



**Mémoire Présenté**  
**par : Aïda Touty**  
**Sarr DIALLO**

**UNIVERSITE GASTON BERGER**  
**DE SAINT LOUIS**  
**UFR DE LETTRES ET SCIENCES**  
**HUMAINES SECTION**  
**GEOGRAPHIE**

**EVOLUTION DE L OCCUPATION DU SOL DANS LA**  
**COMMUNAUTE RURALE DE GANDON ENTRE 1973**  
**ET**  
**2003: suivi par télédétection et systèmes d**  
**information**  
**géographique.**

---

**Année académique 2006**

UNIVERSITE GASTON BERGER DE SAINT LOUIS  
UFR DE LETTRES ET SCIENCES HUMAINES  
SECTION GEOGRAPHIE



# MEMOIRE DE DEA

## THEME :

**EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LA  
COMMUNAUTE RURALE DE GANDON ENTRE 1973 ET  
2003: suivi par télédétection et systèmes d'information  
géographique.**



Présenté par :  
Aïda Touty Sarr DIALLO

Sous la Responsabilité scientifique de  
Mr Oumar DIOP,  
Maître de Conférence, UGB

Sous la Direction de :  
Dr Mouhamadou M. DIAKHATE,  
Chargé d'Enseignement, UGB  
Moussa SALL,  
Dr en Géographie, CSE



Année académique 2006

## REMERCIEMENTS

Chaque page de ce mémoire nous rappelle que sa réalisation a été possible grâce à l'enthousiasme, aux conseils et à l'aide bienveillante d'un certain nombre de personnes envers lesquelles nous sommes redevables.

**M. Diakhaté**, Professeur à l'Université Gaston Berger de Saint Louis nous a accordé toute sa confiance. Il n'a ménagé ni ses conseils, ni son temps. Correcteur pertinent, nous lui saurons gré de nous avoir montré la voie de la rigueur.

Ce travail n'aurait pu prendre forme sans l'appui quotidien de **M. Moussa Sall**, Docteur en Géographie au centre de Suivi Ecologique. Il en a été le « promoteur » et « l'architecte » en guidant nos pas bien hésitants dans cette expérience. Je le remercie vivement.

Le Centre de Suivi Ecologique et plus particulièrement **Tahibou Ba, Déthié Ndiaye, Samba Ndao et Bocoum** nous ont fourni un cadre adéquat et nous ont accordé toutes les facilités pour mener à bien ce travail. Je leur suis vivement reconnaissante. Nous leur disons merci pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et particulièrement le temps qu'ils nous ont consacré.

**M. Souleye Wade** de l'Institut des Sciences de la Terre, ses conseils ont été déterminants dans l'orientation de ce travail. Je lui exprime ma profonde gratitude.

Nous adressons nos vifs remerciements à l'ensemble du **corps professoral** de la section de géographie de l'UGB pour la qualité de leur encadrement pendant tout le long de notre cursus universitaire.

Nous ne saurions terminer sans remercier le **CODESRIA** pour l'appui financier qu'il nous a apporté. Ce travail aurait du mal à se réaliser sans leur aide. Nous lui accordons une mention spéciale.

## **RESUME**

Depuis plusieurs années, la zone deltaïque subit de grandes mutations. Cette dernière, grâce à ses riches écosystèmes humides aptes à la riziculture, a été érigée, dès les premières années d'indépendance, en un espace stratégique de l'agriculture sénégalaise. D'ambitieux programmes d'aménagements hydro - agricoles y ont été initiés avec la construction de la digue de ceinture en 1964 et plus tard avec la mise en service du barrage de Diama en 1986.

Ainsi, l'aménagement des terres du delta a exercé un appel de populations. Cette forte expansion démographique dans le milieu explique l'ampleur des phénomènes physiques constatés.

En effet, le vaste programme hydro - agricole a induit une morphogénèse anthropique qui associée aux conditions climatiques sévères observées depuis le début des années soixante dix ont fragilisé les écosystèmes du delta. Les ressources naturelles sont, en effet, étroitement dépendantes, d'une part des conditions climatiques et d'autre part de la surexploitation.

Une étude diachronique par télédétection nous permettra d'établir les cartes d'occupation du sol de la communauté rurale de Gandon et d'évaluer les changements qui se sont opérés dans la zone, à travers les SIG.

Pour atteindre nos objectifs, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- ❖ les grands travaux d'aménagement du fleuve Sénégal ont modifié les états de surface;
- ❖ la pluviométrie a une forte influence sur les états de surface de la zone d'étude.

Les résultats des traitements numériques montrent que globalement, les ressources naturelles connaissent une certaine dynamique entre 1973 et 2003. Trois cas de figure peuvent alors se présenter :

- **zones sans changements** : le mode d'occupation de l'espace est resté le même entre les deux années
- **zones modifiées** : le mode d'occupation de l'espace a changé d'une classe à l'autre, mais en restant dans la même catégorie (exemple : zone de culture pluviale qui devient zone de culture irriguée)
- **zones converties** : le mode d'occupation de l'espace d'une classe est passée à une autre classe dans une catégorie différente (exemple : zone de steppe arbustive qui devient zone de culture).

Les différents changements observés au niveau de la CR de Gandon se sont opérés soit par des modifications soit par des conversions. Sur les 52 880 ha, 10515 se sont modifiés et 17384 se sont convertis. Mais chaque catégorie d'occupation du sol garde une certaine spécificité avec des classes qui ont augmenté ou diminué au profit ou à la perte d'autres classes.

Dans la catégorie zone de végétation naturelle, la steppe arbustive a enregistré une augmentation très significative avec une hausse de sa superficie de 22 %.

Pour la catégorie eau, elle n'a pas connu de modification entre les deux dates mais 2854 ha se sont convertis en zone de culture, en zone dénudée ou en zone de végétation naturelle.

La culture pluviale a également enregistré une augmentation assez importante avec 2998 ha de surplus entre 1973 et 2003. La culture irriguée n'étant que timidement pratiquée dans la zone a enregistré une augmentation presque négligeable.

Pour les zones nues, les sols nus inondables ont diminué à cause sans doute du déficit des écoulements entraîné par la maîtrise de la crue.

Cette étude nous a permis de voir une certaine spécificité du milieu deltaïque en général et de la CR de Gandon en particulier. Certaines classes d'occupation du sol telles que l'eau, la steppe arbustive, la savane arbustive, la prairie marécageuse et le sol nu inondable ont diminué en faveur d'autres classes comme la steppe arbustive à arborée, la mangrove, la culture irriguée, la culture pluviale et le sol nu dunaire. Ces changements dans l'occupation de l'espace montrent que la CR de Gandon est aussi bien sous l'influence des facteurs anthropiques que physiques.

Avec une pluviométrie marquée par une alternance de phases sèches et humides, les eaux d'écoulement sont déficitaires. Ceci engendre la limitation de l'inondation naturelle de la plaine alluviale, source de diversité biologique. Ce qui explique la perte de superficie de certaines classes. Cette sécheresse peut également provoquer la mortalité voire la raréfaction de certaines espèces végétales entraînant la dégradation des formations végétales naturelles denses (savane arborée).

Pour les facteurs anthropiques, les modifications les plus marquantes et les plus rapides intervenues dans le bassin du fleuve Sénégal (aménagements hydro-agricoles, prolifération de plantes aquatiques, etc.) découlent directement de l'action humaine. Cette dernière se résume pratiquement à la volonté permanente de maîtrise du régime et de l'écoulement des eaux, matérialisée par les nombreuses tentatives de construction d'ouvrages hydrauliques de nature et de dimension variable (digues, ouvrages vannés, barrages). Mais la croissance démographique et les mauvaises pratiques (coupe, carbonisation etc.) ont également contribué aux modifications du milieu. Cette augmentation de la population engendre, en particulier, un accroissement des besoins qui accentue la pression sur les terres et les ressources naturelles.

Cependant, il est à noter que malgré les effets physiques et anthropiques les ressources naturelles de la CR de Gandon ne vont pas vers une dégradation irréversible. En 30 ans, les diminutions observées peuvent être jugées comme étant négligeables si l'on sait que nous sommes dans un contexte de réchauffement climatique et de surcroît dans une zone sahélienne. Les actions de conservation menées par les populations et encouragées par le contexte de la décentralisation ont joué un grand rôle dans la protection des ressources naturelles.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

## **INTRODUCTION GENERALE**

Dans beaucoup de régions du monde, du fait de l'intensification de la mise en valeur à travers la culture irriguée, la forte pression démographique et surtout à cause de la péjoration climatique, les ressources naturelles sont entrain de subir de profondes mutations.

La géographie, qui peut être définie comme étant « la science de l'organisation de l'espace terrestre par l'homme, s'intéresse par conséquent à notre thème de recherche qui s'intitule « évolution de l'occupation du sol dans la communauté rurale de Gandon entre 1973 et 2003 : apport de la télédétection et des systèmes d'information géographiques ».

Dans sa recherche explicative, la géographie fait appel à plusieurs sciences parmi lesquelles une des plus récentes ; la géomatique.

Selon le dictionnaire de la géopolitique aux paysages de Yves Lacoste la géomatique composée de la télédétection et des systèmes d'information géographiques « est une discipline de la géographie ayant pour objet la gestion des données spatiales géo référencées et qui fait appel aux méthodes et aux techniques de l'informatique, aux moyens d'acquisition, d'archivage, d'analyse, de visualisation et de diffusion de ces données à référence spatiale ». C'est donc un ensemble de procédés et de procédures de traitements des statistiques géographiques par ordinateur.

La télédétection est par conséquent l'ensemble des techniques d'observation de la surface de la terre, sous divers aspects, aux moyens d'appareils capteurs de radiations installées à bord d'avions et sur tout satellite artificiel. « Il fournit des informations spectrales dans les bandes qui ont été optimisées pour caractériser l'état de la végétation». (Bonn, 1996).

« Par ailleurs, les analyses de la part d'information qui est contenue dans les différentes bandes spectrales ont montré que plus de 90 % de l'information sur un couvert végétal est contenue dans les canaux rouge et proche infrarouge (Baret et al, 1988 ; Sheffield, 1985) »<sup>1</sup>. Cela paraît tout à fait logique, car ce sont les bandes dans lesquelles le contraste entre sol et végétation est le plus grand.

« Un SIG est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale, utilisé pour saisir, gérer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs ». Un système

---

<sup>1</sup> Baret et al. cités dans le Tome II de Précis de Télédétection (1996).

informatique permet de manipuler des données géo référencées à l'aide d'un logiciel de traitement. La restitution sous formes de cartes, de tableaux et de statistiques de la synthèse des données est l'un des principaux atouts des SIG.

C'est dire donc que la télédétection et les SIG ont l'avantage d'avoir des préoccupations spatiales généralement compatibles avec les besoins de cartographie des sols et de leur couverture végétale.

La géographie en tant que science où les phénomènes physiques et humains s'enchevêtrent, répond à une préoccupation de l'utilisation de l'espace par l'homme, à l'état brut ou aménagé. Les phénomènes physiques et les phénomènes humains ont une grande influence sur l'état de dégradation, de stabilité ou d'amélioration des ressources naturelles.

La vallée du fleuve Sénégal et son delta ne sont pas épargnés par ce processus.

A l'échelle du delta, des études diachroniques faites sur deux communautés rurales (Gandon et Mpal) ont confirmé cette hypothèse dans le cas des ressources végétales. Les résultats des traitements numériques des images satellitaires de la CR de Gandon entre 1987 et 2003 ont montré que la végétation a augmenté de 40 %. Néanmoins cette situation n'est pas homogène. Bien que la tendance soit à la hausse, il existe des poches où la végétation a régressé.

Les ressources naturelles sont, en effet, étroitement dépendantes, d'une part des conditions climatiques et d'autre part de la surexploitation.

Au niveau du delta du fleuve Sénégal, les précipitations sont marquées par une répartition aléatoire dans le temps et dans l'espace et se traduisent par des sécheresses et des inondations. Le delta, à l'instar de toute la zone sahélienne, a connu plusieurs épisodes de sécheresse au XX<sup>e</sup> siècle : sécheresse des années « 1913 », des années « 1930 » et des années « 1940 ».

La dernière a débuté à la fin des années 1960 avec des séquences particulièrement sèches comme celles de 1972 /1973 et 1983/1984. Les sécheresses n'échappent pas à la « dimension du temps » et leur évolution modifie le milieu récepteur d'une sécheresse à l'autre. (Seck SM, 1981).

Cependant, aux années de sécheresse se sont succédées des années plus ou moins humides voire même des années d'inondation. Durant ces dernières années, nous assistons à un retour

des précipitations par rapport à la normale pluviométrique. La station de Saint Louis a connu des années plus ou moins humides durant cette dernière décennie (1994,1999...).

La construction des ouvrages hydrauliques dans le delta est un processus ancien qui s'est intensifié au début des années 1960 avec l'option étatique de promouvoir essentiellement la culture irriguée du riz qui est à la base de l'alimentation des populations sénégalaises. Dans le système hydrologique naturel du bassin du fleuve Sénégal, la remontée de la langue salée et la rareté des ressources en eau, en période d'étiage, constituaient des contraintes de taille à l'atteinte de cet objectif.

La digue de rive gauche qui ceinture le fleuve Sénégal, de Dakar-Bango à Richard-Toll, construite en 1964, empêche l'inondation de la plaine alluviale par les eaux de crue. Des lâchers sont effectués de manière contrôlée grâce à des ouvrages vannés. C'est ainsi que le régime de la cuvette du Djoudj, désormais isolée du fleuve, est modifié. La cuvette est inondée à travers les ouvrages du Djoudj et du canal du crocodile qui sont actionnés en fonction des hauteurs d'eau affichées de part et d'autre sur les limnigraphes. La digue de rive droite réalisée plus tard, a le même effet de restriction de l'écoulement naturel des eaux de crue en territoire mauritanien avec des conséquences semblables sur le Diawling.

Les barrages de Diama, au Sénégal et de Manantali, au Mali réalisés par l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), respectivement en 1985 et 1988 et qui visent la mise en place d'un système optimisé de gestion des eaux dans le bassin du fleuve, sont à la base de modifications hydrologiques de grande envergure.

La maîtrise du régime du fleuve Sénégal, se traduit essentiellement par rapport au système naturel par :

- la réduction ou le contrôle des superficies inondées en période de crue;
- le maintien prolongé du niveau du fleuve à une cote élevée en période d'étiage ;
- et l'arrêt de la remontée de la langue salée.

Ainsi, pour faire disparaître les incertitudes imposées par le climat, la vallée du fleuve Sénégal fut l'objet de projets de développement inspirés par l'idée de gestion de ses eaux. Le fonctionnement hydrologique du delta a dès lors profondément évolué pendant ces dernières décennies sous l'effet d'aménagements de plus en plus élaborés.

La construction de l'ouvrage de Makhana en 1884 pour doter la ville de Saint Louis d'un réservoir d'eau douce est suivi par plusieurs autres ouvrages parmi lesquels :

- ❖ ouvrages vannés de Dakhar-Bango, de Ndiaoudoun et de Keur Samba Sow entre 1937 et 1939;
- ❖ le pont barrage de Richard-Toll en 1949;
- ❖ la route-digue entre Saint Louis et Richard Toll entre 1950 et 1959 (RN2) ;
- ❖ la digue de ceinture de la rive gauche du Sénégal inférieur (delta en 1964) ;
- ❖ ouvrage de régulation sur le Lampsar et le Kassack ; endiguement de la rive gauche du Lampsar en 1976 ;
- ❖ barrage en terre de Kheune sur le Sénégal inférieur en 1983-1984 ;
- ❖ barrage de Diama en 1986 ;
- ❖ digue de ceinture de la rive droite en 1992 ;
- ❖ réhabilitation de la digue rive gauche et des ouvrages de dérivation en 1993 ;
- ❖ ouverture d'une brèche sur la Langue de Barbarie en 2003.

D'ambitieux programmes d'aménagements hydro – agricoles ont été initiés dans le delta du fleuve Sénégal. De ce fait, l'aménagement des terres du delta a exercé un appel de populations. Cette forte expansion démographique dans le milieu explique l'ampleur des phénomènes physiques constatés. En effet, le vaste programme hydro - agricole a induit une morphogenèse anthropique, qui associée aux conditions climatiques aléatoires, ont fragilisé les écosystèmes du delta.

Le barrage de Diama entraîne des modifications sur le fonctionnement hydrologique dans la totalité du delta et induit actuellement de nouveaux comportements des groupements végétaux. L'apparition récente de *Salvinia molesta* et la persistance entre autres de *Pistia stratiotes* confirment la mise en place d'une nouvelle dynamique végétale et induit semble-t-il une « anthropisation » des milieux naturels.

La télédétection grâce à sa répétitivité et à la couverture de vastes territoires peut jouer un grand rôle dans le diagnostic rapide et global de l'évolution du couvert végétal des communautés rurales de Gandon et de Mpal.

Plusieurs travaux ont montré l'utilité de la télédétection pour la cartographie et le suivi du couvert végétal. Un rapide tour de la bibliographie fait état d'une application de plus en plus fréquente de la télédétection à des fins de suivi de la végétation.

Dans la vallée et le delta du fleuve Sénégal, l'utilisation de la télédétection pour le suivi de la végétation est encore à ses balbutiements.

