

REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple - Un But - Une Foi

MINISTERE DE LA PROTECTION DE LA NATURE

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT

**COMMUNICATION INITIALE DU SENEGAL
A LA CONVENTION-CADRE DES NATIONS-UNIES SUR
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
(CCNUCC)**

Novembre 97

P R E F A C E

La présente communication initiale du Sénégal dans le cadre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) révèle d'une part les impacts négatifs des Changements Climatiques au niveau national et d'autre part, les mesures d'atténuation prises et envisagées pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES).

Le Sénégal voudrait, à travers cette communication, adresser un message à la communauté internationale, un message de solidarité et de confiance mutuelle.

La sauvegarde de l'environnement mondial est un devoir pour toutes les nations. Dans ce combat, contre la destruction par l'homme de notre environnement par les émissions anthropiques de carbone élémentaire, entraînant une super concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, chaque nation doit assumer ses responsabilités. Le Sénégal pour sa part, s'engage résolument pour appliquer les obligations afférentes à la Convention en tenant compte du principe de **responsabilité commune mais différenciée**.

Le Sénégal souscrit aussi totalement à la nécessité du **principe de précaution** qui vise à prévenir les phénomènes liés à l'augmentation des concentrations de GES et les conséquences qui en découlent sur le plan climatique.

Ces conséquences sont telles, que le Sénégal estime nécessaire la mise en place d'une commission internationale sous l'égide du GIEC pour définir le **principe de certitude**, cadre d'application effective des recommandations de la Convention et des engagements des Etats. Si les décisions prises ne sont pas exécutées avec **certitude** conformément à la Convention, les changements climatiques prendraient une ampleur catastrophique pour notre planète et les fondements de la civilisation humaine.

Cette troisième conférence des Parties qui se tient à Kyoto doit être l'occasion d'un engagement renouvelé de toutes les nations en faveur des principes de responsabilité et l'esprit généreux qui a présidé au Sommet de Rio.

Professeur Abdoulaye BATHILY
Ministre de l'Environnement et de
la Protection de la Nature

AVANT - PROPOS

Le Sénégal, à l'instar de plus de 150 pays de la Communauté Internationale, a adopté le 9 Mai 1992 au Siège de l'Organisation des Nations Unies (O.N.U.) à New York, la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

La même année, en Juin 1992, le Sénégal a signé cette Convention lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement de Rio de Janeiro. Au plan national, la Convention a été ratifiée en Mai 1994.

L'objectif de la Convention sur les Changements Climatiques, en référence à son article 2, est de « stabiliser conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereux du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux Changements Climatiques, que la Production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable ». La Convention exige dès lors un effort global pour lutter efficacement contre les répercussions possibles des Changements Climatiques.

Dans cette perspective, les Parties Contractantes à la Convention prendront des mesures pour atteindre l'objectif de la Convention en veillant sur un certain nombre de principes (article 3).

Conformément à l'article 12 de la Convention qui demande à fournir «un inventaire national des émissions anthropiques par ses sources et de l'absorption par ses puits de tous les GES», le Sénégal a réalisé son premier inventaire en Mai 1994 sur la base des données de 1991. Cette présente Communication nationale initiale du Sénégal actualise cet inventaire en partant des données nationales de 1994. La Communication étudie également les problèmes liés à:

- la vulnérabilité des zones côtières sénégalaises;
- l'impact des Changements Climatiques sur l'Agriculture.

Le Sénégal, avec le concours de ses partenaires au développement et des organismes internationaux, met en oeuvre un programme global d'actions stratégiques pour la préservation des ressources de l'environnement, tout en réduisant les émissions de GES.

Enfin qu'il me soit permis de remercier nos partenaires, en particulier le Bureau régional du PNUD, FEM dont la diligence a permis l'élaboration de la présente communication initiale.

Le soutien des membres du Comité National de suivi de la CCNUCC a été hautement appréciée. La compétence, la rigueur scientifique et la disponibilité des consultants A.M. THIAM et C. O. TOURE ont permis le dépôt dans les délais de la Communication Initiale.

Colonel Mbareck DIOP
Conseiller Technique à la Présidence de la République
Président du Comité National Changement Climatique

©Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
Direction de l'Environnement
23, Rue Calmette Dakar
Tel. : 21 07 25 / 22 62 12 / 23 80 47
Fax : 22 62 12
email : denv@telecomplus.sn
denv@metissacana.sn

Consultants :

Ingénieur - Amadou Malick THIAM, Firme Activités Stratégiques (F.A.S.)
F.A.S. : Tel/Fax : 221 827 29 44
Email : Coumba@metissacana.sn
- Cheikhou Oumar TOURE

Coordonnateur :

Bakary KANTE, Directeur Environnement

Coordonnateur Programme et Projet:

- CC:TRAIN : Ndiaye Cheikh SYLLA
e-mail: denv@telecomplus.sn
Tel/Fax : 221 822 6211/ 6212
- RISO/ UNEP & VULNERABILITE – THE NETHERLANDS
: Ibrahima SOW
e-mail: denv@metissacana.sn
Tel/ Fax : 221 823 8047/ 221 822 6212

*La Direction de l'Environnement remercie **ENDA-Tiers Monde**
pour son appui technique et sa collaboration*

TABLE DES MATIERES

Preface	page ii
Avant Propos	page iii
Coordination / Remercie	page iv
Glossaire	page xii
Listes des tableaux	page xiv

CHAPITRE I: SITUATION NATIONALE page 1

I- Données nationales du Sénégal page 1

II-Présentation géo-climatique du Sénégal page 1

2.1-Géographie page 1

2.2-Climat page 2

III-Cadrage macro-économique page 2

3.1-Démographie page 3

3.1.1-Tendances démographiques page 3

3.1.2-Répartition de la population page 3

3.1.3-Ménages page 4

3.2-Situation économique page 4

3.3-Secteurs productifs page 5

3.3.1-Secteur primaire page 5

3.3.2-Secteur secondaire page 7

3.3.3-Secteur tertiaire page 8

3.4-Services sociaux page 9

3.4.1-Secteur de la santé page 9

3.4.2-Secteur de l'éducation	page 10
IV-Politique énergétique	page 11
<i>4.1-Caractéristiques de la situation énergétique</i>	page 11
4.1.1-Consommation de combustibles	page 12
4.1.2-Production d'électricité	page 12
<i>4.2-Ressources et potentiel énergétiques</i>	page 13
4.2.1-Energies fossiles	page 13
4.2.2-Energie nouvelles et renouvelables	page 14
<i>4.3-Politique énergétique</i>	page 16
4.3.1-Cadre institutionnel	page 16
4.3.2-Programme de Redéploiement Energétique du Sénégal (RENES)	page 16
V-Politique environnementale	page 18
<i>5.1-Caractéristiques essentielles de la 1^{ière} phase</i>	page 18
<i>5.2.Tentative de rationalisation de la politique environnementale</i>	page 18
5.2.1-Contexte institutionnel	page 19
5.2.2-Elaboration d'un cadre de cohérence	page 20
5.2.3-Mise en oeuvre des conventions internationales	page 20
<u>CHAPITRE II: INVENTAIRE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE : Année 1994</u>	page 22
I- Introduction	page 22
II- Energie	page 22
<i>2.1-Bilan énergétique année 1994</i>	page 23

<i>2.2-Application méthodologie IPCC/OCDE</i>	page 24
<i>2.3-Commentaires</i>	page 30
III-Procédés industriels	page 32
<i>3.1-Liste des procédés industriels</i>	page 32
<i>3.2-Production de ciment</i>	page 32
<i>3.3-Application de la méthodologie IPCC/OCDE</i>	page 32
<i>3.4-Commentaires</i>	page 33
IV-Les chlorofluorocarbones (CFC)	page 33
<i>4.1-Production</i>	page 33
<i>4.2-Consommation</i>	page 33
V-Agriculture	
<i>5.1-Introduction</i>	page 34
<i>5.2-Application de la méthodologie IPCC/OCDE</i>	page 34
<i>5.3-Commentaire</i>	page 42
VI-Exploitation des terres et forêts	page 44
<i>6.1-Introduction</i>	page 44
<i>6.2-Application de la méthodologie IPCC/OCDE</i>	page 47
<i>6.3-Commentaires</i>	page 58
VII-Déchets	
<i>7.1-Production d'ordures ménagères</i>	page 59
<i>7.2-Production de déchets industriels</i>	page 59
<i>7.3-Application de la méthodologie IPCC/OCDE</i>	page 59
<i>7.4-Commentaires</i>	page 66

VIII-Synthèse des émission de GES 1994	page 68
<i>8.1-Tableau de synthèse</i>	page 68
<i>8.2-Répartition sectorielle des émissions</i>	page 69
<i>8.3-Analyse au niveau du secteur énergétique</i>	page 71
<i>8.4-Commentaires</i>	page 71
8.5- Part du Sénégal dans les émissions mondiales	page 72
<u>CHAPITRE III: ETUDES DE VULNERABILITE</u>	page 73
I-Vulnérabilité des zones côtières	page 73
<i>1.1-Situation générale des côtes sénégalaises</i>	page 73
1.1.1-Présentation géographique	page 73
1.1.2-Crise de l'environnement côtier	page 73
1.1.3.Concentration humaine et économique	page 74
<i>1.2-Vulnérabilité des zones côtières</i>	page 74
1.2.1.Impacts sur les systèmes biogéophysique et socio-économique	page 74
1.2.2.Méthodologie des études de vulnérabilité	page 75
1.2.3.Principaux résultats des scénarios	page 76
<i>1.3.Conclusions</i>	page 77
II- Impacts sur la production alimentaire	page 78
<i>2.1-Introduction</i>	page 78
2.2-Situation actuelle de l'agriculture sénégalaise	page 78
2.2.1.Contrainte climatique	page 79
2.2.2.Superficies et niveaux de production des cultures	page 79

2.2.3.Couverture des besoins alimentaires	page 81
2.3-Evaluation sur la production alimentaire	page 81
2.3.1.Contexte des études	page 81
2.3.2.Mise au point des outils méthodologiques	page 82
2.3.3.Changement Climatique et sécurité alimentaire	page 84
2.4-Conclusion	page 86
<u>CHAPITRE IV: STRATEGIES DE REPONSE</u>	page 88
I- Instruments d'action stratégique	page 88
<i>1.1-Problématique</i>	page 88
<i>1.2-Programmes</i>	page 88
II-Réduction des émissions de GES grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest	page 88
<i>2.1-Définition du projet</i>	page 88
<i>2.2-Objectifs du projet</i>	page 89
2.2.1-Objectifs immédiats	page 89
2.2.2-Objectifs de développement durable	page 90
<i>2.3-Bénéficiaires au plan général</i>	page 91
III-Evaluation économique des stratégies de réduction des GES	page 92
<i>3.1-Base de l'analyse</i>	page 92
<i>3.2-Construction des scénarios de base</i>	page 92

<i>3.3-Construction des scénarios de réduction des GES</i>	page 95
<i>3.4-Evaluation macro-économique</i>	page 97
<i>3.5.Elaboration d'une stratégie de réduction des GES</i>	page 97
IV-Aménagement durable des formations naturelles pour la production de bois-énergie	page 97
<i>4.1.Objectifs</i>	page 97
<i>4.2.Composantes du programme</i>	page 98
4.2.1.Inventaire de la biomasse végétale	page 98
4.2.2.Aménagement durable des formations naturelles	page 98
4.2.3.Appui à la production de bois-énergie	page 98
4.2.4-Promotion de la participation des populations	page 98
4.2.5-Système de suivi de l'exploitation des ressources forestières	page 99
4.2.6-Système de suivi des flux de bois-énergie	page 99
4.2.7-Développement institutionnel et stratégie de communication	page 99
<i>4.3-Mise en oeuvre</i>	page 99
V-Gestion de la demande et de promotion des énergies de substitution	page 100
<i>5.1-Objectifs</i>	page 100
<i>5.2-Composantes du programme</i>	page 100
5.2.1-Appui à la modernisation de la filière charbon	page 100
5.2.2-Appui à la substitution du bois-énergie	page 100
5.2.3-Appui à la production et diffusion de foyers améliorés	page 100
5.2.4-Promotion de l'énergie solaire en milieu rural	page 100

5.2.5-Développement institutionnel	page 101
<i>5.3-Mise en oeuvre</i>	page 101
<i>5.4-Résultats attendus au niveau des émissions de GES</i>	page 101
VI-Programme de formation: projet CC Train (Changements Climatiques)	page 102
<i>6.1-Objectifs</i>	page 102
<i>6.2-Exécution du programme</i>	page 102
VII-Conclusions	page 102
Bibliographie	page 103

GLOSSAIRE

AOF	Afrique Occidentale Française
BAD	Banque Africaine de Développement
BEC	Bureau des Etablissements Classés
C	Carbone
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CERER	Centre d'Etude et de Recherches sur les Energies Renouvelables
CFC	Chlorofluorocarbone
CH ₄	Methane
CNDD	Commission Nationale pour le Développement Durable
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CO	Monoxyde de Carbone
CO ₂	Dioxyde de Carbone
COD	Carbone Organique Dégradable
CONSERE	Conseil Supérieur de l'Environnement et des Ressources Naturelles
COTOA	Compagnie Textile de l'Ouest Africain
CSS	Compagnie Sucrière Sénégalaise
CST	Compagnie Sénégalaise des Tourbières
DEFFCS	Direction Eaux et Forêts, Chasse et Conservation des Sols
DENV	Direction de l'Environnement
DOB	Demande d'Oxygène Biochimique
DPN	Direction des Parcs Nationaux
DSM	Déchets Solides Municipaux
EGEF	Etats Généraux de l'Education et la Formation
ENDA	Environnement et Développement Afrique
ESP	Ecole Supérieur Polytechnique
ESP	Enquêtes Sur les Priorités
ETP	Evapotranspiration Potentielle
FEM	Fond pour l'Environnement Mondial
FNDP	Fond National de Développement Pétrolier
FNE	Fond National de l'Energie
GCM	Général Circulation Modèle
GES	Gaz à Effet de Serre
Gg	Gigagramme = un Milliard de grammes
IBSNAT	International Bench Mark & Net work for Agrotechnologie Transfert
ICS	Industries Chimiques du Sénégal
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate change
ISRA	Institut Sénégalais de Recherche Agricole
Kg	Kilogramme
Kha	Kilohectares
LEAP	Long Energy Alternative Planning system
MEPN	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
Mg	Millions de Grammes

MI	Millions de Litres
N ₂ O	Oxyde Nitreux
NO _x	Oxyde d'Azote
NPA	Nouvelle Politique Agricole
OCDE	Organisation de Coopération et Développement Economique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisme Non Gouvernemental
ONU	Organisation des Nations Unies
PAFS	Plan d'Action Forestier du Sénégal
PAMLT	Programme d'Ajustement à Moyen et Long Terme
PASA	Programme d'Ajustement du Secteur Agricole
PASCO	Programme d'Ajustement Structurel et de Compétitivité du Secteur Privé
PDDF	Plan Directeur de Développement Forestier
PDRH	Programme de Développement des Ressources Humaines
PDS	Plan de Développement Sanitaire
PETROSEN	Société des Pétroles du Sénégal
PIB	Produit Intérieur Brut
PISA	Programme d'Investissement du Secteur Agricole
Pj	Peta joule = 10 ¹⁵ joules
PNAE	Plan National d'Action pour l'Environnement
PNB	Produit National Brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PREF	Plan de Redressement Economique et Financier
RCC	Capacité de Charge en Population Rurale
RENES	Redéploiement Energétique du Sénégal (Programme)
SAEC	Société Africaine d'Expansion Chimique
SAED	Société Aménagement et d'Exploitation du Delta
SAR	Société Africaine de Raffinage
SEGOA	Société Sénégalaise d'Oxygène et d'Acétylène
SENELEC	Société Nationale d'Exploitation d'Energie Electrique
SIAS	Société Industrielle d'Aménagement Urbain du Sénégal
SNTI	Société Nationale des Tomates Industrielles
SOCOCIM	Société Ouest Africaine des Ciments
SONACOS	Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux au Sénégal
T	Tonne
TEP	Tonne Equivalent Pétrole
TES	Tableau Entrée Sortie
UNITAR	Conseil Supérieur de l'Environnement et des Ressources Naturelles
US/EPA	United States / Environnement Protection Agency

LISTES DES TABLEAUX

Tableau des données, graphiques et figures

Tableau 1	Données nationales	page 1
Tableau 2	Evolution des importations pétrolières de la SAR de 1989 à 1994	page 12
Tableau 4	Bilan énergétique du Sénégal	page 23
Tableau 5	Production de ciment et de clinker	page 32
Tableau 6	Production d'ordures ménagères	page 60
Tableau 7	Synthèse des émissions de GES au Sénégal en 1994	page 68
Graphique	Répartition sectorielle des émissions de GES	page 70
Tableau 8	Analyse au niveau du secteur énergétique	page 71
Tableau 9	Part du Sénégal dans les émissions mondiales de carbone dues à l'énergie hors biomasse	page 72
Tableau 10	Conséquences de l'élévation du niveau de la mer	page 76
Tableau 11	Superficies et productions des principales cultures pluviales	page 80
Tableau 12	Données d'entrée du modèle bilan hydrique	page 83
Graphique	Profil demande énergétique pour l'agriculture et la pêche 1995-2030	page 93
Tableau 13	Projection des capacités de charge en 2050	page 85
Graphique	Profil de la demande énergétique dans tous les secteurs	page 96
Graphique	Profil demande énergétique dans l'industrie 1995-2030	page 94
Graphique	Profil demande énergétique pour le secteur des transports 1995-2030	page 94
Graphique	Profil demande énergétique de tous les secteurs (Scénario II) 1995-2030	page 96
Figure 1	Evolution de la pluviométrie au Sénégal de 1950 à 1990	page 79
Figure 2	Evolution des productions agricoles de 1950 à 1993	page 80
Figure 3	Productivité potentielle du mil à Bambey de 1961 à 1989	page 84

Tableau des calculs

Tableau 1.1	CO ₂ émis par les sources d'énergie	page 25
Tableau 1.2	Combustion de la biomasse traditionnelle pour la production d'énergie	page 28
Tableau 1.3	Emission de méthane par la production de pétrole et de gaz	page 29
Tableau 2.1	CO ₂ émis dans la production de ciment	page 33
Tableau 4.1	Emissions de méthane des animaux	page 35
Tableau 4.2	Emissions de méthane générées par la production de riz	page 36

Tableau 4.3	Incinération de la savane	page 37
Tableau 4.4	Incinération des résidus agricoles	page 40
Tableau 5.1	Forêts exploitées	page 48
Tableau 5.2	Eclaircissement des forêts: émissions de CO ₂	page 51
Tableau 5.3	Combustion sur site des forêts éclaircies	page 57
Tableau 6.1	Emissions de méthane générées par les décharges publiques	page 61
Tableau 6.2	Emissions de méthane générées par les eaux usées municipales	page 63
Tableau 6.3	Emissions de méthane générées par les eaux usées industrielles	page 64

CHAPITRE I- SITUATION NATIONALE

I- Données nationales du Sénégal

Tableau n° 1: Données Nationales

Critères	1994
Superficie (en km ²)	196 722 km ²
Population	8,133 millions d'habitants
Densité	41 habitants/km ²
Taux de croissance moyen	2,70 %
Population de moins de 15 ans (en %)	47,40
Population urbaine (en % de la population totale)	63,40
PIB (milliards F CFA)	2155,00
PIB par habitant (F CFA)	253 306
Taux de croissance du PIB (en %)	2,00
Superficie utilisée à des fins agricoles (millions d'hectares)	3,80
Superficie forestière (millions d'hectares)	11,66

Sources: IXème Plan

II- Présentation géo-climatique du Sénégal

2.1- Géographie

Le Sénégal, avec la presqu'île du Cap-Vert, occupe la position la plus avancée de l'Afrique de l'Ouest dans l'Océan Atlantique.

Il est situé entre 12° et 17° de latitude Nord et 11° et 18° de longitude Ouest. Le Sénégal est limité au Nord et Nord-Est par la Mauritanie, au Sud-Est par la Guinée et la Guinée-Bissau. La Gambie constitue une enclave de 10 300 km² à l'intérieur du territoire.

La superficie du Sénégal est de 196 722 km². C'est un pays plat, ne s'élevant pas au dessus de 130 mètres, exception faite de la région du Sud-Est, avec un relief peu accidenté, mais dont l'altitude ne dépasse pas 581 mètres au point culminant des contreforts du Fouta-Djalon.

2.2- Climat

Le climat est soumis d'une part, à des facteurs géographiques et, d'autre part, à des influences atmosphériques.

En effet, la présence d'une façade maritime de plus de 700 km et la situation à l'extrême Ouest du Continent Africain, entraînent des différences climatiques entre la zone côtière et les régions de l'intérieur. De même, la circulation atmosphérique, facilitée par un relief sans obstacles, met le territoire sous l'influence de l'alizé maritime, de l'harmattan et de la mousson. Ces masses d'air vont déterminer deux saisons différenciées par la pluviométrie.

La saison sèche, de Novembre à Avril/Mai, voit sur la région côtière, la prédominance de l'alizé maritime, tandis que l'intérieur est sous l'influence d'un alizé continental saharien: l'harmattan .

- La mousson intervient pendant l'hivernage ou saison des pluies.
- Les précipitations vont de 800 mm/an dans la zone centrale à 1500 mm/an dans la région sud.

III- Cadrage macro-économique

La population estimée aujourd'hui à 8,133 millions d'habitants connaît un taux de croissance de 2,7 % par an. Cette évolution démographique ne va pas de pair avec la croissance du PIB qui a suivi une tendance négative avant la dévaluation intervenue le 11 janvier 1994.

A partir de cette date, cette tendance a été inversée, et le taux de croissance du PIB a atteint 2 % en Décembre 1994.

La structure et le fonctionnement de l'économie sénégalaise restent caractérisés par:

- une agriculture encore dépendante de la pluviométrie et essentiellement extensive malgré le doublement de la pression démographique sur les sols depuis l'indépendance (de trois millions d'habitants en 1960 la population est passée à huit millions en 1994);
- des ressources naturelles fortement dégradées par les cycles de sécheresse répétés et les actions de l'homme (quantités croissantes de bois prélevé, feux de brousse, etc.);
- une industrie s'adaptant difficilement aux nouvelles conditions de la concurrence (ouverture des frontières et réduction de la protection tarifaire);
- un taux d'activité en baisse;

- des infrastructures économiques relativement satisfaisantes mais dont l'entretien nécessite de gros efforts;
- une balance commerciale structurellement déficitaire (à au moins 25%);
- une détérioration continue des avoirs extérieurs et l'alourdissement de la dette extérieure et intérieure. L'endettement réel est passé de 455 millions de dollars US en 1977 à 4139 millions de dollars US en 1989;
- une consommation qui reste forte malgré une croissance démographique de 2,7% par an;
- une épargne intérieure brute qui reste faible (inférieure à 10% du PIB et insuffisante pour assurer le financement des investissements);
- des services collectifs répondant mal à la demande: couverture sanitaire insuffisante, taux de scolarisation encore faible.

3.1- Démographie

3.1.1- Tendances démographiques

Avec un taux de croissance de près de 2,7% par an, le Sénégal connaît un rythme d'accroissement démographique très important et avec ce taux, la population du Sénégal double tous les 25 ans, ce qui l'amènerait à plus de 15 millions d'habitants en 2015.

