



HAL
open science

Le bas delta du fleuve Sénégal face aux risques de dégradation et conflits d'usage dans un contexte de restauration des écosystèmes et des activités. Approche par les outils d'analyse spatiale

Aude Nuscia Taïbi, Mohamed El Habib Barry, M. Senghor, Aziz Ballouche,
Gérard Moguedet

► **To cite this version:**

Aude Nuscia Taïbi, Mohamed El Habib Barry, M. Senghor, Aziz Ballouche, Gérard Moguedet. Le bas delta du fleuve Sénégal face aux risques de dégradation et conflits d'usage dans un contexte de restauration des écosystèmes et des activités. Approche par les outils d'analyse spatiale. Journées d'Animation Scientifique de l'AUF (JAS'09) "Imagerie Satellitaire Multisource : Approches Méthodologiques et Applications", AUF et Université H. Boumedienne Alger, Nov 2009, Alger, Algérie. hal-01105417

HAL Id: hal-01105417

<https://hal.science/hal-01105417>

Submitted on 22 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le bas delta du fleuve Sénégal face aux risques de dégradation et conflits d'usage dans un contexte de restauration des écosystèmes et des activités. Approche par les outils d'analyse spatiale.

Taïbi A.N.¹, Barry M.H.², Senghor M.W.², Ballouche A.², Moguedet G.²

1- CARTA-ESO, UMR 6590 du CNRS,

Université d'Angers, MSH, 5 bis Boulevard Lavoisier, 49000 Angers (France)

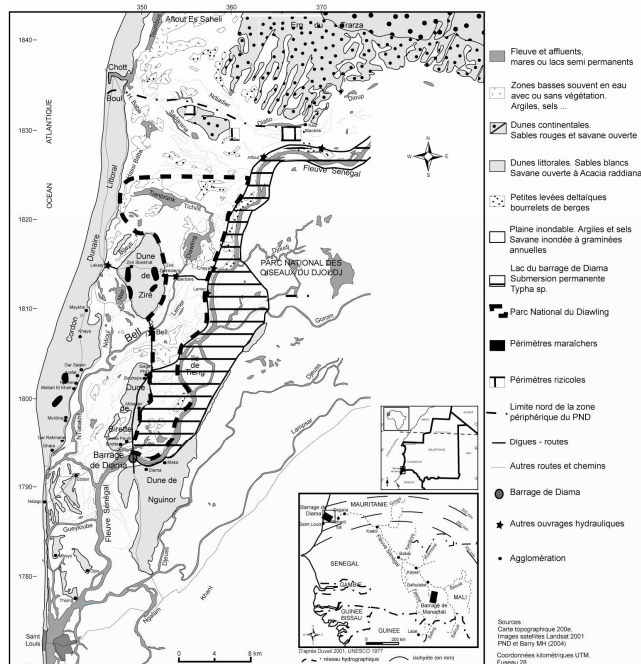
Auteur pour correspondance : nucia.taibi@univ-angers.fr

2- LEESA, barrymohamed@yahoo.fr, aziz.ballouche@univ-angers.fr, gerard.moguedet@univ-angers.fr, mamadouwaly@yahoo.fr

Introduction

Les graves conséquences environnementales et socio-économiques de la sécheresse des années 70 dans le fleuve Sénégal, ont amenés les autorités des pays riverains à aménager la vallée (barrages de Manantali en amont et de Diama dans le bas delta) pour y développer une agriculture irriguée. Si la construction de ces barrages a eu des conséquences positives dans un premier temps, elles se sont ensuite révélées négatives à la fois pour les populations et les ressources naturelles dans le bas delta du fleuve Sénégal (fig. 1).

Figure 1 : Localisation du Parc National du Diawling et du Bas delta du fleuve Sénégal



La maîtrise des eaux du fleuve a permis une amélioration économique conséquente, avec le développement de la riziculture sur de grands périmètres irrigués aménagés par des institutions d'Etat. Mais la perturbation du fonctionnement hydrologique du fleuve et de ses zones humides qui en a résulté, combinée avec les effets de la sécheresse, a aussi engendré des conséquences graves et immédiates dans le bas delta (Michel *et al*, 1993; Duvail, 2001; Barry, 2004 ; Taïbi *et al*, 2006). En effet, le milieu biophysique s'est rapidement dégradé avec des processus de salinisation en aval du barrage, des processus éoliens, ainsi que la dégradation quantitative et qualitative de la flore et de la faune halieutique et ornithologique. Sur le plan socio-économique, l'altération des écosystèmes a fait disparaître la plupart des activités traditionnelles qui y étaient liées, notamment la cueillette (*Sporobolus*, gousses d'*Acacia nilotica*...) et l'artisanat qui en dépendent. La pêche est également devenue de plus en plus difficile avec la diminution des captures et à cause des plantes envahissantes réduisant les espaces de pêche. C'est dans ce contexte de dégradation des écosystèmes et de la qualité de vie des populations qu'a été créé en 1991 par le

gouvernement mauritanien, le Parc National du Diawling dans le bas delta mauritanien du fleuve Sénégal, avec pour vocation de concilier la protection de l'environnement et le développement socio-économique des collectivités locales. Des études diagnostiques récentes (Taïbi *et al*, 2006), s'appuyant sur des analyses diachroniques d'images satellites multitudes et multicapteurs et de photo aériennes, vérifiées et complétées sur le terrain par des enquêtes et entretiens auprès des populations et des gestionnaires du Parc, ont montré que si la mise en place du PND a permis une réhabilitation du Bas Delta, de nombreux problèmes environnementaux subsistent et les conditions de vie des populations restent encore difficiles malgré une amélioration sensible. Le PND doit aussi affronter des difficultés de gestion importantes freinant son bon fonctionnement. Le grand défi du parc aujourd'hui est de pérenniser une gestion qui concilie les activités d'exploitation des ressources naturelles, base de l'économie locale, et la conservation de la biodiversité qui est l'une de ses vocations majeures, sachant que cet espace est considéré comme une zone humide d'importance internationale par la convention Ramsar.

C'est dans ce contexte que nous avons mis en œuvre un Système d'Information Géographique intégrant des données environnementales et socio-économiques issues de traitements d'images satellites, du terrain et de cartes mentales des ressources et des calendriers d'usages. La confrontation de l'état actuel du milieu et des usages qui en sont faits et leur dynamique, permet de mettre en évidence la sensibilité écologique de ces milieux (susceptibilité à la dégradation) ainsi que les actuels ou potentiels conflits d'acteurs et d'usages de ces espaces et ressources, dans un contexte de multi-usage et de leur raréfaction en liaison avec les changements climatiques et l'accroissement observé de la population. Il s'agit également in fine de donner des clés aux gestionnaires du parc pour optimiser la gestion de ce territoire.

