnage et problème de déchets

Unités socio-écologiques	Critères écologiques	Critères sociaux	Services	Contraintes	Enjeux
littorale	Zone influencée par la marée et la gestion du barrage de Diama avec 2 sous unités : - une marine (O. Atlantique), - une estuarienne et terrestre (au delà de l'estran : dunes côtières en RIM, Langue de Barbarie, ville St-Louis, près à salicornes. plaines de l'intérieur (El Gourane, Gandiole) Mangrove à A. Germinans et Rhizophora, prés à Salicornes	Marins pêcheurs de Guet Ndar, de Ndiago Quelques éleveurs de camelins au nord	Approvisionnement : ressource halieutique ; sel et saline au Chat Tboul et dans le Gandiole ;	Canal de délestage ac multiples csq (>0 et >0) Érosion et remontée du niveau de la mer Déclin de la productivité des pêcheries Problèmes dûs à l'environnement urbain de Saint-Louis et déséquilibre	Statut des AP (cf. AMP de Saint-Louis)
centrale	Zone directement influencée par les ouvrages secondaires de l'OMVS : du barrage de Diama à la prise d'eau du lac de Guiers Aftout Es Sahéli (cuvettes salées et désertiques en saison sèche, mais avec inondation très productive : mulets, crevettes + oiseaux) ; dunes de Trarza, lagune de Tchat Tboul (salée/ saumâtre toute l'année) ; plaines inondables > ouvrage de Lekser avec *Sporobolus robustus* et forêts *A. nilotica* ; plaines inondables du Niadier transformes en rizières, envahies par *Typha*	Pêche dans plans d'eau et bras du fleuve ; Maraîchage (au pied des massifs dunaires) ; Riziculture irriguée ; Éleveurs de camelins et bovins Cueilleuses de S. robustus Chasseurs < zones amodiées	Biodiversité : oiseaux Approvisionnement : mulets, crevettes Scio-culturel cf campement de chasse de Keur Macène	Privatisation des terres Ouvrage de l'Aftout avec alimentation en eau potable de Nouackchott Invasion du *Typha domingensis* (*yur* en hassania) et de *Salvinia molesta*	Compétition entre usages et accès Contradiction entre modèles de gestion : conservation versus exploitation productiviste

Tableau 2 : Propositions de nouvelles unités socio-écologiques (d'après Borrini-Fayerabend et Hamerlynck, 2010)

Unités socio-écologiques	Critères écologiques	Critères sociaux	Services	Contraintes	Enjeux
Sud-Est	Cuvette de Ndiaël (site ramsar depuis 1977, et site Ramsar en danger depuis 1990) et lac de Guiers : au nord, plaines inondables autour de Richard Toll, Fleuve Taoué alimentant lac de Guiers ; vallées du Ferlo ; massifs dunaires couverts de savanes arborées, champs, jachères (élevage extensif) Prise d'eau du lac de Guiers 2 sous-unités : - avec eau (complexe agro-industriel de la CSS, conduite eau potable pour Dakar ; monoculture de canne à sucre) ; - sans eau, à vocation agro-pastorale	Agro-pasteurs (« zone à vocation agro-pastorale ») Acteurs externes à RBTDS : Compagnie Sucrière Sénégalaise (8000 employés en période de campagne sucrière 12000 ha (de nos jours au lieu de 8000 ha) appartient au groupe industriel agroalimentaire suisse Mimran ; chiffres d'affaire de 87 millions d'euros ; 8000 ha de canne à sucre avec engrais, pesticides, etc.) + ville de Dakar (dépendance pour eau potable)	Approvisionnement : pâturage	Assèchement de la cuvette Que dans la partie sénéga-laise (équivalent en RIM : autour de Rosso) mais transhumance des troupeaux depuis la Mauritanie	Remise en eau Qualité de l'eau : pollution Compagnie sucrière sénégalaise (CSS) schistosomiase

Conclusion

Compte tenu de ces compétitions entre services et usages, les politiques s'orientent de plus en plus vers de nouveaux modèles d'aménagement du territoire, prenant en compte les solidarités écologiques et sociales et s'efforçant de partager les avantages tirés de la biodiversité, au travers de mesures incitatives et d'instruments innovants, tels l'écotourisme et la valorisation des produits locaux. C'est dans cette optique, qu'a été proposé un nouveau zonage de la RBTDS en 3 unités transfrontières, fonctionnelles et cohérentes sur le plan écologique et socio-économique (Borrini-Feyerabend and Hamerlynck 2010) (tableau 2). Le modèle organisationnel proposé, avec des cellules de gouvernance en emboîtement successif, peine à être appliqué, notamment parce qu'il remet en cause la légitimité des comités de gestion des PN mis en place par décrets. Le risque est grand d'un empilement d'instances, sans réelle gouvernance durable et partagée.

Références

Borrini-Feyerabend G., Hamerlynck O., 2010. Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Sénégal-Proposition de Gouvernance Partagée. 77 p.: UICN-Unesco-CEESP.

CBD/UNEP. 2008. The value of Nature. CBD report.

Cormier-Salem M.-C., Riegel J., 2015. « L'oiseau des étrangers » : des chercheurs en prise avec des conflits d'acteurs (Sénégal). . *In Fabric-acteurs de patrimoine : implication, participation et postures du chercheur dans la patrimonialisation.*, ed. J.-C. Galipaud &. Ch.-É. de Suremain, 231-264. Marseille: L'Etrave ; IRD.

Cormier-Salem M.-C., Roussel B. ,2000. Patrimoines naturels : la surenchère. *La Recherche*, 106-110.

Diakhaté M. M., 2015. Prolifération de Typha australis dans le delta du fleuve Sénégal : problématique de la gestion d'une plante envahissante. *In Mise en oeuvre des programmes thématiques de recherche du Cames: quels projets, pour quelle gouvernance ?*, ed. D. j. s. d. CAMES. Dakar.

Lyytimäki J., 2015. *Ecosystem disservices: Embrace the catchword.* Ecosystem Services, 12, 136 p.

Maitre d'Hôtel E. & Pelegrin F. 2012. *Les valeurs de la biodiversité : un état des lieux de la recherche française*. Paris: Rapport FRB, série expertise et synthèse.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being. Our human planet: summary for decision makers*. Washington, Covelo, London: Island press.

Pascual U., Balvanera P., Díaz S., Pataki G., Roth E., Stenseke M., Watson R. T., Başak Dessane E., Islar M., Kelemen E., Maris V., Quaas M., Subramanian S. M., Wittmer H., Adlan A., Ahn S., Al-Hafedh Y. S., Amankwah E., AsahS. T., Berry P., Bilgin A., Breslow S. J., Bullock C., Cáceres D., Daly-Hassen H., Figueroa E., Golden C. D., Gómez-Baggethun E., González-Jiménez D., Houdet J., Keune H., Kumar R., Ma K., May P. H., Mead A. , O'Farrell P., Pandit R. , PengueW. , Pichis-Madruga R., Popa F., Preston S., Pacheco-Balanza D., Saarikoski H., Strassburg B. B., van den Belt M., Verma M., Wickson F., Yagi N., 2017. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26-27, 7-16.

Von Döhren P., Haase D., 2015. Ecosystem disservices research: A review of the state of the art with a focus on cities. *Ecological Indicators*, 52, pp. 490-497.

1

Un environnement amphibie, mouvant, fragile ?

1 Le delta du fleuve Sénégal : paysages et dynamique actuelle

Boubou Aldiouma SY

Un delta est une accumulation d'apports terrigènes dans un secteur déprimé aquatique à subaquatique, correspondant à une plaine alluviale en général large, où s'accumule une grande quantité des matériaux transportés (Pech et Reynauld, 1996; Paskoff, 1985). Il peut déboucher à la mer ou se confiner au continent : ancien delta intérieur du Niger, delta de rupture de levée le long de la vallée du Sénégal (Gallais, 1967 ; Michel, 1973).

Le delta du Sénégal résulte de processus hydrodynamiques fluviaux et marins. À la faveur d'une pente faible, les forces marines ont toujours prédominé, ce qui fait du delta du Sénégal un appareil à effet de houle (Monteillet, 1986). En effet, l'installation des courants de dérive à partir du Subactuel (2 000 BP), le long des côtes sénégalo-mauritaniennes, explique l'obstruction de l'ancien réseau par effet d'alluvionnement : dunes blanches. Dans les conditions naturelles, la force des crues du fleuve ne prédomine sur celle de la mer que de 2 à 3 mois par an. Arrivé en mer, le courant ralentit. La charge solide se dépose et le delta se constitue. Le delta du fleuve Sénégal est une vaste plaine alluviale dont l'altitude moyenne ne dépasse pas 2 m selon les données de l'IGN; il est compris entre les 16°00' et 17°00'N.

Au plan tectonique, il se situe dans une zone instable délimitée par des failles normales où il est édifié dans un fossé tectonique relevé à l'est par le bombement de Guiers et au sud par le dôme de Léona. Cette dépression du socle Eocène, allongée nord-est, a fonctionné comme une zone de subsidence en bordure du flanc Ouest de Guiers ; tout le dispositif bascule doucement vers l'océan Atlantique, formant une zone de collecte sédimentaire favorable à l'établissement d'un appareil deltaïque (Monteillet, 1986).

Au plan géomorphologique, le substratum est constitué essentiellement de sédiments marins et continentaux provenant de l'érosion des roches primaires et antécambriennes, datées du Maestrichtien (72 millions d'années) et du Pliocène (2 millions d'années). Durant cette période, le delta poursuit son processus de subsidence marqué par l'alternance d'apports marins et fluviatiles. Le processus explique, sur le plan géologique, l'absence d'affleurements des formations du Secondaire et du Tertiaire noyées sous des dépôts du Quaternaire.

Au plan lithologique, le delta du Sénégal présente des sédiments de décantation, conférant une certaine homogénéité au matériel : sable fin, argile, limon. Les formations fluviodeltaïques consécutives à ces dépôts expliquent la présence des aménagements hydroagricoles (photo 1).

Avant les endiguements, ces unités morphopédologiques étaient alimentées par des apports en fractions fines durant les épisodes de crues où le fleuve et ses différents défluents déposaient leurs charges solides en suspension.

1. Le delta : la géographie, l'historique des aménagements

Les limites du delta du fleuve Sénégal correspondent grossièrement à celles de l'ancien royaume du *Waalo* (Barry, 1984). Le delta et la vallée constituent des lieux de convergence autour d'intenses activités agropastorales et commerciales dont les principaux acteurs sont les Wolofs, les Maures et les Peuls.

Photo 1. Vue partielle de la cuvette de Savoigne, Bas delta du Sénégal
© Boubou Aldiouma SY (2013)

Ce vaste pays sableux à argileux est drainé de part et d'autre par le Sénégal et de ses différentes branches (Gorom, Lampsar, Kassack, Djeuss, Taoué) auxquelles on rattache les lacs de Guiers, de Rkhiz et de nombreuses paléovallées.

Au plan historique, l'homme a très tôt occupé la région du delta. Les différentes zones humides rendues fertiles par le limon fluvial ont déjà été mises à profit par des agriculteurs néolithiques. Une importante industrie lithique constituée de poteries (sondage de Khant, 2000)[1] de racloirs et de grattoirs mises au jour sous certaines dunes ogoliennes (Michel, 1973), des Kokjenmmoddingen composés essentiellement de l'espèce *Anadara senilis* associés aux tessons de poteries de la période du Subactuel du Gandiol, au sud de Rao attestent de la présence d'agriculteurs dans le delta à cette époque.

La France récupère la colonie du Sénégal des mains des Anglais en 1819 et s'engage aussitôt dans une entreprise de colonisation agricole avec le gouverneur Schmaltz. De 1822 à 1827, le Baron Roger tentera de parachever le projet initié par Schmaltz. En 1824, il créa le jardin d'essai de Richard sur l'actuel site de Richard Toll et envisage une culture du coton, de l'indigo, de la canne à sucre. Depuis ces épisodes, le delta n'a cessé de faire l'objet d'activités agricoles de plus en plus intensives et diversifiées.

En effet, depuis 1909, l'aménagement hydraulique par création de bassins en bordure des levées devant alimenter gravitairement une cuvette n'ayant subi aucun planage a été mis en œuvre à Richard Toll. L'aménagement du Sénégal sera remis à l'ordre du jour par la création de la Mission d'Étude du Fleuve Sénégal (MEFS) en 1935. La MEFS sera remplacée par la Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal (MAS) en 1938. Un an plus tard le système de casiers étagés fait son apparition à Guédé chantier, à Démet, à Diorbiwol où l'eau est admise gravitairement à partir d'un grand canal principal et par un système régulateur de vannes.

Dès 1947, la MAS exploitait déjà 1 200 ha. Cette superficie sera portée à 6 000 ha en 1953. En 1964, la submersion est maîtrisée le long de l'axe Dakar Bango-Richard Toll, l'entrée de l'eau dans les défluents est contrôlée de façon à n'y admettre que les eaux douces de crue (Loyer, Mougenot, Zante, 1986). La Société d'Aménagement et d'Exploitation de la Vallée et du Delta du fleuve Sénégal (SAED) est créée la même année, après plusieurs expériences de mise en valeur à Guédé et dans la Moyenne vallée par l'Organisation Autonome de la Vallée (OAV) et à Richard Toll par la société pour le Développement de la Riziculture du Sénégal (CDRS). Depuis 1970, l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) coordonne les travaux à l'échelle régionale, regroupant le Sénégal, la Guinée, le Mali et la Mauritanie. Cette réponse à l'échelle sous-régionale cible davantage l'exploitation des unités morphopédologiques des domaines alluvial et deltaïque du fleuve.

1. Par Pr Amadou BOCOUM (recherches protohistoriques)

2. Les unités morphopédologiques du delta du fleuve Sénégal

Le domaine deltaïque du Sénégal présente de plus en plus des marques d'une sécheresse climatique persistante accentuée par la mise en eau des ouvrages hydrauliques.

2.1. Les dépôts fluviodeltaïques

Le fluviodeltaïque apparaît en aval de Boghé, limite de l'extension du golfe nouakchottien (12000 - 2000 ans BP). Son matériel, assez apte pour supporter la riziculture, est le même que celui des levées : sable fin, limon, argile, donnant des sols hydromorphes lourds ayant une bonne capacité de rétention (figure 1).

L'analyse granulométrique d'échantillons prélevés au Kassack Sud (16°20'N-16°01'W), à Amour (16°12'N-16°21'W) et à Ndiael (16°21'N-15°57'W) confirment les populations granulométriques (SY B., 2008). La synthèse des résultats donne les résultats suivants : matière organique (1 %), limon (25 %), argiles (10 %), sable fin à moyen (29 %) et sable très fin (33%). Quelque 98 % du poids des échantillons sont classés dans les fractions fines, structurant le potentiel agronomiques même si, du point de vue chimique, le matériel du delta a incorporé du sel durant l'épisode Nouakchottien; certaines teneurs sont élevées.
Le fluviodeltaïque s'étend vers l'amont du delta le long du fleuve entre Richard Toll et Débi (16°28'N-16°16'W) jusqu'à Kheun (16°31'N-16°6'W) et Ndiawar (16°27'N-16°3'W), le Sud de Lampsar jusqu'à Ndiol. Ici, les sols sont halomorphes salins acidifiés. On peut observer des poches d'efflorescences salines dans l'axe Djoudj-Ndiawar, mais aussi des sols peu évolués d'apports hydromorphes dans les parties hautes. Les paysages du domaine deltaïque comprennent aussi des terrasses azoïques ou fossilifères héritées de l'épisode golfe (figure 2).

La transgression nouakchottienne débute autour de 12 000 ans et se termine vers 2 000 ans BP. Le séjour du golfe nouakchottien explique l'incorporation du sel dans le matériel du delta du Sénégal au point que tous les sols du domaine deltaïque sont salés. Cet épisode eustatique est responsable de la mise en place de la terrasse marine.

2.2. Les terrasses marines

La mise en place des terrasses marines est récente; elle résulte d'une remobilisation du matériel sableux par la mer lors de la transgression nouakchottienne. Les terrasses sont mises en place au cours d'épisodes de type golfe durant lesquels ces secteurs étaient largement ouverts sur l'Atlantique. Il y a eu alors une forte agitation empêchant la décantation des éléments fins (limon et argile). Seuls les sables se déposent, auxquels se sont associées beaucoup de faunes fossiles à *Anadara senilis, Dosinia isocardia, Tympanotonus fuscatus, Tympanotonus radula,* etc. Les débris de coquilles de la terrasse fossilifère s'expliquent par le fait que le rivage était largement ouvert et énergiquement battu par les houles et les vagues. Cette terrasse nouakchottienne est très étendue. On peut l'observer entre les cordons littoraux de Gandon et les dunes rouges de Rao. Ailleurs, elle forme une bande continue depuis le cours supérieur de Ndiadier jusqu'au nord de Nouakchott (photo 2).

La terrasse azoïque est plus à l'est. Elle a été cartographiée par Michel P. (1973)[2]. Ses dépôts sont visibles dans l'Ouest du delta du fleuve Sénégal où elle borde l'ensemble dunaire de Maka Diama; ses lambeaux s'étendent entre le Djeuss et le cours inférieur du Lampsar au pied des Tound Béret, Hagui et autour de Ross Béthio. Les terrasses fluviatiles sont continentales et sont mises en place durant les épisodes morphoclimatiques arides (Michel et Faure, 1968). La terrasse azoïque appartient au modelé proprement deltaïque et supporte des sols plutôt lourds, très indiqués pour les aménagements hydroagricoles. La persistance de la sécheresse climatique depuis les années 1970 et les pressions anthropiques ont plongé le domaine deltaïque dans une dynamique mécanique, à dominante éolienne.

2. Feuille Saint-Louis

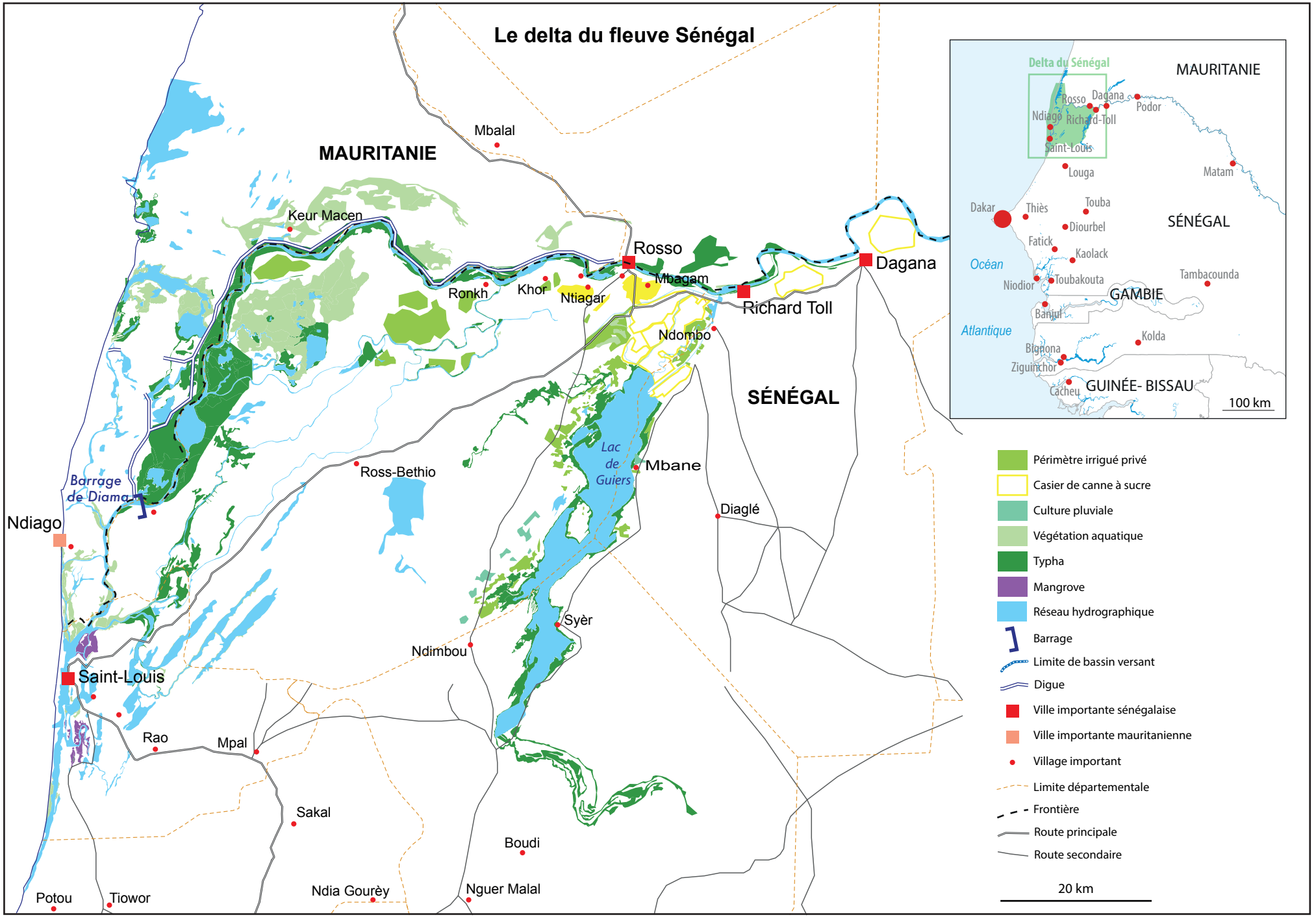

Le delta du fleuve Sénégal
MAURITANIE
SÉNÉGAL
Mbalal
Keur Macen
Rosso
Mbagam
Ronkh
Khor
Ntiagar
Dagana
Richard Toll
Ndombo
Ross-Bethio
Lac de Guiers
Mbane
Diaglé
Barrage de Diama
Ndiago
Syèr
Ndimbou
Saint-Louis
Rao
Mpal
Sakal
Boudi
Potou
Tiowor
Ndia Gourèy
Nguer Malal
Delta du Sénégal
MAURITANIE
Rosso
Dagana
Ndiago
Richard-Toll
Podor
Saint-Louis
Louga
Matam
Dakar
Thiès
Touba
Diourbel
SÉNÉGAL
Fatick
Kaolack
Océan
Niodior
Toubakouta
Tambacounda
GAMBIE
Banjul
Atlantique
Kolda
Bignona
Ziguinchor
Cacheu
GUINÉE- BISSAU
100 km
Périmètre irrigué privé
Casier de canne à sucre
Culture pluviale
Végétation aquatique
Typha
Mangrove
Réseau hydrographique
Barrage
Limite de bassin versant
Digue
Ville importante sénégalaise
Ville importante mauritanienne
Village important
Limite départementale
Frontière
Route principale
Route secondaire
20 km

Figure 1

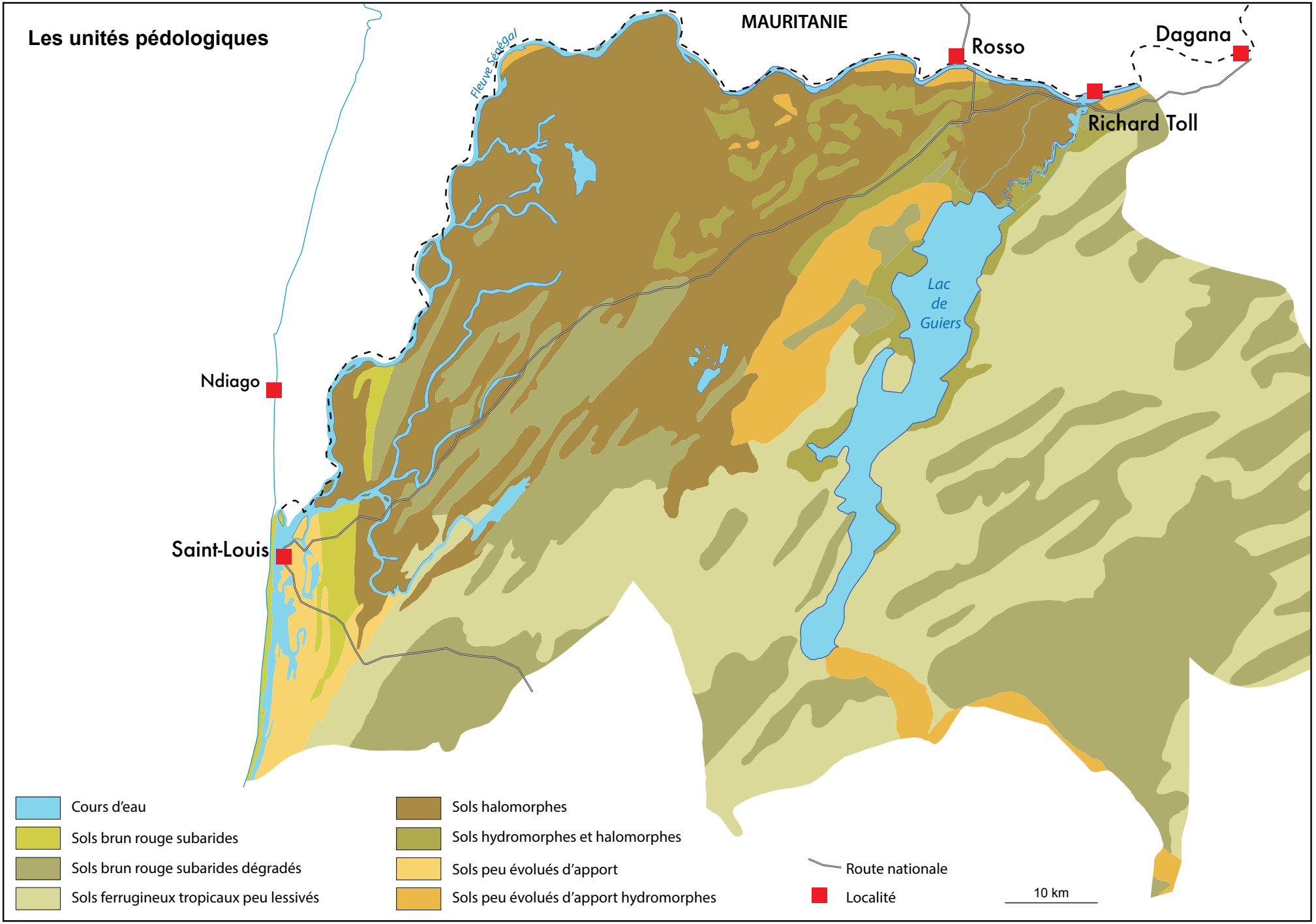


Figure 2

Source : SIRENA, LMI PATEO, C. Samba Wade

Photo 2. Terrasse fossilifère nouakchottienne de Gandon © Boubou A. Sy

3. La dynamique actuelle: érosion éolienne

Les dépôts fluviodeltaïques sont très sensibles à la dynamique éolienne. Dans le delta du Sénégal, le seuil critique de mise en mouvement des débits solides est de 4,4 m/s (Sy B., 1990). Différentes campagnes de suivi des mouvements sédimentaires ont été conduites sur les sites de Ngaw et de Tarédji.

3.1. Les campagnes de Ngaw et de Tarédji

À Tarédji, l'expérience s'est déroulée sur le site du *Jeeri*. Les débits retenus dans les pièges à sédiments indiquent un régime de faibles vents sur du système ogolien émoussé. Par contre, le site de Ngaw confirme la recrudescence des actions éoliennes entre 14 h et 16 h.
L'expérience de Ngaw s'est déroulée sur une formation fluviodeltaïque dans un pôle de transit de type champs de nebkas, ce qui explique l'importance des débits éoliens piégés. Le défrichement suivi du planage de l'espace

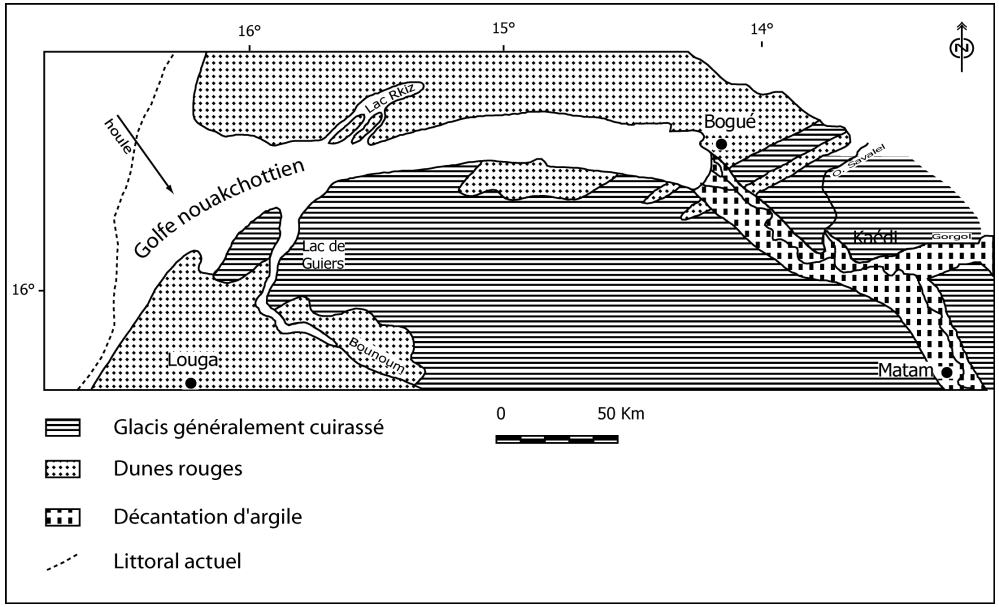


Figure 3.1. Limites de l'extension du golfe nouakchottien 12 000 - 2 000 ans BP
Source: Michel P. (1973)

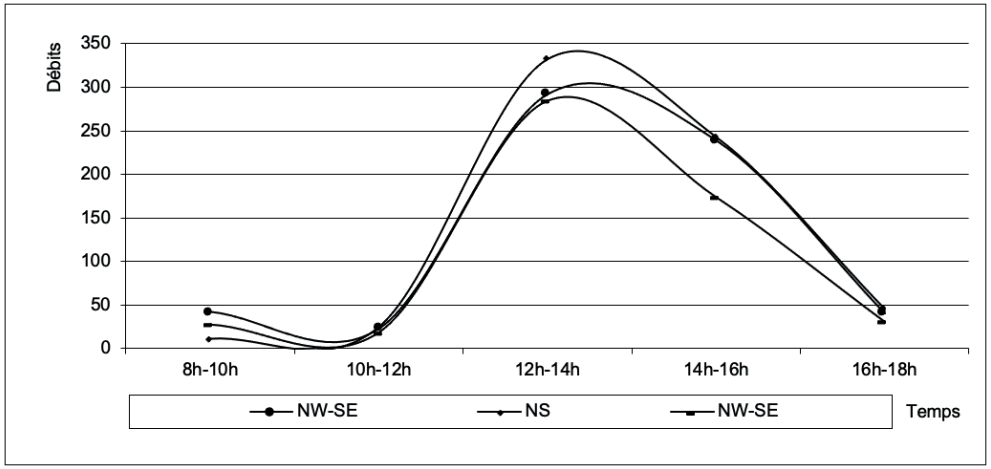


Figure 3.2: Profils temps-débits cumulés du site de Tarédji © Boubou A. Sy (2008)

du delta, le caractère halomorphe des sols et l'importance de la fraction fine expliquent les masses de sables mises en mouvement même par des intensités faibles. Les vents efficaces sont plus persistants, à l'échelle de la journée, dans les dépôts fluviodeltaïques que sur le site de la Moyenne vallée (*Jeeri*) au regard des profils et des débits piégés. Les caractéristiques physico-chimiques des formations et l'importance des aires de déflation dans le delta (faiblesse des forces de frottement) expliquent cette situation (figure 3).

Le profil du transport des débits est sigmoïdal; il traduit une alternance de régimes de vents efficaces à l'échelle de la journée d'observation et de mesure. Les débits piégés sont moins importants mais le temps de déflation couvre toute la journée. Le déplacement du site de piégeage, de la haute levée vers le système ogolien, explique la relative importance des débits, comportant une forte proportion de sables grossiers. A Ngaw, le profil est plutôt inversé (figure 4).

Les courbes temps-débits du site de Ngaw présentent des profils concaves, traduisant une suite progressive de la compétence du paramètre anémométrique; les débits mesurés par mètre de largeur du courant éolien varient de 226 gr. à plus de 8 240 gr., soit des potentiels de mobilisation par saison de déflation de 18 080 à 659 200 gr. par mètre de largeur du courant éolien. Au total, sur les divers points d'observation et de mesure, 4 types de régimes de vents ont été classés de *calme à très fort* (tableau 1).

Régimes des vents	08 h-12 h	12 h-16 h	16 h-18 h	Sites d'observation
R1: < 4,4 m/s = calme	Calme	Calme	Calme	Delta, Moyenne vallée
R2: 4,4 et 5 m/s = Moyen	Calme	Fort	Calme	Delta, Moy. vallée et Jeeri
R3: 5,4 et 7 m/s = Fort	Calme	Fort	Fort	Delta, Moyenne vallée
R4: > 7 m/s = Très fort	Fort	Fort	Fort	Delta

Tableau 1: Régimes de vents observés dans les sites d'expérience de trappes à sables

Ce découpage, obtenu de façon empirique, est inspiré des vitesses réelles enregistrées sur le terrain ainsi que les résultats des différentes expériences de piégeage de débits: un régime est calme (**R1**) quand des traces seulement sont mesurées par les pièges. Il est moyen quand l'intensité dépasse légèrement le seuil critique (100 à 200 grammes peuvent être récoltés) en 2 h de mesure (**R2**); un régime est fort (**R3**) quand l'intensité se situe nettement au-dessus du seuil critique (des milliers de grammes peuvent être piégés); un régime est classé très fort (**R4**) quand les intensités sont ≥ 7 m/s. La vitesse 7 m/s correspond à la médiane des vitesses maximales instantanées journalières traitées à Saint-Louis (1964-2000) et à Richard Toll (1977-1990). Le tableau 1 indique une grande fréquence du site du delta: la topographie, les caractéristiques granulométriques et chimiques du substrat expliquent en partie cette situation.

Au total, les différentes expériences de trappes à sédiments montrent des périodes de forts vents et de calme. Les débits solides éoliens sont surtout mobilisés entre 14 h et 16 h et la période de déflation débute à 10 h. A vitesse égale, les vents de 14 h à 16 h déplacent plus de sédiments que les vents de 8h à 10h car aux premières heures de la journée (8h - 10h), les vents sont généralement peu intenses. À cela s'ajoute l'effet des précipitations occultes

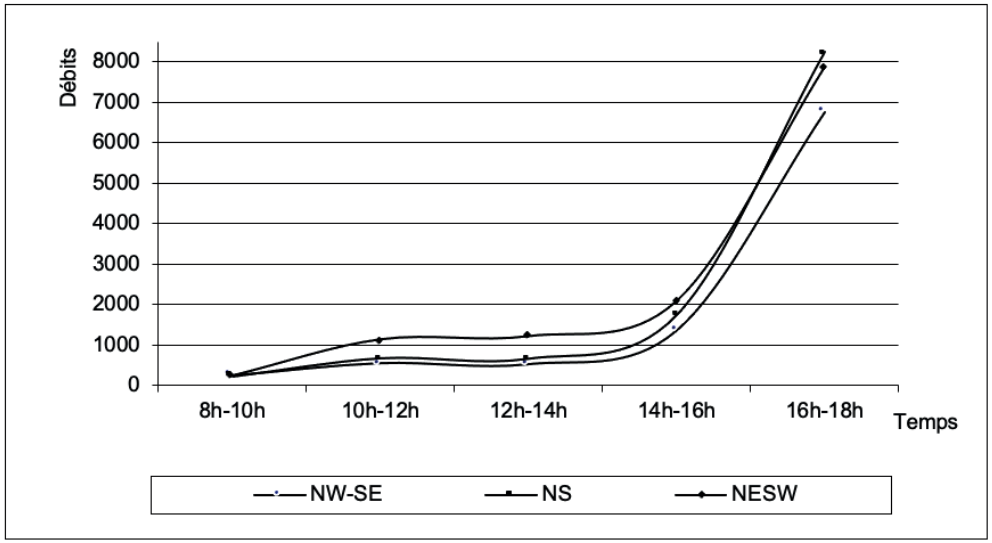


Figure 4: Profils temps-débits cumulés du site de Ngaw © Boubou A. Sy (2008)

qui mettent en place une pellicule humectée qui inhibe le mécanisme de la déflation. En surface, les mouvements sédimentaires se traduisent par des phénomènes de décapage énormes. L'exploitation des stations de mires confirme cette tendance.

3.2. Ablation et accumulation: résultats des transects de mires

Le contrôle des transects de mires est effectué tous les 30 jours durant la saison de déflation. Le transect de Boundoum est implanté dans une aire en friche sur sol *hollalde* de type cuvette argileuse de décantation. Le décapage le long du transect est irrégulier: -2,7 cm à -0,3 cm. Au bout de 7 mois d'observation, l'exploitation des données montre un taux d'érosion moyen de 1,1 cm. Cette valeur confirme l'épaisseur de la pellicule cendreuse mesurée *in situ,* soit 0,7 cm ainsi qu'elle indique les signes évidents d'une crise morphogénique accélérée. L'analyse granulométrique des échantillons prélevés sur le site permet d'apprécier le caractère sensible du matériel à l'érosion éolienne.
Les résultats indiquent une forte teneur en argiles et en limons, soit un total moyen de 51 % du poids des échantillons traités: le sol est argilo-limoneux (*hollalde),* caractéristique des formations fluviodeltaïques. L'autre enseignement est la conductivité assez élevée des sols (14 à 27,5 mS/cm). Ces valeurs confirment le caractère halomorphe à tendance acide du sol (pH 1/5 varie de 3,1 à 3,4): les sels floculent les argiles et les limons, rendant la pellicule de surface très sensible à la déflation.

Cette croûte de battance observée sur le fluviodeltaïque du Moyen delta du fleuve Sénégal montre une pellicule fragile reposant sur un sédiment pulvérulent rendu sensible à la déflation par la remontée capillaire des sels fossiles *hérités du* nouakchottien (Sy B., 2005). Ce phénomène est visible partout où la salinité est élevée dans le delta. Les transects de mires des stations de Foondé Boki et de Ndiael confirment cette dynamique érosive.
Le décapage de l'horizon superficiel est moins actif sur le site de Foondé Boki. Les écarts indiquent un taux d'érosion qui fluctue autour du cm, au bout de 7 mois de suivi. À Ndiael, le transect est implanté dans un champ de nebkas à la limite d'un paléolit, formant une sorte de lunette où s'associent des individus fonctionnels et/ou stabilisés à tendance atypique. Les espèces

Photo 3. Phénomène d'efflorescences salines dans le Moyen delta
© Boubou A. Sy (photo prise à Boundoum en mars 2005)

fixatrices sont *Salsola baryosma* et *Tamarix senegalensis*, plantes inféodées aux milieux salés.
Ce bourrelet se comporte plutôt comme une aire de redistribution de débits solides éoliens. Ici, le décapage moyen au terme de 7 mois d'observation est de l'ordre de 0,85 cm. En moyenne, le taux d'érosion indiqué par les divers transects est au voisinage du cm, soit une perte potentielle du profil pédologique de l'ordre de 10 tonnes à l'hectare par saison de déflation: ce taux est inquiétant car il est saisonnier et continu sur des espaces instables.

3.3. Conséquence de la dynamique éolienne sur les sols

L'érosion éolienne a des effets physiques sur l'environnement par décapage mécanique de la surface du sol. Elle peut être à peine perceptible à l'échelle humaine mais présente toujours de graves conséquences sur l'aptitude culturale de la terre par un appauvrissement en colloïdes et en éléments nutritifs des horizons racinaires. L'érosion éolienne sélectionne les particules légères, exporte à grande distance les matières organiques, les argiles et les limons.

Photo 4: Nebka de type triangulaire effilé
© Boubou A. Sy, mars 1990 (Moyen delta du Sénégal)

Or, le manque de colloïdes dans le sol traduit une faible capacité d'échange cationique, et le sol ne retient plus des cations au-delà de quelques milliéquivalents pour 100 grammes. Les apports en éléments fertilisants tendent à se retrouver directement dans les eaux de nappe; la déflation introduit la baisse des rendements et disperse davantage la végétation, suscitant la concurrence spatiale des individus car ses effets entraînent un dessèchement du milieu par perte de capacité de stockage des nutriments et de l'eau des sols. Sur le terrain, l'érosion éolienne est très active sur des sédiments fins. Or, les dépôts fluviodeltaïques sont des produits de décantation (mode de transport par suspension). Cette dynamique révèle progressivement des indices d'apparition d'individus désertiques: les nebkas[3] (photo 4).

La photographie ci-dessus montre un semis de nebkas posées sur une aire de déflation ouverte dans le fluviodeltaïque et à l'arrière-plan, des espèces reliques de la forêt à *Acacia nilotica*. L'effet de brise vent étant de l'ordre de 10 fois la hauteur de l'espèce, la forêt ne joue plus ce rôle, ce qui libère l'énergie éolienne qui assure le processus de décapage du profil pédologique durant la saison de déflation (novembre à juin).
Dans le Moyen delta du fleuve Sénégal, ces obstacles sont essentiellement de type *Tamarix senegalensis* et *Salsola baryosma*. Ils fixent les nebkas à la périphérie des sebkas où un véritable bourrelet se forme, le long des paléolits, autour des zones humides et autour des campements peuls, dans les aires de départ susceptibles de se transformer, par moment, en zones d'accumulation.
Au total, le delta du fleuve Sénégal est un appareil à effet de houle où la densité du réseau hydrographique, les sols lourds hydromorphes ont très tôt attiré les hommes. Actuellement, cet espace est confronté aux pressions physiques et anthropiques ayant modifié de façon sensible le régime sédimentaire, entraînant l'installation progressive d'une dynamique mécanique à dominante éolienne: dégradation mécanique des sols en sus de celle chimique et biologique.

3. Le mot nebka est d'origine arabe. Il est entré dans la langue française en 1931 et désigne un amas de sable autour d'un obstacle, dans un désert

Références

BARRY B., 1984. *Le royaume du Waalo* (Le Sénégal avant la conquête). Paris: Karthala, 420 p.

GALLAIS J., 1967. *Le Delta intérieur du Niger* (étude de géogr. régionale). IFAN-Dakar, 621 p.

LOYER J. Y., MOUGENOT B., ZANTE P., 1986. « Changements récents induits par l'intervention humaine sur les sols de la basse vallée du fleuve Sénégal ». *Changements globaux en Afrique durant le Quaternaire,* pp.273-277. Orstom, symposium Dakar 'Changements globaux en Afrique durant le Quaternaire, passé-présent-futur, 21-28 avril 1986.

MICHEL P., 1973. *Les bassins des fleuves Sénégal et de la Gambie* (étude géomorphologique). Thèse d'État, Paris Orstom, 752 p.

MONTEILLET J., 1986. *Environnement sédimentaire et paléoécologie du delta du fleuve Sénégal au Quaternaire: évolution d'un écosystème fluvio-marin tropical au cours des derniers 10 000 ans*. Thèse d'État Univ. Perpignan, 266 p.

PASKOFF R., 1985. *Les littoraux : impacts des aménagements sur leur évolution*, Paris : Masson, 186 p.

PECH P., REGNAUD H., 1996. Géographie physique. Paris: PUF, 432 p.

SALL M. 1982. *Dynamique et morphogenèse actuelles au Sénégal occidental*. Thèse d'État, ULP Strabourg I. 604 p.

SY B. A., 2008. Milieux, sécheresse climatique et érosion éolienne : étude géomorphologique du Sahel sénégalais. Thèse d'État, UGB, 429 p.

SY B. A., 1990. *Intensité des vents et formation de nebkas dans la région de Ross Béthio* (Moyen delta du fleuve Sénégal). Mém. de maîtrise UCAD. Département. Géogr., 113 p.

SY B. A., 2005 Mesures et observations *in situ*, exemple d'une aire de déflation à Boundoum dans le moyen delta du fleuve Sénégal. In Revue URED n°11, pp. 59-74.

2 Barrage de Diama et enjeux de l'aménagement du delta du fleuve Sénégal

Mouhamadou Mawloud DIAKHATE

Introduction

L'environnement naturel du delta du fleuve Sénégal est aujourd'hui en pleine mutation. Marquée par la régénération de zones humides riveraines du fleuve Sénégal suite à la mise en eau du Barrage de Diama en 1986, la reconstitution progressive du couvert végétal confirme l'évolution des écosystèmes vers de nouveaux équilibres écologiques. Cependant, toutes les dynamiques liées au barrage ne sont pas maîtrisées comme la prolifération de plantes aquatiques nuisibles *(Typha australis*, *Salvinia molesta*, etc.), l'accélération des dynamiques érosives du littoral ou bien l'apparition de maladies liées à l'eau. Il est important qu'à l'échelle du bassin des mesures énergiques soient engagées par l'Organisation pour la Mise Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) pour juguler ces impacts directs et indirects qui constituent de plus en plus des contraintes pour l'exploitation des ressources naturelles, un danger pour la santé des populations riveraines et une menace pour la faune et la flore.

1. Description et objectifs du barrage de Diama

Avant la mise en eau du Barrage anti-sel de Diama situé dans le delta du fleuve Sénégal, le biseau salé remontait le cours du fleuve jusqu'à 200 km de l'embouchure, en période d'étiage. Le régime du fleuve caractérisé par d'importantes variations saisonnières et inter-annuelles présentait des débits réduits à des valeurs presque nulles en étiage (Sall M., 1982). Conçu et réalisé pour lever ces contraintes, le Barrage de Diama situé à 26 km en amont de la ville de Saint-Louis a pour objectifs spécifiques :

Photo n° 1 : La ville de Saint-Louis face à l'océan Atlantique
© Ibrahima Diop (services photographiques de la ville de Saint-Louis)

- d'empêcher, en période d'étiage, la remontée des eaux salées dans le delta et la basse vallée du fleuve Sénégal et de permettre l'irrigation de 120.000 ha de terre dans sa zone d'influence, en combinaison avec le Barrage de Manantali édifié sur le cours supérieur du fleuve au Mali ;

Photo 2 et 3 : l'ouverture de la brèche le 3 octobre 2003 et la brèche le 23 octobre 2003
© Ibrahima Diop (services photographiques de la ville de Saint-Louis)

- de permettre la satisfaction des besoins en eau des centres urbains (notamment des villes situées tout le long du parcours d'adduction de Nguith à Dakar) et ruraux ; d'améliorer les conditions de remplissage des lacs et dépressions liés au fleuve Sénégal (notamment le lac de Guiers , le parc national des oiseaux du Djoudj, le parc de Diawling au Sénégal; le lac de R'kiz et la dépression de l'Aftout-es-Saheli en République Islamique de Mauritanie (RIM);
- de réduire les hauteurs de pompage dans la zone d'influence de la retenue.

Deux digues latérales situées en rive droite et en rive gauche du fleuve, de Diama à Rosso, assurent la fermeture de la retenue, la protection contre les inondations et le contrôle de l'alimentation gravitaire des marigots et zones d'épandage de crue sur le bief de Diama à Rosso. Ces deux digues permettent actuellement de gérer la retenue de Diama à la cote 1,50 m IGN en période de crue et à 2,10 m IGN en période d'étiage.

Près de trente années après sa mise en eau, ce barrage et les ouvrages hydrauliques qui le complètent à savoir les ouvrages de réalimentation gravitaire des marigots naturels, les ouvrages de franchissement hydraulique et les digues latérales en rive gauche et en rive droite, ont modifié fondamentalement les effets sur les écosystèmes de la double hydrodynamique fluviale et maritime. La récurrence des inondations de la ville de Saint-Louis, avant le creusement de la brèche sur la langue de barbarie (bande de terre de 400 m de large environ pour 30 km de long) dans

Photo 4 : Envol de flamands roses dans les environs du parc de Guembeul
© Ibrahima Diop (services photographiques de la ville de Saint-Louis)

la nuit du 3 au 4 octobre 2003, a été perçue comme un résultat de l'impact de Diama sur les milieux naturels et humains. Malgré la controverse, Diama a généré beaucoup d'impacts positifs.

2. Impacts positifs du barrage de Diama

À ce jour, les résultats atteints attestent de la pertinence de l'option stratégique faite par les États membres de l'OMVS, en 1972, de promouvoir le développement économique et social du bassin du fleuve Sénégal à partir de la mobilisation des ressources en eau du fleuve comme vecteur d'impulsion des grands secteurs de développement (agriculture, énergie, transport, etc.). La constitution et l'exploitation de la retenue de Diama, réserve d'eau douce d'au moins 250 millions de m^3 , a eu comme principaux impacts positifs : le développement à grande échelle de l'agriculture irriguée qui est passé d'une superficie de 16 000 ha en 1996 à environ 110 000 ha emblavés en 2014, la sécurisation de l'approvisionnement en

Barrage de Diama et aménagements dans le Delta du fleuve Sénégal

Source : Google earth, octobre 1979

Source : Google earth, avril 2001

Mbalal
Réserve nationale de Chat T'boul
Keur Massène
MAURITANIE
Forêt classée de Tinébunar
Rosso
Forêt classée de Ndiao
Dagana
Khor
Mbagam
Ronkh
Ntiagar
Richard Toll
Forêt classée de Richard-Toll
Ndombo
Parc national du Diawling
Parc national de Djoudj
Réserve spéciale avifaune du Ndiael
Mbane
Barrage de Diama
Ndiago
Forêt classée de Maka Diama
Forêt classée de Tilène
Forêt classée de Naéré
Diaglé
Forêt classée de Massara
Aire du patrimoine régional des Trois Marigots
Syèr
Ndimbou
Saint-Louis
Réserve sylvo pastorale de Mpal-Méinaguène
Forêt classée de Mpal
Rao
Mpal
Aire marine protégée de Saint-Louis
Forêt classée de Rao
Sakal
Parc national de la Langue de Barbarie
Boudi
Potou
Tiowor
Ndia Gourèy
Nguer Malal

Périmètre irrigué privés
Casier de canne à sucre
Culture pluviale
Zone protégée
Hydrographie
Parc national
Limite de la RBT
Frontière
Limite administrative
Route
Localité principale
Village important

Ouvrages hydrauliques
Barrage de Diama
Barrage
Alimentation
Station de pompage
Digue

20 km

Source : SIRENA, LMI PATEO, C. Samba Wade

eau potable de grands centres urbains ; la sécurisation de la satisfaction des besoins domestiques et pastoraux des populations rurales ; la régénération du couvert végétal et la revivification des zones humides d'importance mondiale (Parc national des oiseaux du Djoud, Parc du Diawling); l'arrêt de la remontée de la langue salée.

L'actuel Plan Sénégal Émergent (PSE) s'adosse, en ce qui concerne le développement de la riziculture pour l'atteinte l'objectif gouvernemental d'autosuffisance pour 2017, sur le potentiel hydrique offert par la retenue de Diama.
Plusieurs dynamiques maîtrisées ou non traversent l'espace deltaïque engendrant l'apparition de phénomènes inédits comme la prolifération d'adventices, la salinisation de terres arables voire l'accélération des processus d'érosion des unités paysagères les plus fragiles.

2. Impacts négatifs du barrage de Diama

La disponibilité permanente en d'eau douce a constitué un facteur stimulant pour le développement socio-économique du delta et de la vallée du fleuve Sénégal. Elle a cependant été à l'origine de profondes mutations des écosystèmes naturels fortement influencés par les nouvelles conditions hydrauliques et l'arrêt de l'intrusion saline.
En effet, la présence prolongée ou permanente de lames d'eau douce et calme à l'amont du barrage de Diama a créé des conditions propices pour le développement rapide d'une végétation semi-aquatique nuisible sur les bords du fleuve et dans le lit des systèmes hydrauliques associés composée notamment par *Typha australis* et *Phragmites* qui infestent la zone du delta (Diakhaté M., 2004).
Parallèlement les risques de pollution des eaux, résultant des facteurs naturels (stagnation des eaux, pourrissement de végétaux aquatiques, etc.) ou d'activités agricoles, domestiques ou industrielles augmentent. Mais ce sont les impacts insidieux ou induits qui posent le plus de problème. La récurrence des inondations du début des années 2 000 a précipité le creusement d'une brèche sur la LdB qui est devenue la nouvelle embouchure du fleuve Sénégal.

Photo 5 : Kaléidoscope de l'évolution de la brèche sur la Langue de Barbarie :
a : juste son ouverture, 4 m de large
b : 2 jours après son ouverture, 80 m de large
c : 3 semaines après son ouverture, 330 m de large
d : 8 mois après son ouverture, 800 m de large
© Ibrahima Diop (services photographiques de la ville de Saint-Louis)

En effet, en octobre 2003, suite à un risque important d'inondation de la ville de Saint-Louis, les autorités centrales du Sénégal décident d'ouvrir un « canal de délestage » pour faciliter l'écoulement du fleuve vers la mer, à 7 km au sud de la ville.

De 4 mètres de large au moment de l'ouverture, le canal a atteint 250 mètres de large 3 à 4 jours après le creusement, puis 800 mètres au mois d'avril 2004. Pour le moment, la largeur est d'environ 2 km. L'érosion est aujourd'hui très importante dans la partie sud, entraînant la disparition

Photo 6 : Ligneux bas (Casuarina equisetifolia et Calotropis procera en particulier) dessouchés sur la plage de la Langue de Barbarie (© Mouhamadou M. Diakhate)

des filaos et des dunes. Il s'y ajoute la salinisation inquiétante de la nappe phréatique qui a entraîné le déclin de bon nombre de cultures.

L'ouverture de la brèche a ainsi complètement modifié le milieu estuarien et certains spécialistes craignent désormais que la ville de Saint-Louis soit plus sensible qu'auparavant à une augmentation, même minime, du niveau de la mer. D'ailleurs, une nouvelle brèche a été ouverte par la mer en octobre 2012 un peu au Nord de Gandiole, à 500 mètres de la première. Au départ limité à quelques vagues, c'est désormais une nouvelle ouverture d'un kilomètre de large qui coupe la langue de Barbarie, menaçant notamment le campement Océan et Savane, tout proche. La rive continentale du fleuve reçoit aujourd'hui directement les vagues sur ces berges.