La baisse régulière de la mortalité (surtout celle des enfants de moins de 5 ans) et le maintien d'un niveau relativement stable de la fécondité ont contribué à l'accroissement rapide de la population. Le quotient de mortalité infantile est passé de 120 pour 1000 pour la période 1974-1975 à 68 pour 1000 en 1992-93 . Cependant, la mortalité générale (18 pour 1000) a baissé moins vite que la mortalité infanto-juvénile. Par contre, le niveau de la fécondité a très peu varié. En effet, l'indice synthétique de fécondité est passé de 6,6 enfants par femme en 1986 à 6 en 1992/93. Une nuptialité intense et précoce et un faible recours aux méthodes contraceptives modernes entretiennent ce niveau élevé. Ainsi, l'augmentation de la population se traduit par son rajeunissement constant.

3.1.2- Répartition de la population

Le dernier recensement de 1988 a confirmé les tendances migratoires, ainsi Dakar (région du Cap-Vert) a enregistré le plus fort taux de migration avec Tambacounda. Les régions de Kaolack et Fatick issues de l'ancienne région du Sine-Saloum sont devenues depuis 1988 des régions de départ des migrants.

Ces flux migratoires combinés à l'accroissement rapide de la population ont entraîné de grands changements sur la répartition de la population au cours des trois décennies qui ont suivi l'indépendance. Il en résulte une concentration de plus en plus forte dans les parties Centre et Ouest du pays où sont localisées des régions à forte activité économique ou religieuse, comme

Dakar, Thiès, Diourbel, Kaolack et Fatick. Elles regroupent à elles seules 63,4% de la population de 1994 alors qu'elles ne couvrent que 18% de la superficie totale. Cette situation se traduit par de fortes disparités en terme de densité, allant de 50 à 2730 habitants au km².

Cette pression démographique crée des problèmes de gestion des ordures ménagères, de pollution par les eaux usées domestiques et industrielles, d'assainissement et d'approvisionnement en eau qui exposent les populations à des risques sanitaires.

En milieu rural, les problèmes induits par la croissance démographique sur le cadre de vie et l'environnement sont généralement posés en termes de pression sur les ressources naturelles. Ainsi, l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles (déforestation, surpâturage) a entraîné une perte au niveau du potentiel environnemental (perte de la diversité biologique, abaissement des nappes, raréfaction des ressources halieutiques, etc.).

La croissance forte de la population, certaines actions de développement comme les aménagements et la paupérisation graduelle de larges couches sociales imposent des contraintes de plus en plus lourdes aux écosystèmes.

3.1.3- Les ménages

Selon les résultats de l'Enquête Sur les Priorités (ESP) de Novembre 1991, la population du Sénégal est composée de 837 400 ménages (la taille d'un ménage étant en moyenne de 8,7 personnes). En s'intéressant au niveau de confort à travers leur patrimoine et les sources d'énergie utilisées, on note une très forte part du bois dans leurs consommations en énergie finale.

Ainsi donc, une bonne partie de la demande d'énergie est le fait des ménages surtout l'énergie d'origine ligneuse.

3.2- Situation économique

Malgré les diverses initiatives de politique économique, le manque de dynamisme de l'économie demeurait préoccupant.

Au 31 Décembre 1992, l'Etat avait des arriérés qui s'élevaient à 72,5 milliards de F. CFA, ce qui était l'équivalent du budget hors personnel et hors transferts; la masse salariale projetée au 31 Décembre 1993 s'élevait à 138 milliards soit l'équivalent de 55% des recettes totales et 60% des recettes fiscales; le déficit global du budget au 31 Décembre 1993 était de 116 milliards.

Cette situation d'insolvabilité de l'Etat avait nécessité un plan d'urgence qui visait l'assainissement des bases de la croissance. En effet, la restauration de la capacité financière de l'Etat et la maîtrise des équilibres constituent des préalables à toute relance saine et durable de l'activité économique.

Avec la dévaluation survenue le 11 Janvier 1994, une nouvelle période avec un certain nombre d'enjeux était inaugurée. Ces enjeux, résidaient dans la maîtrise de l'inflation pour ne pas réduire les effets positifs, mais aussi, dans la capacité de réaction de l'offre locale.

La rupture par rapport au passé que constitue la dévaluation, la stabilisation, l'assainissement des finances publiques et l'introduction d'une bonne dose de libéralisme ont permis le retour à la croissance qui en Décembre 1994 est de l'ordre de 2%. Le déficit budgétaire et l'inflation ont sensiblement baissé.

3.3- Secteurs productifs

Les secteurs de production restent très faiblement intégrés au Sénégal. En effet, de l'analyse du Tableau Entrée Sortie (TES) de 1990, il ressort que les branches sont très faiblement intégrées (75% des branches dont notamment l'agriculture).

3.3.1- secteur primaire

Au niveau du primaire, l'agriculture a toujours revêtu une importance stratégique dans l'économie du fait de sa contribution à la formation du PIB très significative. Cette contribution tend néanmoins à la baisse, puisque sur la période 60/86 elle était de 18,8%, mais entre 87 et 93 elle est seulement de 11%.

Cette baisse vient de l'évolution défavorable de la pluviométrie et la réduction progressive des subventions dans le cadre de la Nouvelle Politique Agricole (NPA) élaborée en 1984.

Les objectifs qui étaient assignés à cette nouvelle politique étaient:

- une plus grande responsabilisation du paysan en lui transférant certaines missions anciennement dévolues à des organismes publics (libéralisation et commercialisation des céréales en 1986);
- une révision de la politique des prix en matière d'intrants;
- moins d'intervention des organismes publics et une réduction des subventions qui leur étaient allouées;
- mise en place d'un plan céréalier pour assurer la sécurité alimentaire.

Le secteur bénéficie d'importantes potentialités, sur les 19,7 millions d'hectares que couvre le pays, 3,8 millions sont cultivables dont 2,4 millions effectivement cultivés. Le Sénégal dispose aussi de ressources hydriques souterraines et de nappes de surface ce qui fait l'importance de la vallée du fleuve.

Au niveau de l'élevage, la forte croissance du nombre de bovins après l'indépendance a nettement diminué. Les petits ruminants ont mieux résisté aux effets de la sécheresse. Quant à la

volaille, son effectif a doublé au cours de la période du VIIIème Plan. Ce sous secteur contribue pour près de 7,3% à la formation du PIB, soit 1/3 du PIB du secteur primaire. Depuis 1960, la mise en oeuvre de la politique d'élevage a permis d'obtenir des résultats appréciables pour ce qui concerne le gros bétail. Des acquis importants ont été enregistrés dans le domaine de la santé animale et de l'approvisionnement en eau. Le secteur connaît un certain nombre de difficultés qui entraînent des répercussions négatives sur le milieu naturel. La gestion rationnelle des parcours n'est pas encore assurée. La valorisation des produits de l'élevage demeure très timide.

La politique d'ajustement structurelle a entraîné la disparition de grands pôles d'élevage. Un nouvel élément apparaît dans la problématique pastorale: les opérateurs économiques qui s'insèrent dans l'activité de production animale.

Le secteur va connaître de nouvelles contraintes de nature structurelle (filières de production et d'approvisionnement en intrants alimentaires) et conjoncturelle (liées aux conditions du milieu).

La forte croissance démographique et l'expansion des défrichements agricoles, la modification rapide des modes de mise en valeur du milieu provoquent le rétrécissement de l'espace pastoral.

L'élevage va induire des impacts négatifs sur les écosystèmes dont:

- l'épuisement rapide des pâturages avec des sols dénudés;
- l'émondage des ligneux;
- l'exploitation des zones fragiles par le recours aux feux de brousse pour stimuler la repousse herbacée;
- le piétinement du sol qui devient vulnérable à l'érosion.

La pêche quant à elle a connu une croissance continue qui la place aujourd'hui parmi les secteurs les plus importants en terme de recettes d'exportation. Avec une façade maritime de près de 700 km, ce sous-secteur assure l'approvisionnement du marché intérieur en produits frais de qualité, il est aussi à la base d'une importante industrie de transformation. En effet, ce secteur de la pêche contribue pour 11% au PIB du secteur primaire, avec plus de 215 000 emplois directs.

Deux types de pêche occupent le secteur. Il s'agit de la pêche artisanale et de la pêche industrielle. La pêche artisanale est la plus importante tant au niveau des prises que du nombre de personnel impliqué.

L'état d'exploitation des ressources va varier de la sous-exploitation pour certaines espèces à la surexploitation des stocks démersaux côtiers.

Les potentialités de la pêche tiennent à deux facteurs:

- l'espace maritime avec une zone d'up-welling riche en sels minéraux et propice au développement des juvéniles;
- la grande diversité biologique.

La pêche sera ainsi à la base d'une industrie de transformation.

Toutefois, la tendance à la surexploitation des ressources par la pêche industrielle et à l'explosif et la pollution de nos côtes sont des facteurs qui peuvent à terme entraver le développement de ce secteur. Il faut aussi noter que la pêche a un certain nombre d'impacts dont:

- la destruction de certains habitats par l'utilisation de certains engins de pêche;
- la surexploitation de la mangrove pour la cueillette et la transformation des produits halieutiques;
- la pollution des plages;
- la forte concentration humaine et industrielle sur le domaine maritime.

S'agissant des actions entreprises dans le cadre du Plan Directeur de Développement Forestier (PDDF), la superficie des formations forestières ne cesse de régresser, passant de 12,7 millions d'hectares en 1981 à 11,9 millions d'hectares en 1991 soit une déforestation nette de 80000 ha/an.

En sus de l'action de l'homme, le secteur est entravé par la baisse de la pluviométrie qui entraîne une diminution de la nappe phréatique, une salinisation et une acidification des sols.

Avec la mise en oeuvre du PDDF, des avancées significatives ont été notées avec le développement de la foresterie rurale et de l'approche participative. La révision du code forestier vient en outre favoriser l'implication des populations dans la gestion des ressources naturelles. Les orientations du PDDF ont été reconduites dans le Plan d'Action Forestier du Sénégal (PAFS) élaboré en 1992.

3.3.2- le secteur secondaire

Bien avant l'indépendance, le Sénégal disposait d'une infrastructure industrielle dont le marché correspondait aux limites de l'AOF. Après les indépendances, chaque pays ayant recouru à l'industrialisation par substitution aux importations, le marché du Sénégal s'est progressivement rétréci confinant ainsi les industries au marché national très exigü.

En 1986, pour rétablir la concurrence et réduire les distorsions dans l'allocation des ressources, l'Etat a révisé la politique industrielle, mais les mesures annoncées étaient à certains égards difficiles à concilier. Ainsi, la majeure partie des mesures d'accompagnement n'ont pu être prises. Sa contribution au PIB a augmenté entre 1994 et 1995 passant de 16,6% à 19,5%. L'agro-industrie et l'extraction constituent les secteurs prioritaires. Une nouvelle approche s'est développée après la dévaluation dans le cadre du Projet d'Ajustement et de Compétitivité (PASCO) du secteur privé. Cette nouvelle démarche est surtout axée sur:

- l'assouplissement du fonctionnement du marché;
- le renforcement de la concurrence intérieure grâce à la libéralisation des prix et la suppression des obstacles à l'entrée de nouveaux concurrents;
- la libéralisation du commerce et la promotion des activités d'exportation;
- l'amélioration du cadre juridique et réglementaire et des incitations à l'investissement.

Les conventions spéciales de protocole d'accord ont été supprimées ou renégociées.

En 1993/1994, le nombre d'entreprises industrielles serait de 452 avec un investissement brut de 900 milliards de francs CFA et une valeur ajoutée de 240 milliards de francs CFA. La moitié du chiffre d'affaire du sous-secteur industriel soit 805 milliards provient d'industries alimentaires (56%). Viennent ensuite dans l'ordre les industries chimiques (26%), les industries extractives (9%), le textile (5%), la pêche et l'agriculture (3%).

Entre 1994 et 1995, le volume des investissements publics dans le sous-secteur de l'industrie a baissé de 8,7 à 2,2 milliards de francs CFA avec une tendance à la reprise à partir de 1996.

Les impacts du secteur secondaire sur les écosystèmes sont principalement:

- la déforestation;
- les pollutions (atmosphérique, des sols, des eaux);
- l'épuisement des sols avec la pratique de la monoculture pour les cultures de rente comme l'arachide;
- la perte de biodiversité;
- la pression accrue sur certaines ressources comme l'eau.

3.3.3- le secteur tertiaire

La contribution du secteur tertiaire à la formation du PIB est passée de 47,82% en 1984 à 49,1% en 1993. Cette faible hausse est due à l'évolution défavorable du transport qui constitue le principal secteur pourvoyeur du tertiaire.

Les infrastructures de transport et de communication sont en effet essentielles à la promotion de la production ce qui fait qu'elles bénéficient d'une attention particulière de l'Etat. Elles ont subi un certain nombre de mutations au cours des dernières années.

Le transport n'est organisé que dans très peu de villes, à Dakar où le niveau de la population et de l'activité économique est très important, il est assuré par des privés et des opérateurs publics.

Les opérateurs publics ont une faible part du trafic. La SOTRAC connaît une baisse de ses activités suite à la baisse de son parc. Quant au Petit Train Bleu, créé en 1981 il fonctionne avec une part estimée à 2% du trafic. Le parc automobile est très mal connu, mais il est caractérisé par la vétusté, son âge moyen serait de 13 ans pour les véhicules. C'est un secteur à forte consommation énergétique, devant le secteur industriel (53% en 1988 de la consommation finale d'énergie conventionnelle). Le secteur contribue ainsi pour beaucoup à la pollution atmosphérique en général surtout dans les grandes villes et à l'augmentation des émissions de GES.

3.4- Services sociaux

La crise économique et financière à laquelle le Sénégal fait face depuis le début des années 80 a considérablement entamé la capacité de l'Etat à mettre en place les infrastructures adéquates et en nombre suffisant dans les secteurs sociaux.

Pour le fonctionnement et l'investissement, les ressources allouées ont connu une diminution de 0,9% par an au cours du PREF et de 0,2% par an au cours du PAMLT.

3.4.1- Le secteur de la santé

Les dépenses publiques dans le domaine social ont diminué. Dans le secteur de la santé, la dépense par tête d'habitant est passée de 653 F CFA à 427 F CFA entre 1985 et 1992.

Ce secteur est caractérisé au cours de cette période d'ajustement, par un taux élevé de mortalité maternelle (51 pour mille) et infantile (68 pour mille). De même, la couverture sanitaire est restée faible par rapport aux exigences de la croissance démographique et aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.).

L'insuffisance de la couverture sanitaire est caractéristique de la période du PAMLT en raison de la diminution de la part du budget de la santé dans le budget général; ce qui a conduit à une restriction de l'offre de service.

Le développement du secteur sera touché principalement avec le blocage des effectifs dans le secteur public conjugué à la politique de départ volontaire dans la fonction publique mise en oeuvre au cours de cette période d'ajustement.

A partir de 1989, l'Etat sénégalais va adopter une nouvelle politique en matière de santé pour alléger la souffrance des populations. Celle-ci est basée sur la promotion des soins de santé primaires dont les principaux axes sont:

- l'amélioration de la couverture sanitaire surtout en milieu rural et semi-urbain avec le Programme de Développement des Ressources Humaines phase 1 (PDRH 1);
- la maîtrise de la variable démographique (avec le programme national de planification familiale);
- la mise en oeuvre de Plans de Développement Sanitaire (PDS);
- le renforcement des soins maternels et infantiles;
- le développement d'actions préventives.

3.4.2-Le secteur de l'éducation

Les dépenses par tête d'habitant sont passées de 2268 F CFA en 78/79 à 1841 F CFA en 88/89 au moment où la demande d'éducation ne cessait d'augmenter. L'état de crise du secteur se manifeste sous différentes formes:

- une forte déperdition scolaire avec un taux d'abandon atteignant 20% dans l'élémentaire;
- un sous-équipement alarmant en manuels scolaires, mobilier, salles de classes et personnels;
- une massification des effectifs;
- un taux d'analphabétisme considérable surtout chez les adultes où il atteint 40% en 1992 de la population totale. En 1981, une réflexion menée à partir des Etats généraux de l'Education et de la Formation (EGEF), a abouti aux recommandations d'instaurer un cycle fondamental de 13 ans et d'adapter l'enseignement aux réalités nationales, notamment par l'introduction du travail productif et des langues nationales comme langues d'enseignement. Cette réforme devrait donner lieu à un autre type d'école: l'Ecole Nouvelle.

Le gouvernement va mettre aussi l'accent sur une meilleure maîtrise des flux entre les différents niveaux d'éducation et sur l'amélioration de la gestion des services de l'éducation. Des mesures d'assainissement sont en cours privilégiant l'enseignement élémentaire pour accroître le taux de scolarisation et visant à résorber, d'une part, les déséquilibres entre zones urbaines et rurales et d'autre part, entre les garçons et les filles.

Les Etats généraux n'ont pas répondu à toutes les attentes puisque les moyens financiers qui devraient accompagner la mise en place de l'Ecole Nouvelle n'ont jamais suivi.

Au cours de la période 1985-92, le budget de fonctionnement va baisser de 5,5% par an pour l'élémentaire, de 6,8% par an pour l'enseignement moyen et secondaire et de 1,7% pour l'Université.

Le taux brut de scolarisation augmente 2,9% par an entre 79/80 et 85 (période du PREF). Il va diminuer cependant de 0,5% pendant le PAMLT (85-92).

Le taux de scolarisation est en deçà du taux de croissance de la population de 13 à 19 ans. Ainsi entre 1983 et 1989, les effectifs par classe ont fortement augmenté ce qui va conduire le gouvernement à recourir au système de double flux. Les taux d'échecs scolaires sont remarquables au niveau de tous les ordres d'enseignement. Le genre féminin va souffrir le plus de l'analphabétisme avec un taux de 26%.

De cette situation va naître un cycle de crises qui vont fortement perturber le secteur de l'Education qui était considéré comme secteur improductif avec la santé par les partenaires financiers du Sénégal.

IV- Politique énergétique:

4.1- Caractéristiques de la situation énergétique

A l'image de nombreux pays non producteurs de pétrole et de surcroît appartenant à la région sahélienne, le Sénégal présente une situation énergétique caractérisée par trois (3) données majeures:

- une dépendance énergétique extérieure pour la quasi-totalité des besoins nationaux en hydrocarbures, destinées notamment à la production d'énergies commerciales;
- une consommation de combustibles ligneux trop importante par rapport aux ressources forestières nationales et à leur taux de renouvellement;
- une production d'énergie électrique essentiellement d'origine thermique, dépendante du pétrole importé et dont la distribution est monopolisée par une seule entreprise.

Ces données qui correspondent à de véritables contraintes pèsent très lourdement sur les perspectives de développement économique et social du pays. En effet, chaque année, des sommes importantes en devises, représentant une part non négligeable de nos recettes d'exportation, sont utilisées pour le paiement de la facture pétrolière; et pour beaucoup, ceci participe au déséquilibre de la balance commerciale du pays.

Par ailleurs, pour la production de bois de chauffe et du charbon de bois, l'exploitation forestière conduit à un déboisement de plusieurs milliers d'hectares de forêts par année, contribuant ainsi à l'établissement d'un profond déséquilibre écologique, source de toutes les inquiétudes pour l'avenir agricole du pays.

Les Importations:

La Société Africaine de Raffinage (SAR) créée en 1961, assure le Raffinage et l'Approvisionnement du marché national en produits pétroliers et accessoirement, satisfait la demande des pays voisins (Gambie, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, etc.). En moyenne, les importations sont de l'ordre de 900 000 T par an.

Pour l'année 1994, du fait de la dévaluation du franc CFA, la facture pétrolière est passée de 57 milliards de francs CFA à 78,9 milliards de francs CFA pour un achat de 302782T de pétrole brut et de 782344 T de produits finis.

Sur le tableau ci-après, on peut suivre l'évolution des importations des produits pétroliers effectuées par la SAR.

Tableau 2: Evolution des importations pétrolières de la SAR de 1989 à 1994

Année	Pétrole Brut (Tonnes)	Produits Finis (Tonnes)	Coûts P. Brut (Millions CFA)	Coûts Produits. Finis (Millions CFA)	Coûts Totaux (Millions CFA)
1989	583046	322583	25531	15402	40933
1990	641975	225175	29419	10308	39727
1991	505829	335735	25800	16300	42100
1992	643252	357081	39600	25500	65100
1993	545702	364702	35700	21300	57000
1994	302782	782344	19840	59081	78921

Source: Direction de l'Energie

4.1.1- Consommation de combustibles

Le bois-énergie occupe dans le bilan énergétique national le poste le plus important avec 16% pour le charbon de bois et 40% pour le bois de chauffe, soit un total de 56%.

Cela traduit l'importance de la consommation de combustible ligneux au Sénégal, singulièrement dans les villes, notamment à Dakar qui absorbe 79 100 tonnes soit plus de la moitié de la consommation de charbon de bois et 22 100 T pour le bois de chauffe. La Production de ces combustibles résulte d'une exploitation forestière qui emporte près de 30 000 hectares de forêts par an.

Cependant, au cours de ces dernières années, s'est amorcée une tendance à la baisse de la consommation grâce à une politique très volontariste de l'Etat qui, en augmentant les taxes et redevances forestières, a réussi à rendre le prix au consommateur du bois-énergie moins compétitif. Et petit à petit, les populations s'orientent vers d'autres sources d'énergie comme le gaz butane qui est de plus en plus prisé par les populations urbaines.

4.1.2- Production d'électricité

Jouant un rôle crucial dans la politique énergétique nationale, l'électricité uniquement d'origine thermique, est presque entièrement produite par la SENELEC qui est aussi chargée de la distribution et de la vente. Quelques industries de la place comme la CSS, la SONACOS, les ICS, la SAR, les Grands Moulins et la SNTI, produisent de l'électricité qu'elles utilisent pour leurs propres besoins et revendent le surplus de production à la SENELEC.

Disposant ainsi du monopole de la distribution de l'électricité au Sénégal, la SENELEC possède une puissance installée totale de 295,6 MW et produit environ 1000 Gwh par an pour une consommation de 300000 T de produits pétroliers. La distribution s'opère par le biais du réseau interconnecté d'une puissance totale de 271,3 MW auquel s'ajoute deux centrales régionales à Ziguinchor et Tambacounda d'une puissance totale de 14,5 MW et des centrales secondaires de 9,8 MW réparties dans 24 sites à travers le pays.

4.2- Ressources et potentiel énergétiques

Au regard de la dépendance énergétique du pays, soulignée dans le chapitre précédent, on pourrait penser que le Sénégal est dépourvu de toutes ressources et potentialités dans ce domaine. Pourtant, depuis longtemps déjà, des missions d'études et de prospection menées en différents points de l'espace national, ont permis de révéler l'existence de possibilités très appréciables, mais qui tardent malheureusement, en raison de contraintes diverses, à faire l'objet d'une exploitation et d'une valorisation qui soient à la hauteur des besoins du pays.

L'exploitation des ressources et du potentiel dont dispose le pays dans les énergies fossiles comme dans les énergies nouvelles et renouvelables, pourrait à terme, réduire sa dépendance énergétique et enrayer sa vulnérabilité par rapport au péril environnemental, lié à la déforestation et réduire ainsi les émissions de GES.

4.2.1- Les énergies fossiles

Le Pétrole et le Gaz

Au mois de février 1997, le Directeur général de la Société des Pétroles du Sénégal (PETROSEN) annonçait la découverte à Gadiaga, dans la région de Thiès, d'un gisement de dix (10) milliards de mètres cubes de gaz naturel pouvant couvrir les besoins nationaux pour au moins trente (30) ans. Cette annonce vient confirmer tout le potentiel pétrolier promis au pays par de nombreuses autres découvertes, d'importance plus ou moins grande, réalisées à partir du début des années 60, dans la région de Thiès, à Diam Niadio précisément et plus tard, dans le sud du pays en Casamance.