Jusqu'à maintenant, il n'y a pas eu beaucoup de travaux de recherches qui se sont intéressés à la problématique des ressources végétales dans le delta du fleuve Sénégal.

Beaucoup de recherches sur les formations géomorphologiques ont été faites. Ces dernières ont porté souvent sur les conditions de mise en place des différentes formations. Ces travaux ont fait l'objet de nombreux écrits parmi lesquels ceux de **P. Michel** (1973), **MM Sall** (1982), **Tricart** (1955, 1961). Ces auteurs se sont surtout focalisés sur les aspects physiologiques.

Depuis la construction des barrages (Diama et Manantali) le système écologique du bassin du fleuve Sénégal est passé d'un environnement aquatique salé et saumâtre avec des changements saisonniers marqués à une écologie d'eau douce à flux modéré continu. A cet effet, la thèse de doctorat de troisième cycle de **Abdoulaye Faye** (1996) qui porte sur « les critères de gestion optimum des ressources en eau dans le delta du fleuve Sénégal » nous apporte quelques éléments de réponses. La question de l'hydrographie, de l'hydrologie et des plantes aquatiques y est abordée. Les ressources végétales terrestres n'y ont été que sommairement décrites.

**Alain Couzy** (1981), **Michel Gerard** et **Collette Gerard** (1989), **Bonn et Rochon** (1992) entre autres ont décrit les principes élémentaires de la télédétection. Ils présentent les différents domaines d'exercices de la télédétection, leurs propriétés et leurs caractéristiques.

La thèse de **Landing Karim Mané** (juin 1996) nous renseigne sur l'application de la télédétection mais en rapport avec la pédologie. **Tabet** (1997) a effectué une analyse des images spot, afin de tester l'apport de la télédétection pour le suivi et la cartographie de la dégradation des sols dans le delta.

En résumé, les domaines d'application de la télédétection en rapport avec les ressources naturelles sont nombreux. Toutefois, l'utilisation de la télédétection pour l'étude de la végétation est encore sommaire. Mais nous pouvons citer quand même quelques travaux de recherches qui ont été réalisés à ce propos. Le rapport produit par le CSE, dans le cadre du

projet biodiversité Mauritanie-Sénégal intitulé Caractérisation de la Zone et des Sites du projet, fait l'objet d'une étude approfondie sur les ressources végétales de la vallée du fleuve. Nous pouvons également citer le mémoire de maîtrise de Diallo ATS<sup>2</sup> qui a porté sur « Etat et Evolution de la Couverture Végétale des Communautés Rurales de Gandon et de Mpal : approche par analyse diachronique des données satellitaires ». Les résultats de cette étude ont pu être obtenus grâce aux traitements des images satellitaires de 1987 et de 2003.

Les traitements des images Landsat se sont révélés très intéressants pour suivre la dynamique de la végétation au niveau des deux CR de Gandon et de Mpal. L'analyse visuelle des compositions colorées a permis de différencier les trois composantes des ressources naturelles (eaux, sols et végétation).

A l'issue des classifications satellitaires, on peut noter que :

- ❖ dans la CR de Gandon la végétation a augmenté de 39,64 % entre 1987 et 2003.
- ❖ dans la CR de Mpal elle a régressé de 0,74 %.

Il convient donc de noter que la végétation a régressé dans la CR de Mpal et augmenté dans la CR de Gandon.

Dans la continuité des recherches déjà enclenchées dans le cadre de notre mémoire de maîtrise, nous comptons, avec l'apport de la télédétection, évaluer les possibilités d'utilisation de la télédétection et SIG pour cartographier et suivre la distribution spatiale de la végétation. L'objectif de notre Travail d'Etude et de Recherches est d'affiner les résultats obtenus précédemment sur l'évolution de la végétation<sup>3</sup>.

Dans l'optique de déterminer plus précisément l'hétérogénéité de la distribution spatiale du couvert végétal de la communauté rurale de Gandon, il est important de faire une étude spatio-temporelle afin de suivre la dynamique de l'occupation du sol. Les images utilisées sont de 1973 et de 2003. Nous avons ainsi voulu étudier l'évolution de l'occupation du sol dans la communauté rurale de Gandon sur une longue série temporelle afin de mieux voir l'impact

---

<sup>2</sup> Diallo A.T.S (2005): Etat et Evolution de la Couverture Végétale des Communautés Rurales de Gandon et de Mpal: approche par analyse diachronique des données satellitaires .Mémoire de maîtrise ; Section de Géographie ; Option Environnement ; Université Gaston Berger de Saint Louis ; 105 p.

<sup>3</sup> DIALLO A. T. S (2005). Op.cit.

des ouvrages hydro - agricoles (Diama en l'occurrence) qui ont une grande influence sur l'environnement du delta.

Une étude diachronique par télédétection nous permettra d'établir les cartes d'occupation du sol de la communauté rurale de Gandon et d'évaluer les changements qui se sont opérés dans la zone, à travers les SIG.

Dans cette optique, nous aborderons un ensemble de points relatifs :

- ❖ aux différentes unités d'occupation du sol dans la Communauté rurale ;
- ❖ à la dynamique de l'espace de la communauté rurale entre 1973 et 2003.

Pour atteindre nos objectifs, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- ❖ les grands travaux d'aménagement du fleuve Sénégal ont modifié les états de surface;
- ❖ la pluviométrie a une forte influence sur les états de surface dans la zone d'étude.

### **Situation géographique et administrative**

Située dans le bas delta du fleuve Sénégal, la communauté rurale de Gandon couvre une superficie de 52880 ha (carte 1). Elle est limitée au nord et à l'est par les communautés rurales de Ross Béthio, de Mpal, au Sud par les communautés rurales de Léona, de Sakal et de Ngeune Sarr, à l'ouest par l'océan atlantique. (Carte 1)

Du point de vue administratif, la communauté rurale de Gandon est entièrement localisée dans le département de Saint-Louis et dans la région du même nom. Elle polarise la commune de Saint-Louis, une cinquantaine de villages et de hameaux dont la création, pour certains, à l'image de Menguène Boye et Nguigalakh, est antérieure à celle de la ville de Saint-Louis.

On a estimé que la commune de Saint Louis est insérée dans la communauté rurale de Gandon car le CSE ne reconnaît pas le découpage des limites administratives des communes et considère que toutes les villes sont à l'intérieur des communautés rurales.



## PLAN

Ce travail va s'organiser autour de deux parties. Dans la première partie intitulée méthodologie utilisée dans cette étude, nous présenterons d'abord le choix des images et la photo interprétation, ensuite nous verrons la méthode d'analyse.

Quant à la deuxième partie intitulée dynamique de l'occupation du sol, un premier chapitre sera consacré à la situation de l'occupation du sol dans la communauté rurale de Gandon entre 1973 et 2003 et un deuxième chapitre qui fait état des changements dans l'occupation des sols.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

**PREMIERE PARTIE :**  
**METHODOLOGIE UTILISEE DANS CETTE ETUDE**

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

## **CHAPITRE I : CHOIX DES IMAGES ET PHOTO- INTERPRETATION**

C'est dans le cadre d'un stage effectué à l'Institut des Sciences de la terre (IST) et au Centre de Suivi Ecologique (CSE) que ce travail a pu être réalisé.

L'objectif du stage à l'IST, dans le laboratoire de télédétection appliquée, était d'exploiter la documentation disponible et de faire l'état des lieux des études relatives à notre thème de recherche. Ainsi, nous avons pu collecter les données de base nécessaires à la connaissance de l'application de la télédétection en rapport avec les ressources naturelles.

### *I- LE CHOIX DES IMAGES*

Des images Landsat de saison sèche ont été utilisées pour nos travaux de recherches. Ainsi, pour suivre la dynamique de l'occupation du sol de la communauté rurale de Gandon entre le 21 février 1973 et le 04 mars 2003, nous avons dû utiliser des images de saison sèche afin de minimiser l'effet de la réflectance du couvert herbacé en saison des pluies. En effet, la meilleure période d'acquisition des images pour le suivi de la végétation se situe en saison sèche.

Cependant, la longue série temporelle (30 ans) associée aux faibles moyens dont nous disposons font que nous n'avons pas pu bénéficier d'images de meilleure qualité. La résolution spatiale du satellite Spot est plus adaptée pour l'étude du couvert végétal mais nous n'avons pas pu l'utiliser car le capteur Spot n'a été lancé qu'en février 1986. Il ne couvre donc pas toute notre période de recherche. SPOT ayant deux canaux visuels et un canal proche infrarouge constitue l'outil idéal pour la cartographie de la végétation de petites surfaces locales.

- **L'image de 1973**

Grâce à l'appui du CSE, nous avons pu bénéficier d'une image Landsat de saison sèche de 1973. La prise de vue de 1973 présente certaines contraintes non négligeables sur les traitements préliminaires et sur la classification car ce sont des images en RBV (caméra numérique Return Beam Vidicon). Sur les deux premiers satellites, la série de 3 caméras vidéo prenait des images dans le visible et dans l'infrarouge. La résolution était de 80 m pour des images de 185 km sur 185 km (figure 1).



Figure 2 : Image ETM+ (Landsat) de Gandon en 2003.

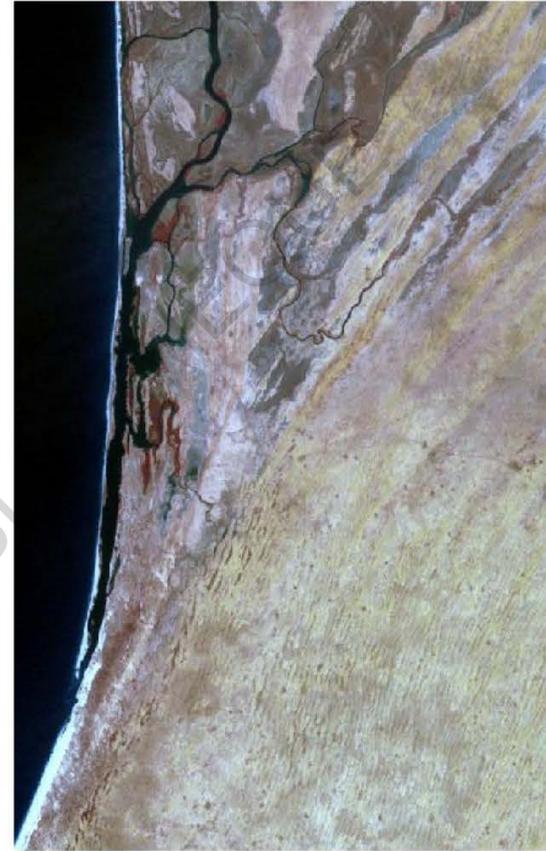


Figure 1 : Image RBV (Landsat) de Gandon en 1973



**Figure 3 : Vue du Capteur RBV**

(Source figure 1: G:\Landsat 1 - Wikipedia, the free encyclopedia1.htm).

De RBV Landsat a ensuite évolué d'abord vers MSS, ensuite vers TM et enfin vers ETM+.

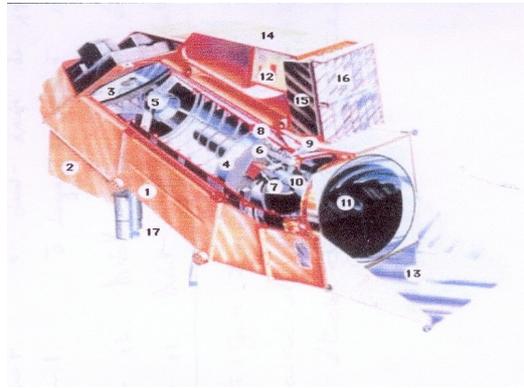
- **L'image de 2003**

Contrairement à 1973, en 2003 nous avons rencontré moins de difficultés dans la classification et la numérisation même si la résolution des images Spot restent toujours les mieux aptes à l'étude du couvert végétal (figure 3).

L'image de 2003 appartient à la génération de Landsat 7. Il a été lancé en 1999 et est équipé d'un capteur multi-spectral (Enhanced Thematic Mapper Plus - ETM+). Mieux que le capteur RBV, MSS ou TM, le capteur ETM+ comporte 8 bandes spectrales. Les pixels des bandes de 1 à 7 sont pareils à ceux du capteur TM et sont de 30 m. La différence avec les TM se trouve dans la bande spectrale 6 qui a une résolution de 60 m. Ce scanner est une évolution des TM précédents. Il comporte maintenant une large bande panchromatique à haute résolution (15 m)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> DIALLO ATS (2005) : op.cit



**Figure 4 : Vue détaillée du capteur Landsat ETM+**  
Source : (www.landsat.org)

## *II- PHOTO-INTERPRETATION*

### **II.1- Outils utilisés**

Pour cette étude, les logiciels suivants ont été utilisés :

- Arc GIS pour les corrections géométriques des images ;
- ArcView 3.2 pour la numérisation et l'interprétation des images ;
- LCCS pour la standardisation de la légende ;
- Excel pour l'étude des changements et de la pluviométrie.

### **II.2- La correction géométrique**

Le logiciel Arc GIS a été utilisé pour corriger l'image de 1973. La correction géométrique a été faite à partir de l'image de 2003 qui a été déjà redressée dans le cadre de l'étude du projet biodiversité faite par le CSE.

Les corrections géométriques des images de 1973 et de 2003 ont été faites avec le système UTM 28 et l'ellipsoïde WGS 84. Cette identité de système de projection a l'avantage de rendre les données compatibles et de faciliter l'étude diachronique.

### **II.3- La numérisation**

C'est à la suite de la correction géométrique que la zone d'étude a été découpée. Ce qui a permis de numériser ou de digitaliser les différentes classes de l'occupation du sol de la CR de Gandon. Les données relatives au réseau routier, aux localités et aux limites administratives ont pu être extraites de la base de données disponible au CSE. Ce qui nous a permis de ne pas avoir à les numériser. Mais la faiblesse de résolution des images, surtout

pour celle de 1973 a rendu difficile l'identification des différentes classes d'occupation du sol. Il a donc fallu recourir aux cartes topographiques de base pour compléter l'information.

Les éléments numérisés sont :

- le réseau hydrographique;
- les différentes classes d'occupation du sol.

En 2003, dans le cadre du projet biodiversité, le CSE avait déjà fait des cartes d'occupation du sol sur une zone qui s'étend, depuis le Delta du fleuve Sénégal jusqu'à Bakel et couvre une bande de 50 km de part et d'autre du fleuve. Le projet touche notre zone d'étude mais la zone concernée par le projet est très vaste (superficie de 60 000 km<sup>2</sup>). L'échelle de travail du projet n'ayant pas pu faire ressortir tous les détails, nous nous en sommes servi comme fichier de base afin de faire ressortir tous les détails au niveau de la numérisation. Nous avons donc découpé le fichier shape de 2003 et réajuster la numérisation de l'image de 2003. Ensuite, nous avons numérisé l'image de 1973.

Le travail de numérisation est difficile et demande beaucoup de patience et une connaissance de la zone. Sur les deux mois de stage, la numérisation nous a pris plus d'un mois.

#### **II-4. Les travaux de terrain**

Nous n'avons pas pu faire du terrain à cause de la courte durée accordée à l'année de DEA. Nous n'avons également pas pu profiter des missions de terrain du CSE dans le cadre de ses activités de veille environnementale. Néanmoins, dans le cadre de notre mémoire de maîtrise, nous avons travaillé dans les CR de Gandon et Mpal. Et avec la cellule suivi-évaluation de la SAED, nous avons fait une mission GPS de plusieurs jours. Ceci nous avait permis, en effet, de nous rendre dans presque tous les villages de la CR de Gandon.

Sans doute aurait-il été mieux de nous rendre sur le terrain, mais avec l'étude préalable faite par le CSE dans le cadre du projet biodiversité, nous avons pu bénéficier d'assez d'éléments pour mener à bien cette étude.

#### **II.5- La classification**

Pour la classification des différents thèmes, on s'est inspiré du travail du CSE. Sauf certaines thématiques qui ne figurent pas dans notre zone d'étude ont été supprimées. Et « compte tenu de la diversité des thèmes à cartographier, de l'étendue de la zone d'étude et de l'échelle utilisée, il n'a pas été possible de se limiter à l'interprétation visuelle. L'approche utilisée a

donc été la classification supervisée. Elle s'est appuyée sur les travaux de terrain du CSE qui ont servi de base à la sélection de l'identification des aires d'entraînement. Une fois ces dernières choisies, la classification a été basée sur le maximum de vraisemblance.

Notre classification choisie s'est appuyée sur un échantillon thématique significatif pour permettre une distinction des principales rubriques :

- savanes arbustive à arborée;
- steppes arbustive à arborée;
- Steppes arbustives ;
- sols nus inondables ;
- sols nus dunaires ;
- cultures pluviales
- cultures irriguées ;
- mangroves ;
- prairie marécageuse ;
- eau

Dans notre étude, certaines classes thématiques créées dans le projet biodiversité n'ont pas été reconduites. Par exemple pour la classe végétation aquatique, nous avons préféré la supprimer et l'intégrer dans la classe prairie marécageuse à cause de la difficulté d'individualisation de ces classes au niveau de l'image de 1973.