L'ancienne embouchure est maintenant complètement obstruée. Cependant, la dynamique notée constitue une grave menace pour les parcs de Guembeul et de Diawling mais aussi de l'ensemble de cet écosystème fragile (Sy B.A., 2006).

Conclusion

Après trente années de «mise en valeur», le delta du fleuve Sénégal présente un complexe d'infrastructures hydrauliques sur lequel est fondé, notamment, l'espoir du développement agricole de cette zone marquée par les caractères du climat sahélien. Mais les phénomènes et épiphénomènes naturels qui ont accompagné les mutations socio-économiques voulues par l'OMVS dans le cadre de la coopération inter-États (développement de la culture irriguée, installations d'unités agro-industrielles, équilibre des écosystèmes humides, etc.) ont posé une kyrielle d'hypothèques (salinisation, pollution, plantes envahissantes, etc.) pour la pérennité des systèmes de production et de reproduction sociale du delta (Diakhaté M., 2008).
Si la menace de disparition de la Langue de Barbarie se précise, de jour en jour, en raison de l'avancée des eaux de la mer sur le continent provoquant de fréquentes ruptures de ce cordon, la ville de Saint-Louis ne présente pratiquement aucun signe de résilience. Édifié pour contrecarrer les effets de la grande sécheresse du début des années 1970, le barrage anti-sel de Diama est-il en mesure d'apporter une réponse adaptée face aux manifestations du changement climatique et au probable retour du « cycle trentenaire de sécheresse » ?

Références

Diakhate M., 2004. Permanence des eaux de surface et problématique de la prolifération des mauvaises herbes : le cas de Salvinia molesta dans le delta du fleuve Sénégal, Revue de Géographie de Saint-Louis n°4 ; pp.33-49 ; Editions PUSL, Saint-Louis

Diakhate M., 2008. Dynamiques estuariennes et évolution de l'environnement dans le bas-delta du fleuve Sénégal : du barrage de Diama à la « brèche » artificielle, incidences et menaces sur la Langue de Barbarie, Revue Scientifique du Groupement Interdisciplinaire en Sciences Sociales « Le Journal des Sciences Sociales » ; Abidjan , pp .105-125.

Paskoff R., 1985. Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution, Paris, Armand Colin, 264 p.

Sall M. M., 1982. Dynamique et morphogenèse actuelle au Sénégal occidental. Thèse

Sy B.A., 2006. L'ouverture de la brèche de la Langue de Barbarie et ses conséquences : approche géomorphologique, Recherches africaines, n°5, 15 p. http://www.recherches-africaines.net/document.php. id =344.

3 Impacts de la brèche sur le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB)

Fatoumata NDIAYE

Introduction

Le PNLB est localisé à l'extrémité de l'estuaire du fleuve Sénégal. Il s'étend sur 17 km de côte et est à cheval sur les Communautés rurales de Léona (région de Louga) et Ndiébene-Gandiole (région de Saint-Louis).

Le PNLB regorge d'un potentiel de ressources naturelles considérables et plusieurs espèces d'oiseaux aussi bien locales que migratrices y sont présentes. Selon Hauser (2004), on dénombre plus de 137 espèces réparties en 98 genres dont 124 espèces d'oiseaux réparties en 85 genres. On peut en citer le goéland railleur, la sterne royale, le petit pic gris, la mouette à tête grise, la sterne caspienne. Le parc héberge ces nombreuses espèces en leur permettant de se nourrir, de se reposer et surtout de se reproduire.

L'ouverture artificielle du canal de délestage en octobre 2003 pour lutter contre les inondations de Saint-Louis, a modifié les milieux naturels de la Langue de Barbarie. Cette ouverture a entraîné une perte des sites de ponte des oiseaux et des tortues marines.

En outre, on note une érosion causée par l'intensité de la houle et par la salinisation des nappes phréatiques, ce qui entraîne la disparition de certains habitats (village de Doune Baba Dièye, campement touristique Océan et Savane), du rétrécissement de l'îlot aux oiseaux, et de l'étroite bande de terre qui sépare le fleuve de la mer qu'est la Langue de Barbarie, la dégradation des filaos et des dunes.

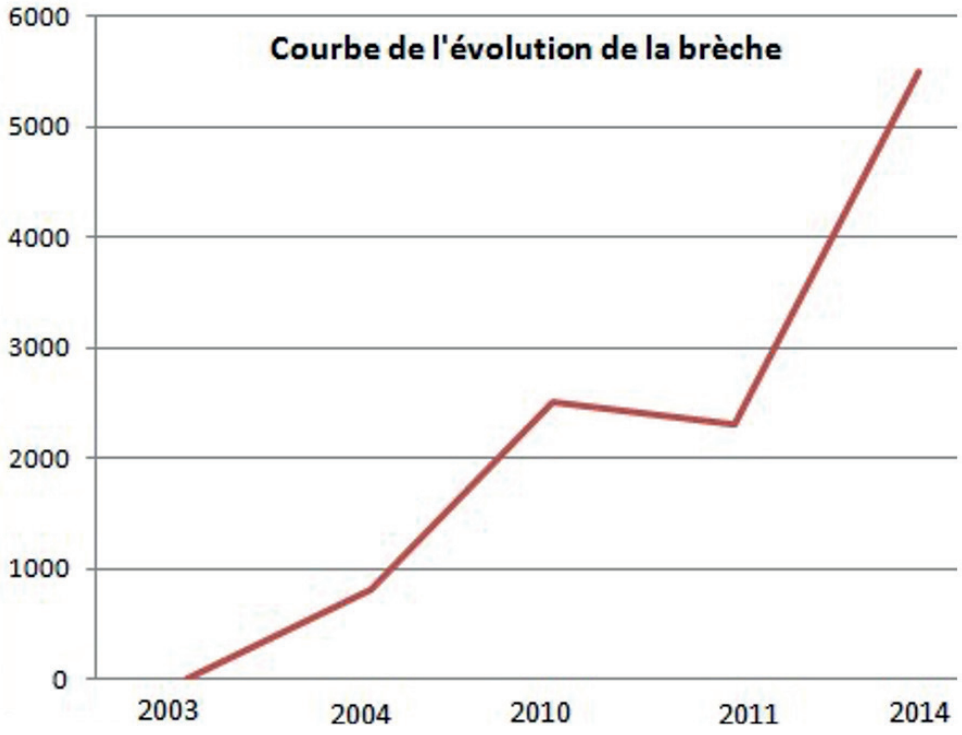
L'ouverture de la brèche a aussi bouleversé plusieurs activités socio-économiques telles que : la pêche, le tourisme, les cultures de décrue, le maraîchage, etc.

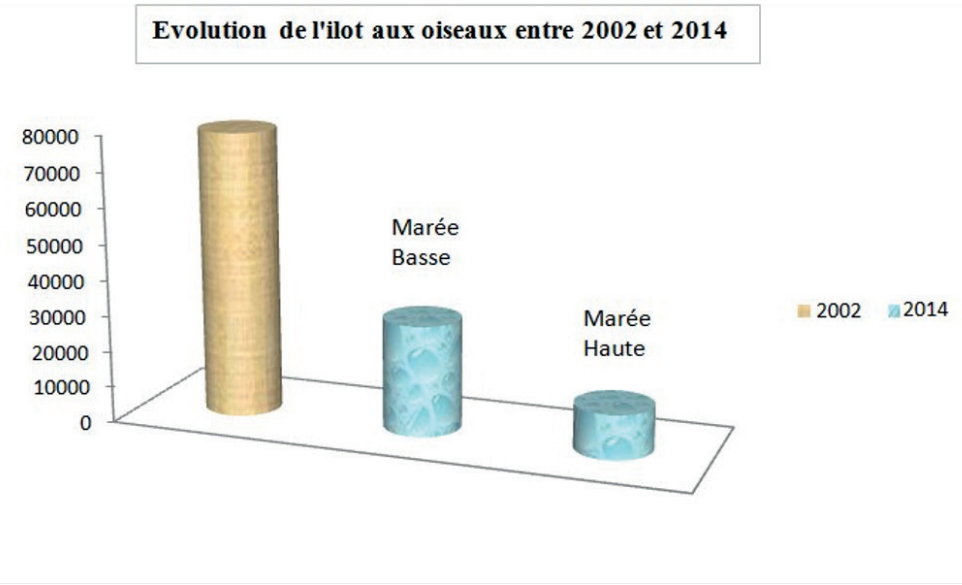
Selon le professeur Boubou Sy (2010), « la dynamique contradictoire entre le courant de dérive pendant les moments de fortes houles et les tendances à la redistribution sédimentaire des phases de crue pourrait maintenir la brèche dans sa migration vers le sud » . La réalisation de cette hypothèse perturberait le fonctionnement d'une aire protégée d'importance internationale dit-il. La brèche s'élargit de plus en plus et nos observations sur le terrain, nous ont parfaitement montré que la brèche se rapproche du parc (ce dernier se trouvant au sud de la brèche).

Évolution de la brèche entre 2003 et 2014

2003	2004	2010	2011	2014
4 m	800 m	2 500 m	2 300 m	5 500 m

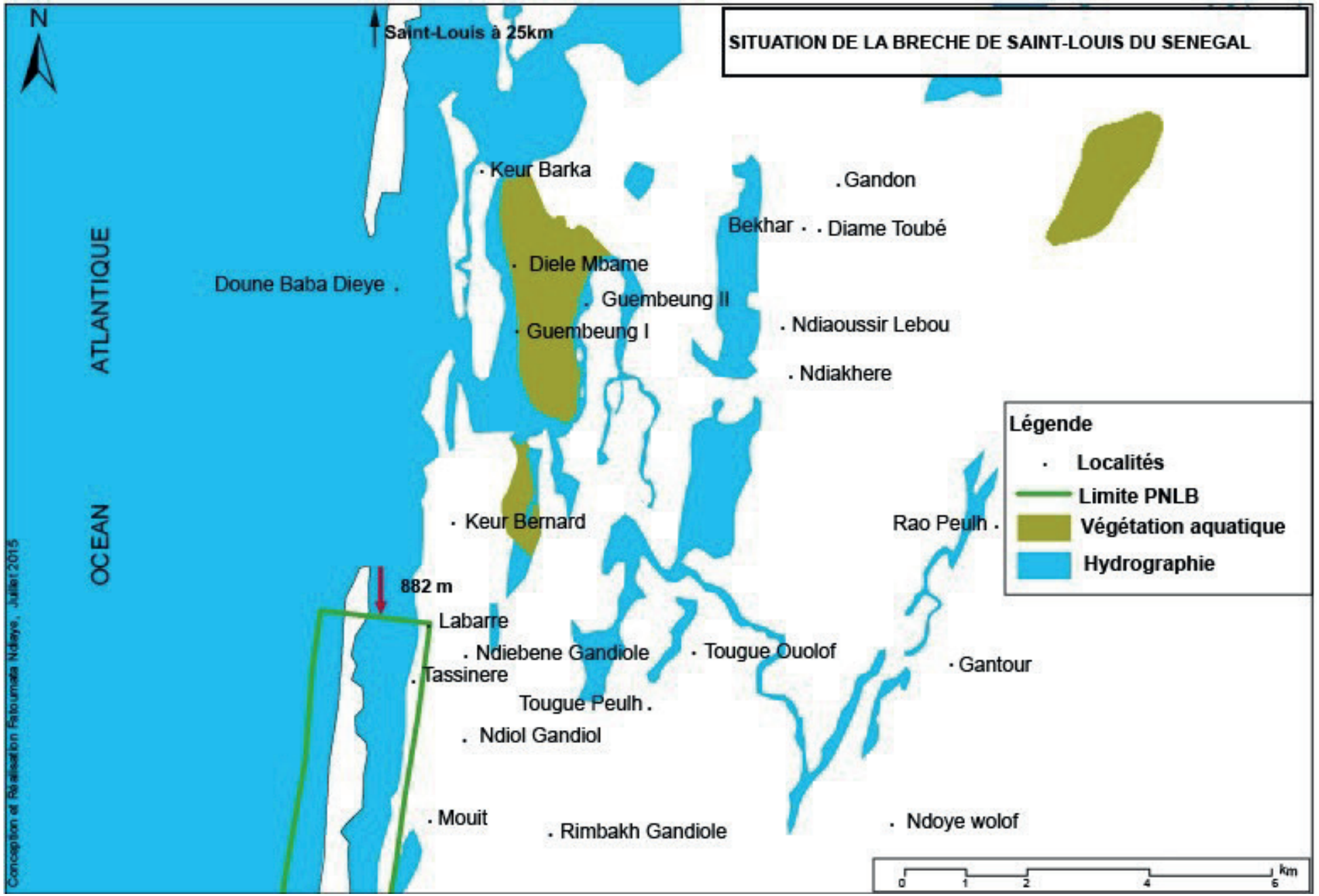
Source: Images Landsat 5 et Landsat 7, Google Earth





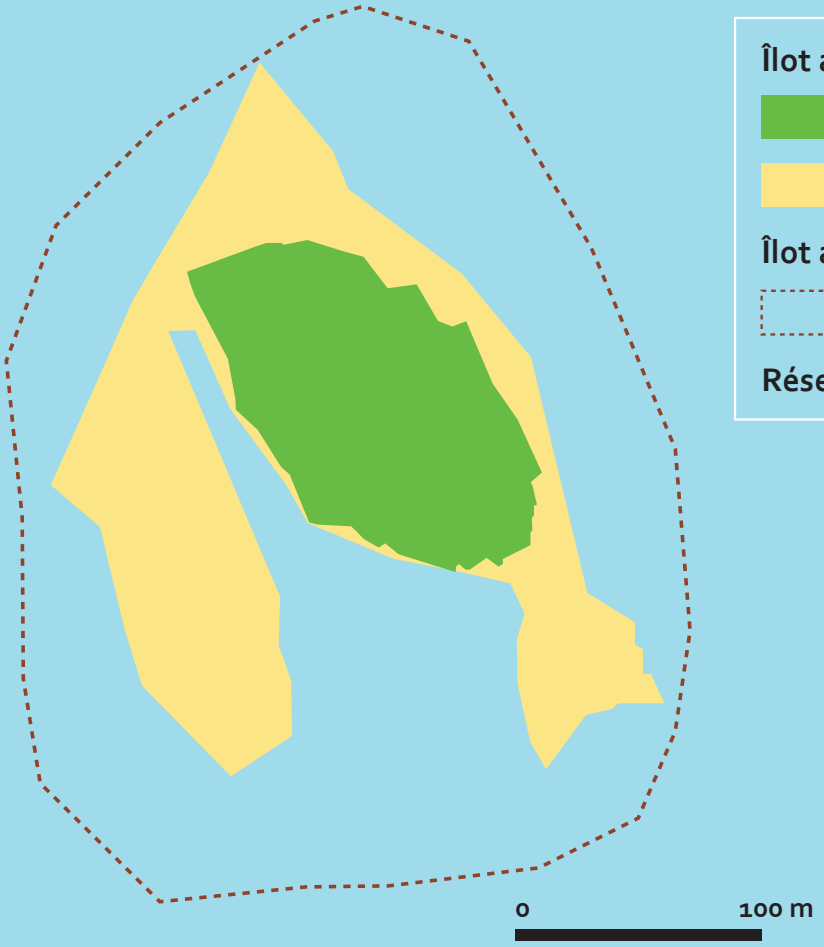
Érosion, dégradation des dunes et des filaos au PNLB
© SIRENA. Juillet 2014, mission PNLB

La brèche ne cesse de s'accroître depuis son ouverture en 2003 (voir la planche cartographique). On remarque que la courbe a été croissante jusqu'en 2010, mais elle a légèrement diminué en 2011 Cependant, elle s'est agrandie exponentiellement entre 2011 et 2014. En effet, on a constaté que la brèche s'est élargie plus du double durant ces 3 dernières années.
Les points GPS relevés sur le terrain nous ont permis de savoir que le parc est à moins de 1000 m de la brèche.
L'élargissement de la brèche a modifié les milieux naturels du PNLB notamment l'îlot aux oiseaux qui disparait peu à peu à cause de l'érosion. La brèche a fait qu'une grande quantité d'eau marine prédomine le fleuve à tel point qu'on pourrait supposer que le fleuve est devenu un bras de mer. Ainsi, l'îlot aux oiseaux est menacé par ces nombreuses mutations et risque de disparaître.
Actuellement l'îlot aux oiseaux n'a conservé que 39% à marée basse et 16% à marée haute de son aire en 2002.
À ce rythme, si des aménagements ne sont pas envisagés au plus vite, l'îlot aux oiseaux pourrait disparaître et ce serait une catastrophe environnementale mondiale vu que les ressources naturelles doivent être protégées pour la conservation des écosystèmes.


N
Saint-Louis à 25km
SITUATION DE LA BRECHE DE SAINT-LOUIS DU SENEGAL
ATLANTIQUE
OCEAN
Keur Barka
Gandon
Bekhar
Diame Toubé
Diele Mbame
Doune Baba Dieye
Guembeung II
Guembeung I
Ndiaoussir Lebou
Ndiakhere
Légende
Localités
Limite PNLB
Végétation aquatique
Hydrographie
Keur Bernard
Rao Peulh
882 m
Labarre
Ndiebene Gandiole
Tougue Ouolof
Gantour
Tassinere
Tougue Peulh
Ndiol Gandiol
Mouit
Rimbakh Gandiole
Ndoye wolof
0 1 2 4 6 km
Conception et Réalisation Fatoumata Ndiaye, Juillet 2015

Carte 1

Îlot aux oiseaux		superficie	périmètre
en 2014	marée haute	12 397 m²	462 m
	marée basse	30 916 m²	1218 m
en 2002		79 736 m²	1048 m



Îlot aux oiseaux en 2014

marée haute

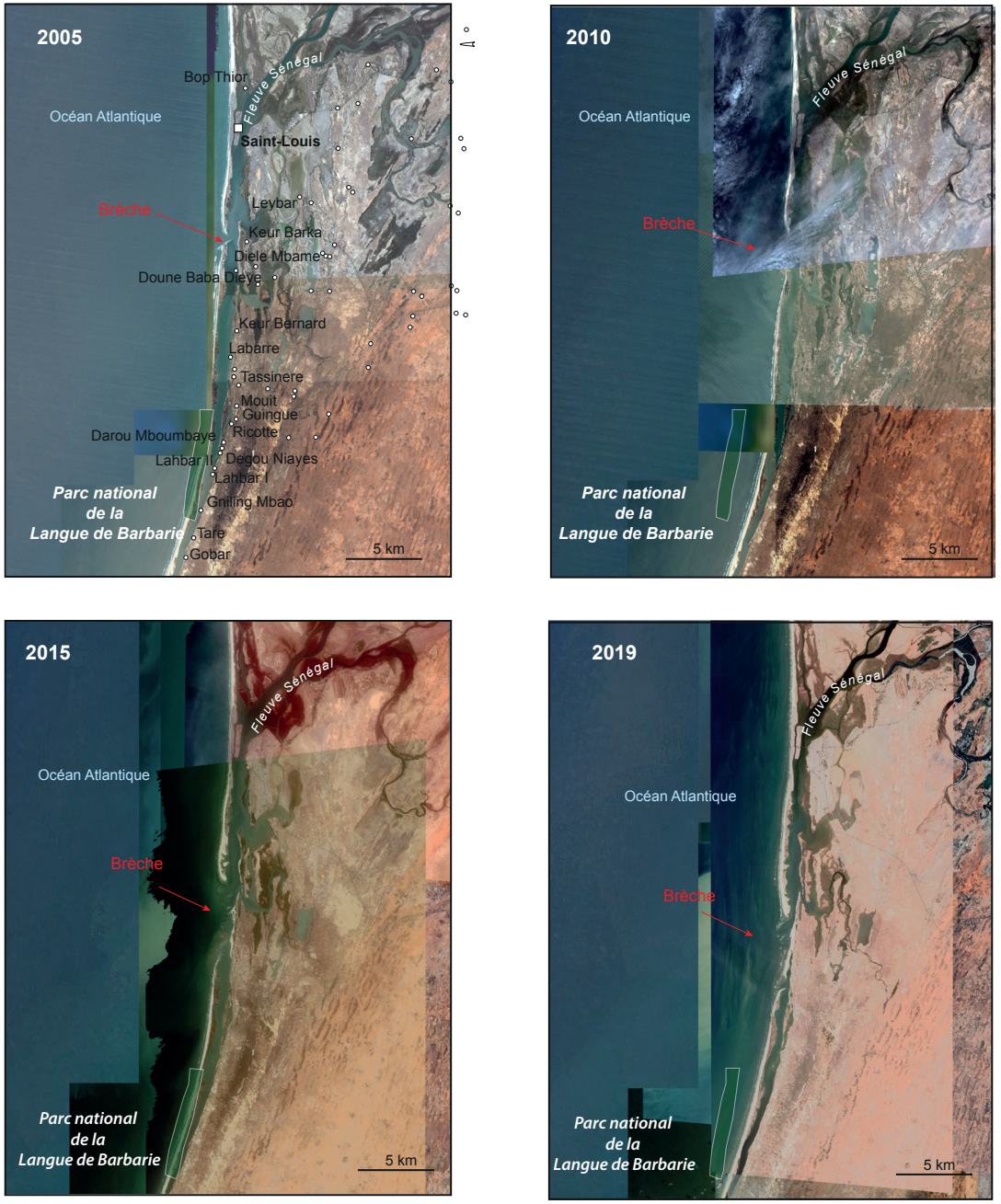
marée basse

Îlot aux oiseaux en 2002

Réseau hydrographique

conception GIE des écoguides du PNLB
© F. Ndiaye, projet SIRENA, sept 2014
source : relevés GPS, Landsat 7 du 29/01/2014 et du 28/11/2002

Carte 2 : Conséquences de la brèche sur l'îlot aux oiseaux



Carte 3 : Évolution de la brèche entre 2005 et 2019

Références

Camara M. M. B., 2008. Impacts des aménagements sur les zones littorales : l'exemple de l'ouverture de la brèche sur la Langue de Barbarie, *in* « *actes du colloque international pluridisciplinaire «Le littoral : subir, dire, agir*», Lille, France, 12 p.

Diatta I., 2004. L'ouverture d'une brèche sur la Langue de Barbarie (Saint-Louis du Sénégal), les autorités publiques et les conséquences de la rupture. Mémoire de maîtrise, UGB, 120 p.

SY B.A., 2009. Histoire morphodynamique de Doune Baba DIEYE du Sénégal, in *Revue Perspectives & Sociétés*, N°1, http://www.carede.org, 22 p.

SY B.A., 2004. « L'ouverture de la brèche de la Langue de Barbarie et ses conséquences, Approche géomorphologique », in *Revue de Géogr. de Saint-Louis (RGSL)* N°4, pp. 50-60.

SY B. A., SY A. A., 2010. Dynamique actuelle du cordon littoral de la Grande Côte Sénégalaise de Saint-Louis à Niayam et ses conséquences, in *Revue Perspectives et Sociétés* N°8, 18 p.

4 De la lutte contre le typha à sa valorisation en biocombustible domestique : l'exemple du projet Typha

Ludovic MILIC

Depuis la construction du barrage anti-sel de Diama en 1986, l'alternance eau douce / eau salée ne s'opère plus dans le delta du fleuve Sénégal, l'eau douce stagne et le typha prolifère. Conquérant les espaces agricoles et piscicoles de façon spectaculaire, la plante occupe aujourd'hui 25 000 hectares (cf. carte réalisée dans le cadre du projet Typha en 2014) sur la seule rive Mauritanienne et plus de 50 000 hectares (cf. BDD Sirena, 2014) au Sénégal. Les tentatives de limiter la croissance de la plante ayant montré leurs limites, nous sommes passés à un nouveau paradigme, la valorisation du typha. Le projet Typha mené entre 2011 et 2016 s'inscrit dans cette dynamique et utilise le roseau pour produire un biocombustible domestique.

1. Une approche innovante pour l'approvisionnement des populations en biocharbon

1.1 Combiner la recherche à l'action, un leitmotiv *pour le projet*

Le projet est le fruit d'un partenariat entre le Gret, ONG internationale de développement, l'Institut Supérieur d'Enseignement Technologique de Rosso (Iset) et le Parc National du Diawling. La combinaison de la recherche et de l'action a toujours été un *leitmotiv* pour le projet, et s'est avérée pertinente pour arriver au niveau de maîtrise technique actuel. La filière de fabrication du charbon de typha est en effet relativement nouvelle et les expériences étaient peu nombreuses avant l'avènement du projet en 2011. Les innovations ont porté sur les différents maillons de la filière, de l'amont à l'aval : le PND a fait progresser la connaissance sur l'expansion territoriale de la plante ; l'Iset a réussi à relever le défi technique, pour fabriquer des équipements motorisés et optimiser le processus de transformation du typha en charbon ; le Gret a posé les bases de l'insertion du produit sur le marché à travers des outils d'innovation sociale. Cette démarche a abouti à la mise en place de deux filières de production de charbon typha, une filière artisanale et une filière industrielle.

1.2 Les unités artisanales : organiser une production locale en milieu rural

Le projet a mis en place sept unités artisanales situées dans des villages de la région du Trarza. Une panoplie de critères a été utilisée pour sélectionner les villages, combinant les aspects organisationnels et géographiques. Six des sept unités sont gérées par des coopératives féminines qui maîtrisent à la fois le processus technique et l'organisation de la production. Le produit fabriqué a pour vocation de s'insérer dans un marché local où le charbon a une place importante comme combustible domestique principal. Les bénéfices engendrés par l'activité sont reversés au sein de la coopérative et permettent de financer d'autres activités, comme l'achat d'équipements agricoles ou de fournitures pour des boutiques communautaires.

Photo 1 : Village Breune et Typha et fleuve Sénégal © enhaut.org

Photo 2 : Récupération des briquettes de biocharbon dans l'unité artisanale de Keur Madicke, © Jessica Rat / Gret

Le bénéfice ne résulte pas seulement de la vente de charbon (qui est le dernier maillon de la production) mais s'opère aussi au niveau de la première étape, lors de la coupe. Le typha est dorénavant perçu par les membres de la coopérative comme une ressource, qui est rationalisée et organisée, de manière à produire le charbon et/où à récupérer de l'espace pour d'autres activités. En tout état de cause, cette « nouvelle » activité complémentaire génératrice de revenus nécessite tout de même un réel investissement de la part des coopératives et un accompagnement durable pour parvenir à une production continue et autonome.

1.3 Approvisionner les grands centres urbains, un défi pour la production industrielle

Là où les unités artisanales ont pour vocation d'alimenter le marché local, l'unité industrielle expérimentale a, quant à elle, un autre dessein : l'alimentation du marché national et des grands centres urbains mauritaniens, de manière à concurrencer la filière « semi-illégale » du charbon de bois. Une étude de marché menée dans le cadre du projet en 2013 a démontré que la consommation annuelle cumulée en charbon bois de Nouakchott et Rosso s'élève à 40 000 tonnes par an. Malgré un pourcentage important d'usagers utilisant le gaz, ce chiffre est conséquent et permet d'envisager l'émergence d'une filière de production de biocharbon de typha. À l'heure actuelle, l'unité expérimentale est accueillie par l'Iset, qui a démontré la faisabilité technique de ce *process* permettant une production d'au moins 20 tonnes de charbon par mois.

Les tests d'optimisation de la « recette » du biocharbon ont permis d'intégrer un ingrédient complémentaire inattendu: la balle de riz. Ce résidu agricole représente une source de pollution de l'atmosphère et un déchet non valorisable, les agriculteurs brûlent donc cette enveloppe qui émet des gaz à effet de serre non réassimilés. Le typha est, en outre, une ressource renouvelable et disponible en quantité suffisante pour alimenter le marché mauritanien. À titre d'exemple, 290 hectares de typha suffiraient à alimenter toute la ville de Rosso annuellement en biocharbon et 2 700 hectares suffiraient à alimenter Nouakchott, la capitale (voir la planche cartographique).

	Nouakchott (1,1 M hab.)	Rosso (44 000 hab.)
Quantité consommée par mois	2 850 tonnes	405 tonnes
Quantité consommée par an	34 200 tonnes	4 860 tonnes
Valeur économique annuelle estimée	24 millions €	2 millions €
Nombre d'arbres coupés par an (Estimation : 3 arbres/t)	102 600 arbres	14 600 arbres
Équivalent annuel en surface de Typha (prod. industrielle)	2 700 ha	290 ha

Tableau 1 : Estimation des quantités de charbon de bois consommées par les ménages à Nouakchott et Rosso
Sources : CUN (2009), PDL Rosso (2010)

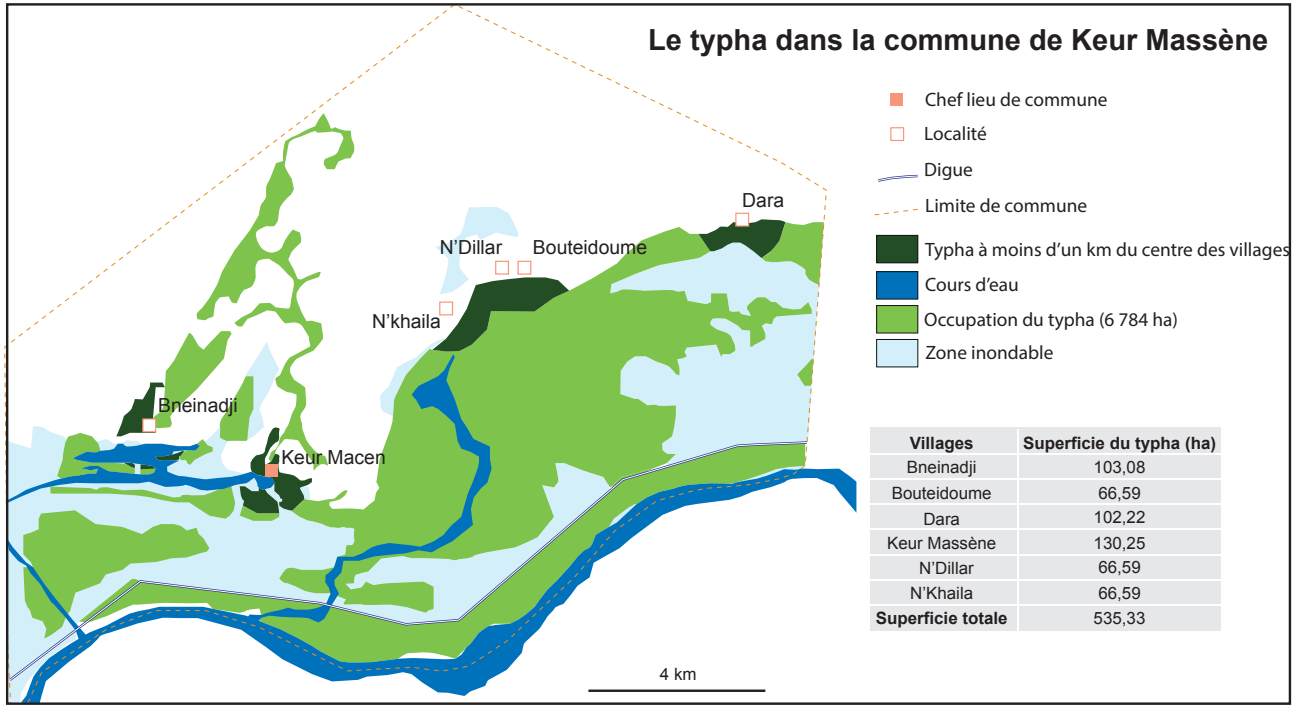
Malgré le caractère encourageant de ces résultats, un grand nombre de défis reste à relever pour la création et la pérennisation d'une filière industrielle de biocharbon de typha. Cela sera rendu possible par l'investissement du secteur privé, l'objectif du projet étant d'assurer un transfert de technologie pérenne et d'aider les opérateurs à se lancer dans la filière. Le secteur public a également un double rôle à jouer : lutter contre la filière illégale de charbon de bois en appliquant le cadre législatif contraignant et favoriser l'émergence du charbon de typha par des mesures le développement de la filière du biocharbon, comme des dispositifs d'exonération des taxes (transport, TVA, etc.) ou des mécanismes d'appui à la création d'entreprises de biocharbon. Associer ces mesures aurait pour conséquence d'envoyer un message fort aux acteurs de la filière « traditionnelle » du charbon de bois.
En outre, passer d'un paradigme de lutte contre le typha à sa valorisation consiste aussi à changer de vision sur la façon d'appréhender la ressource, des chercheurs, aux praticiens et acteurs du développement. Comment faire naître un climat de sécurisation de la ressource pour permettre une exploitation durable et stratégique de la plante ?

2. Combiner plusieurs échelles d'intervention territoriales pour tenter de saisir les contours de cet espace de « l'entre-deux »

Cette question pose un certain nombre de difficultés inhérentes à l'espace dans lequel évolue la plante, un espace en perpétuel « mouvement ». Prenons l'exemple de la variation du niveau d'eau : le typha évolue dans des eaux de plus d'1m50 comme sur sol sec, dans le bras principal du fleuve Sénégal comme dans le plus petit de ces affluents. Il pousse aussi sur des substrats différents, tant en milieu rural qu'en milieu urbain. Toutes ces variables rendent cet espace difficile à caractériser et à définir, si bien qu'ils peuvent être considérés comme des « espaces de l'entre-deux » : « *Les espaces de l'entre-deux sont des espaces qui présentent des natures, des fonctions, des temporalités, des statuts incertains, temporaires et/ou tout simplement différents par rapport aux étendues dans lesquels ils s'inscrivent [...] Ils sont difficiles à appréhender du fait de leurs degrés variés d'appropriation [...] Ils sont soumis à des dynamiques juridiques, économiques, sociales, politiques qui construisent, voire consolident, leurs différences* » (Vivet, 2007, 2013). De fait, vouloir valoriser cet espace longtemps inaccessible revient à se réapproprier les usages multiples dont il était le support. C'est ce que le projet a souhaité tester à différentes échelles d'intervention, en étudiant la faisabilité de ces usages (pêche, accès au fleuve, agriculture) et faciliter la réappropriation de cet espace laissé en « *friche subie* » (Janin Andres, 2008), dans le but de proposer des pistes de solution pour l'organisation de la ressource à ces différentes échelles dans un cadre concerté.

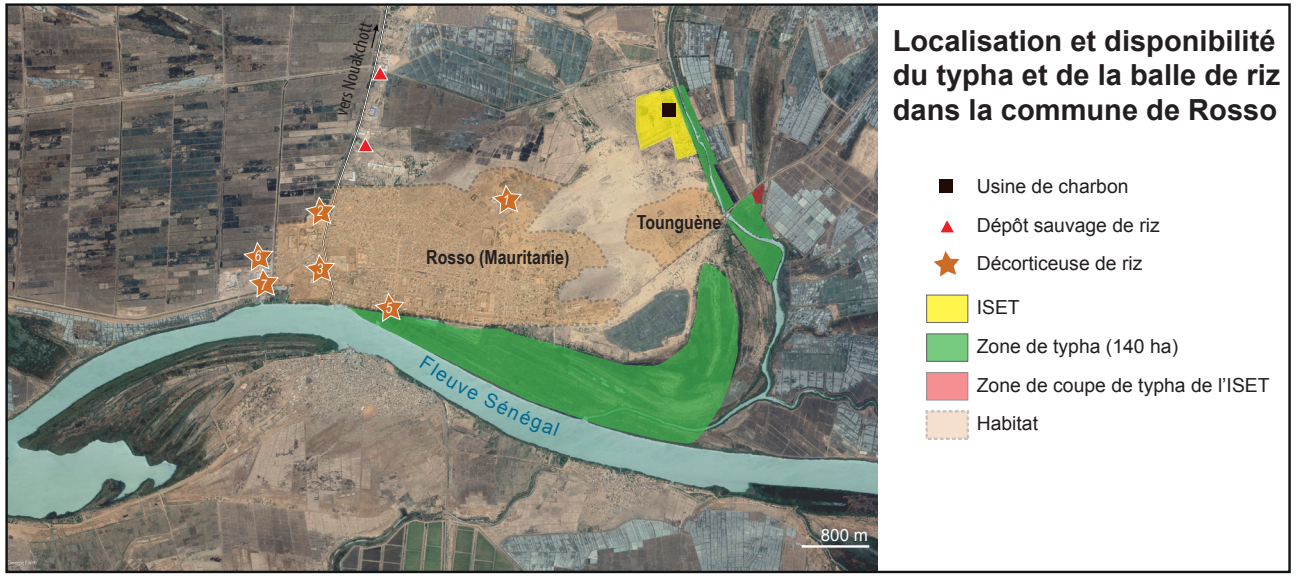
2.1 Délimiter la ressource à l'échelle communale : un levier d'action pour les élus locaux

À l'échelon communal, les communes mauritaniennes travaillent pour la plupart dans des conditions techniques et économiques difficiles. Elles ne possèdent que peu de moyens pour mener à bien les fonctions qui leur sont dévolues. Les services techniques, quand ils ne sont pas faibles, sont inexistants. Par exemple, la commune de Rosso compte seulement 3 % de techniciens au sein de son personnel. Par ailleurs, malgré un processus de

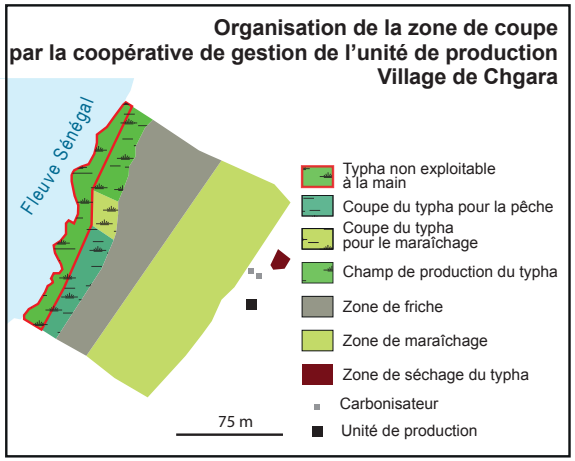


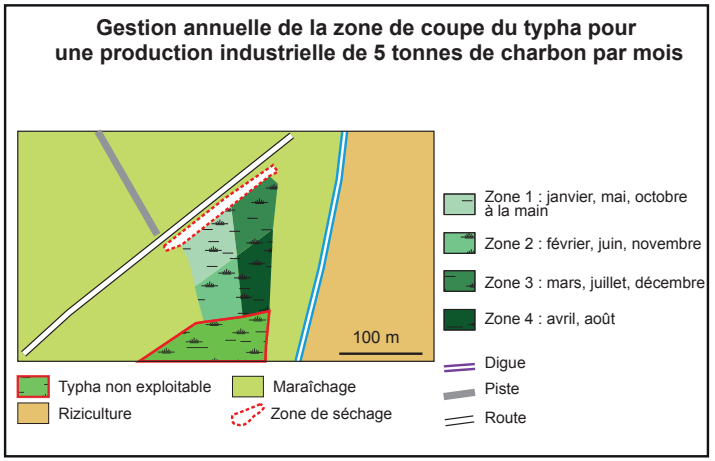
Villages	Superficie du typha (ha)
Bneinadji	103,08
Bouteidoume	66,59
Dara	102,22
Keur Massène	130,25
N'Dillar	66,59
N'Khaila	66,59
Superficie totale	535,33

Source : PND et GRET, édition avril 2016



Source : Relevés de terrain





Source : Relevés de terrain du 20 février au 4 novembre 2015

décentralisation avancé « sur le papier », la pratique est encore loin d'être effective, et de nombreux secteurs d'intervention des communes restent gérés quasi-exclusivement par les services étatiques régionaux (ECODEV, 2010). Néanmoins la décentralisation progresse de plus en plus et les maires ont un rôle à jouer en termes de gestion de la ressource. C'est dans ce cadre que des cartes de répartition du typha ont été confectionnées à l'échelle communale. L'élu local pourra donc avoir une idée du taux de recouvrement de la plante dans sa commune, comme de la distance de la ressource avec les villages et les axes de circulation, dans le but de pouvoir mettre en place une éventuelle stratégie de gestion de la ressource. Nous avons pris un soin particulier à mettre en évidence les villages qui sont les plus impactés par le typha sur la carte, afin de cibler les zones d'intervention prioritaires pour la commune (voir la planche cartographique).
Le typha occupe près de 6 800 ha de la commune de Keur Macène soit environ un tiers de sa superficie

2.2 La cartographie participative dans les villages comme outil d'approche communautaire

Au niveau des villages, le projet Typha a choisi de développer une approche participative pour la gestion de la ressource. Après avoir défini un seuil de

Photo 3 : zone de coupe de l'Iset, © Jessica Rat / Gret

coupe manuelle à 40 cm en dessous de la lame d'eau (pour que la plante ne repousse plus), nous avons pu délimiter des espaces valorisables par les coopératives. Au niveau physique, il existe des différences notables de profondeur au sein d'une même zone de typha ; les coopératives ont participé

activement au diagnostic pour nous permettre d'identifier ces espaces. Sur la base de ce premier diagnostic, nous avons pu construire un cadre d'exploitation de la ressource au niveau local. Cette méthode s'inspire d'une opération pilote menée au Sénégal, où les organisations locales avaient conçu leur propre SIG, afin de : « *bâtir, d'elles-mêmes et graduellement, une politique durable de gestion des ressources* ». (D'Aquino, 2002). Par exemple, dans le village de Chgara, la coopérative a pris la décision de délimiter une zone de 3 000 m² qu'elle a divisée en trois, en fonction de l'usage qu'elle souhaitait en faire :

- Une première zone consacrée exclusivement à la coupe du typha pour produire du charbon (coupe au-dessus de la lame d'eau),
- Une deuxième zone où le typha est coupé en dessous de la lame d'eau afin d'avoir un accès à l'eau du fleuve pour l'irrigation des parcelles de maraîchages.
- Une dernière zone profonde a été sélectionnée pour être coupée définitivement afin d'être récupérée pour la pêche.

Une rotation s'opère entre ces trois zones en fonction de la période de l'année et de la variation du niveau d'eau jusqu'à ce que les zones soient définitivement récupérées (voir la planche cartographique).

2.3 La gestion de la ressource à l'échelle industrielle : un enjeu de développement territorial

À l'échelle industrielle, le projet a démontré que 1,5 ha de typha permet de produire 20 tonnes de charbon de typha. La production mensuelle actuelle de l'unité expérimentale s'élève à 5 tonnes par mois. Un choix a donc été fait d'organiser la zone de coupe de 1,5 ha en 4 carrés de 3 750 m², où la coupe s'alterne d'un carré à l'autre le temps que le typha repousse (voir la planche cartographique).

Au-delà de l'affranchissement des contraintes techniques liées à la coupe, un problème foncier semble être sous-jacent à l'exploitation du typha. À qui appartiennent ces zones de « l'entre-deux » ? Jadis ces espaces appartenaient, entre autres, à des agriculteurs qui les utilisaient pour la riziculture ou le maraîchage. Mais ont-ils pris le soin de les léguer à leurs descendants, sachant que l'espace n'avait plus d'intérêt à être valorisé ? Cet espace appartient-il donc dorénavant à la commune ? À la région ? À l'État ? C'est ce que Joseph Comby qualifie de mille-feuilles du foncier (Comby 2010).

L'expérience menée par le projet Typha démontre qu'il est possible et pertinent de changer de paradigme pour faire de cette plante un biocombustible domestique de qualité. La ressource est disponible en quantité suffisante, non seulement pour concurrencer la filière du charbon de bois, mais aussi pour réfléchir à d'autres types de valorisation. Une nécessaire clarification des usages de cet espace est nécessaire, la dernière réforme foncière en Mauritanie datant de 1983 : date à laquelle le barrage de Diama n'était pas encore construit, le typha ayant donc alors un espace de vie encore très réduit.

Références

Comby J, 2010. Superposition des droits sur le sol, les mille-feuilles du foncier, études foncières, N°143, janvier & février pp. 21-41.

D'Aquino P, Seck SM, Camara S. Un SIG conçu par les acteurs : l'opération pilote POAS au Sénégal, *L'Espace géographique* 2002/1 (tome 31), pp. 23-36.

Janin C., Andres L., 2008. Les friches : espaces en marge ou marges de manœuvre pour l'aménagement des territoires ? Annales de géographie 2008/5 (n° 663), pp. 62-81.

ECODEV, 2010. Plan de développement de la commune de Rosso, République Islamique de Mauritanie (Ministère de l'Intérieur et de la décentralisation) & Banque Mondiale, 138 p.

Vivet J, 2013. Les espaces de l'entre-deux (appels à contribution) Carnets de géographie n°7, calenda, Publié le mardi 21 mai 2013, http://calenda.org/248750

5 Saisonnalités et évolution du *typha australis* dans le Delta du fleuve Sénégal

Fatoumata NDIAYE

Introduction

Le Delta du fleuve Sénégal est confronté à un phénomène qui préoccupe de plus en plus les conservateurs de ces espaces mais surtout les populations locales : il s'agit de la prolifération du *typha australis* et des autres végétaux aquatiques comme les phragmites, la laitue d'eau, la fougère d'eau et la *salvinia molesta*.

La construction des barrages de Manantali et de Diama n'a pas été sans conséquences. Elle a créé les conditions favorables à la prolifération du *typha australis* bien que présent auparavant mais limité.

Son développement était freiné par la remontée annuelle de la langue salée, principalement dans la zone du delta.

Après la construction des barrages, l'eau douce ainsi qu'une mauvaise gestion du domaine irrigué ont favorisé la propagation du *typha*. En effet, la diminution des variations annuelles de la salinité ainsi que l'élévation et la stabilisation du niveau des eaux induites par les aménagements ont favorisé son expansion avec une vitesse de progression actuelle de 10 % par an (OMVS, 2006).

Les végétaux aquatiques, surtout le *typha*, colonisent les zones d'inondation du fleuve Sénégal en induisant des conséquences graves sur les activités humaines et sur l'écosystème. Cette prolifération constitue une gène pour l'agriculture, la pêche et dégrade la qualité de l'eau en favorisant le développement des maladies hydriques comme la bilharziose et la dysenterie amibienne chez les populations locales.

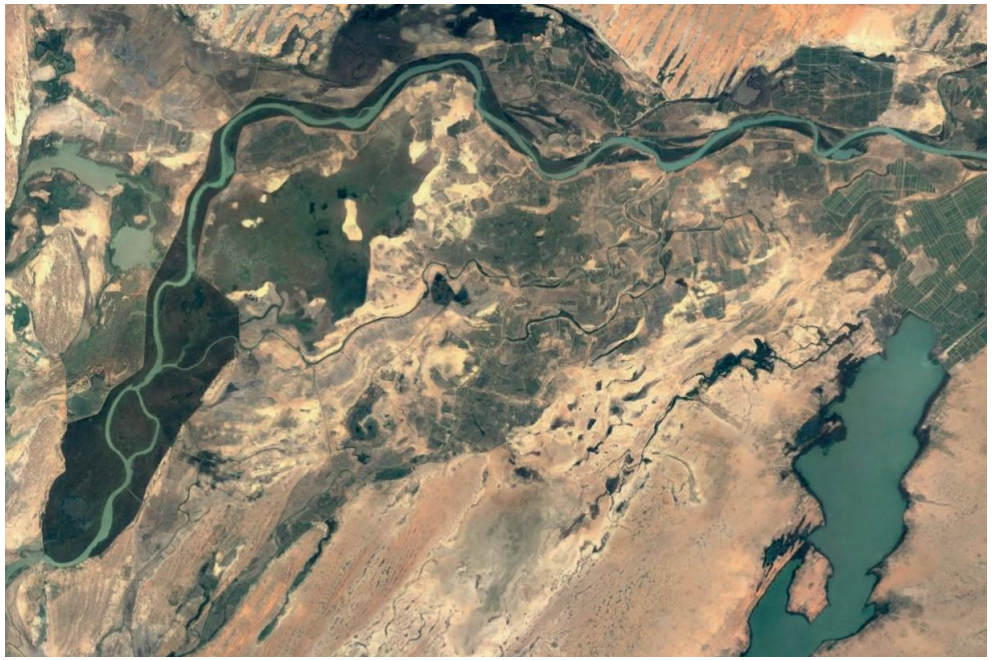
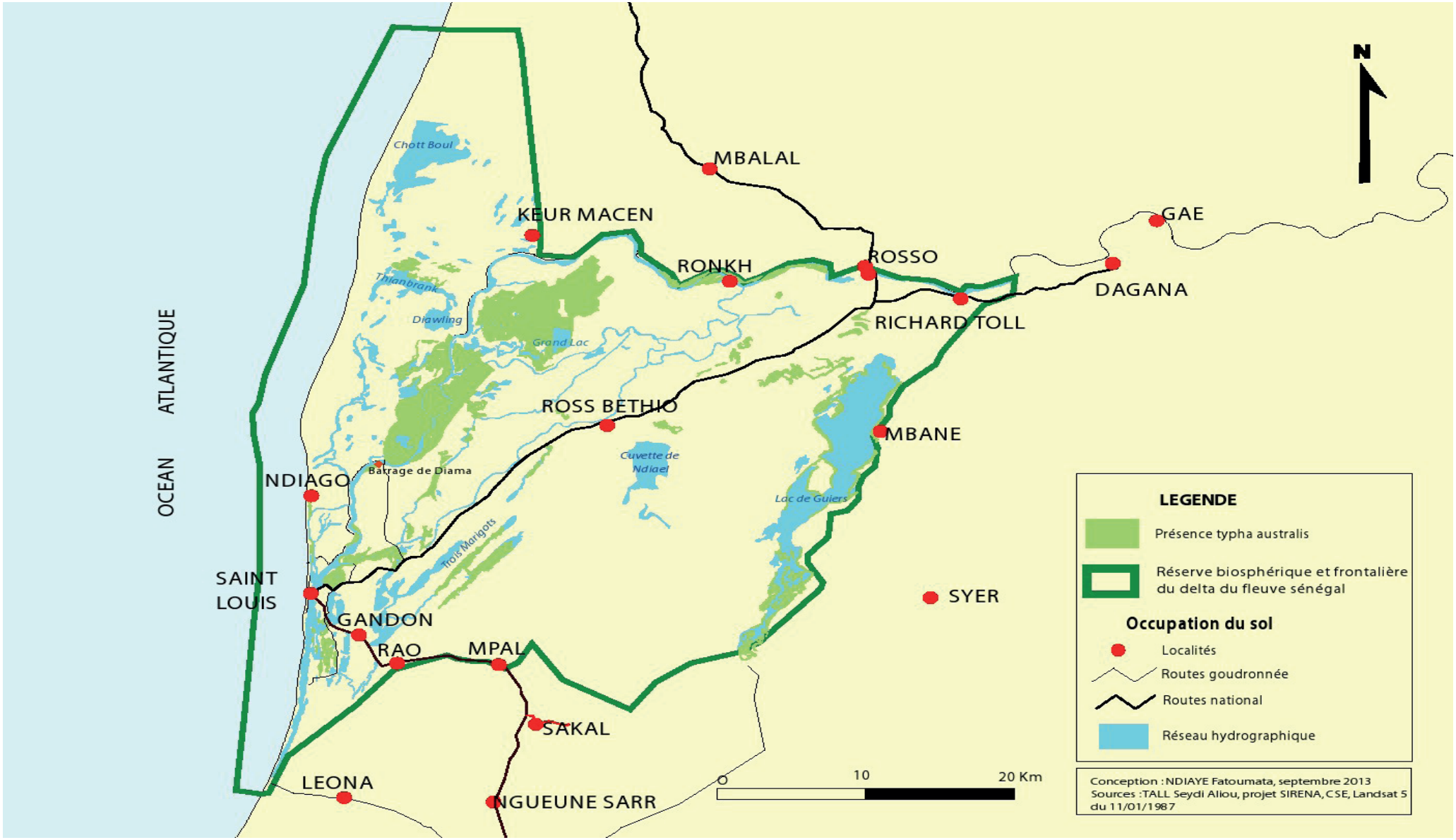
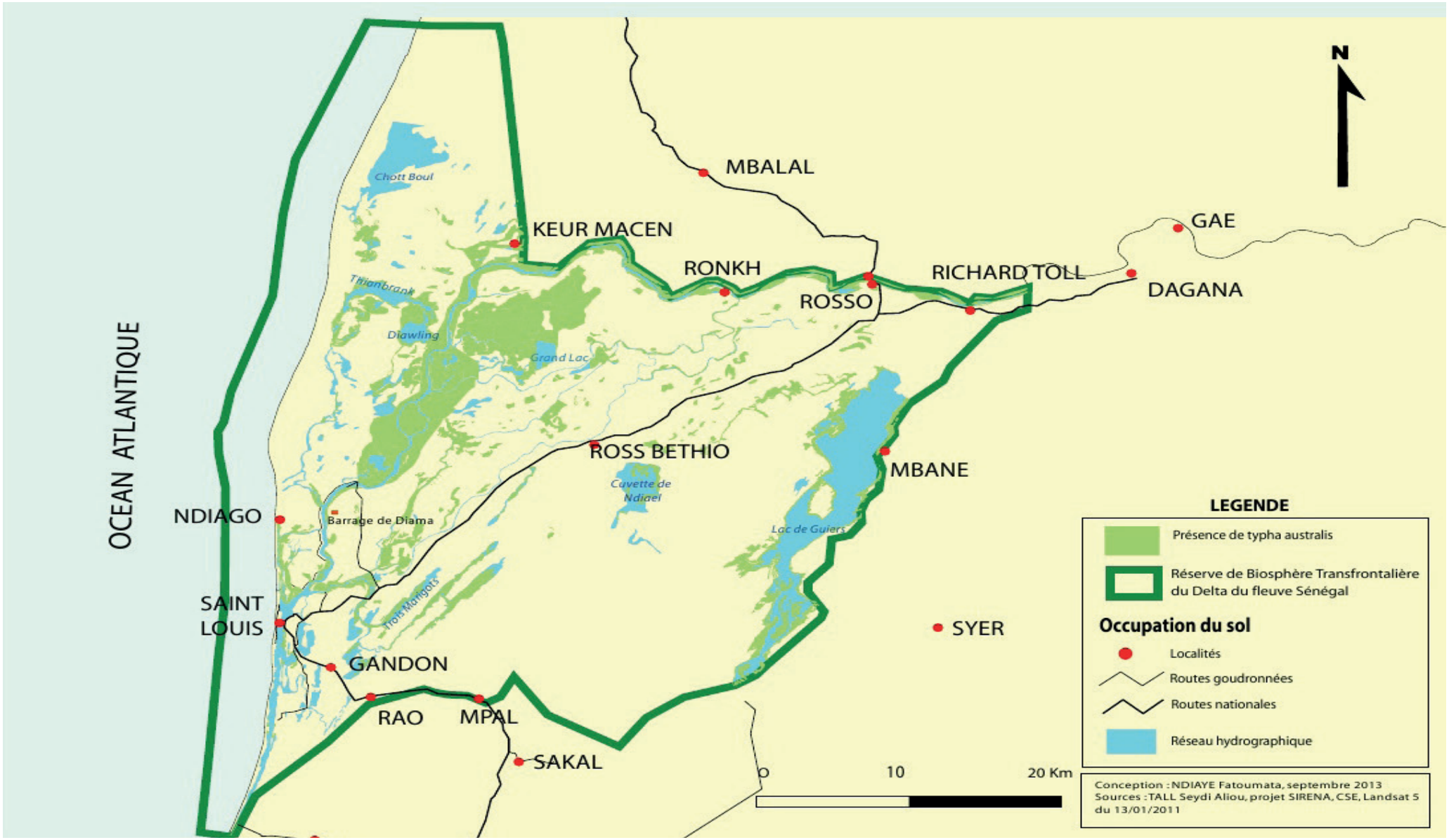


Photo 1 : Image satellite Landsat 5 du 13 janvier 2011 du Delta du fleuve Sénégal



Présence du typha australis en 1987



Présence du typha australis en 2011

Les contraintes du *typha australis*

La présence du *typha australis* a été observée depuis fort longtemps sur le fleuve Sénégal. Toutefois sa rapide expansion a été accentuée avec la construction des barrages sur le fleuve, ce qui fait qu'il colonise les zones d'inondation du fleuve, les systèmes d'irrigation, les terres agricoles et les pâturages de décrue…

Années	Aires occupées par le *typha*
1987	417 km²
2011	709 km²

Ndiaye F., 2013

Photo 2 : Maison construite avec le *typha* © Fatoumata Ndiaye

Le Parc National des Oiseaux du Djoudj est aujourd'hui dans une situation préoccupante.