La Tourbe

C'est au début des années 80 que la présence de la tourbe dans la région des Niayes, entre Dakar et St-Louis, a été mise en évidence pour la première fois. Cette découverte est à l'origine de la création en Février 1982 de la Compagnie Sénégalaise des Tourbières (CST) à qui est confiée la mission de reconnaître et de déterminer la meilleure utilisation de la tourbe. Aujourd'hui, l'ensemble du gisement est estimé à 52 millions de mètres cube et selon l'option de valorisation retenue après études, la tourbe devrait servir de substitut au charbon de bois. En privilégiant cette option au détriment de l'exploitation industrielle pour la production d'énergie électrique, l'Etat espère sauver des milliers d'hectares de forêts et à l'issue de l'exploitation de la tourbe, hériter des zones tourbières où les sols sont plus fertiles et profitables aux cultures maraîchères. Pour l'heure, les études de factibilité technique et économique ont été bouclées et la phase d'exploitation réelle devrait pouvoir commencer à n'importe quel moment. Des négociations sont en cours avec la Banque Africaine de Développement (BAD) pour le financement d'un projet pilote et on pense qu'il est possible de produire annuellement près de quarante mille tonnes de briquettes pendant une vingtaine d'années. Il reste aussi à mener une étude environnementale pour définir les précautions à prendre afin de préserver les cultures maraîchères des mauvais impacts.

Le Lignite

Les premiers indices de lignite ont été découverts au Sénégal en 1982 dans le cadre de sondages pétroliers et hydrauliques effectués dans les couches supérieures du Maestrichien. Plus tard, au cours de deux (2) campagnes menées par le gouvernement avec le concours financier de la coopération française, ces indices ont été confirmés. Aujourd'hui, il est surtout question de poursuivre les recherches, en particulier autour du lac de Guiers et on pense que l'utilisation de ce lignite pourrait aussi contribuer à la réduction de la facture pétrolière.

4.2.2- Les énergies nouvelles et renouvelables

L'Energie Solaire

Avec près de 3000 heures d'ensoleillement et une irradiation globale de 2000 kWh/m²/an, le Sénégal dispose d'un véritable gisement solaire pouvant réellement faire l'objet d'une exploitation à grande échelle à des fins énergétiques. Déjà, dans le cadre de la coopération bilatérale avec des partenaires du Nord comme le Japon et l'Allemagne, l'Etat a consenti des efforts pour valoriser ce gisement.

Les différentes filières de cette branche énergétique permettent des applications dans de nombreux domaines: l'éclairage public et domestique, le pompage d'eau, le dessalement des eaux, la réfrigération, le séchage des produits de la pêche et de l'agriculture, etc..

De nombreuses réalisations ont pu être faites dans le cadre de l'exécution de certains projets. Par exemple, des centrales solaires photovoltaïques (cette forme de valorisation semble être la plus prometteuse) ont pu être installées dans plusieurs localités dont Niaga Wolof, Notto, Diaoulé et Ndiébel - et plus de 1500 systèmes photovoltaïques familiaux ont pu être diffusés à travers le pays. Aujourd'hui, tout le monde s'accorde à dire que l'énergie solaire offre de grandes possibilités, particulièrement pour l'électrification rurale. A cet égard, un vaste programme de développement des applications de l'énergie solaire en milieu rural, évalué à 40 milliards de francs CFA, a été conçu par le gouvernement.

L'Energie Eolienne

Le potentiel dont dispose notre pays dans ce domaine n'a pas encore fait l'objet d'une grande exploitation. Dans la bande côtière située dans les régions de Thiès et Dakar, quelques installations éoliennes destinées au pompage des eaux ont pu être implantées, le plus souvent avec le concours d'Organisations Non Gouvernementales (ONG). Mais au total, il y a eu beaucoup d'échecs dus à un choix très peu inspiré des sites. C'est pour cette raison qu'une évaluation du potentiel éolien a été effectuée et les résultats sont disponibles au niveau des services de la météorologie nationale sous la forme de carte de vitesses des vents. Et le long du littoral entre Dakar et St-Louis, la vitesse des vents est comprises entre 3,7m/s et 6,1 m/s.

L'Energie Hydro-Electrique

Le potentiel hydroélectrique de 1000 MW des fleuves Gambie et Sénégal constitue une réserve énergétique considérable dont pourrait bien tirer profit le pays. Dans le cadre de l'OMVS, il est presque acquis qu'à l'an 2000, la centrale de Manantali entrera en fonction.

Les bailleurs de fonds se sont déjà engagés à apporter le financement qui est estimé à 231 milliards de francs CFA. Les appels d'offres ont été lancés pour la ligne Est devant desservir le Mali et pour ce qui concerne la ligne Ouest qui intéresse le Sénégal, ils le seront avant la fin de cette année. Ainsi, pourra-t-on au plus tard en 2001, disposer de 33% des 800 GW qui seront produits à partir de Manantali, conformément aux termes de l'accord qui lie les trois (3) pays: Sénégal, Mali et Mauritanie. Indubitablement, cet apport pourra contribuer à la réduction de la dépendance énergétique du pays en attendant que d'autres réalisations puissent être faites sur le fleuve Sénégal ou sur le fleuve Gambie.

Autres Types d'Energie

Les déchets agricoles et animaux offrent d'intéressantes possibilités d'utilisation énergétique qui, à l'heure actuelle, sont largement sous-exploitées. Seules quelques rares industries, agro-alimentaires en particulier, comme la SONACOS et la CSS, utilisent les résidus agricoles dans le cadre d'une production d'électricité auto-consommée.

Cependant, depuis 1992, l'Etat montre un réel intérêt pour la promotion d'un autre type d'énergie, le biogaz, dont la production à partir de la fermentation des déchets organiques, permet non seulement de disposer d'une ressource énergétique mais également d'assainir l'environnement et d'obtenir un engrais de bonne qualité.

La Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta (SAED) participe activement à la vulgarisation de ce produit et en 1992, elle a installé à titre expérimental, dix (10) unités de production de biogaz destiné à la cuisson, dans des concessions situées dans la région.

Le biogaz offre l'avantage de pouvoir être produit partout où on peut avoir à disposition de bonnes quantités de déchets organiques. Les abattoirs et les usines de poissons peuvent à cet égard, constituer des endroits privilégiés de production.

4.3- Politique énergétique:

4.3.1- Cadre institutionnel

A l'exception de l'offre de combustibles ligneux placée sous la responsabilité du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, mais en passe d'être assurée par les Collectivités Locales, la tutelle de la gestion administrative et technique de tout le secteur énergétique est confiée au Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Industrie.

Cependant, les choix et les orientations en matière de politique énergétique sont théoriquement définis par la commission nationale de l'énergie qui est un organisme interministériel présidé par le Premier Ministre. Toutes les décisions que cette instance prend sont mises en oeuvre par le comité national de l'énergie qui est présidé par le ministre chargé de l'énergie.

Dans le domaine spécifique de la recherche et de la promotion des énergies renouvelables, outre le rôle joué par les structures administratives et techniques comme la Direction de l'énergie et la Délégation aux affaires scientifiques et techniques, il y'a l'apport considérable du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables (CERER) et de l'Ecole Supérieure Polytechnique (ESP).

Un certain nombre de fonds ont été mis en place pour aider à l'exécution de la politique énergétique. Il s'agit:

- du Fonds National de l'Energie (FNE), logé au trésor public et alimenté par une partie des recettes fiscales réalisées sur les produits pétroliers. Il permet entre autres choses, de financer les programmes d'électrification urbaine et rurale, de mener des études prioritaires sur le secteur de l'énergie, de supporter le coût du transport des produits pétroliers entre Dakar et les régions pour que partout les prix soient les mêmes; etc.
- du Fonds de préférence constitué grâce à un pourcentage prélevé chaque année sur chaque kWh de courant consommé; il est essentiellement destiné à venir en aide aux entreprises en difficulté par rapport à leur facture énergétique ;
- du Fonds National de Développement Pétrolier (FNDP) conçu pour aider PETROSEN à accomplir sa mission.

4.3.2- Le Programme de Redéploiement Energétique du Sénégal (RENES)

Les crises pétrolières des années 70 et 80 ont été l'occasion pour le Sénégal de mesurer toute l'ampleur de sa dépendance énergétique extérieure et de prendre conscience de l'extrême vulnérabilité de son économie par rapport aux fluctuations brutales du prix des hydrocarbures sur le marché international. Un malheur ne venant jamais seul, ces périodes furent aussi marquées par une pluviométrie souvent déficitaire dont les effets, combinés avec ceux d'une déforestation

excessive pour les besoins d'une production de combustibles ligneux en croissance continue, portèrent un rude coup aux paysages forestiers.

Cet ensemble de contraintes affectèrent profondément l'économie nationale et amenèrent fort logiquement les pouvoirs publics à la mise en place d'une politique cohérente dans ce domaine, compte tenu du caractère stratégique du secteur énergétique dont dépend l'activité économique. L'Etat élaborera alors le Programme de Redéploiement Energétique du Sénégal (RENES) avec deux (2) sous-programmes de réhabilitation du secteur de l'électricité et d'économie d'énergie dans les industries.

S'appuyant sur les caractéristiques de la situation énergétique, la politique conçue par les pouvoirs publics pour promouvoir le secteur de l'énergie vise principalement à:

- réduire la dépendance énergétique du pays vis à vis des produits importés;
- alléger la pression sur les ressources ligneuses pour contribuer à la sauvegarde de l'environnement;
- approvisionner en énergie les populations urbaines et rurales de façon efficace, durable et au moindre coût;
- réduire les coûts des facteurs de production en diminuant si possible, le prix de l'énergie.

Cette politique repose sur la volonté d'appliquer les principes suivants:

- redéploiement énergétique en faveur des ressources fossiles nationales et des énergies nouvelles et renouvelables;
- réduction de la consommation de combustibles ligneux;
- réhabilitation et modernisation des infrastructures énergétiques et rationalisation de la distribution et de la consommation .

Pour mettre en oeuvre ces principes et atteindre les objectifs de la politique, l'état a choisi d'inscrire son action dans les axes ci-après:

- l'évolution institutionnelle et l'amélioration des capacités de gestion du secteur; la préservation de l'environnement;
- le développement de l'approvisionnement énergétique en s'engageant par exemple de façon plus résolue dans la valorisation du potentiel hydroélectrique et dans l'utilisation des énergies fossiles;
- la rationalisation des conditions de production, de distribution et de consommation de l'énergie à travers la réhabilitation du secteur électrique, les réajustements progressifs des prix des produits pétroliers; etc. Par exemple, économies d'énergie dans les industries, dans l'habitat et dans les transports;
- le développement des énergies nouvelles et renouvelables et la maîtrise technologique en favorisant la création d'un tissu industriel autour des résultats de la recherche dans le domaine des énergies renouvelables;
- l'accélération du rythme de l'électrification rurale.

Afin de tenir compte de toutes les options retenues dans la politique de maîtrise énergétique, le Programme RENES est mis en oeuvre sur la base d'une approche sectorielle. En effet, chaque filière énergétique fait l'objet d'une stratégie spécifique dont les résultats doivent concourir à la réalisation des objectifs globaux.

V- Politique environnementale:

La politique environnementale au Sénégal est marquée par deux phases:

- une première phase où l'Environnement était perçu comme un secteur d'accompagnement (successivement de l'industrie, de l'urbanisme, du tourisme, etc.) et où son lien avec le développement était très mal établi;
- une deuxième phase où, avec la parution du rapport de la commission Brunthland et la tenue du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro (Brésil), l'Environnement est alors apparu comme la base fondamentale du développement durable.

5.1- Caractéristiques essentielles de la première phase

Cette première phase est caractérisée par l'adoption par l'Etat d'une approche assez centralisatrice. Omniprésent, l'Etat conçoit et réalise de grands projets, surtout dans le domaine du reboisement, principal axe de sa politique environnementale, sans chercher à y associer des partenaires nationaux, les populations en l'occurrence, pour l'élaboration et le suivi-évaluation des actions de protection.

Dans le cadre de cette démarche, l'on note des dysfonctionnements majeurs au niveau:

- du système de la planification verticale;
- du système législatif réglementaire multiforme;
- de l'articulation entre politiques environnementales et politiques sectorielles;
- du schéma d'aménagement spatial au niveau national et régional;
- de l'adaptabilité des instruments aux conditions du terroir;
- du reboisement par rapport aux autres alternatives;
- de la politique d'Information, Education, Communication.

Il s'y ajoute une déficience des services de l'Etat face aux nouveaux défis environnementaux, que sont la gestion des déchets dangereux, les changements climatiques, la destruction de la couche d'ozone. Face à ces défis, les structures étatiques ne s'y étaient pas préparées, tant au niveau de la formation que des moyens financiers.

5.2- Tentative de rationalisation de la politique environnementale.

A l'instar de nombreux pays de la communauté internationale, le Sénégal a décidé au lendemain de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement

(CNUED), tenue à Rio de Janeiro en Juin 1992, d'adopter par rapport aux problèmes environnementaux qui l'affectent (agression du couvert végétal, pollution de l'air, des eaux et des sols, risques industriels, etc.) une démarche plus cohérente, inspirée par une vision s'inscrivant dans la perspective du développement durable .

A cet effet, des mesures de haute portée stratégique ont été prises pour réaménager et renforcer l'appareil institutionnel ayant en charge la gestion de l'environnement et des ressources naturelles et se doter d'un cadre de cohérence qui réduit les risques de chevauchement ou de dispersion des actions menées en faveur de la défense de l'environnement et de la promotion d'un développement durable.

Par ailleurs, de façon assez résolue, le pays s'est placé aux côtés des nations que les modifications annoncées ou les atteintes plus ou moins graves portées sur l'environnement global inquiètent et en conséquence, a souscrit à une série de conventions proposées à la communauté internationale avant, pendant et après le Sommet de la Terre de Rio de Janeiro.

5.2.1- Le contexte institutionnel

Le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN) est créé en Juin 1993, ce département ministériel chargé de la conception et de la mise en oeuvre de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement regroupe pour la première fois les principales Directions techniques chargées de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles. Il s'agit des Directions de l'Environnement (D. ENV.), des Parcs Nationaux (D.P.N.), des Eaux, Forêts, Chasse et Conservation des Sols (D.E.F.C.C.S.) et le Bureau des Etablissements Classés (B.E.C.). Le regroupement des structures techniques sous la même tutelle ministérielle présente l'avantage de réduire les possibilités de conflits ou de concurrence et crée les conditions d'une meilleure harmonisation des actions. Désormais, les préoccupations environnementales ne doivent plus être subordonnées ou inféodées à la volonté de promouvoir un seul secteur d'activités comme ce fut souvent le cas par le passé où l'Environnement a été successivement associé à l'Industrie, à l'Urbanisme et au Tourisme. Il s'agit plutôt de rompre avec les approches sectorielles qui ont souvent contribué à amoindrir l'impact des programmes initiés et de se convaincre de l'existence d'une forte interdépendance entre l'Environnement et le Développement.

C'est pourquoi dans le document d'orientation de la politique générale du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, il est dit que la finalité poursuivie est « l'ancrage de la culture environnementale dans toutes les couches des acteurs socio-économiques en vue de contribuer à briser la spirale Pauvreté-Population-Environnement ».

Et dans cette perspective, ce ministère a choisi d'adopter une politique de prévention tout en s'évertuant à corriger les déséquilibres et dégradations identifiés et d'inscrire les actions poursuivies ou envisagées dans les axes majeurs ci-après:

- Lutte contre les pollutions et nuisances;
- Conservation et régénération des sols;
- Reboisement et lutte contre les feux de brousse;

- Sauvegarde des parcs nationaux et extension des réserves naturelles;
- Information-Education-Communication;
- Partenariat avec les collectivités locales, les Organisations Non Gouvernementales et les Communautés à la base, etc.;
- Evaluation des impacts des projets de développement.

Mais étant donné qu'un seul département ministériel ne peut gérer un secteur aussi transversal que l'environnement et que celui-ci est sujet aux influences qu'immanquablement tous les autres domaines d'activités produisent, l'Etat a estimé devoir mettre sur pied d'autres structures pour faire face à la dispersion des compétences et à l'absence de cohérence dans la politique environnementale.

C'est ainsi que le Conseil Supérieur de l'Environnement et des Ressources Naturelles (CONSERE) et la Commission Nationale pour le Développement Durable (CNDD) ont vu le jour.

5.2.2- Elaboration d'un cadre de cohérence pour la gestion de l'Environnement et des ressources naturelles: le Plan National d'Actions pour l'Environnement (PNAE).

L'élaboration d'un Plan National d'Actions pour l'Environnement (PNAE) a été la première priorité que s'est accordé le CONSERE. Ce document devant servir de base structurante pour les différentes politiques sectorielles, il était normal que sa conception fut définie comme une urgence par le Secrétariat permanent du CONSERE. Le processus d'élaboration a été lancé en Février 1995 et la réflexion conduite sur la base d'une approche participative et décentralisée autour des thèmes suivants:

- Cadre institutionnel, législatif, aménagement du territoire et planification du développement;
- Gestion des terroirs et politique de décentralisation dans le cadre d'une approche intégrée des problèmes environnementaux;
- Problématique de la dégradation du cadre de vie;
- Recherche, Education et Communication environnementales;
- Ecosystèmes particulièrement vulnérables (environnement marin et littoral, zones humides, etc.);
- Diversité biologique;
- Désertification;
- Environnement et coopération sous-régionale;
- Mécanismes de financement des actions de gestion des ressources naturelles et de l'environnement.

5.2.3- Mise en oeuvre des conventions internationales relatives à l'environnement

En raison du caractère transfrontière de la plupart des problèmes environnementaux et des menaces que ceux-ci font peser sur la nature et sur les hommes, le Sénégal a toujours fait montre de beaucoup de solidarité avec le reste du monde et a adhéré à nombre de conventions

internationales qui, au fil des ans, ont été conçues pour conjurer les dangers qui nous guettent ou nous affectent déjà et pour inscrire le développement dans une perspective durable. Cet engagement du Sénégal dans la résolution de problèmes qui concernent la planète entière traduit sa détermination à participer de façon active à la mobilisation internationale en faveur de la protection de l'environnement et de la gestion rationnelle des ressources naturelles et aussi sa volonté politique de ne pas rester en rade par rapport au reste de la communauté internationale.

Parmi les conventions internationales auxquelles le Sénégal a adhéré, on peut notamment citer:

- La Convention d'Abidjan relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu des zones côtières ainsi que son protocole relatif à la coopération pour lutter contre la pollution en cas de situation critique, entrée en vigueur en 1984;
- La Convention de Vienne et le Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone, ratifiés en 1993;
- La Convention sur la diversité biologique, ratifiée en Juin 1994;
- La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, ratifiée en 1994;
- La Convention internationale pour lutter contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique.

CHAPITRE II- INVENTAIRE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES) Année 1994

I- Introduction

Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ont fait l'objet d'un inventaire à partir des données nationales de l'année 1991. Il s'agit, dans le cadre de ce chapitre, de procéder à un nouvel inventaire, basé sur les données de l'année 1994, afin de mesurer l'évolution des émissions de GES au Sénégal.

Les données ont été obtenues grâce à la collaboration des structures suivantes:

- Direction de l'Environnement;
- Direction de l'Energie;
- Centre de Suivi Ecologique;
- ENDA-Programme Energie;
- Direction des Eaux, Forêts, Chasse et Conservation des Sols;
- Direction de l'Agriculture;
- Direction de l'Elevage;
- Direction de l'Industrie.

La méthode de calcul utilisée est celle préconisée par l'IPCC/OCDE.

Certaines données propres au Sénégal ont été utilisées dans le calcul des émissions.

II- Energie

2.1- Bilan énergétique du Sénégal : Année 1994

Par rapport au Bilan énergétique de 1991, l'on note l'évolution suivante:

- la production d'énergie primaire est passée de 489 870 TEP à 490 733 soit une très légère hausse de 0,17 %;
- les importations de produits pétroliers sont passées de 844 901 TEP à 1 097 743 TEP soit une hausse de près de 30 %;
- les consommations de bois de feu et de charbon de bois sont passées globalement de 104 351 TEP à 82 800 TEP, soit une baisse sensible de 21 551 TEP en valeur absolue et de 20,6% en valeur relative ;
- la consommation finale d'énergie s'établit à 701 328 TEP, selon la répartition suivante:
 - Industrie 34 %
 - transport 41 %
 - Ménages et autres 25 %

2.2 - Application de la méthodologie IPCC/OCDE

CO₂ EMIS PAR LES ACTIVITES RELATIVES A L'ENERGIE

Module			Energie				
Sous-module			CO ₂ émis par les sources d'énergie				
Tableau			1.1				
Feuille			1/3				
ETAPE 1							
Types de combustibles			A	B	C	D	E
			Production	Importations	Exportations	Mouvements de stocks	Cosom-mation apparente
							E=(A+B-C-D)
Fossiles liquides	Combustibles primaires	Pétrole brut (tonnes)	266	304 741	0	124 396	179 611
	Combustibles secondaires	Essences (tonnes)		49 470	23 560	7 844	18 066
		Diesel/Gazole (tonnes)		208 048	38 738	10 658	158 962
		Fioul (tonnes)		322 548	3 757	13951	304 840
		Kérosène Carburacteur (tonnes)		152 535	18 390	1 248	132 897
		GPL(tonnes)		53 383	1 115	581	51 687
Total fossiles liquides			266				
Fossiles gazeux		Gaz naturel sec (1000 m ³)	21 155				21 155
TOTAL							
Soutes	Diesel/Gazole (tonnes)						500
	Fioul (tonnes)						500
	Total en soutes						1000
Biomasse	Bagasse (tonnes)		337 316				337 316
	Bois de feu (tonnes)		32 000				32 000
	Charbon de bois (tonnes)		100 000				100.000
	Coque d'arachide (tonnes)		50 337				50 337
		Coton (tonnes)	4 224				4 224
		Biomasse totale	523 898				523 898

Module			Energie				
Sous-module			CO ₂ émis par les sources d'énergie				
Tableau			1.1				
Feuille			2/3				
			ETAPE 2			ETAPE 3	
Types de combustibles			F Facteur de conversion (Gj/t ou /1000 m ³)	G Consommation apparente (Gj)	H Facteur d'émission (kg C/Gj)	I Fraction de carbone (kg C)	J Fraction de carbone (Gg C)
				$G = (E * F)$		$I = (G * H)$	$J = I * 10^{-6}$
Fossiles liquides	Combustibles primaires	Pétrole brut (t)	42,62	7655020	20	153100000	153,100
	Combustibles secondaires	Essences (t)	44,80	809357	18,90	15296847	15,297
		Diesel/Gazole (t)	43,33	6874391	20,20	138862700	138,86
		Fuel (t)	39,78	12126535	21,10	255869880	255,870
		Kérosène / Carburacteur (t)	44,75	5947141	19,60	116563950	116,564
		GPL (t)	47,31	2445312	17,20	42059364	42,059
Total fossiles liquides							721,750
Fossiles gazeux		Gaz naturel sec (1000 m ³)	41,86	885548	15,30	13548888	13,549
Soutes	Diesel/Gazole (t)		43,33	21665	20,20	437633	0,438
	Fuel (t)		39,78	19890	21,10	419679	0,420
Biomasse	Bagasse (t)		16,747	5649031	29,90	168906020	168,906
	Bois de feu (t)		17,00	544000	29,90	16265600	16,266
	Charbon de bois (t)		29,00	2900000	29,90	86710000	86,710
	Coques d'arachide (t)		16,747	84299370	29,90	25205512	25,205
	Coques de coton		16,747	70739	29,90	2115106	2,115