Ainsi, sous Arc View pour intégrer la classe végétation aquatique (code 2) dans la classe de prairie marécageuse (code 900) différents procédés ont été utilisés. Pour y arriver nous avons procédé de la sorte :

Thème +<sup>5</sup> start editing + open theme table + outil marteau + cliquer sur gricod 2 fois + choisir la code qu'on veut changer (2) + cliquer sur le signe = une fois + mettre la nouvelle code qu'on veut lui attribuer (900) + cliquer sur New Set + cliquer sur primote pour que les codes se succèdent au dessus de la colonne + se mettre sur la colonne gridcod pour rendre actif l'outil calculate + cliquer sur calculate + écrire la nouvelle code (900) + ok

Ainsi les codes 2 qui étaient initialement attribués aux plantes aquatiques ont été remplacés par le chiffre 900 qui représente prairie marécageuse

Les codes 900 sont aussi remplacés par le chiffre 25 pour plus de convivialité

---

<sup>5</sup> Le signe + veut dire ensuite

## II-6. La conversion des données

« Les vecteurs issus de la numérisation et de la classification ont été convertis en format coverage, shapes ou lan à partir du logiciel de traitement d'images (Arc View) ». Les classes utilisées sont numérotées dans le fichier image comme suit :

| Code | Classe                     |
|------|----------------------------|
| 0    | Eau                        |
| 3    | Steppe arbustive           |
| 4    | Savane arbustive à arborée |
| 5    | Culture irriguée           |
| 6    | Culture pluviale           |
| 8    | Sols nus inondables        |
| 15   | Mangrove                   |
| 44   | Steppe arbustive à arborée |
| 45   | Sol nu dunaire             |
| 900  | Prairie marécageuse        |

**Tableau 1: Unités d'occupation du sols (1973 et 2003)**

## **CHAPITRE II : METHODE UTILISEE POUR L'ANALYSE ET L'INTERPRETATION**

Le principal objectif de cette étude était de mettre en évidence les changements intervenus dans les modes d'occupation du sol dans la communauté rurale de Gandon, avec un intérêt particulier pour la dynamique des espaces végétaux.

### *I- STANDARDISATION DE LA LEGENDE*

#### **Approche LCCS**

« Les catégories retenues dans l'interprétation ont été conformées au standard Land Cover Classification System (LCCS) de la FAO.

Le LCCS (système de classification de couverture des terres) est un logiciel mis en place par la FAO, dans le cadre du projet AFRICOVER (Di Gregorio et Jansen 2000). C'est un système souple qui permet à l'utilisateur, à presque tous les niveaux, de demander le nom, le code et la série de classificateurs d'une classe et qui permet également d'ajouter des attributs au code de couverture des terres (Extrait du document Di Gregoria et Jansen 2000).

L'utilisation du LCCS dans cette étude a permis de corriger l'interprétation et de structurer la légende en définissant les domaines, les classes et les codes.

D'un point de vue pratique, la classification est conçue pour la précision géographique. La disposition hiérarchique des classificateurs vise à assurer une cartographie de haute précision avec définition claire de la limite entre deux classes d'occupation du sol ».

### *II- DETECTION DES CHANGEMENTS*

Pour la détection des changements, les vecteurs géométriques issus de l'interprétation sont convertis en « grid » et mis au format binaire avant d'être combinés deux à deux pour obtenir une image résultante (classification croisée) et une matrice des changements (tabulation croisée). L'image résultante fournit pour chaque pixel la classe dans l'année la plus ancienne ainsi que la classe dans l'année la plus récente. La matrice quant à elle, fournit pour chaque classe le nombre de pixels de l'année la plus ancienne qui est resté dans la même classe ou qui est passé dans une autre classe.

Pour renommer un champ dans la table (exemple renommer le champ gridcod 03 en gridcod 73)

Table + start editing + edit + add field + dans le champ Name écrire le nom qu'on veut donner à la nouvelle gridcod + ok + la nouvelle colonne apparaît + se mettre dessus pour activer l'outil calculate + aller à calculate + double clique sur l'ancien gridcod + ok + le contenu de l'ancien gridcod est copier sur la nouvelle + se mettre sur l'ancien gridcod qu'on veut supprimer + edit + delete field + yes + table + stop editing + yes.

Par ailleurs, pour ressortir les changements sur l'ensemble des trente ans, une combinaison est réalisée entre les occupations du sol de 1973 et de 2003.

Trois cas de figure peuvent alors se présenter :

- **zones sans changements** : le mode d'occupation de l'espace est resté le même entre les deux années
- **zones modifiées** : le mode d'occupation de l'espace a changé d'une classe à l'autre, mais en restant dans la même catégorie (exemple : zone de culture pluviale qui devient zone de culture irriguée)
- **zones converties** : le mode d'occupation de l'espace d'une classe est passée à une autre classe dans une catégorie différente (exemple : zone de steppe arbustive qui devient zone de culture).

**Pour faire la table des matrices on procède comme suit :**

File +extension + spatial analyst +cocher + ok

Deux nouvelles rubriques apparaissent au dessus de la boite à outils. Il s'agit de analysis et surface.

Aller à Analysis + tablate area + 4 rubriques apparaissent

Row theme quel theme

Row field = quelle table

Culom theme = quelle colonne

Culom field = quelle ligne

Choisir l'année qu'on veut mettre pour les colonnes et l'année qu'on veut pour les lignes. +

Ok + dans output grid cell size on peut choisir à défaut 20 m + ok.

**Après cela, il faut changer les superficies qui sont par défaut en m<sup>2</sup> en ha.**

## Pour changer les superficie de m2 en ha

1 ha = 10 000 m<sup>2</sup>

Table + start editing + se mettre sur la colonne value 0 par exemple qui correspond à l'eau pour activer l'outil calculate + calculate + double clique sur la valeur à diviser (value 0) + double clique sur le signe du diviseur + écrire 10000 + ok.

Et on suit le même procédé pour les autres colonnes.

Cette phase demande beaucoup d'attention pour ne pas diviser deux fois les mêmes chiffres d'une même colonne et rester concentrer pour être sûr qu'on a bien écrit 10000 et pas 1000 ou 100. Ensuite table + stop editing + yes.

Après cela, il faut créer la carte des changements.

File + export + dbase + ok, l'enregistrer dans un dossier et lui donner un nom si l'on veut (table 73\_03) + ok

File + extension + activer geoprocessing +ok +view +geoprocessing wizard + union two theme pour combiner les deux themes + next + vérifier que les thèmes qu'on veut unir s'affiche bien en 1) select unput theme to union et en 2) select polygone overlay theme to union + sauver le fichier dans un répertoire en 3) specify the output file et lui donner un nom exemple union 73\_03 + ok + finish.

L'image résultant de la classification croisée est ensuite reconvertie en « shapefile ». Les cartes d'occupation du sol et des changements sont réalisées. Le grand nombre de classes rendant difficile la lecture d'une carte des changements par classe, il a fallu donc procéder à un regroupement pour produire une carte des changements par catégorie.

Pour faire la carte des changements, il faut regrouper tous les codes selon les catégories identifiées en l'occurrence quatre dans le cas qui nous concerne.

Catégories : surfaces en eau, végétation naturelle, zones de culture et zones dénudées

### II.1- Calcul des superficies dans les zones sans changements

| Catégories           | Classes | Opération |
|----------------------|---------|-----------|
| Surface en eau       | 0       | → 0       |
| Végétation naturelle | 3       | → 3       |
|                      | 4       | → 4       |
|                      | 15      | → 15      |

|                 |     |   |     |
|-----------------|-----|---|-----|
|                 | 44  | → | 44  |
|                 | 900 | → | 900 |
| Zone de culture | 5   | → | 5   |
|                 | 6   | → | 6   |
| Zone dénudées   | 8   | → | 8   |
|                 | 45  | → | 45  |

Pour l'eau puisque c'est une seule classe 0, on prend la table des matrices de la nouvelle carte qu'on vient de créer, on prend l'outil marteau + gridcod 03 = 0 (eau) et (and) gridcod 73 = 0 + New set +table + stop editing +table + start editing + calculate +1 dans la case gridcod.

Le 1 va correspondre à toutes les surfaces en eau (0) qui n'ont pas changé.

Surface en eau      0      →      0

Pour les zones sans changement dans les zones de végétation naturelle.

Et on continue avec le même procédé gridcod 03 = 3 (steppe arbustive) et gridcod 73 = 3

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 4 New set

Gridcod 03 = 15 and gridcod 73 = 15 add to set

Gridcod 03 = 44 and gridcod 73 = 44 add to set

Gridcod 03 = 900 and gridcod 73 = 900 add to set

Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 2.

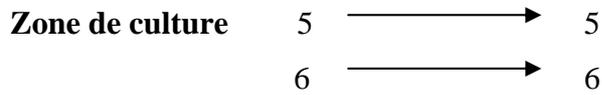
| Catégories                          | Classes | Opération |
|-------------------------------------|---------|-----------|
| <b>Zone de végétation naturelle</b> | 3       | → 3       |
|                                     | 4       | → 4       |
|                                     | 15      | → 15      |
|                                     | 44      | → 44      |
|                                     | 900     | → 900     |

Pour les zones sans changement dans les zones de culture.

Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 5 New set

Gridcod 03 = 6 and gridcod 73 = 6 add to set

Promote + Calculate + je leur attribut le code 3

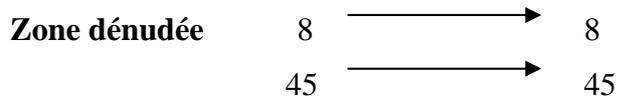


Pour les zones sans changement dans les zones dénudées

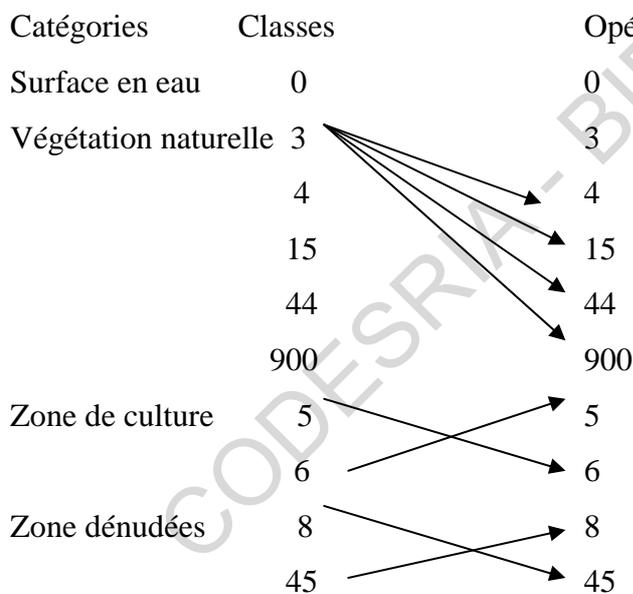
Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 8 New set

Gridcod 03 = 45 and gridcod 73 = 45 add to set

Promote + Calculate + je leur attribue le code 4



## II. 2- Calcul des superficies dans les zones modifiées entre 1973 et 2003



On ne peut pas avoir de modification dans les zones de surface en eau parce qu'étant une seule classe.

Dans ce type de calcul on essaie de voir quelles sont les modifications intervenues au niveau d'une même catégorie

### Modification dans les zones de végétation naturelle

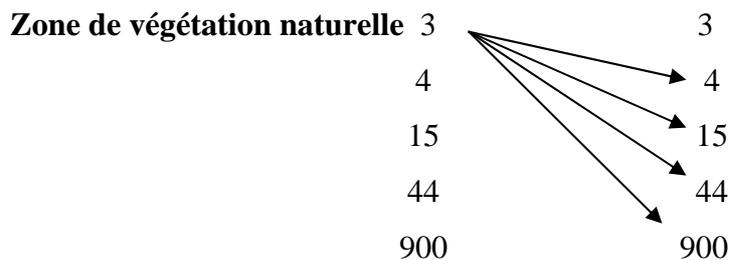
Pour calculer la superficie des zones qui ont été modifiées entre les dates et faire la carte de changement des zones modifiées on procède comme suit :

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 4 New set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 15 add to set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 44 add to set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 900 add to set



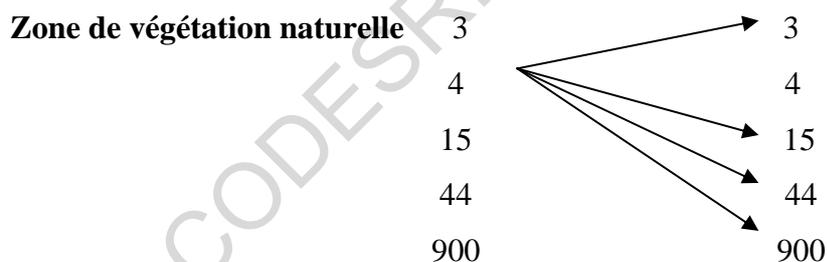
Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 5

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 3 New set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 15 add to set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 44 add to set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 900 add to set



Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 5

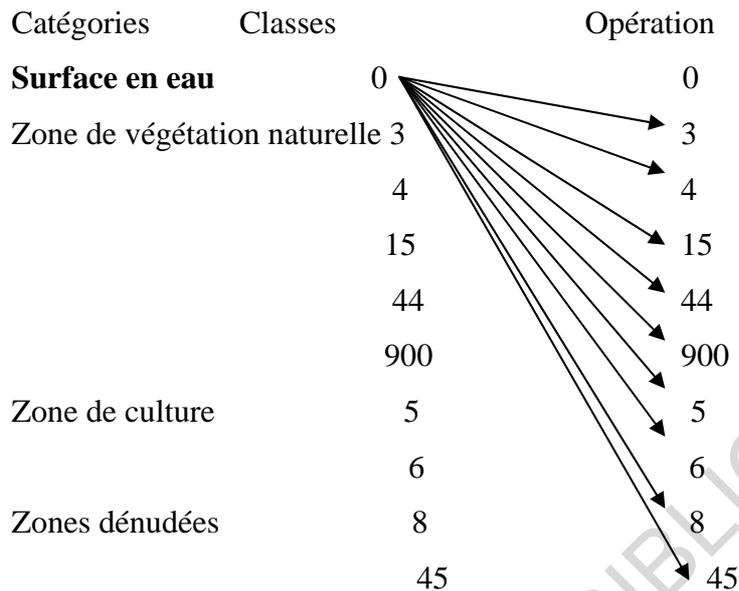
On fait de même pour chaque classe de la catégorie végétation naturelle (c'est à dire pour 15, 44,900).

Ainsi à toutes les zones qui ont été modifiée dans la catégorie végétation naturelle on leur attribue le code 5. On fait pareil pour les catégories zones cultivées en leur attribuant le code 6 et zones dénudées en leur attribuant le code 7.

### II.3- Calcul des superficies dans les zones converties

Pour calculer la superficie des zones qui ont été converties entre les deux dates et faire la carte de changement des zones reconverties à chaque classe d'une catégorie on lui fait correspondre les autres classes d'une autre catégorie.

#### Conversion dans les zones de surface en eau



Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 3 New set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 4 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 15 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 44 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 900 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 5 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 6 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 8 add to set

Gridcod 03 = 0 and gridcod 73 = 45 add to set

Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 8

#### Conversion dans les zones de végétation naturelle

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 0 New set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 5 add to set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 6 add to set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 8 add to set

Gridcod 03 = 3 and gridcod 73 = 45 add to set

| Catégories           | Classes | Opération |
|----------------------|---------|-----------|
| Surface en eau       | 0       | 0         |
| Végétation naturelle | 3       | 3         |
|                      | 4       | 4         |
|                      | 15      | 15        |
|                      | 44      | 44        |
|                      | 900     | 900       |
| Zone de culture      | 5       | 5         |
|                      | 6       | 6         |
| Zone dénudée         | 8       | 8         |
|                      | 45      | 45        |

Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 9

Après:

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 0 New set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 5 add to set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 6 add to set

Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 8 add to set

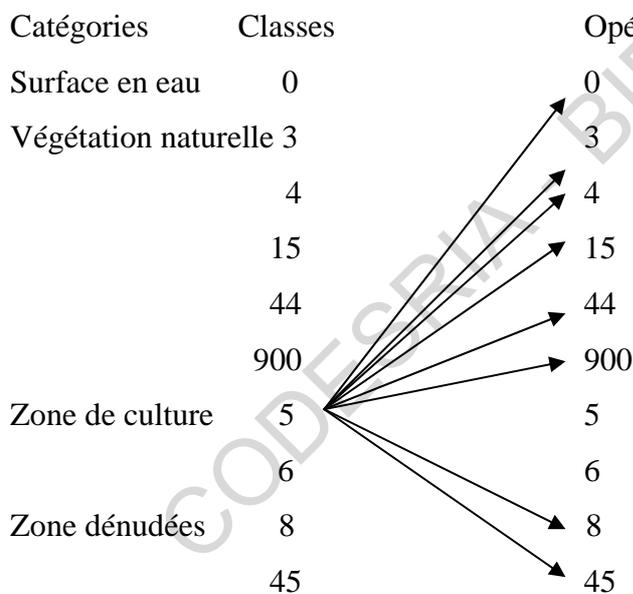
Gridcod 03 = 4 and gridcod 73 = 45 add to set

| Catégories           | Classes | Opération |
|----------------------|---------|-----------|
| Surface en eau       | 0       | 0         |
| Végétation naturelle | 3       | 3         |
|                      | 4       | 4         |
|                      | 15      | 15        |
|                      | 44      | 44        |
|                      | 900     | 900       |
| Zone de culture      | 5       | 5         |
|                      | 6       | 6         |
| Zone dénudées        | 8       | 8         |
|                      | 45      | 45        |

Ensuite promote + calculate + je leur attribue le code 9 et on fait de même pour le reste des classes de la catégorie végétation naturelle.