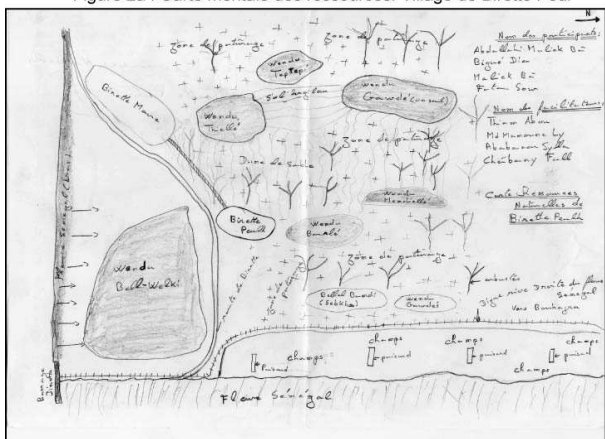
Matériel et méthode

La méthodologie d'analyse et de suivi des milieux et des ressources est basée sur des traitements d'images satellites et de photos aériennes, couplés à des travaux de terrain d'observation et d'enquêtes. Les données ainsi collectées ou créées ont été ensuite intégrées et croisées dans un SIG. La caractérisation des états de surface, particulièrement des formations végétales, a été réalisée à l'aide d'une série d'images satellites et photos aériennes et vérifié sur le terrain. Ces données images ont également servi pour le suivi diachronique rétrospectif de la dynamique paysagère (notamment dégradation ou régénération) et de l'occupation du sol depuis la période avant barrage au cœur de la sécheresse (Landsat MSS 09-1979), la période après barrage (Landsat TM5 01-1987), quelques mois après la création du PND (SPOT2 12-1992) et 10 ans après sa création (SPOT4 10-2001 et ETM+7 10-2001). Cette

dernière date couplée à des images Quickbird téléchargées sur Google Earth et géoréférencées sous MapInfo, ont servi de base pour le fond cartographique du bas delta en raison de l'imprécision et l'ancienneté des cartes topographiques disponibles sur la zone (1/200 000), et de « point zéro » pour le suivi diachronique rétrospectif. Les photos aériennes de 1954 ont permis de remonter plus loin dans le temps, avant la sécheresse. Les infrarouges de 1980 ont apporté leur résolution très fine pour le suivi des formations végétales et des activités. Des chaînes de traitements d'images satellites simples ont été mises en œuvre, avec divers indices thématiques (NDVI : $PIR-R/PIR+R$, minéralisation R^2+PIR^2) et des traitements classiques par analyses en composantes principales, classifications et compositions colorées.

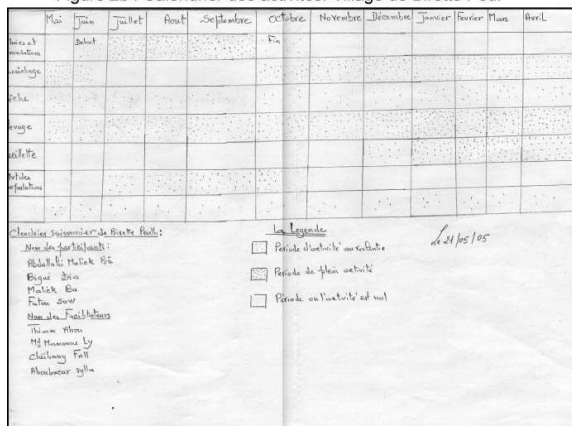
Le deuxième volet méthodologique est basé sur des enquêtes et entretiens ou procédant de la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARPA) auprès des différents villages et/ou populations impliquées (groupes d'usagers) du PND et sa périphérie. L'objectif était de mettre en évidence les usages des espaces et ressources ainsi que leur perception par leurs usagers à travers des cartes mentales ; cartes des ressources naturelles (fig 2a) présentant la perception de la localisation et du type de ressources utilisées et identifiant les principales activités, et pointant les espaces exclusifs ou partagés, leur utilisation, leurs usagers pendant l'année ... ;

Figure 2a : Carte mentale des ressources. Village de Birette Peul



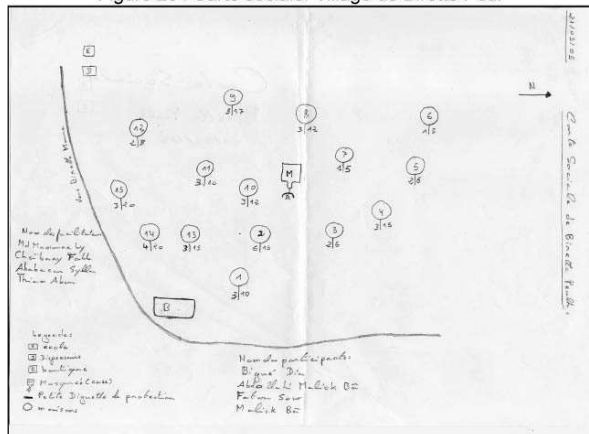
de calendriers d'usage saisonnier des espaces et ressources naturelles réalisés pour chaque catégorie d'usager des ressources (fig. 2b) ;

Figure 2b : Calendrier des activités. Village de Birette Peul



de cartes sociales (fig. 2c) permettant de collecter des données démographiques, sur les infrastructures et sur le cheptel.

Figure 2c : Carte sociale. Village de Birette Peul



Des entretiens ont été réalisés conjointement auprès des gestionnaires « institutionnels » du PND.

Dans un troisième temps, ces données thématiques issues des cartes mentales, des images satellites et photos aériennes et du terrain ont été intégrées et croisées dans un SIG permettant d'identifier les éléments de risque présents dans le bas delta Mauritanien du fleuve Sénégal, en lien avec la gestion de cet espace complexe, spécifiquement ceux liés à la dégradation du milieu et aux conflits d'usage des ressources naturelles et de l'espace. Pour les risques de dégradation, nous avons dans un premier temps identifié et spatialisé à partir des cartes mentales, les activités susceptibles d'exercer une pression sur le milieu et les ressources. Il s'agit des activités extractives de cueillette, de collecte de bois et de pêche, de l'élevage et du maraîchage. Les pressions exercées ont aussi été mises en évidence en utilisant les données quantitatives de population et de cheptel, reportées par village et par terroir villageois, dont les limites approximatives ont été définies à partir des cartes mentales (fig. 6). Même si l'impact du facteur démographique doit être nuancé et a été souvent remis en cause (Gendreau *et al*, 1996), il reste néanmoins un élément explicatif majeur des processus de dégradation dans le bas delta. Quatre classes de nombre d'habitant ont été créées et appliquées à l'échelle des terroirs, définissant différents degrés de pression (0-100 hab : faible, 100-300 hab : moyenne, 300-500 hab : forte, >500 hab : très forte). Ces pressions exercées par la population ont également été graduées selon une distance susceptible d'être parcourue par un individu pour ses activités extractives à partir de son village, variable selon les ressources concernées. Ainsi les pressions exercées sur les formations de savane pour la ponction de bois de feu et d'œuvre ont été subdivisées en trois degrés de pressions, définis à partir des cartes mentales (distance 0-150m : pression très forte, 150-500m : forte, 500-1000m : moyenne). Pour les formations de mangroves, cette distance est plus importante, les très fortes pressions se localisant dans une zone de 0 à 500m, puis se réduisant de 500m à 1000m, jusqu'à 2000m au delà de laquelle la pression est minimale. Le même principe a été appliqué pour la pression exercée par le cheptel avec quatre classes de nombre de tête de bétail (< 500 têtes, 500-2000 têtes, 2000-5000 têtes et > 5000 têtes), et appliquées à chaque terroir villageois. Le bétail rentrant chaque soir au village (à l'exception des dromadaires) et se déplaçant dans un rayon d'action dépassant rarement les 10 km, nous avons également défini des zones tampons

correspondant à différents degrés de pression selon la distance au village (0-500m : très fort, 500-1000m : fort, 1000-1500m moyenne). Nous avons défini un zonage autour des trois puits localisés au nord de la dune de Ziré où se concentrent en saison sèche la plupart des troupeaux du bas delta avec trois niveaux de pression décroissants à partir de chaque puits. La première zone a été estimée à une distance de 500 mètres autour des puits correspondant grossièrement sur les images à une zone à forte albédo significative de dégradation, et zone d'attente du bétail pendant la saison sèche pour s'abreuver. Enfin, des zones tampons de 100m ont été créés autour des pistes car elles tendent à concentrer les pressions de pâturage et de ponction de bois, démultipliant les risques de dégradation. Les conflits d'usage peuvent eux être liés à l'utilisation de mêmes ressources et espaces pour différentes activités au même moment, particulièrement lorsqu'ils s'exercent sur des ressources fragiles, dans un contexte de forte densité de la population et de la diversité des usages dans un espace restreint. Ils ont été mis en évidence par croisement des informations des multi-usages synchrones et des degrés de pression anthropique, issues des cartes mentales de ressources et les calendriers saisonniers.