Module			Energie					
Sous-module			CO ₂ émis par les sources d'énergie					
Tableau			1.1					
Feuille			3/3					
			ETAPE 4			ETAPE 5	ETAPE 6	
Types de combustibles			K Carbone stocké (Gg de C)	L Emission nette de carbone (Gg de C)	M Fraction de carbone oxydé	N Emission réelle de carbone (Gg de C)	O Emission réelle de CO ₂ (Gg de CO ₂)	
				L=J		N= (L*M)	O=(N*[44/12])	
Fossiles liquides	Combustibles primaires	Pétrole brut (tonnes)		153,100	0,99	151,569	555,753	
		Combustibles secondaires	Essences (tonnes)		15,297	0,99	15,144	55,528
			Diesel/Gazole (tonnes)		138,86	0,99	137,471	504,060
			Fioul (tonnes)		255,870	0,99	253,311	928,807
			Kérosène Carburacteur (tonnes)		116,564	0,99	115,398	423,126
			GPL(tonnes)		42,059	0,99	41,638	152,672
Total fossiles liquides				721,750		714,531	2620	
Fossiles gazeux		Gaz naturel sec (1000 m ³)		13,549	0,995	13,481	49,43	
Soutes	Diesel/Gazole (tonnes)			0,438	0,99	0,434	1,591	
	Fioul (tonnes)			0,420	0,99	0,416	1,525	
	Total en soutes				0,858		0,85	3,116
Biomasse	Bagasse (tonnes)			168,906	0,9	152,015	557,388	
	Bois de feu (tonnes)			16,266	0,9	14,64	53,68	
	Charbon de bois (tonnes)			86,710	0,9	78,04	286,15	
	Coque d'arachide (tonnes)			25,205	0,9	22,684	83,175	
	Coton (tonnes)				2,115	0,9	1,903	6,977
	Biomasse totale (tonnes)				299,202		269,282	987,37
Total Emissions de CO₂							3 660,00	

Module	Energie		
Sous-module	Combustion de la biomasse traditionnelle pour la production d'énergie		
Tableau	1-2		
Feuille	3/3		
ETAPE 6			
	Q Rapport d'émission de gaz trace NO _x -N	R Azote émis sous forme de NO _x (kt de N)	S (Gg de NO _x)
		$R=(M*Q)$	$S=(R*46/14)$
Bois de feu	0,121	0,0166	0,054
Consommation de charbon de bois	0,121	0,0000	0,0000
Production de charbon de bois	0,121	0,0573	0,188
Bagasse	0,121	0,2420	0,795
Coque d'arachide	0,121	0,0362	0,119
Coton	0,121	0,0030	0,009
TOTAL		0,3550	1,166

EMISSIONS DE METHANE POUR LA PRODUCTION DE PETROLE ET DE GAZ

	Module	Energie		
	Sous-module	Emission de méthane par la production de pétrole et de gaz		
	Tableau	1-3		
	Feuille	1/1		
Catégorie	A Activité	B Facteur d'émission	C Emission de CH ₄ (kg de CH ₄) C=(A*B)	D Emission de CH ₄ (Gg de CH ₄) D=(C/1 000 000)
PETROLE				
Exploration et forage (Optionnel si des données sont disponibles localement)	Nombre de puits forés 0	kg de CH ₄ / puits foré		
Production	Pj pétrole produit 0,011	kg de CH ₄ /pj 2650	30,043	0,00003
Transport	Pj pétrole	kg de CH ₄ /Pj chargé dans les pétroliers		
Raffinage	Pj pétrole raffiné 18,284	kg de CH ₄ /Pj raffiné 745	13621,56	0,01365
Stockage	Pj pétrole raffiné	kg de CH ₄ /Pj raffiné		
			TOTAL DE CH ₄ POUR LE GAZ	
GAZ				
Production	Pj gaz produit 0,951	Kg de CH ₄ /pj 71000	67521	0,0675
Traitement Transport et distribution	Pj gaz consommé 0,951	kg de CH ₄ /Pj 203000	193053	0,193
			TOTAL DE CH ₄ POUR LE GAZ	
				0,260
Evacuatin et brulage dans la production de pétrole et de gaz	Pj pétrole et gaz produits	kg de CH ₄ /Pj		
			Emissions totales de CH ₄ pour le pétrole	
				0,274

2.3- Commentaires

Tableau 1-1: CO₂ émis par les sources d'énergie:

Feuille 1/3:

Colonnes, A, B, C, D sont tirées du bilan énergétique en considérant les équivalences en TEP.

Feuille 2/3 :

Colonne F: facteur de conversion: Gj par tonne ou 1000 m³

- Tableau 1-2 page 1.19 Guide IPCC/OCDE 1996, Module Energie;
- Tableau 1-3 page 1.6 Guide IPCC/OCDE 1996, Module Energie;
- Inventaire des émissions de GES de Mai 1994, page 20 pour:

- le gaz = 41,86 Gj/1000 m³;
- le fioul = 39,775 Gj/T;
- la bagasse = 16,747 Gj/T;
- le bois = 17 Gj/T;
- le charbon = 29 Gj/T.

Colonne H: facteur d'émission de kg C/Gj

- Tableau 1-2, page 1.6 Guide IPCC/OCDE 1996, Module Energie;

Feuille 3/3 :

Colonne K: nous n'avons pas de données pour calculer le carbone stocké. La méthodologie IPCC, page 1.11, Module Energie permet alors le report de la colonne J de la feuille 2/3 à la colonne L de la feuille 3/3.

Colonne M: fraction de carbone oxydé

- Pour les fossiles liquides et gazeux: Tableau 1-4, page 1.8 Guide IPCC/OCDE 1996, Module Energie;
- Pour la biomasse: Tableau 4-13, page 4.26 du Module Agriculture qui donne des valeurs générales par défaut, soit 90 %.

Tableau 1-2: Méthane et autres gaz émis par les combustibles de biomasse:

Feuille 1/3

Colonne A:

- 1) Consommation totale de biomasse (kt): voir bilan énergétique 1994, en considérant l'équivalence en TEP.
- 2) La production de charbon de bois est calculée à partir du facteur d'expansion de consommation de charbon de bois, kt bois/kt de charbon de bois. ce facteur est de 5,55 (voir inventaire des émissions de GES de 1991, tableau 1.2, page 15). C'est le facteur de conversion retenu pour la construction du bilan énergétique de 1994.

Colonne B: fraction de biomasse qui s'oxyde

- Tableau 4-13, page 4.26, Module Agriculture, pour le bois de feu, la consommation de charbon de bois, la bagasse, les coques d'arachide et de coton.

- Pour la production de charbon de bois, c'est le coefficient utilisé pour la construction du bilan énergétique, à savoir 18 %.

Colonne D: fraction de carbone de la biomasse

Faute de données plus récentes, les coefficients utilisés dans l'inventaire de 1991, page 16, tableau 1-3 sont reconduits.

Colonne F: rapport CH₄-C

Voir inventaire de 1991, Tableau 1-3 A, page 16. L'on retrouve cependant certains coefficients dans le Guide IPCC/OCDE 1996.

Pour le bois de feu: Tableau 5.7, page 5-18 du Module Forêt.

Pour la bagasse et les coques: Tableau 4-16, page 4-31, Module Agriculture.

Feuille 2/3

Colonne I: rapport d'émission de gaz trace

Tableau 4-16, page 4-31 du Module Agriculture qui donne les valeurs par défaut des résidus agricoles et le tableau 5.7, page 5-18 du Module Forêt.

Colonne L: rapport de combustible azote-carbone

Voir inventaire de 1991, tableau 1-3 B, page 17; pour la bagasse et les coques d'arachide et de coton, voir aussi Module Agriculture, page 4-30, Etape 5 qui donne des valeurs générales par défaut.

Colonne N: azote émis sous forme de N₂O

Tableau 4-16, page 4.31, Module Agriculture et tableau 5.7, page 5-18 du Module Forêt.

Tableau 1-3: Emission de méthane pour la production de pétrole et de gaz

Colonne A: activité

- Nombre de puits de pétrole forés: source PETROSEN;
- Pétajoules de pétrole produits: calculés en multipliant le pétrole brut produit (266 TEP) par $42,62 \text{ Gj/TEP} \times 10^{-6}$
- Pétajoules de pétrole raffiné: calculés en multipliant le pétrole raffiné (429 000 TEP) par $42,62 \text{ Gj/TEP} \times 10^{-6}$
- Pétajoules de gaz produits: calculés en multipliant la consommation de gaz naturel (22724 T) par $41,86 \text{ Gj/T}$ ou $100 \text{ m}^3 \times 10^{-6}$

Colonne B: facteur d'émission

- Production de pétrole: $\text{kg CH}_4/\text{Pj}$
 $(300 + 5000)/2 = 2650 \text{ kg CH}_4/\text{Pj}$
- Raffinage de pétrole: tableau 1-6, page 1-30, colonne « reste du Monde »:
Moyenne = $(46000 + 96000)/2 = 71000 \text{ kg CH}_4/\text{Pj}$
- Traitement, transport et distribution: tableau 1-6, page 1-30, colonne « reste du Monde »:
Moyenne = $(288000 + 118000)/2 = 203000 \text{ kg CH}_4/\text{Pj}$.

III- Procédés industriels

3.1- Liste des procédés industriels (en instance)

Pour l'instant, seule la production de ciment à partir du clinker a été inventoriée dans cette communication préliminaire.

Les autres procédés seront étudiés dans le cadre de la communication initiale du Sénégal en 1998.

3.2- Production de ciment

Le calcaire (marne) extrait sur place des carrières est broyé, puis cuit à 1500 °C pour donner du clinker. Du gypse est ajouté au clinker pour donner du ciment.

La production de clinker a été de 573 647 T et le ciment de 692 986 T en 1995. Ce sont ces chiffres qui sont utilisés pour l'année 1994.

3.3- Application de la méthodologie IPCC/OCDE:

Tableau n°5: Production de ciment et de clinker

Année	1995
Clinker (tonnes)	573 647
Ciment (tonnes)	692 986

Source: SOCO CIM

Emission nette de CO₂

Module	Procédés industriels		
Sous-module	CO ₂ émis dans la Production de ciment		
Tableau	2-1		
Feuille	1/1		
ETAPE 1			
A	B	C	D
Quantité de ciment produite (t)	Facteur d'émission (t CO ₂ /t ciment produit)	CO ₂ émis (t)	CO ₂ émis (Gg)
		$C=(A \times B)$	$D = C/1000$
692986	0,4985	345453,52	345,453

3.4- Commentaires**TABLEAU 2-1: CO₂ émis dans la production de ciment**

Colonne B: Le facteur d'émission t CO₂/t ciment = 0,4985, si la teneur moyenne de CaO dans le ciment est de 63,5%. Voir Guide IPCC 96, Etape 1, page 2.4, Module Procédés industriels.

IV- Les chlorofluorocarbones (CFC):

Dans le cadre du Protocole de Montréal, les CFC sont pris en considération, du fait de leur impact au niveau de la Couche d'Ozone. C'est la raison pour laquelle le niveau de consommation est communiqué dans l'inventaire.

4.1- Production:

Le Sénégal ne produit pas de CFC, mais il existe trois sociétés qui importent ces produits, à savoir: SEGOA, COTOA et SAEC.

4.2- Consommation:

Les enquêtes menées par la Direction de l'Environnement ont permis de dresser le niveau de consommation des CFC pour l'année 1994.

Groupe I: Annexe A
 - CFCl₃ (CFC 11): 2,4 T
 - CF₂Cl₃ (CFC 12): 110,6 T
 - C₂F₄Cl₂ (CFC 114): 0,6 T
 - C₂F₅Cl (CFC 115): 6,8 T

Groupe I: Annexe C
 - CHF₂Cl (HCFC-22): 80 T

Groupe I: Annexe E
 - CH₃Br: 349,3 T

Groupe II: Annexe B
 - CCl₄: 498,2 T

V- Agriculture:

5.1- Introduction:

L'agriculture au sens large du terme demeure le secteur le plus important du Sénégal et occupe plus de 60 % de sa population. Sous ce rapport, la problématique de l'utilisation et de la gestion des ressources naturelles (terres agricoles, ressources forestières et ressources fourragères) se pose sous l'angle des pratiques culturales, de l'exploitation de la forêt et du pastoralisme. En effet les terres agricoles, en tant que systèmes bio-productifs ont vu leur capacité productrice baisser, au fil des années, du fait des facteurs anthropogéniques (mauvaises pratiques culturales, déboisement, surpâturage, feux de brousse, etc.). Or ce sont ces facteurs anthropogéniques qui expliquent la part imputable au secteur agricole dans les émissions de GES; notamment les gaz trace, du fait des feux de savane et des résidus agricoles.

5.2- Application de la méthodologie IPCC/OCDE:

ELEVAGE DU BETAIL

Module		Agriculture				
Sous - module		Emissions de méthane des animaux				
Tableau		4 - 1				
Feuille		1/1				
	ETAPE 1			ETAPE 2		ETAPE 3
Type de bétail	A Nombre d'animaux (1000)	B Facteur d'émission de fermentation entérique	C Emissions de la fermentation entérique (Mg/an)	D Facteur d'émission pour la gestion du fumier (kg/tête/an)	E Emissions de la gestion du fumier (Mg/an)	F Total des émissions générées par les animaux et le fumier (Gg)
			$C = (A \times B)$			$F = (C+E)/1000$
Vaches allaitantes	657	36	23 652			23 652
Autres bovins	2103	32	67 296			67 296
Ovins	3821	5	19 105			19 105
Caprins	3213	5	16 065			16 065
Porcins	161	1	161			161
Equins	434	18	7812			7812
Asins	366	10	3860			3860
Camelins	5	46	230			230
Volille	15,773	0	0			0
TOTAUX			137 981			137 981

NB: La Colonne E est nulle car les émissions de méthane pour la gestion du fumier sont négligeable, voir commentaire.

Les données de 1991 étaient basées sur un sondage systématique par vol de reconnaissance avec prise d'échantillon sur l'ensemble du territoire. Les données de 1994 sont en revanche celles fournies par la Direction de l'élevage, la méthodologie étant basée sur les résultats de la campagne de vaccination (nombre de vaccins utilisé)

RIZICULTURE

Module	Agriculture				
Sous module	Emissions de méthane générées par la production de riz				
Tableau	4 - 2				
Feuille	1/1				
	ETAPE 1			ETAPE 2	
Régime de gestion des eaux	A Zone de récolte (Mha)	B Durée de la saison (jour)	C Méga hectares . jours (Mha .jours)	D Facteur d'émission (kg/ha/jour)	E Emission de CH4 par régime d'irrigation (Gg)
					E = (C X D)
Inondation constante	0,049	120			
Inondation intermittente	0,027	120			
TOTAUX	0,076				

Les émissions de méthane liées à la riziculture sont considérées comme négligeables du fait des modes culturales et de l'utilisation de la paille de riz à des fins énergétiques

Module		Agriculture					
Sous-module		Incinération de la savane					
Tableau		4-3					
Feuille		1/3					
ETAPE 1				ETAPE 2			
A	B	C	D	E	F	G	H
Zone incinérée par catégorie (k ha) (spécifier)	Densité de la biomasse de savane (t de ms/ha)	Biomasse totale exposée à l'incinération (Gg de ms)	Fraction réellement incinérée	Quantité réellement incinérée (Gg de ms)	Fraction de biomasse vivante incinérée	Quantité de biomasse vivante incinérée (Gg de ms)	Quantité de biomasse morte incinérée (Gg de ms)
		$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$		$G=(E \times F)$	$H=(E - G)$
Zone sahélienne 129,672	1,5	194,508	0,95	184,782	0,2	36,956	147,826
Zone nord soudanienne 19,823	3	32,469	0,85	27,598	0,45	12,419	15,179
Zone sud soudanienne 50,191	4,5	225,859	0,85	191,98	0,45	86,391	105,589
Zone guinéenne 13,649	6	81,894	0,95	77,799	0,55	42,789	35,01
TOTAL		534,73		482,159		178,555	303,604

Module		Agriculture	
Sous-module		Incinération de la savane, émission de gaz trace sans CO ₂	
Tableau		4.3	
Feuille		1/2	
ETAPE 3			
I		J	K
Fraction oxydée (efficacité de combustion) de la biomasse vivante et morte		Biomasse totale oxydée (Gg de ms)	Fraction de carbone de la biomasse vivante et morte
		Vivante: $J = (G \times I)$ Morte: $J = (H \times I)$	
			L = (J x K)
Zone sahélienne			
Biomasse vivante	0,8	29,565	0,45
Biomasse morte	1	147,826	0,4
Zone nord soudanienne			
Biomasse vivante	0,8	9,935	0,45
Biomasse morte	1	15,179	0,4
Zone sud soudanienne			
Biomasse vivante	0,8	69,112	0,45
Biomasse morte	1	105,589	0,4
Zone guinéenne			
Biomasse vivante	0,8	34,231	0,45
Biomasse morte	1	35,01	0,4
TOTAL			185,719

Module				Agriculture			
Sous-module				Incinération de la savane			
Tableau				4.3			
Feuille				3/3			
ETAPE 4				ETAPE 5			
L	M	N	O	P	Q		R
Total de carbone émis (Gg C)	Rapport azote-carbone	Teneur totale en azote (Gg N)	Rapport d'émission	Emissions de gaz trace (Gg C ou Gg N)	Facteur de conversion		Gaz trace émis par l'incendie de la savane (Gg)
		$N = (L \times M)$		$P = (L \times O)$			$R = (P \times Q)$
			0,004	0,7429	16/12	CH ₄	0,99
			0,06	11,143	28/12	CO	26,00
185,72	0,006	1,114		$P = (N \times O)$			$R = (P \times Q)$
			0,007	0,0078	44/28	N ₂ O	0,012
			0,121	0,135	46/14	NO _x	0,44

Module			Agriculture					
Sous-module			Incinération ouverte des résidus agricoles, émissions de gaz trace sans CO ₂					
Tableau			4.4					
Feuille			1/3					
Etape 1			Etape 2			Etape 3		
Cultures	A Production annuelle (Gg de récolte)	B Rapport résidus - production	C Quantité de résidus (Gg de biomasse)	D Teneur en matière sèche	E Quantité de résidus (Kt de ms)	F Fraction incinérée dans les champs	G Fraction de la biomasse oxydée (efficacité de combustion)	H Biomasse totale incinérée (Gg de ms)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Mil	653,542	7	4574,79	0,85	3888,57	0,05	0,9	174,98
Sorgho	99,073	7	693,51	0,77	534,00	0,05	0,9	24,03
Maïs	138,317	1,75	242,05	0,86	208,16	0,05	0,9	9,37
Riz	193,374	1,5	290,06	0,92	266,85	0,7	0,9	168,12
Arachide	631,299	-	-	-	-	-	-	-
Coton	50,00	1	50	0,8	40	0,80	0,8	25,60
Niébé	55,864	-	-	-	-	-	-	-
Total								402,10

NB: Il s'agit des récoltes de la campagne 1993/1994, voir commentaire du module Agriculture.

Module		Agriculture		
Sous-module		Incinération ouverte des résidus agricoles, émissions de gaz trace sans CO ₂		
Tableau		4 - 4		
Feuille		2/3		
Etape 4		Etape 5		
Cultures (culture locales importantes)	I Fraction de carbone de résidus	J Total de carbone émis (Gg C) J = (H X I)	K Rapport azote - carbone	L Total d'azote émis (ktN) L = (J X K)
Mil	0,4709	82,40	0,016	1,318
Sorgho	0,4709	11,31	0,020	0,226
Mais	0,4709	4,41	0,020	0,088
Riz	0,4144	69,66	0,014	0,975
Coton	0,4226	10,82	0,050	0,541
TOTAL		178,60		3,148

Module		Agriculture		
Sous-module		Incinération ouverte des résidus agricoles, émissions de gaz trace sans CO ₂		
Tableau		4-4		
Feuille		3/3		
ETAPE 6				
	M Rapport d'émissions	N Emissions de gaz à l'état de traces (Gg C ou Gg N) N = (J x M)	O Facteurs de conversion	P Emissions de gaz à l'état de trace par incinération sur le terrain des déchets agricoles (Gg) P = (N x O)
CH ₄	0,005	0,893	16/12	1,190
CO	0,06	10,716	28/12	25,004
		N = (L x M)		P = (N x O)
N ₂ O	0,007	0,022	44/28	0,034
NO _x	0,121	0,380	46 /14	1,25

5.3- Commentaires

Tableau 4-1: Emission de méthane des animaux

Colonne A: nombre d'animaux

Données obtenues au niveau des services et structures du Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Elevage

Colonne B: Facteur d'émission / fermentation entérique

- Tableau 4-2, page 4.3 Guide IPCC 96, Module Agriculture;
- Tableau 4-3, page 4.5 Guide IPCC 96, Module Agriculture;
- Inventaire des GES en 1991, page 47.

Colonne D: Facteur d'émission : fumier

Les émissions de méthane liées à l'accumulation du fumier ne sont pas importantes, le système d'élevage étant extensif et non basé sur la stabulation. Le fumier animal est d'autre part utilisé au niveau des champs.

Tableau 4-2: Emission de méthane par la riziculture

Le niveau d'émission de méthane est négligeable compte tenu des méthodes culturales et de l'utilisation de la paille de riz à des fins énergétiques.

Tableau 4-3: Incinération de la savane:

Feuille 1/3

Colonne A: Zones incinérées par catégorie (kha)

La superficie des zones incinérées est calculée à partir de la moyenne des feux de savane sur trois ans: 1992/93 à 1994/95. On a ainsi:

- Zone sahélienne	=	129672 ha
- Zone nord soudanienne	=	10823 ha
- Zone sud soudanienne	=	50191 ha
- Zone guinéenne	=	13649 ha

Colonne B: Densité de la Biomasse

Guide IPCC, Tableau 4-12, page 4.25, Module Agriculture donne les densités en fonction du type de zone. Ainsi, une moyenne a été faite entre la valeur minimale et maximale. C'est ainsi qu'on obtient:

- Zone sahélienne	=	1,5 t ms
- Zone nord soudanienne	=	3 t ms
- Zone sud soudanienne	=	4,5 t ms
- Zone guinéenne	=	6 t ms

Colonne D: Fraction réellement incinérée

Guide IPCC, Tableau 4-12, page 4.25, Module Agriculture.

Colonne F: Fraction de biomasse vivante

Guide IPCC, Tableau 4-12, page 4.25, Module Agriculture.

Feuille 2/3

Colonne I: Fraction oxydée: efficacité de combustion
Tableau 4-13, page 4.26, Module Agriculture.

Colonne K: Fraction de carbone de la biomasse
Tableau 4-13, page 4.26, Module Agriculture.

Feuille 3/3

Colonne M: Rapport Azote-carbone
Voir Guide IPCC page 4.27, Etape 4, pour l'estimation des gaz-trace.

Colonne O: Rapport d'émission
Tableau 4-14, page 4.27, Module Agriculture.

Tableau 4-4: Incinération des résidus de récolte

Feuille 1/3

Colonne B: Rapport résidus-production
Il s'agit de données nationales du Sénégal obtenues avec la Direction de l'Agriculture

Colonne D: Teneur en matières sèches
Il s'agit de données nationales du Sénégal obtenues avec la Direction de l'Agriculture

Colonne F: Fraction incinérée
Les quantités de résidus agricoles incinérés sont très faibles dans le contexte sahélien, du fait des usages multiples de ces produits.
Les pailles d'arachide et de niébé ne sont pas prises en compte, puisque consommées par le bétail.

Feuille 2/3

Colonne I: Fraction de carbone des résidus:
Le Guide IPCC, Tableau 4-15, page 4.29 donne des valeurs pour le maïs, le riz. On a assimilé ici le mil et le sorgho au maïs et le coton à la pomme de terre (Inventaire 1991, page 56).