**Conversion dans les zones de culture.**

- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73= 0 New set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 3 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 4 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 15 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 44 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 900 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 8 add to set
- Gridcod 03 = 5 and gridcod 73 = 45 add to set

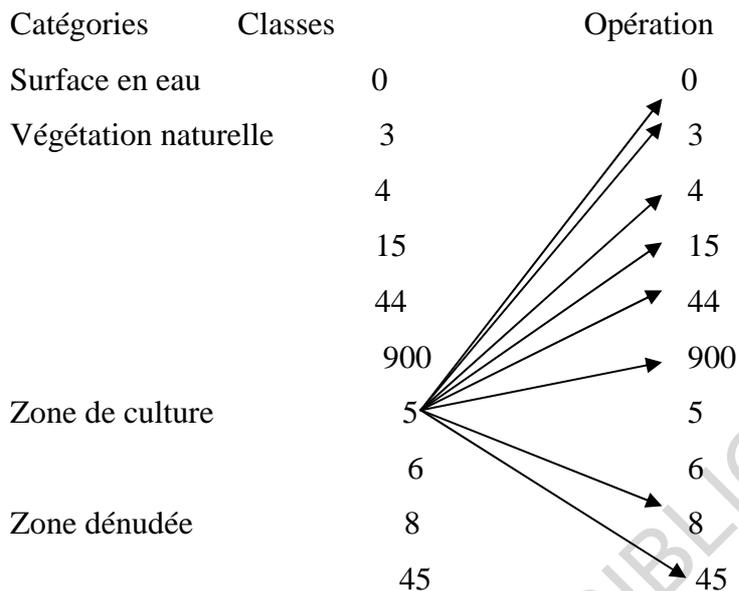


Promote + calculate + attribuer le code 10.on fait le même procédé pour la classe 6 de la même catégorie zone de culture et lui attribuer le code 10.

**Conversion dans les zones dénudées :**

- Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 0 New set
- Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 3 add to set
- Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 4 add to set

Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 15 add to set  
 Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 44 add to set  
 Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 900 add to set  
 Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 5 add to set  
 Gridcod 03 = 8 and gridcod 73 = 6 add to set



Promote + calculate + attribuer le code 11. On fait le même procédé pour la classe 45 de la même catégorie zone dénudées et lui attribuer le code 11.

Après cette nouvelle codification, une carte des changements qui est la résultante des deux cartes de 1973 et de 2003 est créée. Ainsi, pour chaque catégorie, il est possible de voir les zones sans changements, les zones modifiées et les zones qui se sont reconverties. Il faut maintenant réunir les tables des deux années en une seule table.

Pour cela :

Table + outil marteau+ gridcod 73 = 02 et gridcod 03 = 02 + New set + table + start editing + se mettre sur une des deux colonnes 73 ou 03 et activer calculate pour créer un nouveau code, gridcod tout court par exemple. Edit + add field + dans number name mettre gridcod + ok.

Pendant ce temps aller à la table dbase qu'on avait créé pour le transporter en fichier Excel pour y travailler.

Ouvrir la matrice avec Excel + enregistrer sous + dans type de fichier choisir classeur microsoft Excel + enregistrer

On le renomme matrice\_73\_03.

Dans Excel, je classe les codes (0,3,4,5,6,8,13,15,44,45,900 par catégorie. J'en ai identifié 4 à savoir : les catégories Eau, Végétation Naturelle, Zone de culture, Zone dénudées.

La catégorie Surface en Eau intègre l'eau, code 0

La catégorie zone de végétation naturelle égales aux codes 3 (steppe arbustive), 4 (savane arbustive à arborée, 44 (steppe arbustive à arborée), 15 (Mangrove), 900 (prairie marécageuse).

La catégorie zone de cultures égale aux codes 5 et 6.

La catégorie zones dénudées renvoie aux codes 8 et 45.

Cette superposition des classes permet de faire la matrice des changements autrement dit de déterminer les zones où la végétation est restée sans changement , les zones où la végétation s'est modifiée et enfin les zones où la végétation s'est reconvertie.

Le tableau de la matrice des changements donne ceci :

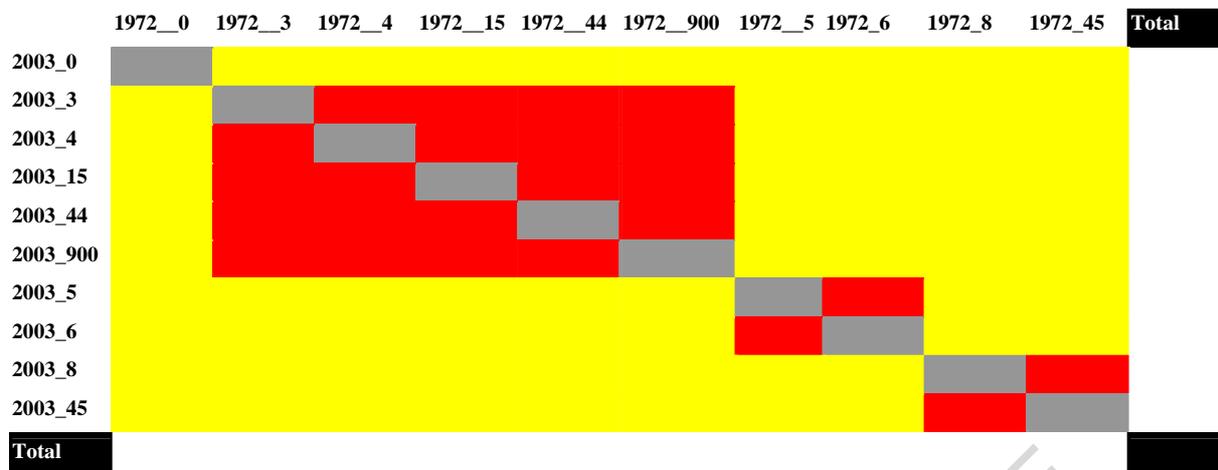
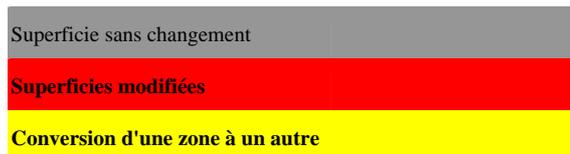


Tableau 2 : exemple de matrice des changements

| Theme                      | code |
|----------------------------|------|
| Eau                        | 0    |
| steppe arbustive           | 3    |
| Savane arbustive           | 4    |
| Mangrove                   | 15   |
| steppe arbustive à arborée | 44   |
| prairie marécageuse        | 900  |
| Culture irriguée           | 5    |
| Culture pluviale           | 6    |
| sol nu inondable           | 8    |
| sol nu dunaire             | 45   |

superficie (en ha) superficie (en %)



### *III : DEFINITIONS ET IDENTIFICATION DES DIFFERENTES CLASSES D'OCCUPATION DU SOL*

Les types de formations végétales ont été déterminés en se référant à la classification de Yangambi selon laquelle :

- la Savane arbustive correspond à une formation herbeuse comportant une strate graminéenne continue d'au moins 80cm de hauteur, ordinairement brûlée annuellement, avec une strate ligneuse composée essentiellement d'arbustes disséminés (photo 1) ;



**Photo 1: Savane arbustive dans la CR de Gandon**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)

- la Steppe arborée correspond à une formation herbeuse ouverte avec des graminées vivaces largement espacées, n'atteignant généralement pas 80 cm, des plantes annuelles abondantes entre les vivaces, parfois mêlées de petits arbres, d'arbustes et d'arbrisseaux (photo 2) ;



**Photo 2: Steppe arborée dans la CR de Gandon**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)

- la Steppe arbustive correspond à une formation herbeuse ouverte à graminées vivaces largement espacées, n'atteignant généralement pas 80 cm (photo 3).



**Photo 3: Steppe arbustive dans la CR de Gandon**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)

Pour la classe prairie marécageuse, elle correspond à une étendue de terrain couverte temporairement par les eaux du fleuve Sénégal. Cette classe est surtout identifiée au niveau des trois marigots. Mais la mauvaise qualité de l'image de 1973 fait que nous avons regroupé en une classe les plantes aquatiques qui sont annuellement inondées (*Typha australis*, *Salvinia*

*molesta...*) et les autres types de végétation qui sont saisonnièrement inondés comme par exemple les *Cypérus*.

En 2003, les plantes aquatiques sont localisées autour du Ngalam tandis que les *Cypérus* sont identifiés près des trois marigots.

Par Mangrove, nous entendons un écosystème caractérisé par un paysage composé d'arbres (les Palétuviers) et qui peuvent vivre dans des sols salés et pauvres en oxygène. Elle se développe le long des côtes basses et des estuaires, recouvrant les étendues littorales soumises à l'influence des marées.



**Photo 4 : Zone de Mangrove**  
(Source : Direction des Eaux et Forêts de Saint Louis)

Les formations artificielles correspondent aux cultures de rente à savoir la culture irriguée et la culture sous pluie.



**Photo 5 : Zone de culture sous pluie dans le diéri**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)



**Photo 6 : Zone de culture irriguée le long du canal du Gandiolais**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)

Nous entendons par sols dénudés les sols nus inondables et les sols nus dunaires.

Les sols nus inondables correspondent aux cuvettes de décantation. Pendant la crue, les eaux débordent et les zones basses sont alors soumises aux inondations. Ces sols nus peuvent prendre des caractères de sebkas<sup>6</sup> quand les apports de sel sont importants. Le retrait de la crue est souvent suivi de la remontée des eaux marines saumâtres. Ces sols sont alors salés dans la plupart des cas. A cause de l'évaporation intense en période de saison sèche, le sel peut remonter et former des croûtes superficielles.

Les sols nus dunaires de la CR de Gandon s'assimilent aux dunes jaunes littorales qui sont la résultante d'une importante dérive littorale, qui a été engendrée par la forte houle du NNW. Cette forte houle a amené une grande quantité de sable et forme une succession de cordons littoraux, qui s'allongent dans la partie sud occidentale du delta. Leur sable a été amoncelé par le vent en petites dunes jaunes. Cette génération de dunes constitue l'épisode éolien final. La maigre steppe qui recouvre ces dunes sur certaines plages les différencie des dunes vives mobiles. L'évolution pédologique superficielle de ces dunes est moins poussée. Les sols sont minces et peu évolués du fait de l'âge récent des matériaux en place.

---

<sup>6</sup> Dépression endoréique souvent salés.



**Photo 7 : Zone dénudé dans la CR de Gandon**  
(Source : Diallo ATS, octobre 2005/CR de Gandon)

### **Conclusion partielle**

Le stage que nous avons effectué au Centre de Suivi Ecologique (CSE), nous a permis d'approfondir non seulement nos enseignements théoriques reçus à l'université mais également de mieux comprendre la méthodologie que nous avons acquis à la SAED dans le cadre d'une co-direction de mémoire.

Le CSE constitue, en effet, un cadre pertinent pour l'étude de la dynamique des changements de l'occupation du sol car le suivi des ressources naturelles est l'une de ses activités de base.

Néanmoins, nous avons rencontré beaucoup de difficultés concernant la numérisation de l'image de 1973. L'image RBV de 1973 n'offre pas une bonne précision pour l'identification des différentes classes d'occupation du sol. De ce fait, il est possible que des superficies soient sous-estimées ou sur-estimées à cause de la mauvaise qualité de l'image. Cette mauvaise précision de l'image explique la création de la classe « prairie marécageuse » qui n'a pas été simple à déterminer.

En 2003 par contre, avec la révolution faite sur les images Landsat, les classes d'occupation du sol apparaissent plus nettement.

Mais, dans tous les cas, l'exercice de numérisation est un processus difficile qui demande beaucoup de rigueur et de patience.

**DEUXIEME PARTIE :**  
**CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL DE LA**  
**COMMUNAUTE RURALE DE GANDON**

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

## **CHAPITRE I : SITUATION DE L'OCCUPATION DU SOL DE LA COMMUNAUTE RURALE DE GANDON EN 1972 ET EN 2003**

### **I- PRESENTATION DE LA CARTE D'OCCUPATION DU SOL DE 1973**

Dix thèmes sont cartographiés et correspondent aux unités d'occupation des sols identifiées dans la zone d'étude. La classification des images satellitaires fait ressortir six types de formations végétales naturelles qui occupent dans l'ensemble 52 % de la superficie totale.

En 1973, la steppe arbustive est plus importante au niveau des formations végétales naturelles avec 28,97%. Sa distribution est assez bien répartie sur l'ensemble de la communauté rurale. Elle est suivie de la steppe arbustive à arborée avec 17,34 %. Elle est concentrée à l'ouest et au sud de l'image. La savane arbustive à arborée et les zones dédiées aux mangroves représentent respectivement 3,73 et 1,68 %.

La savane arbustive à arborée apparaît à l'est du parc de la langue de Barbarie.

La mangrove est présente exclusivement dans la partie estuarienne de la zone d'étude, elle est localisée aux environs de Saint Louis, à l'ouest du village de Bop Thior et au sud du village de Keur Barka.

La prairie marécageuse est localisée à Bop Thior et de part et d'autres du Ngalam (carte 2). Cette classe représente 4823 ha soit 9,12 % de la superficie totale de la CR (tableau 2).

Au niveau des formations artificielles, deux classes d'occupation des sols ont été identifiées. Il s'agit des zones dédiées aux cultures pluviales et celles destinées aux cultures irriguées. Les cultures pluviales qui couvrent 6,19 % sont plus importantes que les cultures irriguées qui n'occupent que 0,32 % de la superficie totale de la zone.

Le pluvial se pratique à l'est de la communauté rurale sur les terres du jeeri. Quant à la culture irriguée, elle est timidement pratiquée au nord vers le village de Ndiagram Bambara.

Les eaux de surface sont assez représentatives dans la CR de Gandon et occupent 11% de la superficie totale. Elles sont concentrées à l'ouest avec une partie du Ngalam (trois marigots) qui s'écoule à l'est de la communauté rurale.

Pour les sols dénudés, deux classes ont été identifiées :

- les sols nus dunaires ;
- et les sols nus inondables.

Les sols nus dunaires, qui sont plus ou moins stériles, sont d'une importance moindre vu qu'ils ne représentent que 1,26 % de la superficie totale de la zone. Ils sont en général localisés principalement au niveau de la langue de Barbarie et vers les villages de Lahbar et à l'ouest de Ricotte. Ils correspondent en général aux dunes littorales et plages actuelles (carte 2).

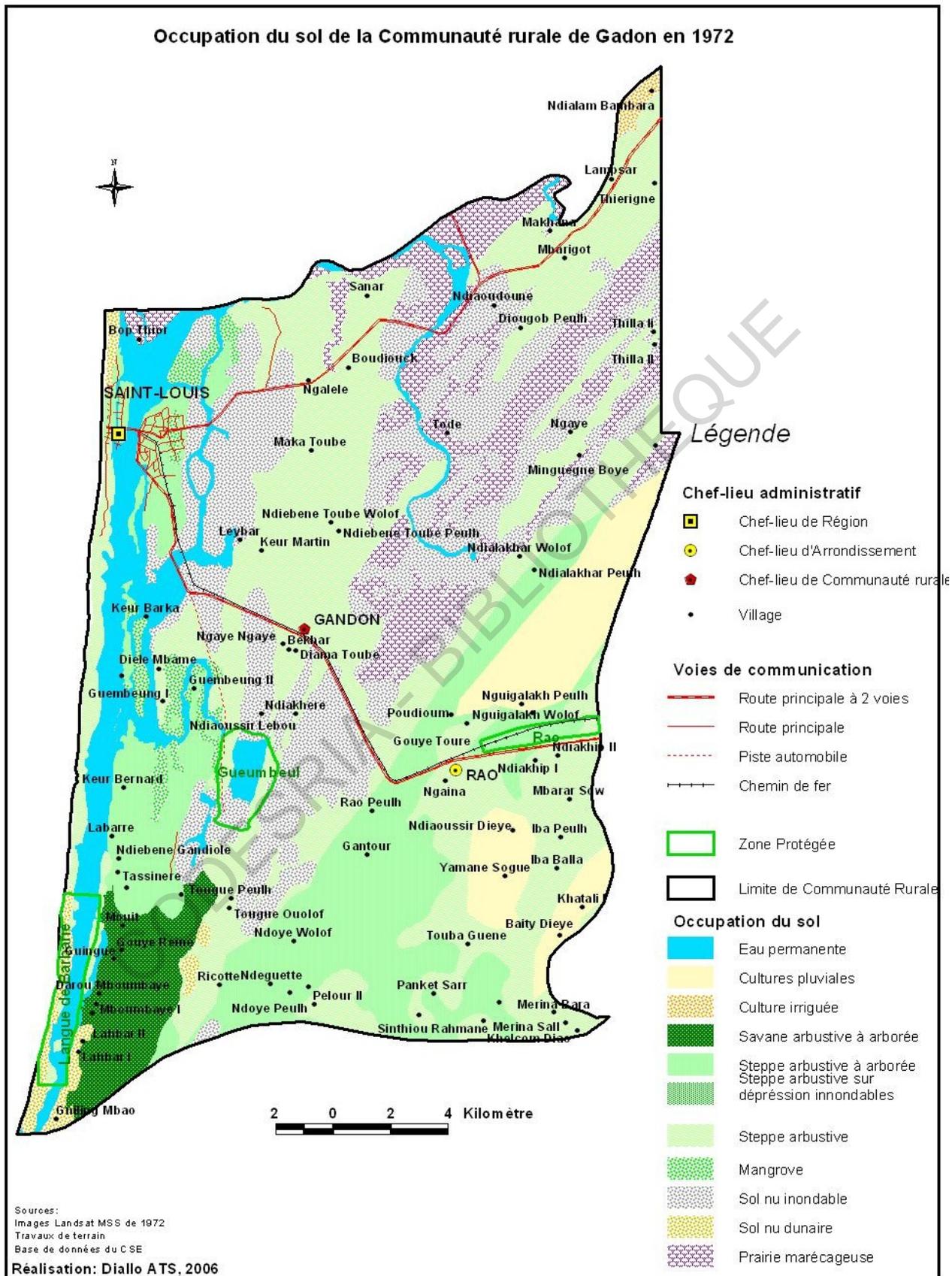
Pour les sols nus inondables, ils sont localisés au niveau des trois marigots, aux alentours de Gueumbeul et à l'est de Saint-Louis. Sur les 52879 ha de la communauté rurale, ils représentent 19,53% (tableau 2)