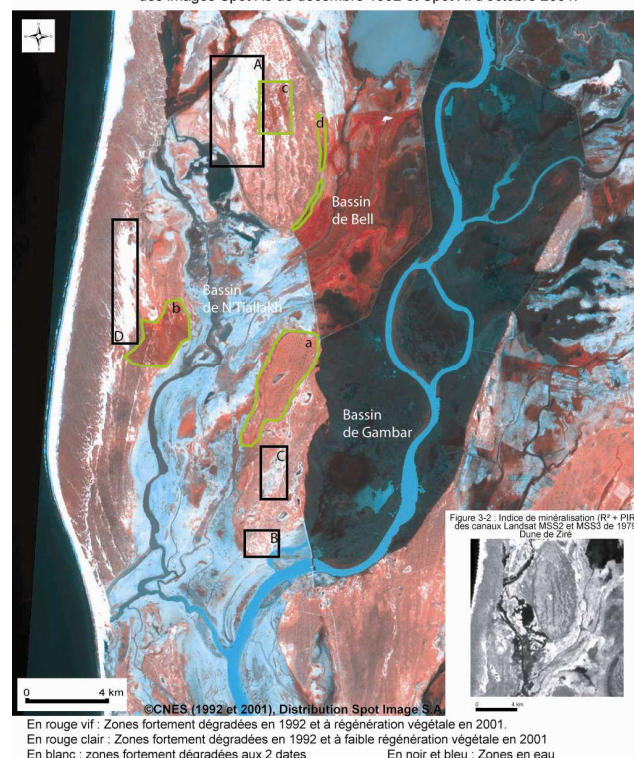
Des ressources naturelles régénérées après la restauration d'une inondation artificielle

Les diagnostics par télédétection et de terrain dans le bas delta du fleuve Sénégal (Taïbi *et al*, 2006) montrent que les objectifs du PND, créé en 1991, de restaurer les espaces dégradés du bas delta, ont été globalement atteints. La restauration d'inondations contrôlées depuis 1994 dans les deux bassins de Diawling et Bell, alimentés en eau à partir du fleuve Sénégal par des ouvrages hydrauliques vannés (fig. 1) et l'évacuant ensuite vers le bassin du Ntiallakh, adoucissant ses eaux soumises aux marées (Hamerlynck, 1996), associées à de meilleures pluies, a favorisé une bonne régénération de différents groupements végétaux en de nombreux sites, notamment dans les cuvettes (herbacées et mangrove) et sur les dunes (savane arborée et arbustive) (Hamerlynck et Duvail, 1999).

Ainsi la mangrove, considérée comme relique dans les années 90 dans le bas delta du fleuve Sénégal (Diawara 1997), montre aujourd'hui dans le PND et sa périphérie, un développement localisé rapide assez spectaculaire sur les rives du marigot du Ntiallakh et du fleuve jusqu'en face de Saint Louis au Sénégal. Cette régénération concerne *Avicennia germinans* comme *Rhizophora racemosa* (Gonzalez, 2005). Les formations herbacées annuelles et pérennes (*Sporobolus robustus* et *helvolus*, *Sueda mollis*, *Echinochloa*...) se développent aussi à nouveau après la décreuse dans les bassins du parc. De belles « prairies » à *Sporobolus robustus* monospécifiques s'observent à l'est du lac de Diawling et dans le bassin de Bell, à *Sporobolus helvolus* en rive droite du marigot de Bell, des cypéracées (*Carex*, *Cyperus* ...) au nord du lac de Diawling, *Sueda mollis* sur le bord est du lac de Diawling ou des pâturages à *Echinochloa* à proximité de la digue nord du parc. Mais la très forte variabilité interannuelle de développement de ces formations explique que les images satellites n'aient pas été utilisées pour leur spatialisation et que seules des « zones de développement potentiel » aient été définies. Les inondations ont aussi favorisé la fixation par des

chenopodiacées (*Arthrocnemum macrostachyum* et *Phyloxerus vermicularis*) des nebkas développées dans les bassins de Bell et de Diawling suite à l'exondation prolongée, limitant ainsi fortement les processus de déflation. Ces régénérations concernent aussi les formations de savane des dunes intérieures et de la dune littorale, soumises à une forte dégradation avec la sécheresse des années 70 et l'accroissement des pressions de surpâturage et de coupe de bois, conjugués, en bordure des dunes, aux problèmes de salinisation. Les savanes arborées à *Acacia tortilis*, *A. senegal*, *Balanites aegyptiaca* et quelques *Adansonia digitata* des dunes de Birette et Ziré et la savane arbustive à *Euphorbia balsamifera* de la dune littorale, associées au couvert herbacé à *Chloris prierii* et *Zygodhullum simplex* notamment, montrent un net regain sur les compositions colorées (fig. 3) des indices de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) de 1992 et 2001 (soit avant la reprise des inondations artificielles et 7 ans après).

Figure 3 : Composition colorée combinant les indices de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) des images Spot Xs de décembre 1992 et Spot Xi d'octobre 2001.



Partout sur la dune de Birette (sauf en bord de pistes ou à proximité des villages), la savane est relativement dense avec de nombreux *Balanites aegyptiaca*, *Acacia*, baobab et *Euphorbia balsamifera* et montre un tapis dense de graminées (*Cynodon* et *Schoenfeldia*). On y observe ainsi de très nombreux jeunes *Acacia raddiana* sur la partie ouest (fig. 3a). Une dense savane à *Acacia raddiana* et *Euphorbia* s'observe en bordure est de la dune littorale (fig. 3b) et sans *Euphorbia* sur la dune de Ziré (fig. 3c). Les gonakiers (*A. nilotica*) ont également repris en bordure des dunes intérieures, dans le bassin de Bell le long de la digue ouest et au sud-est de la dune de Ziré où il est associé à d'autres *Acacias* (fig. 3d). Par contre, les *A. nilotica* qui étaient morts dans les dépressions de la dune de Birette en raison de l'accroissement de la salinité, ne montrent pas de régénération (fig. 3C) car, à l'exception de 1999, la crue ne remonte plus jusque là depuis le sud.

Si cette recrudescence végétale se fait en général de façon spontanée, certains sites sont reboisés et/ou protégés par des mises en défens.

Les inondations artificielles ont également permis la restauration du potentiel halieutique qui a favorisé le retour des oiseaux migrateurs qui se comptent désormais en centaines de milliers (PND, 1998).

Ce sont in fine les valeurs écologiques qui ont bénéficiées de la création du PND et de l'inondation artificielle, mais aussi les valeurs sociales et économiques. En effet, toutes les activités « traditionnelles » étant essentiellement basées sur l'extraction des ressources naturelles, la régénération des écosystèmes dans le PND y a favorisé la restauration de ces activités communes et complémentaires dans le temps qui leur étaient étroitement liées. Les pêcheurs ont donc repris la pêche et les femmes la cueillette et l'artisanat (tissage de natte de *Sporobolus* et tannage de peaux avec des gousses d'*A. nilotica*). Enfin, les pâturages régénérés sont également de nouveau fréquentés. Se sont ajoutées de nouvelles activités comme le maraîchage sur les dunes ou l'écotourisme bien qu'encore peu important au PND, mais projeté comme dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj au Sénégal, et le commerce, créant une réelle dynamique de développement dans le bas delta. Le Parc et l'UICN, ONG principal bailleur de fonds, ont aidé à la reprise de ces activités en octroyant des aides aux différents groupes d'usagers.