Colonne K: Rapport azote-carbone
Tableau 4-15, page 4.29. Le coton est assimilé ici au soja car ils ont des caractéristiques assez proches.

Feuille 3/3

Colonne M: Rapport d'émission
Guide IPCC, Tableau 4-16, page 4.31, Module Agriculture. Dans le sous-module incinération de la savane, il n'a été tenu compte, pour le calcul des émissions, que des gaz traces, à savoir le CO, CH₄, N₂O et NO_x. Les émissions de CO₂ n'ont pas été calculées, du fait de la régénération naturelle qui équilibre parfaitement les émissions.

Au niveau de l'incinération des résidus agricoles, il a été considéré les récoltes de la campagne 1993/1994. En effet, ce sont les résidus de ces récoltes qui feront l'objet d'une incinération au niveau des champs, durant l'année 1994, pour préparer la campagne suivante 1994/1995.

VI- Exploitation des terres et forêts

6.1- Introduction

Le Sénégal qui est un pays sahélien est confronté à un déficit pluviométrique constant, qui affecte la végétation et les sols. Une analyse des différentes zones écogéographiques du pays permet de déterminer les ressources forestières disponibles par zone.

La Zone sylvopastorale

Cette zone se subdivise en deux parties relativement distinctes : une partie Nord-Ouest (*Ferlo sableux*) caractérisée par des sols bruns-rouges et des sols ferrugineux et une partie Sud-Est (*Ferlo latéritique*) où les dépôts sableux disparaissent au profit de sols gravillonnaires avec, par endroit, des affleurements latéritiques.

Le *Ferlo sableux* est marqué, sur le plan de la physionomie, par une végétation de type pseudo-steppe arbustive à *Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca*, fortement affectée par l'homme. Suivant les sols et la topographie, des espèces telles que *Acacia senegal*, *Commiphora africana* et *Combretum glutinosum* apparaissent et peuvent même prédominer. Les graminées les plus communes y sont *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* et *Dactyloctenium aegyptium*.

Le *Ferlo latéritique*, est caractérisé par une strate ligneuse relativement dense, dominée par *Pterocarpus lucens*, souvent rencontrée en formations relativement pures. Selon la topographie et le type de sol, d'autres espèces comme *Acacia seyal*, *Combretum micranthum*, *C. nigrificans*, ..., lui sont associées. La strate inférieure, moins consistante qu'au Nord, est dominée par *Louretia togoensis* sur les sols gravillonnaires.

Les surcharges animales, l'émondage abusif par les éleveurs, les feux de brousse et les prélèvements occasionnent une surexploitation du potentiel ligneux.

Les arbustes indicateurs de dégradation comme *Calotropis procera* se multiplient de façon frappante à proximité des forages et dans les dépressions, tandis que les formations d'*Acacia senegal* subissent de fortes mortalités et que *Dalbergia melanoxylon*, *Sclerocarya birrea* et *Grewia bicolor* tendent à disparaître.

Dans le *Ferlo Sud*, la mortalité a continué à frapper les formations forestières. L'amélioration des conditions climatiques à partir de 1985, n'a pas eu d'impact perceptible sur l'état général de la végétation. En outre, la situation socio-politique dans certains pays de la sous-région a entraîné une immigration importante vers les zones limitrophes du Sud-Est et

du Nord, et subséquemment des défrichements dont l'ampleur a largement dépassé les projections initiales.

La vallée du Fleuve Sénégal

Cette zone occupe la position la plus septentrionale du pays et couvre, sur une bande de dix à quinze km de large en moyenne, un ensemble de plaines alluviales et de hautes terres sableuses s'étendant sur la rive gauche du fleuve, de Bakel à l'embouchure. Cet ensemble se décompose en trois sous-zones bien distinguées :

- Le *walo*, partie inondable de la vallée, est nettement dominée par *Acacia nilotica* qui constituait jadis une vaste forêt ripicole dont seuls quelques vestiges subsistent encore. Le tapis herbacé a quasiment disparu laissant le sol exposé à l'action érosive des vents. Le potentiel de terres cultivables et les perspectives économiques drainent de plus en plus de monde dont l'installation pose des problèmes de dégradation.
- Le *Delta* où l'on trouvait en fonction de la salinité des sols et de la topographie mangroves, prairies herbeuses entrecoupées de larges plages d'espèces halophiles, steppes arborées à *Acacia tortilis* et *Acacia senegal*, est lui aussi en état de dégradation avancée.
- Dans le proche *Diéri*, la strate supérieure de la végétation est dominée par *Acacia senegal*, *A. tortilis*, etc. Il forme avec le reste de la zone un système agro-sylvo-pastoral cohérent.

Cette zone reste aujourd'hui agressée par le surpâturage, les feux de brousse et le défrichement, créant ainsi de vastes plages de mortalité dans la strate arbustive et appauvrissent les pâturages.

De façon globale, les défrichements et l'exploitation forestière se sont intensifiés dans la vallée du fleuve Sénégal avec l'afflux de nouveaux arrivants dont on n'avait pas tenu compte et l'extension des aménagements hydro-agricoles.

Le bassin arachidier

La zone du bassin arachidier couvre l'Ouest et le Centre du pays, incluant les régions administratives de Louga, Thiès, Diourbel, Fatick et Kaolack.

Elle concerne environ la moitié de la population totale du pays et 60% de la population rurale sur le tiers de la superficie.

L'intense activité agricole, nettement dominée par la culture de l'arachide et la densité de la population, a fortement marqué l'environnement et donné au paysage son aspect typique. Les sols légers, de types bruns, brun-rouge et ferrugineux, continuent à se dégrader sous l'effet combiné des sécheresses, de l'érosion et de l'abandon de la jachère forestière. Pour les régions de Fatick et de Kaolack, la salinisation affecte de plus en plus les sols du bassin inférieur du Sine et du Saloum.

Les Niayes

La zone occupe une bande d'environ 5 km de large longeant le littoral de Dakar à l'embouchure du fleuve Sénégal. Elle est caractérisée par une succession de dunes et de dépressions inter-dunaires au fond desquelles apparaissent souvent des mares liées aux fluctuations de la nappe phréatique. Elle se singularise également du reste du pays par un climat maritime doux et humide et des vents forts et relativement constants.

Les dunes blanches stériles et vives du bord de mer, se stabilisent progressivement vers l'intérieur (dunes rouges) avec l'installation d'une végétation très fragile. Les dépressions inter-dunaires constituent un milieu idéal pour les cultures maraîchères et fruitières. Aujourd'hui la végétation est partout fortement dégradée par l'action de l'homme et par les sécheresses qui ont notamment entraîné la baisse de la nappe phréatique, la salinisation progressive et l'accélération du processus d'envahissement des bas-fonds par les dunes vives.

Dans cette zone des Niayes, la nappe phréatique continue de baisser. Le danger que constituait l'avancée des dunes tend à s'estomper avec l'érection d'une bande de filao sur près de 200 km de long couvrant environ 8000 ha. Toutefois, les parties non protégées sont encore nombreuses et étendues et nécessitent l'extension des actions entreprises. En outre, le couvert végétal naturel se dégrade de plus en plus du fait des exploitations minières et de l'extension des agglomérations.

La zone EST

Correspondant à la région administrative de Tambacounda, elle se caractérise par une végétation de type soudano-sahélien et des sols peu profonds sur cuirasse latéritique. Le climat, soudanien sur les 2/3 Nord de la zone, devient soudano-guinéen dans le tiers Sud.

C'est principalement une zone de culture et d'élevage, mais elle est aussi la principale région d'exploitation forestière, fournissant la majeure partie du combustible ligneux consommé par les agglomérations urbaines de l'Ouest. Si les tendances initiales de l'exploitation forestière et des autres facteurs de dégradation des formations végétales se sont maintenues, celles relatives aux défrichements ont pris des proportions préoccupantes.

L'exploitation forestière, les défrichements, les feux de brousse et les pratiques pastorales destructrices ont entraîné une dégradation accélérée de la végétation et des sols, notamment le long des voies de communication et des vallées et dans les 2/3 Nord. La dégradation des sols se manifeste par un important ravinement dû à l'érosion pluviale. La modification du paysage se manifeste par une progression des espèces arbustives au détriment des grands ligneux comme *Sterculia steigera* dont les peuplements sont caractérisés par la dominance de vieux individus et l'absence de régénération.

On note également d'importantes mortalités de *Cordyla pinnata* dans la partie nord.

La zone Sud

C'est une zone à écologie particulière qui se distingue nettement de celle du reste du Sénégal par une plus grande humidité et une végétation plus dense. Elle se subdivise en trois sous-zones distinctes :

En *Basse Casamance*, la végétation subit une dégradation de plus en plus forte, sous l'effet des défrichements, des coupes, des feux de brousse et de la sécheresse. L'exploitation

forestière commerciale perturbe fortement le système et la salinisation des rizières a poussé les populations à défricher systématiquement les palmeraies et les plateaux pour des cultures compensatrices.

La *Moyenne Casamance*, caractérisée par des formations de type soudano-guinéen à dominante de *Daniellia oleveri*, *Pterocarpus erinaceus* et *Bombax costatum*, a un système rural de production à peu près du même type que celui de la *Basse Casamance*, mais avec un cheptel plus important et des cultures pluviales plus variés et plus extensives. Cette zone est aussi très affectée par la sécheresse (disparition de la mangrove, mortalités dans la palmeraie), l'intensification des coupes et les feux de brousse.

Des colons venus principalement du *Bassin arachidier* ont investi la partie Nord de la zone et y ont défriché d'importantes superficies.

En *Haute Casamance*, la végétation est marquée par des peuplements à affinité soudano-guinéenne qui s'éclaircissent au fur et à mesure que l'on progresse vers l'Est. Le tapis herbacé est beaucoup plus consistant ici que dans le reste de la zone et est essentiellement composé de hautes graminées.

Le système rural de production est dominé par les cultures pluviales (arachide, mil, coton) et un élevage semi-extensif. La mise en valeur de l'Anambé a permis d'étendre et de moderniser l'exploitation agricole de façon notable, mais elle a aussi contribué à une diminution notable de la couverture forestière. On observe une nette intensification du défrichement.

6.2- Application de la méthodologie IPCC/OCDE

FORETS EXPLOITEES

Module		Changement d'exploitation des terres et forêts					
Sous-module		Forêts exploitées					
Tableau		5-1					
Feuille		1/3					
ETAPE 1							
Types de forêts			A	B	C	D	E
			Superficies des forêts gérées (kha)	Taux de croissance annuelle (t de ms/ha)	Augmentation annuelle de la biomasse (kt de ms)	Teneur en carbone de la matière sèche	Augmentation totale du carbone (kt C)
					$C = (A*B)$		$E = (C*D)$
Plantations			5,370	6,87	36,892	0,5	18,44
Forêts protégées			6671,802	2,18	14543,2	0,5	7271,60
			6677,172				7290,04

Module	Changement d'exploitation des terres et forêts							
Sous-module	Forêts exploitées							
Tableau	5-1							
Feuille	2/3							
ETAPE 2								
Types de forêts	F Récolte commerciales (km ³ bois)	G Facteur d'expansion de la biomasse (t de ms/m ³)	H Total de biomasse ramassée dans la récolte commerciale (kt de ms)	I Consommation total de bois de chauffage traditionnel (kt de ms)	J Autres usage de bois (kt de ms)	K Consommation totale de biomasse (kt de ms)	L Bois ramassé lors de l'éclaircissement des forêts (kt de ms)	M Consommatio n totale de biomasse des forêts exploitées
			$H=(F*G)$	(A partir du bilan énergétique)		$K=(H+I+J)$	(A partir du tableau 5-2, colonnes M)	$M=(K - L)$
Bois d'oeuvre	1,5	0,5	0,750					
Bois de service	1225,0	0,5	612,500					
Total	1226,5		613,250	587,5		1200,75	704,43	496,32

Module	Changement d'exploitation des terres et forêts		
Sous-module	Forêts exploitées		
Tableau	5-1		
Feuille	3/3		
ETAPE 3		ETAPE 4	
N Fraction de carbone	O Emission annuelle de carbone (ktC)	P Captage (+) ou émission (-) annuelle de carbone (ktC)	Q Conversion en émission et suppressions annuelles réelles du CO2 (Cg CO2)
	$O = (M*N)$	$P + (E-O)$	$Q = (P*[44/12])$
0,5	248,18	7041,86	25820

ECLAIRCISSEMENT DES FORETS

Module				Changement d'exploitation des terres et forêts					
Sous-module				Eclaircissement des forêts. Emissions de CO2 générées par la combustion de biomasse aérienne sur hors site					
Tableau				5-2					
Feuille				1/6					
				ETAPE 1			ETAPE 2		
Types de forêts				A Superficie éclaircie chaque année (kha)	B Biomasse avant éclaircissement t de ms/ha)	C Biomasse après éclaircissement (t de ms/ha)	D Changement net de la biomasse (t de ms/ha)	E Perte annuelle de biomasse (kt de ms)	F Fraction de la biomasse incinérée sur site
							$D = (B - C)$	$E = (A * D)$	
Tropicales	Forêts claires	Feuillus	De coupe	30	140	14	126	3780	0,5
	Savanes arborées			30	75	7,5	67,5	2025	0,5
	Savanes arbustives			20	40	4	36	720	0,8
Total				80					

Module	Changement d'exploitation des terres et forêts				
Sous-module	Eclaircissement des Forêts. Emissions de CO2 générées par la combinaison de biomasse aérienne sur et hors site				
Tableau	5-2				
Feuille	2/6				
ETAPE 2 (suite)					
Types de forêts	G Quantité de biomasse incinérée sur site (kt de ms)	H Fraction de la biomasse oxydée sur le terrain (efficacité de combustion)	I Quantité de biomasse oxydée sur le terrain (kt de ms)	J Fraction de carbone de la biomasse aérienne (incinérer sur le site)	K Quantité de carbone émis (kt C)
	$G = (E * F)$		$I = (G * H)$		$K = (I * J)$
Forêts claires	1890	0,9	1701	0,5	850,50
Savanes arborées	1025,5	0,9	911,25	0,5	455,62
Savanes arbustives	576	0,9	518,40	0,5	259,20
Total					1565,32

Module		Changement d'exploitation des terres et forêts								
Sous-module		Eclaircissement des forêts. Emissions de CO ₂ générée par le combustion de biomasse aérienne sur et hors site								
Tableau		5-2								
Feuille		3/6								
ETAPE 3							ETAPE 4			
Types de forêts		L Fraction de la biomasse incinérée hors site	M Quantité de biomasse incinérée hors site (kt de ms)	N Fraction de la biomasse oxydée hors site (efficacité de combustion)	O Quantité de biomasse oxydée hors site (kt de ms)	P Fraction de carbone de la biomasse aérienne (incinérée hors site)	Q Quantité de carbone émise sous forme de CO ₂ (à partir de la biomasse incinérée hors site)	R Total de carbone émis sous forme de CO ₂ (par combustion sur et hors site)	S Total de CO ₂ émis (kt CO ₂)	
			$M = (E * L)$		$O = (M * N)$		$Q = (O * P)$	$R = (K + Q)$	$S = (R * [44/12])$	
	Forêts claires	0,137	517,86	0,9	466,07	0,5	233,04	1083,54		
	Savanes arborées	0,026	52,65	0,9	47,38	0,5	23,69	479,31		
	Savanes arbustives	0,186	133,92	0,9	120,53	0,5	60,26	319,46		
TOTAL			704,43		633,98		316,99	1882,31	6901,80	

Module		Changement d'exploitation des terres et forêts				
Sous-module		Eclaircissements des forêts. Emissions de carbone générées par le sol				
Tableau		5-2				
Feuille		5/6				
ETAPE 6						
Types de forêts		A superficies moyennes des forêts éclaircies (moyennes sur 15 ans (kha)	B Teneur en carbone des sols des forêts (t/ha)	C Perte annuelle potentielle total de carbone des sols (kt C)	D Fraction de carbone émis	E Emissions de carbone à partir du carbone des sols (kt C)
				$C = (A*B)$		$E = (C*D)$
Tropicales	Forêts claires	26,64	60	1598,4	0,50	799,20
	Savanes arborées	26,64	60	1598,4	0,50	799,20
	Savanes arbustives	20,00	60	1200,00	0,50	600,00
TOTAL		73,28		4396,80		2198,40

Module	Changement d'exploitation des terres et forêts			
Sous-module	Eclaircissement des forêts. Emission totales de CO2			
Tableau	5-2			
Feuille	6/6			
ETAPE 7				
A	B	C	D	E
Emissions immédiate de la combustion (sur site et hors site) (ktC)	Emission différées de la décomposition (kt C)	Emission à long terme des sols (kt C)	Emission annuelles totales de carbone générées par l'éclaircissement des forêts (kt C)	Emissions annuelles totales de CO ₂ générées par l'éclaircissement des forêts (Gg CO ₂)
			$D = (A+B+C)$	$E=(D*(44/12))$
1882,31	1167,78	2198,4	5248,49	19244,5

INCINERATION SUR LE SITE DES FORETS ECLAIRCIES

Module		Changement d'exploitation des terres et forêts					
Sous-module		Combustion sur site des forêts éclaircies					
Tableau		5-3					
Feuille		1/1					
ETAPE 1			ETAPE 2				
A	B	C		D	E	F	G
Carbone émis (kt C)	Rapport azote- carbone	Total d'azote émis (kt N)		Rapports d'émission de gaz trace	Emissions de gaz trace (kt C)	Facteurs de conversion	Emissions de gaz trace générées par la combustion des forêts éclaircies (Gg CH ₄ , CO)
(A partir de la colonne K du tableau 5-2)		$C = (A*B)$			$E = (A*D)$		$G = (E*F)$
			CH ₄	0,012	18,78	16/12	25,04
			CO	0,060	93,92	28/12	219,15
					(kt N)		(kt N ₂ O, NO _x)
1565,32	0,01	15,6532			$E = (C*D)$		$G = (E*F)$
			N ₂ O	0,007	0,11	44/28	0,17
			NO _x	0,121	1,89	46/14	6,21

6.3- Commentaires

Tableau 5-1 : Forêts exploitées

Feuille 1/3

Colonne A:

- 1) La superficie des plantations s'élève à 5370 ha. Il s'agit du programme global de reboisement pour l'année 1994. Cette donnée a été fournie par la Direction des Eaux et Forêts, dans son Bilan 1995, page 24.
- 2) La superficie de 6.671.802 ha concerne les forêts protégées. Cette donnée figure également dans l'inventaire des émissions de GES de 1991, page 79, Tableau 5-5.

Colonne B: taux de croissance annuelle

- 1) Pour les plantations, le tableau 5-1, page 5.5, Module Forêt du Guide IPCC/OCDE donne des taux de croissance pour l'Acacia, l'Eucalyptus, le Tectona. La moyenne pour ces plantations est de 12,5 t ms/ha/an. Le taux moyen de réussite des plantations, durant la période de référence 1980-1990 est situé à 55 % (voir inventaire des émissions de GES de 1991, page 68). Ainsi, le taux de croissance retenu est de $12,5 \text{ t ms/ha/an} \times 0,55 = \underline{6,875 \text{ t ms/ha/an}}$.
- 2) Pour les forêts protégées, le tableau 5-8, page 5.22 du Module Forêt, Guide IPCC/OCDE, indique des valeurs pour les forêts en fonction de la pluviométrie.

En considérant les Forêts africaines, avec une pluviométrie de l'ordre de 1000 mm/an, mais largement inférieure à 2000 mm, et avec une longue saison sèche, nous obtenons une croissance annuelle de 2,18 t ms/ha.

Tableau 5-2 : Eclaircissement des forêts, émissions de CO₂

Colonne B: biomasse avant éclaircissement

Les types de forêts ont été redéfinis, à la suite de la stratification du territoire en trois catégories, suivant les caractéristiques des milieux naturels sénégalais: forêts claires, savanes arborées, savanes arbustives. Il en est ainsi pour l'ensemble des feuilles de calcul relatives au changement d'affectation des terres et des forêts.

Pour chaque type de forêt, la production de biomasse sous forme de matière sèche à l'hectare a été évaluée sur la base des sources suivantes:

- 1) Guide IPCC/OCDE, tableau 5.5, page 5.14 du Module Forêts;
- 2) Forest Resources Assessment, FAO 1995 N° 124, page 23;
- 3) Travaux du CSE sur l'évaluation de la biomasse des milieux naturels sénégalais.

En définitive, il a été retenu une production de 140 t ms/ha dans les forêts claires situées au sud du pays en zone soudanienne à sub-guinéenne où les précipitations annuelles se situent entre 1000 et 2000 mm.

Pour les savanes arborées des régions centrales où le climat dominant est de type soudano-sahélien à soudanien, avec une pluviométrie inférieure à 1000 mm/an et une longue saison sèche, la production de biomasse retenue est de 75 t ms/ha, obtenue en faisant la moyenne des données indiquées dans le Guide IPCC/OCDE.

S'agissant des savanes arbustives sahéliennes du Nord Sénégal où la pluviométrie est de l'ordre de 300 mm/an la production de biomasse est estimée à 40 t ms/ha (le Guide IPCC/OCDE indique entre 20 et 55 t ms/ha).

En faisant la moyenne arithmétique des trois chiffres (140, 75 et 40) on obtient 85 t ms/ha pour le Sénégal, ce qui confirme les chiffres du CSE basés sur l'interprétation de l'imagerie satellitaire (voir inventaire des GES 1991, page 41).

Colonne C: biomasse après éclaircissement

Etant donné qu'après éclaircissement les arbres ne sont pas totalement rasés et dessouchés, on estime qu'il reste sur le terrain au moins 10 % de la biomasse avant éclaircissement, soit ainsi:

Forêts claires	14 t ms/ha
Savanes arborées	7,5 t ms/ha
Savanes arbustives	4 t ms/ha

VII- Les Déchets

Il s'agit ici, des déchets ménagers et des déchets industriels solides et liquides

7.1- Production d'ordures ménagères

La collecte des ordures ménagères est assurée par la SIAS (Société Industrielle d'Aménagement Urbain du Sénégal) au niveau de la capitale Dakar. Les déchets collectés sont ensuite déposés à la décharge de Mbeubeuss, seul dépôt dans la région de Dakar. Au niveau des régions, la collecte est assurée par les collectivités locales et déposés dans les décharges situées à la périphérie.

L'estimation des quantités produites est basée sur les investigations de la Direction de l'Environnement sur le terrain, aussi bien en milieu urbain que rural, dans toutes les régions du pays.

7.2- Productions de déchets industriels

La méthode d'estimation est basée sur l'exploitation des fiches d'enquêtes au niveau des industries qui, de par leur système de production, engendrent des déchets industriels. Là également, c'est la Direction de l'Environnement qui a mené les enquêtes sur le terrain.

7.3- Application de la méthodologie IPCC/OCDE:

Tableau n° 6: Productions d'ordures ménagères par région

Région	Population (1994)	Taille des ménages	Nombre de ménages	Nombre de consommateurs / ménage	Consommateurs/ région	Production (kg/pers/jour)	Production/Jour (kg)
Dakar	1.896.000	8,05	235528	6,1	1436720	0,70	1.005.704
Diourbel	755.000	8,55	88304	6,45	569561	0,50	284781
Fatick	561.000	8,40	66786	6,45	430768	0,50	215384
Kaolack	948.000	8,75	108343	6,7	725897	0,60	435538
Kolda	687.000	8,20	83780	6,25	523628	0,30	157088
Louga	515.000	8,40	61310	6,4	392381	0,50	196190
Saint-Louis	745.000	9	82778	7	579444	0,50	289722
Thiès	1.117.000	9,25	120757	7,2	869449	0,60	521669
Ziguinchor	464.000	7,7	60260	6	361558	0,50	180779
Tambacounda	445.000	7,6	58553	5,95	348388	0,40	139355
TOTAL	8.133.000	8,7	934828		5.727.794		
Production totale / an (tonnes)							1.250.567

Sources: Direction Environnement 1994

La production d'ordures ménagères est de 1250,567 Gg, le taux de couverture se situe généralement entre 50 et 80 %. Les moyennes de couverture effectuées sur la base d'un échantillon des zones visitées donnent un taux de moyen de 70 %. on peut dès lors considérer que les quantités mises en décharge s'élèvent donc à $1250,567 \text{ Gg} \times 70 \% = 875,40 \text{ Gg}$.