| Thème                      | 1973(ha)         | 1973 (%)       | 2003 (ha)        | 2003 (%)      | 2003-1973 (ha) | 2003-1973 (%) |
|----------------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| Eau                        | 6272,960         | 11,86          | 4348,600         | 8,22          | -1924,360      | -3,639        |
| Savane arbustive à arborée | 1969,84          | 3,73           | 627,44           | 1,19          | -1342,4        | -2,54         |
| Steppe arbustive à arborée | 9168,68          | 17,34          | 21064,52         | 39,83         | 11895,84       | 22,50         |
| Steppe arbustive           | 15321,32         | 28,97          | 6605,8           | 12,49         | -8715,52       | -16,48        |
| Mangrove                   | 886,72           | 1,68           | 984,08           | 1,86          | 97,36          | 0,18          |
| Prairie marécageuse        | 4823,44          | 9,12           | 2072,56          | 3,92          | -2750,88       | -5,20         |
| Culture irriguée           | 168,4            | 0,32           | 168,72           | 0,32          | 0,32           | 0,00          |
| Culture pluviale           | 3273,08          | 6,19           | 6271,32          | 11,86         | 2998,24        | 5,67          |
| Sol nu inondable           | 10327,52         | 19,53          | 10042,16         | 18,99         | -285,36        | -0,54         |
| Sol nu dunaire             | 667,88           | 1,26           | 694,64           | 1,31          | 26,76          | 0,05          |
| <b>Total</b>               | <b>52879,840</b> | <b>100,000</b> | <b>52879,840</b> | <b>100,00</b> |                |               |

Tableau 3: Dynamique des changements observés entre 1973 et 2003

|              |
|--------------|
| Régression   |
| Augmentation |

Carte 1 : Occupation de la Communauté Rurale de Gandon en 1973



## *II- PRESENTATION DE LA CARTE D'OCCUPATION DU SOL DE 2003*

Sur la carte de 2003 le même nombre de classes qu'en 1973 a été répertorié. Ceci montre que l'évolution du milieu n'a entraîné ni apparition, ni disparition de thèmes.

Le tableau 2 met en évidence la prédominance des formations naturelles parmi lesquelles la steppe arbustive à arborée constituent de loin la première classe ; elles concernent près de 39,83 % de la zone d'étude (carte 3). Elle est suivie de la steppe arbustive qui s'étend sur près de 12,49 % de la surface totale. Quant à la savane arbustive, elle a reculé pour atteindre que 1,19 % en 2003. La mangrove et la prairie marécageuses représentent respectivement 1,86 et 3,92 % (tableau 2).

De 52%, les formations végétales naturelles sont passées à 51,71 % en 2003 soit une baisse de 0,29 % en 30 ans. Au niveau des formations végétales naturelles, la hausse la plus significative est celle de la steppe arbustive à arborée qui a enregistré une hausse de 22,5% (tableau).

Dans le site de Saint-Louis et au sud de Keur Barka par exemple, la mangrove a complètement ou tend à disparaître au cours des trente dernières années (carte 3).

La prairie marécageuse a diminué entre 1973 et 2003. De 4823 ha, elle est passée à 2072 ha. Elle s'est fortement dégradée au niveau de Bop Thior et des trois marigots (carte 3).

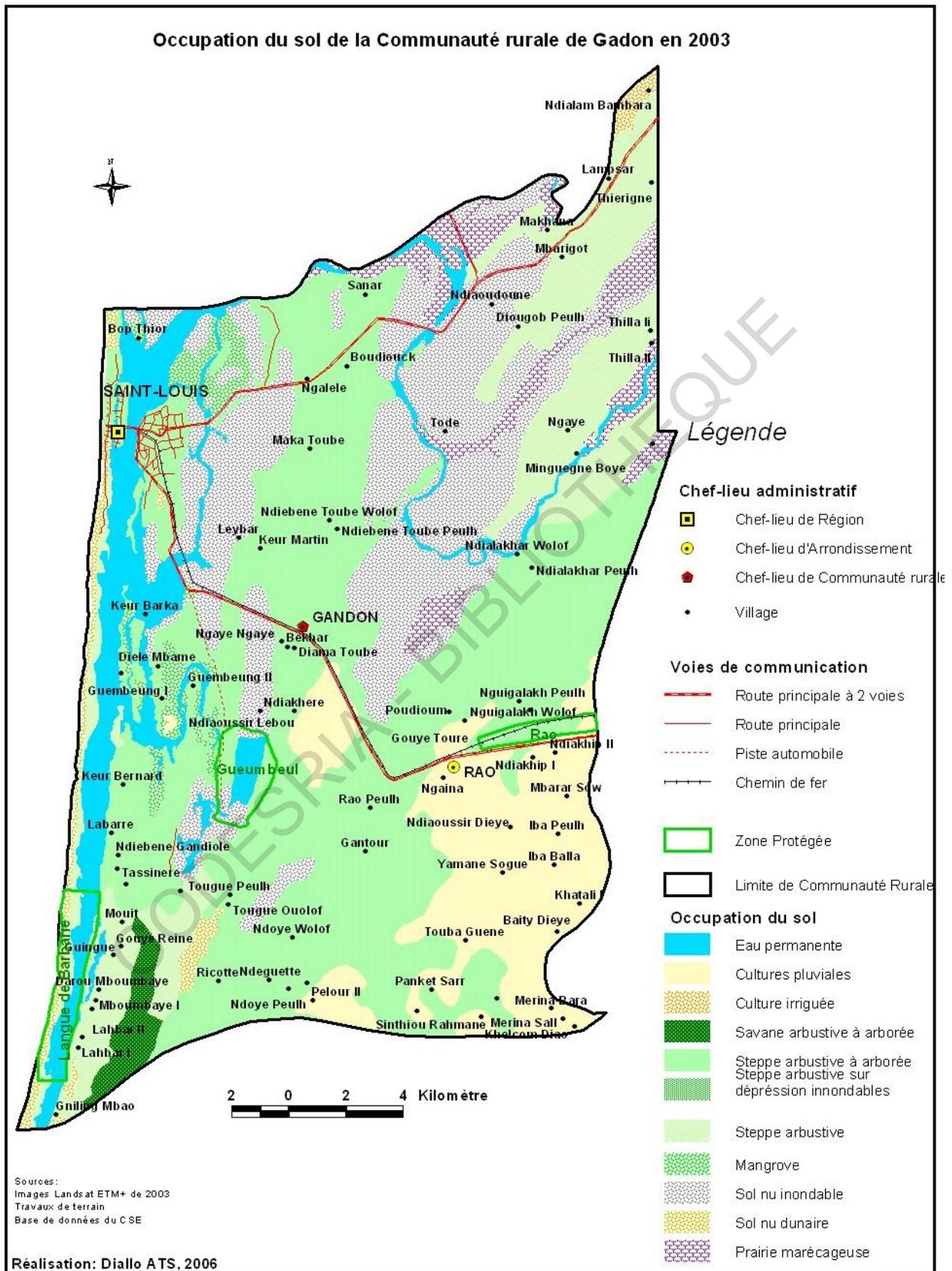
Les cultures irriguées n'ont que très peu augmenté en 2003. De 168,4 %, elles ont passées à 168,72 % (tableau 2). Dans la communauté rurale de Gandon, l'activité de rente pratiquée est plutôt l'agriculture pluviale qui a augmenté de 5,67 % entre 1973 et 2003. De 6,19 % en 1973, elle est passée à 11,86 % en 2003.

Malgré l'accroissement des terres destinées à l'agriculture pluviale, nous remarquons une migration des terres vers le sud-est et au centre de la communauté rurale.

De 6273 ha, elles sont passées à 4349 ha. Néanmoins, le tracé du Ngalam est devenu plus prononcé en 2003 et le Nguine qui s'était asséché en 1973 est devenu mieux drainé en 2003.

Les sols nus inondables ont accusé une légère baisse de 0,54 % tandis que les sols dunaires ont augmenté de 0,05 %. Autour de la forêt classée de Gueumbeul, les sols nus inondables ont diminué pour occuper une place beaucoup plus importante au niveau des trois marigots. En 2003, les sols nus dunaires s'étaient du nord au sud du littoral tandis qu'en 1973, ils sont localisés au sud de la communauté rurale et vers Bop Thior au Nord (carte 3).

Carte 2 : Occupation du sol de la CR de Gandon en 2003



## CHAPITRE II : RESULTATS DE L'ETUDE DIACHRONIQUE ENTRE 1973 ET 2003

Entre 1973 et 2003 des modifications majeures dans l'occupation de l'espace sont intervenues dans le bas delta du fleuve Sénégal en général et dans la communauté rurale de Gandon en particulier ; elles peuvent être décelées à travers les variations (augmentation ou diminution) des superficies des différents types d'occupation du sol, mises en évidence par la cartographie de la zone entre ces deux dates (carte 4).

Les changements majeurs constatés varient d'un thème à l'autre.

En vue de faciliter l'interprétation des changements, les classes d'occupation du sol, déterminées à travers la cartographie, ont été regroupées en quatre grands thèmes ou catégorie:

- les zones de surface en eau
- les zones de végétations naturelles (steppe arbustive, steppe arbustive à arborée, savane arbustive à arborée, mangrove, prairie marécageuse) ;
- les zones artificielles (cultures irriguées et cultures pluviales) ;
- et les zones dénudées (sols nus dunaires et sols nus inondables).

L'étude de l'évolution des unités d'occupation du sol est basée sur les modifications et les conversions de ces unités. A cet effet, la définition de ces termes s'avère nécessaire. Par '*modification*' il faut comprendre les changements intervenus à l'intérieur d'une même catégorie d'occupation du sol comme par exemple culture pluviale qui devient culture irriguée, ou bien steppe arbustive qui devient savane arbustive à arborée. Tandis que la '*conversion*' est le passage d'une catégorie à une autre comme par exemple mangrove qui devient tanne ou bien savane arbustive à arborée qui devient sol nu et que '*sans changement*' se rapporte à l'ensemble des classes qui sont restées dans la même classe entre les deux dates de l'étude, c'est-à-dire n'ayant été affectées ni par les modifications, ni par les conversions.

Le croisement des cartes d'occupation du sol de la CR de Gandon a donné une carte des changements et une matrice qui montre l'évolution des différentes classes entre ces deux dates. (Carte 4 et tableau 3).

## *I- PRESENTATION DE LA CARTE ET DE LA MATRICE DES CHANGEMENTS*

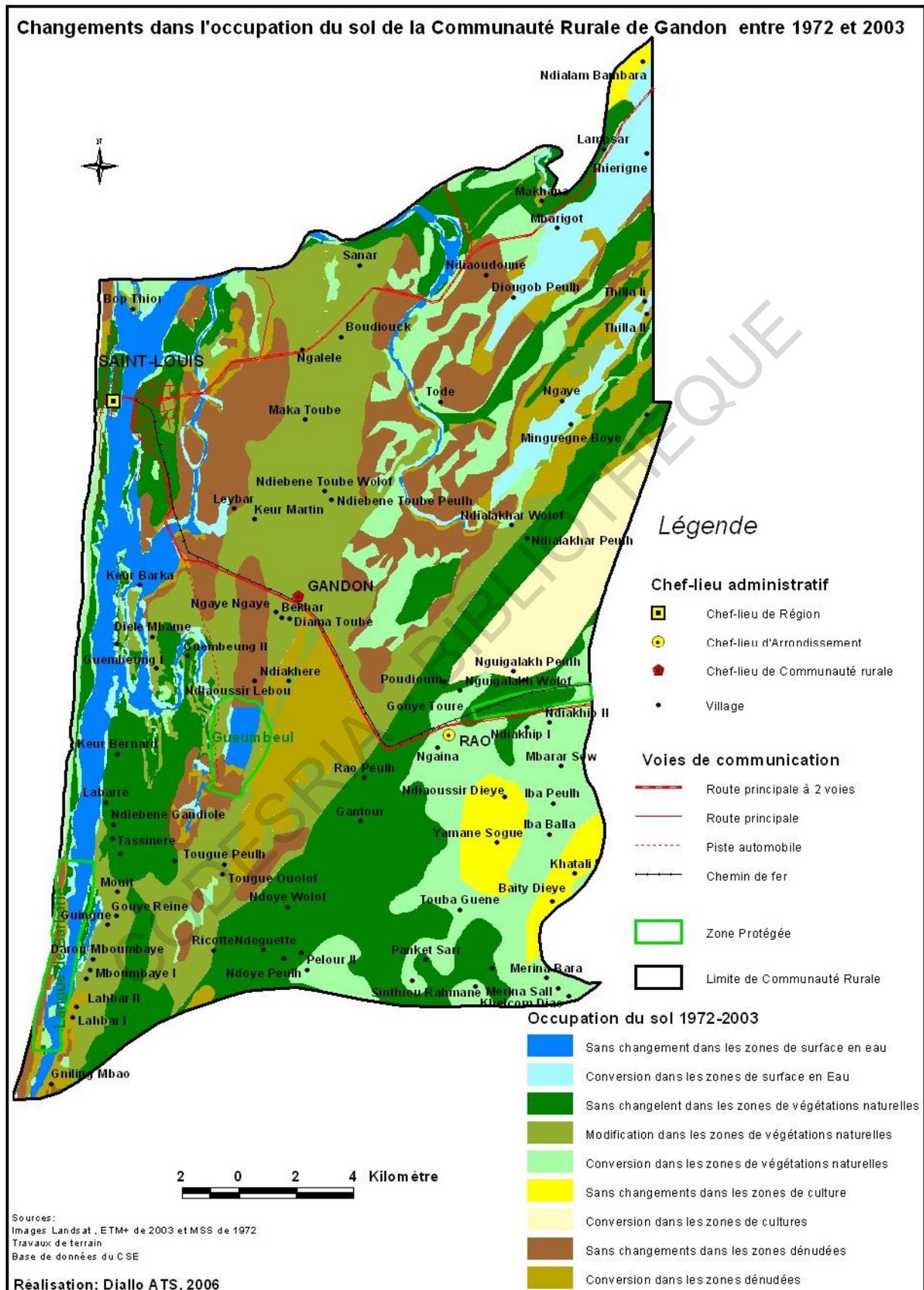
Globalement, nous constatons que la communauté rurale de Gandon connaît une certaine dynamique. En trente ans, plus de la moitié de la superficie (53%) ont connu soit des modifications (20%) soit des conversions (33 %). (Tableau 3)

Nous constatons une spécificité au niveau de chaque catégorie d'occupation du sol. Les zones de surface en eau ont dans l'ensemble diminué de même que dans les zones de végétation naturelle, la steppe arbustive, la savane arbustive à arborée et la prairie marécageuse ont aussi régressé. La steppe arbustive à arborée et la mangrove ont par contre augmenté (carte 4).

Les catégories zone de culture et zone dénudée connaissent également soit des améliorations soit des diminutions (carte 4).