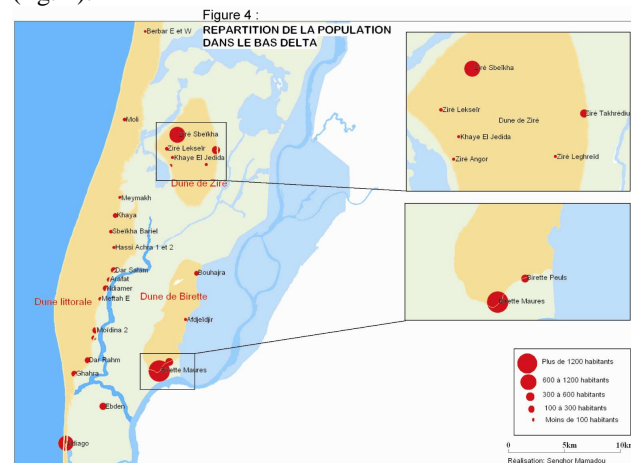
Il est légitime de penser que les conditions de vie actuelles des populations du PND sont meilleures qu'il y a quelques années. Le PND, grâce aux choix de gestion faits et l'implication des populations locales, semble avoir répondu à ses objectifs de restauration et préservation écologique du bas delta en conciliation avec l'amélioration de la qualité de vie des populations par le développement socio-économique des collectivités ayant traditionnellement des droits d'exploitation dans la zone.

Une nouvelle attractivité générant des pressions croissantes sur les ressources naturelles

La création et les actions du PND qui ont vu la restauration des milieux naturels, sont en vérité loin d'être suffisantes ni même garantir à terme de pouvoir lever tous les problèmes de dégradation identifiés sur le terrain et à travers les images satellites. Si globalement on peut parler de régénération des écosystèmes, de nombreux sites dégradés subsistent encore dans le bas delta, voire sont en phase de développement. On identifie ainsi aisément des zones à dégradation exacerbée au nord-ouest de la dune de Ziré en 2001 (fig 3A) et qui subsistait en 2007, ou au sud de la dune de Birette bien que plus limité autour du village de même nom (fig 3B) et sur la dune littorale (fig 3D). La localisation (proximité de villages peuplés) et l'évolution temporelle, notamment saisonnière, de ces sites à dégradation exacerbée des sols et du couvert végétal indiquent leur origine très vraisemblablement anthropique.

De manière générale la pression sur les ressources naturelles est élevée dans le bas delta, surtout du fait des densités humaines très fortes dans les seuls lieux habitables possibles que sont les dunes intérieures et littorales situées au dessus des prairies inondables submergées à chaque saison des pluies qui dure entre 2 et

4 mois, et qui sont presque inaccessibles à cette période (fig. 4).

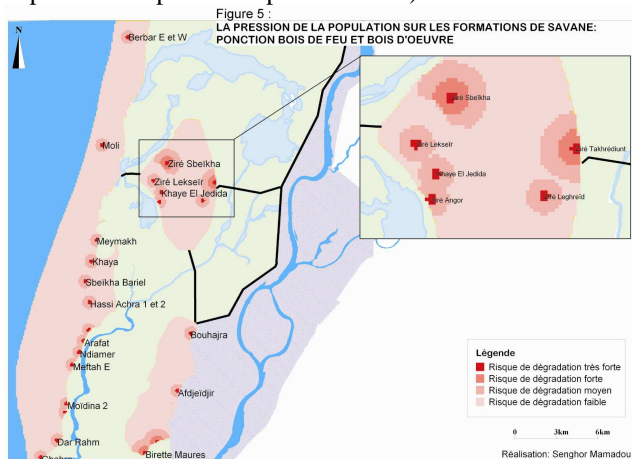


L'essentiel du peuplement se localise donc sur les dunes littorale, de Ziré et de Birette. On compte ainsi 54 et 49 habitants au km² pour les dunes de Ziré et de Birette. Ces chiffres peuvent être supérieurs au sud de la dune littorale où se concentrent la majorité des villages, sans compter les campements des transhumants en saison sèche. Ces densités sont certes relatives, mais suffisantes pour avoir des impacts importants sur l'environnement compte tenu des nombreuses activités extractives pas totalement contrôlées par le parc. Cette pression anthropique sur le milieu atteint son maximum sur les dunes littorale et de Ziré et Birette pendant l'hivernage car elle s'y concentre sur une partie réduite du territoire par ailleurs compartimenté par les digues, le barrage et la retenue d'eau. Pendant la saison sèche, après l'assèchement des prairies inondables, la population et le bétail se dispersent dans tout le bas delta et la pression est alors plus diffuse. Ceci étant, la régénération des écosystèmes n'ayant en grande partie concerné que le Parc et sa périphérie proche, cet espace, de fait très attractif, est soumis en saison sèche aussi à des pressions accrues par rapport aux espaces environnants. L'amélioration des conditions de vie, la diversification des activités, le développement des échanges avec l'ouverture des routes, qui constituent par ailleurs des éléments très positifs, ont d'un autre côté créé une forte attractivité nouvelle de la zone accroissant encore les pressions exercées sur les ressources. On note ainsi une nette augmentation de la population du bas delta, variable selon les villages. Pour la dune de Ziré, on comptait 107 habitants en 1980, contre 1925 en 2006, les tendances étant les mêmes sur les autres dunes. La période de transition saison humide et sèche est par ailleurs marquée par une circulation accrue de personnes avec le retour saisonnier des ressortissants locaux qui avaient émigré en ville et l'arrivée des immigrants temporaires des villages environnants (de Keur Macène et du Sénégal) attirés par « l'abondance » du moment.

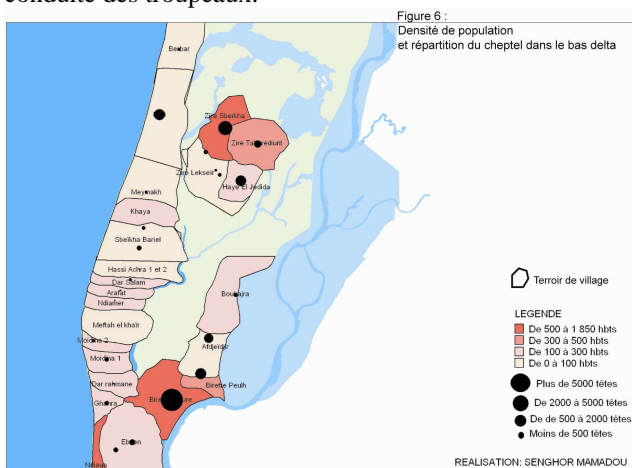
La charge animale et toutes les autres activités que supportent déjà le bas delta, et particulièrement les dunes, ont également augmentées comme la population, soumettant les ressources, notamment végétales, à des pressions plus intenses encore, qui sont à moduler selon la saison et selon la ressource concernée.

La première activité en cause est probablement le prélèvement qui s'exerce sur les formations de savane et

de mangrove, largement utilisées par les populations qui y trouvent du bois d'œuvre et de feu, du charbon, une ressource alimentaire, des pâturages pour le bétail ainsi qu'une intéressante pharmacopée. Elles sont de fait soumises à de fortes pressions anthropiques particulièrement exacerbées autour des villages (fig. 5) sur des distances variables selon la ressource concernée (la ponction sur la mangrove, moins fréquente, implique des déplacements potentiels plus lointains).