DECHARGES

Module			Déchets									
Sous-module			Emission de méthane générée par les décharges publiques									
Tableau			6-1									
Feuille			1/1									
A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Quantité annuelle de DSM mis en décharge (spécifier les sous-catégories le cas échéant) (Gg)		Fraction de COD (Gg de COD/ Gg de DSM)	Quantité annuelle de COD mis en décharge (Gg)	Fraction qui se dégrade réellement	Quantité annuelle de carbone émis sous forme de biogaz (Gg)	Fraction de CH ₄ (Gg de C-CH ₄ / C Biogaz)	Emissions de CH ₄ -C (Gg C)	Facteur de Conversion (16/12)	Emissions de CH ₄ (Gg CH ₄)	CH ₄ récupéré (Gg CH ₄)	Emission Nette de CH ₄ (Gg CH ₄)	
	Année	TOTAL		$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$		$G=(E \times F)$		$I=(G \times H)$		$K=(I-J)$
Déchets ménagers	1994	875,4	0,150	131,31	0,582	76,42	0,500	38,20	1,3333	50,94	0,000	50,94
Déchets industriels	1994	2717	0,060	163,02	0,330	53,80	0,500	26,9	1,3333	35,86	0,000	35,86
TOTAL	1994	3592,4		294,33		130,22		65,1		86,80	0,000	86,80

Source: Direction de l'Environnement à partir d'enquêtes menées au niveau des industries du Sénégal.

DSM = Déchets Solides Municipaux
 COD = Carbone Organique Degradable

Module		Déchets				
Sous-module		Emissions de méthane générées par les décharges publiques				
Tableau		6.1 (supplémentaire)				
Feuille		1/1				
A Population (ou population urbaine) (spécifier les sous-catégories le cas échéant (1000 personnes)		B Taux de génération de déchets (Gg DSM / 1000 personnes/ an)	C Quantité de déchets générée (Gg de DSM)	D Fraction mise en décharge	E Déchets solides municipaux mis en décharge (Gg de DSM)	
Année			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	
Pop	1994	8 133	0,1417	1 152,45	0,7	806,70

EMISSIONS DE METHANE A PARTIR DES EAUX USEES

Module		Déchets							
Sous-module		Emissions de méthane générées par les eaux usées municipales							
Tableau		6.2							
Feuille		1/1							
A Population (spécifier les sous-catégories le cas échéant) (1000 personnes)		B Taux de génération de DOB des eaux usées (Gg de DOB 5/1000 personnes/an)	C DOB générée (Gg DOB5)	D Fraction traitée en anaérobiose (Gg de DOB)	E Quantité de DOB traitée en anaérobiose (Gg de DOB5)	F Facteur d'émission de méthane (Gg CH ₄ / Gg DOB5)	G Emissions de CH ₄ (Gg de CH ₄)	H Récupération de méthane (Gg CH ₄)	I Emissions nettes de CH ₄ (Gg CH ₄)
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$		$G=(E \times F)$		$I=(G - H)$
Dakar station d'épuration									
1994	80,984	0,0135	1,093	1	1,093	0,25	0,273	0,209	0,057
Dakar hors station d'épuration									
1994	899,960	0,0135		0	0,000		0,000		0,000
SAINT-LOUIS									
1994	135,440	0,0135		0	0,000		0,000		0,000
LOUGA									
1994	69,687	0,0135		0	0,000		0,000		0,000
DIOURBEL									
1994	94,955	0,0135		0	0,000		0,000		0,000
KAOLACK									
1994	199,676	0,0135		0	0,000		0,000		0,000
TOTAL	1994		1,093		1,093		0,273		0,057

DOB: Demande d'Oxygène Biochimique

Module	Déchets						
Sous-module	Emissions de méthane générées par les eaux usées industrielles						
Tableau	6.3						
Feuille	1/2						
ETAPE 1			ETAPE 2				
	A Décharge annuelle d'eaux usées (M litres)	B Taux de concentration de DOB (kg/litre)	C DOB totale générée (Gg DOB)	D Fraction d'eaux usées traitées en anaérobiose	E Quantité de DOB traitée en anaérobiose (Gg de DOB)	F Facteur d'émission de méthane (Gg CH ₄ /Gg DOB ₅)	
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$		
	Fer et acier	25 000	0,01	0,250	0,1	0,025	0,25
	Métaux non ferreux	30 204	0,01	0,302	0,1	0,030	0,25
	Engrais	45 000	0,01	0,450	0,1	0,045	0,25
Alimentation et Boissons	Conserveries	180 000	0,035	6,300	0,1	0,630	0,25
	Bières	240 000	0,085	20,400	0,1	2,40	0,25
	Conserves de viande	300 000	0,02	6,000	0,1	0,600	0,25
	Produits laitiers	56 700	0,035	1,985	0,1	0,199	0,25
	Sucre	120 425 000	0,006	722,550	0,1	72,20	0,25
	Industries du poisson	240 319	0,006	1,442	0,1	0,144	0,25
	Huiles/graissses	581 900	0,008	4,655	0,1	0,466	0,25
	Café		0,0015				
	Boissons		0,008				
	Autre	4 254	0,002	0,008	0,1	0,001	0,25
	Raffinerie de pétrole / produits pétrochimiques	23 210	0,004	0,093	0,1	0,01	0,25
	Blanchisseries	660 000	0,001	0,66	0,1	0,066	0,25
	Autres	75 380	0,001	0,075	0,1	0,008	0,25
	Caoutchouc	5 040	0,001	0,005	0,1	0,001	0,25
	Autres	110 560	0,002	0,221	0,1	0,022	0,25

Module		Déchets		
Sous-module		Emissions de méthane générées par les eaux usées industrielles		
Tableau		6.3		
Feuille		2/2		
ETAPE 3				
		G	H	I
		Total méthane émis (Gg de CH ₄)	Méthane récupéré (Gg CH ₄)	Emissions nettes de méthane (Gg CH ₄)
		$G=(E \times F)$		$I=(G - H)$
Fer et acier		0,006	0,000	0,006
Métaux non ferreux		0,008	0,000	0,008
Engrais		0,011	0,000	0,011
Alimentation et Boissons	Conserveries	0,157	0,000	0,157
	Bières	0,600	0,000	0,600
	Conserves de viande	0,150	0,000	0,150
	Produits laitiers	0,049	0,000	0,049
	Sucre	18,050	0,000	18,050
	Industries du poisson	0,036	0,000	0,036
	Huiles/grasses	0,117	0,000	0,117
	Café			
	Boissons			
Autre		0,000	0,000	0,000
Raffinerie de pétrole / produits pétrochimiques		0,003	0,000	0,003
	Blanchisseries	0,016	0,000	0,016
	Autres	0,002	0,000	0,002
Caoutchouc		0,000	0,000	0,000
Autres		0,005	0,000	0,005
Total		19,21		19,21

7.4- Commentaires:

Tableau 6-1:

Colonne A: quantités annuelles

- Déchets ménagers = 875,40 Gg

- Déchets industriels = 2717 Gg

Source: Direction de l'Environnement

Colonne B: fraction de COD

- Pour les déchets ménagers, nous avons calculé la moyenne des valeurs données dans le Tableau 6-1, page 6-7 du Guide IPCC, Module Déchets. Cette moyenne pour l'Europe de l'Ouest, l'Amérique (Centre et Sud) et l'Afrique est de 0,15.

A noter que la moyenne pour l'Afrique est de 0,16 et elle est obtenue à partir des données de deux pays (Egypte et Nigéria).

- Pour les déchets industriels, le Tableau 6-6, page 6-16 du Guide IPCC donne un large éventail pour l'Europe et l'Amérique, entre 0,3 et 90 selon le type de déchets. Il n'existe pas de données moyennes. Nous maintenons alors, le coefficient utilisé en 1991, à savoir 6% (0,06).

Colonne D: fraction qui se dégrade réellement

Le tableau 6-1, page 6.7 du Guide IPCC/OCDE donne des valeurs de 0,23 à 0,94 suivant les pays (Europe-Asie) soit une moyenne de 0,585.

Nous maintenons le chiffre retenu au Sénégal en 1991, à savoir 0,582 pour les déchets ménagers, et 0,330 pour les déchets industriels (voir inventaire de 1991, tableau 6-1, page 89).

Colonne F: fraction de CH₄-C

Voir Guide IPCC/OCDE, page 6-3, Module Déchets. La valeur retenue par défaut est de 0,5.

Colonne J: méthane récupéré

. Si l'on n'a pas de données, le Guide IPCC/OCDE, page 6.15 Etape 4 recommande de prendre la valeur par défaut, soit zéro.

Tableau 6-2: Emissions de méthane par les eaux usées municipales

Colonne A: population

Source: Direction de l'Environnement

Colonne B: taux de génération de DOB

Guide IPCC/OCDE, table 6.5, page 6-12, Module Déchets. La valeur retenue pour l'Afrique est de 13,505 kg pour 1000 personnes.

Colonne D: fraction traitée en anaérobie

Station de Dakar = 1

Autres Stations = 0

Source: Direction de l'Environnement

A noter que le Guide IPCC/OCDE, page 6-13, Etape 1 recommande la valeur par défaut qui est de zéro.

Colonne F: facteur d'émission de méthane (Gg de CH₄/Gg DOB 5)

Guide IPCC/OCDE, page 6-14, Etape 2. La valeur théorique retenue par défaut est de 0,25 kg CH₄/kg de DOB

Colonne H: récupération de méthane (Gg CH₄)

Station Dakar 0,29

Autres Stations 0

Source: Direction de l'Environnement

Tableau 6-3: Emission de méthane par les eaux usées industrielles

Colonne A: décharges annuelles d'eaux usées (M litres)

Source: Direction de l'Environnement, de par les enquêtes sur le terrain.

Colonne B: taux de concentration de DOB (kg/l)

Source: Direction de l'Environnement

Colonne D: fraction d'eaux usées traitées en anaérobiose.

Source: Direction de l'Environnement

A noter que le tableau 6-8, page 6-19, Module Déchets du Guide IPCC/OCDE donne des valeurs pour l'Afrique (hors Kenya), soit 10%.

Colonne F: facteur d'émission de méthane (Gg CH₄/Gg DOB 5)

Guide IPCC/OCDE, page 6-14, Etape 2.

Tableau 6-3, Feuille 2/2

Colonne H: méthane récupéré (Gg CH₄)

Valeur retenue = 0, selon les recommandation du Guide IPCC/OCDE.

Idem pour la Colonne J.

VIII- Synthèse des émissions de GES au Sénégal en 1994

8.1- Tableau n° 7: Synthèse des émissions de GES au Sénégal en 1994

Modules	Emissions exprimées en Gg					Gg Equivalent	
	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x	ECO ₂	%
Module 1-Energie Source d'énergie Production Pétrole / Gaz	3660	5,38 0,27	41,25	0,032	1,17		Hors Forêts
Total Module 1	3660	5,65	41,25	0,032	1,17	3788,6	40,6 %
Module 2- Procédés Emissions des Procédés	345,5						
Total Module 2	345,5					345,5	3,7 %
Module 4- Agriculture Emission CH ₄ Animaux Incinération Savane Résidus Agricoles		137,98 0,99 1,19	26 25	0,012 0,034	0,44 1,25		
Total Module 4		140,16	51,00	0,046	1,69	2957,6	31,7
Module 5- Forêts CO ₂ Eclaircissement forêts Gaz trace éclaircissement Suppressions annuelles CO ₂ forêts Exploitées	19244,5 -25820,0	25,04	219,15	0,17	6,21		
Total Module 5	-6575,5	25,04	219,15	0,17	6,21	-5997	
Module 6- Déchets CH ₄ décharges Publiques CH ₄ eaux usées Industrie		86,80 19,21					
Total Module 6		106,01				2226,2	24 %
Cumul émissions	-2570	276,86	311,4	0,248	9,07	3321	100 %
Potentiel de Réchauffement Global 100ans	1	21		310			
Equivalent CO₂	-2570	5814		77		3321	100 %

8.2- Répartition sectorielle des émissions

L'analyse du tableau de synthèse des émissions, ramenées en équivalent CO₂ à partir du potentiel de réchauffement global donne les indications suivantes:

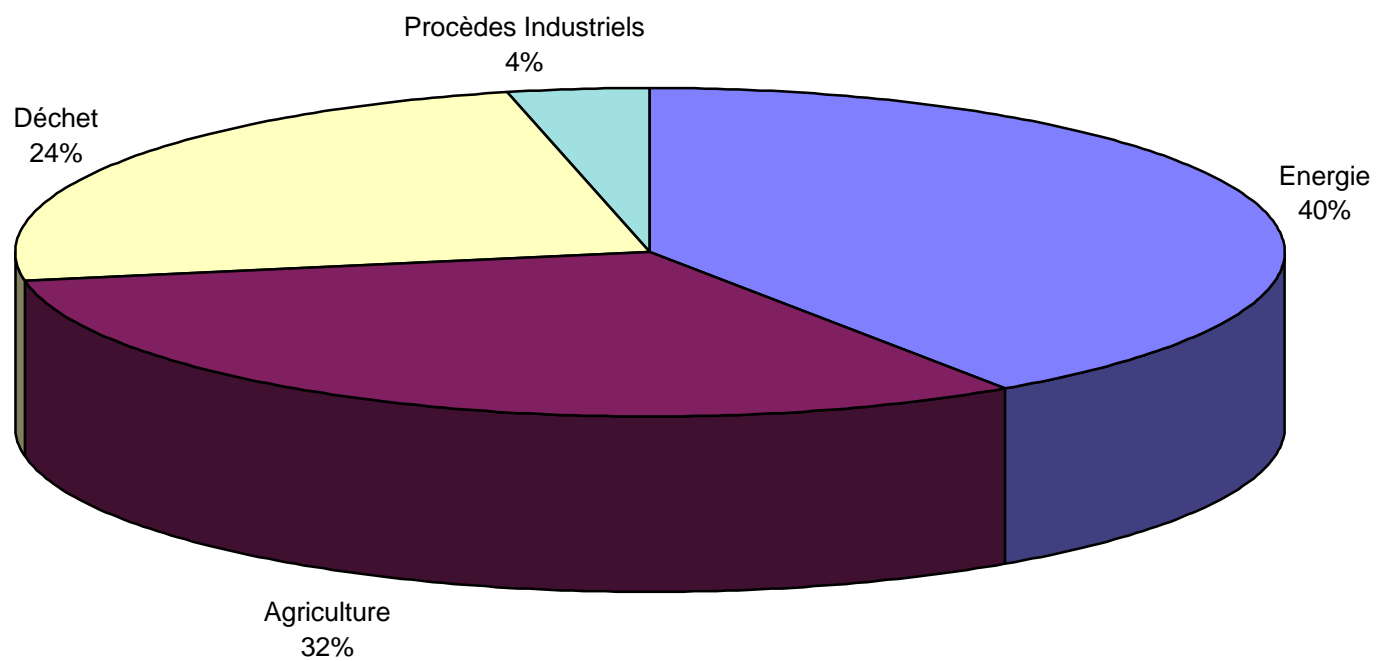
1°) Les émissions en équivalent CO₂ sont très largement atténuées par la capacité de séquestration des forêts exploitées.

La capacité résiduelle de séquestration des forêts étant de **5997 Gg ECO₂**, vient compenser les émissions des autres secteurs qui s'élèvent à **9318 Gg ECO₂**. Il en résulte des émissions nettes de **3321 Gg ECO₂**.

2°) Le tableau de synthèse fait ressortir la répartition sectorielle suivante :

Energie	=	3788,6 Gg ECO ₂	=	40,6 %
Agriculture	=	2957,6 Gg ECO ₂	=	31,7 %
Déchet	=	2226,2 Gg ECO ₂	=	24 %
Procèdes Industriels	=	345,5 Gg ECO ₂	=	3,7 %
Forêts	=	-5997 Gg ECO ₂ , soit une capacité de séquestration de 64 % environ par rapport aux émissions.		

Répartition sectorielle des émissions de GES



8.3- Analyse au niveau du secteur énergétique

Tableau n° 8: analyse au niveau du secteur énergétique

Secteurs	Emission des GES					TOTAL	ECO ₂
	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x	Gg	%
Industries	1.623	1,30	21,7	0,025	0,92	1658,1	44 %
Transport	1233					1233	32 %
Ménage et Autres	804	4,35	19,5	0,007	0,24	897,5	24 %
TOTAL	3.660	5,65	41,2	0,032	1,16	3788,6	100 %

Les émissions liées aux sources d'énergies sont imputables pour **44 %** à l'industrie, **32 %** au transport et **24 %** aux ménages et autres divers secteurs.

8.4- Commentaires

Les émissions nettes au Sénégal, pour l'année 1994, sont ainsi évaluées à:
3321 Gg ECO₂ pour une population de **8.133.000 habitants**
soit ainsi: **408,3 kg ECO₂ habitants / an** ou encore, **1,12 kg ECO₂ / habitant / jour**.

Les émissions ont été largement atténuées par la capacité de séquestration des forêts protégées.

L'on a également vu que le secteur énergétique était responsable de **40,6 %** des émissions hors forêts, dont près de la moitié (**44 %**) est liée aux activités Industrielles.

Les stratégies de réduction et / ou de stabilisation des émissions de GES vont s'articuler autour des programmes visant d'une part, à l'efficacité énergétique d'une manière générale et d'autre part, au renforcement des capacités de séquestration au niveau des forêts.

8.5- Part du Sénégal dans les émissions mondiales de carbone dues à l'énergie hors biomasse

La consommation mondiale d'énergie en 1990 était estimée à 344 EJ, soit: 8200 millions de TEP.

Tableau n° 9: Part du Sénégal dans les émissions mondiales de carbone dues à l'énergie hors biomasse

Secteur	MONDE		SENEGAL	
	Energie (millions de TEP)	Emissions (Gg CO ₂)	Energie (millions de TEP)	Emissions (Gg CO ₂)
Industrie	3840	2.800.000	0,23	1264
Transport	1690	1.300.000	0,27	1233
Bâtiments et autres	2670	1.900.000	0,08	176
Total	8200	6.000.000	0,58	2673
Commentaires	Emissions: 6 Gt CO ₂		Emissions: 0,4 pour 1000	

La part du Sénégal dans les émissions mondiales dues à l'énergie hors biomasse est de:

4 parts sur 10000.

CHAPITRE 3:ETUDES DES CAS DE VULNERABILITE

Les activités anthropiques liées à la production et à la consommation d'énergie fossile, l'agriculture, l'exploitation de la forêt, etc. ont accru les concentrations de GES dans l'atmosphère. La certitude d'une élévation de températures de 1 à 3°5 C et du niveau de la marin de 30 à 85 cm est avancée. Les incertitudes demeurent sur la vigueur et le sens des modifications climatiques à l'échelle régionale.

Ce chapitre traite ainsi de la vulnérabilité des zones côtières face à l'élévation du niveau marin, ainsi que les impacts potentiels des Changements Climatiques sur l'agriculture.

I- Vulnérabilité des zones côtières (étude de Isabelle NIANG-DIOP)

1.1- Situation générale des côtes sénégalaises

1.1.1-Présentation géographique

Situé à l'extrémité occidentale du continent africain, le Sénégal possède une façade maritime de 707 km de long. La zone côtière, définie comme l'espace compris entre une altitude de 6 m du côté du continent et une profondeur de 10 m du côté mer, représente une superficie de 12 150 km², soit environ 3% de la superficie totale du pays.

D'un point de vue morphologique, la zone côtière au nord de Dakar est constituée essentiellement de côtes sablonneuses, bordées de dunes, entrecoupées d'estuaires à mangrove à l'embouchure des fleuves Sénégal, Saloum et Casamance.

1.1.2-Crise de l'environnement côtier

Le nombre de problèmes inventoriés dans cet espace est révélateur d'un environnement en crise. En effet, la plupart des côtes sablonneuses sont érodées à un rythme entraînant un taux de recul de la ligne de rivage de 1,25 à 1,30 m par an. Ces taux, faibles à première vue, sont responsables de destructions d'habitats et d'infrastructures essentiellement dans les zones fortement urbanisées (Saint-Louis, Rufisque, Joal). Ils ont justifié la construction de structures de protection (murs, épis) toutefois peu répandues. Les causes de cette érosion sont encore hypothétiques mais on invoque notamment l'élévation lente mais continue du niveau marin et l'impact de certaines activités humaines (prélèvements de sable sur les plages, construction de digues réduisant les apports de sable le long de la côte).

Dans les zones bordées de dunes, on assiste à une poussée des sables par les vents qui entraîne une avancée des dunes vers l'intérieur. Cette avancée aboutit à un ensevelissement de dépressions humides, les « Niayes », dans lesquelles se fait la quasi-totalité du maraîchage. Ce phénomène est lié d'une part à la sécheresse qui favorise la disparition de la végétation susceptible de fixer les dunes et de freiner l'action des vents, et d'autre part au surpâturage des troupeaux. La gravité du phénomène est telle qu'afin d'arrêter cette évolution, plusieurs actions de reforestation ont été entreprises depuis 1948 avec la mise en place de périmètres de reboisement entre Dakar et Saint-Louis (9600 ha).

Quant aux fleuves, ils sont littéralement envahis par l'eau de mer au point que dans les deux principaux fleuves au sud de Dakar, le Saloum et la Casamance, la salinité augmente de l'embouchure vers l'amont. Dans le fleuve Casamance, des pointes de salinité de 160 pour mille ont été relevées en 1986 à plus de 200 km de l'embouchure. Depuis l'ouverture en 1985 du barrage anti-sel de Diama, le fleuve Sénégal n'est plus envahi comme auparavant par les eaux de mer; en revanche son embouchure se rétrécit et la bilharziose se développe en amont du barrage. Ces phénomènes de salinisation aggravent les problèmes d'alimentation en eau potable pour les populations côtières. Il faut ajouter à tout cela la pollution des eaux côtières, essentiellement dans la région de Dakar, par les rejets domestiques et industriels.

1.1.3- Concentration humaine et économique

En 1993, 53 % (soit 4,2 millions d'habitants environ) de la population du pays vivaient dans la zone côtière, qui se caractérise alors par une forte densité moyenne (89 hbts/km² -contre 40 pour l'ensemble du pays) et par un fort taux d'urbanisation (supérieur à 50 %). Cette concentration de la population dans les zones côtières est le résultat d'un exode rural permanent et d'un taux de croissance élevé (2,7 % pour l'ensemble du pays, mais 3,8 % dans les zones urbaines). La région de Dakar où se trouve la capitale est l'exemple extrême de cette concentration humaine le long des côtes. Sur une superficie représentant 0,3 % du territoire national sont « entassés » 1,96 millions d'habitants, soit 21 % de la population totale et 43 % de la population côtière, ce qui donne une densité record de 2707 habitants au km²!

Cette hyperconcentration de la population s'accompagne des maux habituels: bidonvilles, insécurité, chômage, pollution, difficultés de gestion de l'espace urbain.