Selon, le conservateur du parc, le *typha* représente une menace vu qu'il y a une réduction des plans d'eau et donc des surfaces navigables. En plus, les oiseaux migrateurs sont attirés par les plans d'eau et par les nénuphars et si l'on considère la rapide propagation du *typha*, on en arrivera à une situation où le nombre d'oiseaux migrateurs diminuera considérablement.

D'après le président des écoguides, *le typha* occupe près de 30% de l'espace des oiseaux (les pélicans, les flamants roses, les cormorans, les canards) dans le parc.

Les conséquences d'une telle situation sont nombreuses et importantes. Il se pose un problème par rapport à l'accès à l'eau qui est dû à la réduction des plans d'eau et de l'obstruction des voies de navigation et des canaux d'irrigation. Cette situation favorise aussi la chute de la pêche artisanale car les poissons se réfugient dans les racines du typha et la capture devient très difficile. Selon le président du conseil local des pêcheurs de Diadiam3, le *typha* est une véritable contrainte pour eux car ils ont constaté une inaccessibilité des poissons et vont même jusqu'à dire que « *si avant la production était à 90% maintenant nous en sommes à 5%* ». Les travaux de Mietton *et al.* (2007, pp. 4304) estiment une chute de la production de la pêche artisanale de 30 000 T à 8 000 T.

De plus on note une consommation plus importante en eau pour l'agriculture à cause de l'évaporation des eaux ralenties par cette plante. Ce qui influe sur la salinisation des sols qui handicape les agriculteurs.

En outre, l'espace des oiseaux d'eau comme les pélicans, les flamants roses, les cormorans, les canards…dans les parcs Djoudj et Diawling se rétrécit à cause de la colonisation de la plante. Les berges du lac de Guiers (principale réserve d'eau douce du Sénégal) sont envahies par le typha.

Photo 3 : Exploitation du *typha* par les femmes de Diadiam3 © Fatoumata Ndiaye

Photo 5 : Fours permettant la carbonisation du *typha*, © Fatoumata Ndiaye

Photo 4 : Bottes de *typha* destinées à la vente © Fatoumata Ndiaye

Photo 6 : *Typha* carbonisé © Fatoumata Ndiaye

Des politiques de luttes initiées contre la colonisation du *typha australis*

Avec ces multiples problèmes que pose la prolifération du *typha*, les populations locales semblent s'adapter à ces changements en essayant de faire des multiples contraintes du *typha*, un véritable atout qu'elles exploitent peu à peu et qui leur permettront à long terme de développer leur localité.

Elles ont su développer des stratégies adaptatives pour lutter ensemble contre cette plante envahissante. On note entre autre, le regroupement des pêcheurs de Diadiam3 en comité inter villageois pour enlever le *typha* manuellement ou par le feu afin de mieux s'adonner à leurs activités. D'autres formes de lutte ont été élaborées :

- Le faucardage avec la variation du régime du cours d'eau afin d'améliorer le résultat
- L'utilisation de pelles mécaniques
- La création de conditions hydrologiques proches du régime hydrique naturel
- La valorisation de la plante pour une utilisation personnelle mais surtout commerciale

La valorisation du *typha australis* semble être un nouveau procédé de lutte contre l'envahissement de la plante.
Dans la RBTDS, plus précisément à Diadiam3, le typha est une véritable ressource qui permet aux femmes de gagner leur vie et de subvenir à leurs besoins. Dans ce village, ce sont les femmes qui exploitent le *typha*, le transforment en nattes, en habitats, en clôtures…ou le vendent en bottes de *typh*a à un transformateur qui vient les acheter tous les mois.

La commercialisation de la plante

La commercialisation de cette plante participe au développement local car comme le dit la présidente des femmes qui exploitent le typha, « *c'est la vente du «* Mbarakh *» (*typha *en wolof) qui nous permet de gagner de l'argent* ».
Toutefois, cette commercialisation a des contraintes car elles n'ont pas beaucoup d'acheteurs ce qui fait qu'elles ne vendent pas assez de bottes de *typha*. En plus, après le Magal et le Gamou (cérémonies religieuses), les nattes ne se vendent plus aussi bien.

L'utilisation du typha *comme combustible domestique*

Ce procédé se manifeste par la production du biocharbon complémentaire et/ou substituant du charbon de bois qui est utilisé au Sénégal. Cela se fait à travers la carbonisation de la biomasse pour l'obtention de charbon biologique.
La commercialisation de ce charbon devrait permettre d'économiser une quantité équivalente de charbon de bois, ce qui entraînera une réduction de la pression autour des ressources forestières déjà fragilisées.
Il est donc question de valoriser économiquement et écologiquement de manières rationnelles cette importante biomasse du *typha australis*.

Conclusion

Le *typha australis* a entraîné de nombreux problèmes aux zones humides de la RBTDS. La richesse des zones humides du parc de Djoudj s'en est trouvée directement menacée. Les impacts sont non seulement écologiques mais aussi sociaux : l'accès à l'eau est réduit, la circulation des pêcheurs est restreinte, les maladies d'origine hydrique sont en pleine expansion.

De plus, la dégradation de la qualité de l'eau suite à l'envahissement de la plante constitue une menace directe pour la santé humaine, animale et sur la biodiversité dans le delta du fleuve Sénégal.

Le développement de cette plante aquatique a entrainé le rétrécissement des zones de pâturage, de pêche, de cueillette et la prolifération des oiseaux granivores.

L'étude de la dynamique de la végétation aquatique dans le delta vise, à terme, d'apporter des solutions pour le bien-être de la population locale. Elle permettra la gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes à travers une meilleure connaissance de l'évolution du milieu. Aussi, elle permettra d'acquérir des connaissances sur l'impact de la prolifération des plantes envahissantes, de faire une cartographie et de mettre en place une base de données spatiales.

Références

OMVS. 2006. Rapport annuel sur l'état de l'environnement et des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal, rapport du SOE sur l'état de l'environnement, décembre 2006, 50 p.

Mietton M., Dumas D., Hamerlynck O., Kane A., Coly A., *et al.*, 2007. Water management in the Senegal River Delta: a continuing uncertainty. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 4 (6), pp. 4297-4323.

6 L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis

Mignane SARR

Présentation de l'AMP de Saint-Louis

L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis est située dans le département de Saint-Louis, sur la façade maritime de la Commune de Gandon (limite Est de l'AMP), et la commune de Saint-Louis dans l'arrondissement de Rao, sur la Langue de Barbarie entre l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal et le quartier de pêcheur de Guet-Ndar. Elle a été créée par le Décret présidentiel n° 2004-1408 du 04 novembre 2004 sur une aire de 496 km² (49 600 ha). Dans la Communauté Rurale de Gandon, elle concerne du nord au sud, les villages de : Keur Barka, Dieul Mbame, Keur Bernard, Tassinière, Mouit, Mboumbaye et Dégouniaye. Dans la commune de Saint-Louis, elle intéresse surtout les quartiers situés sur la Langue de Barbarie dont le principal est le grand quartier de pêcheurs de Guet-Ndar mais aussi Ndar-Tout et une partie de Goxu Mbacc.

1.1 Les habitats naturels : géographie et toponymie des lieux de pêche

L'AMP de Saint-Louis se situe dans une zone où les conditions géophysiques et hydrodynamiques ont concouru au développement d'une multitude de refuges pour de nombreuses espèces marines et estuariennes. Ces refuges constituent des fonds de pêche appelés « *xer* » pour les fonds rocheux ou « *joxoor* » pour les fonds de nature sablo-vaseux qui se distinguent par la présence de coquillages le *Crassostrea gasar*.

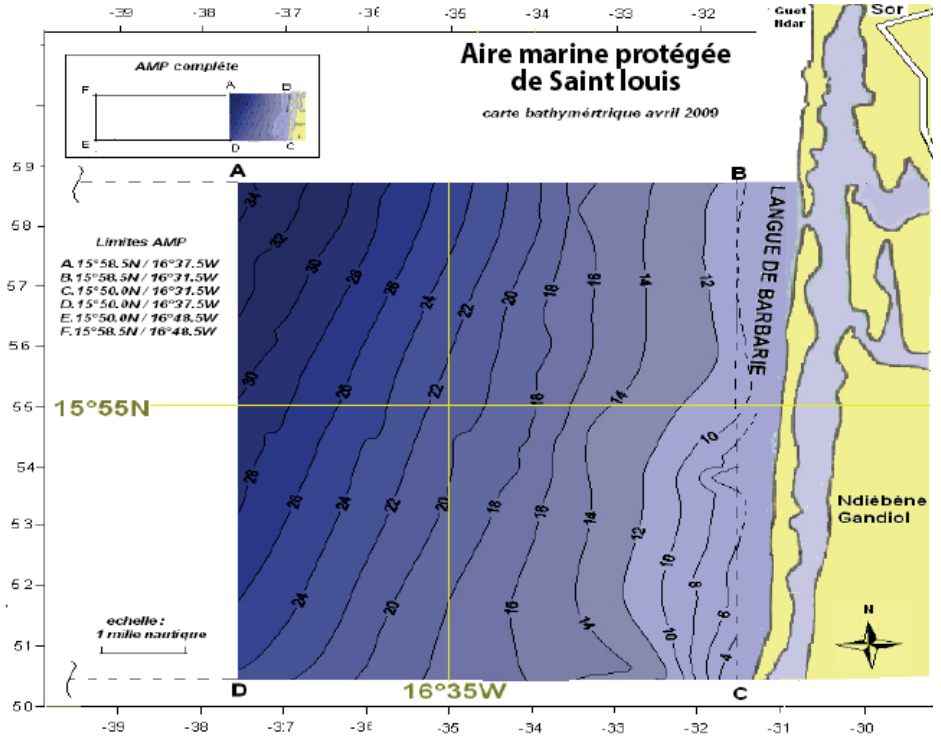


Photo 1 : Depuis l'ouverture de la brèche en 2003, qui a provoqué l'augmentation de la salinité des eaux et de l'influence des marées dans la région, des coquillages sont apparus, notamment des coques et des huîtres. À Mbambara, les huîtres sont récoltées par les femmes depuis 2010, au fond des bras de mer ou dans la mangrove, d'avril à juin. Une femme peut ramasser un sac par jour, ce qui donnera environ 1kg à 1,5 kg d'huîtres, une fois cuites et séchées. Le produit fini est vendue à 3 000 FCFA le kilo (environ 5 euros). © Bastien Defives/ Transit.

Une vingtaine de pêcheries sont identifiées sur la côte saint-louisienne et réparties dans trois zones : *kell*, *tan*k et *gopp*, respectivement la partie faisant face à Guet-Ndar, celle se trouvant au sud (partie qui englobe l'AMP) et au nord (vers la Mauritanie). *Kell* et *gopp* représentent les principaux lieux de pêche car abritant les trois pêcheries les plus fréquentées, à savoir : *Diattara*, *Praia* (partagé avec la Mauritanie) et *Xerwu rey*wi qui se prolonge jusque dans l'AMP.

Toute l'activité de pêche à l'intérieur de l'AMP se fait autour de « *xerwu reywi* », zone de prédilection des poseurs de filets dormants. Parmi les huit lieux de pêche répertoriés dans l'AMP, quatre (*Gent, Bouturail, Assane, Bossyi*) correspondraient, d'après les pêcheurs, à des fragments de « *Xer wu reywi*». La pêche y est pratiquée toute l'année. Cet effort de pêche appliqué en permanence sur la ressource est en partie à l'origine de la baisse drastique des ressources selon les membres du comité de gestion de l'AMP.

1.2 Les ressources halieutiques

• Les poissons : la principale ressource exploitée

Des fluctuations d'abondance, liées à l'alternance des saisons froide et chaude et aux cycles de reproduction, sont notées pour les espèces migratrices, notamment les pélagiques comme la sardinelle. En revanche, il est constaté une forte diminution des stocks d'espèces démersales côtières du fait d'une surpêche liée à leur haute valeur commerciale. La pêche des poissons fait partie des usages les plus anciens que les habitants de la Langue de Barbarie ont exercé sur l'océan depuis le déclin de la pêche fluviale à Saint-Louis.

Les espèces pélagiques

Elles constituent les captures les plus importantes en termes de volume (80 % des volumes débarqués à Saint-Louis). Les espèces les plus représentées sont la sardinelle (*S. aurita* et *S. maderensis*) qui constitue à elle seule plus de 90 % des débarquements en pélagiques, le chinchard (*T. trecae*) et le mulet (*M. cephalus*). Ces espèces effectuent des migrations saisonnières nord-sud d'amplitude variable, dont dépend la disponibilité pour la pêche au Sénégal. L'AMP de Saint-Louis n'est pas un site de reproduction pour les pélagiques. Tout porte à croire que leur présence pendant l'upwelling, est liée à leurs migrations soit vers le sud du Sénégal à partir de janvier, soit vers la Mauritanie à partir du mois de mai.

L'aire marine protégée de Saint-Louis

© IRD - Olivier Barrière

MAURITANIE
Mbalal
Réserve naturelle de Chat T'boul
Keur Macen
Rosso
Dagana
Ronkh
Khor
Ntiagar
Mbagam
Richard Toll
Ndombo
Parc national du Diawling
Parc national du Djouj
Ross-Bethio
Lac de Guiers
Mbane
Réserve de faune de Ndiaël
Diaglé
Ndiago
Forêt classée de Maka Diama
Syèr
Ndimbou
Syer
Saint-Louis
Réserve sylvo-pastoral de Mpal
Aire marine protégée de Saint-Louis
Rao
Mpal
Sakal
Boudi
Potou
Tiowor
Ndia Gourèy
Nguer Malal

- Zone humide
- Zone protégée
- Zone d'habitat de la grue couronnée
- Réseau hydrographique
- Réserve de biosphère transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal
- Site de pêche
- Ville importante sénégalaise
- Ville importante mauritanienne
- Village important
- Limite départementale
- Frontière
- Route principale
- Route secondaire

20 km

Source : SIRENA, LMI PATEO

Les cycles migratoires des autres espèces pélagiques présentent à peu près le même schéma spatiotemporel avec des amplitudes différentes. En réalité l'AMP de Saint-Louis ne constitue qu'un couloir de migration pour les pélagiques.

Les espèces démersales côtières

Les fonds de mer constituent le cadre de vie des espèces démersales. Leur répartition en fonction de la nature sédimentologique du fond (fond vaseux, vaso-sableux et rocheux) et de la profondeur permet de distinguer principalement trois communautés : la communauté à Sciaenidae, la communauté à Sparidae, la communauté du rebord du plateau. Ces espèces sont : les carpes blanches, les capitaines, les mâchoirons, le mérou, les daurades et les soles.

• *Les mammifères marins*

Les rares observations d'échouages accidentels de certaines espèces de petits cétacés sur les plages de la Langue de Barbarie ont permis de signaler la présence dans les eaux saint-louisiennes de mammifères marins parmi lesquels nous pouvons citer la baleine, le dauphin souffleur (*Turciops truncatus*) et le phoque moine (*Monachus monachus*).

• *Les tortues marines*

Même si la façade atlantique du Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB) est un site de nidification des tortues marines, les pêcheurs avouent que la présence de cette espèce semble aujourd'hui anecdotique. L'échouage, les traces et/ou carcasses de quatre espèces ont été signalés à Saint-Louis.

La tortue verte (*Chelonia mydas*), espèce herbivore, semble être la plus observée. Les autres espèces sont beaucoup plus rares : (i) la tortue à écailles imbriquées (*Erethmochelis imbricata*) ; (ii) la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) ; (iii) *Pidochelys olivacea* et (iv) *Lepidochelys kempii*, sont les espèces les moins fréquentes à observer.

2. Rappel des objectifs et du cadre d'actions du Plan d'aménagement et de gestion

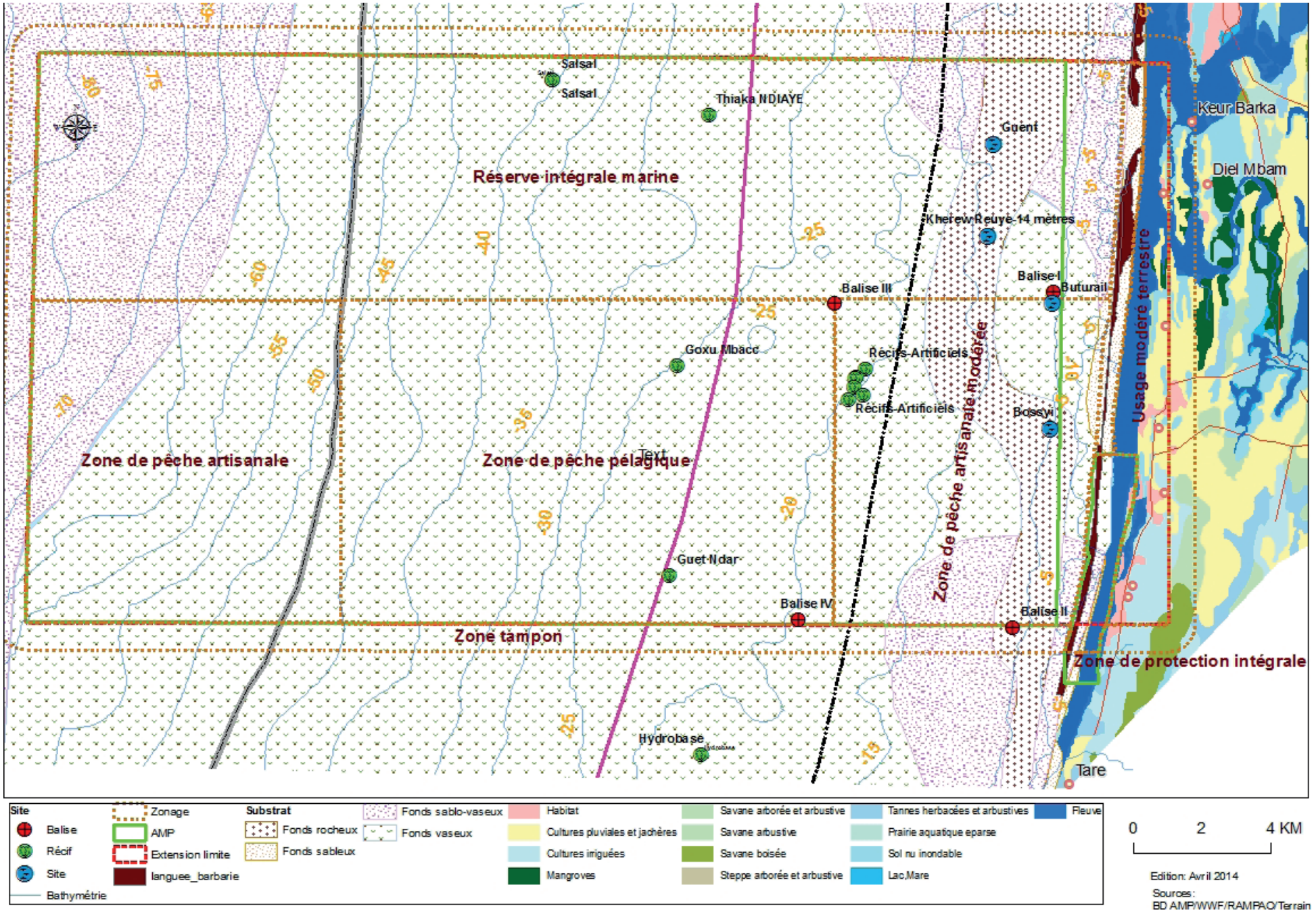
Les objectifs en sont : (i)conserver les habitats et les espèces ; (ii) améliorer les conditions de vie des populations locales ; (iii) promouvoir l'éducation environnementale et la sensibilisation du public ; (iv) améliorer l'efficacité de la gestion.

3. Cartographie de base de l'AMP

Avec une superficie d'environ 625 km² dont 496 km² de zone marine, l'AMP de Saint-Louis regroupe globalement quinze unités d'occupation dont quatre unités d'occupation du fonds marin et dix classes d'occupation des sols dont les superficies sont respectivement mentionnées dans le tableau et la carte ci-dessous :

Libellé	Superficie (km²)
Fonds rocheux	39,12
Fonds vaseux	431,75
Fonds sableux	7,54
Fonds sablo-vaseux	108,89

Le substrat du fond marin de l'AMP est dominé par la vasière, qui représente 73% de la partie marine. Le fond rocheux, qui concentre les principaux sites de pêche de la zone, ne représente qu'environ 7% de la partie marine de l'AMP.



Carte du fond marin de l'AMP de Saint-Louis

Toujours dans la partie marine, plusieurs sites de pêche, de récifs artificiels et d'épaves ont été identifiés et géolocalisés.

Zonage de l'AMP

Il a été procédé à un zonage participatif de l'AMP pour améliorer sa gouvernance. Au total sept zones ont été retenues au niveau de l'AMP en fonction des objectifs de gestion et de conservation. Trois parmi ces zones font l'objet de surveillance et de contrôle.

- **La zone de protection intégrale** (en rouge), d'une superficie de 68,4 km² comprend une partie de la Langue de Barbarie et la zone comprise entre les quatre balises posées par le comité de gestion. C'est une zone qui doit faire l'objet d'une interdiction totale d'activités pendant au moins une dizaine d'années.
- **La zone de pêche artisanale modérée,** d'une superficie de 135,4 km² est ouverte à une pêche durable, respectueuse des normes en vigueur, et est exclusivement réservée à la pêche artisanale.
- **La zone de transition marine**, d'une superficie de 241 km², correspond à la réserve marine de l'AMP, qui est actuellement ouverte à la pêche durable, mais strictement interdite aux chalutiers. Une partie de cette zone pourrait ultérieurement faire l'objet d'une protection intégrale en fonction des moyens financiers et logistiques et également des résultats de cette première option de gestion globale de l'AMP.

Cet effort de conservation à travers le zonage est soutenu par la fabrication de récifs artificiels de type artisanal pour restaurer le milieu.

Il importe, enfin de noter les épaves des bateaux, devenues des zones de nurserie, qui ont été considérées comme des aires devant faire l'objet d'une utilisation contrôlée, avec fermeture et ouverture en fonction des saisons

Photo 2 : Mise en place de récifs artificiels de type artisanal
© Mignane Sarr.

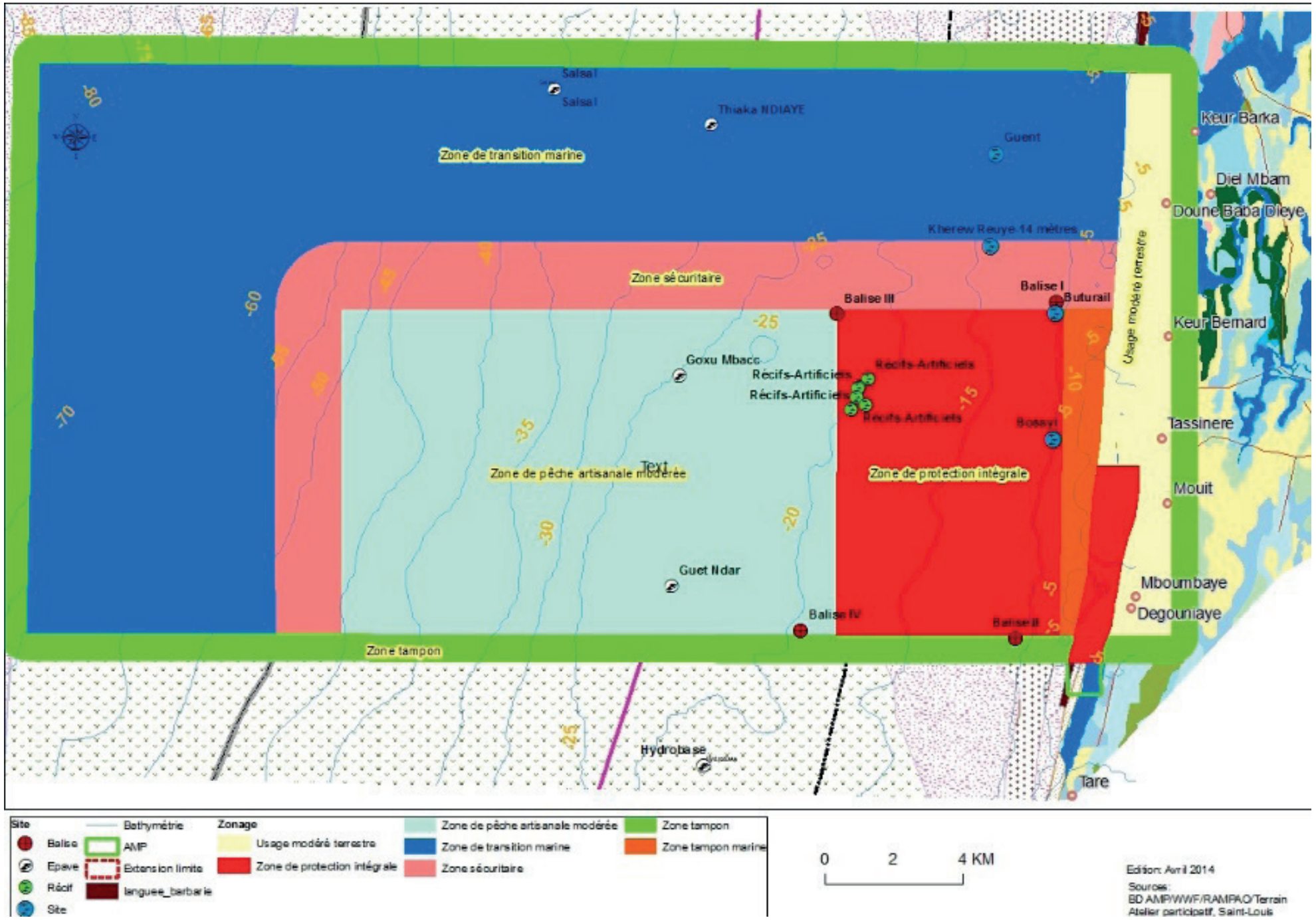
par le comité de gestion de l'AMP. À cet effet, une zone tampon de 100 m a été érigée à leurs alentours.

La gouvernance du site se fait à travers le schéma ci-après permettant une utilisation durable des ressources.

Défis et enjeux

L'AMP de Saint-Louis est une réserve très riche en biodiversité qui mérite une conservation et une attention particulière de la part de l'État du Sénégal et de tous les organismes, surtout la Direction des Aires Marines Protégées Communautaires (DAMCP).

L'effort de pêche très important au niveau de la zone et la position des puits de pétrole offshore constituent des menaces certaines pour les ressources halieutiques. Il est également urgent de mettre des moyens à la disposition



Zonage de l'AMP de Saint-Louis

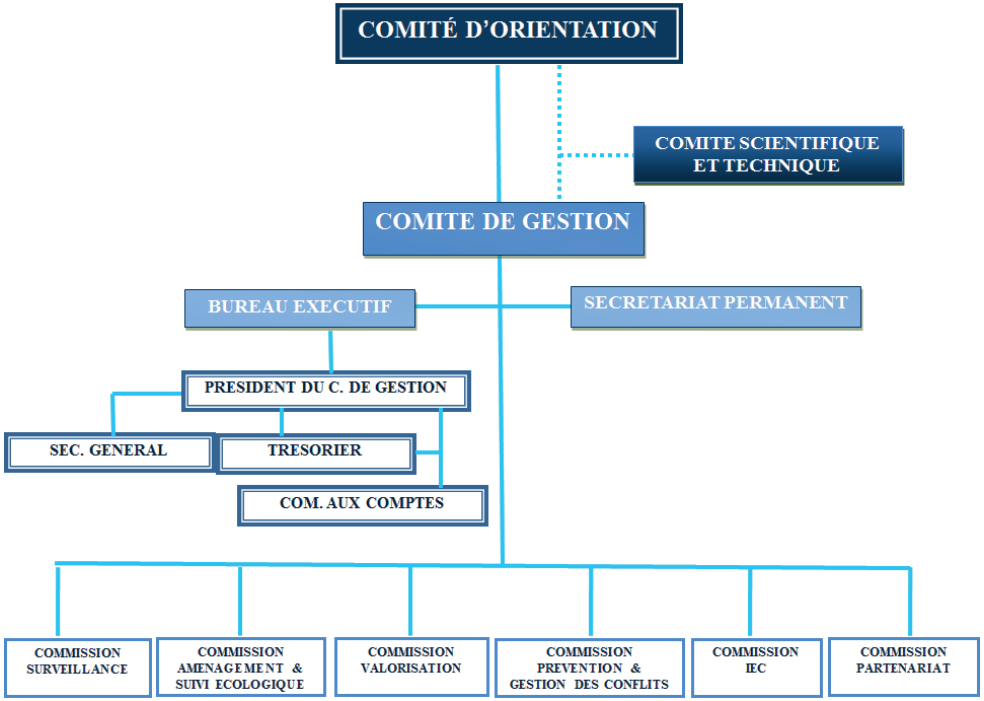


Schéma de la gouvernance permettant une utilisation durable des ressources.

du comité de gestion et d'impliquer les autres services techniques (armée et agences) pour assurer la surveillance en haute mer compte tenu de son envergure et des pressions croissantes.

L'implication réelle de la recherche sur l'état des lieux et le suivi est un défi à relever pour sauvegarder durablement la ressource.

7 Intrusion marine et minéralisation de la réserve souterraine dans le Gandiolais

Souleymane NIANG, Luc DESCROIX

Le Gandiolais constitue l'espace terminal du delta du fleuve Sénégal caractérisé par sa célèbre embouchure et parmi les plus dynamiques au monde. Il constitue un milieu complexe dont les récentes modifications environnementales ont eu, manifestement, à produire une dégradation des ressources de base particulièrement l'eau qui, par effet de contagion, entraine une minéralisation du sol dans un milieu rural où le maraîchage constitue l'épine dorsale de l'économie. Les productions sont devenues très faibles et les ménages vulnérables dans un contexte où l'économie locale n'offre pas une grande flexibilité d'activités ou de pluriactivité. Les explications tiennent essentiellement dans la modification de la qualité de l'eau d'irrigation, qui depuis l'avènement des aménagements, est devenue salée, voire très salée dans certains secteurs du proche littoral gandiolais.

Évolution du régime salin dans le Gandiolais

Les problèmes de salinité dans le Gandiolais sont particulièrement liés à un changement du régime salin dans l'estuaire depuis 1986 au détriment d'une réserve souterraine de plus en plus minéralisée. D'un régime naturel à un régime fortement anthropisé, l'évolution de la salure dans le bas delta et le Gandiolais met en évidence les différentes modifications qui déterminent actuellement l'hydrodynamique de la zone. Si avant le barrage de Diama, les échanges naturels permettaient d'obtenir un régime salin équilibré et répondant aux lois saisonnières de dilution, les récentes modifications ont cassé cette dynamique de mélange entre les masses d'eau avec une certaine concentration saline en aval du barrage de Diama. Cette évolution du bas delta permet de retenir trois principaux régimes salins : le fonctionnement naturel (la remontée naturelle des eaux océaniques), l'après-barrage et la brèche artificielle.

Du point de vue fonctionnement naturel, l'invasion marine avant le barrage de Diama était décomposée en trois phases :

Phase 1: Étape de la dilution maximale

Elle correspond à la période des hautes eaux. L'eau est douce depuis la source jusqu'à l'ancienne l'embouchure du fleuve à Niayam (à 30 km de

Photo 1 : Jardins maraîchers dans la partie sud non salinisée du Gandiolais
© Souleymane Niang

Saint-Louis) et ses valeurs minéralisantes sont annulées ce qui signifiait une absence de profils salins en surface et en profondeur. La dilution des masses d'eau est donc effective et les forts débits permettent de maintenir l'eau douce pour quelques mois avant le début du tarissement.

Phase 2 : Étape de la rentrée et de l'étalement de l'intrusion marine

La diminution des débits du fleuve reste le premier facteur de l'entrée saline. L'interface eau douce/eau salée entame son déplacement saisonnier vers l'amont à la faveur d'une diminution progressive des débits. L'intrusion débute par une oscillation sinusoïdale et cyclique du plan d'eau due à l'onde de marée. Selon les estimations de Rochette (1964) et les confirmations de Gac et *al*, 1990, cette phase débute lorsque le débit du fleuve descend au-dessous de 600 m^3/s et reste supérieur à 50 m^3 /s. L'étalement temporel de la salinité dépend de la plus ou moins grande puissance des débits. Le temps d'étalement du front salé dépendait essentiellement de la durée de l'étiage et s'annulait naturellement avec l'arrivée de l'onde de crue.

Phase 3 ou phase de retrait de la salure

La dernière phase s'amorce avec le nouveau cycle hydrologique et son cortège de précipitations. Elle correspond au retrait progressif de la salure dans la vallée. Le taux maximum de salinité et l'abscisse maximale atteinte, vers l'amont, par le coin salé se produisent la veille du passage de la nouvelle onde de crue. Cette phase s'achève lorsque le cumul des volumes d'eaux douces qui transitent à l'embouchure franchissent le seuil de 900 millions de m^3 (Rochette, 1964, 1974).

Ce mécanisme naturel de remontée et de régulation de la salinité est aujourd'hui bloqué, dans son mouvement, par les aménagements qui ont occasionné des discontinuités hydrauliques.

L'invasion marine d'après-barrage

Le barrage a réduit l'aire d'extension de la remontée saline. Les eaux marines sont confinées sur la partie aval correspondant de fait à l'actuelle zone estuarienne qui semble être délimitée par le barrage en amont. Avec le rétrécissement de l'estuaire devenu court, les ondes de marée sont réfléchies à partir de cette limite amont. À partir du moment où l'isolement est consommé et la discontinuité hydraulique est en place, la vague saline est alors propagée à l'intérieur de l'embouchure et y stagne. Ce confinement des eaux marines s'accompagne d'une accentuation de la salinité des eaux douces et d'une absence d'évacuation des sels sur la majeure partie de

l'année. La crue annuelle permettait de diluer les eaux fluviales pendant deux mois ce qui favorisait la dessalinisation du cours terminal du fleuve Sénégal, une recharge de la nappe et la présence d'une eau non saumâtre dans la zone bas estuarienne. Malgré le barrage de Diama, il existait de l'eau douce dans le Gandiolais en saison des pluies ce qui permettait les cultures de berge (tomates, niébé, aubergine) à Tassinère et Pilote Bar, Ndiébène Gandiol, Bountou Ndour, Dièle Mbame et Doun Baba Dièye.

La brèche et ses implications dans la physionomie de la langue salée

L'hydrodynamique occasionnée par la brèche a créé une deuxième discontinuité hydraulique qui n'est pas, en réalité, un obstacle à la circulation de l'eau mais un changement hydrochimique dans le bas estuaire. La nappe a tendance à se recharger avec de l'eau salée voire très salée à partir de la lagune de Mboumbaye, nom donné au nouveau plan d'eau occupant l'ancien lit mineur, et des cuvettes inondables qui restent très importantes dans le Gandiolais. Le Gandiolais est partout piégé par le sel et les seules portions d'eau douces localisées dans la partie orientale restent vulnérables au biseau salé qui pénètre à l'intérieur et s'incurve latéralement au niveau de Gantour. Le nouveau fonctionnement des masses d'eau fait que même si il y a la présence d'importants débits issus des crues ou des lâchers pouvant dépasser 2000 m^3, ils ne peuvent pas dépasser la partie nord de la brèche. Avec l'ouverture de ce canal de plus de 5 km, les eaux de crue sont directement bifurquées au niveau de l'embouchure artificielle. La brèche s'est transformée en embouchure avec le colmatage de l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal située à Niayam. Le cours terminal du fleuve se jetant à Niayam ne reçoit plus d'eau douce et prend le caractère d'une lagune littorale. Cette section a été baptisée lagune de Mboumbaye.Les eaux de crue, qui parcouraient ce bras du fleuve Sénégal et dessalaient l'actuelle lagune de Mboumbaye en l'absence de la rupture, rejoignent directement la mer. Ce qui explique que la partie en aval de la brèche correspondant à la zone de Gandiol est constamment salée pendant toute l'année et que les taux de conductivité électrique soient importants autour de la brèche. Même si des lâchers sporadiques d'environ 600 m^3 en période de basses eaux étaient encouragés en aval du barrage de Diama, ils n'auraient aucune incidence sur la dilution des eaux salées, puisque l'ouverture du cordon holocène de la Langue de Barbarie est un point de passage incontournable des eaux douces. La plus grande ouverture de la rupture a entrainé logiquement une plus grande importance des courants de flot. Le recul vers le sud de la brèche suppose une plus grande contamination de la réserve souterraine dans les secteurs épargnés par le coin salé et où subsistent encore une forte production légumière. Le marnage quotidien a été multiplié par trois jusqu'à atteindre 0,93 m pendant la période 2004-2005 en référence à la situation de la moyenne du marnage quotidien observé entre 2001 et 2002 et estimé à 0,30 m. La situation s'était accélérée en 2009 avec un marnage mesuré à 1.18 m alors que l'amplitude du marnage était estimée de 30 à 80 cm à Saint-Louis (Gac et *al*, 1990). Ce qui semble logique puisque toute modification de la configuration du littoral engendre une évolution du marnage (Monteillet, 1988 cité par Gac et *al*, 1990). La minéralisation des puits d'irrigation reste ainsi l'inquiétude la mieux partagée quant à la survie du système productif maraîcher.

Salinisation de la réserve souterraine et variabilité spatiale de la salinité

Du point de vue dynamique, le Gandiolais présente un milieu très poreux favorisant des échanges très rapides entre l'eau douce et l'eau salée. Le faciès lithologique du Gandiolais très filtrant, essentiellement composé

de sables moyens et fins, favorise d'importants échanges entre la nappe et les eaux marines. Jusqu'à plus de 10 m, la composition minéralogique est essentiellement sableuse avec une prédominance des sables fins et très fins. Le contact est perméable ce qui signifie que la nappe et les eaux salées sont en relation directe et le degré d'interaction reste très élevé. Cette interaction est traduite par des échanges de flux de solutés qui conditionnent la pérennité de l'ensemble de l'écosystème. Par conséquent, une bonne partie des eaux marines envahissant l'estuaire au cours des cycles de marées n'est pas évacuée pendant le jusant et rejoint les eaux de surface pour contaminer la nappe.

La salinisation touche pratiquement tout le Gandiolais mais elle le touche différemment suivant la distance des localités d'avec le biseau salé. Les valeurs de conductivité de l'eau d'irrigation restent très élevées partout dans les parcelles maraîchères. Et à partir du moment où les valeurs de salinité atteignent 2 g/l, leur utilisation pour l'irrigation devient problématique et accroit l'effet osmose. Les villages proches de la brèche et la lagune sont caractérisés par des conductivités extrêmement élevées, proches de 20.000 (µs/cm), ce qui explique l'abandon total des puits. Les villages situés de 2 à 3 km à l'intérieur accusent également une salinité forte à excessive, réduisant les possibilités d'irrigation et de développement des spéculations maraîchères. Si à l'heure actuelle, les diverses mesures ont montré que le secteur continental est épargné par la minéralisation progressive, les mêmes mesures permettent de confirmer le rehaussement des taux de conductivité électrique dans les puits d'irrigation de la partie continentale à Gantour et Mboltime. Ainsi, existe-t-il une variabilité spatiale très nette qui explique le sens du biseau salé et la vulnérabilité des villages les plus proches de la brèche.

Villages	Conductivité (µs/cm)	Minéralisation globale approximative (g/l)
Bountou Ndour	7970	5,31
Gantour	17620	11,75
Rao Peulh	15350	10,23
Mboumbaye	8180	5,46
Deggou Niaye	15410	10,27
Gadga Lahrar	3860	2,57
Gniling Mbao	4020	2,68
Ndoye Diagne	864	0,58
Ndoye Dia	380	0,25
Mboltime	594	0,4
Rimbakh Gandiol	6250	4,17
Ndeuguette	979	0,65
Gueumbeug	16535	11,02
Mouit	12500	8,33
Gouye Reine	679	0,45

Tableau 1 : Valeurs de conductivité dans les villages gandiolais

Dans plusieurs villages, l'eau salée des puits est utilisée pour les besoins maraîchers en l'absence de source d'eau douce. Ce qui suppose une concentration des sels solubles dans la solution des sols mais moins concentrée par rapport aux eaux d'irrigation des nappes. Du point de vue hydrochimique, les eaux du Gandiol présentent des faciès chimiques plus ou moins différencié dont le traceur le plus important reste le chlorure (traceur chimique d'origine marine) et ses éléments associés. Les villages de Rimbakh, Ricotte, Toug Peul (zone de transition), Rao, Gantour, Ndoye Dia, Ndoye Diagne (secteur continental) sont déterminés par un faciès chimique

Photo 2 : Arrosage à partir de puits salés à Ricotte
© Souleymane Niang.

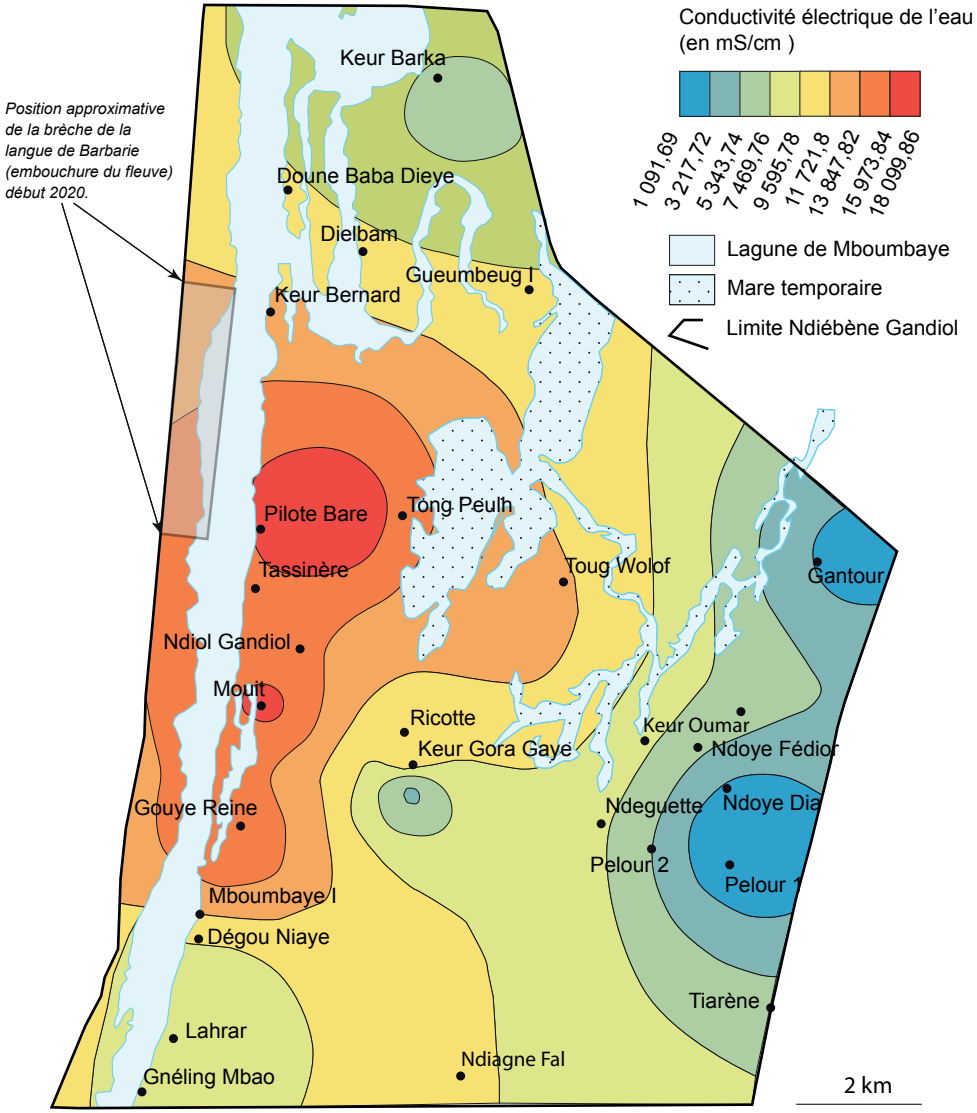
chloruré et sulfaté calcique et magnésien. Tandis que Gouye Reine (zone de transition), Mouit, Mboumbaye (zone littorale) et Gandon indiquent un faciès chimique chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique. La conservation des sels dans le complexe argilo-humique a une tendance saisonnière, période correspondant à une forte production maraîchère. Le caractère critique de la situation est évident dans la partie la plus littorale du Gandiolais où la salinité des eaux est supérieure à 2.5 g/l, une salinité qui a pour impact direct la réduction progressive des rendements des cultures pratiquées ou l'abandon effectif des parcelles.

En saison pluvieuse, à cause du fort potentiel matriciel du sol Gandiolais, les sels sont quasiment tous lessivés. Excepté le phosphore, tous les éléments dits solubles sont perdus par effet de percolation profonde et recyclés aux sols des *Niayes* en saison sèche chaude. La ré-infiltration des sels solubles y constitue donc une source potentielle de dégradation de la qualité des eaux souterraines, principalement dans les secteurs où la nappe quaternaire circule à de faibles profondeurs de la surface du sol, situation constatée dans plusieurs villages à moins d'un kilomètre de la mer.

Les figures 1 et 2 (voir planche cartographique) nous montrent les valeurs de conductivité électrique de l'eau des puits respectivement avant (mai) et après (octobre) l'hivernage 2015. Les valeurs sont en mS/cm (milli Siemens par centimètre). À la température de 28°C (moyenne annuelle à St-Louis), il faut diviser ces valeurs par 1 500 environ pour obtenir une teneur en sel. Les valeurs maximales de 16 à 18 000 mS/cm au mois de mai correspondent à des teneurs en sel de 11 à 12 g/l, ce qui est incompatible avec tout usage domestique ou agricole. Les valeurs sont beaucoup plus basses en octobre : 5 600 à 6 000 mS/cm correspondent à une salinité de 3,7 à 4 g/l de sel environ ; ces valeurs bien que beaucoup plus faibles interdisent aussi tous les usages agricoles (l'oignon peut dans certaines circonstances supporter 2-3 g/l en appliquant beaucoup de fumier) et quasiment tous les usages domestiques.

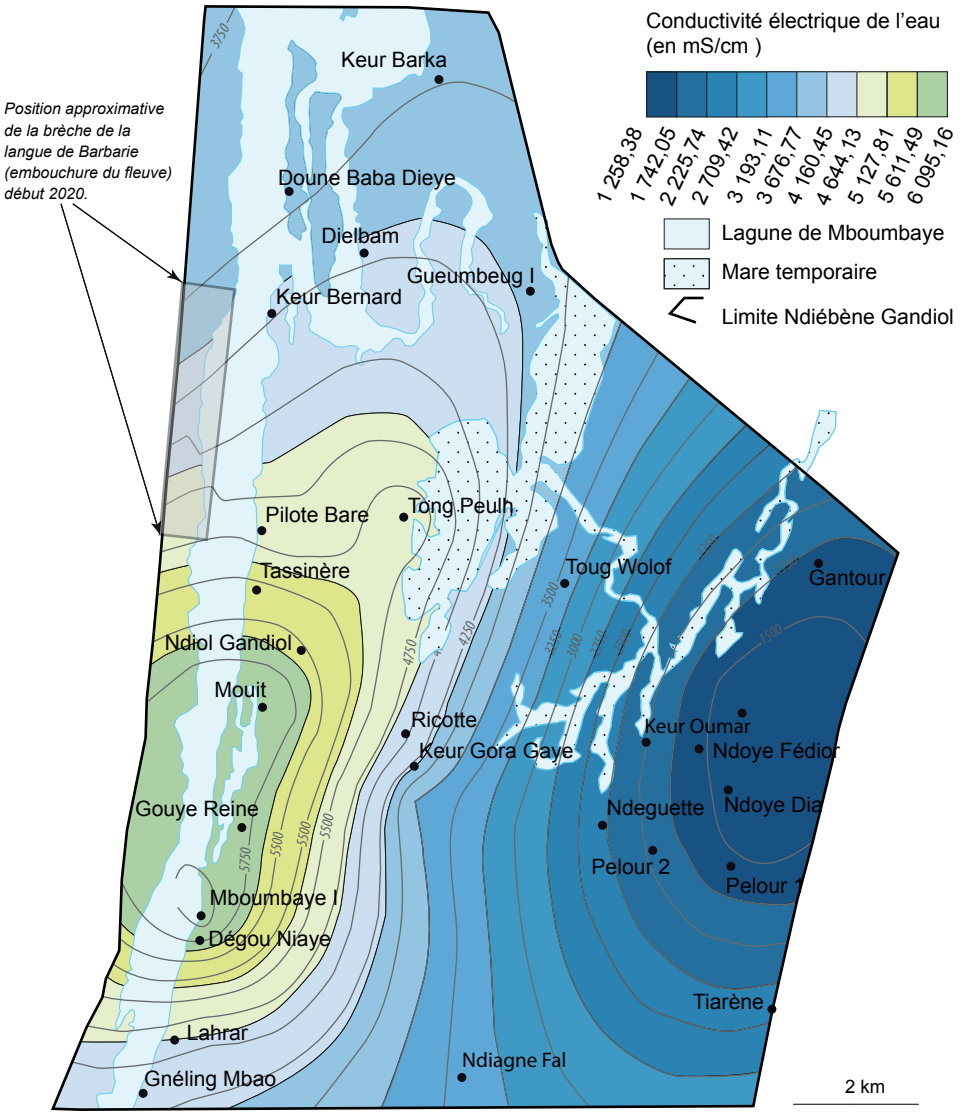
Cette diminution de la salure des sols ne signifie pas une élimination de ces sels dans le système sol-nappe. On en déduit que si le sol en place est plus ou moins protégé par les apports pluvieux, le lessivage ne joue pas en faveur de la nappe qui se recharge triplement : par les pluies irrégulières, par la lagune et le lessivage des chlorures et des bicarbonates.

Variabilité spatiale de la salinité dans le Gandiolais en mai 2015



Source : Relevés de terrain du 14 mai au 19 mai, Testeur HI 98312 HANNA pour les valeurs de CE inférieures à 20 mS/cm et un conductimètre Hanna HI 99300 (de l'Institut National de Pédologie) pour les valeurs supérieures à 20 mS/cm.

Variabilité spatiale de la salinité dans le Gandiolais en octobre 2015



Source : Relevés de terrain du 15 au 21 septembre, Testeur HI 98312 HANNA pour les valeurs de CE inférieures à 20 mS/cm et un conductimètre Hanna HI 99300 (de l'Institut National de Pédologie) pour les valeurs supérieures à 20 mS/cm.

Références

Gac J.-Y. et *al*, 1990. *L'intrusion saline des eaux océaniques dans la basse vallée du fleuve Sénégal au cours du 20e siècle*, Orstom/Dakar, 52 p.

Jacoutot A., 2006. *Modifications environnementales et ses conséquences : cas du Gandiolais et Parc National de Diawling*, stage de recherche, IGA, 174 p.

Kane A., 1997. *L'après-barrage dans la vallée du fleuve Sénégal : Modifications hydrologiques, morphologique, géochimique et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles*, Thèse de doctorat d'Etat de Géographie physique, Ucad, 551 p.