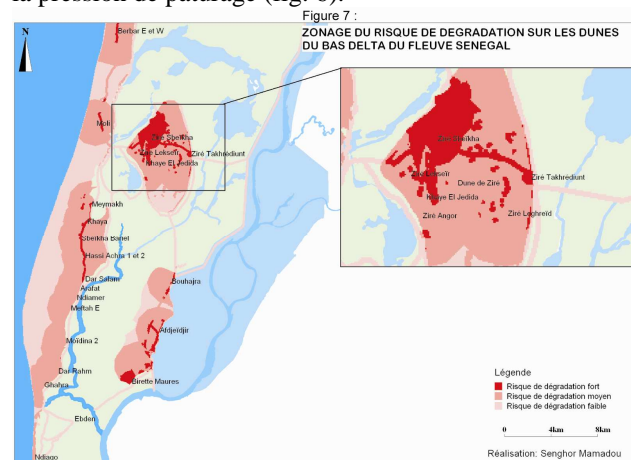
Ces pratiques se combinent avec les activités d'élevage qui ont repris et se sont développées (fig. 6), avec non seulement une augmentation de la charge pastorale, mais aussi un changement des pratiques et modalités de conduite des troupeaux.



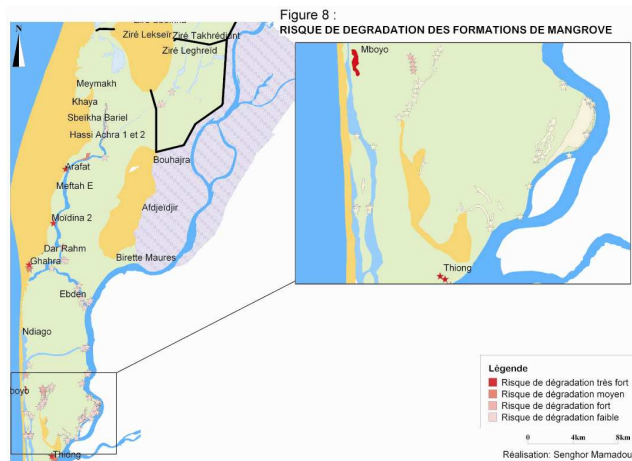
Deux types d'élevage cohabitent dans le bas delta, qui n'exercent pas les mêmes pressions sur les écosystèmes et donc ne jouent pas le même rôle dans leur dégradation potentielle. L'élevage transhumant constitué de bovins et de camélins a un rayon d'action relativement large, les animaux se déplaçant partout dans le bas delta, engendre une pression beaucoup plus diffuse que l'élevage domestique constitué d'ovins et de caprins qui représentent environ 2/3 du cheptel total du bas delta. Mais les distances parcourues pendant la transhumance, traditionnellement jusqu'à l'erg du Trarza, se sont beaucoup réduites depuis la sécheresse des années 1970, même si elle reste encore relativement importante. Dans les faits, les troupeaux restent pour l'essentiel aujourd'hui cantonnés même pendant la saison humide dans le bas delta. Parallèlement, on observe le développement de l'élevage local non transhumant stationnant sur place toute l'année. Les troupeaux sillonnent le bas delta en

empruntant les digues en saison humide ou en pataugeant dans l'eau en saison sèche comme les vaches et même les dromadaires pour brouter les pâturages à graminées dans le Diawling et le Bell ou à *Avicennia* dans le haut bassin du N'tiallakh. Cette pression permanente, accentuée pendant l'inondation sur les formations de savane des dunes, car s'exerçant sur un espace restreint, se traduit par une dégradation des sols par piétinement, et des formations végétales par surpâturage. Cet impact de l'élevage domestique est nettement perceptible autour des villages, car les petits ruminants y revenant tous les soirs, parcourent quotidiennement les périphéries des villages, avec un rayon d'action dépassant rarement les 10km. Par contre, le poids de l'élevage « transhumant » sur les écosystèmes n'a pu être déterminé qu'autour des trois puits localisés au nord de la dune de Ziré où les animaux se concentrent pendant la saison sèche. Il est également perceptible sur le terrain sur les formations de mangrove à travers l'importance des rejets et la physionomie des palétuviers.

Le croisement de ces pressions du bétail par terroir et par zones tampons autour des villages et des puits, avec la ponction de bois de feu, ainsi que les zones tampons autour des pistes, fait nettement ressortir la zone totalement à nu de la dune de Ziré (fig. 3A et fig. 7) décrite précédemment. La périphérie du village de Ziré Takrédient, localisé sur l'autre bordure de la même dune, ne montre lui pas de pressions aussi fortes. Sa population, moins importante (fig. 4), se dédie également essentiellement à la pêche, réduisant de fait probablement la pression de pâturage (fig. 6).



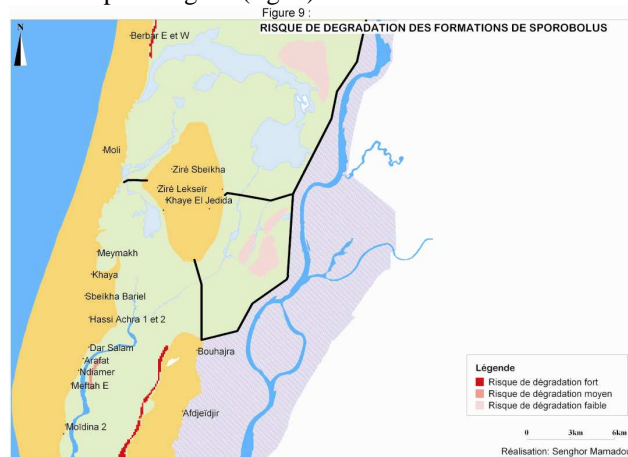
Par ailleurs, s'il ressort un liseré de risque fort de dégradation le long du cordon dunaire littoral entre Meïmakh et Dar Salam (fig. 7), la coïncidence n'est pas aussi parfaite qu'avec la zone à fort albédo (donc intensément dégradée) visible sur la composition colorée des indices de minéralisation de 1992 et 2001 (fig. 3D). La dynamique éolienne au niveau de la dune littorale est en effet probablement activée par le phénomène universel de la remontée du niveau marin qui génère la translation des deux cordons de la dune littorale vers l'intérieur des terres. Ces croisements de données sous SIG permettent de faire ressortir les mangroves soumises à de forts risques de dégradation (fig. 8), alors qu'elles ne se discriminent pas sur les images satellites à la différence de la savane, en raison des surfaces couvertes trop réduites.



Les sites les plus septentrionaux le long du marigot du N'Tiallakh, du fait de leur exposition au bétail des villages voisins, sont régulièrement broutés, particulièrement en saison sèche. Mais leur proximité du parc les préserve davantage des coupes abusives du fait des visites fréquentes des agents du parc, discutant avec les populations, recrutant des agents de surveillance au besoin, ce qui sensibilise davantage les populations et dissuade les coupes abusives qui sont dans l'ensemble faibles. Les sites à proximité de Arafat, Moïdina et Ghahra plus éloignés du parc, sont eux totalement soumis à la pression de ces villages. Sur l'île de M'boyo, deuxième grand site à *Avicennia* et *Rhizophora*, éloignée du parc et isolée par des cours d'eau saumâtre pérennes, les usages de la mangrove sont plus variés et relèvent davantage de la gestion traditionnelle des populations que d'une influence particulière du parc.