Mais la zone côtière concentre aussi les activités économiques, la région de Dakar regroupant près de 90 % du tissu industriel. Les deux activités économiques principales sont la pêche et le tourisme. Viennent ensuite les nombreuses activités industrielles présentes dans la région de Dakar (huileries, raffinerie de Mbao, industries chimiques, centrales électriques, etc.) ainsi qu'au port de Dakar. Le reste de la zone côtière contribue à un degré moindre à la production de biens: la culture du riz notamment dans les estuaires du Sénégal et de la Casamance, la production du sucre dans l'estuaire du Sénégal et le maraîchage pratiqué dans les « Niayes ». La zone côtière et la région de Dakar en particulier constituent des zones stratégiques du point de vue économique.

1.2- Vulnérabilité des zones côtières face aux Changements Climatiques:

1.2.1- Impacts sur les systèmes biogéophysique et socio-économique

La principale conséquence du réchauffement climatique au niveau des zones côtières sera une accélération de l'élévation du niveau marin résultante de l'expansion thermique des eaux océaniques et de la fonte des glaciers. On prévoit d'ici l'an 2100, une élévation moyenne entre 20 et 86 cm (Warrick et *al.*, 1996), soit un taux annuel élévation de 2 à 8,6 mm/an.

Conformément aux travaux du Groupe II du GIEC, les impacts ci-après sont identifiés:

Les impacts sur le système biogéophysique:

- L'inondation des zones basses, en particulier des zones humides (mangroves);
- L'accentuation des phénomènes d'érosion côtière;
- L'exacerbation des crues dues aux tempêtes;
- Une pénétration plus importante de l'eau de mer dans les fleuves et les aquifères côtiers;
- Des modifications des processus de dépôt sédimentaire;
- Des changements dans les upwellings et la productivité des eaux d'une manière générale.

Les impacts sur le système socio-économique:

Les modifications enregistrées au niveau des systèmes biophysiques se répercuteront sur les activités humaines, ceci d'autant plus que l'on prévoit, dans la plupart des pays, une poursuite du processus de concentration des populations dans les zones côtières. On s'attend ainsi à:

- une modification des activités agricoles (types de cultures et localisation des activités), en relation notamment avec les processus de salinisation des sols et de disponibilité en eau douce;
- une modification des activités de pêche, en particulier pour celles qui dépendent des upwellings;
- une menace de destruction des villes, industries et infrastructures localisées dans la zone côtière suite à l'aggravation des phénomènes d'érosion côtière et d'inondation;
- des problèmes de gestion des populations dus en particulier aux difficultés d'approvisionnement en eau, à l'arrivée éventuelle de nouveaux migrants nationaux ou étrangers.

1.2.2- Méthodologie des études de vulnérabilité

L'étude utilise une méthode d'analyse de la vulnérabilité basée sur la vidéo aérienne combinant la vidéographie, le contrôle au sol et les archives d'information pour analyser les impacts des variations du niveau de la mer.

C'est une technique de reconnaissance pour les zones pauvres en informations détaillées sur la géomorphologie, la topographie et l'occupation humaine. Seule la situation et le niveau de développement actuels sont analysés. Compte tenu de la rapide croissance démographique et du développement économique dans la zone côtière du Sénégal, les estimations d'impact à partir de ces données seront minimisées.

Le premier objectif de l'étude est la perte de terre et l'analyse qualitative des autres impacts. Pour chaque scénario on estime les superficies exposées au risque de l'élévation du niveau de la mer en supposant que celle-ci est le seul facteur à l'origine du déplacement du trait de côte. L'utilisation et la valeur des terres exposées incluant la population résidente sont aussi évaluées. Les coûts et les implications des options d'adaptation sont alors estimés.

- Scénario d'élévation

L'étude utilise deux (2) scénarios de variation eustatique du niveau de la mer, à savoir: 0,5 mètre et 1 mètre.

- Collecte des données

Campagne de vidéographie du 08 au 24/05/1990, aux altitudes de vol de 76 et 300 mètres sur les côtes sénégalaises incluant les estuaires de la Casamance et du Saloum. En ce qui concerne la ville de St-Louis, les données cartographiques ont été utilisées. Les données fournissent les informations suivantes sur la côte et 1 km à l'intérieur: topographie, types d'environnement côtier; utilisation de l'espace; infrastructures; indications de l'occupation humaine.

Des études de terrain ont été effectuées sur quatre sites côtiers représentatifs pour mesurer les phénomènes de transgression et examiner les géomorphologies côtières.

Les données socio-économiques et cartographiques sont aussi collectées, à savoir: propriété, pratiques agricoles, plans de développement.

La carte topographique précise à 5 mètres ne couvre que le Cap-Vert, les autres cartes sont précises à 40 mètres près.

- Erosion

La formule de Bruun est utilisée pour prévenir l'érosion due à l'élévation du niveau marin (Hands, 1983)

$$R = G [L / (B + h_0)] S$$

où

R =	Retrait dû à l'élévation	S =	Niveau de la mer
h ₀ =	Profondeur	B =	Hauteur de la dune
L =	Largeur du Profil	G =	Unité de mesure du matériel érodé

- Inondation

Dans le cas des zones humides (comme le delta et les estuaires du Saloum et de la Casamance), on estime la vulnérabilité des terres à l'inondation

1.2.3-Principaux résultats des scénarios

Tableau n° 10: Conséquences de l'élévation du niveau de la mer

Elévation du niveau marin d'ici 2100	Scénario 1 0,5 m	Scénario 2 1 m
Surfaces vulnérables (km²) (pertes par inondation et érosion)	1945-1963	6042-6073
Populations à déplacer	68000-103000	109000-178000
Valeurs économiques des zones à risque (millions de dollars EU)	345-464	499-707
Coûts totaux de protection (millions de dollars EU)	407-1422	973-2156

Commentaires

La distribution géographique des résultats est basée sur les zones suivantes:

- le littoral nord;
- Dakar et son agglomération;
- la côte au sud de Rufisque;
- les estuaires de la Casamance et du Saloum

- Surfaces vulnérables

L'inondation est responsable des pertes de terres. La plupart des inondations se produisent dans le delta et les estuaires.

- Valeur économique des zones à risque

Toute la valeur à risque calculée découle des phénomènes d'érosion côtière plutôt que des inondations. Ceci est dû:

- à la concentration des activités de développement sur la côte;
- au manque de données quantitatives sur les terres agricoles.

L'élévation du niveau marin a une incidence sur les activités touristiques. En effet, les valeurs à risque liées au tourisme représentent 30 à 50 % de la valeur économique des zones à risque pour le scénario de 0,5 mètre et 22 à 29 % pour le scénario de 1 mètre.

- Populations à risque

Les populations à risque sont localisées à proximité du sud de la presqu'île du Cap-Vert, (sud de Rufisque).

1.3- Conclusions

La zone côtière du Sénégal est un environnement vulnérable soumis à diverses agressions:

- érosion et assèchement des côtes;
- salinisation des eaux;
- dégradation des mangroves.

Les conséquences du réchauffement global qui accélérerait l'élévation du niveau de la mer sont susceptibles d'exacerber les agressions des zones côtières.

Etant le lieu d'une forte concentration humaine et économique, la zone côtière représente un espace stratégique.

D'où l'importance de mener des études complémentaires très poussées et de mettre en place une politique d'atténuation des impacts possibles.

II- Impacts potentiels des Changements Climatiques sur la production alimentaire au Sénégal: synthèse des résultats

(étude Madiagne Diagne)

2.1- Introduction

Il est généralement établi que l'Afrique sahélienne subira à l'horizon 2100 une hausse des températures moyennes d'environ 4°C et une baisse de la pluviosité d'environ 20% des quantités actuelles.

De tels changements se traduiront par une translation des zones écoclimatiques, une perturbation du régime hydrique des cultures et une dégradation des sols.

Face à cette menace deux types de mesures ont été identifiées :

- La limitation des émissions de GES
- La mise au point de mesure de mitigation des effets négatifs sur les activités humaines.

En Afrique sahélienne la production alimentaire est fortement dépendante des conditions climatiques. la péjoration de la pluviométrie ressentie de façon continue depuis près de trois décennies limite la production agricole et entame les ressources naturelles. Dans ces pays en construction, la limitation des émissions de GES et l'adoption de mesures de mitigation des impacts négatifs accompagnent la lutte contre la variabilité du climat et s'inscrivent dans la conception d'une politique de développement durable.

Cet article fait le point sur les études déjà conduites au Sénégal dans le cadre de l'évaluation d'impact des changements climatiques et la définition de stratégies d'adaptation.

Ces études n'ont pour le moment porté que sur les productions pluviales qui représentent plus de 95% des surfaces cultivées. Elles ne tiennent compte ni de l'élevage ni des cultures irriguées et horticoles

2.2- La situation actuelle de l'agriculture sénégalaise

Au Sénégal l'agriculture emploie près de 70% de la population active. Elle est dominée par les productions pluviales dont le cycle de culture correspond à la période pluvieuse (Juin-Octobre). Les superficies cultivées occupent en moyenne 2000 000 ha.

La répartition des cultures et les performances de l'activité sont étroitement liées à la pluviométrie très variable. Le mil et l'arachide sont les principales cultures. Elles occupent plus de 90% des surfaces cultivées sous pluies. Les niveaux de rendement sont faibles du fait du niveau d'investissement et de la forte péjoration de la pluviométrie et de la dégradation des sols.

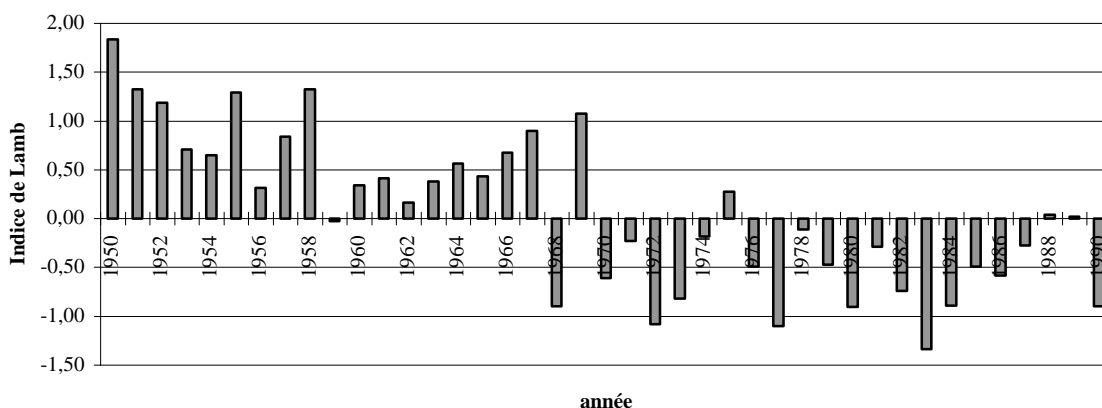
2.2.1 La contrainte climatique

Les conditions d'alimentation en eau des cultures constituent le principal facteur déterminant la variabilité spatio-temporelle des niveaux de production agricole. A l'instar des pays sahéliens le Sénégal subit une forte variabilité de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace. Depuis 1966 le Sénégal subit une péjoration des conditions pluviométriques qui se traduisent par:

- une diminution des quantités de pluie de 35%;
- réduction de la durée de la période humide;
- augmentation de la fréquence des périodes sèches.

Cette situation qui dure depuis près de 30 ans limite les potentiels de production agricole. La figure 1 montre l'évolution de l'indice de pluviométrie calculé selon la méthode de Lamb sur la période 1950-90 à partir des données de 41 stations réparties sur l'ensemble du territoire. L'évolution confirme la péjoration de la pluviométrie entre la période 1950-65 bien arrosée et la période 1966-95 marquée par la sécheresse.

Figure 1 :Evolution de la pluviométrie au Sénégal de 1950 à 1990



Cette péjoration de la pluviométrie s'accompagne d'une hausse de l'évaporation pour perturber le régime d'alimentation en eau des cultures. La persistance du phénomène sur une période de 30 ans aboutit à la dégradation des sols, amplifiée par des pratiques agricoles inadaptées.

2.2.2- Les superficies et niveaux de production des cultures

Les principales cultures pluviales pratiquées au Sénégal sont le mil, l'arachide, le maïs, le riz, le niébé, le manioc et le coton.

Le tableau 6 montre les moyennes de superficie et de production de la période 1960-93 pour les principales cultures pluviales. Ces données soulignent la place du mil et de l'arachide dans les systèmes de culture.

Tableau 11: Superficies et productions des principales cultures pluviales

	Superficie (1000 ha)	Production (1000 T)
Mil/Sorgho	1014	578
Arachide	1015	834
Mais	68	69
Riz Paddy	77	121
Niébé	68	23
Manioc	27	98
Coton	26	26

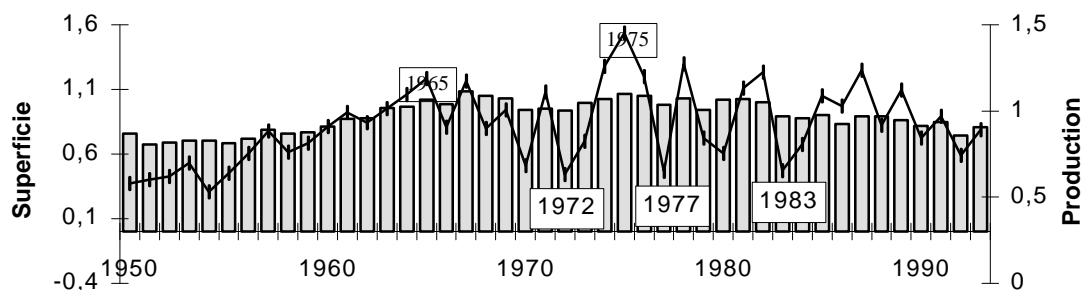
Source: séries statistiques de la Direction de l'Agriculture.

L'analyse des séries statistiques des superficies et de production de mil et d'arachide sur la période 1950-93 montre d'abord la faible variabilité des superficies et la forte variabilité des productions. Cela confirme le poids du facteur climatique qui limite les niveaux de rendement. La figure 2 montre aussi deux phases dans l'évolution:

- La période 1950-63 correspondant à celle des pluviométries excédentaires est caractérisée par une évolution régulière des superficies et des productions.
- La période suivante, marquée par la crise climatique en cours, se caractérise par un maintien des superficies et une forte variabilité des niveaux de production.

La péjoration de la pluviométrie observée sur l'ensemble du pays, se traduit ainsi par une baisse des niveaux de production agricoles. Cette baisse des performances de l'agriculture affecte la santé économique du pays et pose parfois des problèmes alimentaires dans les zones les plus exposées.

Figure 2 : Evolution des Productions agricoles de 1950 à 1993



Les valeurs sont exprimés par rapport à la moyenne 1981-90

2.2.3- La couverture des besoins alimentaires

La forte croissance démographique (2.7 %par an) et l'urbanisation croissante de la population accroît les besoins alimentaires au moment où les performances de l'agriculture sont affectées par le déficit pluviométrique. La couverture des besoins alimentaires de la population se détériore d'année en année. Les productions agricoles couvraient en 1994 53% des besoins de la population. L'analyse de la situation montre que 2/3 des arrondissements sénégalais ont une production agricole insuffisante pour les besoins de leurs populations (Moore 1991). La production de céréales par habitant rural a baissé de 40 % depuis 1960 atteignant actuellement une moyenne 200 kg par habitant et par an. Ce déficit alimentaire affecte les zones du nord du pays les plus exposées au déficit pluviométrique et frappe d'avantage les couches sociales les plus défavorisées. Le complément à ce déficit est apporté par les importation et l'aide alimentaire (Martin 1988).

Les politiques agricoles initiées par le Gouvernement du Sénégal privilégie l'accroissement de la production agricole par la maîtrise de l'eau et l'intensification pour atteindre un taux de couverture des besoins de l'ordre de 80% en l'an 2000. Plusieurs projets hydro-agricoles sont définis et des mesures d'incitation arrêtées à cette fin dans le cadre de programmes globaux (PASA et PISA).

La situation actuelle de l'agriculture sénégalaise est marquée par la faiblesse de ses performances. Le facteur climatique est l'une des contraintes majeures à son développement. Les politiques définies visent l'accroissement de ses performances pour améliorer le taux de couverture des besoins et la sécurité alimentaire des populations.

Les Changements Climatiques peuvent accroître la péjoration des conditions climatiques. La définition de stratégies de production durables doit prendre en compte les conditions climatiques probables.

Au Sénégal des études ont été déjà conduites sur ce thème pour mettre au point des méthodologies d'analyse et évaluer les impacts possibles des Changements Climatiques sur la production alimentaire et la vulnérabilité des groupe sociaux et des unités agro-écologiques.

2.3- Evaluation de l'impact des changements probables du climat sur la production alimentaire

2.3.1 Contexte des études

Le Sénégal a participé au Projet "Climatic Change and International Agriculture" et pris part aux activités inscrites dans les volets portant sur l'évaluation d'impact sur la production alimentaire et la vulnérabilité d'une part et sur la modélisation de la réponse des cultures aux conditions climatiques déduites des scénarios probables. Ce projet a été conduit entre 1990 et 1992.

La modélisation agronomique pour évaluer l'impact des Changements Climatiques sur les rendements des principales cultures vivrières a été conduite en collaboration avec l'US/EPA¹ et

¹ US/EPA United States / Environment Protection Agency.

l'IBSNAT². L'objectif global du projet était de mettre en œuvre un réseau international pour la modélisation du comportement des cultures afin d'accroître les possibilités d'alerte et d'harmoniser les stratégies d'adaptation aux Changements Climatiques. La contribution du Sénégal a porté sur la mise au point et la validation d'un modèle simple de simulation des bilans hydriques et d'évaluation des rendements de céréales permettant d'analyser les effets des changements climatiques sur la productivité des principales cultures du pays.

Dans le cadre de ce projet une étude sur "les effets Potentiels des Changements Climatiques sur l'Agriculture et la Vulnérabilité au déficit alimentaire au Sénégal" a été conduite avec la collaboration de l'Université d'Oxford et de US/EPA. L'objectif du projet était de fournir les éléments d'évaluation de l'impact des changements climatiques probables sur la production alimentaire et le niveau de couverture des besoins de pays et groupes sociaux des pays en voie de développement. Les cas africains retenus dans ce cadre sont le Zimbabwe, le Kenya et le Sénégal.

2.3.2- Mise au point des outils méthodologiques

Les études sur les conséquences des accumulations de GES dans l'atmosphère ont attiré l'attention sur les impacts prévisibles des modifications induites sur les régimes climatiques et les activités humaines. L'agriculture est l'une des activités les plus vulnérables aux modifications des conditions climatiques. A cause des incertitudes sur la prédiction des Changements Climatiques aux échelles régionales et locales, les scénarios déduits des modèles globaux de circulation générale de l'atmosphère ont été utilisés pour évaluer leurs impacts potentiels sur les systèmes de production agricole. Les modèles agronomiques construits à partir des relations connues entre le comportement des cultures, le climat et l'environnement permettent de simuler le développement des cultures en fonction des facteurs physiques et agro-techniques. Ces modèles, une fois validés par des résultats expérimentaux locaux permettent d'évaluer les effets des changements des facteurs tel que la pluviométrie et l'évaporation sur les rendements agricoles.

Le projet était basée sur la validation des modèles IBSNAT et leur application à l'analyse de l'impact des Changements Climatiques. Les bases de validation des modèles des cultures pratiquées au Sénégal n'étant pas disponibles à cette période, la contribution de l'équipe locale a permis de valider un modèle de bilan hydrique fournissant des indicateurs permettant d'estimer les niveaux de rendement des principales céréales

- La modélisation des bilans hydriques.

Les conditions d'alimentation en eau des cultures sont en domaine sahélien le facteur qui explique le mieux la variabilité spatiale et temporelle des rendements. La synthèse des acquis de recherche en matière de bioclimatologie des cultures pluviales (détermination des besoins en eau, caractérisation hydrodynamique des sols, analyse des réponses au stress hydrique) a permis de mettre au point et de valider dans les pays du CILSS un modèle simple de validation des bilans hydriques des cultures. Il est basé sur la caractérisation des conditions d'alimentation en eau de la culture par l'établissement selon un pas de temps de temps journalier du bilan de l'eau dans tous ses termes.

² IBSNAT International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer

$$I + P - R - DR + H - ETR = 0 \quad \text{où :}$$

I = Irrigation
 DR = Drainage
 H = Variation de stock du sol
 ETR = Evapotranspiration du couvert végétal

P = Pluviométrie
 R = Ruissellement

Tableau n° 12: Les données d'entrée du modèle bilan hydrique

Description de la Culture	Façons culturales	Climat	Pédologie	Irrigation
Culture	Date de semis	Pluies journalières	Capacité de rétention	Dose au semis
Durée du Cycle	Travail du sol	ETP	Réserve Utile	Dose en cours de culture
Coefficients culturaux	Pluie de semis		Dynamique du ruissellement	
Phases phénologiques			Seuil de travail du sol	
Vitesse d'enracinement				

Le modèle fournit systématiquement à un pas de temps journalier les variables suivantes:

- Le pourcentage d'eau du sol extractible par les racines HR (%)
- L'évapotranspiration maximale de la culture ETM (mm)
- L'évapotranspiration réelle de la culture ETR (mm)
- La réserve en eau du sol RES (mm)
- La profondeur explorée par les racines PRE (cm)
- Le drainage en mm DR (mm)
- Le taux de satisfaction des besoins en eau (ETR/ETM) SATIS (%)
- Le déficit hydrique en mm DEFI (mm)
- Le nombre de jours disponibles pour les travaux RESS (jrs)
- L'indice de réponse à l'eau pour les céréales IRESP
- Le rendement espéré en fin de cycle RDT(kg/ha)

Ce modèle simple fournit l'ensemble des variables utiles pour la caractérisation des bilans hydriques des cultures. Conçu pour le suivi des campagnes agricoles pluviales et le zonage des potentialités, il a été appliqué à l'évaluation des impacts des Changements Climatiques sur les productions vivrières selon la méthode suivante:

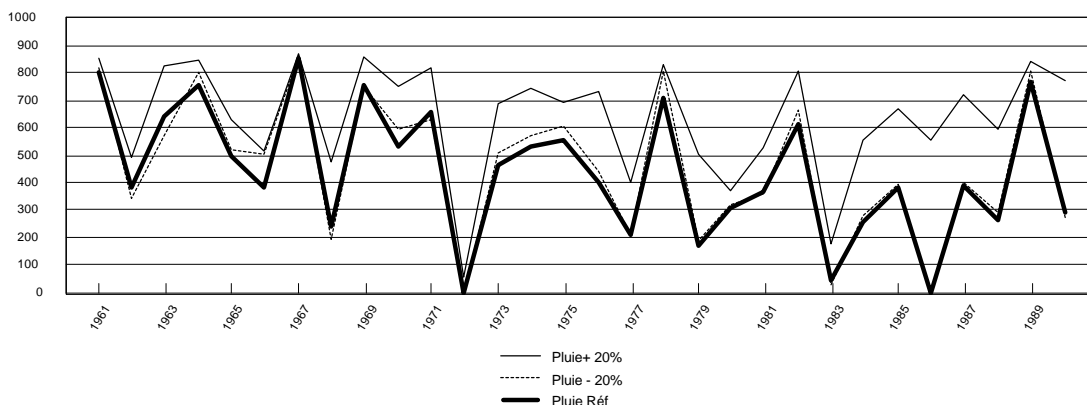
le scénario de base a simulé le comportement des cultures de mil et de maïs sur la période 1961-90 pour les 41 stations disposant de séries complètes de données pluviométriques. L'hypothèse d'une modification des conditions climatiques a retenu une variation de la pluviométrie de 20 % et une augmentation des température de 4°C compatible avec les résultats des modèles GCM³.