Niang, S. 2017. *Dégradation des terres agricoles et recompositions socio spatiales dans le Gandiolais, littoral Nord du Sénégal* » Thèse de doctorat, Université Gaston Berger, Saint-Louis du Sénégal. 343 p.

8 Genèse et évolution de la salinité des terres dans le delta du fleuve Sénégal

Ramatoulaye NDIAYE, Tegaye DIOP

Introduction

L'impact des changements climatiques sur l'environnement a été reconnu comme étant l'une des plus grandes menaces de l'existence future de l'humanité. L'Afrique de l'Ouest fait partie des zones les plus vulnérables à la variabilité du climat. L'analyse de l'impact de la variabilité du climat a démontré que les écosystèmes naturels et agro-économiques sont les secteurs les plus vulnérables. Des changements significatifs ont été observés depuis les années 1970 où une sécheresse sévère s'était abattue sur la zone sahélienne. Ces variations climatiques couplées aux actions anthropiques ont entraîné une évolution considérable de la salinité dans la zone du delta du fleuve Sénégal (DFS).

Pour la zone du DFS, plusieurs études ont mentionné que les sols sont affectés par deux types de salinités : une salinité primaire ou salinité naturelle (NaCl) liée au climat et qui s'est mise en place lors des phases d'alternance de transgression-régression de la mer, durant le Quaternaire ; et une salinité secondaire ou sodification des sols causée par les activités anthropiques.

La dégradation des sols due aux phénomènes de salinité avec une évolution vers la sodicité, est une des contraintes environnementales majeures dans le DFS avec des impacts négatifs sur la productivité agricole et le développement durable de ce secteur. L'extension des sols salins- sodiques à sodiques augmente de plus en plus dans les zones irriguées du delta. L'utilisation de ces types de sols pour l'agriculture augmente au fil du temps car ils représentent une ressource non négligeable surtout dans cette zone où des investissements importants ont été consentis en matière d'infrastructures hydro-agricoles pour permettre l'irrigation des terres en toutes saisons. Il est donc impératif que des solutions soient trouvées pour pérenniser leur productivité optimale.

La zone du delta du fleuve Sénégal

Le DFS occupe la partie ouest du bassin du fleuve Sénégal. Il est situé au nord-ouest du Sénégal dans la région de Saint-Louis, entre les latitudes 15°22'N et 16°08'N et les longitudes 140° et 170° O (Fig.1). La topographie de la zone est plane (élévation maximale de 1,4 m) avec une superficie estimée à 3 240 km^2.

Gestion de la salinité

Plusieurs techniques de gestion ont été mises en œuvre pour remédier à ce problème afin d'augmenter les rendements des cultures dans la région. La construction du barrage de Diama a permis d'arrêter la propagation en amont des eaux océaniques salines pour protéger les eaux d'irrigation. Un objectif majeur de ce programme d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal, qui comprend aussi un grand barrage réservoir dans le haut bassin, le barrage de Manantali sur le Bafing, était d'aménager 300 000 à 400 000 ha de terres irriguées, pouvant porter deux récoltes par an ; aujourd'hui seulement un peu moins de 100 000 hectares de terres sont cultivés. Plusieurs zones irriguées ont été abandonnées au cours des années à cause de la salinisation. En 2012 une analyse faite dans les périmètres autogérés du delta montre que sur 6 248,68 ha aménagés pour les sept Unions membres de la Fédération des Périmètres Autogérés, 5 413,24 ha

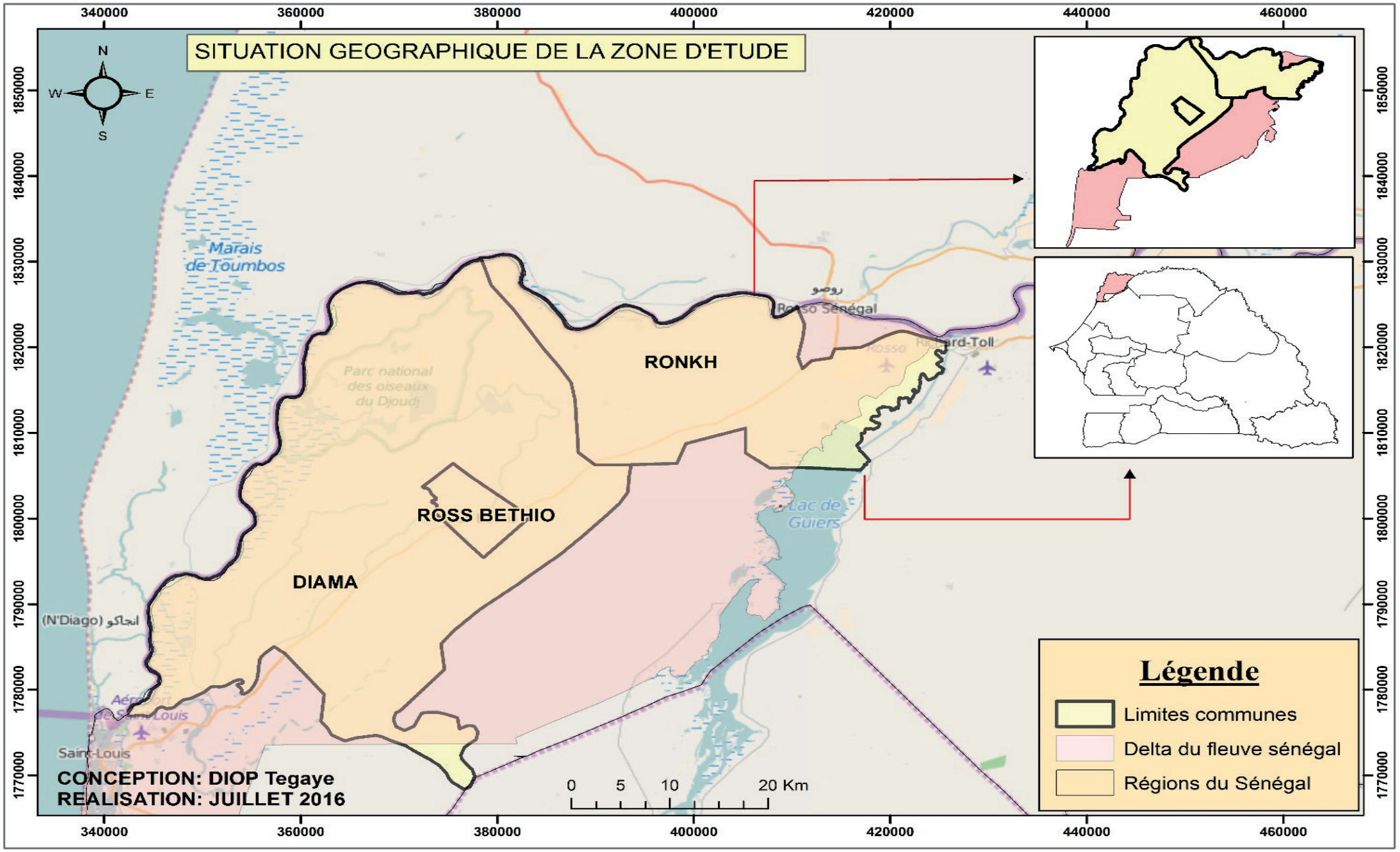


Figure 1: carte de la zone du delta du fleuve Sénégal

sont exploités. Ainsi, l'abandon des superficies exploitées s'élève à 13,37% du potentiel aménagé, soit 835,99 ha. Dans des conditions moyennes de la vallée, cette perte d'emblavure correspondrait à une offre additionnelle de 10 030 t de riz paddy pour une année. L'abandon des superficies exploitées s'explique principalement par les problèmes d'aménagement (39%) et de salinité (24%).

Une mauvaise gestion de l'irrigation crée fréquemment des problèmes de salinité, en particulier dans le Sahel semi-aride où l'utilisation d'une grande quantité d'eau d'irrigation est couplée à un mauvais drainage et des taux d'évaporation élevés (Stöckle, 2001). Plusieurs études ont rapporté que l'irrigation sans drainage adéquat peut augmenter le taux de sodium de la solution de sol résultante à une concentration de sodium dans le sol absorbé. Ce processus est à l'origine de la formation des sols sodiques. L'expansion des sols sodiques est liée à la gestion de l'eau et donc à l'action humaine. Une étude sur l'évolution de la salinité (Ndiaye, 2009) de la zone du delta a permis d'identifier la présence de sols salins sodiques à sodiques dans la zone du delta. La salinisation est un phénomène dynamique qui doit être surveillé régulièrement dans l'espace et le temps afin de détecter l'évolution qualitative et spatio-temporelle des Sols affectés par la Salinité (SAS) et aussi de mieux comprendre les relations entre les facteurs édaphiques et les pratiques de gestion des terres. Les Système d'information géographique (SIG) et les informations provenant de données satellitaires ont permis de déterminer l'étendue spatiale des différents types de SAS dans le delta du fleuve Sénégal.

Méthodologie

Les outils SIG permettent la détection des changements dans la distribution spatiale de la salinité lorsqu'ils sont combinés avec des procédés classiques de sondage et de la cartographie du sol.

Les sols ont été échantillonnés pendant la période décembre 2008 à janvier 2009 dans 20 endroits de la zone d'étude. Le choix des sites d'échantillonnage spécifiques a été basé sur l'observation in situ de la couverture végétale et de l'aspect des sols. La relation entre le sol et la végétation fournit des informations indirectes sur les caractéristiques chimiques du sol dans cet écosystème local (*Tamarix sp* est un indicateur de sel et *Typha australis* est un indicateur d'hydromorphie). La topographie locale a aussi orienté notre choix parce que les types de sols sont en corrélation avec la géomorphologie régionale. Sur les sols salés (NaCl) on observe des cristaux de sel blanchâtre en surface (photo1), les sols sodiques (photo 2 et 3) sont poudreux, déstructurés et présentent parfois un aspect huileux avec une coloration noirâtre. Cette approche permet l'identification en surface et la differenciation entre les types de sols touchés par la salinité. Sur le terrain, plusieurs points ont été sélectionnés et les coordonnées ont été obtenues avec un récepteur GPS et enregistrées avec une erreur de précision de ± 10 m. Selon cette méthode, des échantillons de sol recueillis dans la zone d'étude sont analysés au laboratoire. Le pH, la conductivité électrique, le Na+, la capacité d'échange cationique (CEC) sont les caractéristiques chimiques déterminées. Des données recueillies en novembre 2008 dans le Krankai et analysées par la SAED, ont été mises à notre disposition pour augmenter le nombre de sites disponibles. Une image Landsat de l'année 2001 a été utilisée pour la détection et la cartographie de l'extension spatiale des types de sols et les logiciels ERDAS, ArcGIS 9.3.1, ont été utilisés pour la visualisation, le traitement et la cartographie des données spatiales. Pour atteindre les objectifs de cette étude, il était nécessaire de choisir une technique de détection des changements appropriés afin de produire des résultats de qualité. À cet effet, la classification supervisée, les techniques d'analyse et de détection des changements et des statistiques zonales ont été réalisées.

Classification supervisée

La classification supervisée développe des règles pour attribuer des mesures de réflectance à chaque classe, en utilisant les paramètres sélectionnés. Dans cette étude, sept classes ont été définies : eau douce, eau saumâtre (qui comprenait également l'eau riche en sédiments), les eaux des axes hydrauliques (y compris les zones humides), les sols non salés, les sols salés, les sols salés-sodiques et les sols sodiques.

Eau douce, eau saumâtre et eau d'irrigation/zones humides ont été classées en sélectionnant sur l'image de larges zones homogènes. Les classes des sols salés, non salés, salés-sodiques et sodiques ont été déterminées sur la base des résultats d'analyses chimiques des sols recueillis lors des études de terrain (Tableau 1).

Photo 1- sol salé © Ramatoulaye Ndiaye

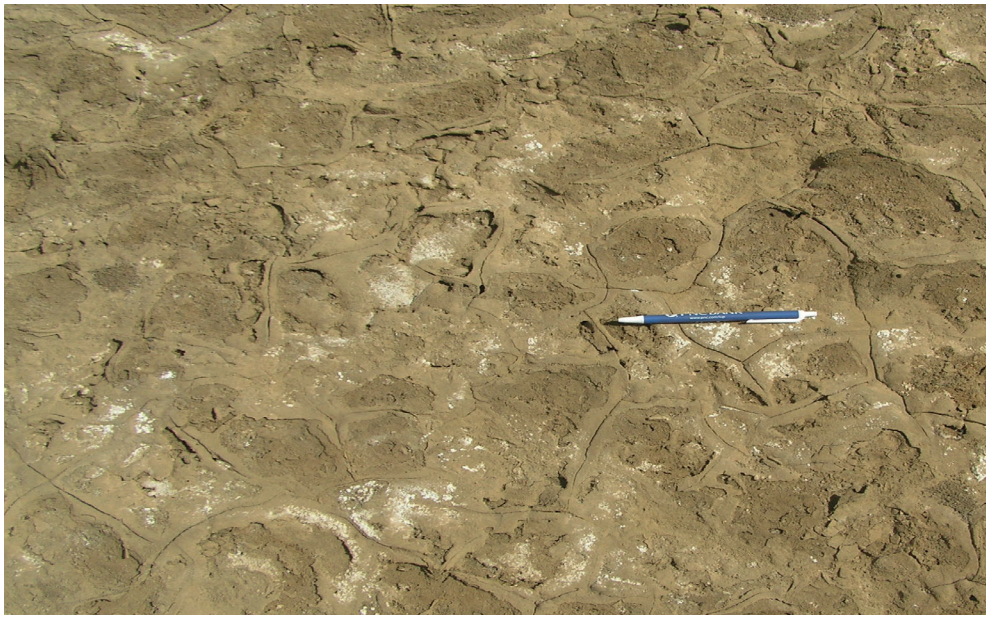


Photo 2- sol sodique © Ramatoulaye Ndiaye

Photo 3- sol sodique© Ramatoulaye Ndiaye

Classes de sols	EC (µS/m)	ESP (%)
Salés	>4000	<15
Sodiques	<4000	>15
Salés-sodiques	>4000	>15

Tableau.1 : Classification des sols affectés par la salinité (SAS)

Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) fournit des informations sur le pourcentage des sites d'échanges occupés par les ions sodium. La limite de saturation acceptable pour le sodium est de 15%. La teneur en sodium supérieur à 15% entraine une dispersion des particules du sol, une mauvaise infiltration de l'eau, et la toxicité au Na^+ pour les plantes.

$$ESP = \frac{\text{Sodium Échangeable (meq/100g soil) X 100}}{\text{CEC du sol (meq/100g soil)}}$$

Résultats et discussion

Cette étude évalue l'importance de la classification supervisée pour cerner les caractéristiques de la couverture terrestre et le SIG a été utilisé pour traiter et cartographier les images et une statistique zonale a été effectuée sur les zones classées. Sept classes ont été définies à partir des données de terrain collectées en janvier 2009, combinées avec les données recueillies à partir du site Krankai, et avec des zones correspondant aux zones humides (généralement occupées par les espèces envahissantes). L'évaluation de l'exactitude des résultats de la classification a permis la sélection d'un meilleur processus qui minimise l'erreur de classification : Overall classification accuracy = 91%, Overall Kappa statistic = 0.88).

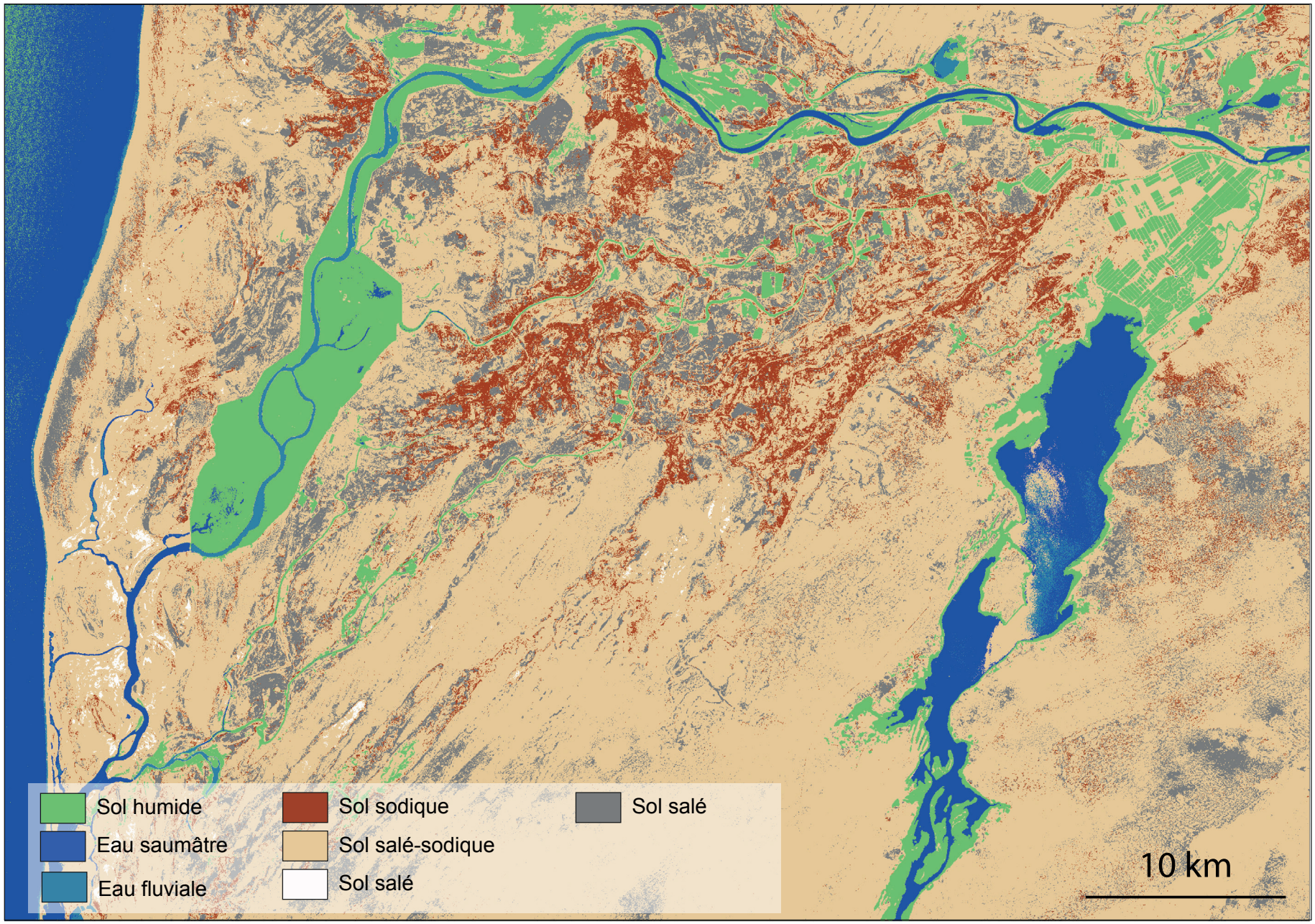
La distribution spatiale des différents types de sols affectés par la salinité (SAS)

En 2001, la plupart des zones sont occupées par la classe de sols salins-sodiques. Ces sols représentent 63% de la surface. La seconde classe la plus étendue correspond aux sols non salés (12%). La classe des sols non salés est surtout observée dans la zone occupée par des aménagements hydro-agricoles. Tandis que la plupart des sols sodiques sont répartis tout autour des aménagements rizicoles et gagnent petit à petit les terres agricoles. Les sols salés sont plus concentrés en aval du barrage dans la zone côtière où de petites tâches blanchâtres sont observées. Cette classe a un pourcentage insignifiant, mais occupe une étendue de 1 825,5 ha dans la zone. (voir planche cartographique).

Discussion

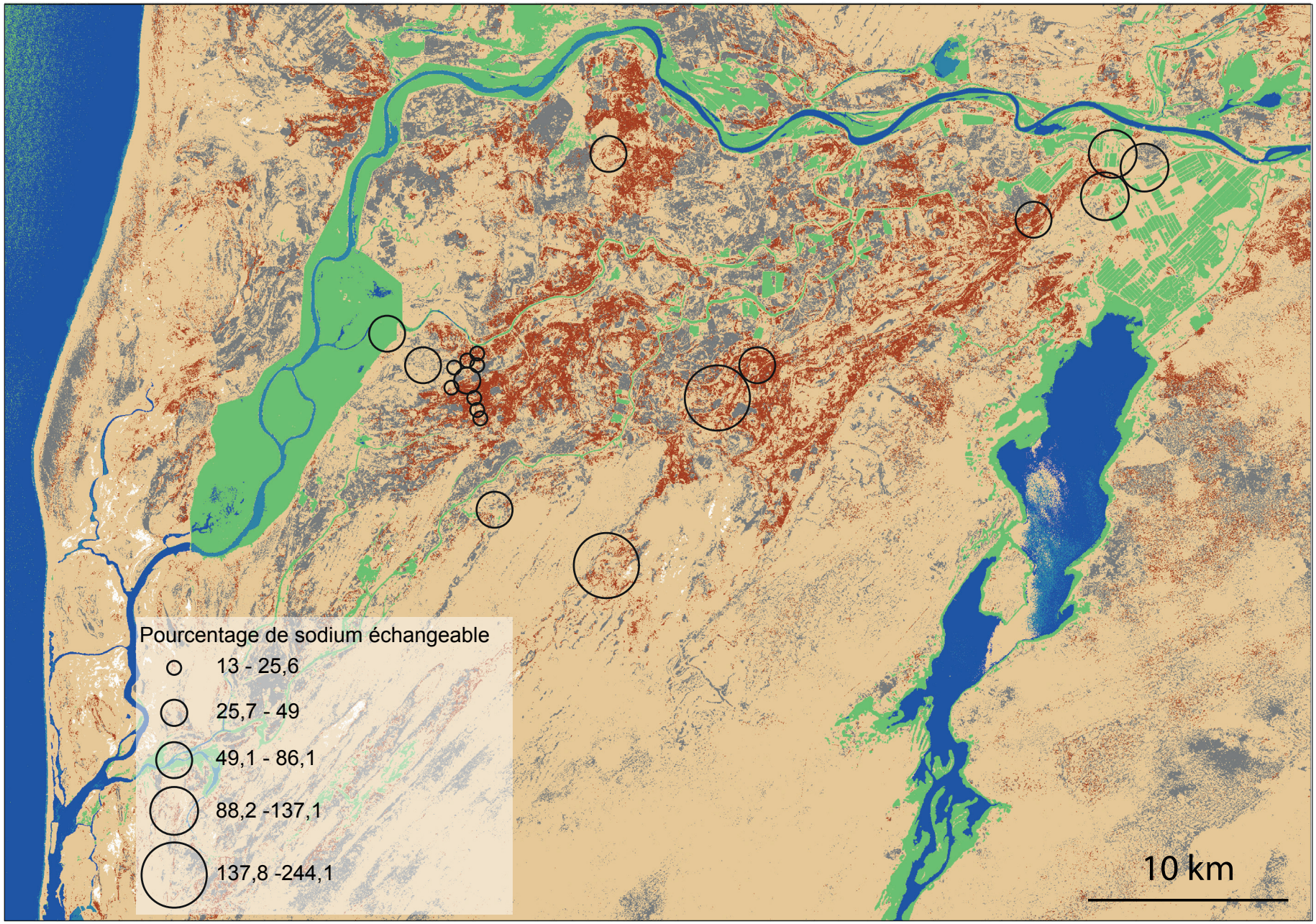
Si nous nous basons sur les résultats obtenus avec la classification supervisée, nous notons une forte relation entre la répartition spatiale des sols sodiques et salés sodiques et l'utilisation des terres dans le DFS. Selon Bui *et al*. (1998) les sols sodiques peuvent se produire sur une large gamme de climats, mais les zones avec un fort contraste de saison ont plus de chances pour la formation de sols sodiques. Parmi les conditions environnementales qui favorisent la genèse des sols sodiques, on trouve la présence d'eaux peu profondes, des sols salés et l'apparition d'une nappe perchée à 1 m de la surface (Bui *et al*., 1998). Toutes ces conditions sont observées dans le DFS et la montée des eaux souterraines a été exacerbée par la mobilisation de millions de mètres cubes d'eau dans le réservoir du barrage de Diama pour l'irrigation des terres. La percolation de cette eau dans la nappe aquifère, couplée avec le processus d'irrigation, se combinent pour favoriser la remontée de l'eau souterraine à la surface. Il a été signalé également que les sols sodiques se trouvent principalement dans la dépression argileuse et qu'un sol à forte teneur en argile dispersible est naturellement plus enclin à la sodification que ces sols ayant une teneur en argile plus faible (Moreau, 1996). La géomorphologie de la région d'étude a un paysage de dunes alternant avec des dépressions. Les dépressions sont occupées principalement par trois types d'unités de sol qui sont des sols vertic lourd : "hollalde" et "faux hollalde" (typic Xerofluvents) avec des teneurs en argile >50% et les "fondé" (typic

Classification des sols affectés par la salinité



Source : Échantillonnages de décembre 2008 à janvier 2009

Variation du pourcentage de sodium échangeable sur les sites échantillonnés en 2009



Source : Échantillonnages de décembre 2008 à janvier 2009

Xeropsamments) plus léger avec des teneurs en argile compris entre 30-50% (Ceuppens *et al.*).
Dans les zones irriguées, la salinité est présente depuis longtemps. Le riz, avec une certaine tolérance au sel, est principalement cultivé dans ces domaines. En outre, la gestion combine des méthodes de lixiviation et de drainage pour éliminer le sel de la zone racinaire du riz. Une quantité considérable d'eau est nécessaire pour satisfaire les exigences de la lixiviation. Généralement, les sols sodiques sont caractérisés par une couche imperméable à l'horizon B, ce qui facilite la capacité d'écoulement de l'eau pour laver l'horizon de surface. Ces sols sont vulnérables à l'érosion hydrique et, selon Moreau (1996), l'irrigation n'est pas recommandée dans les sols salins-sodiques où le sel soluble peut être remplacé par du sodium échangeable.

Conclusion

De nouvelles techniques qui peuvent quantifier les changements physiques et chimiques dans l'environnement sont nécessaires pour aider aux efforts de préservation de l'environnement. Télédétection et SIG ont été utilisés dans cette perspective en vue de contribuer à évaluer et à documenter les changements de la couverture terrestre dans le DFS en mettant l'accent sur les SAS. La classification supervisée conjointement avec des caractéristiques chimiques de la surface du sol tels que le pourcentage d'échange de sodium (ESP), la capacité d'échange cationique (CEC) et la conductivité électrique (CE), a permis de cartographier la distribution spatio-temporelle des différents types de SAS dans le DFS en utilisant des données Landsat. Les résultats indiquent que les sols salins-sodiques ont la plus grande étendue de la région mais ce type de sol est également remplacé au fil du temps par des sols sodiques. La répartition spatiale des sols sodiques est fortement liée à l'utilisation des terres, en raison de son expansion dans tous les domaines et autour des zones irriguées situées en amont du barrage de Diama. La gestion de l'eau dans le delta contribue à la salinisation secondaire qui remplace progressivement la salinisation naturelle. En comparaison avec l'évaluation quantitative traditionnelle de la gestion des terres, l'analyse du sol en utilisant des techniques de différenciation d'image est une alternative abordable pour détecter rapidement et faire une estimation de la variabilité des SAS. Les programmes de gestion des ressources naturelles, de planification et de surveillance dépendent des informations précises sur l'occupation des sols, de la végétation et des eaux de surface dans une région. La différentiation des SAS est une première étape vers la restauration des sols. Les stratégies de gestion pour l'amélioration des sols sont différentes pour chacun de ces types de sols salés et différentes techniques ont donc été développées pour récupérer ces SAS.

Références

Bui E.N., Krogh L., Lavado R.S., Nachtergaele F.O., Toth T., Fitzpatrick R.W., 1998. Distribution of sodic soils: the world scene. In *Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences*, ed. M.E. Sumner and R. Naidu, 19-33. New York: Oxford University Press.

Ceuppens J., Wopereis M.C.S., 1999. Impact of non-drained irrigated rice cropping on soil salinization in Senegal River delta. *Geoderma* 97:125-140.

Moreau S.S., 1996. *Application of remote sensing and GIS to the mapping of saline/sodic soils and evaluation of sodification risks in the province of villarroel, central altiplano, Bolivia.* Paper presented at: 4th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, August 19-29, 1996.

Ndiaye R., 2009. Geographic Information Sciences (GIS): Contribution to Understanding Salt and Sodium Affected soils in the Senegal River Valley. Proquest/UMI.

Stockle C. O., 2001. *Environmental impact of irrigation: a review.* Washington; Washington State University: Pullman. Stockle, C. O. 2001. *Environmental impact of irrigation: a review.* Washington; Washington State University: Pullman.

2

LES RESSOURCES ET LEUR EXPLOITATION, DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS GLOBAUX

9 La pêche continentale face aux enjeux de l'après-barrage dans le delta du fleuve Sénégal

Omar DIOP

Le delta du fleuve Sénégal est situé entre le Sahel, l'océan Atlantique et le Sahara. Sa position sur la frontière sénégalo-mauritanienne, les quantités d'eau douces pérennes et l'importance de son potentiel agro pédologique et irrigable ont fait de ce milieu humide un espace vital (agriculture, élevage, pêche, tourisme, etc.)

L'édification des barrages de Diama sur le delta (1985) et de Manantali sur la haute vallée (1987) a ouvert de nouvelles possibilités de développement agropastoral (voir planche cartographique). Ainsi, les modes de gestion traditionnels de vie et de production des communautés riveraines du delta (propriété foncière, cultures de décrue, pastoralisme, pêche en eau douce, etc.) ont été profondément bouleversés.

La pêche dans le delta avant les aménagements de maîtrise de l'eau

Jusqu'au début des années 1970, les systèmes de production dominants du delta reposaient sur l'exploitation complémentaire des ressources de la plaine inondable (cultures et pâturages de décrues), des cours d'eau et des mares (pêche, abreuvement du bétail) et des terres bordières sèches (pâturages et cultures sous pluies). La combinaison de ces diverses activités productives a été à la base d'un système de production agro-halio-pastoral dynamique (Gallais, 1967 ; Schmitz, 1986 ; Ba 1986). Les cuvettes du delta, inondées annuellement par la crue, sont exploitées pour la pêche pendant la période des hautes eaux, puis en cultures et pâturages de décrue après le retrait des eaux (Lericollais et Diallo, 1980).

La configuration de la vallée alluviale, la nature des ressources ainsi que leurs formes d'exploitation définissent d'amont en aval de grandes aires où les activités productives se combinent avec des poids différents : cultures pluviales et élevage dans la haute vallée ; cultures de décrue, cultures pluviales, élevage et pêche dans la moyenne ; pêche et élevage dans le delta (Magrin et Seck, 2009). L'accès aux ressources dans les zones humides du delta (terroirs de décrues, zones de pêche) fait l'objet d'un contrôle exercé par des Wolof, une société hiérarchisée (Wane, 1969).

L'organisation de l'espace et du peuplement le long de la vallée du fleuve Sénégal traduit à la fois la combinaison des activités au sein des systèmes de production des différents groupes et la position de ces derniers dans le système social de contrôle des ressources. Dans le delta, les habitants wolof du village de Gaé constituent des groupes spécialisés dans la pêche. Ils l'associent à l'agriculture de décrue dans les cuvettes et le long des berges du fleuve (Boutillier *et al.*, 1962).

La localisation des villages de pêcheurs sur les berges des cours d'eau, les gués ou à proximité des mares importantes renvoie également à leur

maîtrise symbolique des espaces halieutiques. Dans l'imaginaire des populations de la vallée du fleuve (du delta), les pêcheurs entretiennent des rapports mystiques avec les génies des eaux (Ba, 1986). Ils définissent le calendrier des pêches et assurent la gestion des pêcheries. Les fonctions de piroguiers-passeurs sur le fleuve ou de responsables des bacs qu'assurent aujourd'hui les Gaé Gaé dans le delta traduisent encore les rapports particuliers de ces pêcheurs aux eaux du fleuve. Le succès particulier de ces groupes à la pêche est ainsi volontiers présenté comme le résultat d'une alliance avec les puissances invisibles des eaux (Magrin et Seck, 2009).

Comme dans le delta intérieur du Niger, l'importance et la durée de la crue commandent la productivité halieutique. Son ampleur détermine les surfaces inondées, et par conséquent l'étendue des habitats disponibles pour la reproduction et la croissance des poissons, tandis que sa durée détermine la période de séjour et de maturation des jeunes poissons dans la plaine. Les faibles crues se répercutent donc immédiatement sur les ressources ichtyologiques d'inondation (Reizer 1974, 1988 ; Roche international, 2000).

La pêche est pratiquée pendant quasiment toute l'année avec une intensité variable. Lors de la période des hautes eaux, les pêcheurs entrent dans les défluents pour capturer les poissons entraînés par les flots en direction des cuvettes de décantation. Les prises ne sont abondantes que dans les points de resserrement des cours d'eau. Les pêcheurs s'installent dans des campements établis sur les bourrelets de berges et des monticules exondés. Ils se retirent au rythme de la décrue, en établissant des barrages de pêche.

La pêche continentale face aux enjeux de l'après-barrage

Le début des années 1970 est marqué, dans tout le Sahel, par des changements climatiques. Après plusieurs années humides, s'amorce une période de sécheresse. Les crues deviennent fréquemment déficitaires. Les productions s'effondrent. La vallée alluviale enregistre une forte dégradation de la végétation et une baisse drastique des peuplements de poisson. La crise des systèmes de production installe dans le delta une pénurie alimentaire et provoque un exode massif des populations.

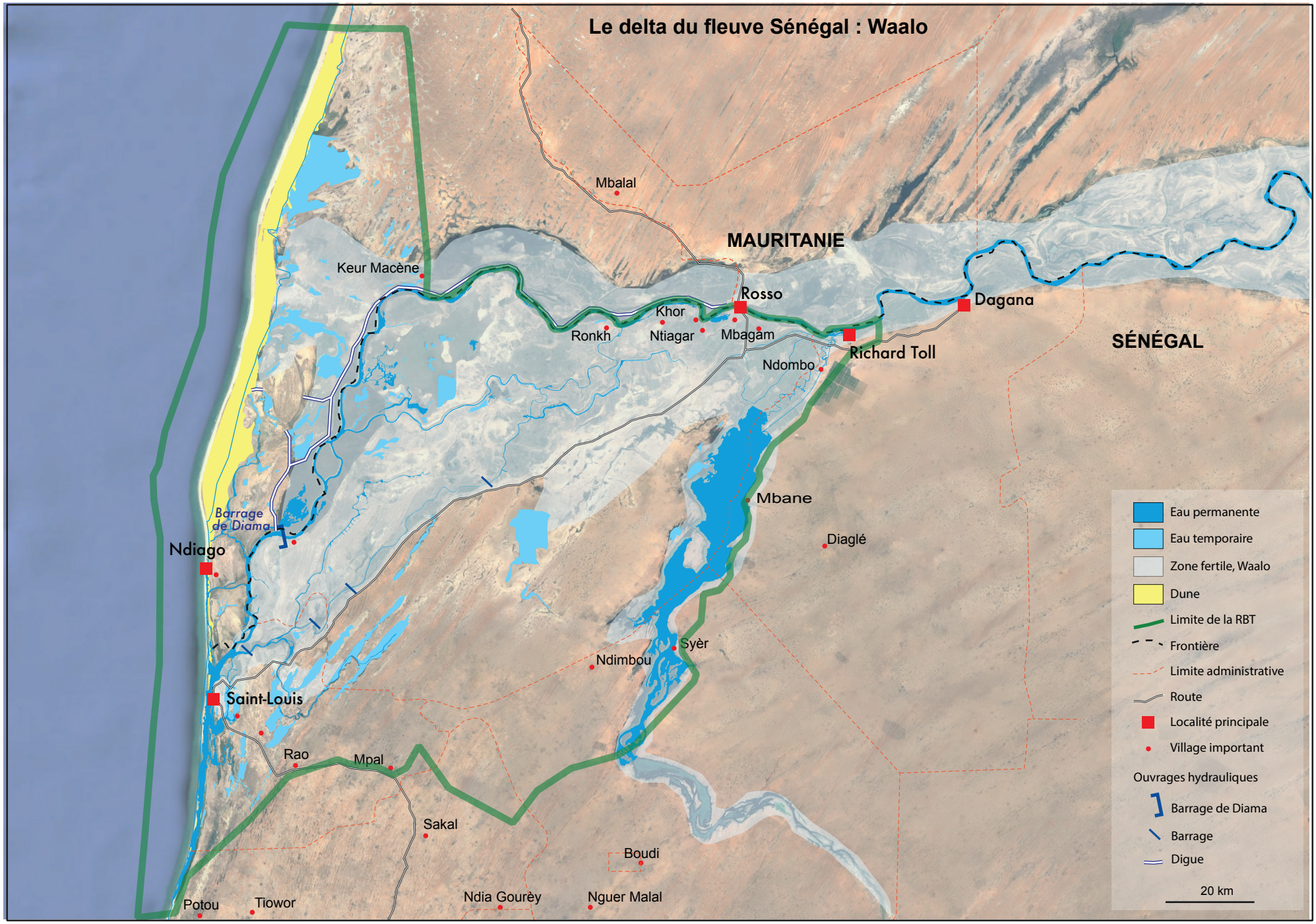
La crise économique, associée à la dégradation des ressources naturelles, a favorisé l'accélération de l'aménagement du fleuve. Les États membres de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) ont défini un programme pour maîtriser et valoriser ses ressources en eaux. Ce programme repose sur la construction d'infrastructures communes, notamment les barrages antisel de Diama dans le delta et hydroélectrique de Manantali sur le Bafing au Mali (Beyrard, 1974).

Les barrages de Diama (1986) et Manantali (1989) ont profondément modifié le régime naturel du fleuve. Le barrage de Diama a changé le fonctionnement estuarien du delta, entraînant des effets notables pour la pêche. Avant le barrage, le biseau salé pénétrait en année moyenne jusqu'à 120 km de l'embouchure, créant un biotope favorable aux espèces d'eaux saumâtres. Dans l'estuaire, la diminution des courants rend rares les espèces de mer (raies, requins, capitaines, crevettes, gros mulets, etc.). En permettant l'adoucissement permanent des eaux en amont, le barrage de Diama a favorisé le développement de la végétation aquatique (*Typha australis, Salvinia molesta*) qui affecte la qualité de l'eau, la croissance des poissons, et constitue une entrave à la pêche.

Dynamiques en cours et incertitudes de la pêche continentale dans le delta

La pêche n'est plus ce qu'elle était avant les barrages. Ses conditions ont changé. On ne capture plus les mêmes espèces et on n'utilise plus les mêmes techniques. La végétation aquatique gêne l'usage d'engins collectifs qui permettent la capture de grandes quantités de petits poissons. Les difficultés de capture encouragent également l'usage de filets à mailles fines non réglementaires. Les contraintes d'accès aux ressources halieutiques expliquent, sans doute, la réduction du nombre des pêcheurs dont la grande majorité est de nos jours pluriactifs ou occasionnels. Le poisson pris est destiné en bonne partie au séchage (photo 1).

Les migrations des espèces marines vers l'aval ont été bloquées par le barrage de Diama. La croissance démographique, l'expansion d'un modèle alimentaire national centré sur le riz au poisson, la baisse du nombre de pêcheurs et de la production dans la vallée ont contribué à la diffusion du poisson de mer (Magrin et Seck, 2009). L'efficacité du système de distribution de la marée (petits camions et pick-up frigorifiques) permet de commercialiser le principal poisson de mer, la sardinelle, durant toute l'année dans les gros villages du delta.



Source : SIRENA, LMI PATEO, Saliou Kamara

Photo 1 : Séchage de poisson au campement des pêcheurs Gaé Gaé, près du barrage de Diama © Omar Diop, avril 2014

Par ailleurs, les pêcheurs du delta du fleuve Sénégal sont peu représentatifs sur la scène locale du développement et de la politique. Leurs organisations sont peu nombreuses et peu actives. Le contexte de l'après-barrage a été particulièrement favorable à l'agriculture irriguée et aux organisations de producteurs de riz et de tomates. Sur fond de sécheresses et d'enjeux de sécurité alimentaire dans un contexte de libéralisation, l'État et les partenaires au développement ont appuyé les organisations paysannes (accès aux crédits) (Magrin et Seck, 2009).

L'intervention des bailleurs de fonds et les dynamiques de planification locales du développement sont centrées sur l'aménagement hydro-agricole et ses relations avec l'élevage. La dynamique spatiale est, dans l'ensemble, impulsée par les activités agro-industrielles (tableau 1).

D'autres projets d'aménagement hydro-agricole sont en phase de réalisation. Par exemple, le Projet de Développement Inclusif et Durable de l'Agribusiness au Sénégal (PDIDAS) vise à développer une agriculture commerciale inclusive et une gestion durable des terres dans le delta (vallée de Ngalam et Lac de Guiers). Les investissements, d'un montant de 43 milliards de F CFA seront réalisés dans l'irrigation, l'assistance technique aux institutions publiques et communes rurales, l'installation d'investisseurs privés et la participation inclusive de petits exploitants (Ministère de l'agriculture et l'équipement rural, 2014).
L'expansion spatiale des aménagements hydro-agricoles (périmètres irrigués) a considérablement réduit et réduira encore les surfaces inondables et le remplissage de certains marigots, mares et dépressions naturelles stratégiques dans le piégeage du poisson. Les zones de pêche du delta ont été inégalement touchées. Si le système de pêche en amont du barrage de Diama est encore vivace, les sites en aval du barrage sont en déclin (photo 2).

Sociétés agro-industrielles	Date de démarrage des activités	Superficies exploitées (ha)	Superficies affectées (ha)
Compagnie Sucrière Sénégalaise	1967	8700	12 000
Société de Conserveries Alimentaires du Sénégal	1977	Encadrement des exploitants agricoles	-
Grands Domaines du Sénégal	2003	200	-
Société des Cultures Légumières	2006	500	-
Société de Tomate Séchée	2007	110	200
Sen-huile, Sen-éthanol	2012	3440	10 000

Tableau 1 : superficies (ha) exploitées par les entreprises agro-industrielles dans le delta du fleuve Sénégal © (Faye et al., 2011 ; Kamara, 2013).

Photo 2 : Un élevage de petits ruminants et des cultures maraîchères développés par des pêcheurs Gaé Gaé à Diama © Omar Diop, avril 2014

Dans l'ensemble, la pêche continentale traditionnelle change de contenu et de dimension spatiale. Les formes d'existence coutumières des pêcheurs s'aliènent au profit d'une ouverture plus grande sur les enjeux de l'après-barrage, donc à la mondialisation : développement de l'agriculture irriguée capable de répondre aux besoins du marché national en céréales (riz), expansion des entreprises agro industrielles exportatrices de produits agricoles, production de l'hydro électricité pour réduire la dépendance énergétique, les impératifs de la patrimonialisation de la biodiversité et la «surprotection » des oiseaux d'eau, etc.

Références

Ba C., 1986. Les Peuls du Sénégal. Étude géographique. Dakar, NEA, 394 p.

Beyrard N., 1974. Programme intégré de développement du bassin du fleuve Sénégal.

Boutillier J. L, Cantrelle P, Causse J., Laurent C, Ndoye TH, 1962. *La moyenne vallée du Sénégal*. PUF, Paris, 368 p.

Kamara S., 2013. Développement hydraulique et gestion d'un hydro-système largement anthropisé : le Delta du fleuve Sénégal. Univ. D'Avignon et des Pays de Vaucluse. 462 p.

Lericollais A., Diallo Y., 1980. *Peuplement et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal. Cartes et Notices*. OMVS/ORSTOM, Paris.

Magrin G., Seck S. M., 2009. Que reste-t-il des pêcheries continentales ? La pêche dans la vallée du fleuve Sénégal de l'après–barrage à la décentralisation. Girardel, cahier n° 5, pp. 180-231.

Ministère de l'agriculture et l'équipement rural, Projet de Développement Inclusif et Durable de l'Agri business au Sénégal (PDIDAS), 2014, 30 p.

OVMS-IRD, 1999. Programme d'optimisation de la gestion des réservoirs. Expertises sur les impacts environnementaux de la gestion des ouvrages. Tome 5, volet irrigation, Dakar, 34 p.

Quatrida D., 2007. Projectualité hydraulique et controverses territoriales dans la vallée du Sénégal. Le cas de la SAED. Résumé de thèse, 49 p.

Reizer C., 1988. Les pêches continentales du fleuve Sénégal. Environnement et impacts des aménagements. Belgique, Musée Royal de l'Afrique Centrale Tervuren, Annales Sciences zoologiques, Vol. 254, 380 p.

Roche International, 2000. étude des ressources ichtyologiques du fleuve Sénégal. Dakar, OMVS/ACDI, 294 p.

Schmitz J., 1986. L'état géomètre : les anciens territoires agropastoraux (Leydi) des Peul du Fuuta Tooro (Sénégal) et du Macina (Mali) et les aménagements hydro agricoles actuels. Cahiers d'Etudes Africaines. 103 : XXVI-3-, pp. 349-394.

Wane Y , 1969. *Les toucouleurs du Fouta Toro*. Dakar, Ifan.

10

Pratiques de mitigation et adaptation dans les terres agricoles affectées par la salinisation (commune de Ndiébène-Gandiol, Delta du fleuve Sénégal)

El hadji Oumar TOURÉ, Françoise BRETON

Introduction

La zone d'étude est la commune de Ndiébène-Gandiol. Elle est située dans le delta du fleuve Sénégal à 20 km au sud de la ville de Saint-Louis. Elle est incluse dans la région naturelle des *Niayes* dans sa partie septentrionale et couvre une superficie de 360 km². Avec une population estimée à 20 000 habitants (Tine, 2020), elle est constituée d'une trentaine de villages.

Dans cette zone, la question de l'adaptation aux terres agricoles affectées par la salinisation est au cœur du développement socioéconomique car ce phénomène a pris des proportions préoccupantes et l'impact sur les conditions de vie des populations est de plus en plus sévère. L'accumulation de sels (en particulier de sels de sodium) réduisent l'absorption des nutriments, diminuent la qualité de l'eau, affectent le développement des plantes et diminuent la fertilité du sol. L´état des agrosystèmes offre une image d'une zone vulnérable soumise à la double pression des aléas climatiques et de l'activité humaine (Jacoutot, 2006). Il s'agira d'analyser le niveau de vulnérabilité induite par la dégradation des terres. Son analyse dépendra des moyens mis en œuvre par les acteurs (décideurs, agriculteurs, etc.) pour contrecarrer la salinisation. Les pratiques d'adaptation permettent de préserver l'outil de production et de diminuer leur vulnérabilité aux chocs externes tels les irrégularités climatiques, l´élévation du niveau océanique, l´érosion côtière, les inondations récurrentes, la dégradation des dunes et des végétations littorales, la pollution, la spéculation foncière, l´urbanisation rapide, les impacts négatifs des aménagements hydro-agricoles (Descroix, 2018).

Ce travail a pour objectif d'identifier les pratiques d'adaptation sur le terrain et d`analyser leurs avantages et inconvénients ; de cartographier les terres salées et/ou abandonnées et de mettre en exergue des pratiques adaptées au contexte local. Nous entendons ces pratiques comme étant la capacité de s'adapter à un changement modéré ou plus brutal et/ou de faire face aux impacts potentiels qui ont un effet accumulatif sur ce territoire. Ce sont des réponses aux effets des changements socio-environnementaux intervenus dans le delta qu'ils soient passifs, réactifs ou anticipatifs. Bien que les formes d´adaptations soient plus larges et généralement locales, les pratiques de mitigation par contre agissent au niveau régional en fonction des objectifs de l´Organisation pour la Mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) qui convergent avec ceux des États membres (Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal) en termes de protection de l´environnement et de lutte contre la réduction de la dépendance énergétique, de lutte contre l´insécurité alimentaire, les maladies hydriques et la pauvreté.

1. Méthodologie

La méthodologie utilisée pour réaliser l'étude s'articule autour des étapes suivantes :

- Une revue bibliographique qui a permis de collecter des données secondaires sur notre problématique de recherche. Les recherches sont centrées sur une catégorisation spatiale de la salinisation et les pratiques d'adaptation. Concernant la catégorisation spatiale/géographique et sectorielle de la salinisation, les relevés de conductivité électrique (CE)[1] effectués par Jacoutot (2006) sont utilisés et concernent aussi bien les eaux de surface (océan, fleuve, dépressions) que les eaux souterraines (puits utilisés ou abandonnés). Selon cet auteur, en fonction de la distance au fleuve, trois secteurs et localités peuvent êtres identifiées (Tableau 1).

Secteurs	Distance au fleuve	Localités	CE (ms/cm	Salinité (g/L)
Secteur1	400 m à 1 km	Tassinère, Mouit, Mboumbaye	8.19	4.80
Secteur 2	3 à 4 km	Guembeul, Ricotte	7.10	3.90
Secteur 3	8 à 8.5 km	Pelour, Ndoye woloff	4.3	2.20

Tableau 1. Variation spatiale de la salinisation
Source : Jacoutot, 2006.

D'une manière générale, la partie ouest de la zone d'étude (zone 1) souffre d'un problème de salinisation accrue, alors que la partie est (zone 3), surélevée par rapport aux autres secteurs, présente un problème d'accès à l'eau, les puits étant souvent très profonds pour être opérationnels la majeure partie de l'année. Ce n'est pas pour autant que la zone médiane (zone 2) est un bon compromis entre qualité et quantité d'eau, puisque certains champs de cette zone ont été abandonnés depuis plusieurs années à cause de leur excès de sel. Enfin, pour chaque zone, une liste de pratiques a été dressée selon la nomenclature (agriculture, terres, eaux, écosystèmes, etc.).

- Une phase de collecte de données de terrain et de cartographie : au moment de l'échantillonnage, nous avions ciblé 83 périmètres agricoles auxquels nous avions administré un questionnaire. Un certain nombre de questions ont été posées : Quel était le degré de salinisation avant l'ouverture de la brèche[2]? Y a-t-il une variation spatio-temporelle de la salinisation ? Quelles sont les espèces cultivées ou abandonnées ? Quelles sont les sources d'approvisionnement en eau ? Quels sont les problèmes et solutions envisagées ?

Dans le questionnaire, nous avions prévu aussi de relever les coordonnées x et y de ces périmètres avec la présence des propriétaires et exploitants pour être sûr de prendre les bonnes mesures. Une fois ces coordonnées identifiées, nous les avions saisies sur Excel puis enregistré sous le format csv pour pouvoir les positionner dans le logiciel Qgis. Pour chaque parcelle, il a été relevé au moins 4 points qui correspondent aux bornes ou limites. Une fois cela fait, nous les avions superposés à une couche d'image satellitaire de la zone pour bien voir la réflectance des zones sur une image satellitaire Landsat avec une composition colorée des bandes TM5, TM4 et TM3 respectivement dans le rouge, vert et bleu. Également, une base de données géographiques est constituée sur l'ensemble des thèmes utilisés pendant toute la durée du travail. Le composé coloré a servi à faire la classification. Dans un premier temps, une classification automatique a été faite pour voir la répartition spectrale des pixels. Ensuite, nous avons fait une classification dirigée en retenant les classes principales. Toutefois, avant cela, nous avions fait des échantillons en relevant au GPS les zones d'entrainement pour établir les signatures spectrales et les zones test qui servent à vérifier si la procédure produit bien les attendues. Cela nous a permis d'obtenir le résultat de la classification qui nécessite entre autres la

1. La conductivité ou (conductance spécifique) permet le contrôle simple et rapide de la minéralisation des solutions. Elle est exprimée en millésimes par centimètre.

2. En 2003, pour trouver une solution aux inondations de la ville de Saint-Louis, les autorités avaient à l'époque creusé un canal ou brèche de 100 m sur 4 m de large afin de permettre aux eaux de se déverser dans la mer. Aujourd'hui, la brèche s'est élargie vers l'ancienne embouchure à une vitesse inattendue atteignant ainsi plusieurs kilomètres.

connaissance du terrain et la cartographie de l'occupation du sol (figure 1, figure 2 et figure 3).

2. Histoire socio environnementale de la région

L'histoire socio-environnementale de la région a déjà fait objet de nombreuses analyses. Il est notamment possible d'établir une typologie avec trois formes essentielles (au moment de la mise en place du barrage de Diama en 1986 ; après le barrage de Diama ; la création du canal de la Langue de Barbarie en 2003), qui se sont en partie succédées, même s'il y a de nombreux chevauchements ou coévolutions.

Avant la création du barrage de Diama en 1986, l'eau de mer remontait en période d'étiage le lit du fleuve Sénégal jusqu'à 150 à 200 km. En hivernage (juil-oct), les apports d'eau douce permettaient le « rinçage » du sol. Cette dynamique fluviale permettait à la fois de cultiver près du fleuve, d'irriguer sans problème, d'assurer également la recharge des nappes phréatiques, y compris pendant la saison sèche et de préserver la biodiversité. Cependant, le fleuve se caractérisait par d'importantes variations saisonnières et interannuelles. En étiage les débits du fleuve Sénégal étaient réduits à des valeurs presque nulles. La construction du barrage de Diama, destinée à irriguer les zones intérieures et à produire une agriculture intensive dominée par la riziculture, a provoqué une déréglementation totale du cycle de l'eau. L'eau de mer continue de remonter le lit du fleuve, mais il n'y a plus de flux d'eaux douces capables de repousser l´eau salée. Le taux de salinité devient important dans l'estuaire en saison sèche. Par ailleurs, les eaux de surface ont reflété les modifications hydrologiques de l'après barrage : les eaux temporaires sont passées de 9.594 ha (1979) à 22.250 ha (1987) puis à 51.736 ha (1999). Celles dites permanentes, représentaient 39.064 ha (1979), 28.604 ha (1987) et enfin 32.311 ha (1999). De même, certains arbres symboliques comme les végétations de mangrove, les palétuviers, les cocotiers, les filaos, certains acacias de brousse et les baobabs ont subi de fortes perturbations.