La cueillette est une autre activité, essentiellement féminine, qui occupe une place importante dans le bas delta. Elle concerne différentes espèces, mais seule l'exploitation du *Sporobolus* qui sert à la confection de nattes a été envisagée. Cette activité, en plein renouveau, s'exerce sur des ressources incomplètement régénérées et donc fragiles, par exemple dans la plaine inondable à l'ouest de la dune de Birette dans le N'tiallakh qui n'a pas été inondée depuis 1999, où les *Sporobolus* ne subsistent que sous forme de touffes broutées jusqu'à la racine car soumises à un surpâturage intense, ou au sud-ouest de cette dune, avec des chénopodiacées et autres espèces halophiles. On y observe d'ailleurs *Zygophyllum* attestant de leur salinité élevée en l'absence de lessivage. Par ailleurs, la régénération de *Sporobolus* reste très aléatoire d'une année à l'autre selon les pressions subies et la durée et l'importance de l'inondation (hauteur d'eau et durée) qui n'ont pas toujours été respectés ces dernières années ((Hamerlynck et Duvail, 2003). Les enquêtes auprès des groupes de cueilleuses indiquent d'ailleurs, malgré la reprise de l'activité, un degré de satisfaction globalement négatif du fait de cette fluctuation en quantité et en qualité de *Sporobolus*, convoité également par des populations pouvant venir de très loin (de Keur Macène). Cela entraîne des mécontentements des locaux qui ne manquent pas de pointer la faiblesse des moyens de surveillance du parc pendant qu'eux-mêmes essaient de respecter tant bien que mal le compromis de gestion mis en place.

On a défini des zones de dégradation potentielle de cette ressource en croisant les zones où *Sporobolus* a été observé avec les pressions de cueillette (nombre habitant/terroir et distance aux villages) et de pâturage. S'y ajoutent les informations concernant la fréquence des inondations. Les deux sites les plus éloignés des zones d'alimentation en eau douce par lâchers du barrage de Diama ou des ouvrages sur les digues du fleuve (bord ouest de la dune de Birette et NO du lac de Diawling) sont alors les plus fragiles (fig. 9).



Le site à l'est de Arafat, Ndiamer et Meftah, bien qu'alimenté par le marigot du N'tiallakh, est lui sous la pression de ces trois villages. Dès le début de la saison sèche, ces zones sont envahies par le bétail après la saison des pluies passée sur les dunes, qui consomme et piétine le *Sporobolus* en croissance. Les sites des bassins de Bell et du Diawling, régulièrement inondés et éloignés des villages, sont soumis à de faibles pressions.

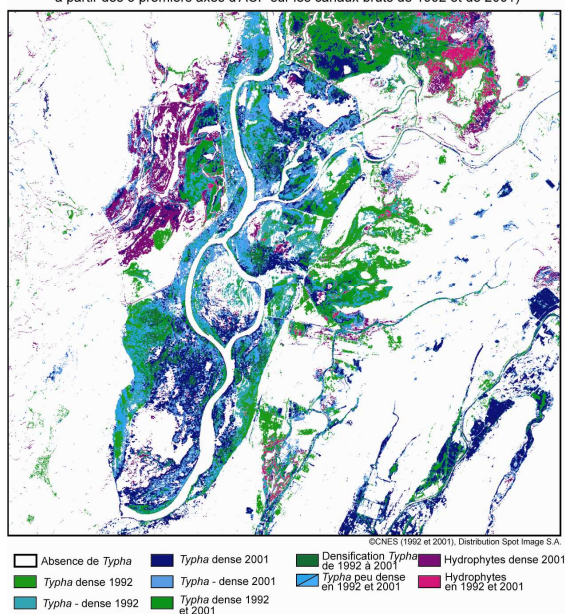
Parallèlement à ces activités traditionnelles, de nouvelles fonctionnalités génératrices de revenus ont été attribuées à ces territoires, notamment le maraîchage dunaire mais également l'écotourisme bien que très faible encore dans le PND comparativement au PNOD, et le commerce de denrées alimentaires variées. Là encore, si cette diversification des activités et l'ouverture de la route (digue rive droite) grâce au parc, ont entretenu et entretiennent encore un dynamisme perceptible dans le bas delta, elle a également généré de nouvelles formes de pression. Le maraîchage est une des activités qui s'est le plus développée ces dernières années sur les dunes côtière et de Ziré et Birette où il s'évalue à plusieurs centaines d'hectares cultivés régulièrement. Il ressort des observations terrain et entretiens, qu'il n'y a aucun suivi ni régulation de cette activité (défrichage, intrants...), en dehors de l'octroi potentiel de micro crédits aux associations plus spécifiquement féminines. Or, ces jardins se développent au détriment de la savane par défrichage préférentiellement autour des jardins actuels.

Le principal problème du manque d'espace a été encore accru par la salinisation dans le N'tiallakh et à l'aval du barrage de Diama et le développement des plantes invasives dans la retenue du barrage.

La prolifération en amont du barrage de *Typha sp.* associé à *Phragmites lotioides*, amorcée très tôt après la mise en place du barrage, n'a pas cessé depuis. Une classification non supervisée diachronique à partir des 3 premiers axes d'ACP sur les images Spot de 1992 et de 2001 (fig. 10),

met bien en évidence la colonisation de la quasi totalité du bassin de la retenue du barrage en l'espace de 10 ans, à l'exception des zones trop profondes et du chenal du fleuve Sénégal.

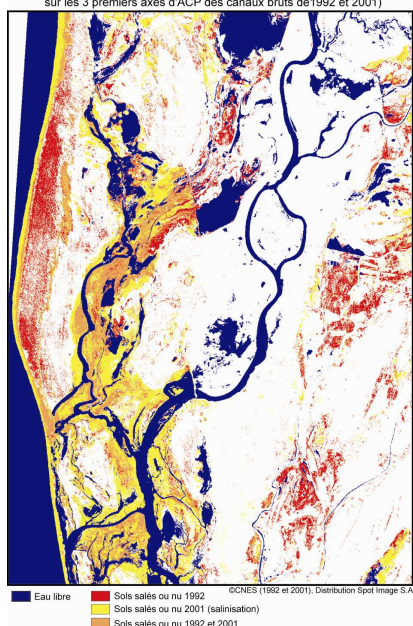
Figure 10 : Prolifération de *Typha* sp. dans le PND (Classification non supervisée diachronique à partir des 3 premiers axes d'ACP sur les canaux bruts de 1992 et de 2001)



Cette colonisation gêne énormément les activités de pêche, l'accès des troupeaux pour l'abreuvement. Pour l'instant seuls des arrachages mécaniques sont réalisés ponctuellement pour dégager des chenaux d'accès au fleuve. Au-delà de ces gênes, la mise en eau du lac de barrage a aussi réduit les surfaces favorables à *Sporobolus* du bassin de Gambar, concentrant encore les sites de prélèvement potentiels.

La salinisation des sols est un autre processus généré par le barrage de Diama qui est toujours en développement, et participe aussi de la réduction des espaces « utiles » dans le bas delta.

Figure 11 : Processus de salinisation des sols entre 1992 et 2001 (masques à partir de classifications diachroniques non supervisées sur les 3 premiers axes d'ACP des canaux bruts de 1992 et 2001)



La classification diachronique non supervisée des 3 premiers axes d'ACP des images Spot de 1992 et de 2001 (fig. 11), montre une salinisation dans le N'tiallakh et à

l'aval du barrage accrue entre 1992 et 2001, alors même que 2001, année plus humide que 1992, aurait dû voir un lessivage plus important des sols. Le phénomène s'accroît encore depuis 2003 et l'ouverture d'une « brèche » dans la langue de barbarie de la ville de Saint-Louis, pour la préserver des inondations, créant un effet d'appel rapide des eaux douces lâchées au niveau de Diama ou des ouvrages de Bell et Lekser qui restent peu dans la plaine du N'tiallakh qui n'est plus inondée depuis cette date.

Des risques de conflits d'usage accrus

La notion de risque de dégradation des milieux et des ressources ne peut être, souvent, dissociée du risque de conflit d'usage, particulièrement dans le cas du bas delta du fleuve Sénégal. En effet, ces processus de dégradation générant une raréfaction des ressources naturelles dans un contexte de sociétés rurales où l'activité économique repose sur leur exploitation quasi exclusive, cette rareté débouche inévitablement sur des conflits pour leur usage et leur appropriation. La notion de conflit est liée à la présence sur le même territoire d'activités différentes qui n'ont pas les mêmes logiques d'occupation et d'exploitation de l'espace, et à la manifestation d'une opposition entre groupes humains identifiés.