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

Carte 3: Changements dans l'occupation du sol de la CR de Gandon entre 1973 et 2003



**Tableau 4 : Matrice des changements observés entre 1973 2003**

|              | 1973_0          | 1973_3           | 1973_4          | 1973_15        | 1973_44         | 1973_900        | 1973_5         | 1973_6          | 1973_8           | 1973_45        | <b>Total</b>     |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|
| 2003_0       | 3419,280        | 207,320          | 9,880           | 98,760         | 131,640         | 156,000         | 0,000          | 0,000           | 292,720          | 33,000         | <b>4348,600</b>  |
| 2003_3       | 2142,120        | 1491,880         | 1324,440        | 0,000          | 0,000           | 258,240         | 0,000          | 0,000           | 1148,000         | 241,120        | <b>6605,800</b>  |
| 2003_4       | 0,000           | 0,000            | 627,440         | 0,000          | 0,000           | 0,000           | 0,000          | 0,000           | 0,000            | 0,000          | <b>627,440</b>   |
| 2003_15      | 91,040          | 32,520           | 0,000           | 511,320        | 174,680         | 27,640          | 0,000          | 0,000           | 146,880          | 0,000          | <b>984,080</b>   |
| 2003_44      | 223,040         | 8263,560         | 0,000           | 264,160        | 8818,320        | 104,920         | 0,000          | 2041,240        | 1302,120         | 47,160         | <b>21064,520</b> |
| 2003_900     | 91,520          | 64,800           | 0,000           | 0,000          | 0,000           | 1723,800        | 0,000          | 0,000           | 192,440          | 0,000          | <b>2072,560</b>  |
| 2003_5       | 0,000           | 0,320            | 0,000           | 0,000          | 0,000           | 0,000           | 168,400        | 0,000           | 0,000            | 0,000          | <b>168,720</b>   |
| 2003_6       | 0,680           | 4417,280         | 0,000           | 10,080         | 8,040           | 0,000           | 0,000          | 1231,840        | 603,400          | 0,000          | <b>6271,320</b>  |
| 2003_8       | 299,440         | 524,480          | 0,000           | 2,400          | 21,040          | 2552,840        | 0,000          | 0,000           | 6641,960         | 0,000          | <b>10042,160</b> |
| 2003_45      | 5,840           | 319,160          | 8,080           | 0,000          | 14,960          | 0,000           | 0,000          | 0,000           | 0,000            | 346,600        | <b>694,640</b>   |
| <b>Total</b> | <b>6272,960</b> | <b>15321,320</b> | <b>1969,840</b> | <b>886,720</b> | <b>9168,680</b> | <b>4823,440</b> | <b>168,400</b> | <b>3273,080</b> | <b>10327,520</b> | <b>667,880</b> | <b>52879,840</b> |

|  |           |        |
|--|-----------|--------|
| Superficies modifiées dans les surfaces en eau               | 0,000     |        |
| Superficies modifiées dans les zones de végétation naturelle | 10514,960 | 19,885 |
| superficies modifiées dans les zones de culture              | 0,000     |        |
| superficies modifiées dans les zones dénudées                | 0,000     |        |

|  | Surface (en ha)  | Surface (en %) |
|--|------------------|----------------|
| conversion des surfaces en eau en zones de végétation naturelle  | 2547,720         | 4,818          |
| conversion des surfaces en eau en zones de culture               | 0,680            | 0,001          |
| conversion des surfaces en eau en zones dénudées                 | 305,280          | 0,577          |
|  | <b>2853,680</b>  | <b>5,397</b>   |
| conversion de la végétation naturelle en zones de surface en eau | 603,600          | 1,141          |
| conversion de la végétation naturelle en zones de culture        | 4435,720         | 8,388          |
| conversion de la végétation naturelle en zones dénudées          | 3442,960         | 6,511          |
|  | <b>8482,280</b>  | <b>16,041</b>  |
| conversion des zones de culture en zones de surface en eau       | 0,000            | 0,000          |
| conversion des zones de culture en zones de végétation naturelle | 2041,240         | 3,860          |
| conversion des zones de culture en zones dénudées                | 0,000            | 0,000          |
|  | <b>2041,240</b>  | <b>3,860</b>   |
| conversion des zones dénudées en zones de surface en eau         | 325,720          | 0,616          |
| conversion des zones dénudées en zones végétation naturelle      | 3077,720         | 5,820          |
| conversion des zones dénudées en zones de culture                | 603,400          | 1,141          |
|  | <b>4006,840</b>  | <b>7,577</b>   |
|  | <b>52879,840</b> | <b>100,000</b> |
| Total conversion   | 17384,040        | 32,875         |
| Total modification   | 10514,960        | 19,884629      |
| Total sans changement  | 24980,840        | 47,241         |

## II- CHANGEMENTS DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES

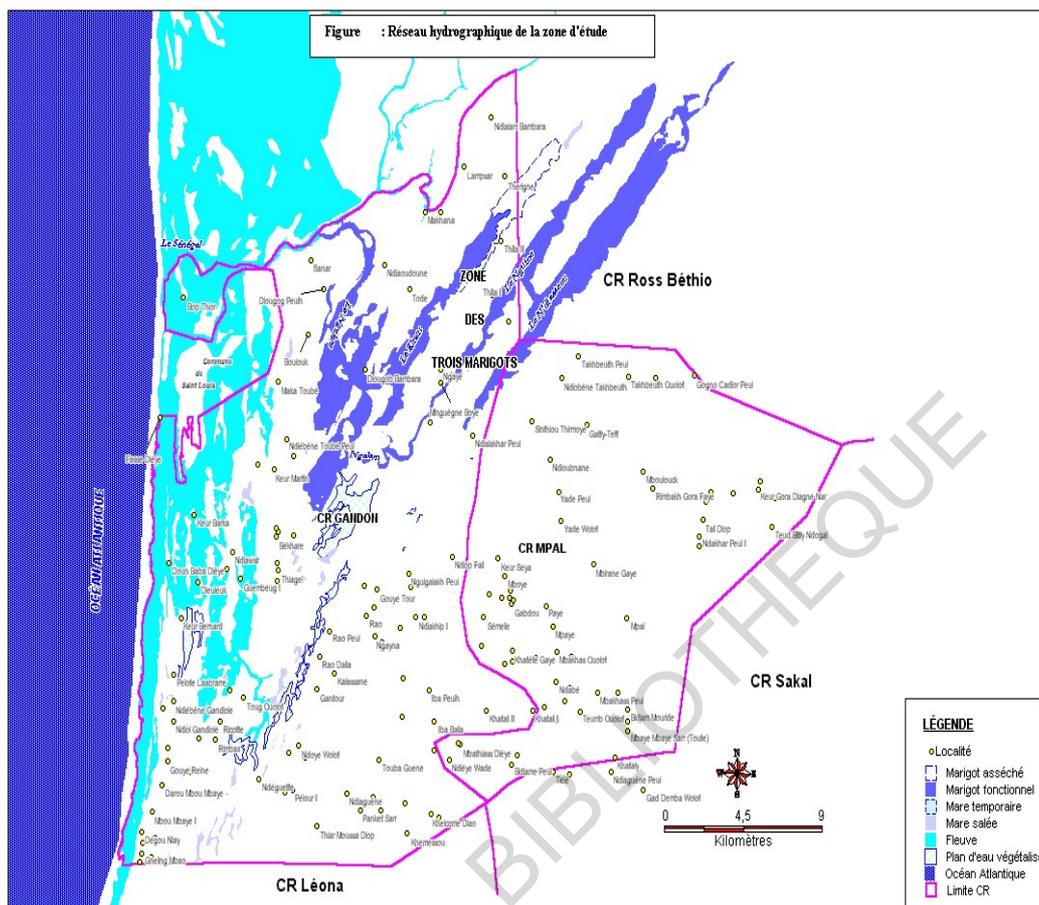
### D'OCCUPATION DU SOL

#### II-1. Changements au niveau des eaux de surface entre 1973 et 2003

Comme le montre la carte 5, l'essentiel du réseau hydrographique de la communauté rurale de Gandon est composé :

- ❖ de marigots asséchés ; autour du village de Therigne au nord du marig
- ❖ de marigots fonctionnels ; composés du Ngalam et des trois marigots (Ndiagu, Nguine et Ndiasseou)
- ❖ de marigots temporaires (au nord du village de Ndigo Fall)
- ❖ de plans d'eau végétalisée au sud du Ngalam
- ❖ et du fleuve Sénégal lui-même qui s'achemine vers son embouchure.

Carte 4 : Réseau hydrographique de la Zone d'étude



Dans un passé relativement récent, le régime hydrologique de tous ces chenaux distributaires était calqué sur celui du fleuve Sénégal. Ainsi une partie des eaux de la crue passait à travers ces marigots pour se répandre ensuite dans les nombreuses cuvettes inondables. Pendant l'étiage, les eaux marines, à la faveur de la faiblesse de la pente des talwegs, remontaient en sens inverse. Cette situation qui est la marque de la respiration naturelle du delta, constituait, cependant, une limite objective à toute exploitation durable des ressources en eau.

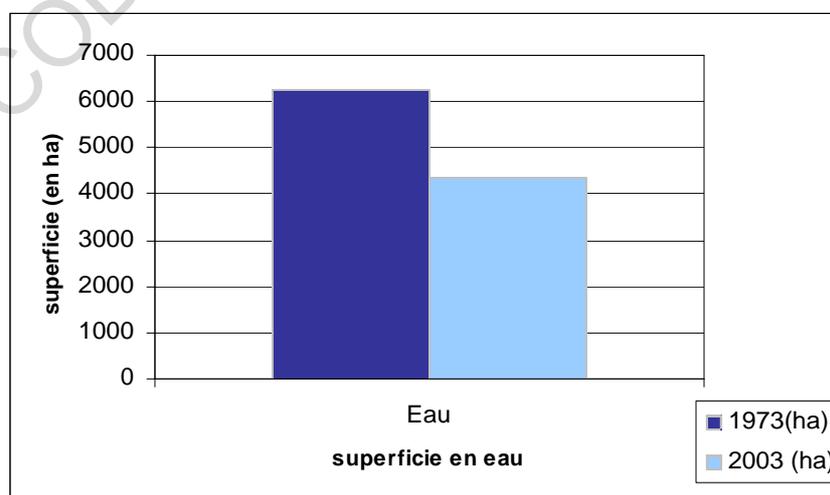
C'est ainsi que depuis le début des années soixante, ce réseau a fait l'objet d'aménagements successifs afin de satisfaire les besoins grandissants exprimés par des usagers relevant de secteurs variés et parfois concurrentiels. » (Faye, 1996)

**Tableau 5 : Quelques ouvrages et mises en valeurs des ressources en eau dans le delta du fleuve Sénégal**

(source : Faye 1996 complétée par Diallo ATS 2005)

| Aménagements hydrauliques   | Réalisation | Objectifs généraux  |
|---|-------------|---|
| Barrage de Makhana  | 1884        | Réservoir d'eau sur le Lampsar pour alimenter la ville de Saint Louis                       |
| Ouvrages vannés de Dakhar-Bango de Ndiaoudoun et de K. S. Sow                                 | 1937-1939   | Renforcer les capacités de stockage du réservoir d'eau de saint Louis                       |
| Le pont-barrag de Richard-Toll  | 1949        | Liaison routière entre les deux rives de la Taouey et régulation du système fluvio-lacustre |
| Route-digue entre Saint Louis et Richard-Toll (RN2)   | 1950-1959   | Liaison routière et isolement partiel de la cuvette du Ndiael                               |
| La digue de ceinture de la rive gauche du Sénégal inférieur (delta)                           | 1964        | Protection des terres du delta contre la crue annuelle du fleuve Sénégal                    |
| Ouvrage de régulation sur le Lampsar et le Kassack ; endiguement de la rive gauche du Lampsar | 1976        | Réalisation de biefs complémentaires au sein du réservoir Gorom-Lampsar                     |
| Barrage en terre ou bouchons de Kheune sur le Sénégal inférieur                               | 1983-1984   | Protection des réservoirs d'eau douce situés en amont contre la remontée de la langue salée |
| Barrage de Diama  | 1985        | Arrêter définitivement la remontée de la langue salée dans le cours inférieur du Sénégal... |
| Digue de ceinture de la rive droite   | 1992        | Améliorer la gestion de la retenue de Diama.  |
| Réhabilitation de la digue rive gauche et des ouvrages de dérivation                          | 1993...     | Améliorer la gestion de la retenue de Diama   |
| Ouverture d'une brèche au niveau la Langue de Barbarie  | 2003        | Résoudre le problème des inondations à Saint Louis et dans les villages environnants        |

La superficie des plans d'eau de la CR a diminué entre 1973 et 2003 (cartes 2,3 et 4). De 12 % de la superficie totale de la zone, elle a baissé jusqu'à occuper 8 % (tableau 2).



**Figure 2: Variation de la superficie dans les zones de surface en Eau entre 1973 et 2003**

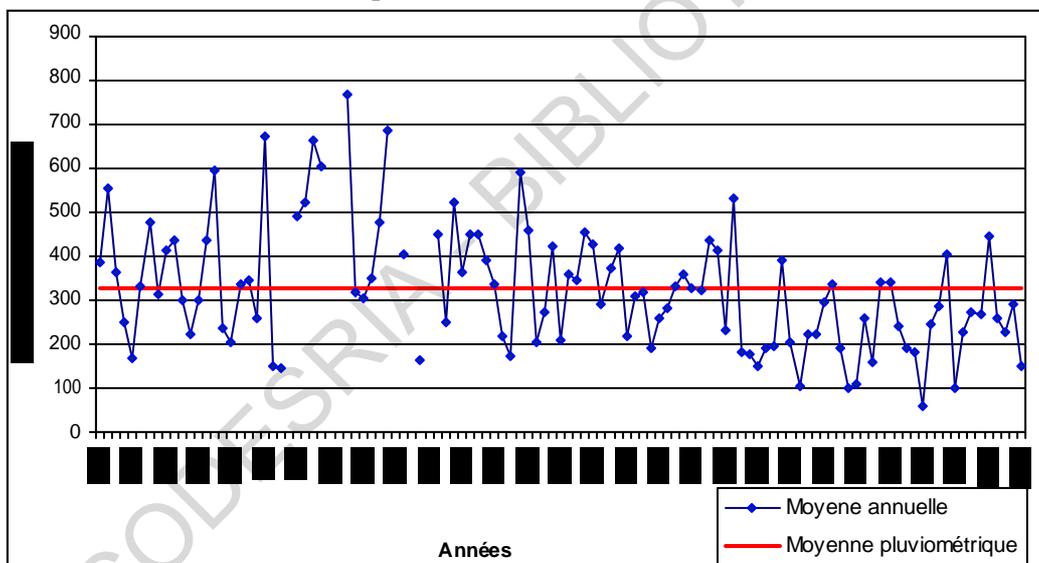
En 1973, les plans d'eau étaient soumis à l'évaporation, aux effets des sécheresses (figure 6) et aux prélèvements de diverses nature à savoir la culture irriguée et l'alimentation en eau des grandes agglomérations comme Saint Louis (tableau 5 et figure 6 sur la pop de Saint Louis).

**Tableau 6: Evolution de la Population dans la CR de Gandon**

| Année | Effectif Population |
|-------|---------------------|
| 1988  | 118961              |
| 1996  | 207320              |

1973 coïncide avec à une période de sécheresse, les précipitations étaient inférieures à la moyenne pluviométrique. Depuis 1970, les précipitations sont restées déficitaires et inférieures à la moyenne.

**Figure 3: Variation inter annuelle de la pluviométrie à Saint Louis de 1892 à 2004**



Situés dans la zone sahélienne, les plans d'eau de la CR de Gandon subissent l'influence des températures élevées et de la longue durée de la saison sèche (il ne pleut que trois mois dans l'année). Ce qui fait que d'une manière générale, la demande atmosphérique en vapeur d'eau est supérieure en toute année aux précipitations dans la station de Saint Louis. Durant l'hivernage de 1972 qui précède la saison sèche de 1973, les précipitations étaient de 152,1 mm tandis que le bilan évaporatoire de la même année fait état d'une évaporation de 3 mm/jour, soit 7 fois supérieur aux précipitations.

En 2003, la forte évaporation et les effets des sécheresses et les prélèvements pour les besoins en eau continuent à persister. Durant l'hivernage de 2002, les précipitations sont nettement supérieures à celles de 1972 avec une moyenne annuelle de 225,2 mm. Le bilan évaporatoire reste toujours plus élevé que les précipitations.

En plus de ces contraintes du milieu physique, la zone deltaïque subit les prélèvements de diverses nature à savoir la culture irriguée et l'alimentation en eau des grandes agglomérations.

Au cours de l'année hydrologique 1983-1984, marqué par une crue déficitaire, avec seulement « un débit moyen annuel de  $226\text{m}^3/\text{s}$  à Dagana » (Kane 1985<sup>7</sup>), la remontée des eaux marines a menacé l'ensemble des réservoirs d'eau du delta et de ses marges. Ceci a entraîné la construction d'un barrage en terre à Kheune, en prélude au barrage de Diama (tableau 4).

A partir des années 1960, l'option étatique étant de promouvoir la culture du riz dans la vallée et le delta du fleuve Sénégal, les contraintes en eau dans les marigots tributaires sont levées ou tout au moins, en ce qui concerne les contraintes en eau douce.

En définitive, nous pouvons dire que le barrage de Diama a été très déterminant sur l'hydrologie du cours d'eau de notre zone d'étude.

En 1973, les surfaces en eau estimées à 12% ont été marquées par les sécheresses et l'évaporation intense. Mais en 2003, nous avons remarqué que la superficie des eaux a diminué de 4%. Ceci à cause des différents ouvrages hydro-agricoles en particulier le barrage de Diama. Les prélèvements dus à la culture irriguée et à l'alimentation en eau des grandes agglomérations a aussi joué un rôle important du fait de l'accroissement démographique (tableau 5).

Tout ceci démontre l'ampleur des actions anthropiques sur l'hydrologie du delta.

Ainsi dans les zones de surface en eau, 2854 ha se sont convertis soit en végétation naturelle (2547 ha), soit en terre de culture (0,680 ha), ou soit en surface dénudée (305 ha). Tableau 3

---

<sup>7</sup> Kane cité par Faye (1996), les Critères de Gestion Optimum des Ressources en Eau dans le Delta du Fleuve Sénégal.