Cette situation s'aggrave en 2003 avec l'ouverture de la brèche de la Langue Barbarie dans un canal de sortie d'eau afin de prévenir les inondations sur l'île de Saint-Louis. La brèche a eu plus précisément comme conséquences physiques dans notre zone d´étude de raccourcir le temps de transit des eaux fluviales vers la mer et de modifier des conditions d'écoulement en amont et en aval du barrage de Diama. Les surfaces salées ont évolué de 9 819 ha en 1986 à 25 713 ha en 2002 pour atteindre 154 386 ha en 2010. La baisse des apports d'eau douce a engendré un stress important sur les disponibilités en eau douce, tant par rapport aux besoins quotidiens des populations en eau potable que vis-à-vis des besoins agricoles (Touré-Sène, 2016).

Au plan socio-économique, on note la dégradation des ressources halieutique, l'émergence d'habitats pour les oiseaux granivores, phacochères, insectes, tous déprédateurs des cultures et la baisse des activités touristiques consécutive à la perte de biodiversité. La crise socio-environnementale permet de s´interroger sur l'impact de ces décisions politiques sur les agrosystèmes de Ndiébène-Gandiol. La connaissance des pratiques d'adaptation aux terres salées revêt donc une importance réelle d'autant plus que la lentille d'eau atteint à plusieurs endroits une valeur de salinité de plus de 35g/l. Or, plus de 96% des exploitations familiales irriguent leurs cultures par le biais de la lentille d'eau souterraine. On note aussi, des problèmes de drainage avec le déversement des eaux usées et polluées, la sédimentation superficielle et les phénomènes de colmatage des axes (Touré et al., 2015).

Après avoir décrit les grandes lignes d'évolution de l'agriculture à Ndiébène-Gandiol, nous essayerons de décrire la situation actuelle de l´agriculture à partir de quelques exemples.

3. Description du secteur de l'agriculture

Une des conditions d'émergence de l'agriculture dans la zone d'étude est sans doute la présence de sols « Deck-Dior », de plusieurs cuvettes, de dépressions interdunaires « *niayes* » qui sont favorables à l'agriculture. Ces dépressions fonctionnent comme des bas-fonds et assurent la transition entre le système des dunes blanches et des dunes jaunes semi-fixées. Au niveau de ces cordons dunaires, les lentilles d'eau douce surmontent la nappe salée (Touré-Sène, 2016). Les périmètres agricoles sont généralement de type familial dont la taille dépasse rarement 1 hectare. La

grande majorité de ces périmètres recensés (97,3%) ont une clôture faite de plantes cactus, euphorbe ou matériaux locaux, etc. Avant l´ouverture du canal de la Langue de Barbarie, la production maraîchère était composée de tomates, d´oignons, de navets, de carottes, de choux, d'aubergines, de piments, etc. Le matériel agricole utilisé est archaïque et est constitué d'hilaires, de râteaux, de pelles, de seaux, etc.). Le fumier très peu utilisé, est acheté à 600 fcfa/kg au Fouta. Le secteur agricole est très vulnérable en raison de sa dépendance aux marchés pour les semences qui sont achetées à Saint-Louis ou à Louga à des prix variant entre 28 000 et 55 000 fcfa. Les agriculteurs affirment êtres confrontés aux prédateurs venant du parc de Gueumbeul (insectes, oiseaux, singes, phacochères) qui détruisent les cultures. L´usage intensif d´engrais chimiques, de pesticides (Arsenal) permettent d´augmenter rapidement la production. Les agriculteurs utilisent l'engrais à base d´Urée (dénomination locale : *glace*) pour accélérer la croissance des plantes et l'engrais 10-10-20 (*Caraw*) pour augmenter les rendements. Il faut noter que l´utilisation d'importantes quantités de produits chimiques pour l'agriculture a causé la pollution des nappes d'eau superficielles et souterraines par infiltration. Or, la technique traditionnelle la plus répandue pour restaurer la fertilité physique, chimique et biologique est la jachère. Cette technique consiste à abandonner les champs trop peu productifs à la jachère pendant une période d´autant plus longue que le milieu est dégradé et aride. Dans la zone, par exemple, seuls 25% des agriculteurs interrogés déclarent pratiquer la jachère. En outre, la répétition des cultures, ou la succession de cultures appartenant aux mêmes familles favorise l'apparition d'organismes nuisibles.

Dans ce contexte, la nécessité de diversifier les sources de revenu est devenue un impératif. En effet, l´analyse du profil socio-économique des agriculteurs montre une grande hétérogénéité. Les résultats des enquêtes révèlent, d´une part, 41,9% d´agriculteurs qui ont l'agriculture comme activité principale, d´autre part, 58,1% d´agriculteurs associent leur activité à la pêche (25,3%), le commerce (20,3%), l´élevage (10%), l'administration publique (2,5%) (voir la planche cartographique).

Cependant, la situation a beaucoup changé depuis l´ouverture de la brèche. Les productions actuelles sont très largement affectées par la dégradation à coté d'un taux important d'abandons des cuvettes agricoles. La diminution des rendements touche également toutes les productions, principalement les productions de légumineuses. En effet, certaines productions comme la pomme de terre, le chou, la tomate qui étaient la fierté des agriculteurs sont délaissées du fait des conditions écologiques difficiles au profit de la monoculture (oignon *ngañ mbay* ou *sonza*) puisqu'elle demeure la production la plus résistante aux modifications environnementales. Ces cultures sont généralement associées à la culture de navets et de tomates. Du point de vue organisation, le travail peut être effectué par des employés qui dépendent du propriétaire et obtiennent un salaire après la récolte. En effet, le propriétaire met à disposition les moyens de productions (champs, matériel, engrains, etc.) et le bénéfice est distribué après la vente et la soustraction des dépenses. Ce système de rémunération est appelé *bay seddo*. C'est une activité potentielle de création de revenus qui occupent beaucoup de jeunes et de femmes qui participent fortement, dans toute la région du delta à la sécurité alimentaire.

Par ailleurs, c´est probablement sur le plan de l´approvisionnement en eau que les perturbations sont spatialement les plus marquées et aussi les plus durablement préoccupantes. L'eau prélevée pour l'arrosage des cultures provient à 79,5% des puits. Ce secteur souffre d'une surexploitation qui se manifeste par un rabattement progressif en profondeur de la nappe, sa réalimentation étant en partie tributaire des conditions pluviométriques de l'hivernage. Mais cette réduction de la nappe s'accompagne aussi d'une intrusion des eaux marines et d'une remontée du biseau salé à certains endroits, favorisées par le marnage qui s'est amplifié depuis la brèche. Ainsi, la tendance à la hausse de la salinité des eaux de la nappe la rend impropre à la consommation et aux usages agricoles et certaines cultures très exigeantes en eau et peu tolérantes au sel, comme c'est le cas de la pomme de terre ne sont plus cultivées dans le secteur nord. Globalement, la carte des sources d´approvisionnement en eau pour l'agriculture était le fleuve. De nos jours, cette source est abandonnée au profit des puits non salés, des eaux pluviales, des eaux usées, du réseau de distribution municipale (voir la planche cartographique).

Ce bref rappel historique et cette description du secteur de l'agriculture ont permis de dresser à grands traits le panorama dans la commune de Ndiébène-Gandiol. En quelques décennies, on constate, de plus en plus que

les paysans ont tendance à s'orienter vers le commerce. Les paysans sont passés d'un stade de producteurs à celui de consommateurs de légumes. La montée des conflits d'usage et des revendications des droits de propriété sur la terre et l'eau pourraient évidemment être un révélateur de la gravité de la crise dans cet espace. Il nous faut maintenant, sans être exhaustif, passer au crible les pratiques locales ou régionales les plus pertinentes.

4. Pratiques de mitigation et adaptation dans les terres agricoles salées

- Pratiques de mitigation au niveau régional et local

Les pratiques de mitigation constituent les pratiques pour améliorer les infrastructures régionales et pour diminuer les effets négatifs sur l'environnement. Certaines actions de mitigation sont entamées dans le cadre de l'OMVS et sont appliquées à la fois au niveau régional et local, comme par exemple, la lutte contre les plantes envahissantes (typha), les maladies hydriques, contre l'émergence d'habitats pour les oiseaux granivores déprédateurs de cultures et contre la contamination des eaux à cause de l'eutrophisation, etc. (Touré et al., 2015). Avec une implication des parties prenantes, tout cela devrait se matérialiser sur le terrain par des actions physiques permettant l'arrachage des plantes envahissantes, l'entretien et le curage des axes, la mise en place d'infrastructures scolaires et sanitaires, etc.

Dans la commune de Ndiébène-Gandiol, les agriculteurs affirment ne plus utiliser les eaux du fleuve. selon ces derniers, le prolongement du canal d'irrigation de Rao jusqu'aux villages côtiers et la mise en place du forage de Sor Diagne permettraient de lutter contre la salinisation. Le prolongement du canal faciliterait « le rinçage des terres » et l'approvisionnement des aquifères en eau douce. Parallèlement, il faudrait mettre fin à la destruction des dunes pour stocker les poches d'eau douce, éliminer la déforestation des dunes et, au contraire, pratiquer le reboisement pour améliorer les réservoirs etc.). En outre, les dunes de sable de la Langue de Barbarie servent à protéger la côte des attaques maritimes qui peuvent être fortes.

Un autre exemple significatif serait l'introduction de systèmes d'énergie solaire alternatifs pour limiter l'utilisation du bois pour la cuisine. Cependant, cette question reste délicate, car elle est liée à une autre problématique à savoir celle de socialisation des femmes. Par ailleurs, la réussite d'une telle mesure est tributaire du respect de normes sécuritaires (par exemple, il faut surveiller qu'aucun enfant ne s'approche du cuiseur car si la parabole ne retient pas la chaleur, le foyer où se concentrent les rayons lumineux est très chaud) et identitaires au sein des familles, à savoir, installer des fours solaires à l'extérieur des maisons dans des espaces réservés aux femmes. Un suivi des paramètres écologiques et d'indicateurs socio-économiques s'avère nécessaire pour envisager, avec la participation des femmes, la mise en place de cette pratique. Il faut en effet tenir compte du fait que les femmes valorisent la cueillette de petit bois, comme journée de liberté hors de la maisonnée. Par ailleurs elles nettoient les forêts de bois morts ou d'espaces broussailleux, de petites branches. Elles ne coupent pas les arbres, mais leur permettent de mieux se développer.

- Formes d'adaptation au niveau local

De manière générale, les formes d'adaptation sont variées. On a vu se pratiquer des changements de lieu d'activité, des changements de récolte, des reconversions socioprofessionnelles incluant le développement d'activités extra-agricoles ou des migrations (Lambert *et al.*, 2015). Lors des entrevues menées auprès des agriculteurs, les résultats révèlent que plus 85% affirment avoir abandonné au moins un champ. Cette situation implique une augmentation des migrations (figure 1). Malheureusement, compte tenu de la faible capacité d'adaptation des paysans, les migrations internes et internationales constituent les options les plus fréquentes. Par conséquent, on note un déplacement des zones agricoles vers le sud-est. Selon les agriculteurs, trois types peuvent être identifiées :

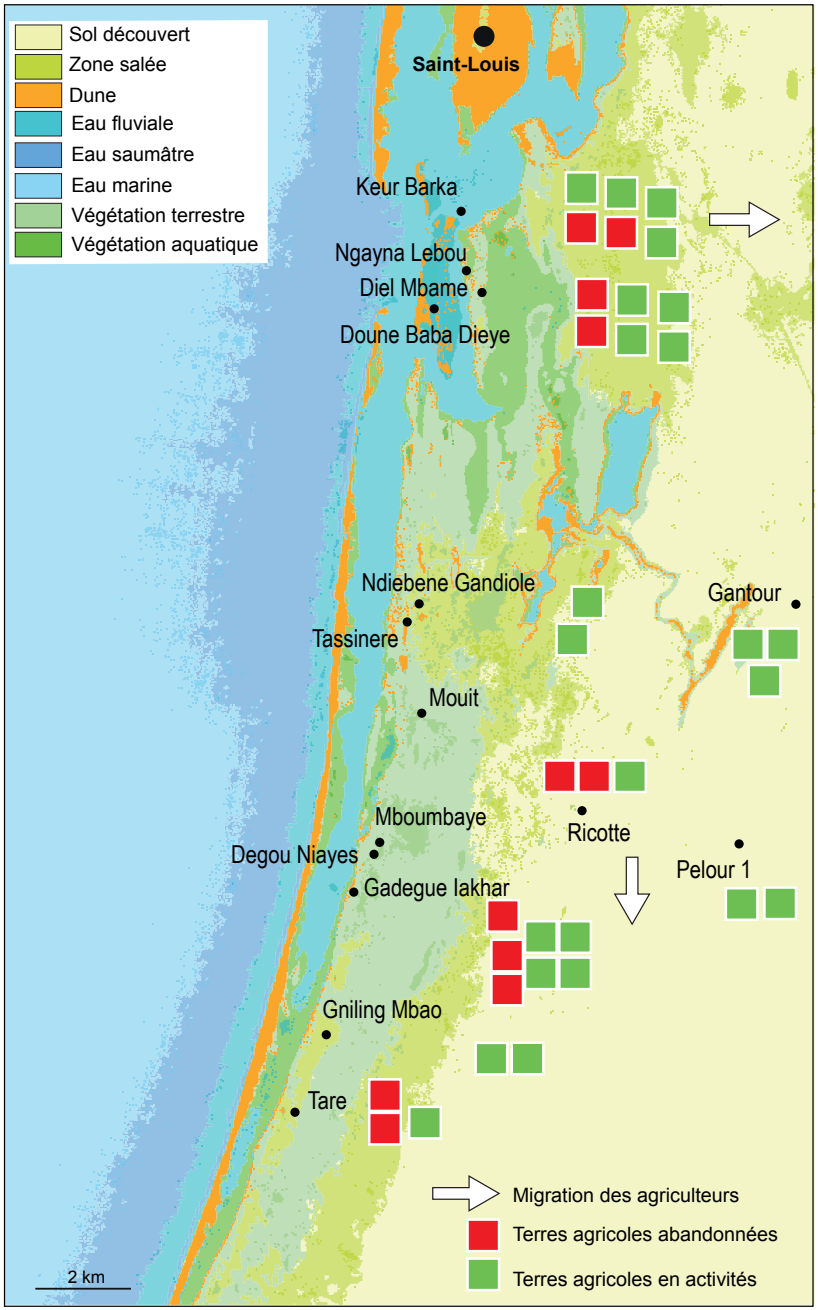
- type 1: ce sont des terres agricoles qui sont très salées et abandonnées. Ces terres sont reprises par des promoteurs immobiliers. Dans cette catégorie, on note une spéculation foncière et l'occupation de certains espaces inhabilités appartenant au parc de la Langue de Barbarie. L'impact de la

salinisation sur le bâti est évident. Cependant, nous n'aborderons pas cet aspect dans le cadre de cet article.
- type 2 : Certaines terres abandonnées à cause d'un taux de salinité moyen sont encore exploitées pendant la saison des pluies. Dans ces cas, les agriculteurs sont passés d'une agriculture permanente irriguée (annuelle) à une agriculture de subsistance sous pluie de céréales (mil, maïs, sorgho).

Par conséquent le changement du calendrier agricole a appauvri les agriculteurs qui se sont vus obligés à rechercher des activités complémentaires .
- type 3 : ce sont des terres où il y a encore une certaine activité productive, mais seulement dans une portion de la surface et tout indique que cette activité diminue d'année en année.

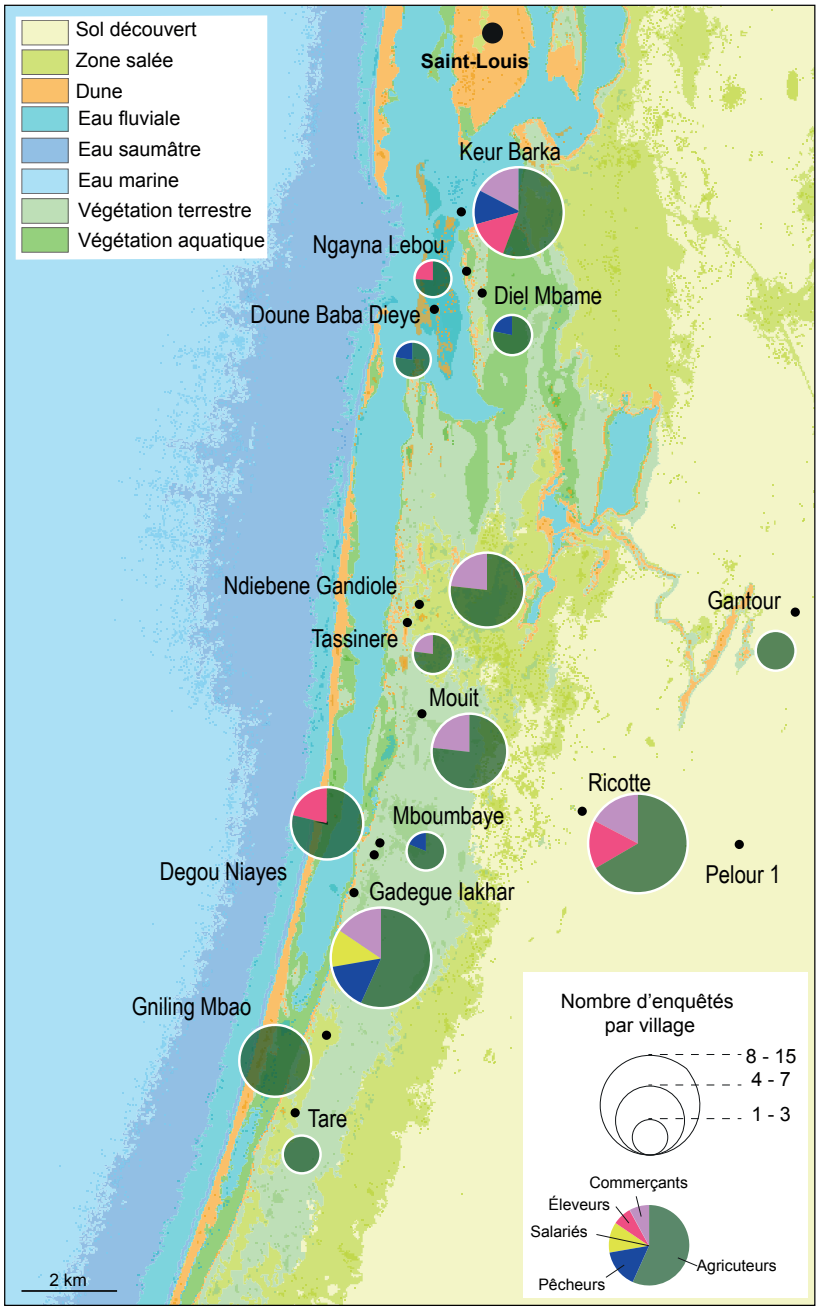
Devant les erreurs des politiques de planification et de gestion ainsi que le retour de l´insécurité alimentaire, une nouvelle approche s´est développée avec la mise en place de mouvement de solidarité pour récupérer leur activité à partir d´un autofinancement pour l'achat de motopompes à moteur diesel. L'eau ainsi extraite est canalisée au moyen de tuyaux vers les propriétés agricoles affectées par la salinisation sur une distance pouvant aller jusqu'à 800 m. Le principal inconvénient est l'entretien nécessaire, le prix du diesel pour le fonctionnement et la dépense physique non négligeable pour le pompage et la difficulté éventuelle de devoir s'approvisionner plus ou moins facilement en pièces détachées. Une pompe nécessite un entretien régulier qui doit impérativement être fait si l'on souhaite que la pompe soit utilisable durablement. Or, certains agriculteurs se sont endettés très fortement ce qui pose problème.
Cependant, d'autres actions découlant de la permaculture peuvent être mises en œuvre. La permaculture s´efforce de comprendre la nature et de l´imiter dans les périmètres agricoles à travers quelques principes :
1) Récupérer toute l'eau de pluie, et des zones inondées dans de petits dépôts, de lagunes, etc. Dans cette même perspective, les châteaux d´eau qui ont été construits dans la zone du Gandiol par la coopération Italienne, aujourd'hui en panne, peuvent être réhabilités afin de les utiliser comme réservoirs d'eau et surtout de restructurer les tuyaux qui apportent l´eau potable pour qu'ils remplissent ces dépôts, qui peuvent être utilisés pour l'irrigation pendant la saison sèche
2) Épandre un mélange de compost afin de régénérer le sol sur 1 mètre ou mètre et demi de profondeur, de retenir l'eau et renforcer les composants biologiques parmi les composants de l´agrosystème.
3) Améliorer le système agricole, en évitant la monoculture et en pratiquant des associations entre plantes pour que céréales et légumineuses fassent un travail d'apport de nutriments et de protéger la surface avec feuilles ou paille pour éviter l'évapotranspiration. Par conséquent, les périmètres cultivés seraient très intensifs en termes de production et non dans l´utilisation de l´eau. Il faut diversifier les champs avec des arbres et des arbustes qui ferment le périmètre agricole en créant un espace de transition avec la végétation sahélienne. D'autres techniques locales méritent d'être étudier pour produire des semences paysannes, pour sortir de la dépendance des multinationales et pour améliorer la rentabilité de l'agriculture. Finalement le gouvernement devrait être attentif quand il crée un programme agricole car une plus grande pression sur les ressources hydriques avec l´utilisation de moteurs, élève la production, et les récoltes pourrissent au soleil faute de magasins réfrigérés, comme ce fut le cas durant l'été 2015. Il n'est pas raisonnable de lancer une campagne agricole où tout le monde perd finalement : le paysan se ruine et passe de la pauvreté à l'endettement aux banques ; les aliments n'arrivent pas aux consommateurs ; les décideurs et bailleurs ne reprendront pas les fruits quand ils viendront inaugurer un équipement agricole ou marchand. En revanche, le gouvernement peut investir dans des formations comme la permaculture et des subventions aux petits propriétaires et paysans de Ndiébéne-Gandiol qui l'appliquent.
Ces derniers vivent dans des conditions très difficiles, et ce sont eux qui font les efforts d'adaptation car leur sécurité alimentaire et leur survie sont en jeux. Les efforts politiques devraient aller dans leur sens, pour éviter l'endettement et l'immigration, pour promouvoir des pratiques d'appui à la qualité de l'eau et des sols, aux travaux de récupération de l'eau douce pour rincer les sols et réalimenter les nappes phréatiques (le canal de Rao par exemple), ainsi que de l'accès à l'eau douce pour les habitants avec la récupération des châteaux d'eau existants comme réserve d'eau de pluie, mettre fin à l´exploitation du sable des dunes et veiller à leur reforestation.

Changement de lieux d'activité



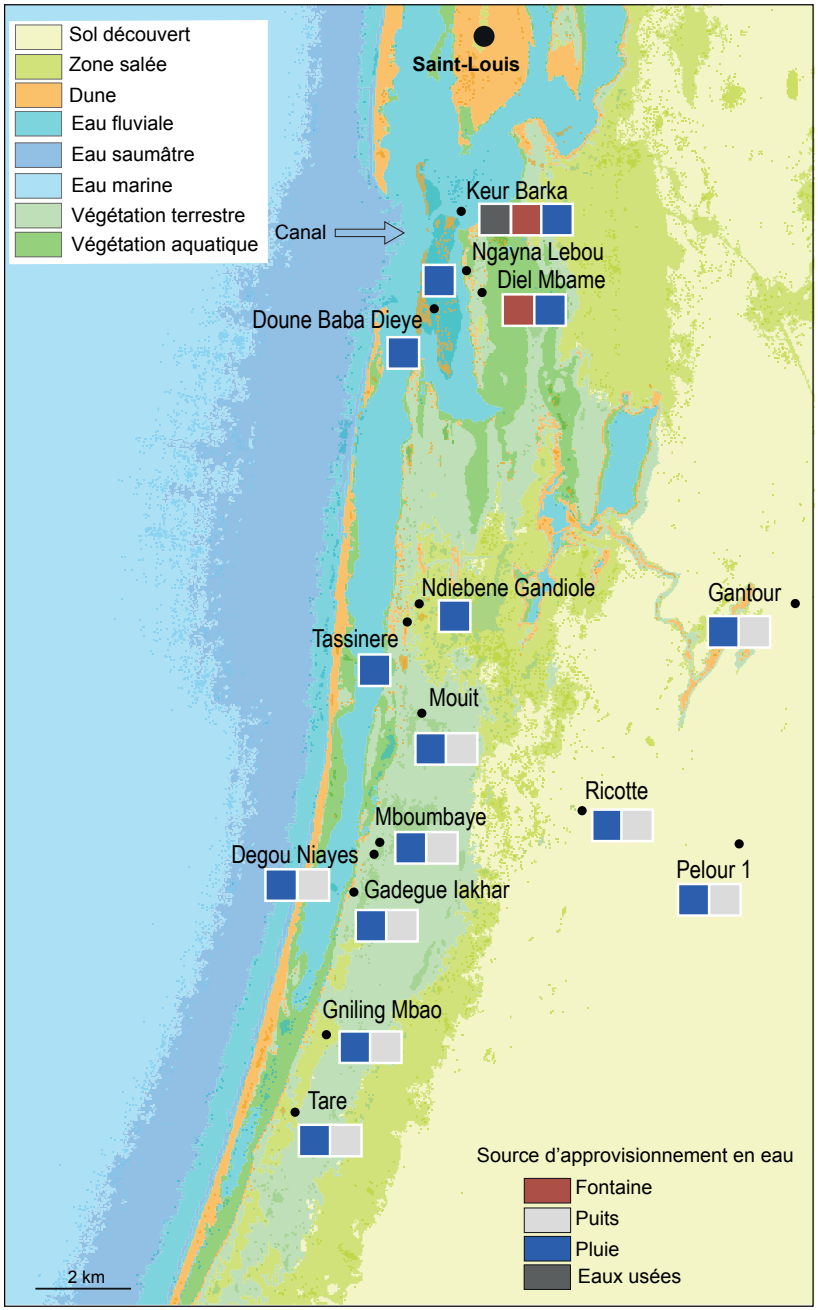
Source : Enquêtes de terrain

Profil socio-économique des agriculteurs



Source : Enquêtes de terrain

Source d'approvisionnement en eau



Source : Enquêtes de terrain

Par conséquent, si ce cadre est amélioré, les pratiques de permaculture et d'agroforesterie pourront alors prendre tout leur essor et contribueront aussi à l'amélioration des conditions physiques du milieu, ainsi qu'à des avancées sociales et économiques de première importance (Touré, 2016). Des solutions participatives sont encore possibles. Il vaudrait mieux laisser la brèche de la Langue de Barbarie se reconstituer mais bien observer comment cette évolution s'opère et si avec le temps la flèche se reconstitue, donnant lieu (ou non) à de nouveaux changements au niveau du delta.

Conclusion

L'étude des pratiques d'adaptation montre l'image d'une zone vulnérable soumise à la double pression des aléas climatiques et de l'action humaine. Le barrage de Diama a accentué la salinisation des eaux et des sols du fait de la fermeture des vannes qui s'étend sur plusieurs mois, tandis que les périodes d'ouverture qui opèrent juste à la fin de la saison des pluies ne durent pas longtemps. La brèche ouverte sur la Langue de Barbarie a aggravé la situation avec un déversement rapide des eaux fluviales dans l'océan atlantique. La brèche s'est transformée en une nouvelle embouchure et de ce fait les eaux fluviales ne séjournent plus longtemps dans le milieu. La salinisation des terres agricoles a accru la pauvreté dans la région et a accru les vagues d'émigration vers les villes importantes telles que Saint-Louis, Nouackchott, Dakar, mais aussi vers l'Europe. Cependant, avec la volonté sociale et politique, ces tendances peuvent être arrêtées avec l'amélioration des écosystèmes et la vie des petits paysans locaux à travers la pratique de la permaculture et de agro-foresterie, et d'autres qui restent à être étudiées afin de voir si elles sont réalisables.

Références

Descroix L., (dir.), 2018. *Processus et enjeux d'eau en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne*, Editions des archives contemporaines, France, ISBN : 9782813003140, 320 p.

Jacoutot A., 2006. *Modifications environnementales et conséquences dans le bas-delta du fleuve Sénégal. Cas du Gandiolais et du Parc National du Diawling*. Stage de recherche, Université Joseph Fourier.

Lambert L., Descroix L., Breton F., 2015. Le changement climatique, responsable de l'exode des migrants, Le Monde, 23-24 août 2015.

Tine M., 2020, Sécurité alimentaire, vulnérabilité environnementale et pratiques de résilience en contexte de changement climatique : étude socio-anthropologique à partir du cas de Ndiébène Gandiol (Saint-Louis), thèse de doctorat, Saint-Louis, Université Gaston-Berger.

Touré E.O., Romagosa F., Breton F., 2015. *Análisis de la situación de la pesca artesanal en el delta y valle bajo del río Senegal a partir del marco conceptual DPSIR*. Estudios Geográficos. Vol. LXXVI, 279, pp. 703-731, ISSN: 0014-1496 / e-ISSN: 1988-8546. doi: 10.3989/estgeogr.2015025

Touré-Sene E.O., 2016. Enfoque ecosistémico del territorio para una gestión integrada del delta del río Senegal. Supervisors: Dra. Françoise Breton Renard (Departament de Geografia – Universitat Autònoma de Barcelona), Dr. Francesc Romagosa Casals (Departament de Geografia – Universitat Autònoma de Barcelona). These de Doctorat, soutenue l'Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, ICTA. Doctorate in Environmental Science and Technology, in the LMI-PATEO framework

11

Étude du comportement d'*Acacia tortilis subsp raddiana* (Savi) Brenan et de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. à l'état juvénile face à un stress salin à Rosso-Mauritanie

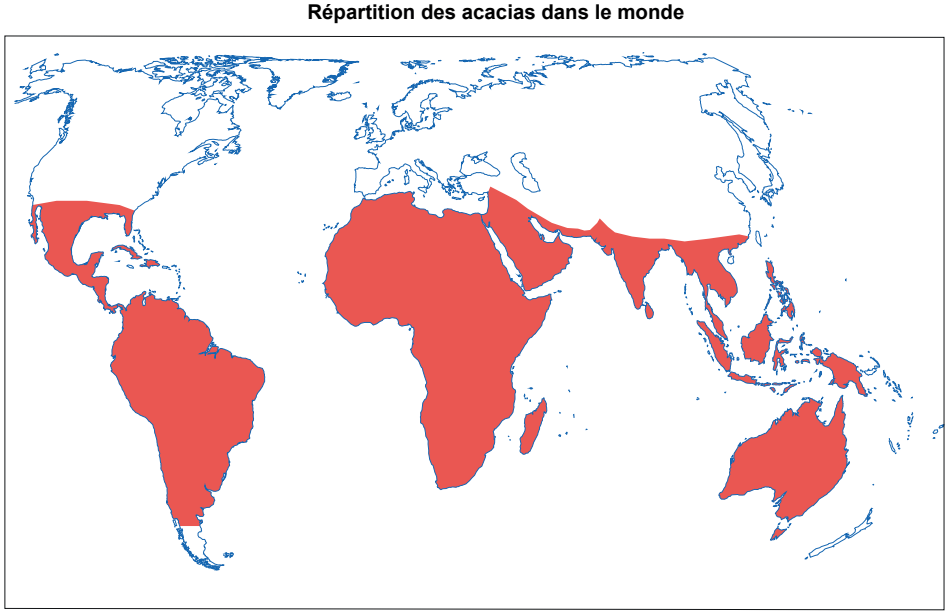
Nianguiri Moussa KONATE, Cheikh El Wely ELY

Introduction

Les sécheresses répétées et les déforestations massives ont conduit à une forte dégradation des systèmes écologiques sahéliens et soudano-sahéliens (Richard, 1990) et à une salinisation des sols (Sadio, 1989). La salinisation est parmi les processus majeurs de la dégradation des terres, c'est le cas de la plupart des sols dans la région de Trarza. Elle est un processus par lequel les sels solubles s'accumulent dans la zone racinaire ou à la surface du sol. La salinité provoque des effets nocifs sur les végétaux et le sol comme : une diminution de rendement, une réduction de potentiel hydrique et une stérilisation du sol.

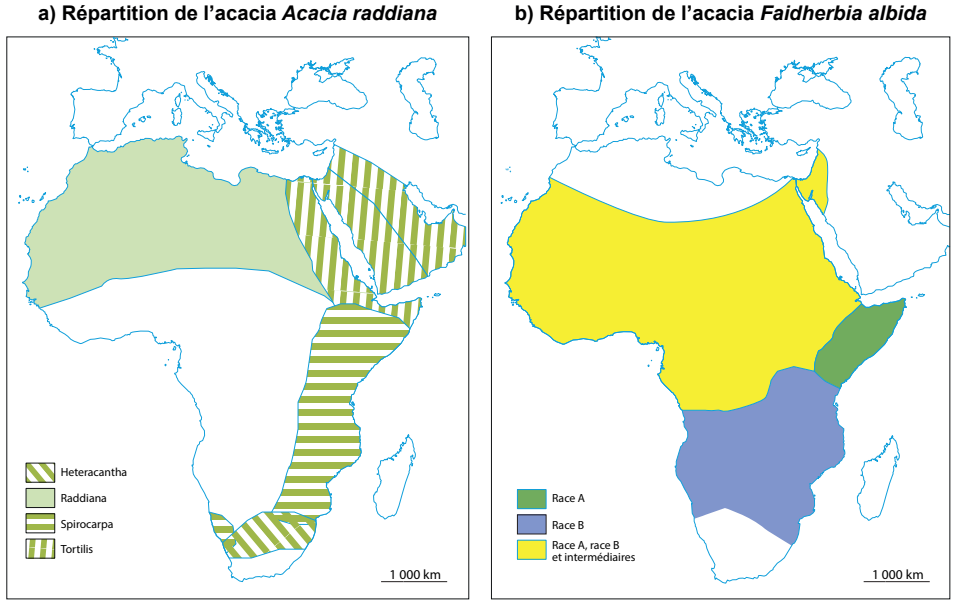
Les conséquences environnementales et sociales de la déforestation peuvent être en partie compensées par la plantation d'espèces ligneuses indigènes, assurant la mise en place d'un système forestier durable. Parmi ces espèces, les fabacées arborées du genre *Acacia* jouent des rôles multiples et essentiels. L'aire naturelle des *Acacias* s'étend sur tous les continents sauf l'Europe et l'Antarctique (voir carte 1) (FAO 1980) . Les 1350 espèces d'*Acacia* dans le monde, y compris le genre monospécifique *Faidherbia*. Chev (Maslin

Photo 1 : *Faidherbia albida* adulte dans le Parc National de Diawling (2014) © Nianguiri Moussa KONATE



Source : Maslin *et al.* 2003

Carte 1 : Aire de répartition du genre *Acacia* dans le monde (Maslin *et al*. 2003)



Source : Brenan, 1983

Source : Brenan, 1983, les races A et B ont été défines par Brenan, 1959

Carte 2 : (a) : Carte de répartition en Afrique d'*Acacia. raddiana* et trois autres sous-espèces de *A. tortilis* (Brenan 1983).
(b) : Carte de répartition en Afrique de *Faidherbia albida* (Brenan, 1983), les races A et B ont été définies par Brenan (1959).

et al. 2003) se répartissent comme suit : 144 en Afrique, 89 en Asie, 185 en Amérique, et 993 en Australie et dans les régions du Pacifique.

Cependant, nous avons mis en place en 2012, un arboretum d'espèces locales dans l'enclos de Iset. Après 3 ans de suivi, nous avons constaté un bon développement sur certaines espèces dont *Acacia raddiana*, par contre pour *Faidherbia albida*, nous avons constaté une perte totale des plants. C'est dans ce cadre que nous avons voulu voir s'il existe des différences de comportements des semis de ces deux espèces face à la salinité au niveau de : la croissance en hauteur ? la biomasse produite ? et le seuil de tolérance ?

Matériel et méthodes

Site, matériel végétal et stress

Nous avons travaillé au laboratoire de biologie végétale et sous serre à l'Iset de Rosso-Mauritanie sur des graines de *A. raddiana* et de *F. albida*. Les graines de *A. raddiana* ont été récoltées au PK 18 sur l'axe Rosso-Nouakchott et *F. albida* au PK 15 sur l'axe Rosso-Boghe. Elles ont été prétraitées au laboratoire avec l'acide sulfurique concentré (Konate et al. 2016). Après germination, les semis ont été repiqués dans des pots de 5 litres contenant un substrat constitué d'un mélange de 50% de sable et 50% de compost et ensuite transportés sous serre dans l'enclos de l'Iset. Un stress salin (eau de robinet à laquelle on ajoute du NaCl) est appliqué un mois après germination. Nous avons travaillé sur quatre blocs : un témoin (arrosé avec eau de robinet) et trois niveaux de stress. Les trois niveaux de stress sont arrosés avec : eau de 2g/l de NaCl, eau de 4g/l de NaCl et eau de 6g/l de NaCl. Pour chaque bloc, nous avons cinq plants par espèce soit : (5 x 4) x 2 = 40 plants au total. Le stress a duré un mois et demi. Le dispositif expérimental est présenté en carte 3.

Paramètres estimés

Nous avons effectué un suivi de croissance en hauteur des plants de *F. albida* et de *A. raddiana* à un pas de deux semaines. Le suivi a commencé le même jour que l'application de stress et les mesures ont été faites à l'aide d'une règle graduée.

Après un mois et demi sous stress salin les plantes ont été récoltées et la biomasse fraîche placée dans l'étuve (Binder D-78532 Tuttlingen Germany) à 75°C pendant trois jours de suite. Ainsi, la biomasse sèche a été déterminée par pesée à l'aide d'une balance sensible (Advanture pro AV 264C). Nous avons estimé la biomasse totale par la somme de la biomasse aérienne et la biomasse racinaire.

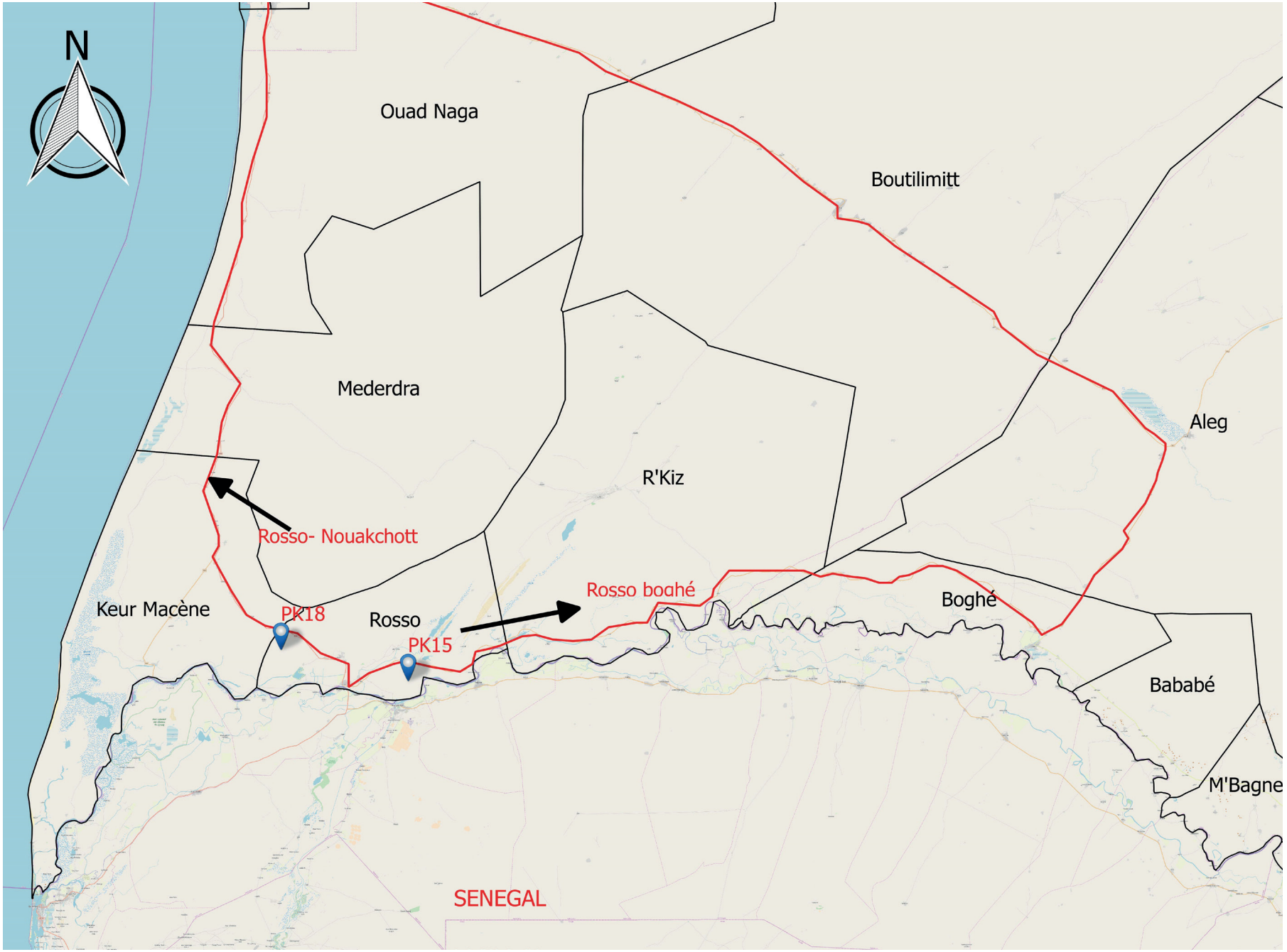
Nous avons déterminé la teneur en proline (acide aminé qui augmente généralement lors de stress des végétaux) sur des feuilles fraîches des plants de *F. albida* et de *A. raddiana* selon la méthode de Bates (1973) avec quelques modifications. Le principe de la méthode est basé par la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique.

Nous avons fait les analyses statistiques de nos résultats sous le logiciel d'analyse statistique et de modélisation, SPSS à un seuil de significatif de $p < 0,05$.

Résultats et discussion

Croissance en hauteur

Les valeurs moyennes de croissance finale en hauteur varient sous stress salin pour les plants de deux espèces. Elles varient de 22 à 37 cm pour *F. albida* et de 28 à 48 cm pour *A. raddiana* et respectivement du traitement 6 g/L au témoin. Pour les deux espèces, l'effet de stress est significativement ($p < 0,01$ pour *F. albida* et 0,007 pour *A. raddiana*) ressenti environ un mois après son



Carte 3 : Zone de récolte du matériel végétal. **PK18** : zone de récolte pour *Acacia raddiana* (axe Rosso-Nouakchott). **PK15** : zone de récolte pour *Faidherbia albia* (axe Rosso-Boghé)

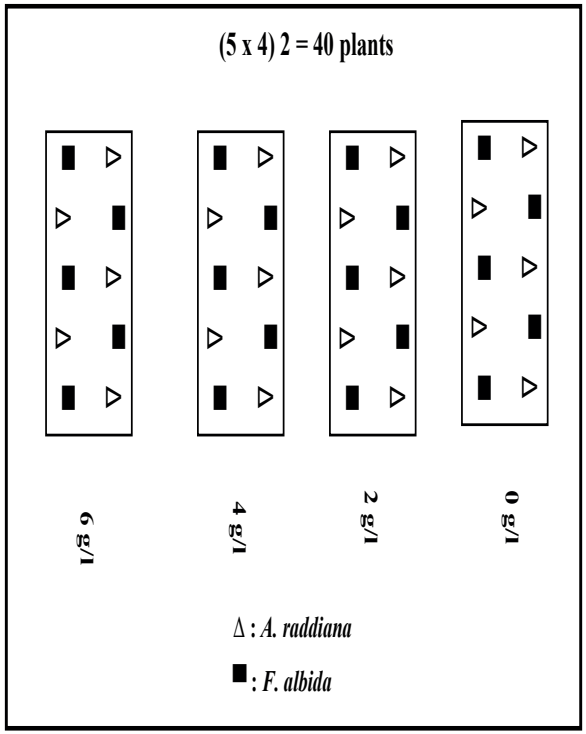


Figure 1 : Dispositif expérimental

application (figure 3). En outre pour les plants le niveau de stress de 4 et 6 g/l de NaCl, leur croissance a significativement diminué voir stagné. Ces doses de salinité ont diminué voire arrêté la croissance des plants. Un résultat similaire a été obtenu par Shannon (1984) sur des végétaux. Cependant, pour le traitement 2 g/l de NaCl, les plants de deux espèces sembleraient tolérer la dose. Ceci est le cas de plusieurs glycophytes (plantes qui se développent sur des sols doux ; 2 à 3 g/l).

Globalement les plants de *A. raddiana* présentent une croissance en hauteur plus élevée que celle de *F. albida*, mais le comportement face à un stress salin reste similaire (figure 3). Ces deux espèces sont caractéristiques de milieu semi-aride voire aride pour *A. raddiana* et ne sembleraient pas pouvoir supporter des sols salés.

La biomasse totale produite et teneur en proline des feuilles

Les valeurs moyennes de la biomasse totale finale (MS) des plants de deux espèces soumis à un stress salin diminuent significativement ($p<0,01$ à un seuil de 10 %,) du témoin au traitement 6 g/l, (figure 4). Elles décroissent de 2,7 à 0,8 g pour *F. albida* et de 4,6 à 1,6 g pour *A. raddiana*. La tendance pour la diminution de MS en fonction de l'intensité de stress salin est similaire pour les deux espèces, comme précédemment pour la croissance en hauteur. La biomasse totale finale des plants de *A. raddiana* est significativement plus élevée que celle des plants de *F. albida*. En effet, l'un des effets caractéristiques de stress salin sur les végétaux est la diminution de leurs productivités. Par contre, la teneur en proline sur les feuilles de deux espèces augmente en fonction de l'intensité du stress salin. Elle varie de 0,005 à 0,08 et de 0,01 à 0,05 µg/ml respectivement de *F. albida* et de *A. raddiana*, du témoin au traitement 6 g/l. Ces valeurs sembleraient être faibles par rapport à la plupart des valeurs qu'on trouve dans la littérature. Face au stress les plants ont réagi en augmentant leur teneur en proline foliaire. Ce processus permet de favoriser l'ajustement osmotique pour limiter les pertes en eau au niveau de cellules végétales et maintenir leur état de turgescence pour poursuivre la photosynthèse (Munns et Tester, 2008).

Cependant, on constate que sans stress la teneur en proline pour *A. raddiana* est plus élevée que celle de *F. albida*. Par contre, une fois le traitement salin appliqué, la teneur en proline de *F. albida* l'emporte sur la teneur en proline de *A. raddiana* et significativement à partir de 4g/l. *F. albida* semblerait être plus sensible que *A. raddiana* face au stress salin.

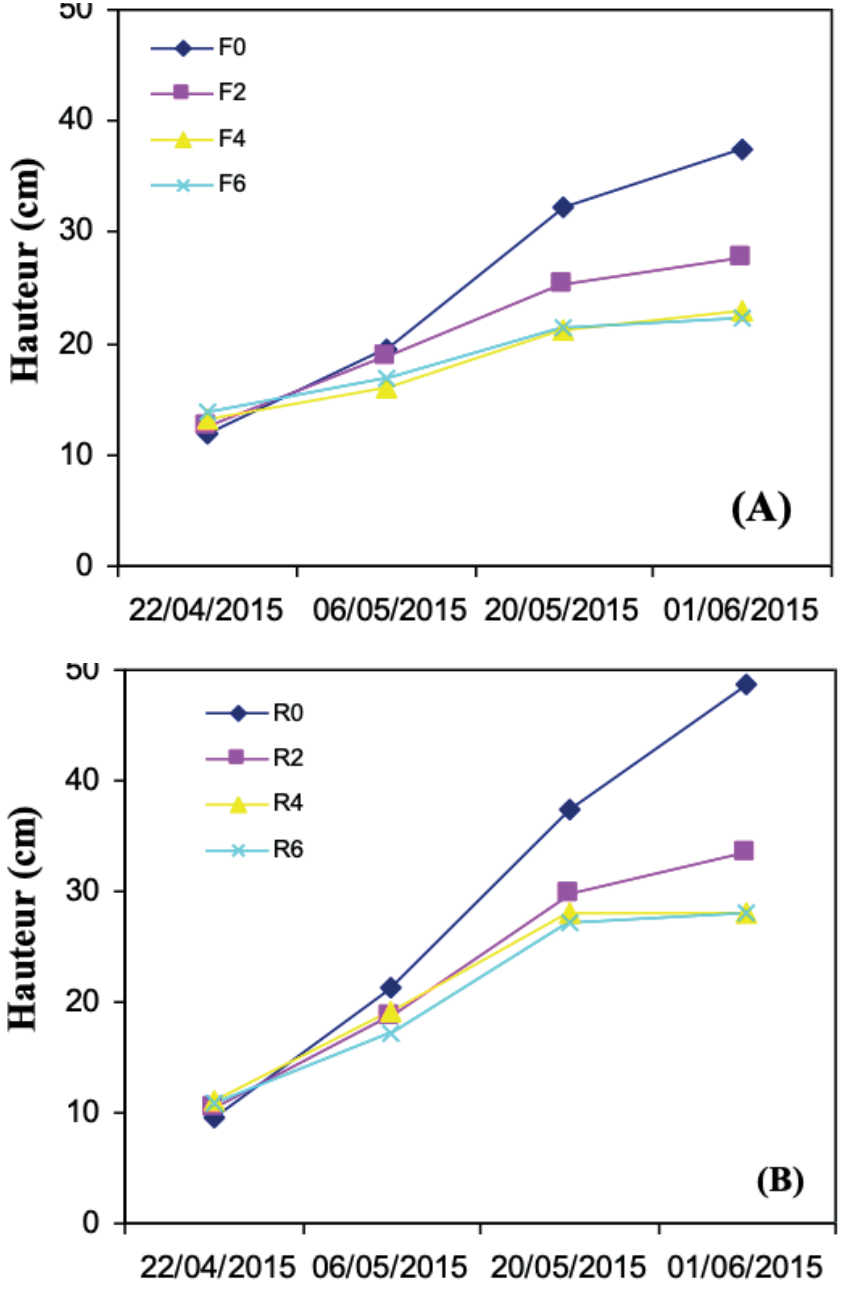


Figure 2 : Croissance moyenne en hauteur de plants. Chaque point représente une moyenne. (A) : *F. albida* ; (B) : *A. raddiana*. Lettres avec indices représentent les niveaux de traitement salin.

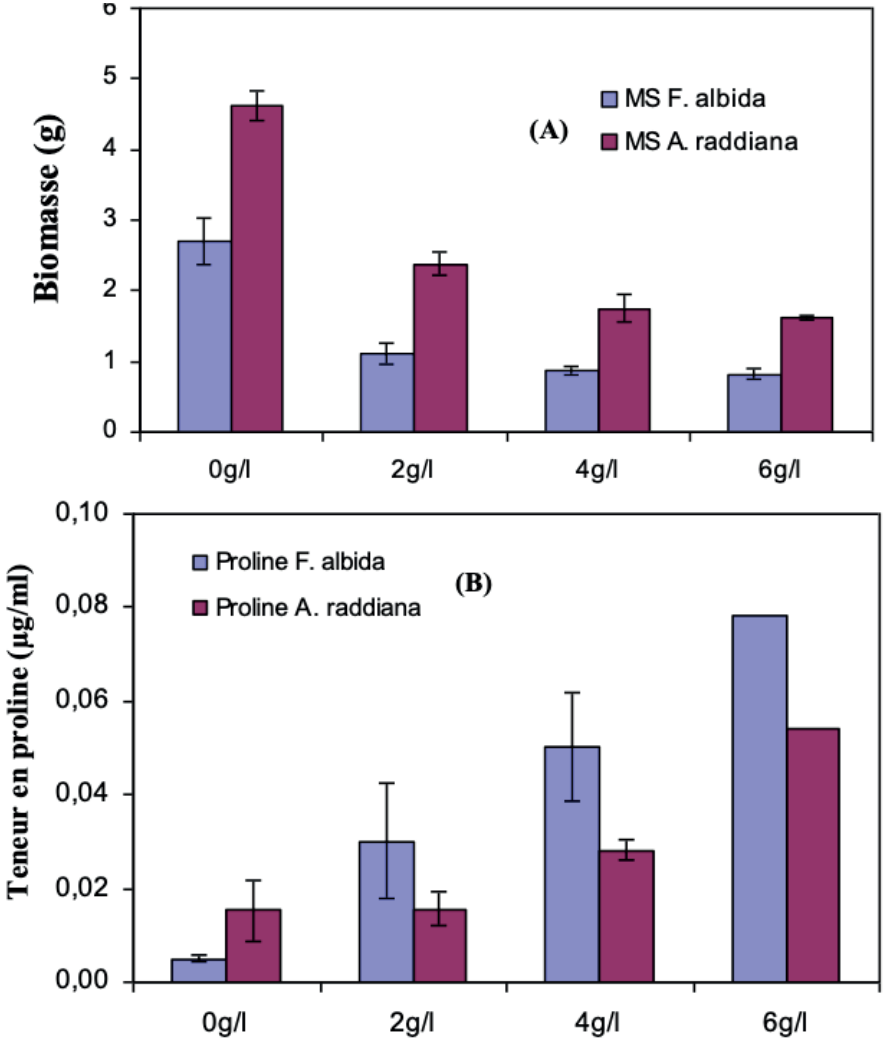


Figure 3. (A) : Biomasse moyenne produite par les plants des espèces et (B) : Teneur moyenne en proline des plants des espèces en fonction de l'intensité de stress. Chaque histogramme représente une moyenne. Les barres représentent des erreurs standard.

Conclusion

Au cours de ce travail, nous avons pu mettre en évidence que *F. albida* et *A. raddiana* ont des comportements semblables face un stress salin pour la croissance en hauteur et pour la biomasse totale produite. Cependant *F. albida*, présentent une croissance et une biomasse plus faible que *A. raddiana*. Nous avons constaté une différence pour la teneur en proline entre les deux espèces pour les deux doses les plus élevées. Ceci semblerait montrer que *F. albida* a une sensibilité plus forte au stress salin que *A. raddiana*. Cela peut en partie expliquer la persistance de *A. raddiana* sur des sols modérément salés.