Les inévitables conflits liés au foncier et à l'accès aux ressources dans ces contextes de multi-activités ont toujours existé dans le bas delta, et ils se réglent sous l'égide des notables villageois qui sont encore bien respectés de nos jours en Mauritanie et sur lesquels les administrateurs s'appuient souvent actuellement. Les relations entre agriculteurs, éleveurs et pêcheurs étaient très fortes dans la vallée du fleuve, mais avec le profond bouleversement ces dernières décennies de l'usage des ressources dans le bas delta, sous l'impact combiné de la sécheresse, du barrage de Diama et des digues connexes, de la dégradation corrélative des écosystèmes, puis de la création du PND, ce sont toutes les relations séculaires de gestion agro-sylvo-pastorales entre les différents acteurs qui se succédaient dans l'espace et le temps qui ont été ébranlées et ont connu de profondes mutations.

Ainsi, si on peut considérer l'amélioration des conditions de vie, la diversification des activités, le développement des échanges grâce aux routes, comme très positif, ils ont dans le même temps aiguës les convoitises pour les ressources de la part des populations de la périphérie plus ou moins lointaine du parc, accroissant de fait le nombre d'usagers, dans un contexte de réduction de l'espace utile et de dégradation toujours effective de certains écosystèmes. La diminution relative des ressources par usager ou groupe d'usagers qui en résulte génère une multiplicité de dynamiques conflictuelles avec non seulement des conflits intercommunautaires entre autochtones et allochtones, mais également intra-communautaires autour des ressources. S'y ajoutent les tensions avec les instances en charge de la gestion du parc. Leur acceptation par tous ne veut pas dire l'observance de tout ce qu'elle conseille ou dicte, même dans un cadre concerté entre les différents acteurs, car « l'équité » en son sein ne répond pas à la distribution des intérêts des uns et des autres et selon leurs calendriers d'usages respectifs.

Un certain nombre de conflits déclarés, mis en évidence par les enquêtes, attestent de cette évolution et d'une concurrence croissante dans un espace restreint. Ainsi, l'accroissement saisonnier et permanent de la population liée à « l'abondance » du moment, engendre quelques frictions entre les usagers locaux et les « nouveaux venus », cas maintes fois constatés autour de la pêche (en fait pour la place pour pêcher) et de la cueillette de *Sporobolus*. Les cueilleuses reprochent par exemple aux « étrangères » de ne pas cueillir les tiges de *Sporobolus* de façon adéquate et de perturber ainsi leur régénération.

Il y a par ailleurs une interférence à la même période, sur le même espace, entre différentes activités au moment où il se réduit à cause de l'inondation, créant des tensions sur chaque ressource convoitée entre ayant droits traditionnels, pour une même activité ou entre activités. Ce sont principalement les activités de cueillette et d'élevage qui sont concernées, mais le maraîchage, par l'ampleur qu'il prend ces dernières années dans le bas delta, devient également source de conflit potentiel. La gestion des niveaux d'eau dans les bassins du parc qui se fait depuis le début plutôt au détriment des éleveurs, est source potentielle de conflit avec les activités piscicoles. Ceux-ci souhaiteraient une inondation de contre-saison en avril au moment où les pâturages sont secs, qui n'a pas été réalisée depuis quelques années car elle favorise la prolifération des plantes invasives, ou, à défaut, des plans d'eau facilement accessibles au bétail en saison sèche.

L'aménagement de la vallée du fleuve et son bas delta et la création du PND a ajouté de nouveaux acteurs dans la gestion de ce territoire et de ces ressources. L'intérêt manifesté par des acteurs tels que les organismes de protection de la biodiversité (UICN et PND) a rendu plus complexe la gestion de cette vaste zone humide, favorisant de fait les risques de conflits.

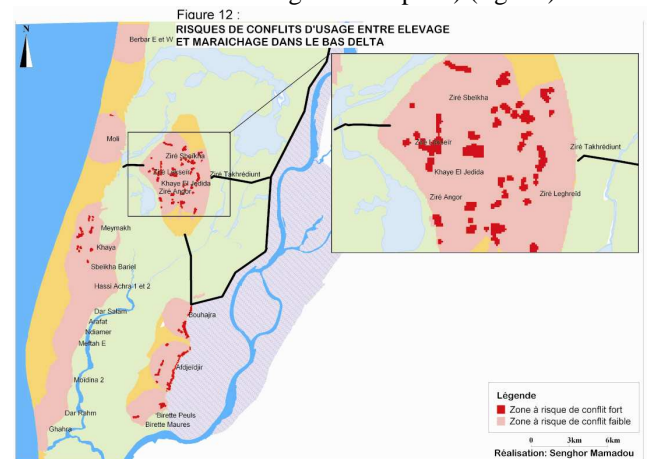
D'autre part, l'amélioration des conditions de vie des populations a également fait grandir les espoirs et les attentes, brouillant parfois la portée véritable de l'action du PND, perçu comme la seule autorité mandatée par l'Etat chargée de conduire les opérations de développement. Or il n'en a pas forcément les moyens ni les prérogatives. Des malentendus sur ses missions génèrent des sollicitations hors cadre suscitant des « rancunes » ou blocages plus ou moins exprimés lorsqu'elles n'ont pas de réponse positive. Globalement, les enquêtes ont montré que la perception du parc par la majorité de la population locale n'est pas très positive et son impact réel sur leurs conditions de vie souvent occulté, à tort ou à raison. Les intéressés se positionnent avant tout en ayant droits légitimes des ressources et donc incontournables pour le parc et sa gestion. Ils n'ont donc pas forcément fait leur la philosophie du parc et les objectifs de développement fixés. La majorité des membres du parc pensent à ce propos que la plupart des accords passés avec les populations sont peu solides dans l'ensemble et doivent être révisés. Et puis, certains accords acceptés par les populations, le sont en attente d'une contrepartie du parc en termes d'appui financier, matériel ou logistique.

S'ajoute à ces éléments, le fait que le parc qui dépend des barrages de Diama et de Manantali pour son fonctionnement, n'est absolument pas associé à leur gestion assurée par l'Office de Mise en Valeur du fleuve

Sénégal (OMVS) à qui appartiennent également la plupart des ouvrages de contrôle hydrauliques vannés et notamment d'alimentation. Or, la SOGED/OMVS n'a pas jusqu'à nos jours intégré les enjeux liés à la sauvegarde de cet espace. Sa gestion des ouvrages est faite à l'échelle du fleuve, soumise à des impératifs qui peuvent être en contradiction avec ceux du parc, notamment pour les dates d'ouverture et de fermeture des ouvrages. Des lâchers intempestifs, trop tardifs ou précoces, compliquent la gestion qui se doit d'être précise des niveaux d'eau pour des raisons d'équilibres écologiques et d'exploitation économique. Ils modifient également la salinité de l'eau qui fluctue beaucoup au cours de la saison sèche, scénario qui n'était pas envisagé dans le plan de gestion du parc qui prévoyait plutôt l'adoucissement des eaux du N'tiallakh (Hamerlynck, 1996).

En nous basant sur certains indicateurs territoriaux nous avons identifié et spatialisé les concurrences spatiales dans le bas delta. Le croisement des informations issues des cartes mentales met en évidence les espaces et ressources soumis à des multi-usages synchrones et de définir des degrés de pression. Seuls les potentiels conflits cueillette/élevage et maraîchage/élevage ont été étudiés. Ainsi, le croisement des zones de cueillette de *Sporobolus* avec celles soumises à fortes pressions de pâturage (par terroir et gradué selon la distance aux villages et aux puits) fait ressortir les zones de conflits potentiel entre cueillette et élevage. Ce facteur « pression animale » l'emportant largement comme explication, ces zones coïncident avec les espaces les plus fragiles discriminés précédemment au nord-ouest du lac de Diawling et en bordure ouest de la dune de Birette dans le N'tiallakh (fig 9).