## II-2. Changements dans les zones de végétation naturelle entre 1973 et 2003

Ces zones constituées de steppe arbustive à arborée, de steppe arbustive, de savane arbustive à arborée, de prairie marécageuse, de mangrove ont connu entre 1973 et 2003, de grands bouleversements qui peuvent se traduire soit par des conversions, soit par des modifications. Les conversions majeures se sont opérées au sud est de la CR tandis que les modifications se situent au centre et au sud ouest (carte 4).

Si dans l'ensemble les zones sans changements dans la catégorie zone de végétation naturelle représentent 13173 ha, les zones modifiées sont de 10515 ha et les zones converties de 8482 ha (tableau 3). Parmi ces conversions, 52% sont devenues des zones de culture, 41% des zones dénudées et 7% transformées en surface en eau.

Malgré ces changements dans l'occupation du sol dans la catégorie zone de végétation naturelle, il existe des disparités au sein de chaque classe (figure 7).

Par exemple pour les classes steppe arbustive et savane arborée, elles ont reculé de 19 % au profit de la steppe arbustive à arborée qui a augmenté de 22,5% (figure 7).

Cette situation peut s'expliquer par la décentralisation des ressources naturelles. Le processus de décentralisation administrative et politique qui connaît une accélération depuis la promulgation des textes de lois de 1996 a également été accompagné, en matière de gestion des ressources naturelles, par les codes forestiers de 1993 et de 1998.

A partir de 1990, les politiques forestières s'orientent vers une planification nécessaire et adoptant en 1993 le Plan d'Actions Forestiers du Sénégal (PAFS) lié à l'évolution global du contexte environnemental, économique et institutionnel. Les codes forestiers de 1993 puis celui de 1998 intègrent pour la première fois les collectivités locales dans la gestion et l'exploitation des forêts. Un certain nombre de prérogatives qui, jusque là, étaient du ressort de la responsabilité exclusive des agents des Eaux et Forêts, sont désormais du ressort des collectivités locales.

Parmi les neuf compétences transférées de l'Etat aux collectivités locales, inscrites dans le recueil de textes sur la décentralisation, la gestion des ressources naturelles est susceptible de générer des revenus financiers non négligeables pour le développement local.

Le transfert des neuf domaines de compétences aux CR fait que les populations consentent plus d'efforts dans la gestion des ressources naturelles. Et ainsi, nous pouvons penser que l'ensemble des forêts classées de la CR de Gandon ont connu des améliorations dans leur mode de gestion et ont été, de ce fait, plus ou moins bien protégés.

Aussi, nous pouvons constater sur les cartes 2 et 3 que la steppe arbustive à arborée a considérablement augmenté entre 1973 et 2003. Néanmoins, l'évolution de la savane arbustive à arborée en steppe arbustive est le résultat de la dégradation de formations végétales plus denses sous l'effet de l'aridification du climat (figure 6) et des actions anthropiques que sont les coupes abusives, les feux de brousse et le surpâturage.

Dans la classe de mangrove, constitué de formations de palétuviers, les superficies ont augmenté entre 1973 et 2003. De 1,68, elles sont passées à 1,86 % soit une augmentation de 97 ha. A l'est de Saint Louis (Bango) et au sud de Keur Barka, nous notons une régression de la mangrove qui peut s'expliquer par l'augmentation de la salinité liée à la sécheresse et à l'action anthropique qui se traduit par la coupe abusive (bois de chauffe), l'extraction du sel, la construction de routes qui isolent la mangrove des marées (Kane 2003)<sup>8</sup>. Malgré des régressions à divers endroits, la tendance évolutive générale s'explique par des actions de conservation menées par les populations.

La prairie marécageuse est marquée, quant à elle, plus par des conversions que par des modifications (cartes 2 et 3).

A l'état naturel (avant les grands aménagements), le fleuve Sénégal était caractérisé par un régime de type tropical pur, alternant à l'échelle annuelle une période de hautes eaux (juillet-novembre) et une période de basse eaux (décembre-juin). Mais avant les grands aménagements, les superficies inondées en aval de Diama sont contrôlées. Cette réduction des superficies inondées ou la réduction de leur durée de submersion a contribué à la réduction de ces superficies.

---

<sup>8</sup> Kane est cité dans le Rapport Biodiversité

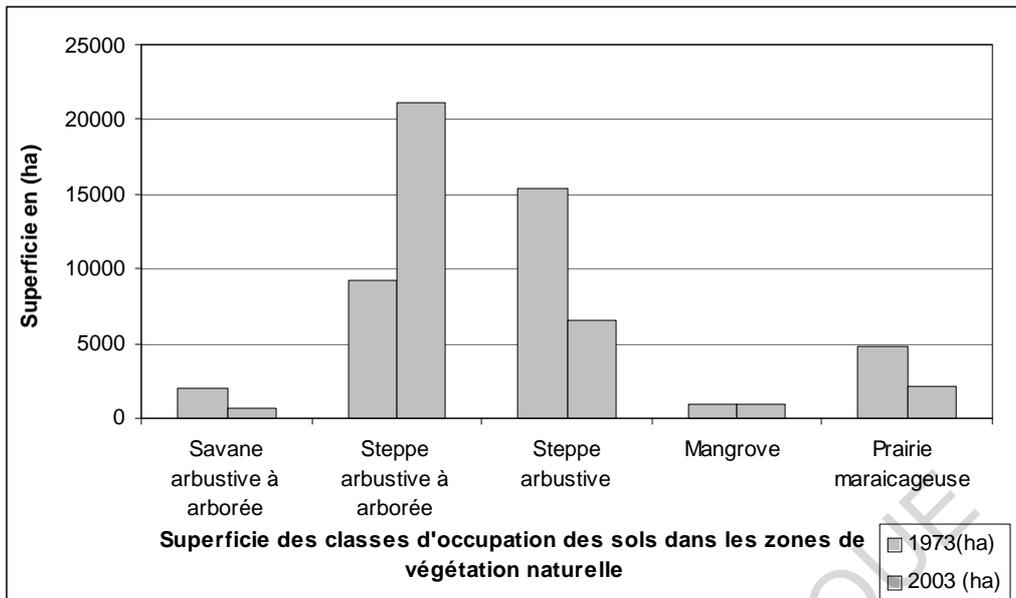


Figure 4 : Variation de la superficie dans les zones de végétation naturelle

### II.3- Changements dans les zones artificielles ou de culture entre 1973 et 2003

Son extension s'est surtout faite au détriment des formations végétales naturelles.

Ainsi, 4436 ha de végétation naturelle ont été défrichés pour les besoins de l'agriculture. 0,68 ha de surface en eau et 603 ha de surfaces dénudées ont été également récupérés pour les besoins de l'agriculture.

Néanmoins, nous remarquons qu'au niveau de cette catégorie, il n'y a pas eu de modification, seul 2041 ha ont été reconvertis en zone de végétation naturelle (tableau 3).

Puisqu'il n'y a pas de conversion de cette catégorie en zone de surface en eau, nous pouvons donc penser que l'essentiel de ces changements se sont faits pour les besoins de l'agriculture pluviale.

Le développement du delta du fleuve Sénégal, traditionnellement appelé le Waalo, conservera pendant toute la période anté-coloniale et postcoloniale les traits d'une économie de subsistance reposant avant tout sur les produits du sol.

Avant la maîtrise des eaux, l'agriculture qui était (et qui demeure toujours) la principale activité était commandée par le régime du fleuve.

En effet, de novembre à juin, c'est l'époque des basses eaux et des grands travaux agricoles. Sur les terrains abandonnés par l'inondation, appelée Waalo, les paysans cultivent le gros mil tandis que les troupeaux des Peuls et des nomades viennent s'abreuver dans les eaux du

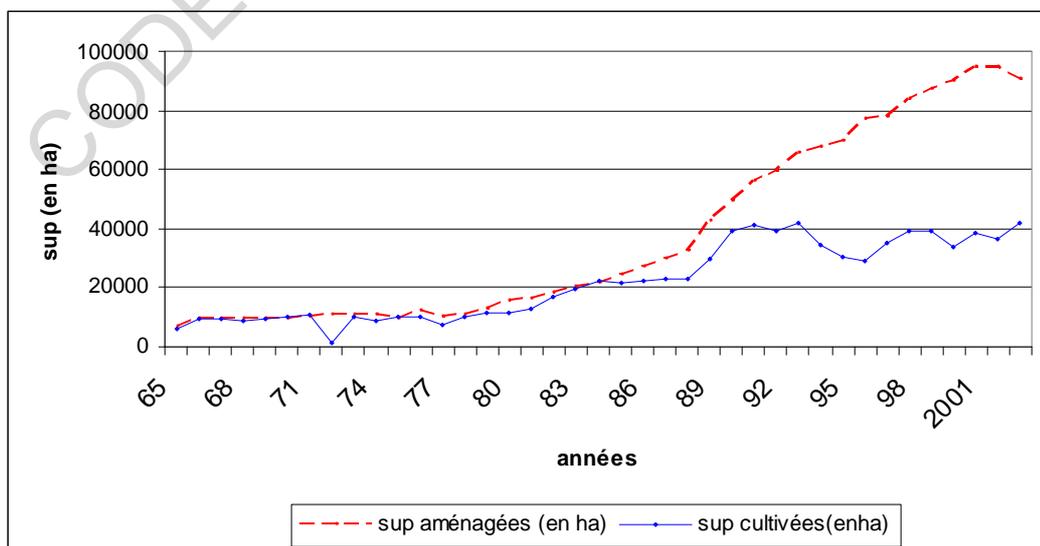
Sénégal. De juin à novembre, la crue noie presque toute la vallée ; les cultures, alors pratiquées dans les zones émergées ou diéri, vivent des pluies, d'ailleurs irrégulières, tandis que s'éloignent vers les pâturages proches ou lointains les troupeaux des nomades. Les ressources fourragères des plaines d'inondation dans la vallée et le delta étaient utilisées par l'élevage extensif sous forme de transhumance, les animaux pâturaient pendant l'hivernage sur les terres du « diéri » et de la zone sylvo - pastorale du Ferlo pour retourner vers le « Waalo » en saison sèche.

Nous sommes donc en présence d'une économie rurale d'auto - consommation à la merci du fleuve et de la pluie. A partir des années 1960, les autorités sénégalaises entament le développement d'une agriculture intensive non tributaire des aléas climatiques.

Cependant, malgré le contrôle du régime du fleuve, la culture pluviale n'a pas reculé. Au contraire, les cultures sous pluies, soumises aux fluctuations interannuelles de la pluviométrie ont tout de même progressé en passant de 3273 ha en 1973 à 6271 ha en 2003 soit une augmentation de 6 % (tableau 2). Cette évolution, malgré une pluviométrie aléatoire (figure 6), peut s'expliquer par l'augmentation des besoins alimentaires en rapport avec l'accroissement de la population (tableau 5). Mais ce thème peut également avoir été sous estimé en 1973 à cause de la mauvaise qualité des images satellitaires.

Au niveau de la vallée et du delta du fleuve Sénégal, les aménagements hydro agricoles évoluent chaque année et un total de 41913 ha a été cultivé en l'an 2003-2004 sur 90398 ha en 2003 aménagés (figure 9).

**Figure 5 : Evolution des superficies aménagées et cultivées (en ha) dans le delta**



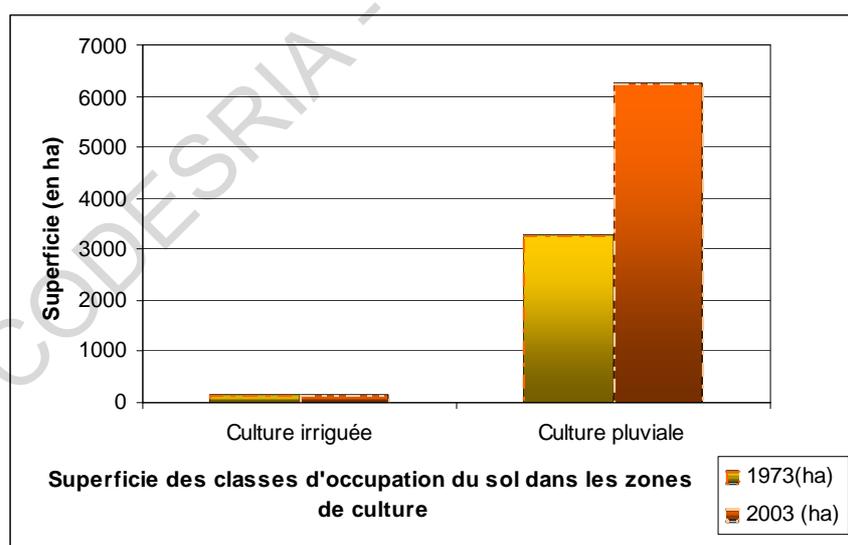
Cette nouvelle forme de mise en valeur s'est d'abord basée sur la maîtrise de l'eau avec la présence d'un réseau hydrographique dense, organisé autour du fleuve Sénégal et de ses défluent. Celle-ci s'est traduite au niveau du delta par la construction d'une digue périphérique en 1964 et par l'édification des retenues de Diama et de Manantali.

Avec les barrages de Diama et de Manantali un haut degré de contrôle est acquis sur le régime hydrologique. Les débits du fleuve sont ainsi augmentés pendant l'étiage, au détriment des débits de la saison de crue. Il est possible, désormais, de satisfaire les besoins en eau des périmètres irrigués, de permettre des extensions importantes des périmètres, ainsi que leur intensification par la double culture.

Ainsi, l'agriculture irriguée s'est considérablement développée avec la plus grande disponibilité de l'eau induite par les barrages de Diama et de Manantali.

Néanmoins, sa superficie n'a que très peu augmenté au niveau de la CR de Gandon (tableau 2) car elle est plus développée dans le moyen et haut delta ainsi que dans la vallée du fleuve Sénégal. (Cartes 2 et 3).

**Figure 6 : variation de la superficie dans les zones de culture**



#### II-4- Changements dans les zones dénudées

Cette catégorie n'a pas connu de modification entre 1973 et 2003 c'est à dire qu'il n'y a pas de classe sol nu dunaire qui est passée à sol nu inondable. 6988 ha sont restés sans changement et 4007 ha se sont convertis en surface en eau (326 ha), en végétation naturelle

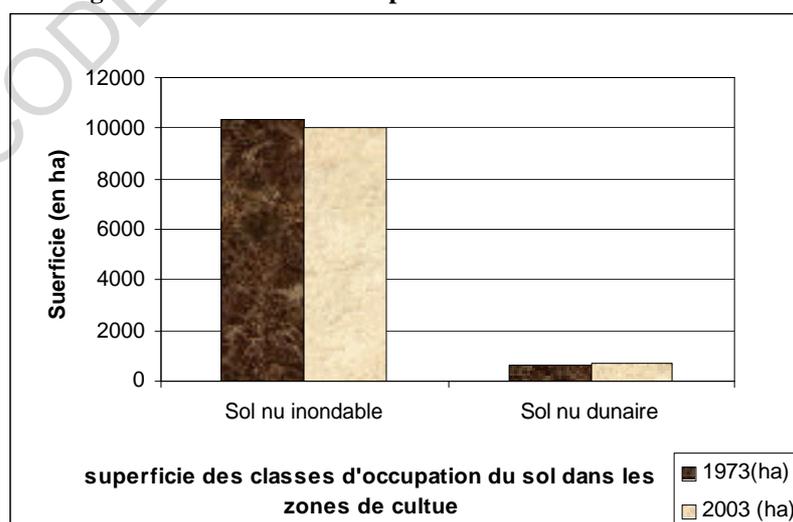
(3078 ha) et en zone de culture (603 ha). (Tableau 3). La superficie des sols nus inondables est passée entre 1973 et 2003 de 10327 ha à 10042 ha, soit une baisse de 285 ha (figure 10). Cette entité a migré vers le nord entre 1973 et 2003 (carte 2 et 3). Une bonne partie de ces surfaces a été récupéré autour de la forêt classée de Guembeul et s'est convertie en zone de végétation naturelle et plus précisément en steppe arbustive à arborée (cartes 2 et 3). Ces surfaces nues inondables correspondent par endroits à des rizières temporairement inexploitées ou définitivement abandonnées pour excès de sel. Elles peuvent également correspondre à des terrasses qui se sont asséchées pendant la saison sèche et qui subissent une remontée capillaire des sels.

La mise en place de ces sols date vers 5500 ans BP. La mer s'avance et pénètre dans les dunes ogoliennes du delta. En se retirant, ces sols s'imprègnent de sel et favorise la présence d'oxyde de fer. Les sols sont :

- ❖ sulfatés acides salés au niveau de la mangrove et des vasières.
- ❖ salés au niveau des terrasses basses accessibles aux marines.
- ❖ hydromorphes au niveau des dépressions et terrasses moyennes.
- ❖ peu évolués au niveau des terrasses hautes, des dunes et piémonts dunaires.

Dans la CR de Gandon, la superficie des sols nus dunaires semble avoir augmentée entre 1973 et 2003 de 0,05 (figure 10). Cette augmentation est visible au sud de la communauté rurale, à l'ouest de Ricotte. Nous notons une conversion des zones de végétation naturelle en zone nue dunaire au nord du parc de la Langue de Barbarie (carte 2 et 3).