Références

Bates L.S., Waldren R.P., Teare I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil. 39(1):205-207.

Brenan J.P.M., 1983. Present taxonomy of four species of Acacia (*A. albida, A. senegal, A. nilotica, A. tortilis*), in: Manual on taxonomy of Acacia species. FAO, Rome:1-45.

Brenan J.P.M., 1959. Flora of Tropical East Africa: Leguminosae Mimosoidea. Crown agents for oversea Ed. G.a. Administrations. London,1959.

FAO 1980. Gi Ressource Genetique d'Essence Arborées des zones Arides et semis-Aride.

Munns et Tester, 2008. Mechanism of salinity tolerance. Ann rev Plant Biol., 59 : 651-681.

Konate NM, Dreyer E, Epron D., 2016. Differences in carbon isotope discrimination and whole-plant transpiration efficiency among nine Australian and Sahelian Acacia species. *Review: Annals of Forest Science*. DOI 10.1007/s13595-016-0589-7.

Richard J.F., 1990. La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest. Aupelf, UICN, Orstom, Enda, Dakar, 310 p.

Sadio S., 1989. Pédogenèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine Saloum, Sénégal. Landbouw universiteit,Wageningen, 270 p.

Shannon M.C., 1984. Breeding, selection, and the genetics of salt tolerance. In: Staples R.C. & Toenniessen G.H., eds. *Strategies for crop improvement*. New York, USA:John Wiley & Sons, pp. 231-283.

3

Atouts et freins au développement et à sa durabilité dans le delta

12

Formes et figures de migrations internes vers Saint-Louis

Aly TANDIAN

Le processus d'urbanisation en Afrique noire francophone, et plus particulièrement au Sénégal, est un des phénomènes majeurs de notre temps. Depuis les quatre communes urbaines de 1872, l'évolution des villes et du nombre de citadins est fulgurante, générant un certain nombre de problèmes : chômage, précarité, accentuation de la pauvreté, déficit de logements, dégradation du cadre de vie des habitants.

On peut aussi localiser des îlots de pauvreté dans les banlieues suburbaines ou d'installation de déguerpis, dans les alentours des zones industrielles, des marchés, des centres commerciaux, des stades, des mosquées et dans les zones de forte dégradation de l'environnement humain.

Face à cette situation, les déplacements internes des populations n'ont cessé de s'intensifier. En effet, la récurrence des déplacements internes des populations originaires des régions de l'intérieur vers Saint-Louis s'explique par des conditions de vie difficiles (baisse de la pluviométrie, faiblesse des rendements agricoles, etc.) mais surtout par l'attirance de Saint-Louis, une ville devenue à la fois représentation de l'État, de l'économie marchande et de la modernité (voir la planche cartographique). Elle semble modifier les identifications des nouveaux arrivants ou étrangers de l'intérieur qui, eux-mêmes, transforment l'urbanité et la citadinité du fait de leurs comportements. Ainsi, la ville avec la présence de ces populations, aurait une fonction positive de diffusion d'une "culture de rue hybride". Dans un tel environnement, s'établissent des formes de vie dans lesquelles se mélange réciproquement la vie urbaine et rurale.

À Saint-Louis, les migrants qui ont fui la misère des campagnes croient trouver un cadre de vie plus attrayant. Les infrastructures socioéconomiques (santé, école, loisirs) ainsi que les emplois sont concentrés et le cadre de vie semble plus agréable. Mais en fait l'accès aux ressources dépend des revenus, qui se sont considérablement amenuisés avec l'approfondissement de la crise économique et la croissance rapide des populations urbaines. L'insertion pose toute une série de problèmes. La majorité des migrants ne dispose pas de qualifications nécessaires pour prétendre aux postes exigeant un certain niveau de formation scolaire ou technique. Pour cette raison, de nombreux migrants évoluent dans le secteur dit informel qui occupe une place importante dans l'économie de Saint-Louis.

En effet, la présence de l'étranger de l'intérieur à Saint-Louis n'a fait que rendre davantage pléthorique l'effectif des personnes qui s'activaient déjà dans le secteur informel. Ces jeunes communément appelés *Coming Town* ou *Kaw Kaw (Kaw Kaw* veut dire celui qui vient des zones rurales, habituellement le terme est utilisé pour désigner les populations originaires de Louga, Diourbel, Kaolack, etc.) sont obligés de prendre leur destin en main pour survivre. Ainsi, entre débrouille et ingéniosité, ils sont astreints d'exercer toutes sortes d'activités pour se réaliser. Si certains jeunes venus

de l'intérieur du pays se sont très vite spécialisés au ramassage d'ordures, à la récupération de déchets ménagers, à la vente ambulante en trouvant dans le commerce chinois une véritable aubaine ; d'autres se sont orientés vers le gardiennage, le transport en commun, etc. avec comme credo «*il n'y a pas de sot métier*».

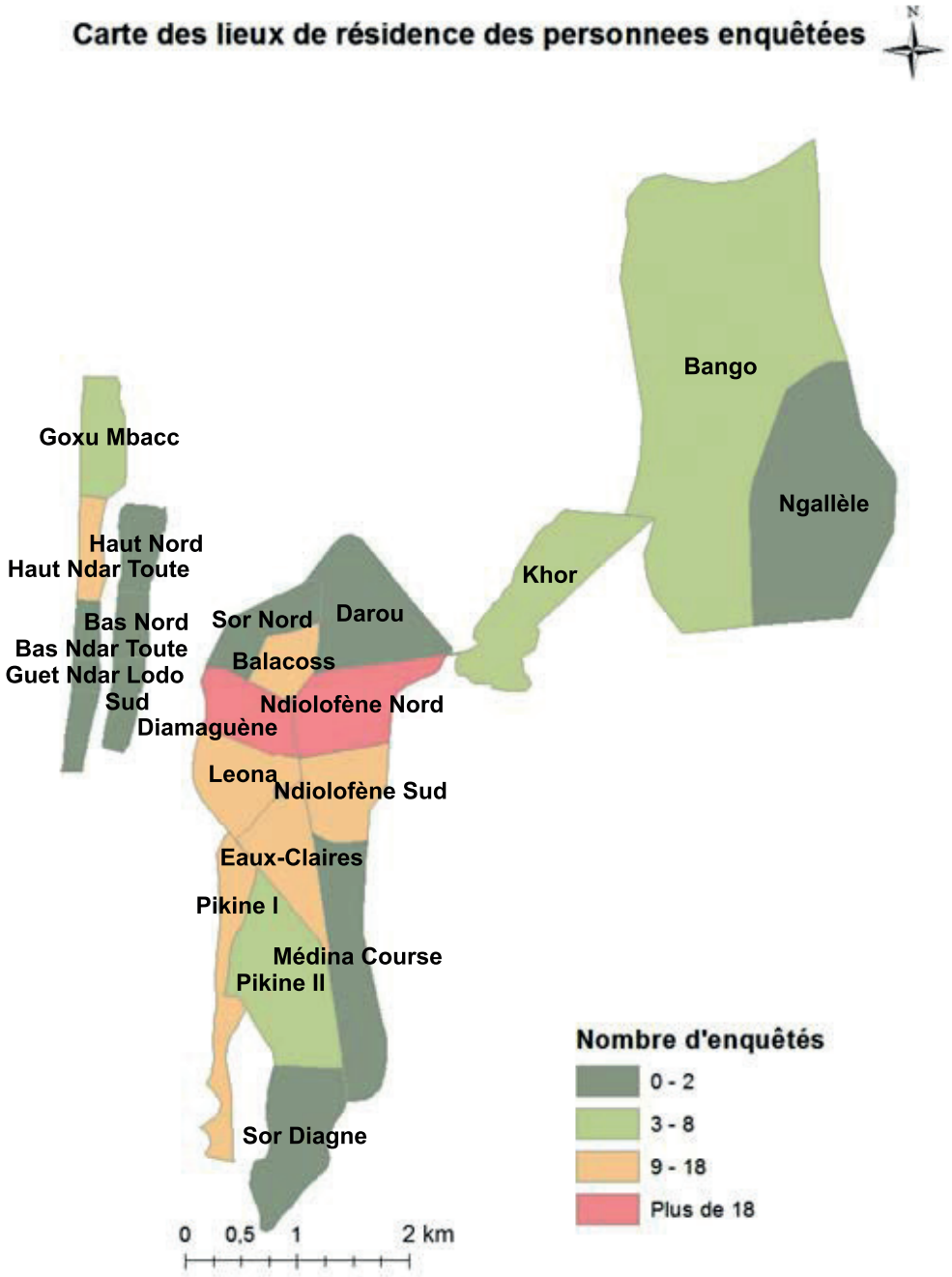
Saint-Louis a vu arriver récemment de nombreuses populations jeunes qui espéraient - dans le cadre de la migration irrégulière - s'embarquer dans des pirogues pour se rendre en Espagne. Seulement, avec l'effet dissuasif du Frontex (Frontières extérieures for «external borders», legally: European Agency for the Management of Operational Cooperation at the External Borders of the Member States of the European Union), ces jeunes sont obligés d'y rester pour s'investir dans le secteur informel.

Ils se sont installés à Saint-Louis et ont contribué à la transformation de l'écologie urbaine suivant leur perception. On les retrouve dans des activités très diverses : commerces ambulants ou exercés à même le trottoir, artisanat offrant des produits fabriqués avec des matériaux de récupération, services multiples (gardiens de voiture, laveurs de pare-brise, cireurs de chaussures, coiffeurs en plein air, vente de cartes téléphoniques, porteurs de sacs, etc.). Certains de ces jeunes ont su développer une économie de «survie», une économie de la marge, de l'exclusion tandis que d'autres se sont investis dans un informel «haut de gamme».

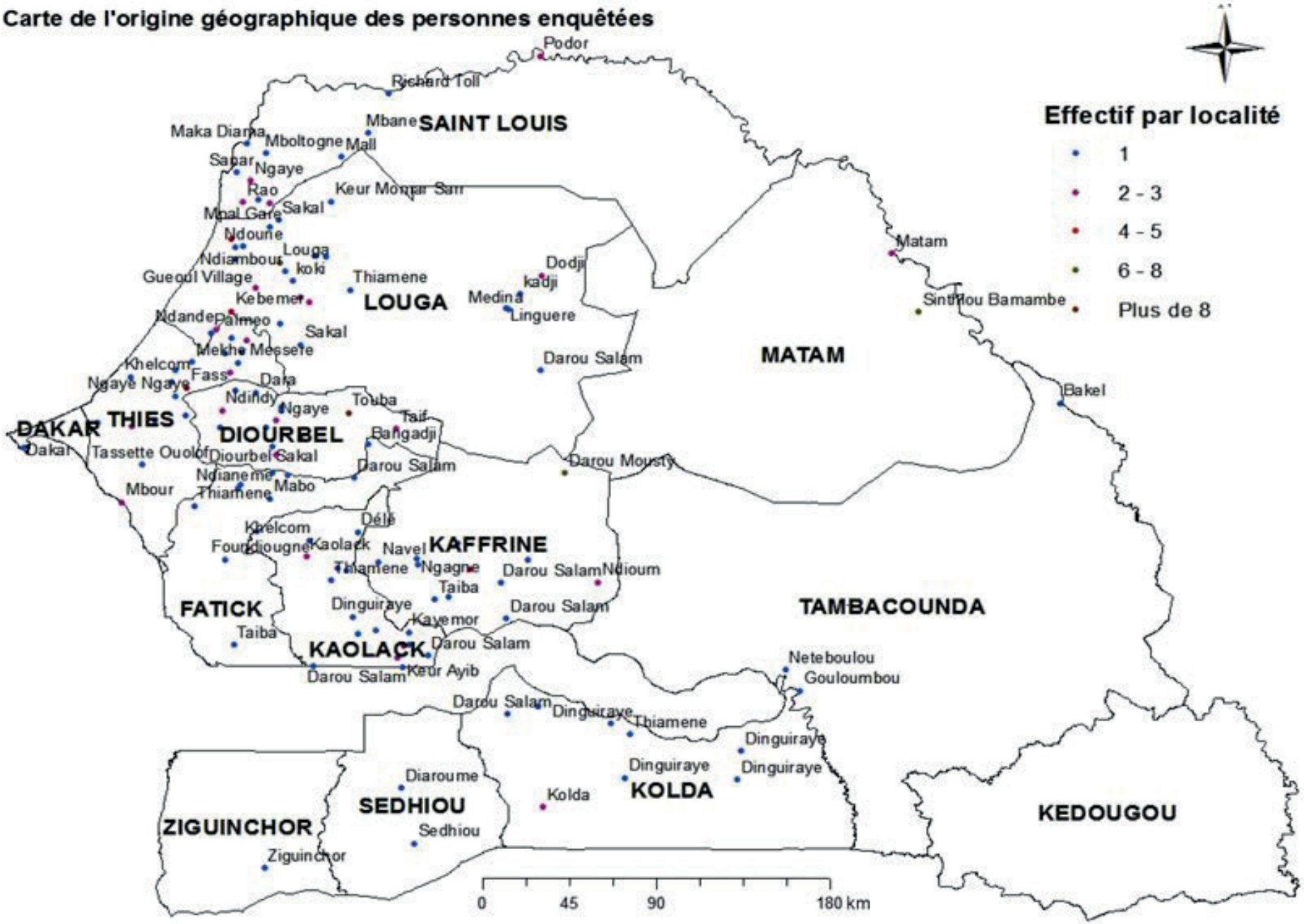
Ces jeunes venus de l'intérieur du pays ont développé une véritable débrouillardise avec des liens de solidarités construits suivant leur territoire d'origine, leur appartenance ethnique ou confrérique. Ils habitent souvent dans les mêmes quartiers, partageant la chambre et certaines dépenses afin de faire quelques économies pour subvenir aux besoins des familles restées aux villages d'origine.

À Saint-Louis, l'étranger de l'intérieur est stigmatisé et appelé *Doli Ndar, Sala Bari,* ou *Mbawor-Mbawor*.

Faut-il préciser que Doli Ndar est utilisé pour désigner celui qui est venu s'installer à Ndar (Saint-Louis) pour des raisons familiales (mariage) ou



Carte de l'origine géographique des personnes enquêtées



professionnelles. *Thieupe Ndar* renvoie typiquement aux populations venues à Saint-Louis pour y travailler. Les *Sala Bari et Mbawor-Mbawor* sont les populations venues à Saint-Louis et qui s'activent dans le secteur de la pêche. Ils aident les pêcheurs à charger ou décharger leurs prises. Aujourd'hui, les *Thieupe Ndar* sont en majorité des populations originaires de Richard Toll, Louga, Touba, Diourbel, etc. Elles s'activent en majorité dans le commerce ambulant. Elles occupent les grandes artères de la ville de Saint-Louis malgré les interdictions des autorités politiques locales.

Ces différents acteurs ont en commun le fait d'évoluer dans de nouveaux territoires avec des comportements autres bousculant souvent les habitudes de leurs voisins citadins. Ils ne disposent pas des codes nécessaires pour accèder à l'univers des normes de la vie urbaine. Ce faisant, leur rapport avec l'espace est assez particulier car leur citoyenneté est souvent marquée par l'idée de *Allalou Bour, Mbédou Bour (Allalou Bour* ou *Mbédou Bour* veut dire « C'est un bien public, alors on peut en faire ce que bon nous semble ») ou de *Bul falé.* Le syntagme *Bul falé* – qui signifie « ne t'en fais pas », « sois indifférent » – a pris naissance dans la commune de de Fass, à Dakar, avant de gagner la populeuse Pikine où il s'est politisé et radicalisé. Ce transfert s'est effectué à l'occasion d'un combat de lutte traditionnelle (le sport national sénégalais) qui a vu la victoire de Mohammed Ndao, dit Tyson, un Sérère de Pikine, sur Moustapha Guèye, dit Tapha le Tigre, de Fass. En effet, le combat entre Tyson et Tapha est une illustration parfaite de la nature des tensions et des rapports de forces existant au sein de l'espace social dakarois. Ainsi, dans l'imaginaire populaire, l'expression « écurie sérère » renvoie à l'exode massif des ruraux symbolisé par les Sérères depuis l'indépendance et à leur dakarisation récente et imparfaite.

La migration irrégulière par les pirogues qui quittaient les berges de Saint-Louis pour se rendre en Espagne, avec le phénomène appelé « Barça ou Barsaax » a joué un rôle important sur l'arrivée à Saint-Louis de nombreux jeunes originaires de l'intérieur du Sénégal. Si certains de ces jeunes ont réussi à s'embarquer dans des pirogues de fortune, d'autres sont restés à Saint-Louis pour s'activer dans d'autres secteurs comme le commerce ambulant.

Les quartiers où en majorité résident les populations venues d'ailleurs sont Diamaguene, Ndar-Toute, Ndioloffène, Pikine, Balacoss, Bango et Eaux-Claires. Les quartiers où elles sont peu présentes sont Sud, Get Ndar, Sor et Nord qui sont soit des quartiers résidentiels (Nord et Sud) soit des quartiers traditionnels de pêcheurs (Get Ndar).

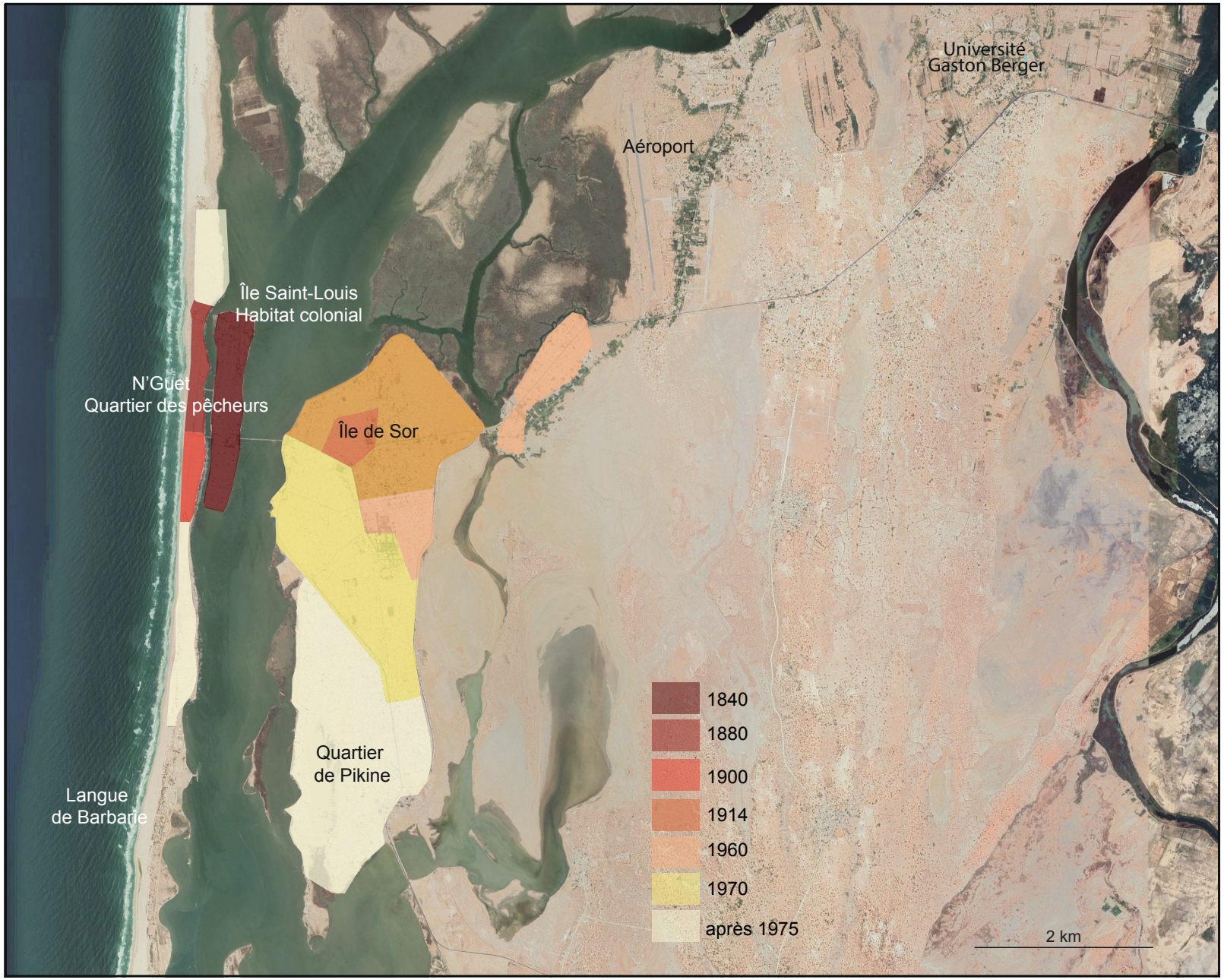
En effet, la ville de Saint-Louis est un espace de socialisation où les populations nouvellement arrivées sont appelées à s'adapter culturellement en acquérant des façons de parler, de s'habiller, qui ne sont repérées que par leurs pairs et lorsqu'ils retournent aux territoires d'origine à l'occasion des cérémonies familiales (baptêmes, décès, mariage), les cérémonies culturelles, les cérémonies religieuses, etc.

Tout en s'efforçant à s'intégrer à Saint-Louis, ces populations accordent de solides liens à leurs communautés d'origine structurées en associations pour la défense de leurs intérêts. Ces associations sont des espaces où se tissent également un réseau professionnel, un soutien moral, une assistance sociale, etc.

À Saint-Louis, l'activité commerciale des migrants internes ne se limite pas à une simple « économie-enclave » car les clients aussi bien que les consommateurs ne sont pas exclusivement des membres de leur propre communauté. Cela s'explique par le fait que de leur mode de fonctionnement, les migrants internes développent des réseaux d'approvisionnement qui dépassent fréquemment les frontières de leur territoire d'origine. Si certains des migrants internes sont dans le commerce de gadgets et de babioles, d'autres sont en contact avec des fournisseurs aux divers horizons. Les migrants internes s'approvisionnent en tissus, pièces détachées d'automobiles, d'appareils électroménagers, etc. pour les revendre sur le marché local de Saint-Louis et ses environs.

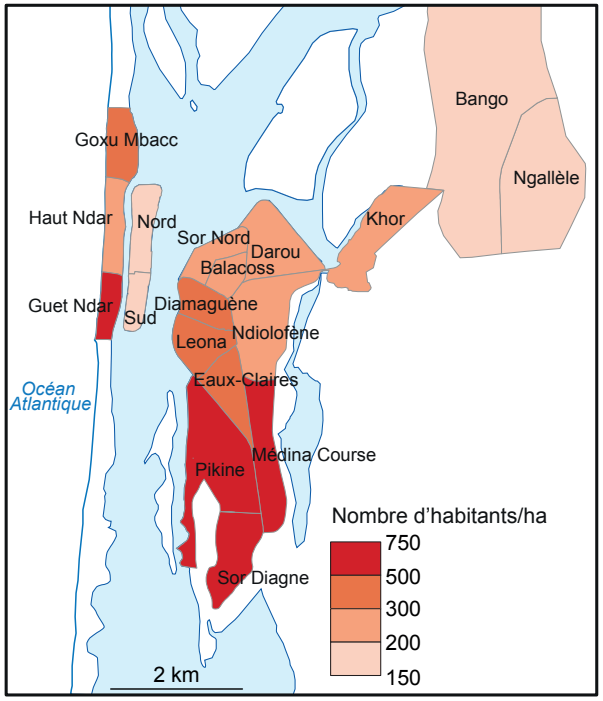
Certaines pièces détachées d'automobiles, d'appareils électroménagers, d'appareils informatiques, etc. présents sur le marché local sont des produits recyclés. Ils sont exposés fréquemment à ciel ouvert et proposés aux clients sans soucis écologiques, ce qui certainement peut avoir une incidence sur

Évolution spatiale de la ville de Saint-Louis



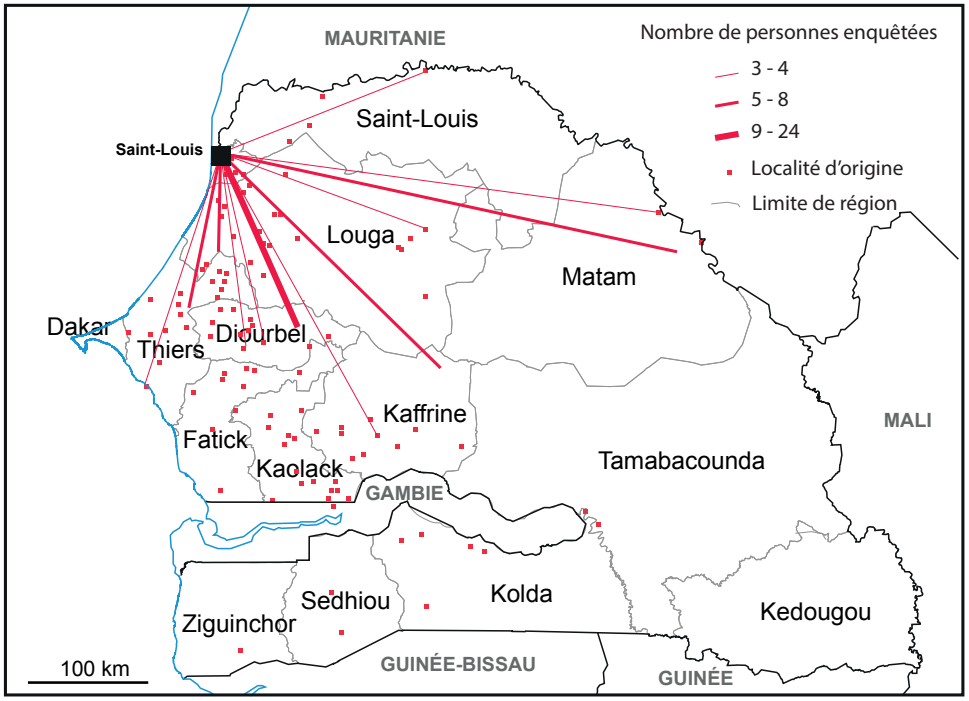
Source : PDU, Data SIO, NOAA, U. S. Navy, GEBCO -Google Earth,

Quartiers de la ville de Saint-Louis, densité de population



Source : ANSD, rapport du recensement général de la population et de l'habitat 2013

Migrations internes vers Saint-Louis



Source : Enquêtes

la santé à la fois des commerçants, des vendeurs et quelques riverains qui cohabitent avec ces marchandises.

Nous pouvons soutenir qu'à Saint-Louis et, plus généralement au Sénégal, nous assistons au maintien sur place de populations marginalisées ou exclues des circuits de production et d'échange. Cette situation est occasionnée par les récurrentes crises agricoles, industrielles, etc. Il y a une incapacité à inventer des modèles de développement agricole ou industriel capables d'occuper des populations et de les fixer sur leurs espaces d'origine.

Face à cette situation, l'exode rural ne cesse de se développer à Saint-Louis et ses environs provoquant ainsi une dynamique de déstructuration-restructuration des sociétés paysannes traditionnelles. Il est perçu par les populations comme une aubaine au détriment de l'école qui n'est plus réellement dans l'imaginaire de certains sénégalais un vecteur de promotion sociale et de valeurs nationales.

Ainsi, partir, est devenu une de ces stratégies de promotion sociale qui affecte de plus en plus la majorité des classes sociales locales. Il est devenu un de ces vecteurs qui réduit l'écart entre classes sociales inférieures et classes sociales supérieures.

Références

Tandian A. , 2017, «Enjeux de la migration circulaire : des limites des accords entre le Sénégal et l'Espagne aux frustrations des candidates à la migration» in *Revue Sénégalaise de Sociologie*, n°12-13, octobre, pp. 65-86.

Tandian A., Nannette A., 2015, "Deconstructing the Myth of African-European 'Partnership' from a Senegalese Viewpoint" in Bachmann Veit & Muller Martin (Edited by), *Perceptions of the EU in Eastern Europe and Sub-Saharan Africa*, Publisher Palgrave Macmillan, Series Europe in a Global Context, pp. 165-186.

Tandian A., 2015, «Des variations environnementales aux mobilités : entre difficultés et stratégies d'adaptation des populations sénégalaises», *Alternatives Sud*, pp. 177-185.

Tandian A., 2014, «Influences des migrations sur les transformations socio-économiques et politiques au Sénégal», in Boesen Elisabeth & Marfaing Laurence (sld), *Mobilités dans l'espace ouest-africain, Ressources, développement local et intégration régionale*, Paris, *Éditions* Karthala, Collection Hommes et sociétés, pp. 89-114.

Tandian A., 2013, « L'an 2000 un rendez-vous crucial pour la jeunesse sénégalaise ? Entre espoirs et désillusion » in Momar-Coumba DIOP (eds), *Le Sénégal sous Abdoulaye Wade*, Paris, *Éditions* Karthala, Collection Hommes et sociétés, pp. 547-567.

13

Les villes de la vallée du Sénégal : mutations et recompositions urbaines

Cheikh Samba WADE, Aboubacry WADE

Introduction

Jadis les régions, administrative et naturelle du fleuve, étaient bien superposées et confondues sur ce qu'il convenait d'appeler la vallée du fleuve Sénégal. Mais depuis les années 1980, des initiatives nées de politiques d'ajustement économique et décentralisatrices ont entrainé des processus territoriaux qui ont modifié les repères administratifs des territoires de l'intérieur du pays. L'identité territoriale, principal facteur d'harmonisation du territoire a été abandonnée au profit de modèles d'organisation de l'espace basés sur de nouveaux choix économiques et d'administration. L'ancienne région administrative du fleuve qui s'emboîtait bien dans la région naturelle de la vallée du Sénégal (rive gauche) a été plusieurs fois bougée et modifiée. La vallée du Sénégal est aujourd'hui à cheval sur trois régions administratives (Saint-Louis, Matam et Tambacounda) et cinq départements (Saint-Louis, Dagana, Podor, Matam et Kédougou). Cette position lui confère une forte empreinte et signification territoriales et une polarité assez diffuse. Le développement social local propulsé par les investissements des migrants assure un processus urbain dynamique et ascendant. Le linéaire côtier est quasiment occupé par un anneau de centres urbains de formes, de tailles, de statuts et de fonctions très différenciés.
Cette région d'urbanisation précoce avec notamment les escales fluviales connait une évolution assez remarquable avec de nouveaux centres urbains qui redessinent les fonctions et les relations entre Saint-Louis la métropole régionale, les villes anciennes escales et par ailleurs chefs-lieux de département et/ou de région et les nouvelles villes carrefours plus continentales. La région de Saint-Louis qui comptait une population de 870 629 individus sur un effectif national de 13 500 000 habitants, soit 6,4% de la population nationale, est la 4^{e} région la plus urbanisée du pays, après Dakar, Thiès et Ziguinchor. Son Taux d'urbanisation de 45,7%, au-dessus de la moyenne nationale de 45,2%, présente cependant de nettes disparités entre les différentes localités de la vallée comme l'atteste l'importance des ménages agricoles dans les territoires régionaux : Saint-Louis 67,5%, Matam 82,4%, Tambacounda 70,9 %.

1. Une organisation urbaine régionale hypertrophiée : Saint-Louis la métropole, les centres administratifs provinciaux et les bourgs de l'intérieur

La région de Saint-Louis présente un taux moyen d'urbanisation de 45,3%, inégalement répartis au niveau de ces trois départements. Le département de Saint-Louis est le plus urbanisé avec un taux de 76,8% contre Dagana et Podor avec respectivement 44,6% et 20,8%. Le département de Saint-Louis qui abrite la métropole régionale concentre plus de 52,6% de la population urbaine régionale contre 28,8% et 18,3 respectivement pour Dagana et Podor. L'urbanisation dans la région de la vallée du Sénégal est déséquilibrée, faisant apparaitre : la ville de Saint-Louis et les autres centres urbains fluviaux. Les processus territoriaux, passés et en cours, sont conséquents des dynamiques locales, voisines et régionales, qui impactent

Photo 1 et 2 : Visages urbains de Saint-Louis
© Baba Keita et Christiane Schmuckle Mollard, 2006

Planche photographique 3 : Morphologies et formes urbaines dans les centres urbains de la Vallée : entre urbanité et ruralité © Aboubacry Wade, 2015

le développement de la ville. Localisée dans le bas delta du fleuve Sénégal, la ville de Saint-Louis rend compte d'un capital urbain solide de plus de trois siècles. Sa population de 209 752 habitants en 2013, participait déjà pour près de 18% de l'effectif régional en 2002. Son taux d'accroissement intercensitaire par rapport à 2002 se situait à 3,4%. La densité de population régionale de 49 habitants au kilomètre carré traduit l'ancienneté de son peuplement, les processus continus d'implantation de la population et l'existence d'importantes potentialités locales de développement. Les principaux déterminants de ce croît démographique rapide sont le mouvement naturel de la population assez soutenu et régulier : une situation qui s'explique par l'importance de la population allogène dans l'effectif communal et le solde migratoire positif contrastant avec celui de

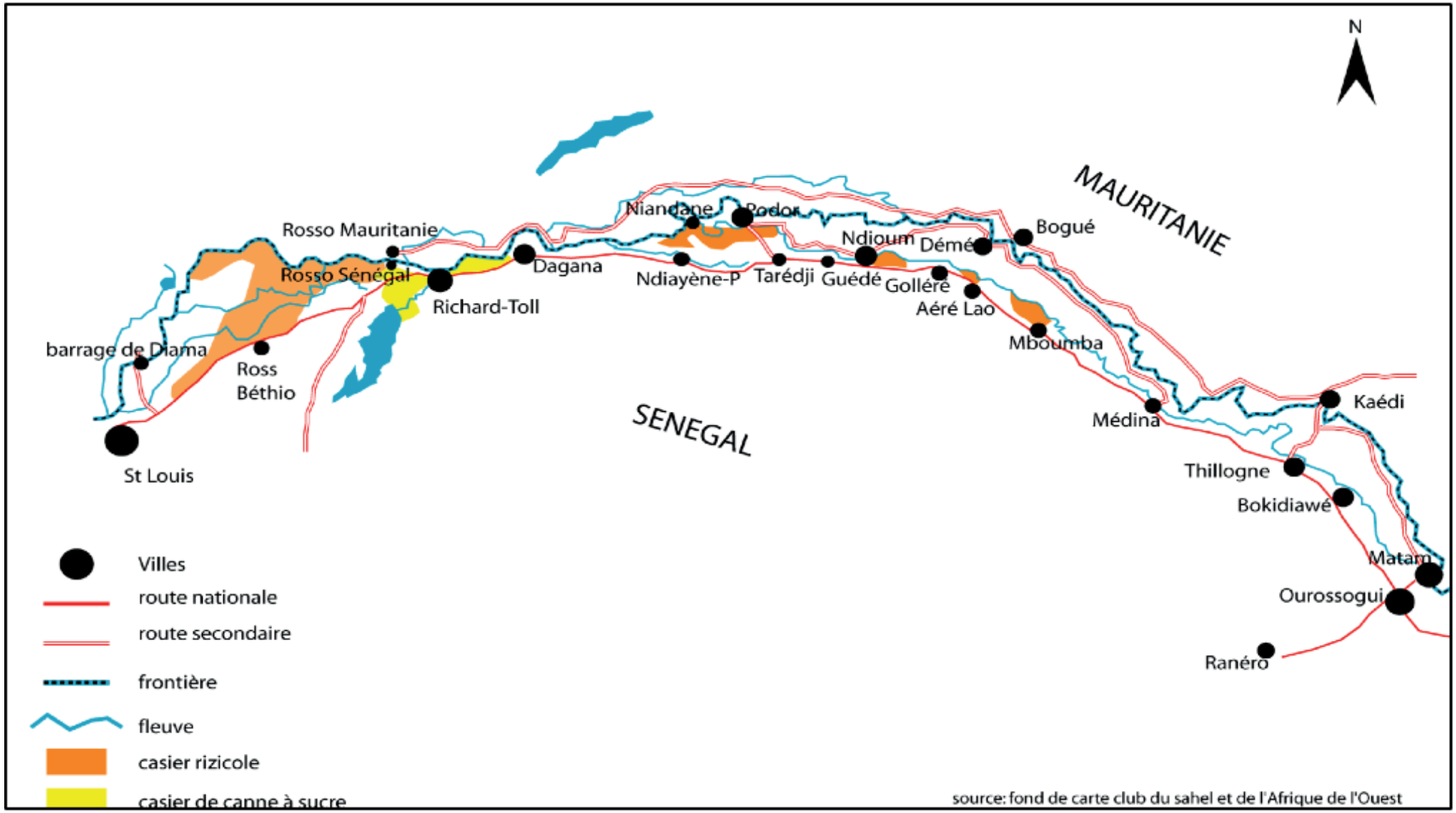


Figure 1 : Les principaux centres urbains de la vallée du Sénégal

la région. L'arrière-pays rural est resté un important centre émetteur de migrants pour la ville, capitale régionale. Depuis les années 1990, la ville connaît un nouveau processus démographique impulsé par l'édification du pôle universitaire dans son hinterland.

Par rapport à son statut de métropole d'équilibre et de capitale de sa région, la ville souffre de la rivalité des communes de l'intérieur, anciennes escales fluviales mieux intégrées dans le développement agricole régional : Richard-Toll, Dagana, Podor et Matam.

Le développement de la ville est paradoxal. Elle fait face à un remarquable processus spatial et territorial entretenu d'abord par l'arrivée d'allogènes dans les années 1970 et depuis les années 1990 par ses nouvelles fonctions universitaires. La population résidente née hors de la ville est importante. Elle était de 48,8% en 2002 et 51,9% en 2012. L'évolution de la ville soulève de profonds dysfonctionnements inscrits sur l'environnement urbain par l'étendue des contraintes socio territoriales et géo environnementales.

2. Les mutations urbaines régionales

Les principales mutations urbaines régionales concernent les établissements urbains fluviaux. L'histoire des anciennes escales fluviales du nord Sénégal pourrait se résumer à trois phases : l'histoire des quais ou comptoirs ayant consacré l'apogée du commerce fluvial ; la décadence consécutive à la fin de l'exclusif colonial et l'ouverture de la route du Diéri dans les années 1970 qui consacre le début d'une profonde reconfiguration territoriale impulsée par la construction de barrages et par les politiques décentralisatrices en cours dans le pays.

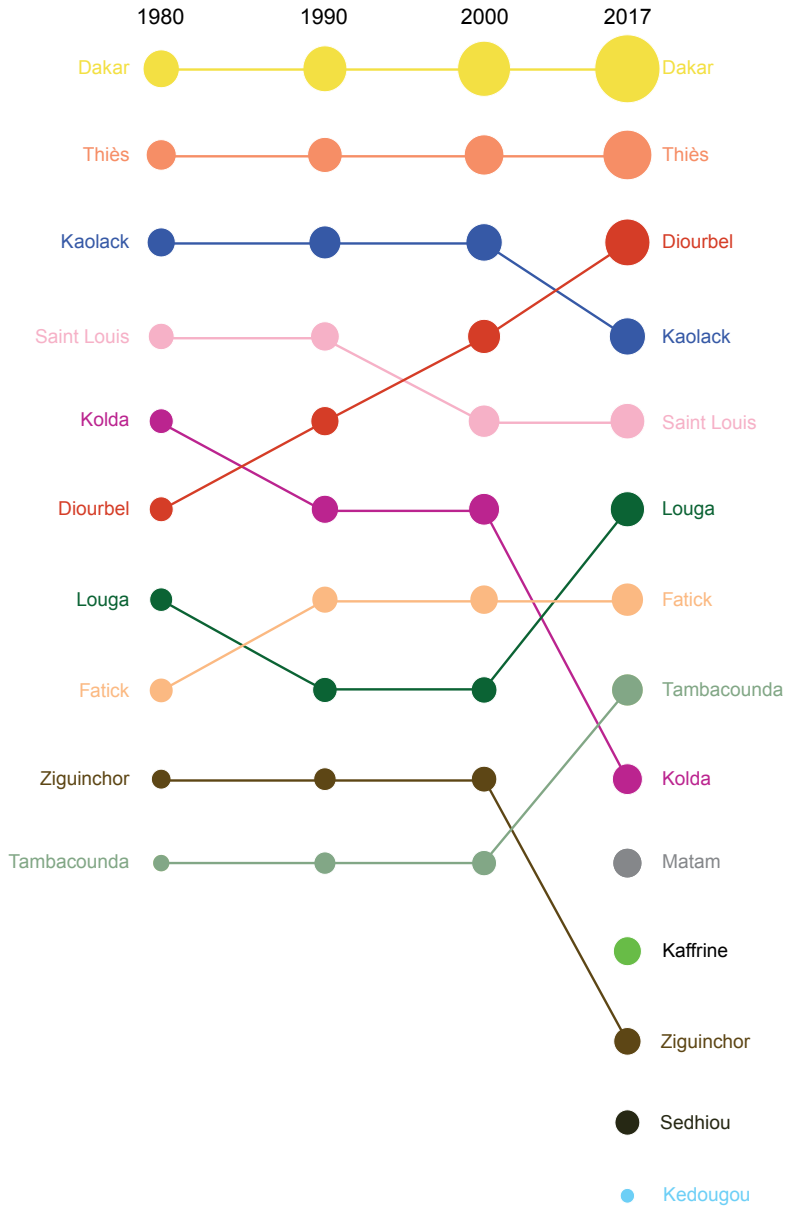
La région a joué un rôle précoce particulièrement révélateur dans la mise en place d'une économie coloniale, régionale grâce à ces villes « Escales et Forts » : Dagana, Podor, Matam, Bakel. Le linéaire littoral est une zone d'urbanisation continue avec un réseau de communes serrées en anneaux justifiant l'intense rivalité entre territoires. Le déclin politico-économique s'est accompagné d'une perte d'influence sur l'hinterland et a favorisé l'émergence de bourgs de l'intérieur : Richard-Toll, Ndioum, Ourossogui..., nouveaux pôles économiques structurants. L'une des principales contraintes des mutations tient à l'absence de politiques de reconversion économique efficace et à l'inadaptation aux difficultés d'articulation entre les compétences et les niveaux territoriaux auxquelles elles s'appliquent.

La caractéristique essentielle des centres urbains fluviaux est leur niveau de ruralité élevé qui traduit les incohérences des structures économiques locales. Le développement de l'agriculture (irriguée, industrielle) vectrice de la promotion de l'agro-alimentaire, agro-service et agro-business introduit de fortes mutations qui se réalisent hors des cadres territoriaux classiques et traditionnels et reconfigure l'organisation de l'espace et les activités économiques locales. Le développement des villes de la vallée est hypothéqué par des contraintes liées à la géographie, la nature, le profil urbain et la faiblesse des outils de gestion et de planification urbaine, le déficit d'assainissement entre autres contraintes. La faiblesse de la maitrise d'ouvrage et de transfert de compétences est un frein au développement social et à la gouvernance des territoires même si encore les résultats des politiques publiques de développement (ADM : Agence de développement municipal ; PROMOVILLE : Programme de modernisation des villes ; PUDC : Programme d'urgence de développement communautaire ; PUMA : Programme d'urgence de modernisation des axes et territoires frontaliers...), assurent de plus en plus le vivre-mieux dans les espaces régionaux du pays.

De manière générale, les établissements fluviaux restent encore assez enclavés et mal développés. L'économie est désormais charpentée par le commerce intérieur, loin du fleuve mais qui profite de la toile de circuits de distribution du défunt système fluvial, d'où l'émergence de réseaux de marchés hebdomadaires maillant rigoureusement le territoire à partir des communes du Diéri. La place de la migration dans le projet de vie et dans l'économie de la vallée est aussi remarquable. Dans certaines zones des départements de Matam, Bakel et Podor, plus des 2/3 des revenus des ménages sont constitués par les transferts des émigrés.

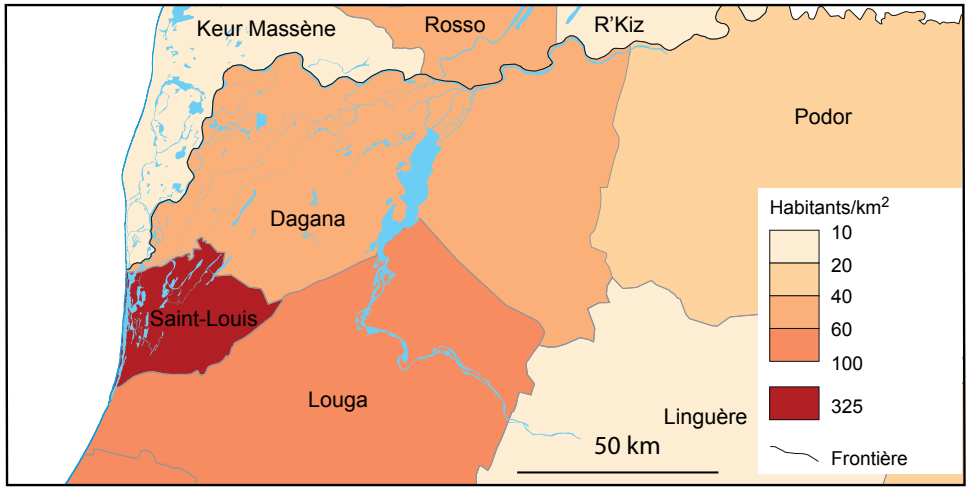
Les anciennes escales et chefs-lieux de cercle, Podor et Matam, disposent d'un important héritage colonial. La fonction commerciale de comptoir s'est accompagnée d'une cohérente morphologie urbaine. Le quai était le symbole du développement économique et social dans les escales où aucune autre activité significative ne pouvait rivaliser avec la fonction commerciale prépondérante. Le statut de comptoir s'était imposé avec ses paysages particuliers. Le classement des quais en « patrimoine historique » devrait arrêter la dégradation et restaurer leur design d'origine de façon à recouvrer un intérêt paysager, historique, culturel et économique, un trait particulier de l'identité territoriale des anciennes escales fluviales.

Évolution de la population entre 1980 et 2017 - Régions du Sénégal



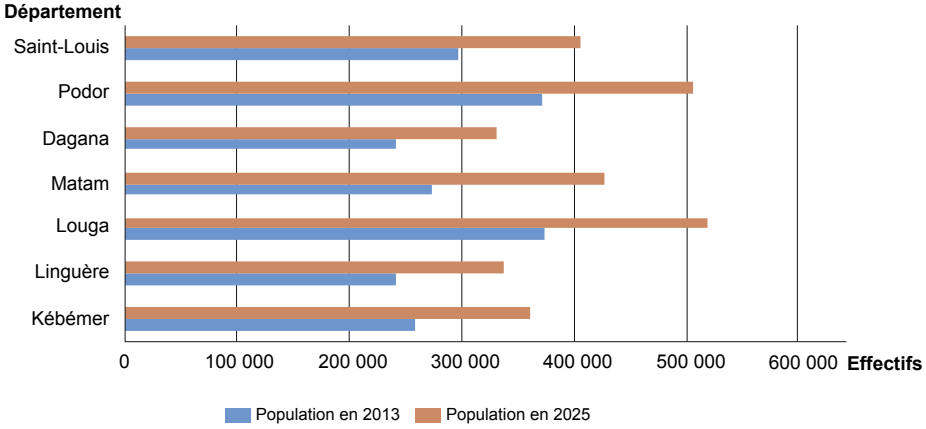
Source : Agence nationale de la statistique et de la démographie

Densité de population en 2013 de la vallée du Sénégal (par département)



Sources : Ministère de l'économie, des finances et du plan, rapport de projection de la population du Sénégal, 2013-2063
République islamique de Mauritanie, Office national de la statistique, RGHP 2013

Projection de la population 2013-2025



Sources : Ministère de l'économie, des finances et du plan, rapport de projection de la population du Sénégal, 2013-2063

3. Les recompositions urbaines dans la vallée du fleuve Sénégal

L'évolution urbaine observée dans la vallée du Sénégal ne parait pas très singulière et semble détachée des situations urbaines nationales. Même si le fait historique lié à son rôle dans l'économie fluviale a profilé son urbanisation par la création de petits centres urbains, devenus polarisateurs, à la suite d'implantation de réseaux de communication, d'autres facteurs géographiques, politiques et économiques d'intérêt méritent aussi d'être analysés.

-Les principaux facteurs de l'évolution urbaine

En plus de leur statut de commune, acquis bien avant 1960, les villes de Dagana, Podor, Matam et Bakel sont devenues des chefs-lieux de département tandis que celle de Saint-Louis a acquis le statut de chef-lieu de la région du même nom. Ce nouveau rôle lié à la fonction administrative a renforcé leur influence (voir la planche cartographique) : situation attestée par leur dynamisme démographique ; les taux de croissance démographique annuelle sont à Dagana de 6,8%, à Podor de 7,1%, à Matam de 7,8%. (Vennetier 1991 ; Seck 1965).

Des mutations politiques et économiques depuis les années 1980, ont progressivement remis en cause le schéma avec un début de concurrence territoriale de certains bourgs, villages centres bien ancrés dans le tissu des (loumas) marchés hebdomadaires environnants, tous, précédemment sous la polarité et l'influence des villes coloniales. Dans la décennie 1980-1990, une deuxième génération de communes est créée : Richard-Toll (1980), Ourossogui et Ndioum (1990). Le profil actuel a commencé à prendre sa forme avec la phase de responsabilisation des collectivités locales avec l'exercice de compétences transférées en 1996, (Golléré, Kanel, Thilogne, Sémmé…) et en 2002 au moment de la création de la région de Matam. Les fondements de la dynamique urbaine régionale reposent sur la mise en place de la route du Diéri, l'installation d'unités agro-industrielles et la migration des populations. La route du Diéri a modifié le rôle et les fonctions du fleuve et s'est imposée comme la principale voie de communication régionale. Les centres urbains d'Ourossogui, Richard-Toll et Ndioum lui doivent une partie de leur polarité.

Années / Villes	1976	1988	2002	2013	2015
Bakel	6 568	7 959	9 882	13 329	14 291
Matam	9 849	10 722	14 620	17 218	18 586
Podor	6 760	7 469	9 470	11 608	12 229
Dagana	10 171	15 638	18 220	21 750	22 914
Saint-Louis	88 665	113 917	154 555	209 752	220 981
Richard-Toll	13 304	29 611	42 621	57 878	60 976
Ndioum	2 948	4 290	12 407	14 341	15 109
Ourossogui	4 259	6 402	13 177	15 654	16 898

Tableau : Évolution démographique des centres urbains de la vallée entre 1976 et 2015
Sources : RGP 1976 ; RGPH 2002-2088 ; RGPHAE 2013 ; ANDS 2015

Le rythme d'évolution des villes est différent en fonction de leur position géographique. L'intensité urbaine est presque exclusivement attestée dans les villes du Diéri. Les seuls centres ayant enregistré un taux démographique comparable sont Dagana et Saint-Louis aussi implantées sur son axe. Matam et Podor situées respectivement à une vingtaine et une dizaine de kilomètres souffrent d'un isolement géographique. Les rivalités entre Richard-Toll-Dagana, Ndioum-Podor et Ourossogui-Matam sont amplifiées par la meilleure accessibilité des villes du Diéri qui ont pris une dimension de villes carrefours et de rupture de charge.

La carte du réseau urbain s'est renforcée avec une nouvelle catégorie de petites communes encore très rurales en rapport avec la promotion d'un grand nombre de centres ruraux en communes. Cette situation traduit l'évolution rapide du nombre de communes dans la vallée.

- Une recomposition défavorable aux anciens centres politico-administratifs

De nombreuses évolutions témoignent de l'augmentation régulière de la population et de l'amélioration des genres de vie et des commodités dans les communes de la vallée du fleuve Sénégal. L'économie fluviale intimement liée à l'histoire de la vallée (espace de rivalité de grands royaumes : Walo, Fouta, Trarza…, forts et comptoirs commerciaux) ne résiste pas longtemps aux mutations politiques et économiques contemporaines entreprises dans le processus de mise en place de la décentralisation. Ce repli s'est accéléré avec l'affirmation des localités de l'intérieur : des communes doubles qui inhibent le rayonnement de leurs capitales administratives : Richard-Toll et Dagana, Ndioum et Podor et Ourossogui et Matam.

Le déclin des escales fluviales du Sénégal est en rapport avec leur marginalisation par le système économique qui les avait engendrées. La réorganisation de l'espace régional s'est réalisée à la faveur des bourgs de l'intérieur, d'urbanisation plus récente. L'essor de Richard-Toll est sans pareil : son taux de croissance urbaine avoisinant 12% parmi les plus élevés au Sénégal. Ndioum et Ourossogui érigés en communes urbaines seulement dans la seconde moitié de la décennie 1970-80 sont également concernées par leur croissance assez soutenue, respectivement 9,6 et 7,5%.

Sur le plan géographique, les centres urbains du delta constituent des carrefours, des zones de contact avec le Ferlo, la Mauritanie et la moyenne vallée. Le delta jouit d'atouts naturels importants comme l'eau qui fondent son identité. L'histoire, la géographie et les paysages ont favorisé les dynamiques urbaines et économiques locales surtout sur l'axe Richard-Toll - Rosso - Ross-Béthio-Saint-Louis.

L'urbanisation dans la moyenne vallée, qui regroupe les villes de Ndioum, Podor, Matam, Ourossogui, est assez paradoxale malgré les rôles et fonctions joués par certains de ces établissements. La taille des villes est modeste, se situant souvent entre 13000 et 20 000 habitants. Les difficultés de développement sont justifiées par l'enclavement et les mauvaises orientations du développement économique (choix porté dans le 6e FED sur les infrastructures urbaines au détriment de celles rurales et agricoles). La haute vallée s'illustre par le réseau de petites villes aux latitudes de Bakel (Diawara, Kidira). Les formes et les transformations urbaines de la vallée dépendent principalement de facteurs exogènes comme la migration.