Pour les conflits potentiel entre activité de maraîchage et d'élevage, nous avons croisé les espaces en périphérie des jardins exploités (zones d'extension les plus probable de cette activité) avec ceux soumis à de fortes pressions de pâturage et de prélèvement de bois (par terroir, et gradués selon la distance aux villages et aux puits) (fig. 12).



L'information temporelle n'est pas intégrée dans les croisements de données, mais elle a été utilisée à l'amont pour définir les zones soumises à multi-usage synchrone où les tensions seront perceptibles. Par exemple, certains espaces comme les prairies inondables ne sont exploitées que pendant la saison sèche puisqu'elles sont inaccessibles pendant la saison des pluies. Par contre il y aura chevauchement d'activité en fin de saison des pluies entre prélèvement de *Sporobolus* et pâturage.

Conclusion

Si les acquis du PND pour pallier aux profondes dégradations environnementales et socio-économiques liées aux barrages de Diama et Manantali et de l'endiguement du fleuve Sénégal, peuvent être globalement qualifiés de réussite avec la régénération des écosystèmes de cette portion du bas delta avec la remise en eau des plaines autrefois inondables, et la restauration des activités liées, il n'en reste pas moins de nombreux problèmes non résolus, et surtout, des fragilités qui risquent d'apparaître et de rompre les équilibres trouvés depuis plus de 15 années de mise en œuvre sur cet espace du bas delta du fleuve Sénégal. Loin de nous ici de stigmatiser ou de dénoncer de façon manichéenne la croissance de la population et le développement des activités dans le bas delta, éléments par ailleurs très positifs, et de raisonner en termes réducteurs de la seule capacité de charge des milieux. Les objectifs du parc étaient bien que de concilier préservation des écosystèmes avec la restauration et le développement des activités économiques. Ce travail avait pour ambition de pointer ces fragilités et de les spatialiser, particulièrement les différents éléments de risque potentiels ou avérés dans le parc et sa périphérie. En permettant d'afficher et d'étudier l'emprise spatiale des phénomènes, ainsi que les interactions spatiales qu'ils génèrent, le SIG devient alors un outil d'aide à la planification des activités de développement et de protection des milieux en permettant des interventions efficaces et de pérenniser ainsi la dynamique de développement du bas delta.

Malgré le caractère empirique de certaines données intégrées dans le SIG (notamment celles issues des cartes mentales, très subjectives et aux localisations approximatives), les résultats obtenus pointent les principaux problèmes, permettant de définir des priorités d'action dans la gestion du parc. Des propositions peuvent être ainsi faites pour la gestion de la mangrove, conciliant régénération et usage, d'autant que ces formations végétales n'avaient pas réellement été prises en compte jusqu'à présent et que leur recensement était très incomplet. Est également apparue la nécessité d'encadrement de l'élevage et du maraîchage totalement délaissés jusque là, bien que ce dernier en développement très rapide ait été encouragé et en grande partie initié par le parc lui-même. Il s'agirait aussi de mettre en place un suivi et une régulation de l'élevage, notamment de la charge animale et des modes de conduite des troupeaux. Il en est de même pour les coupes abusives des charbonniers qui n'utilisent pas seulement le bois autorisé (*Prosopis juliflora*). Il faudra probablement aussi envisager le rôle du tourisme s'il venait à se développer comme préconisé officiellement, et la pêche, activité parmi les plus rémunératrices avec le maraîchage (l'élevage est surtout pour le prestige social). Cette dynamique doit s'accompagner d'une concertation croissante entre les autorités du parc et les autres acteurs usagers. En effet, si une politique de gestion, dite participative, a été mise en place dès les prémices du projet, il s'avère que le comité de gestion ne représente qu'imparfaitement les différents

usagers du Parc. Les éleveurs y sont notamment absents. D'ailleurs, les objectifs de coordination des activités pastorales et piscicoles par exemple, stipulés dans le décret de création du parc, sont encore loin d'être atteints, et nous avons vu que la gestion actuelle des niveaux d'eau se faisait plutôt au détriment des éleveurs. Eviter les conflits d'usages nécessiterait là plus de dialogue et de concertation permanents pour trouver de meilleurs compromis.

Remerciements

Les images satellites SPOT traitées dans cette étude ont été acquises dans le cadre du programme ISIS du CNES (dossier n° 0207-350). Les images Landsat ont été téléchargées gratuitement sur le site <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/> Cette étude a été financée par l'AUF dans le cadre d'une Action de recherche en réseau « télédétection et développement durable » n° P2-2092RR515 et un Projet partagé de recherche PCSIU « Développement et environnement » n°63 13PS586.

Bibliographie

- M.H. Barry, *Le PND dans le processus de développement durable du bas delta mauritanien du fleuve Sénégal : conflits d'usages et d'acteurs dans un contexte de changements environnementaux et socio-économiques*, DEA « Régulations sociales », Univ. Angers : 2004, 199 p.
- Y. Diawara, « Formations morphopédologiques et unités floristiques du bas delta mauritanien », Dans Colas F., *Environnement et littoral mauritanien*, Actes colloque juin 1995, Nouakchott, Mauritanie, CIRAD, Montpellier, 1997, p. 47-52
- S. Duvail, *Scénarios hydrologiques et modèle de développement en aval d'un grand barrage. Les usages de l'eau et le partage des ressources dans le delta mauritanien du fleuve Sénégal*, Doctorat Géographie, Univ. Strasbourg I : 2001, 313 p.
- F. Gendreau, P. Gubry & J. Veron, *Populations et environnement dans les pays du Sud*, Karthala-CEPED, Paris : 1996, 308 p.
- J. Gonzalez, *Plan de gestion pour la régénération de la mangrove dans le parc National du Diawling et sa périphérie (Mauritanie)*, Rapport stage DESS « Gestion des Zones Humides. Biodiversité et ingénierie », Univ. Angers : 2005, 60 p.
- O. Hamerlynck, *Plan de gestion du PND et de sa zone périphérique*, 1996-2001, PND, UICN, Mauritanie : 1996, 63p.
- O. Hamerlynck, M.L. Ould Baba & S. Duvail, « The Diawling National Park, Mauritania: joint management for the rehabilitation of a degraded coastal wetland », *Vida Silvestre Neotropical*, Vol 7, 1, 1999, p. 59-70.
- O. Hamerlynck & S. Duvail, *La restauration du delta du fleuve Sénégal en Mauritanie*, Série bleue, UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. Viii : 2003, 88 p.
- P. Michel, JP. Barousseau, JF. Richard & M. Sall, *L'après-barrages dans la vallée du Sénégal ; modifications hydrodynamiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles*, Ministère Coopération et Développement, P.U. Perpignan : 1993, 152 p.
- Parc National Diawling, *Suivi et valorisation des ressources halieutiques*, Rapport appui programme PND, PND, Nouakchott : 1998, 26 p.
- AN. Taïbi, M.H. Barry, A. Hallopé, G. Moguedet, A. Ballouche, M.L. Ould Baba & A. Ba, Diagnostic par télédétection satellitaire des impacts environnementaux et socio-économiques du PND sur le bas delta du fleuve Sénégal, Dans : Symoens (JJ), *Les Ecosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest. Diversité biologique-Ressources-Conservation*, FFRSA, CNBSB, PRCZCMAO, Bruxelles : 2006, p. 211-229.