**Figure 7 : Variation de la superficie dans les zones dénudées**



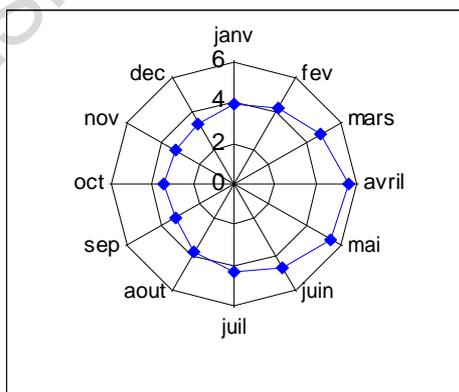
Aussi il apparaît probable que l'entassement du sable provoqué par l'action érosive du vent peut être à l'origine de l'augmentation des superficies occupées par ce thème. Dans un delta subaride, soumis à une double contrainte, celle de l'assèchement climatique et des aménagements, l'érosion éolienne constitue l'agent morpho - dynamique qui l'affecte le plus. Le graphique ci-dessous montre l'importance des sédiments qui sont déplacés. Avec la saison des pluies qui ne dure que 3 à 4 mois, les alizés continentaux disposent de suffisamment de temps à l'échelle de l'année pour provoquer une importante activité éolienne sur les terrains nus parfois salés. Nous pouvons remarquer que les mois de plus forts vents sont ceux de janvier, février, mars, avril, mai et juin. Les mois de juillet et de septembre qui correspondent à la saison des pluies sont les mois de faibles vents.

Les vitesses moyennes des vents sont plus élevées au mois d'avril. Ceci s'explique d'une part par la sévérité de l'harmattan durant ce mois (figure 11).

Pour la station de Saint-Louis, pour la période de 1980 à 2003, les mois de janvier à août ont des vitesses supérieures ou égales à 4m/s. Le changement dans la distribution spatiale des vitesses serait lié à la position de Saint-Louis plus exposée aux souffles des alizés continentaux. Cette situation se traduit sur le terrain par la formation de paysages déflationnés à divers endroits et d'individus typiquement désertiques (nebkas)<sup>9</sup>. Les zones à faible végétation sont plus sensibles au pouvoir érosif des vents.

**Figure 8 : vitesse moyenne des vents de la station de Saint -Louis**

*Saint Louis : de 1980 à 2003*



<sup>9</sup> Nebka : dunes d'obstacle

## **Conclusion partielle**

Les différents changements observés au niveau de la CR de Gandon se sont opérés soit par des modifications soit par des conversions. Sur les 52 880 ha, 10515 se sont modifiés et 17384 se sont convertis. Mais chaque catégorie d'occupation du sol garde une certaine spécificité avec des classes qui ont augmenté ou diminué au profit ou à la perte d'autres classes.

Dans la catégorie zone de végétation naturelle, la steppe arbustive a enregistré une augmentation très significative avec une hausse de sa superficie de 22 %.

Pour la catégorie eau, elle n'a pas connu de modification entre les deux dates mais 2854 ha se sont convertis en zone de culture, en zone dénudée ou en zone de végétation naturelle.

La culture pluviale a également enregistré une augmentation assez importante avec 2998 ha de surplus entre 1973 et 2003.

La culture irriguée n'étant que timidement pratiquée dans la zone a enregistré une augmentation presque négligeable.

Pour les zones nues, les sols nus inondables ont diminué à cause sans doute du déficit des écoulements entraîné par la maîtrise de la crue.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

## **CONCLUSION GENERALE**

Cette étude nous a permis de voir une certaine spécificité du milieu deltaïque en général et de la CR de Gandon en particulier. Certaines classes d'occupation du sol telles que l'eau, la steppe arbustive, la savane arbustive, la prairie marécageuse et le sol nu inondable ont diminué en faveur d'autres classes comme la steppe arbustive à arborée, la mangrove, la culture irriguée, la culture pluviale et le sol nu dunaire. Ces changements dans l'occupation de l'espace montrent que la CR de Gandon est aussi bien sous l'influence des facteurs anthropiques que physiques.

Avec une pluviométrie marquée par une alternance de phases sèches et humides, les eaux d'écoulement sont déficitaires. Ceci engendre la limitation de l'inondation naturelle de la plaine alluviale, source de diversité biologique. Ce qui explique la perte de superficie de certaines classes. Cette sécheresse peut également provoquer la mortalité voire la raréfaction de certaines espèces végétales entraînant la dégradation des formations végétales naturelles denses (savane arborée).

Pour les facteurs anthropiques, les modifications les plus marquantes et les plus rapides intervenues dans le bassin du fleuve Sénégal (aménagement hydro-agricoles, prolifération de plantes aquatiques, etc.) découlent directement de l'action humaine. Cette dernière se résume pratiquement à la volonté permanente de maîtrise du régime et de l'écoulement des eaux, matérialisée par les nombreuses tentatives de construction d'ouvrages hydrauliques de nature et de dimension variable (digues, ouvrages vannés, barrages). Mais la croissance démographique et les mauvaises pratiques (coupe, carbonisation etc.) ont également contribué aux modifications du milieu. Cette augmentation de la population engendre, en particulier, un accroissement des besoins qui accentue la pression sur les terres et les ressources naturelles.

Cependant, il est à noter que malgré les effets physiques et anthropiques les ressources naturelles de la CR de Gandon ne vont pas vers une dégradation irréversible. En 30 ans, les diminutions observées peuvent être jugées comme étant négligeables si l'on sait que nous sommes dans un contexte de réchauffement climatique et de surcroît dans une zone sahélienne. Les actions de conservation menées par les populations et encouragées par le contexte de la décentralisation ont joué un grand rôle dans la protection des ressources naturelles.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME** : Profil Environnemental de la Vallée du Fleuve Sénégal, 68 p.
- BARRY BOUBACAR** (1985) : Le Royaume du Waalo. Le Sénégal avant la Conquête Paris, Karthala, 420p
- BONFILS MICHEL** (1987) : Halte à la désertification au sahel : guide méthodologique Paris, Karthala, 263 p.
- BONN FERDINAND, ROCHON GUY** (1992) : Précis de Télédétection. Principes et Méthodes Presse de l'Université de Québec/ AUPELF, Canada, Imprimerie Gagné Lté Louiseville, Volume 1, 485 p.
- BONN FERDINAND** (sous la direction de) (1996) : Précis de Télédétection. Application Thématique. Presse de l'Université de Québec/ AUPELF, Imprimerie Marquis, Volume 2, 633 p.
- COUZY ALAIN** (1981) : La Télédétection. Paris, P.U.F, 127 p.
- DI GREGORIO, JANSEN LOUISA J.M** (2005): Land Cover Classification System. FAO; 190 p.
- DIALLO AIDA TOUTY SARR** (2005) : Etat et Evolution de la Couverture Végétale des Communautés Rurales de Gandon et de Mpal : approche par analyse diachronique des données satellitaires. Mémoire de Maîtrise ; section de géographie ; option Environnement ; Université Gaston Berger de Saint Louis ; 105 p.
- FAYE ABDOULAYE** (1996) : Les Critères de Gestion Optimum des Ressources en Eau dans le Delta du Fleuve Sénégal. Thèse de doctorat de troisième cycle de géographie, Université Cheikh Anta. Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, département de Géographie, 191 p
- GIRARD MICHEL C, GIRARD COLETTE M** (1989).Télédétection appliquée : zones tempérées et intertropicales. Paris, Masson, 260p.
- KANE A.** (1985) : Le bassin du Sénégal à l'embouchure : flux continentaux dissous et particuliers, invasion marine dans la basse vallée du fleuve : Contribution à l'hydrologie fluviale en milieu tropical humide et à la dynamique estuarienne en domaine sahélien Th. 3<sup>o</sup> cycle Géograp. Physique - Univers. Nancy II / ORSTOM / NANC.I.E. - NANCY. 196 p.
- KANE A.** (2003) : Processus de désertification dans la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal. In Annales de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines. Numéro hors Série – Février 2003. Mélanges offerts au Professeur Cheikh BA. Tome I. Géographie – Sciences de la Nature. Pp. 269-286.

**LES CAHIERS DE GIRARDEL** (juillet 2004) : Actes de l'Atelier de Restitution du Projet « Désertification ». Centre de Presse et de Reprographie- UGB Saint-Louis, 268 p.

**MANE LANDING** (juin 1996) : La Surface du Sol de la Moyenne Vallée du Fleuve Sénégal. Contribution à l'Etude de la Dynamique actuelle des Milieux Naturels –Du Terrain à la Télédétection Satelitaire. Thèse de Doctorat de l'Université Louis Pasteur, Mention : Géographie Physique, Domaine : Suivi de l'Environnement et Télédétection, 388 p.

**MICHEL PIERRE** (1973) : Les bassins du fleuve Sénégal et de la Gambie : étude géomorphologique. Th. d'Etat ;Mém.IRD (ex ORTOM) n 063 ; Tome I, II, III ; 752 p.

**PAGOT J** (collection dirigée par) (1975) : Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. République Française, Ministère de la coopération, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, Manuels et précis d'élevage, G Boudet Directeur de Recherches ORSTOM, 2 e édition, France, Imprimerie Jouve 17 rue du Louvre Paris, 254 p.

**PROJET BIODIVERSITE MAURITANIE-SENEGAL ; UNITE DE COORDINATION REGIONALE** (2006) : Caractérisation de la zone et des sites du projet ;Centre de Suivi Ecologique ; 252p.

**INSPECTION REGIONAL DES EAUX ET FORETS DE SAINT-LOUIS** (2003) : Rapport Annuel 2002. Direction des Eaux, Forêts, Chasse et Conservation des Sols, Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, République du Sénégal, doc non pages.

**SALL M** (1982) : Dynamique et morphogénèse actuelles du Sénégal Occidental Th. d'Etat ; U1p-Strasb.I.604 p.

**Skinner J, Beaumont N, Pirot J-Y** (1994) : Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales. Programmes zones humides de l'UICN, division de communication de l'UICN, rue Mauverney 28,1196 Gland, Suisse, 272 p.

**SY BOUBOU ALDIOUMA** (1995) : Dynamique Eolienne Actuelle Dans le Delta Du Fleuve Sénégal (Contribution à l'Etude géomorphologique du Sénégal Septentrional).Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie, 251 p.

**TRICART** (1955) : Aspects Sédimentologiques du Delta du Sénégal. In Geologischen Rundschau, Paris Strasbourg, p.348 à 397.

**TRICART** (1961) : Notice explicative de la carte géomorphologique du delta. mém. BMGR, n°08, Dakar, 139.

**YANGAMBI**: (28 Juillet-8 Août 1956) ; Réunion de spécialistes du CSA en matière de phytogéographie ; publié sous l'égide de la Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara ; 75 p.

**Source internet**: G:\Landsat 1 - Wikipedia, the free encyclopedia1.htm.

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Figure 1 : Image Landsat de Gandon en 1973.....   | 0                                  |
| Figure 2 : Vue du Capteur RBV .....   | 0                                  |
| Figure 3 : Image Landsat en 2003 .....  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4: Vue détaillée du capteur Landsat ETM+ .....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 5: Variation de la superficie dans les zones de surface en Eau entre 1973 et 2003 .... | 34                                 |
| Figure 6: Variation inter annuelle de la pluviométrie à Saint Louis de 1892 à 2004 .....      | 35                                 |
| Figure 7 : Variation de la superficie dans les zones de végétation naturelle .....            | 39                                 |
| Figure 8 : Evolution des superficies aménagées et cultivées (en ha) dans le delta .....       | 40                                 |
| Figure 9 : variation de la superficie dans les zones de culture.....                          | 41                                 |
| Figure 10 : Variation de la superficie dans les zones dénudées .....                          | 42                                 |
| Figure 11 : vitesse moyenne des vents de la station de Saint -Louis.....                      | 43                                 |

### Liste des cartes

|  |    |
|--|----|
| Carte 1 : Situation de la Communauté Rurale de Gandon.....                               | 0  |
| Carte 2 : Occupation de la Communauté Rurale de Gandon en 1973.....                      | 25 |
| Carte 3 : Occupation du sol de la CR de Gandon en 2003 .....                             | 27 |
| Carte 4: Changements dans l'occupation du sol de la CR de Gandon entre 1973 et 2003..... | 30 |
| Carte 5 : Réseau hydrographique de la Zone d'étude.....                                  | 33 |

### Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1: Unités d'occupation du sols (1973 et 2003) .....   | 4  |
| Tableau 2 : exemple de matrice des changements .....  | 16 |
| Tableau 3: Dynamique des changements observés entre 1973 et 2003 .....  | 24 |
| Tableau 4 : Matrice des changements observés entre 1973 2003.....   | 31 |
| Tableau 5 : Quelques ouvrages et mises en valeurs des ressources en eau dans le delta du fleuve Sénégal (source : Faye 1996 complétée par Diallo ATS 2005)..... | 34 |
| Tableau 6: Evolution de la Population dans la CR de Gandon .....  | 35 |

### Liste des photos

|  |    |
|--|----|
| Photo 1: Savane arbustive dans la CR de Gandon .....                   | 17 |
| Photo 2: Steppe arborée dans la CR de Gandon.....                      | 18 |
| Photo 3: Steppe arbustive dans la CR de Gandon .....                   | 18 |
| Photo 4 :Zone de Mangrove .....  | 19 |
| Photo 5 : Zone de culture sous pluie dans le diéri.....                | 19 |
| Photo 6 : Zone de culture irriguée le long du canal du Gandiolais..... | 20 |
| Photo 7 : Zone dénudé dans la CR de Gandon .....                       | 21 |

## TABLE DES MATIERES

|   |           |
|---|-----------|
| REMERCIEMENTS .....   | 1         |
| INTRODUCTION GENERALE.....  | 4         |
| <b>Carte 1 : Situation de la Communauté Rurale de Gandon.....</b>   | <b>0</b>  |
| PREMIERE PARTIE : .....   | 1         |
| METHODOLOGIE UTILISEE DANS CETTE ETUDE .....  | 1         |
| <b>CHAPITRE I : CHOIX DES IMAGES ET PHOTO- INTERPRETATION .....</b>   | <b>2</b>  |
| <i>I- LE CHOIX DES IMAGES.....</i>  | <i>2</i>  |
| <i>II- PHOTO-INTERPRETATION .....</i>   | <i>1</i>  |
| II.1- Outils utilisés .....   | 1         |
| II.2- La correction géométrique.....  | 1         |
| II.3- La numérisation .....   | 1         |
| II.4. Les travaux de terrain .....  | 2         |
| II.5- La classification.....  | 2         |
| II.6. La conversion des données .....   | 4         |
| <b>CHAPITRE II : METHODE UTILISEE POUR L'ANALYSE ET L'INTERPRETATION.....</b>                                   | <b>5</b>  |
| <i>I- STANDARDISATION DE LA LEGENDE.....</i>  | <i>5</i>  |
| <i>II- DETECTION DES CHANGEMENTS .....</i>  | <i>5</i>  |
| <i>III : DEFINITIONS ET IDENTIFICATION DES DIFFERENTES CLASSES D'OCCUPATION DU SOL.....</i>                     | <i>17</i> |
| <b>Conclusion partielle.....</b>  | <b>21</b> |
| DEUXIEME PARTIE : .....   | 22        |
| CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL DE LA COMMUNAUTE RURALE DE GANDON .....                                     | 22        |
| <b>CHAPITRE I : SITUATION DE L'OCCUPATION DU SOL DE LA COMMUNAUTE RURALE DE GANDON EN 1972 ET EN 2003 .....</b> | <b>23</b> |
| <i>I- PRESENTATION DE LA CARTE D'OCCUPATION DU SOLS DE 1973.....</i>  | <i>23</i> |
| <b>Carte 2 : Occupation de la Communauté Rurale de Gandon en 1973 .....</b>                                     | <b>25</b> |
| <i>II- PRESENTATION DE LA CARTE D'OCCUPATION DES SOLS DE 2003.....</i>  | <i>26</i> |
| <b>Carte 3 : Occupation du sol de la CR de Gandon en 2003.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>CHAPITRE II : RESULTATS DE L'ETUDE DIACHRONIQUE ENTRE 1973 ET 2003 .....</b>                                 | <b>28</b> |
| <i>I- PRESENTATION DE LA CARTE ET DE LA MATRICE DES CHANGEMENTS.....</i>  | <i>29</i> |
| <b>Carte 4 : Changements dans l'occupation du sol de la CR de Gandon entre 1973 et 2003 .....</b>               | <b>30</b> |
| <i>II- CHANGEMENTS DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES D'OCCUPATION DU SOL.....</i>                                 | <i>32</i> |
| II-1. Changements au niveau des eaux de surface entre 1973 et 2003 .....  | 32        |
| <b>Carte 5 : Réseau hydrographique de la Zone d'étude.....</b>  | <b>33</b> |
| II-2. Changements dans les zones de végétation naturelle entre 1973 et 2003 .....                               | 37        |
| II-3- Changements dans les zones de artificielles ou culture entre 1973 et 2003.....                            | 39        |
| II-4- Changements dans les zones dénudées .....   | 41        |
| <b>Conclusion partielle.....</b>  | <b>44</b> |
| CONCLUSION GENERALE .....   | 45        |
| BIBLIOGRAPHIE.....  | 47        |
| TABLE DES MATIERES .....  | 50        |

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

Ce document à été crée avec Win2pdf disponible à <http://www.win2pdf.com/fr>  
La version non enregistrée de Win2pdf est uniquement pour évaluation ou à usage non commercial.