- Un développement urbain intérieur soutenu par la migration

La dynamique urbaine dans la vallée est dialectiquement liée à la migration par ses attributs urbanisant. Le développement local urbain très dépendant de la migration est charpenté par la densité et la qualité des investissements durables (immobiliers, productifs et structurels). Ce qui place le migrant en position de trait d'union entre des territoires distants et des médiateurs d'idées novatrices assurant des responsabilités nouvelles. Sur ce point, la région de la vallée se démarque des autres régions du Sénégal en ce sens que l'État et les collectivités locales font plus office de wagon que de locomotive pour le développement local et territorial.

Les populations et les élus dans les collectivités locales ont apprécié et magnifié le rôle décisif des émigrés dans le développement communal : « *Dans le cadre des investissements en termes d'équipements et services publics, les réseaux des émigrés constituent nos premiers partenaires. Les premiers forages, dispensaires, écoles, etc., ont été mis en place grâce aux émigrés. De plus, Ourossogui a signé son premier partenariat avec une ville française grâce à l'association des émigrés. Actuellement, ils sont pour nous, élus locaux, des acteurs et partenaires incontournables dans le processus de développement* » (Wade A, 2015 : 281)[1]. Les progrès de développement qu'ils ont permis, transforment progressivement l'espace et la société, ainsi que leur rapport vis-à-vis des autorités politiques et traditionnelles.

Les ressources mobilisées depuis l'étranger contribuent à l'amélioration de la situation économique locale et au recul sensible de la pauvreté. Des effets importants sont notés dans la société et sur les modes de vie des

1. Ces entretiens ont été réalisés en octobre 2013 par Wade Aboubacry dans le cadre de sa thèse de doctorat portant sur la moyenne vallée du Sénégal. *Cf*. liste bibliographique.

populations (mode de consommation, habitat, cuture, etc.). Aujourd'hui, il est évident qu'une part importante de ces transferts d'argent soit investie dans la promotion immobilière, notamment dans les communes jeunes. Le front urbain est désormais très dynamique et le mitage de l'espace progressif dans la quasi-totalité des bourgs et petites communes de la vallée. La promotion immobilière favorise des formes urbaines imposantes et remarquables sur les deux principaux axes d'urbanisation : le long de la vallée et sur la route du Diéri.

Les investissements des migrants impulsent l'urbanisation et le développement local des communes d'origine des émigrés où l'étendue des images et transformations urbaines témoignent de l'autopromotion immobilière portée par des investissements significatifs et réguliers. Le migrant originaire du Fouta accorde une grande considération au logement familial qui est le révélateur de sa réussite et de son attachement aux siens et à sa communauté. Chaque réalisation constitue un témoignage du lien territorial (village ou commune d'origine) et au devoir de solidarité envers ses parents. C'est aussi le symbole ostentatoire de la réussite économique de l'émigré, et de la fierté de sa famille. Les nouvelles formes de territorialité et le contenu urbain épanoui classent favorablement les centres urbains de la vallée dans la hiérarchie résidentielle et de développement social des villes secondaires régionale et nationale selon des critères de développement social, de densité et de couverture des infrastructures socio-collectives.

Conclusion

L'urbanisation dans la vallée du Sénégal présente des caractéristiques paradoxales qui se mesurent par les fortes disparités urbaines observées, le déclin des centres urbains fluviaux et l'accroissement considérable de nouvelles communes urbaines. L'organisation urbaine est peu ordonnée mais présente un schéma original avec une configuration qui donne un chapelet de petites communes ouvertes sur la route et tournant le dos au fleuve. Cette nouvelle disposition montre des duos de croissance urbaine suivant d'une part l'axe fluvial (villes escales) et d'autre part l'axe routier en affirmation.

À ce schéma classique de développement urbain confiné sur ces deux trames territoriales bien identifiées, se greffent désormais, de nouveaux centres d'urbanité progressive et déterminante sur l'axe Ourossogui-Waoundé-Bakel-Kidira, portés par la migration. Les investissements migratoires introduisent de profondes mutations socioterritoriales qui sont les révélateurs d'une urbanisation ascendante qui recompose selon de nouveaux critères, l'organisation économique et la géopolitique locales. L'affirmation de la triptyque, acteurs-ressources et territoires, a produit dans la vallée du Sénégal, des territoires solidaires, du vivre ensemble grâce à la coproduction et à la cogestion de l'espace local.

Références

Charef M., Gonin P., 2005. «*Emigrés - immigrés dans le développement local*», sous la direction de Mohamed Charef et Patrick Gonin. - Agadir : Editions Sud-Contact, - 361 p

Couty P., Lericollais A., 1982. Vers une méthode pratique d'analyse régionale. Le cas de la vallée du Sénégal (1957-1980), Paris, brochure Amira N° 36, 115 p.

Magrin G, 2005. Les décentralisations doivent-elles prendre en compte les relations villes / campagnes ? Quelques réflexions sur Saint-Louis et la vallée du fleuve Sénégal, PUM, pp 163-180.

Minvielle J.P., 1985. Paysans migrants du Fouta-Toro, ORSTOM.

Pelissier P., 2000. Les interactions rurales-urbaines : un survol introductif au débat, in *Les interactions rurales-urbaines : circulation et mobilisation des ressources*, colloque APAD-IRD, Saint-Louis, 26-28 janvier 2000, 14 p.

Seck A., 1965. « Les escales du fleuve Sénégal », dans *Revue de géographie de l'Afrique Occidentale* n°1-2, pp.71-118.

Wade A., 2015. *Décentralisation et développement territorial. Articulations et dissociations des processus dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal.* Thèse de doctorat en cotutelle internationale, Université de Poitiers/ université Gaston Berger de Saint-Louis, 375 p.

Wade C.S., 2003. *Recomposition urbaine dans la vallée du Sénégal : Déclin des escales fluviales et émergence des bourgs de l'intérieur (Richard-Toll, Ndioum, Ourossogui*) in Mélanges Pr Cheikh BA, Annales de la FLSH, UCAD, n° hors-série, Tome 1, PUD, pp 317-329.

Wade C.S., 2015. « Croissance urbaine, dynamique et territoriale et gouvernance de la ville de Saint-Louis et sa périphérie : la commune de Gandon » Thèse de Doctorat d'Etat de Géographie, UGB, Saint-Louis, 450 p multi gr.

Wade C.S., Wade A., 2018. *La migration, facteur urbanisant et de développement socio territorial dans la vallée du fleuve Sénégal Migration, Urbanizing and Socio-Territorial Development Factorin Sénégal River Valley*, Études caribéennes, EC 39-40 | Avril-Août|2018, ISSN électronique 1961-859X, 20 p.

Wade C.S., Wade A., Sene M., 2017. *Richard-Toll, cette ville sénégalaise pas comme les autres : Une évolution de l'escale de l'escale à la métropole*, Revue de géographie tropicale et d'Environnement (Géotrope), © Editions Universitaires de Côte d'Ivoire (EDUCI), 1-2017, pp. 66-75, ISSN: 1817-5589

14

Le système éducatif dans la région nord du Sénégal : l'exemple du département de Dagana

Mamadou DIALLO

Introduction

Le delta du fleuve Sénégal correspond traditionnellement à l'ancien royaume du Walo et approximativement à l'actuel département de Dagana. Son système éducatif s'inscrit dans la politique globale du gouvernement sénégalais en matière d'éducation.

Après le Programme décennal de l'Éducation et de la Formation (PDEF), la politique d'éducation est caractérisée par la première phase de mise en œuvre du Programme d'amélioration de la qualité, de l'équité et de la transparence (PAQUET) marquée, faut-il le rappeler, par un accent particulier porté sur la qualité des enseignements apprentissages et la consolidation des acquis dans les autres domaines. Les résultats appréciables obtenus dans le domaine de l'accès et l'amélioration progressive de la gestion semblent valider la vision portée par le Programme et inclinent à croire que celui-ci se déroule avec des résultats assez mitigés dans la région.

Il s'agit dans cette étude de faire un état des lieux relativement à l'accès, l'équité, la qualité, l'environnement des enseignements-apprentissages et les performances scolaires.

I- La politique d'accès.

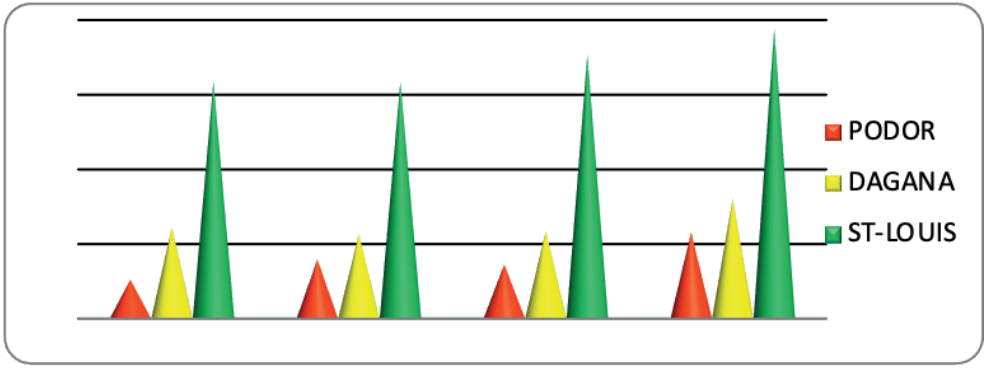
Le Taux brut de préscolarisation

DÉPARTEMENTS	G	F	T
DAGANA	7,42%	8,70%	8,07%
PODOR	5,37%	6,18%	5,78%
ST-LOUIS	18,57%	20,23%	19,41%
Total général	8,37%	9,37%	8,87%

Tableau 1 : Taux brut de préscolarisation en 2014. Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL.

Le taux brut de préscolarisation est de 8,87% en 2014 dans la région de Saint-Louis, avec une avance d'un point en faveur des filles créditées de 9,37% contre 8,37% pour les garçons.

Le département de Dagana est classé deuxième derrière Saint-Louis.



Graphique 1 : Évolution du TBPS
Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL.

Le taux brut de scolarisation élémentaire

DÉPARTEMENT	G	F	Total 2014	TBS 2013
DAGANA	94,23%	95,62%	94,95%	94%
PODOR	60,66%	91,95%	76,57%	77%
SAINT-LOUIS	103,08%	100,09%	101,57%	107%
TOTAL	82,42%	95,39%	89,01%	91%

Tableau 2 : Le TBS élémentaire en 2014
Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL.

Avec un TBS de 89,01%, la région accuse une baisse d'environ 2 points par rapport à 2013. Le TBS du département de Dagana se caractérise par une stagnation. Cette contre-performance s'explique moins par un recul dans l'effort de scolarisation (les effectifs enrôlés sont passés de 128 593 à 132 439) que par le taux d'accroissement exceptionnel (5%) de la population scolarisable entre les deux années.

Le taux brut de scolarisation au Moyen Secondaire

	TBS Moyen			TBS Secondaire		
DÉPARTEMENT	G	F	T	G	F	T
DAGANA	72,46%	71,53%	71,99%	32,36%	25,91%	29,12%
PODOR	46,18%	63,52%	55,09%	22,51%	20,75%	21,63%
SAINT-LOUIS	85,29%	84,04%	84,66%	49,87%	49,14%	49,51%
TOTAL	64,99%	71,85%	68,51%	33,40%	30,70%	32,04%

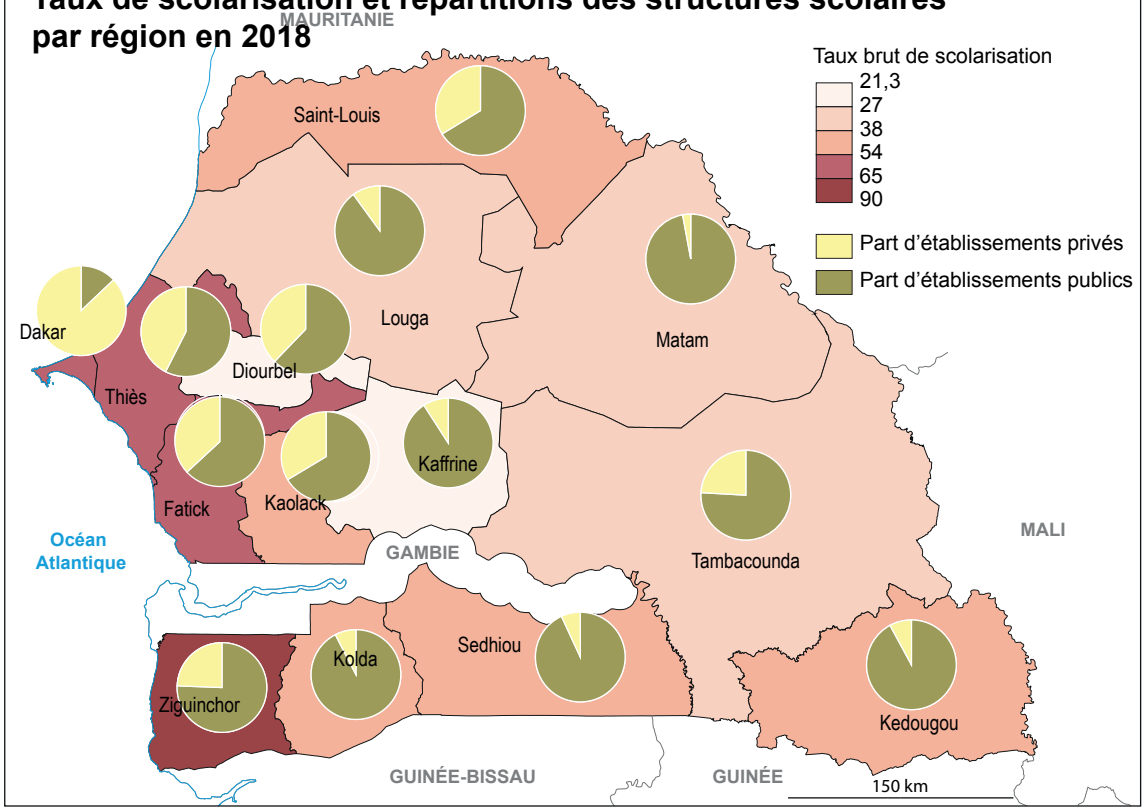
Tableau 3 : TBS au moyen secondaire en 2014
Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL.

Avec un TBS de 68,51% dans Le Moyen et 32,04% dans le Secondaire, la scolarisation se caractérise dans l'EMSG par son dynamisme, puisque les TBS enregistrés dépassent les valeurs cibles assignées à ces deux sous-secteurs (44% et 30% respectivement). Ces bons résultats sont l'aboutissement de la politique d'implantation de collèges de proximité amorcée en 2004 avec son effet d'entraînement sur le développement du réseau de lycées. D'ailleurs, l'évolution du TBS secondaire connaît un gain annuel constant de plus de 3 points au cours des 5 dernières années. Le département de Dagana vient après celui de Saint-Louis pour le TBS dans le moyen secondaire.
Le taux d'analphabétisme est encore élevé avec des disparités au niveau des départements (Podor 63,70% ; Dagana 59,30% ; Saint-Louis 54,10%)
Avec le dépérissement des programmes d'alphabétisation, l'offre reste faible avec seulement 10,95 %.

II- Évolution des indicateurs relatifs à l'équité

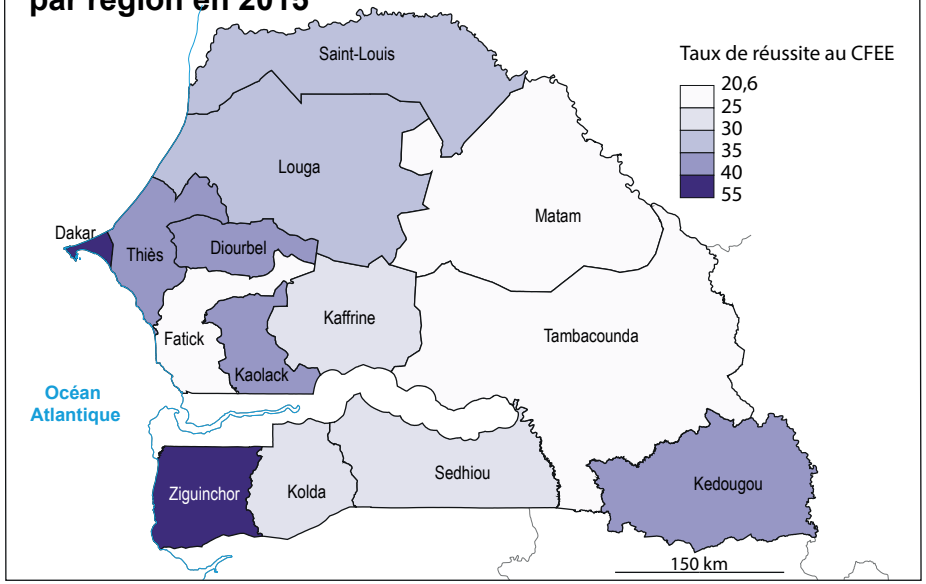
Pour l'ensemble des indicateurs d'accès, la parité est en faveur des filles dans tous les sous-secteurs, excepté le Secondaire où l'indice Fille/garçon

Taux de scolarisation et répartitions des structures scolaires par région en 2018



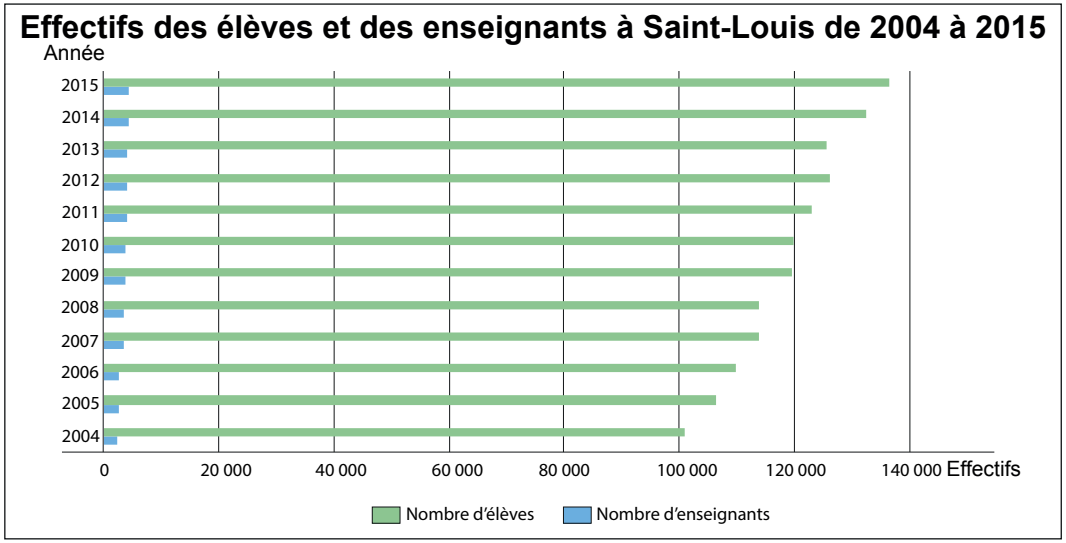
Sources : Recensement scolaire 2018 DPRE/MEN, annuaire statistique scolaire national 2015

Taux de réussite au certificat de fin d'études élémentaires par région en 2015



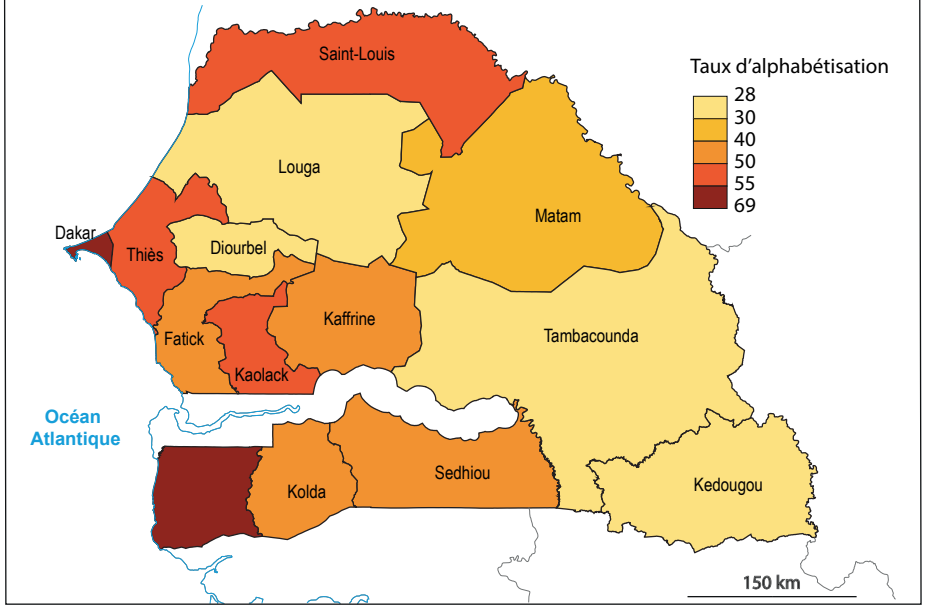
Source : Rapport national sur la situation de l'éducation en 2015

Effectifs des élèves et des enseignants à Saint-Louis de 2004 à 2015



Sources : Direction de la Planification et de la Réforme de l'Education - DPRE, Sénégal

Taux d'alphabétisation par région en 2011



sources : ANSD/ESP-II-2011

est de 0,1point. Pour 2014 comme pour 2013, la courbe descendante notée à partir du moyen met en exergue la problématique du maintien des filles une fois franchi le cap de l'élémentaire. Plusieurs obstacles se dressent contre le maintien des filles notamment les mariages et grossesses précoces. D'autres facteurs s'y aoutent à savoir les facteurs socioculturels.

III- La situation des indicateurs de qualité

Le Ratio manuels/Elève

Le département de Dagana a un ratio de 2 manuels par élève inférieur au ratio désiré fixé à 5 manuels par élève en 2014. Il est supérieur à celui de la commune de Saint-Louis (1 manuel par élève).

L'amélioration du cadre des apprentissages.

Au niveau de l'élémentaire, le département de Dagana a un nombre d'abris provisoires estimé à 89 (6,86 %), inférieur à celui de Podor, 298 (23 %) et Saint-Louis département, 195 (29,24 %). L'ensemble de la région est de 582 (15, 07 %).

Avec les programmes de construction scolaire, le taux d'abris provisoires est contenu autour de 15% dans l'élémentaire comme dans le moyen. Les efforts combinés de l'État et des partenaires doivent être maintenus pour leur résorption progressive.

Dans le moyen secondaire, le nombre d'abris provisoires du département de Dagana est de 3 (10 %) sur 30 établissements. La région compte 162 établissements dont 23 abris provisoires (14,28 %).

Le département de Podor en compte 16 sur 67 établissements.

L'accès aux commodités de base.

L'accès aux commodités de base reste un défi pour le système éducatif, notamment dans l'élémentaire où les taux de couverture devront être améliorés en particulier pour les points d'eau et les latrines et, dans une moindre mesure, dans l'enseignement moyen confronté essentiellement à l'absence de clôture des espaces scolaires (9% des collèges sont sans clôture).

IEF*	Taux couverture eau	Taux présence latrines	Taux présence clôture	Taux accès électricité
DAGANA	79%	82%	57%	64%
PODOR	82%	77%	58%	60%
SL COM	88%	96%	92%	84%
SL DEPT	100%	100%	91%	100%
Total IA/SL	84%	84%	67%	69%

***** Inspections de l'Éducation et de la Formation

Tableau 4 : Taux d'accès aux commodités de base au Moyen Secondaire
Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL

Il est également à noter que l'électrification des écoles conditionne l'intégration des TICE et constitue, à ce titre, un élément du paquet de services à mettre en place pour l'amélioration de la qualité des enseignements-apprentissages.

IEF*	Taux couverture eau	Taux présence latrines	Taux présence clôture	Taux accès électricité
DAGANA	53%	69%	35%	44%
PODOR	61%	66%	42%	25%
SL COM	98%	95%	93%	98%
SL DEPT	62%	75%	40%	41%
Total IA/SL	62%	71%	43%	39%

* Inspections de l'Éducation et de la Formation

Tableau 5 : Taux d'accès aux commodités de base à l'élémentaire
Source : Rapport CRD, mars 2014. IA/SL.

Avec la réforme de l'examen d'entrée en 6e, les effectifs du moyen secondaire ne cessent de s'accroître et impactent négativement sur la qualité des enseignements-apprentissages.

Il ya donc lieu de mettre en place des stratégies de gestion des grands effectifs dans le moyen afin d'éviter que le relèvement de la scolarisation obligatoire à 10 ans ne se traduise par une détérioration de la qualité dans le premier cycle.

En 2014, le département de Dagana totalisait 231 écoles élémentaires sur un total de 714 écoles de la région.

Les effectifs de l'élémentaire s'établissent comme suit :

Garçons : 18 374 ; Filles : 19 282, soit un total de 37 676 élèves.

Pour la région : garçons : 60 319 ; filles : 72 120, soit un total de 132 439.

97 % du réseau est géré par le public. Le privé ne gère que 3 % du réseau, soit une école.

Dans l'enseignement moyen, la région compte 117 collèges dont 30 pour le département de Dagana (28 du public et 2 du privé).

Les effectifs sont les suivants : pour le département : garçons : 8 107 ; Filles : 8 441, soit un total de 16 548

Pour la région : garçons : 27 263 ; filles : 31 789 soit un total de 59 052 élèves.

Concernant l'enseignement secondaire général, Dagana compte 5 lycées sur un total de 33 de la région.

Les effectifs dans le public

Pour le département	Région
Garçons : 2 388	Garçons : 9 812
Filles : 1 941	Filles : 9 134
TOTAL : 4 329	TOTAL : 18 946

Les effectifs dans le privé

Pour le département	Région
Garçons : 383	Garçons : 910
Filles : 305	Filles : 841
TOTAL : 688	TOTAL : 1 751

Le sous-secteur de l'enseignement moyen secondaire général totalise 79 749 élèves dont 59 052 élèves du moyen et 20 697 pour le secondaire.

Le nombre de filles s'élève à 41 764, soit 52 % des effectifs globaux.

Toutefois, leur part passe de 54 % à 48 % entre le moyen et le secondaire, ce qui milite pour le développement des stratégies visant leur maintien dans le sous-secteur.

Certaines ONG comme le Groupe pour l'Étude et l'Enseignement de la Population (GEEP), la Coalition des Organisations en Synergie pour la Défense de l'Education Publique (COSDEP), la Scolarisation des filles

(SCOFI), les bureaux genre doivent renforcer leurs stratégies d'intervention pour le maintien des filles dans le sous-secteur.
L'analyse de la configuration par statut révèle que le privé reste largement minoritaire : 4 % des effectifs du moyen et 8 % dans le secondaire et 5 % dans ces deux sous-secteurs confondus.

IV- Les performances du système éducatif.

Les résultats scolaires au public et au privé

Le CFEE

Le département de Dagana occupait la deuxième place (22,04 %), derrière Saint-Louis (26,72 %).
On note une évolution décroissante du CFEE et une légère reprise en 2014. Toutefois, ce résultat reste très faible et des dispositifs d'encadrement des élèves et des maîtres doivent être mis en œuvre au niveau de toutes les IEF pour porter les taux d'admissions des niveaux conformes aux objectifs assignés à la région.

Le BFEM

Le département de Dagana était classé 1er en 2014 avec 53,98 % de taux d'admis. Le taux au niveau régional était de 36,17 %.

Avec 36,17% d'admis en 2014, les résultats du BFEM ont connu une baisse par rapport à 2013 où le pourcentage d'admis était à 44%. Ce recul s'explique par les contre-performances enregistrées dans la commune de Saint-Louis (-5 points) et surtout dans le Département de Saint-Louis où le gap culmine à -13,72 points.

Les résultats du baccalauréat au niveau de la région ont connu une baisse entre 2013 et 2014 passant de 38,99 % à 33,58 % soit un recul de 5 points. Les filles passent de 42, 40 % à 29, 09 %, tandis que les garçons passent de 35, 00 % à 37, 49 %.
La motivation est un préalable fondamental dans tout processus d'apprentissage. Un nombre important d'élèves accordent peu d'intérêt aux enseignements dispensés, s'absentent régulièrement ou abandonnent. Les causes sont multiples : avenir incertain offert par l'école, influences de l'environnement familial et social, course permanente de survie, conditions d'enseignement et d'apprentissage, etc. Les responsabilités sont partagées à différents niveaux. Celles de l'enseignant sont engagées dans les cas liés aux conditions didactiques et pédagogiques (USAID/ME : 2009).

La présence de l'informatique.

En 2013, l'Académie de Saint-Louis compte 36 écoles élémentaires disposant au moins d'un ordinateur, soit un taux d'équipement moyen de 5%, avec des disparités entre IEF (26% dans la commune de Saint-Louis contre 6% à Dagana et 2% à Podor). La présence de l'informatique reste donc timide, malgré un environnement assez favorable marqué par les opportunités offertes par le partenariat et les progrès réalisés en matière d'électrification scolaire (32%). Il faut d'autre part souligner la sous-utilisation de ces équipements qui sont le plus souvent utilisés pour la bureautique.

L'avènement du Projet Sankoré va permettre l'introduction des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement dans les sous-secteurs du Développement Intégré de la Petite Enfance (DIPE), de l'Élémentaire et de l'Éducation de base des jeunes et adultes analphabètes (EBJAA), avec 73 kits numériques installés en 2014, ce qui place l'Académie de Saint-Louis en 2ème position après Dakar.

Le Projet Sankoré ouvre des perspectives en termes d'amélioration de la qualité des enseignements- apprentissages, même si les lenteurs notées dans la mise en service des kits numériques et les difficultés rencontrées dans la formation des maîtres n'ont pas permis un réel démarrage de Sankoré au cours de la présente année scolaire.

La formation des enseignants.

Les réformes introduites dans le recrutement des enseignants avec d'une part le relèvement du profil d'entrée combiné à l'allongement de la durée de formation des maîtres et, d'autre part, le nouveau mode de recrutement des professeurs de collèges ont contribué sensiblement au relèvement des taux de qualification.
Toutes les Inspections de l'Éducation et de la Formation (IEF) ont déposé les Contrats de Performances et les Certificats de confirmation des Plans d'Action Qualité sont signés. Au regard des améliorations apportées aux Plans de Travail Annuel, les performances escomptées pourront être atteintes.

Conclusion

Le delta offre de nombreuses opportunités de développement. Mais pour répondre aux nécessités d'un développement endogène, l'école doit être la synthèse entre savoir, savoir-faire, savoir-être et savoir-vivre.
Il reste évident que l'environnement scolaire (physionomie des écoles, disponibilité du matériel didactique, dynamisme des équipes pédagogiques et du personnel administratif, l'engagement des communautés autour de l'école) demeure un stimulant efficace dans la recherche de la qualité.

Références

Inspection d'Académie de Saint-Louis (IASL), 2014. Rapport CRD.

DSRP II. 2006.

ME, 1986. L'école nouvelle. Dakar. 60 p.

ME, 2011. Disparités régionales du niveau de scolarisation. Fascicule. D.P.R.E.

USAID/ME. 2009. Module de formation pour les professeurs de collège, Dakar. 255 p.

15

Dynamique spatiale et insertion territoriale de l'agro-industrie au Sénégal

Focus sur la zone du delta du Fleuve Sénégal et du Lac de Guiers

Jérémy BOURGOIN, Djibril DIOP, Djiby DIA

Introduction

Ces deux dernières décennies, le Sénégal a affiché une politique d'intensification agricole, appuyée par la promotion de l'entreprenariat privé agro-industriel. Les résultats attendus sont doubles : augmenter la productivité de certaines spéculations pour rééquilibrer la balance commerciale du pays largement déficitaire, mais aussi favoriser l'émergence d'un entreprenariat agricole et rural basé sur les exploitations familiales. Notre contribution s'intéresse à la dynamique d'implantation d'entreprises agro-industrielles à capitaux étrangers à l'échelle du delta de la vallée du fleuve Sénégal et pose la question de leur insertion territoriale.

Le delta de la vallée du Fleuve Sénégal : volonté historique d'intensifier la production agricole

La valorisation économique des ressources en eau et en terre du fleuve Sénégal était à l'ordre du jour dès les années 40, mais le niveau de maîtrise de l'eau s'est progressivement amélioré avec la création de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres et des Vallées du Delta et de la Falémé (SAED) en 1965, qui a réalisé plusieurs aménagements hydroagricoles tout en encadrant et organisant les producteurs (Seck, 1986 ; Jamin, 1986).

Au-delà des efforts des pouvoirs publics dans la zone du delta, plusieurs unités agroindustrielles se sont installées à partir des années 70 (carte 1). Il s'agit notamment de la Compagnie Sucrière Sénégalaise et la Société de Conserve Alimentaire du Sénégal, qui sont présentes dans la zone depuis respectivement 1970 et 1972. À partir de 1979, sous l'impact des plans d'ajustement structurel, le désengagement de l'État a entraîné la réduction des missions de la SAED au conseil agricole et à la gestion des aménagements structurants. Cette situation, combinée à la création des communautés rurales dans la région du fleuve à partir de janvier 1980, a rendu les conditions d'accès au foncier plus souple, et a ainsi concouru à l'essor des périmètres irrigués privés. Les superficies aménagées dans la vallée du fleuve sont passées de près de 24 000 ha au début des années 80, à plus de 77 000 ha en 2015 (pour plus d'information, voir Bourgoin *et al.* 2016a).

À partir des années 2000, le nombre d'entreprises agro-industrielles à capitaux étrangers a rapidement augmenté à la faveur de politiques incitatives (exonération fiscales, accompagnement à l'installation, etc.) et d'une stabilité politique consolidée par l'alternance démocratique de 2000 qui a amené Me Abdoulaye Wade au pouvoir. Au travers du Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture au Sénégal (2014), le Gouvernent Sénégalais a confirmé cette tendance en soulignant sa volonté de renforcer les interactions positives entre acteurs agro-industriels et exploitations familiales dans le but de tendre à la modernisation de l'agriculture Sénégalaise.

Entre 2000 et 2015, les surfaces agricoles aménagées par des agro-industries à capitaux étrangers ont été multipliées par 2 (figure 1).

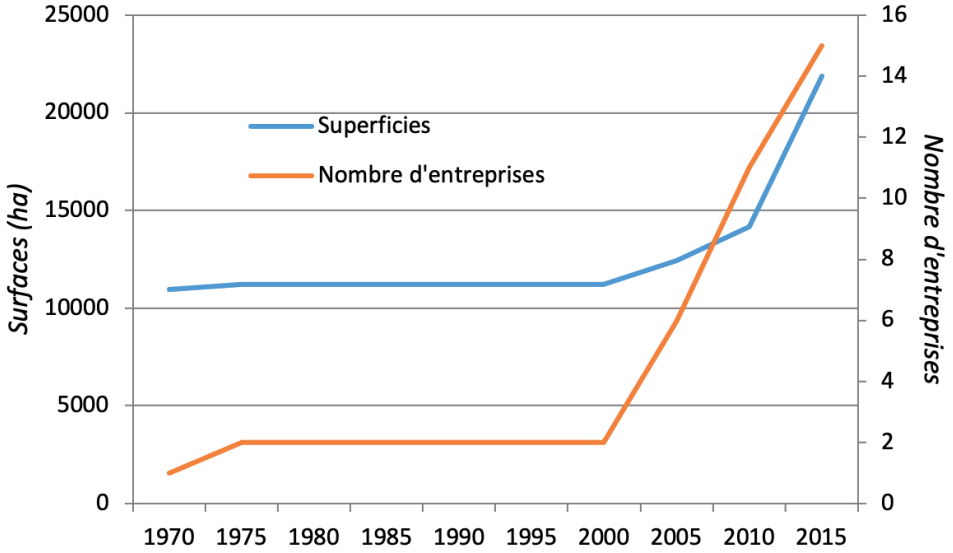


Figure 1. Évolution des superficies utilisées par des agro-industries à capitaux étrangers dans la zone du Delta/Lac de Guiers

Bien que mal référencée et finalement peu connue (Bourgoin et al. 2016b), cette dynamique est largement critiquée, notamment par les populations locales appuyées par la société civile qui dénoncent une forme de spoliation et d'accaparement des terres (Faye et al., 2011). Au-delà d'un débat idéologique, la partie ci-dessous aborde la question de l'impact territorial de ces agro-industries, sous l'angle de l'accès à la terre.

Insertion sociale et contreparties pour l'accès à la terre

Les interactions entre agro-industries et populations locales se font principalement sous la forme de négociations à l'installation ou pendant les activités de production de l'entreprise. Nous résumons ci-dessous des exemples de compensations négociées et/ou proposées, formelles et/ou informelles, qui sont liées à l'insertion socio-territoriale des entreprises. Ces résultats sont issus d'enquêtes réalisées en 2016 auprès de certaines agro-industries présentes dans la zone du delta et du lac de Guiers (numérotées sur la carte 2).

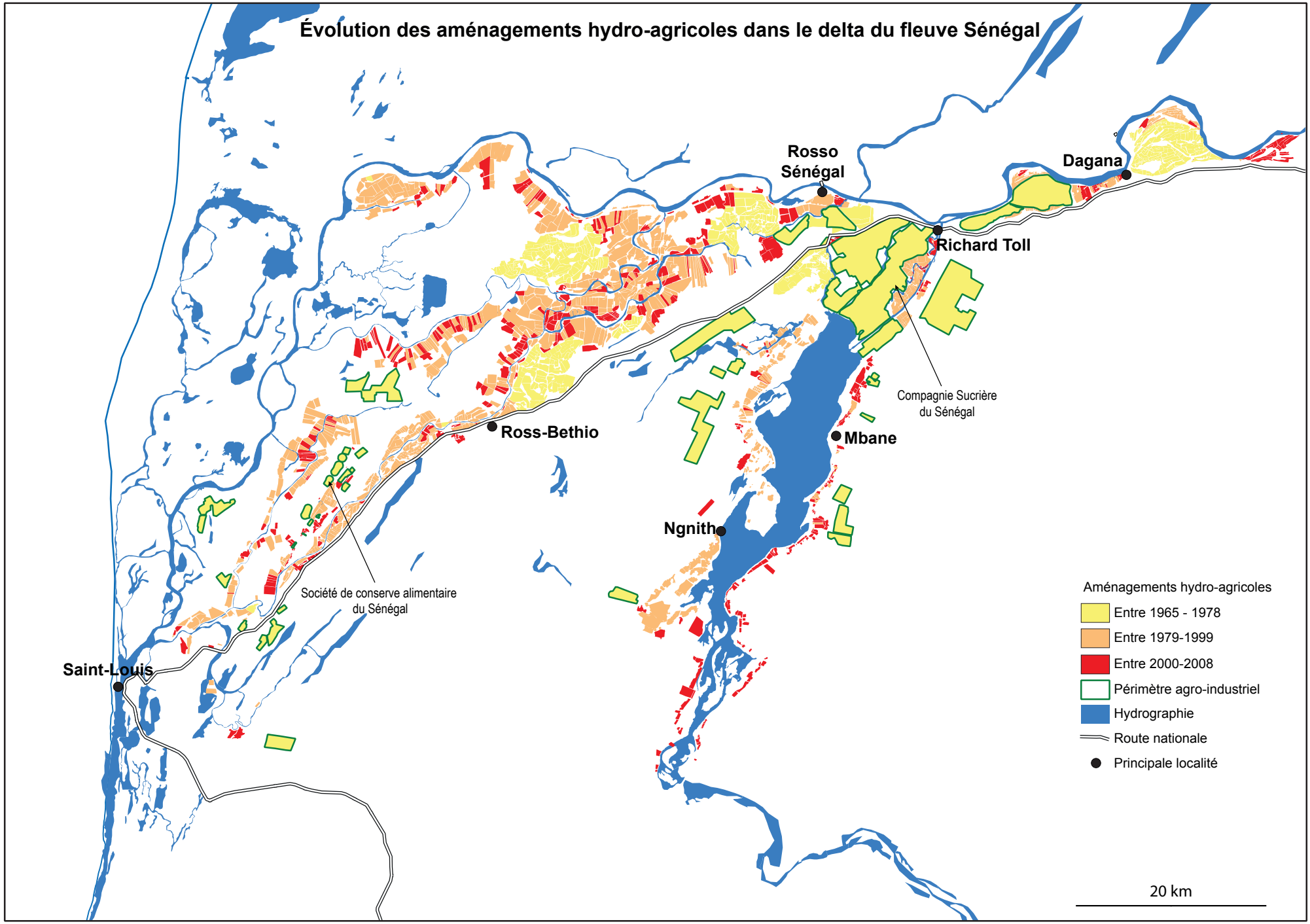
Les contreparties pour les éleveurs

Les zones du Delta du fleuve Sénégal et du lac de Guiers possèdent des Plans d'Occupation et d'Affectation des Sols (POAS) qui définissent la vocation des terres et encadrent les pratiques d'agriculture et d'élevage par des règles consensuelles et partagées (carte 2). L'installation d'agro-industries dans cette zone est donc fortement tributaire de négociations définissant des contreparties spécifiques à l'activité d'élevage, qui pâtit déjà de la forte extension agricole que connait la zone (carte 1). À ce sujet, on note que peu d'entreprises négocient directement avec les populations d'éleveurs. Seules deux entreprises enquêtées l'ont fait (de manière informelle), car leurs périmètres agricoles empiètent sur des couloirs de bétail définis dans les POAS.

La grande majorité des entreprises agricoles fait des actions spécifiques en direction des éleveurs pour compenser l'occupation des zones de pâture, l'obstruction de couloirs de passage (cas 2) ou le mitage de zones agricoles à priorité élevage (cas 6). Les compensations proposées sont principalement de la distribution des résidus de récolte, de l'ouverture des champs après récolte, de la réalisation d'abreuvoirs pour le bétail et de l'aménagement de pistes de parcours.

Réalisation pour la localité

Un autre élément d'appui au développement local ou d'acceptation sociale est la réalisation de contreparties en direction de la localité. En effet, plusieurs entreprises ont accepté de réaliser des infrastructures ou des équipements pour les localités impactées par leurs projets. Cependant, seules 25% des entreprises enquêtées ayant eu à mettre en place des contreparties pour la localité l'ont fait à la suite d'une demande (formalisée ou non). Les réalisations pour la localité sont de différentes natures : distribution de fournitures scolaires, construction d'infrastructures sociales de base (e.g. dispensaires), accès à l'eau potable, construction/rénovation de mosquée,



Sources : Guillouet S., 2016, SAED, 2012, GéoSénégal, 2016

etc. Les entreprises mettent souvent en place des stratégies qui oscillent entre altruisme et populisme et qui diffèrent en fonction des contextes et des politiques propres à l'entreprise. Certaines adoptent par exemple des postures de « social business » en insistant sur les retombées positives de leur insertion territoriale et le développement de la localité (cas 4). Le cas 7 s'est orienté vers l'accompagnement des communautés d'éleveurs de la zone. D'autres entreprises semblent chercher à obtenir une certaine acceptation des communautés locales, en proposant certains appuis à la production (création de canaux d'irrigation, aide à l'aménagement de parcelles, etc.) La plupart des contreparties sont réalisées dans le cadre de la politique de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE). Etant donné qu'une entreprise implantée dans un environnement influe sur celui-ci par le biais d'externalités positives ou négatives, elle doit être amenée à prendre en compte les impacts (économique, social, et environnemental) de ses activités sur une base soit réglementaire, soit volontaire, à travers la RSE, pour assumer cette responsabilité.

Il convient de remarquer que certaines agro-industries ne consentent aucune contrepartie en termes de réalisation pour leurs localités d'implantation. Pour l'essentiel, ces entreprises disent ne pas vouloir prendre de risques en termes de promesses et d'engagements qu'elles ne pourraient tenir sans avoir une visibilité sur les résultats de leurs production.

Les contreparties pour l'accès à la terre

Les agro-industries développent plusieurs stratégies et utilisent plusieurs portes d'entrée pour avoir accès au foncier agricole. S'il était relativement facile d'avoir accès à la terre par le passé, le développement rapide des acquisitions de terres à grande échelle faisant suite à la crise alimentaire de 2008 et la mobilisation médiatique mondiale autour de l'accaparement et la spoliation de terres par des entreprises étrangères, a incité les pouvoirs publics et les populations à être plus vigilants sur les modalités d'affectation. Ainsi, les démarches d'acquisition de terres ont évolué depuis l'arrivée des premières agro-industries en 1970. Comparées aux autres entreprises, la CSS et la SOCAS constituent des cas à part car elles possèdent des baux consentis par l'État sur des terres qu'elles exploitent et s'acquittent de locations annuelles au niveau des services de l'État.

Au début des années 2000, l'installation d'entreprises privées passait directement par les anciens conseils ruraux (devenus conseils municipaux). De plus en plus, les négociations se font avec les communautés à la base (chef de village, populations locales, etc.) avant que des accords par délibération ne soient formalisés au niveau des conseils municipaux.

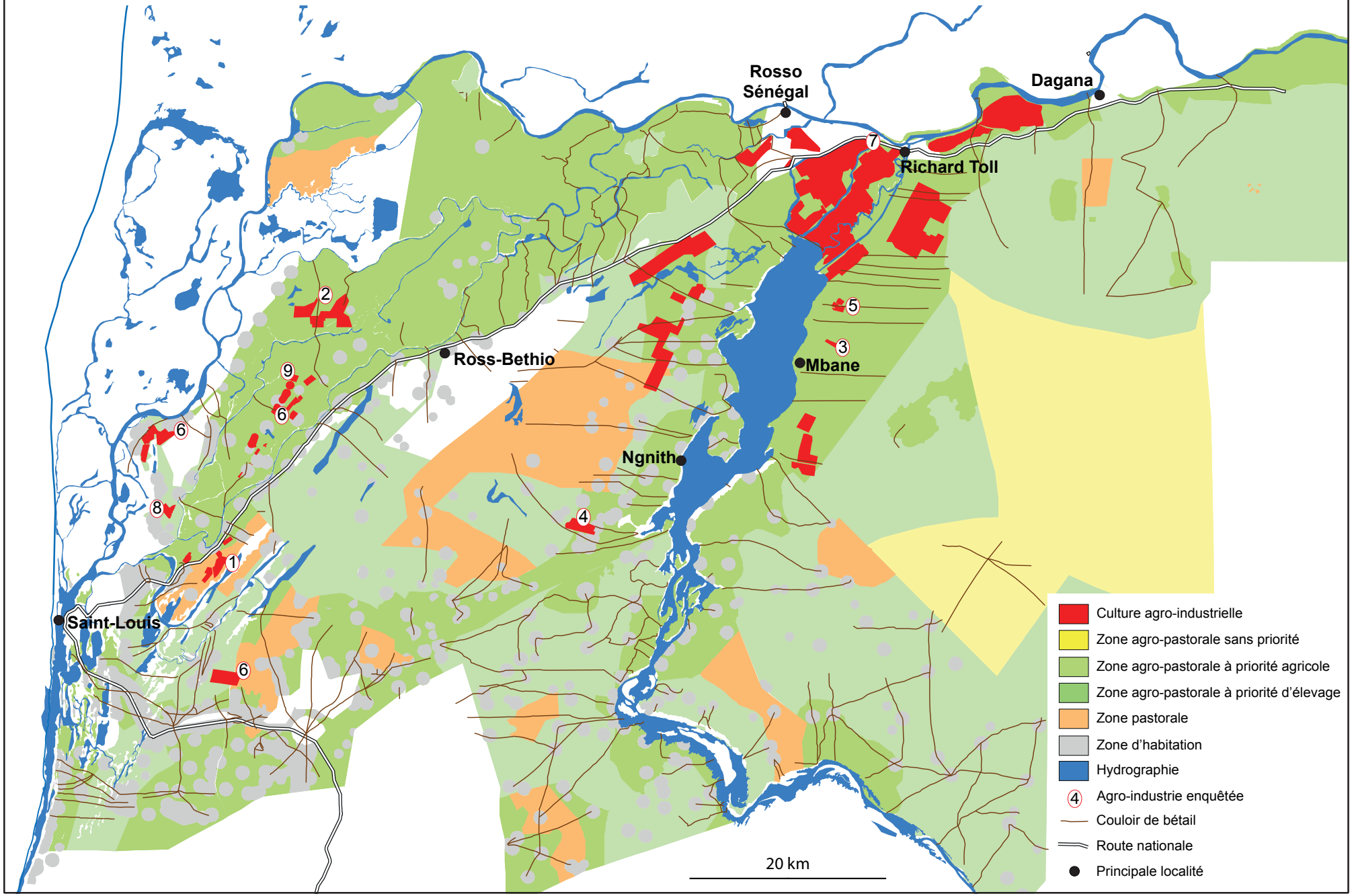
Pour deux de ces entreprises (cas 1 et 6), la négociation au niveau des communautés s'est faite lors de phases d'extension vers d'autres localités, alors qu'une première affectation avait déjà été formalisée au niveau de la commune. Concernant le cas 1, l'accès initial à la terre a été aisé et a simplement nécessité le règlement des frais de bornage et la mobilisation de la commission domaniale pour l'installation sur le site d'affectation. Par contre, quand l'entreprise a voulu s'étendre dans une autre zone de la même commune, l'entreprise a dû mener des négociations avec les populations et signer un contrat avant que la commune ne puisse statuer sur l'octroi de nouvelles terres.

Deux entreprises installées après 2008 (cas 2 et 4) mettent en évidence un schéma impliquant les chefs de villages et populations concernées par leur demande d'acquisition, et organisant des ateliers de concertation, identifiant les préoccupations des acteurs locaux (pour la proposition de contreparties adéquates) et pour le cas 2, définissant les modalités de remboursement/cession de peines sur les terres des affectataires. Dans le cas 4, l'entreprise est directement passée par une négociation avec les populations locales qui ont accepté de se faire désaffecter les terres au profit de l'entreprise qui a également pris un certain nombre d'engagements parmi lesquels la construction d'un canal d'irrigation et l'aménagement de 200 ha au profit des producteurs. Ceci a fait l'objet d'un contrat formel signé par le président du Conseil rural de l'époque. En outre, le cas 4 s'est engagé à appuyer le budget de fonctionnement de la commune en plus des frais de bornage avant de commencer l'aménagement du site. Toutefois, le montant n'a pas été spécifié et le contrat a été classé confidentiel.

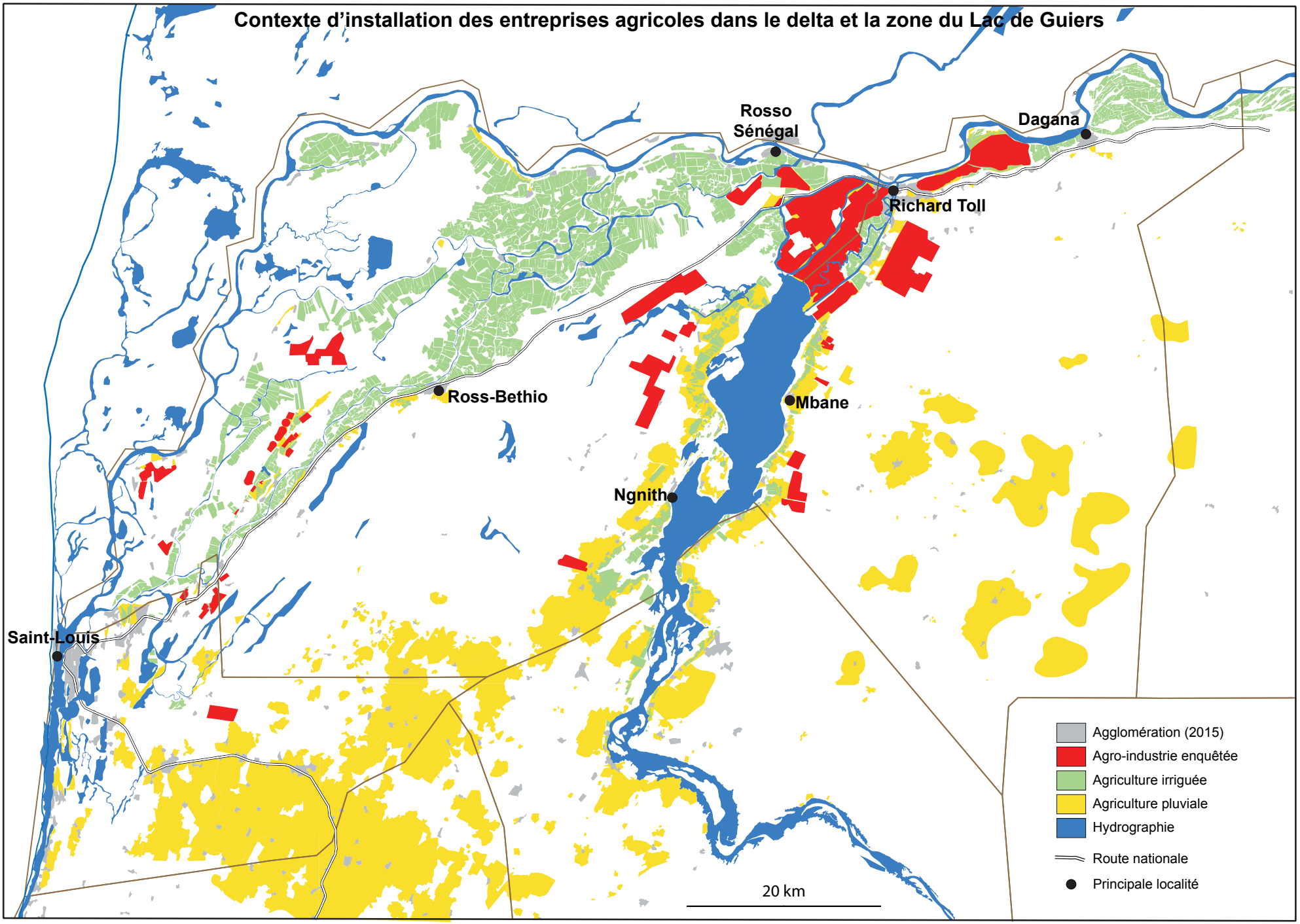
Conclusion

Aujourd'hui, de nombreuses interrogations se posent sur les impacts des agro-industries sur les modalités d'accès au foncier, la place des pasteurs, sur l'impact sur la production et les rendements, et sur la nature des interactions qui vont se nouer entre agriculteurs familiaux et agro-

Localisation des entreprises enquêtées par rapport aux plans d'occupations et d'affectations des sols (POAS)



Sources : Guillouet S., 2016, SAED, 2012, GéoSénégal, 2016



Sources : Guillouet S., 2016, SAED, 2012, GéoSénégal, 2016

industries. L'agro-industrie aura-t-elle un effet d'entraînement sur la zone du delta, permettant, outre l'augmentation des productions et l'obtention de rendements élevés, une amélioration des conditions de vie des populations locales ? On remarque que les entreprises agro-industrielles s'implantent dans des contextes locaux très hétérogènes (carte 3), en termes de densité de population, de densité de surfaces agricoles (irriguées, pluviales) déjà mises en valeur, d'accès à l'eau et d'accessibilité. Il semble que les négociations qui sont engagées avec les acteurs locaux ou les contreparties/compensations décidées par l'entreprise dépendent de ce contexte. S'il existe un manque d'encadrement et de suivi institutionnalisés des contreparties entre parties prenantes, il faut souligner que cela permet une certaine flexibilité et une adaptation des compensations aux besoins locaux. Cependant, cela ne permet pas d'assurer pour autant un développement équitable du territoire.

Références

Bourgoin J., Valette E., Diop, D, Adamczewski A., Dia D., Touré L., 2016a. Le delta du Fleuve Sénégal : Quel modèle de développement agricole ? Atlas NEPAD, Une nouvelle Ruralité Emergente, Regards Croisés sur les Transformations Rurales Africaines, 2016.

Bourgoin J., Valette E., Guillouet S., 2016b. Transparency and Reliability of Tenure Information for Improved Land Governance: Assessing Agribusiness Dynamics in Senegal Using Multi-Source Geodata. Annual World Bank Conference on Land and Poverty, Washington DC 2016.

Faye I.M., Benkahla A., Touré O., Seck S.M., Ba C.O., 2011. Les acquisitions de terres à grande échelle au Sénégal : description d'un nouveau phénomène, Dakar, Sénégal, IPAR.

Jamin, 1986. La double-culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : mythe ou réalité ? Les Cahiers de la Recherche Développement n° 12 - Décembre 1986, pp. 44-55.

Seck S.M., 1986. La maîtrise de l'eau et la restructuration sociale induite par l'organisation de la production irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal. *Les Cahiers De La Recherche Développement*, (12), 13–20.

16

Le diabète de type 2 dans la ville de Saint-Louis : Offre de soins et prévalence

Ndèye Awa FALL

Le Sénégal à l'instar des pays du tiers monde amorce sa transition épidémiologique. De ce fait, aux pathologies classiques notamment infectieuses et parasitaires s'ajoutent les pathologies modernes des pays développés notamment les maladies chroniques comme le diabète (Salem G, Jeannée E, 1989). La prévalence nationale est estimée à 4,4% selon la Fédération Internationale du Diabète. La création en 2013 de la Division de la Lutte contre les Maladies Non Transmissibles démontre une volonté politique claire du Ministère de la Santé et de l'Action sociale à prendre en charge les Maladies Non Transmissibles (MNT) dans un contexte épidémiologique marqué par une forte augmentation de ces pathologies. Le Plan Stratégique de Lutte contre les MNT 2017-2020 entend réaliser un certain nombre d'objectifs à travers le dépistage précoce, la mise en place à tous les niveaux de la pyramide sanitaire de moyens appropriés de diagnostic et de prise en charge correcte, la sensibilisation et le dépistage au sein de la communauté. Cependant, ces mesures ne sont pas toutes effectives sur le terrain à l'exception de la subvention du prix de l'insuline à hauteur de 60% (politique initiée par l'État depuis 2004).
Le diabète prend de l'ampleur au Sénégal en raison de la combinaison de multiples facteurs tels que l'urbanisation, la sédentarité, les habitudes alimentaires.

La ville de Saint-Louis, située au nord du pays, enregistre l'une des plus fortes prévalences du pays soit 10,4% (Ndaw, 2010). Le diabète fait partie des principales causes de consultation et de morbidité au sein du Centre Hospitalier Régional (CHR) de Saint-Louis. Cette structure enregistre d'ailleurs une prévalence de 8,1% en 2012 (Fall, 2013).
De manière générale, la région compte au total 46 médecins, 12 médecins généralistes, 65 infirmiers, 80 assistants infirmiers. L'offre de soins s'organise autour de 2 Établissements Publics de Santé (EPS) de niveau 2, 1 EPS de niveau 1, 7 centres de santé, 124 postes de santé et 70 cases de santé (MSAS, 2015). À l'échelle communale, l'offre de soins est relativement bonne (voir la planche cartographique) : la ville compte un Centre Hospitalier Régional (CHR), 1 centre de santé, 11 postes de santé publics. À cela, il ajouter 2 postes de santé privés et 2 Centres Militaires de Garnison (CMG). Toutefois, la ville est loin de satisfaire aux normes recommandées par l'OMS concernant la couverture sanitaire.

Plus spécifiquement, l'offre de soins pour le diabète est assurée par tous les postes de santé publics comme privés en plus du centre de santé, des centres de garnison et de l'hôpital. Toutes ces structures disposent de lecteurs de glycémie pour assurer le dépistage capillaire du diabète. Le coût de ce service est homogène au niveau des postes de santé, du centre de santé et du poste privé de la Croix Rouge : il s'élève à 1 000 frs CFA. Par contre, à l'hôpital de Saint-Louis et au siège de l'Association des Diabétiques, le coût du test glycémique est à 500 frs (Fall, 2013).

À ce propos, Saint-Louis dispose depuis 2005 d'une association regroupant les diabétiques de la ville et des alentours. D'une poignée de personnes

à ses débuts (six membres), l'Association des Diabétiques de Saint-Louis regroupe maintenant 2 100 membres. Elle mène des activités de sensibilisation sur le terrain et à la radio. En 2012, elle a signé avec le CHR une convention permettant aux membres de l'ADS de bénéficier d'une réduction de 50% sur le coût de la prise en charge.

Les données collectées au CHR dans les deux services de médecine en 2012 ont donné les résultats suivants. 363 diabétiques de type 2 âgés entre 20 et 85 ans ont été diagnostiqués dont 79% de femmes. La moyenne d'âge des diabétiques est de 65 ans chez les hommes contre 58 ans chez les femmes. Pour autant, quel que soit le sexe, la proportion de diabétiques augmente avec l'âge.

Concernant la distribution spatiale des diabétiques, les données révèlent que les quartiers de la ville sont inégalement touchés par le diabète (voir planche cartographique). En effet, plus de la moitié des diabétiques proviennent des quartiers de Pikine, Guet Ndar, Gokhou Mbathie et Sor Sud : 55% des diabétiques hommes et 44% des diabétiques femmes. En termes de prévalence, le quartier Sud enregistre la plus forte prévalence du DT2 soit 4‰. Ensuite viennent les quartiers de Khor et Sor avec une prévalence de 3‰. Les quartiers de Pikine, Guet Ndar, Gokhou Mbathie enregistrent quant à eux des prévalences de 2‰.

Les déterminants du diabète à Saint-Louis sont en lien avec un certain nombre de facteurs. Selon le président de l'Association des Diabétiques de Saint-Louis, la dépigmentation accentue la vulnérabilité des femmes face au diabète car les « cortisones utilisées affaiblissent le pancréas et donc provoquent le diabète ». Mais, pour certains médecins, la vulnérabilité des femmes s'explique par le fait qu'à Saint-Louis, les femmes ne font pas d'activité physique et mangent trop gras, trop sucré et trop salé : ce qui fait qu'elles sont souvent en surpoids ou obèses. Ces assertions sont corroborées par les résultats de Ndaw (2010) où l'obésité était notée chez 30,8% femmes contre 4,3% chez les hommes. Cependant, il importe de souligner que l'embonpoint pour ne pas dire l'obésité des femmes (au Sénégal et même en Afrique) est considérée comme un critère de beauté et d'aisance. Globalement, les déterminants du diabète dans la ville de

Photo 1 : Test de glycémie © Ndèye Awa FALL

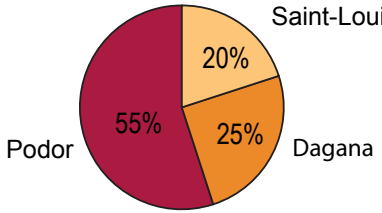
Saint-Louis sont en lien avec la sédentarité de la population, l'alimentation largement dominée par des mets gras et une valorisation du corps gros, fortement associée aux considérations socio-culturelles.

En résumé, le diabète notamment celui de type 2 constitue un réel problème de santé publique au niveau de la ville de Saint-Louis. D'où la nécessité d'approfondir la recherche concernant le diabète dans cette zone tout en incitant les pouvoirs publics à sensibiliser la population afin d'inverser la tendance.

Les infrastructures sanitaires de la région de Saint-Louis

Océan Atlantique
Mauritanie
Sénégal
Thille Boubacar
Gamadji Sarré
Cas-Cas
Salde
Ross-Bethio
Mbane
Saint-Louis
Rao
Hôpital
Centre de santé
Poste de santé
Case de santé
Pharmacie
Chef lieu régional
Chef lieu d'arrondissement
Limite de commune
Frontière
50 km

Structures sanitaires par département

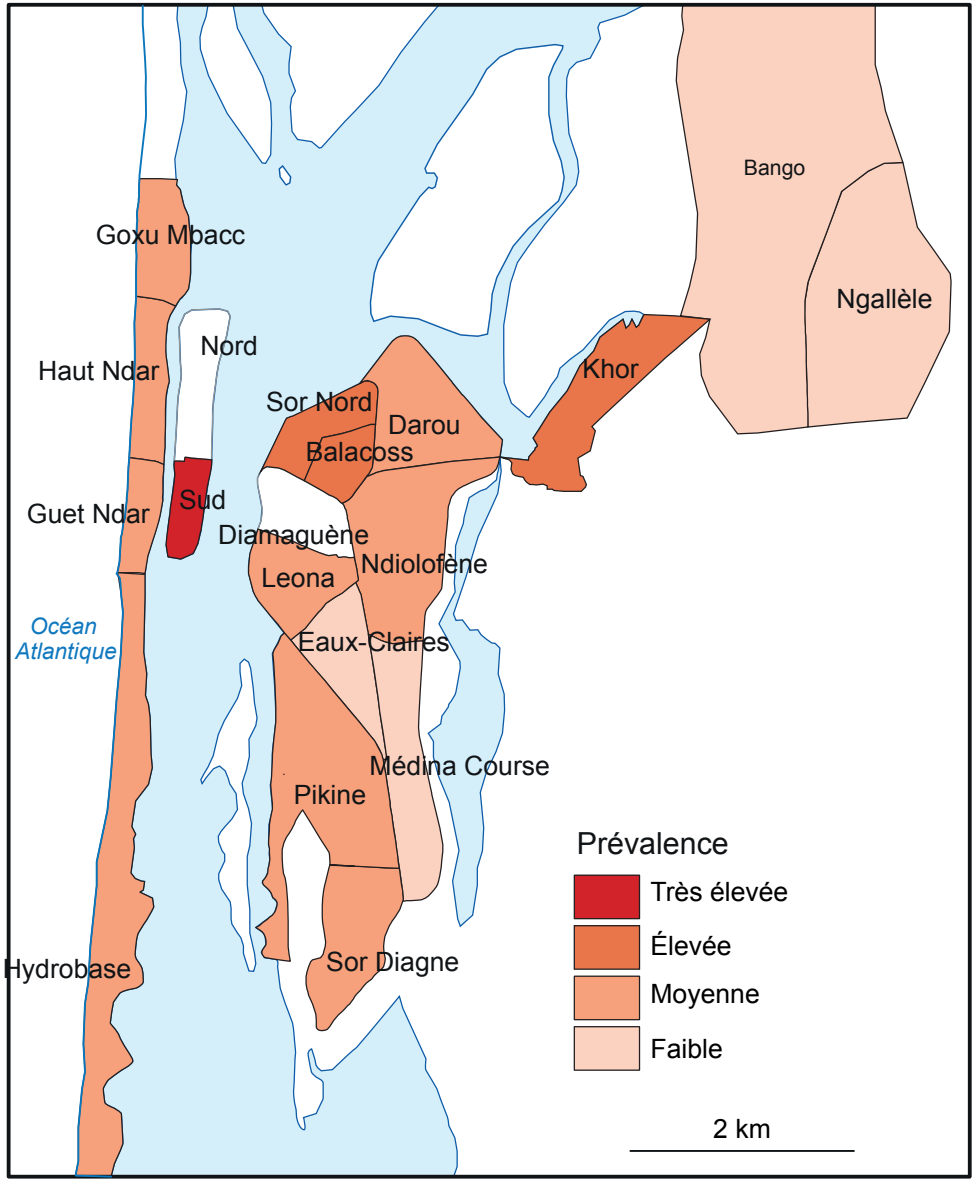


Dépistage du diabète - hôpital Saint-Louis

Source : CHR de Siant-Louis, 2012

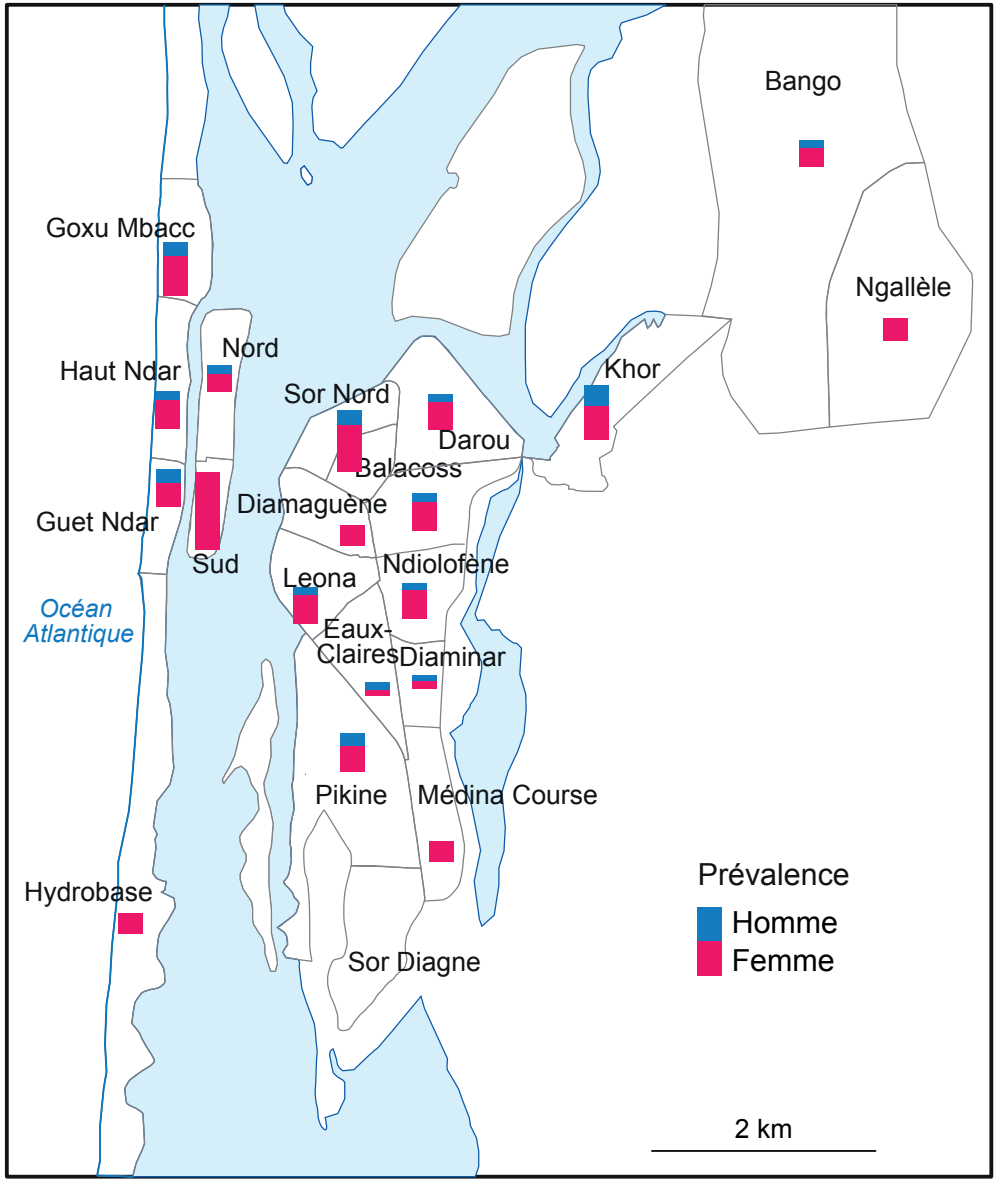
Source : Agence nationale de la statistique et de la demographie, 2012

Prévalence du diabète de type 2 dans les quartiers de la ville de Saint-Louis en 2012



Source : CHR de Siant-Louis, 2012

Prévalence du diabète de type 2 dans les quartiers de la ville de Saint-Louis en 2012



Source : CHR de Siant-Louis, 2012

Références

Fall N. A., 2013. *Le diabète de type 2 dans la ville de Saint-Louis : étude de la prévalence hospitalière en 2012 et répartition spatiale des cas*, Mémoire de Master 1, Université Gaston Berger de Saint-Louis, 60 p.

Fédération internationale du diabète, *Atlas du diabète - Sixième édition*, Bruxelles, Belgique, 2013.

Ministère de la santé et de l'action sociale, 2015.

Ndaw M. D. B., 2010. *Aspects épidémiologiques et cliniques du diabète sucré : résultats d'une étude transversale réalisée à Saint-Louis du Sénégal*, Thèse École Militaire de Santé, 182 p.

Salem G., Jeannée E., (éd.), 1989. *Urbanisation et santé dans le Tiers-Monde : transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*. Paris, Orstom, Coll. Colloques et Séminaires, 548 p.

Conclusion

Un delta en devenir

Luc DESCROIX

Le delta du fleuve Sénégal et la RBTDS constituent à la fois une des zones amphibies littorales les plus variées de la façade ouest-africaine, entre le Banc d'Arguin et les Rivières du Sud. Ils sont un carrefour puisqu'ils constituent aussi une des grandes zones humides sahéliennes, la plus occidentale forcément, avant le Delta intérieur du Niger, le Lac Tchad et les marais du Bahr al Ghazal.

Là, où l'eau douce peine à rejoindre l'océan, dans une immense zone de croisement des flux marins et continentaux, et offre à la fois un magnifique espace naturel, et des opportunités économiques très variées, à l'instar de l'écosystème très riche que constitue ce delta. Cette région constitue de ce fait une région densément peuplée à l'échelle sahélienne, si l'on ne prend en compte que les espaces de terre ferme. Le mélange des eaux provoque le mélange des ressources et des espèces, végétales et animales, autant d'enjeux pour une population en forte croissance.

Cet écosystème, devenu depuis des siècles un agrosystème riche, est en plein bouleversement : comme l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest, il a connu une période hyper humide (1950-1967), suivi d'une période sèche très longue (1968-1998) pour revenir depuis la fin du 20e siècle à une pluviométrie conforme à la moyenne de long terme 1920-2019. Mais retour à la pluviométrie moyenne ne signifie aucunement retour à une situation déjà connue. Le réchauffement climatique change la donne et change les données de la circulation atmosphérique générale, tant sur le continent africain que sur l'Océan Atlantique. Les évènements pluvieux extrêmes sont de plus en plus fréquents, l'intensité des pluies s'accroît. La température moyenne s'est déjà accrue d'un bon degré Celsius dans les 50 dernières années, et elle va continuer à grimper, tirée surtout par les températures nocturnes (dites « minimales journalières »). Les prévisions pour le 21e siècle pour la zone sahélienne sont une augmentation de la pluviométrie liée à une dynamique de mousson plus active, son moteur étant la différence de température entre le continent et l'océan ; cet écart augmentant, le Sahel peut attendre une augmentation des pluies au moins jusqu'en 2070, plutôt 2100 (Biasutti, 2013 ; GIEC 2017). Pourtant, la partie occidentale du Sahel pourrait avoir une évolution divergente ; les scenarios et prévisions climatiques prévoient, à partir de 2030 ou 2035, pour tout l'Ouest du Sahel (Sénégambie, Mauritanie, Guinée Bissau, Ouest du Mali et Guinée littorale), un revirement de tendance et, au-delà, une diminution de la pluviométrie, alors que le reste du Sahel verrait bien, lui, sa pluviométrie continuer à augmenter.

Les apports en eau douce d'origine continentale apportés ici par le fleuve Sénégal et son bassin de 337 000 km², ont subi, avec quelques années d'inertie hydraulique, la même évolution : des années 1950-1968 caractérisées par de forts débits, puis une période de disette hydrologique qui s'est poursuivie jusqu'au début des années 1990. La construction du barrage de Manantali, mis en eau en 1988 brouille un peu l'évolution de la remontée des débits post sécheresse, mais celle –ci est pratiquement achevée et on peut compter à

nouveau sur un débit moyen de 650 m^3/s du fleuve à l'embouchure, ce qui assure un volume annuel de 20 km^3 d'eau, plus du double des volumes pris en compte, durant la sécheresse, pour la gestion des eaux du fleuve et le partage entre les 3 pays (devenus 4 en 2006 avec l'arrivée de la Guinée dans l'OMVS) attributaires de l'eau.

La mise en eau du barrage n'a pas amélioré la protection des habitants de la vallée face aux inondations, et l'exacerbation de la mousson et des évènements extrêmes, de même que la croissance démographique, font qu'un nombre croissant d'habitants, d'agriculteurs et d'acteurs de la vallée sont victimes et sinistrés, chaque année, du fait des inondations…

Comme les auteurs de cet atlas l'ont bien montré, l'évolution ancienne et récente du delta fait la part belle à des évolutions profondes tant climato-hydrologiques (la phase hyper humide suivie de la longue sécheresse et du retour à une « moyenne » qui n'a rien d'une « normale ») qu'humaines, avec la construction des barrages (1986-88), l'invasion du typha qui en est découlée, l'ouverture expresse de la brèche dans la Langue de Barbarie en 2003, les endiguements, les protections anti érosion côtière, les usines de farine de poisson, autant d'évènements importants qui ont beaucoup affecté les espaces, les eaux, la biodiversité et les ressources aquatiques, marines ou continentales, du delta.

Surtout, des projets très importants pointent leur nez, qui ne manqueraient pas d'avoir des impacts majeurs sur ces espaces, ces eaux, ces ressources, s'ils venaient à être réalisés : port en eau profonde, mise en navigabilité du fleuve, barrage de Gourbassi sur la Falémé, et surtout, l'exploitation programmée (peut être juste retardée par la pandémie du COVID 19) du pétrole off shore, menaçant potentiellement les deux plus grandes richesses du Sénégal, le tourisme et la pêche.

Des risques vraiment naturels ?

L'érosion côtière, une réalité quotidienne…

Avant cela, avant ces grands projets qui pourraient, un jour, voir le jour, on sait que l'érosion côtière, comme l'érosion continentale, a toujours existé, elle fait partie du cycle géologique. L'excellent inventaire réalisé en 2010 par Faye permet de faire le point sur l'ensemble du littoral ouest africain, en suivant l'évolution du trait de côte. Mais plus récemment, et plus en phase avec les reportages poignants montrant les familles sinistrées de Guet Ndar perdant leur maison petit à petit et devant se reloger dans une zone inondable entre Cité Beauvert et Ngallele à l'autre bout de la ville et bien loin du quai de pêche, les deux thèses de Amadou Abou Sy (2013) et de Souleymane Niang (2017) sur l'érosion côtière et la salinisation des périmètres maraîchers dans la région de Saint-Louis, permettent de bien cerner les processus en cours, liés ou non à l'ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie en 2003.

L'urgence est bien sûr à Saint-Louis où le quartier des pêcheurs (Guet Ndar, cité ci-dessus) est menacé et régulièrement grignoté par la houle. On ne sait pas vraiment si l'ouverture de la brèche a pu agir sur l'érosion de ce quartier, mais comme il est situé en amont de la dérive, c'est fort peu probable. Le barrage de Manantali piégeant les sédiments non plus ne peut pas être impliqué puisqu'encore une fois, on est en amont /dérive de l'embouchure. Par contre, l'un et l'autre peuvent être impliqués dans l'érosion observée en aval/dérive de l'embouchure, dans le Gandiolais (voir encart). Et surtout, concernant Guet Ndar, les actions menées en amont/dérive côté sénégalais (digue de protection du nord de la presqu'île) comme côté mauritanien (port de Nouakchott, port militaire de Ndiago), ont, elles, coupé l'approvisionnement en sédiments fournis par la dérive littorale et accéléré le processus. Le projet (très controversé : en effet, quelles marchandises pondéreuses va-t-on faire passer par le fleuve qui n'aurait pas pu passer par le chemin de fer Dakar-Bamako qui a lui-même été abandonné alors qu'il était amorti depuis des lustres ?) de mise en navigabilité du fleuve Sénégal, s'il est réalisé un jour, sera un frein de plus aux sédiments venus du bassin du fleuve destinés à alimenter la dérive littorale.

Ceci étant, Olivier Ruë a bien montré dès 2004 (Ruë, 2004) que le régime des vents avait changé à la fin du 20e siècle sur le proche Océan Atlantique Nord, provoquant une augmentation de la fréquence des houles de NO (voir encart). Facteurs naturels et anthropiques semblent donc œuvrer en commun pour menacer le littoral du delta.

Un dispositif vidéo expérimental a été installé par le LMI ECLAIRS, partenaire du LMI PATEO, au nord de la presqu'île de Saint-Louis pour suivre au jour le jour le processus d'érosion et de déplacement des matériaux sur le littoral.

La salinisation, mythe ou réalité

Les travaux réalisés ici par Ramatoulaye Ndiaye et Souleymane Niang montrent que la salinité est une réalité dans le delta du Sénégal. Dans le périmètre irrigué, deux thèses récentes viennent appuyer les observations présentées par Ramatoulaye Ndiaye. La thèse de Coumba Labo Ndiaye (2019) met le doigt sur l'insuffisance de l'encadrement technique des petits exploitants privés (des secteurs nommés PIP, petite irrigation privée) depuis le désengagement total de l'État dans la SAED en 1984, porté par le néo-libéralisme ambiant et jamais remis en question malgré l'échec patent de la riziculture de la vallée. Ici c'est le défaut de drainage, faute de soutien technique et financier, qui fait que les sols se salinisent. Une synthèse de données chiffrées officielles (SAED, OMVS, gouvernement du Sénégal) et de données fournies par des ONG et des chercheurs permet de dire que vers 2015, sur 110 000 hectares déjà équipés sur la basse vallée du Sénégal, 30 000 hectares étaient déjà perdus par salinisation. Rappelons que le barrage de Manantali a été dimensionné pour irriguer 240 000 hectares en double récolte au Sénégal, 120 000 hectares en Mauritanie et 15 000 hectares au Mali. Que seul un tiers de la surface initiale prévue ait été mis en culture, 33 ans après la mise en eau du barrage de Manantali, et ce, essentiellement en simple récolte, peut paraître comme un échec : un sixième du potentiel de production rizicole de la vallée seulement est exploité à l'heure actuelle. Ceci suffit complètement à expliquer l'échec de l'atteinte de l'autosuffisance en riz prévue pour 2017.

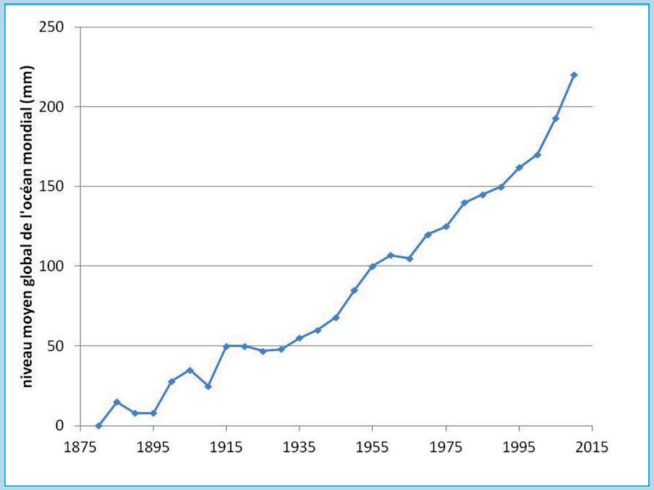
La thèse d'Ousmane Diouf (2020) vient combler un vide relatif de connaissance sur le fonctionnement de l'irrigation dans la vallée. Peut-être un sujet un peu tabou, en tout cas la mise en évidence d'une vérité qui n'est pas un cas isolé, loin de là !! Des agricultures irriguées existent depuis des milliers d'années dans les régions où le régime des pluies de type méditerranéen (où la pluie tombe en saison froide, donc hors de la saison végétative et cultivable) oblige à stocker l'eau pour pouvoir l'utiliser lors de la saison chaude (plaine de l'Indus, Mésopotamie, Egypte…). Dans ces régions, on pratique l'irrigation depuis 6 à 8000 ans sans discontinuer malgré des crises qui ont pu parfois faire tomber des dynasties ou des empires. L'homme du 20e siècle aura montré sur tous les continents (sud de la France, Italie, Espagne, Mexique, États-Unis surtout, Maroc, etc.) qu'il ne sait pas prendre exemple sur ce qu'on connait depuis 8000 ans, par exemple le drainage…. Le travail d'Ousmane Diouf vient montrer aussi combien, au-delà des solutions techniques, c'est tout simplement la gouvernance qui fait parfois défaut pour arriver à une bonne gestion d'un périmètre. Il met aussi en exergue, le rôle de l'absence de drainage comme principale cause de la salinisation des sols du bas delta ; son travail a le mérite de montrer d'autres facteurs de salinisation, tels que l'éloignement de la parcelle par rapport au canal d'amenée. Comme le travail de Coumba Labo Ndiaye, il renseigne en tout cas sur les causes de l'échec relatif de la riziculture de la vallée telle que voulue par les promoteurs (technocratiques ?) de l'aménagement du fleuve Sénégal. Cet échec souvent annoncé par une nombreuse littérature dès les années 80 (Descroix, 2003).

Il permet de relativiser la notion de « salinisation », très galvaudée en Afrique de l'Ouest depuis la fin de la sécheresse. Le retour des pluies à leur niveau moyen de long terme (Nicholson, 2013 ; Descroix et al, 2015 ; Descroix et al., 2018) permet bien sûr un dessalement des sols et des eaux et une dessalinisation générale des milieux et des agrosystèmes. La salinisation, quand elle est réelle, est due aux actions anthropiques, que ce soit dans le delta du Sénégal ou dans les estuaires de la Casamance et du Saloum (Descroix et al., 2020). Sinon, on assiste bien partout à une diminution de la salinité.

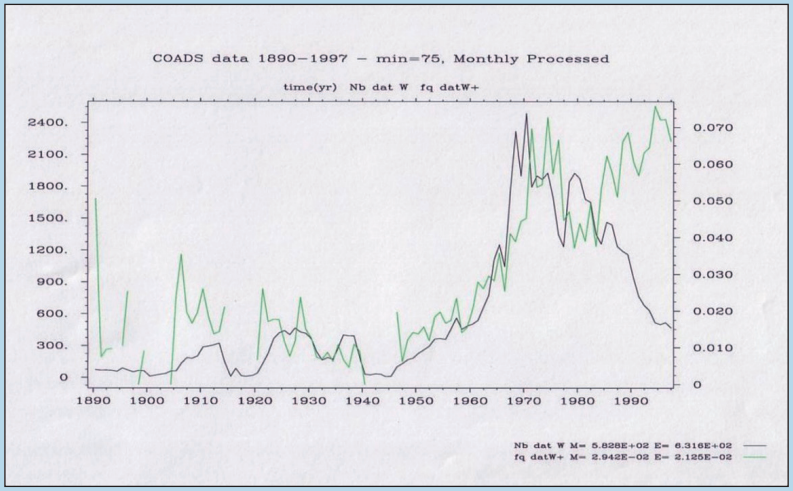
L'étude de Niang et Descroix, issue de la thèse de Niang (2017) constitue un exemple de la salinisation d'un agrosystème en lien avec deux actions de politiques publiques : les Niayes du nord ou Gandiolais, ont subi une salinisation initiée à la suite de la construction du barrage de Diama (Diakhaté, 1988) ; mais c'est surtout l'ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie en 2003 qui a entraîné une très forte salinisation, entraînant la ruine et l'abandon de milliers d'hectares de terres maraîchères devenues incultes en quelques années. L'ouverture, naturelle, celle-là, de la brèche dans la Pointe de Sangomar en 1987 a eu un effet bénéfique en diminuant fortement la salinité de l'estuaire du Saloum, elle a déclenché le renouveau de la mangrove dans toute la partie nord du delta (Senghor, 2017).

Encart

Érosion côtière, évolution des vents, houle, caméra LMI ECLAIRS, réussite du sauvetage du phare Pilot Barre



Elévation du niveau océanique depuis le 19e siècle.
D'après Anny Cazenave.



Augmentation de la fréquence des houles de Nord Ouest
sur le littoral ouest africain. D'après Ruë, 2004)

Le quartier de Khar Yalla, entre Cité Beauvert et Ngallele, où ont été relogés les sinistrés de Guet Ndar ayant perdu leur maison du fait de l'érosion côtière ; le quartier est inondé dès les premières pluies.
© Luc Descroix

La caméra video installée par le LMI ECLAIRS
sur le littoral du quartier Goxu Mbacc, au nord de la presqu'île
© Luc Descroix

Un exemple réussi d'action concrète de politique publique : le sauvetage du village de Pilote Barre par la recharge de sable en amont/dérive

© Luc Descroix

Le village de Pilote Barre était menacé par l'érosion côtière et plusieurs maisons avaient déjà été emportées début 2015 (voir ci contre). Afin d'éviter que ce village ne subisse le sort des villages de Keur Bernard et Doun Baba Dièye, la DEEC a tenté et réussi une opération de sauvetage par recharge de la plage en amont/dérive.

mars 2015

© Luc Descroix

mai 2016

© Luc Descroix

Le Département de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable a mené, fin 2015 et début 2016, une opération de sauvetage du petit village de Pilote Barre dans le Gandiolais, village menacé par l'érosion côtière. Une opération de recharge de la plage en amont/dérive du village par du sable apporté par des centaines de camions, a permis de reconstituer un stock sédimentaire devant le village (ici au niveau saillant du phare), ce qui a sauvé le village de la destruction.

L'invasion du typha

L'invasion du typha en lien avec la création d'un vaste plan d'eau douce permanent est aussi directement une conséquence d'une action de politique publique. L'article de Fatoumata Ndiaye est éclairant à ce sujet !

La réaction à cette invasion est en l'occurrence différente d'une rive à l'autre du fleuve. Si côté sénégalais, on favorise une coûteuse tentative d'éradication, sur la rive nord mauritanienne, on essaie d'en tirer profit en valorisant le typha sous forme de charbon de bois.

Encart

Les usines de farine de poisson : « quand le poisson du riche dévore celui du pauvre »

Le littoral ouest-africain a vu, ces dernières décennies, éclore une activité qui a contribué à décimer les bancs de poisson et la biodiversité marine dans un des plus riches upwellings de la planète en terme de productivité des produits de la mer. Soixante usines de farine et d'huile de poisson seraient actuellement en activité sur le littoral : une quinzaine sur le littoral du Sahara Occidental, une trentaine en Mauritanie, et une quinzaine en Sénégambie. Apparemment la plupart d'entre elles ont provoqué sur le tard une levée de boucliers et une forte opposition contre elles, mais trop tard, car une fois en activité…

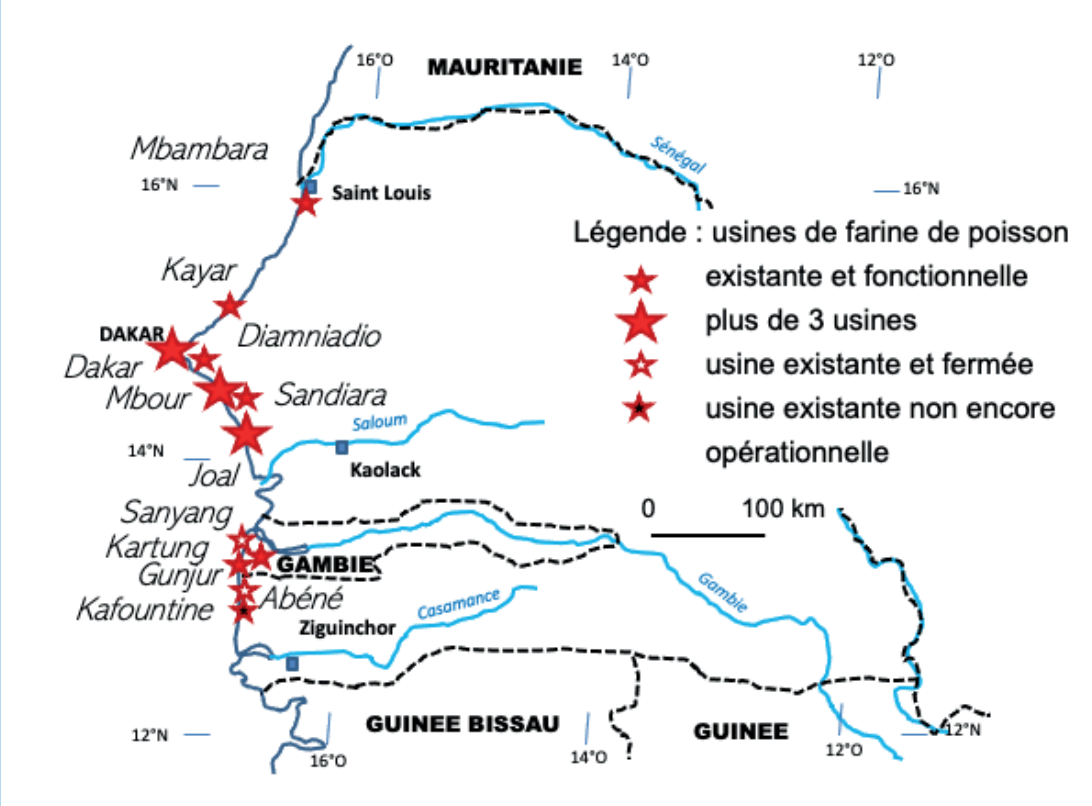
C'est une fois en activité qu'on découvre l'existence et la nocivité de ces usines :

- elles consomment annuellement 300 000 tonnes de « tout venant » en produits de la mer : tout type de poisson, mollusque, coquillages, etc. ; cela représente la moitié du tonnage pêché en Afrique de l'Ouest, officiellement ; car on ne connaît pas le vrai tonnage de poisson pêché par les chalutiers autorisés à prélever des quotas de pêche dans les eaux très riches du courant froid des Canaries ; il est probable que le tonnage pêché soit entre 2 et 5 fois plus important que celui autorisé par les quotas ;

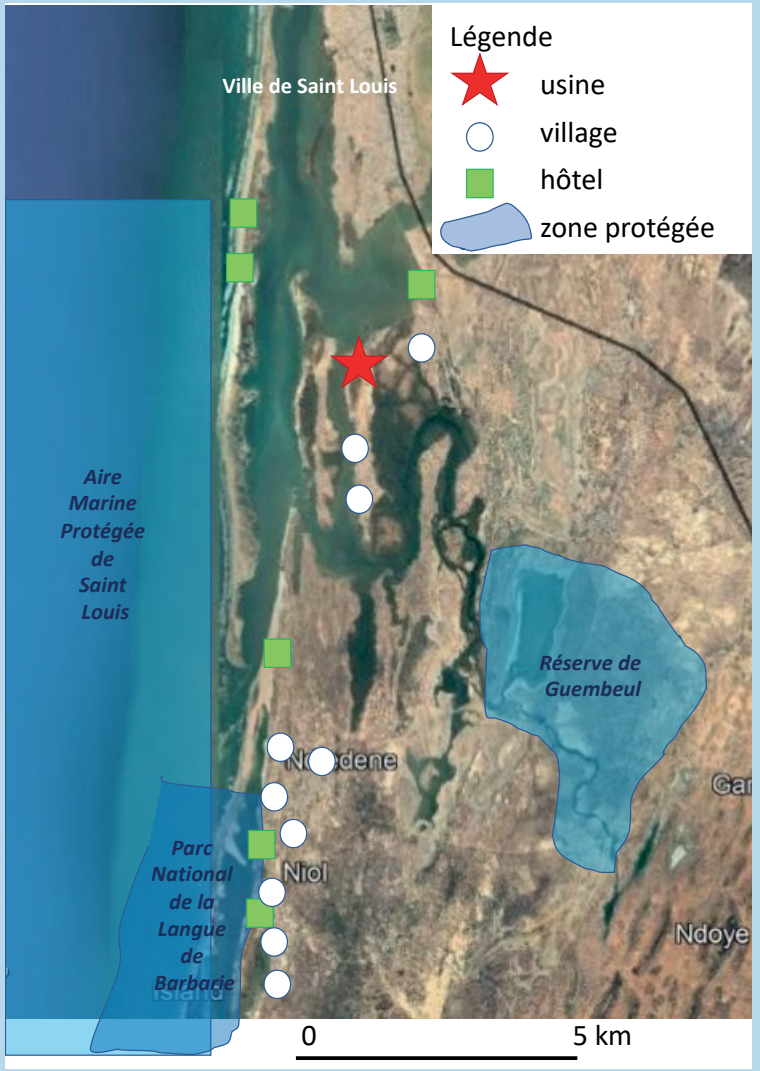
- les pêcheurs sont attirés par les prix attractifs au début offerts par les usines, qui leur évite de se battre pour vendre le poisson ou chercher à le conserver, une fois débarqué : les usines prennent TOUT ! ; d'où une course au tonnage et un ratissage exacerbé des fonds marins, surtout dans la zone proche des côtes où la distance courte limite les frais de carburant ;

Prenant tout et vendant tout, les pêcheurs lèsent avant tout leurs moitiés ou en tout cas les « transformatrices » des poissons invendus ou des sardinelles, transformées en général en poisson séché exporté dans toute la région ouest africaine. Plusieurs dizaines de milliers de femmes ont déjà perdu leur travail, plutôt bien rémunéré (12 500 francs CFA, soit 20 euros par jour pour la patronne du four, 3 à 4 000 FCFA, soit 4,5 à 6 euros par jour pour les ouvrières, des niveaux de salaire plutôt élevés dans la sous-région), faute de poisson à fumer ;

- les usines ont parfois été invitées à s'installer par des notables, des élus ou des chefs de village, des députés ou des maires ; mais ce ne sont pas eux qui souffrent ensuite des odeurs pestilentielles dégagées par ces usines, ni de la forte pollution qu'elles génèrent.... À Mbambara, dans le Gandiolais, des villages et hameaux situés à plus de 3 kilomètres sous le vent de l'usine ont porté plainte du fait des odeurs.



Carte de localisation des usines de farine de poisson en Sénégambie



L'environnement de l'usine de farine de poisson de Mbambara

L'usine de farine de poisson de Mbambara
© Luc Descroix

De telles usines ont vu le jour sur tout le littoral ; les dernières en date auraient dû défrayer les chroniques. Une telle usine a été bâtie en 2017 à Abéné en Casamance, dans une aire marine protégée.... Son permis de construire stipulait une demande pour une unité de congélation. Quand les ouvriers ont compris qu'ils construisaient des fours, ça s'est ébruité et la DREEC a fait fermer le chantier pour cause de non-conformité. Mais l'investisseuse chinoise a poursuivi le chantier (la nuit et avec des ouvriers chinois uniquement) jusqu'à achever l'usine. Les machines et les sources d'énergie ont été apportées la nuit de Gambie où l'entreprise avait été contrainte de fermer une même usine devant les plaintes des habitants et de l'administration, en raison de nuisances sévères causées par le fonctionnement de l'usine. En gros les investisseurs pratiquent le dumping social et environnemental, déplaçant leurs machines polluantes au gré de l'acceptation résignée de la population locale... plus souvent au gré de l'accueil d'un élu ayant cru aux créations d'emplois promises... L'usine a finalement été autorisée à fonctionner un mois à l'essai mais la population a été tellement incommodée par l'odeur terrible des dépôts de suie grasse dans tout le village que l'usine a été arrêtée sur ordre administratif. Les effluents de 5 jours de fonctionnement ont gravement pollué et endommagé une partie des rizières du village. Comme il restait des intrants à écouler, la patronne a refait fonctionner l'usine durant 6 ou 7 heures, quelques jours plus tard, la nuit ; cette fois les effluents ont été déversés directement dans la mer, provoquant une surmortalité de poissons, retrouvés mort sur la plage... À chaque fois, l'usine a tourné avec une douzaine, au maximum d'ouvriers chinois. Mais l'investisseuse avait annoncé la création d'au moins 60 emplois... La leçon n'a pas trop porté... à 8 km au sud est achevée depuis 2020 la plus grande usine de farine de poisson de Sénégambie, sur le quai de pêche de Kafountine, déplaçant pour cela 1 500 transformatrices de poisson, mais de manière très provisoire puisque les 8 à 9 000 femmes travaillant sur le quai de pêche savent qu'elles perdront leur travail dès la mise en fonctionnement de l'usine.

Demain, le pétrole ?

L'exploration géologique a mis en évidence la présence de champs gaziers et pétroliers off shore rentables (aux conditions de prix du pétrole de 2019..) au large de Saint-Louis, de Cayar et de Sangomar.

Une opportunité pour le Sénégal et la Mauritanie ? probablement, mais aussi la promesse de menaces sérieuses pour les deux activités phares et créatrices d'emploi du littoral : la pêche et le tourisme..

D'autres projets fous ?

En lien ou pas avec le projet de rendre navigable le fleuve Sénégal, un port en eau profonde est prévu dans le nord de Saint-Louis, juste au sud de la frontière mauritanienne. Un éléphant blanc ? pour importer/exporter quel trafic ? quelles marchandises ?

Une résilience sous-estimée ?
La mangrove comme agrosystème d'avenir ?

On ne le dit jamais assez, mais la mangrove ouest africaine est en pleine forme et en pleine phase d'extension. Saint-Louis est de plus en plus cernée par les mangroves, de même que toutes les parties amphibies du Gandiolais. Plus au Sud la mangrove de Somone, et surtout, celles du Saloum et de Casamance, ont complètement repris les surfaces perdues durant la sécheresse ! 96 % de cette croissance est spontanée, en lien avec le retour des pluies dès la fin des années 1980, avec l'élévation du niveau océanique qui facilite l'entrée de plus grosses masses d'eau à 35 g/l de sel dans des estuaires où la salinité est deux à quatre fois plus forte, avec les progrès de la gouvernance (les femmes transformatrices n'utilisent plus le bois de mangrove pour fumer le poisson, depuis le début des années 2000) ; les reboisements ont joué leur rôle, mais ne représentent qu'à peine 4 ou 5% de la surface gagnée par la mangrove depuis le début des années 1990 (Conchedda et al., 2007 ; Andrieu, 2008 ; Dièye et al., 2013 ; Andrieu et al 2018 et 2020 ; Fent et al., 2019).

La mangrove constitue ainsi un formidable milieu amphibie, transformé mais plein de vie et d'avenir !

Références

Andrieu J., 2008. Dynamiques des Paysages Dans les Régions Septentrionales des Rivieres-du-Sud (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau), Ph.D. Thèse, Université de Paris: Paris, France, 524 p.

Andrieu J., 2019. *L'évolution de la Mangrove (1979–2019) du Saloum au Gêba, par Télédétection*; Communication to the International Colloque Vulnerability of Societies and Environment of Coastal and Estuarine West Africa Held on in Ziguinchor (Senegal) from 19–22 November 2019. in press LMI PATEO Ed/L'Harmattan, Dakar, Senegal.

Conchedda G., Durieux L., Mayaux P., 2008. An object-based method for mapping and change analysis in mangrove ecosystems. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, *63*, 578–589 doi:10.1016/j.isprsjprs.2008.04.002.

Descroix L., 2003. « Gestion de l'eau ou aménagement de l'espace ? : la fonction hydrologique d'un territoire ». *In* Eaux et territoires : tensions, coopérations et géopolitiques de l'eau. Sous la dir. de F. Lasserre et L. Descroix. Avec la coll. de J. BURTON. Ressources Renouvelables. Paris : L'Harmattan, pp. 177-219.

Descroix L., Diongue Niang A., Panthou G., Bodian A., Sané Y., Dacosta H., Malam Abdou M., Vandervaere J.-P., Quantin G., 2015. Evolution récente de la mousson en Afrique de l'Ouest à travers deux fenêtres (Sénégambie et Bassin du Niger Moyen). *Climatologie*, 12 :25-43.

Descroix L., Guichard F., Grippa M., Lambert L.A., Panthou G., Gal L., Dardel C., Quantin G., Kergoat L., Bouaïta Y., Hiernaux P., Mahé G., Vischel T., Pellarin T., Faty B., Wilcox C., Malam Abdou M., Mamadou I., Vandervaere J.-P., Diongue-Niang A., Ndiaye O., Sané Y., Dacosta H., Gosset M., Cassé, C., Sultan B., Barry A., Amogu O., Nka Nnomo B., Barry A., Paturel J-E., 2018. Evolution of surface hydrology in the Sahelo-Sudanian stripe: An updated synthesis. *Water,* 10, 748, doi: 10.3390/w10060748.

Descroix L., Sané Y., Thior M., Manga S-P., Ba B. D., Mingou J., Mendy V., Coly S., Dièye A., Badiane A., Senghor M-J., Diedhiou A.B., Sow D., Bouaita Y., Soumaré, S., Diop A., Faty B., Sow B.A., Machu E., Montoroi J-P., Andrieu J., Vandervaere J-P., 2020. Inverse estuaries in West Africa: an evidence of the rainfall recovery? . *Water* Tropical and Mediterranean Hydrology special issue 12, 647; doi:10.3390/w12030647.

Diakhaté M.M., 1988. « *Écodynamique des milieux et effets d›impact potentiels du barrage de Diama dans le delta du fleuve Sénégal*», thèse présentée pour le doctorat (nouveau régime) à l'université Lumière Lyon II, 401p.

Dièye E.B.; Diaw A.T.; Sané T.; Ndour N., 2013. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. Dynamics of the Saloum estuary mangrove (Senegal) from 1972 to 2010. *Cybergeo Eur. J. Geogr. Environ. Nat. Paysage* doi:10.4000/cybergeo.25671. Available online: http://cybergeo.revues.org/25671 (accessed on 02 March 2017).

Diouf O., 2020. Les « territoires salés » de l'eau du delta du Sénégal : Cartographie et pratiques de gestion dans les périmètres irrigués du Gorom-Lampsar. Thèse Université d'Orléans, 291 p.

Faye I.B.N., 2010. Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par photointerprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes. Thèse UBO, 392 p.

Fent A., Bardou R., Carney J., Cavanaugh K., 2019. Transborder political ecology of mangroves in Senegal and The Gambia. Global Environmental Change 54, 214-226. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.01.003

Ndiaye ép Diop C.L., 2019. La gestion des eaux d'irrigation et de drainage dans les Périmètres Irrigués Privés du Delta du Fleuve Sénégal : Suivi des impacts sur les sols et les ressources en eau. Thèse UGB, 178 p.

Niang S., 2017. Dégradation chimique et mécanique des terres agricoles du Gandiolais (littoral Nord du Sénégal) et analyse des dynamiques actuelles d'adaptation. Thèse UGB, 357 p.

Nicholson S.E., 2013, The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *ISRN Meteorol.* 453521; doi:10.1155/2013/453521.

Ruë O., 2004. Evolution du régime des Côtes en Afrique de l'Ouest. Note de travail interne, Parc National du Banc d'Arguin. 23 p.

Senghor M.J., 2017. Contribution à l'étude de la salinisation des eaux souterraines de la zone côtière du Sénégal : mémoire de master, université Senghor francophone d'Alexandrie, 57 p.

Sy A.A., 2013. Dynamiques sédimentaires et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiol, littoral Nord du Sénégal. Thèse UGB, 328 p.

Cet ouvrage est issu de plus de dix années de collaboration entre l'Université Gaston Berger de Saint-Louis au Sénégal et l'UMR PALOC (IRD/MNHN, France) avec leurs partenaires non académiques, dans le cadre du Laboratoire Mixte International PATEO « Patrimoines et Territoires de l'eau » et SIRENA, « Système d'Information Système d'Information pour la gestion des Ressources Naturelles et espaces du Delta »
Il rassemble les contributions d'une vingtaine d'auteurs à l'expertise complémentaire, de la compréhension des dérèglements climatiques à l'analyse des effets contrastés des aménagements modernes et des politiques de conservation du patrimoine naturel et culturel : les barrages pour régulariser le régime du cours d'eau et faciliter l'irrigation, l'ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie pour sauver la ville de Saint Louis d'une inondation historique, la protection des espaces refuges pour les oiseaux d'eau, l'éradication ou la valorisation du typha, etc.

Cet atlas se penche également sur les dynamiques d'urbanisation et d'intensification de l'agriculture, que connaissent les terres du delta, ainsi qu'aux problématiques sociales comme la santé et l'éducation, primordiales pour une gouvernance durable et juste de cet espace singulier.
Donner des éclairages originaux et actualisés du delta du fleuve Sénégal pour accompagner les acteurs locaux, paysans comme citadins, et éclairer les décisions est la principale ambition de cet atlas collaboratif.

Au-delà de l'exemple du delta du fleuve Sénégal, cet atlas propose un outil de co-construction de recherche-actions et s'adresse à toutes les personnes engagées face à l'urgence des changements globaux.