Les simulations pour le mil principale céréale de base montrent que la détérioration des conditions climatiques (baisse de la pluviométrie de 20% et augmentation de l'ETP⁴ avec la hausse des températures de 4°C) réduits les rendements potentiel de 33 à 25% par rapport à la moyenne 1961-90 et réduit la zone de culture. En comparaison les sécheresses des années 1972 et 1983 ont réduit ces rendements potentiels de 63 et 79% respectivement (M. DIAGNE 1992). Les Changements Climatiques peuvent avoir un impact négatif sur la production alimentaire qui sera fortement exacerbé par le croît démographique.

³ GCM General Circulation Modèle

⁴ ETP Evapotranspiration Potentielle

Figure 3 : Productivite Potentielle du mil à Bambey selon les différents scénarios



L'hypothèse d'adaptation que ce modèle nous a permis d'appréhender est la correction du déficit hydrique par des irrigations de complément. Dans la principale zone de culture du mil (Centre Ouest du Sénégal) les disponibilités en eau permettent de corriger les déficits hydriques fournis par la simulation. Les moyens d'investigation disponibles n'ont pas permis d'analyser la rentabilité d'une telle pratique.

La démarche a permis d'appliquer un outil simple adapté aux conditions spécifiques locales (insuffisances de données de bases et de références d'analyse) pour évaluer l'impact potentiel des changements. A défaut de modèles mécanistes plus élaborés, cette première approche a permis d'évaluer les impacts potentiels des Changements Climatiques tels qu'ils sont décrits par les scénarios utilisés sur les principales productions céréalières du Sénégal.

Les outils méthodologiques disponibles n'ont pas permis de prendre en compte les effets de la concentration de CO₂ sur le comportement des cultures ni de tester des hypothèses d'adaptation liées à l'introduction de nouvelles cultures ou variétés.

2.3.3 Changement Climatique et sécurité alimentaire.

Dans le cadre du projet Changement Climatique et Agriculture un volet a pris en compte la vulnérabilité au déficit alimentaire. Ce volet a étudié les impacts des changements climatiques pour des espaces et des groupes sociaux déjà exposés au déficit de production alimentaire. Les études des cas de L'Egypte, du Zimbabwe, du Sénégal, du Kenya et du Chili ont servi de base à cette approche.

L'intérêt du cas du Sénégal réside dans sa situation de déficit alimentaire due à la variabilité des conditions climatiques qui ne peut être corrigé que par l'intensification et l'expansion de l'agriculture. Le projet a étudié l'impact des Changements Climatiques sur les stratégies de développement agricole.

La méthodologie développée par l'US Geological Survey (Moore et al 1991) est basée sur modèle d'analyse géographique des Capacités de Charge (HCC Human Carrying Capacity). La compilation des statistiques agricoles, démographiques et des données

environnementales ont permis de comparer pour chaque arrondissement les besoins de consommation et les capacités de production. Des hypothèses d'expansion agricoles et d'intensification ont été testés pour évaluer les possibilités d'adaptation à l'horizon 2050.

L'étude a montré qu'en 1990, 2/3 des 93 arrondissements n'ont pas une production alimentaire suffisante pour couvrir les besoins de la population résidente. Compte tenu de la disponibilité des ressources naturels (sol et pluviométrie) divers scénarios de développement agricole ont été testés à l'horizon 2050. Les scénarios combinant les conditions climatiques, l'accroissement des rendements par l'intensification et l'expansion des superficies ont donné les résultats suivants:

Tableau n° 13: Projection des capacités de charge en 2050

Scénario			Résultats pour 2050			
Climat	Rendement	Superficie	Unités	Valeurs	% Base	% Référence
Base	Base	Base	Pop	10.5	-	-
			RCC	3.9	-	-
			Ratio	0.37	-	-
Base	Faible	Stable	RCC	5.5	1.39	-
			Ratio	0.52		
Base	Modéré	Stable	RCC	7.0	1.79	-
			Ratio	0.66		
Base	Elevé	Stable	RCC	10.8	2.75	-
			Ratio	1.02		
Base	Stable	Faible	RCC	7.6	1.94	-
			Ratio	0.72		
Base	Stable	Modéré	RCC	8.6	2.19	-
			Ratio	0.81		
Base	Modéré	Faible	RCC	14.5	3.72	-
			Ratio	1.38		
+4°C -20%P	Faible	Stable	RCC	4.4	1.13	0.81
			Ratio	0.42		
+4°C -20%P	Modéré	Stable	RCC	6.1	1.57	0.88
			Ratio	0.58		
+4°C -20%P	Forte	Stable	RCC	9.6	2.44	0.89
			Ratio	0.91		
+4°C -20%P	Stable	Faible	RCC	5.3	1.35	0.70
			Ratio	0.5		
+4°C -20%P	Stable	Modéré	RCC	5.3	1.35	0.62
			Ratio	0.5		
+4°C -20%P	Modéré	Faible	RCC	12.2	3.13	0.84
			Ratio	1.16		

Pop = Population rurale en millions

RCC Capacité de charge en Population rurale

% Base = rapport RCC/ Population en 2050

% référence compare les résultats avec ou sans changement climatique.

L'étude montre ainsi qu'une intensification modérée et une faible expansion des superficies sans modification notable du climat peut permettre de satisfaire les besoins des populations et de dégager un surplus. Le Sénégal dispose de ressources permettant de nourrir la population sans entamer les réserves naturelles.

Dans les conditions d'une aridification du climat (baisse de la pluviométrie et hausse des températures) le taux de couverture des besoins alimentaires baissera par rapport à la situation actuelle baisse de 11 à 38 %. Cette situation exposera 1 à 4 millions de personnes en plus par rapport à la situation actuelle au déficit alimentaire à l'horizon 2050.

Cette étude montre un impact global des Changements Climatiques sur les ressources alimentaires locales au Sénégal. La politique d'autosuffisance adoptée par le Gouvernement risque d'être mis à mal par une péjoration des conditions climatiques si des stratégies d'adaptation ne sont pas identifiées et appliquées à temps.

Cependant on notera que les scénarios des Changements Climatiques adoptés paraissent exagérés par rapport aux résultats actuels des modèles globaux. D'autre part les ressources alimentaires d'origine animales et halieutiques ne sont pas prises en compte dans le modèle d'évaluation des capacités de charge. Enfin l'étude n'a pas permis d'analyser les coûts des différentes options d'adaptation.

2.4- Conclusion

Au Sénégal, des travaux de recherche pour l'évaluation de l'impact des Changements Climatiques ont été réalisés en collaboration avec les partenaires. Des outils méthodologiques et des résultats pratiques ont été obtenus. Cependant la disponibilité des données a obligé à la simplification des méthodologies utilisées. Les études réalisées montrent un impact potentiel négatif des Changements Climatiques mais mettent en évidence des possibilités d'adaptation.

Les scénarios climatiques sont déduits des modèles généraux de circulation dont la validité à l'échelle régionale n'était pas analysée.

La construction des Scénarios climatiques a utilisé une méthode simple qui ne rend pas compte des modifications possibles des régimes pluviométriques.

La simulation du comportement des cultures et la définition des stratégies d'adaptation s'est fait uniquement sur le critère des conditions d'alimentation en eau.

Le projet en cours permettra d'affiner les méthodologies tant du point de vue de l'évaluation d'impact que de la définition des stratégies d'adaptation. L'élaboration de ces stratégies permettra d'améliorer la durabilité des réponses apportées à la péjoration observée du climat.

CHAPITRE 4: STRATEGIES DE REPONSE

I- Les instruments d'action stratégique

1.1-Problématique

Les problèmes liés aux Changements Climatiques, avec les conséquences, qui en découlent : sécheresse, désertification, appauvrissement de la biodiversité, réchauffement du climat etc. nécessitent la prise en compte des questions environnementales dans tous les programmes à caractère économique et social.

C'est la raison pour laquelle, le Sénégal a élaboré différentes stratégies pour la préservation de l'état des ressources de l'environnement, éléments fondamentaux pour un développement durable.

Les objectifs ont été clairement identifiés dans l'élaboration du IX^{ème} plan d'orientation pour le développement économique et social courant la période 1996-2001.

1.2- Les Programmes

Des programmes sont à l'heure actuelle en cours d'exécution. Il s'agit de:

- * La réduction des Emissions de GES grâce à l'efficacité énergétique des bâtiments.
- * L'évaluation économique des stratégies de réduction des GES.
- * L'aménagement durable des formations naturelles pour la production de bois-énergie.
- * La gestion de la demande et de promotion des énergie de substitution.
- * La formation: projet CC: Train (Changements Climatiques)

D'autres sont en cours d'étude

II- Réduction des émissions de GES grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique bâtiments Afrique de l'Ouest (ENERBAT)

Coordonnateur : Seydou Sy SALL

2.1- Définition du projet

Les consommations d'énergie électrique au niveau des grands bâtiments en Afrique de l'Ouest représente 25 à 30% de la consommation totale d'électricité d'origine thermique en général. Une telle production s'accompagne d'émissions de GES qui s'ajoutent ainsi aux autres sources locales et mondiales.

Un tel projet au Sénégal et en Côte d'Ivoire en particulier présente un intérêt environnemental et une rentabilité économique certains. Cependant, des investissements en efficacité énergétique des bâtiments dans le contexte actuel de la sous région Ouest Africaine ne peuvent se réaliser qu'avec la conjonction d'une expertise technique et d'un cadre institutionnel adéquat (réglementation, normalisation, incitation fiscales, politique tarifaire prix électricité, tarifs douaniers etc.).

Ainsi, ce projet va renforcer ou créer des capacités, introduire et diffuser en Afrique de l'Ouest des technologies de construction efficaces au plan énergétique aussi bien au niveau de la réhabilitation de bâtiments existants, qu'à celui de la construction et de l'exploitation de bâtiments neufs.

Le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) apporte le financement principal évalué à 3.500.000 dollars EU pour ce projet régional associant le Sénégal et la côte d'Ivoire.

L'administration en est assurée par le PNUD et l'exécution confiée au Bureau des services d'Appui aux Projets (OPS/BSP)

2.2- Objectifs du projet

2.2.1- Objectifs immédiats

Développement des capacités techniques

- Formation des opérateurs (architectes, ingénieurs, bureaux d'études, contrôleurs, exploitants, maîtres d'ouvrages) aux techniques de conception, de construction, de réhabilitation, d'exploitation et de maintenance de bâtiment économes en énergie ;
- Création et/ou amélioration des capacités locales et régionales d'analyse énergétique et environnementale, incluant la gestion de la demande d'énergie, le développement des politiques de prix et de structures de tarification, l'analyse de leurs implications environnementales, y compris les coûts et bénéfices environnementaux de l'efficacité énergétique et des programmes de gestion de la demande.
- Mise en place des capacités requises au sein des administrations compétentes en matière de permis de construire et au sein des sociétés d'électricité pour instruire et évaluer toutes mesures proposées pour l'efficacité énergétique, tant pour les bâtiments neufs que pour la réhabilitation des bâtiments anciens.

Renforcement des capacités institutionnelles

- Elaboration de documents à caractère réglementaire: codes d'efficacité énergétique, codes de confort thermique, guide d'application, normes sur les matériaux et les équipements du bâtiment, etc. ;
- Mise en place d'un cadre institutionnel politique et financier qui encourage et/ou éventuellement impose des bâtiments et des équipements économes en énergie dans un contexte de planification intégrée du secteur de l'énergie électrique. Cela implique la mise en place des compétences nécessaires à un tel contexte : au plan régional et continental au sein de la Banque Africaine de Développement (BAD) et, au plan local, dans les cabinets d'architectes, les laboratoires d'essai, les compagnies d'électricité, les départements ministériels concernés, etc. Cela implique aussi des incitations fiscales et une politique de tarifs douaniers qui privilégie l'importation d'équipements économes en énergie et, éventuellement, la création d'unités régionales de fabrications de ces équipements;
- Mise en oeuvre de mesures financières et institutionnelles efficaces pour la gestion de la demande d'énergie électrique.

Démonstration de la faisabilité technique

L'objectif est de faire la preuve, grâce à des projets pilotes en vraie grandeur, de la faisabilité technique, de l'intérêt environnemental et de la rentabilité économique de la réhabilitation de bâtiments anciens et de la conception de bâtiments neufs efficaces au plan énergétique.

Préparation de la phase post-projet

L'objectif est de pérenniser les résultats du projet en complétant les objectifs 1 et 2 (installation durable de capacités nécessaires aux opérations ultérieures de réhabilitation de bâtiments anciens ou de conception de bâtiments neufs) par la constitution d'un portefeuille de projets de réhabilitations de bâtiments qui feront l'objet de la phase post-projet et pour lesquels des fonds d'investissements seront sollicités auprès des organismes de financement du développement et les banques privées.

C'est un objectif essentiel puisque le présent projet est avant tout un projet de création de capacités dont les effets ne se feront sentir que sur le long terme (à l'échelle de 10-15 ans), si les bailleurs de fonds investissent dans des opérations de réhabilitation dont la rentabilité économique aura été prouvée par le projet.

Lorsque la rentabilité est insuffisante pour attirer des investisseurs, il pourra être proposé au FEM dans sa phase opérationnelle ou à d'autres donateurs motivés par des considérations environnementales, de prendre en charge les coûts additionnels (non rentables économiquement) dont les avantages environnementaux (exprimés en terme de prix de la tCO₂ évitée) auront été établis.

Diffusion des résultats du projet aux pays de la région

Cet objectif sera atteint grâce à :

- la mise en application des méthodologies et les résultats du présent projet à travers la tenu d'ateliers thématiques régionaux permettant de disséminer les méthodologies et les résultats du projet aux autres pays francophones d'Afrique de l'Ouest et, ultérieurement, à l'ensemble du continent ;
- l'incitation et le soutien à la création, au sein de la BAD et éventuellement d'autres institutions financières locales et régionales, de capacités internes pour : (I) identifier, évaluer et financer des projets de bâtiments économes en énergie ; (ii) analyser les aspects financiers des investissements en bâtiments économes en énergie dans un contexte de planification intégrée des investissements dans le secteur de l'énergie.

2.2.2- Objectifs de développement durable

A long terme, le but stratégique premier du projet est environnemental: il s'agit de réduire (ou de stabiliser) les émissions de GES associées à la production d'électricité d'origine thermique en Afrique de l'Ouest, grâce à l'application à grande échelle de mesures

d'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs et les bâtiments existants et dans les équipements et les matériels utilisés dans ces bâtiments.

Grâce à des réductions significatives (30 à 50%) de l'électricité nécessaire à l'exploitation de ces bâtiments (qui est en majorité d'origine thermique dans les pays considérés), des économies relativement importantes seront obtenues dans les émissions de dioxyde de carbone et d'autres effluents qui contribuent à l'effet de serre. L'objectif spécifique a été calculé pour la Côte d'Ivoire. La consommation moyenne actuelle des bâtiments existants y est de l'ordre de 240 kWh/m²/an. Il s'agit de la réduire à environ 120kWh/m²/an dans les bâtiments neufs grâce à une meilleure conception initiale. Il n'existe pas actuellement dans la région des bâtiments présentant ce niveau de performance.

Atteindre ces objectifs environnementaux et énergétiques présente bien sûr des avantages macro et micro-économiques: réduction des importations de combustibles fossiles des pays et réduction des factures d'électricité supportées par les exploitants des bâtiments.

Au plan du développement des pays bénéficiaires, les techniques passives d'efficacité énergétique mises au point dans les bâtiments climatisés seront applicables aux bâtiments non climatisés pour en améliorer les conditions d'ambiance et en faire bénéficier les couches sociales qui n'ont pas accès à la climatisation de confort.

Ainsi, en plus des avantages environnementaux, le projet présente les avantages suivants pour le développement des pays hôtes et des pays associés :

- des avantages économiques;
- des avantages institutionnels;
- des avantages sociaux.

2.3- Bénéficiaires du projet au plan général

L'environnement global bénéficiera des améliorations attendues de la réduction des émissions de GES. Les exploitants des bâtiments climatisés et à long terme les populations en seront les bénéficiaires, grâce à la diminution des charges et à l'amélioration des conditions d'ambiance intérieure des bâtiments.

En définitive, les effets environnementaux et socio-économiques du projet l'inscrivent donc dans une perspective de développement durable.

III- Evaluation économique des stratégies de réduction des GES

Coordonateur : *Ibrahima SOW*

Email : denv@metissacana.sn

Tel : 221 8238047

Fax : 221 8226212

Ce projet, financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) est à sa phase d'étude.

3.1- Base de l'analyse

Le «document Base de l'analyse » est réalisé à partir des données relatives :

- aux statistiques de base sur la structure du PIB, sur les populations et leurs conditions de vie; sur l'évaluation des tendances de développement socio-économique du pays;
- aux statistiques de base relatives au bilan énergétique;
- à la réactualisation de l'inventaire de GES ;
- aux autres données pertinentes sur les Changements Climatiques ;

3.2- Construction des scénarios de base

Un montage de scénarios est proposé sur la base des hypothèses relatives aux paramètres démographiques et économiques, à l'approvisionnement et à l'utilisation des sources d'énergie, à l'utilisation des terres (incluant l'exploitation des forêts) et à la gestion des déchets. Les hypothèses les plus pertinentes seront considérées.

Par ailleurs des projections relatives à l'évolution des consommations énergétiques des secteurs clés de l'économie nationale et de leur impact sur l'environnement (émissions de GES) sont déjà réalisés. L'équipe travaille avec le modèle LEAP (Long Range Energy Planning Alternative Program), modèle développé par le « Stockholm Environmental Institute de Boston-USA »

Deux scénarios ont été considérés:

- Un scénario dit de base
- Un scénario de mitigation

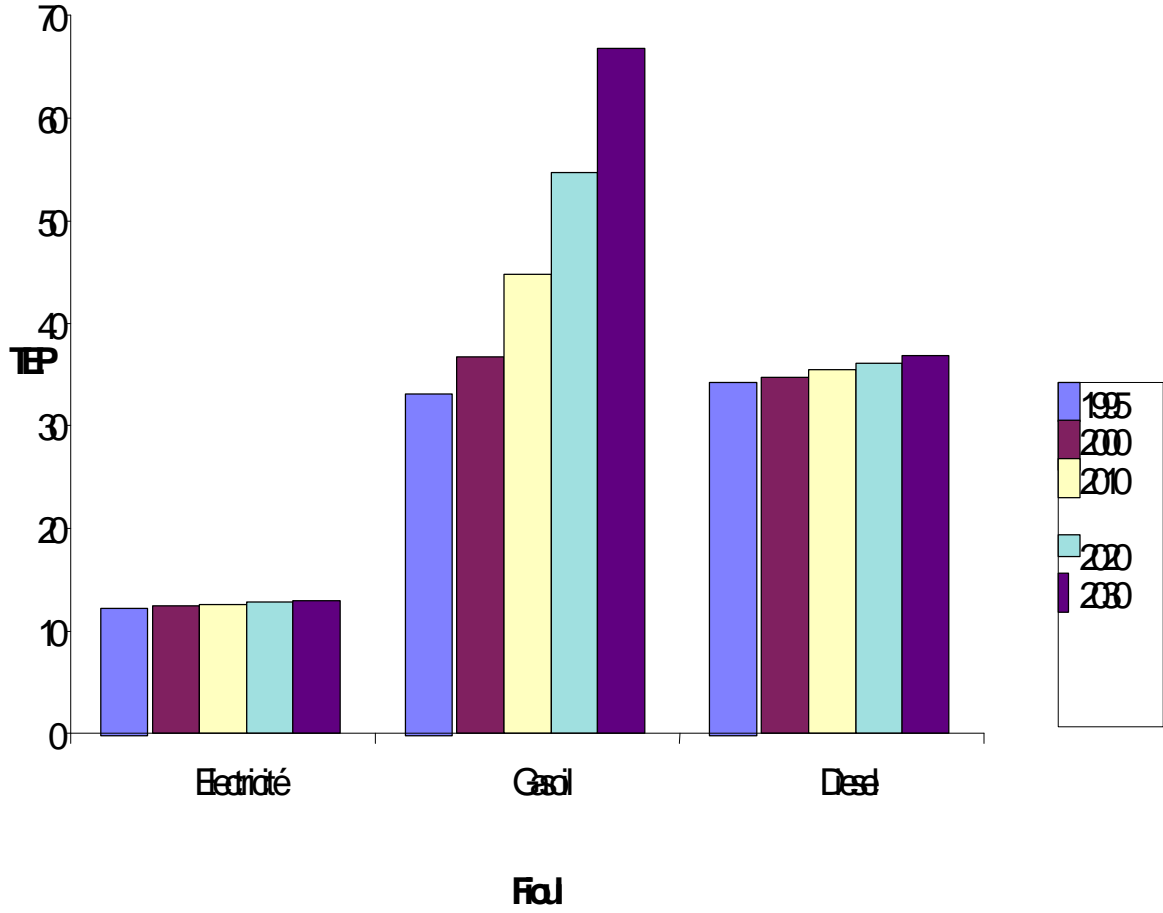
• Le scénario de base (Scénario I)

Dans ce scénario, on utilise des données officielles de l'année de base. Cette année a été choisie en raison de la disponibilité des données existantes, suite à la dévaluation du F CFA survenue en Janvier 1994. Ces données concernent essentiellement les consommations énergétiques des secteurs de l'industrie, du transport, des ménages, de l'agriculture, de la pêche et des secteurs du tourisme et de l'administration.

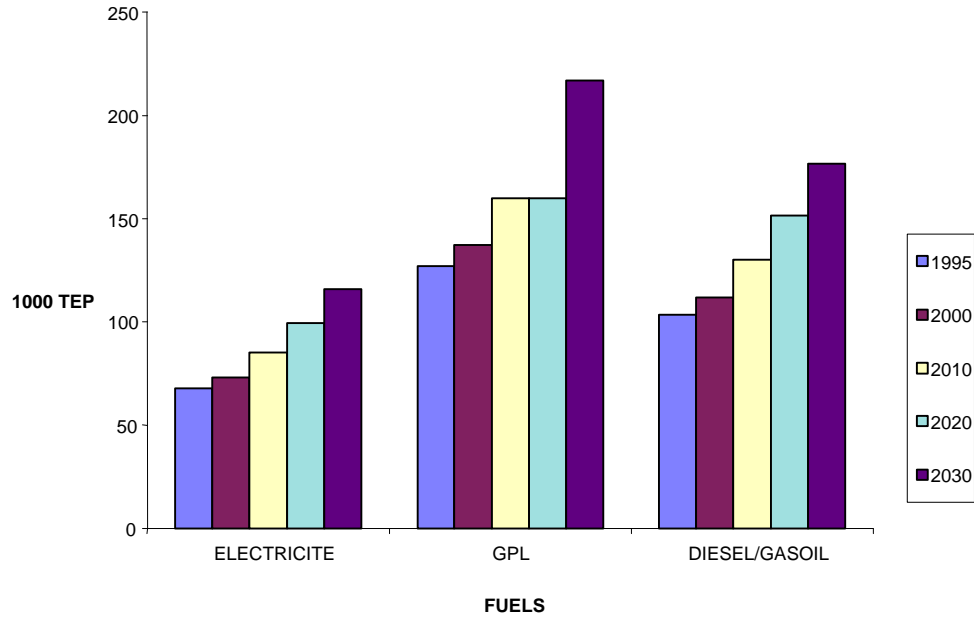
Le scénario prend également en compte, la production d'électricité fournie grâce à l'installation de deux nouvelles centrales thermiques à partir de l'année 1998 et de l'an 2000 et la mise en œuvre des barrages hydroélectriques de Manantali (Fleuve Sénégal) et de l'OMVG (Fleuve Gambie) pour l'an 2003 et l'an 2007 respectivement.

Dans ce scénario les consommations de bois et de charbon de bois représentent plus de 90% de la consommation énergétique totale au niveau des ménages. Par conséquent, les émissions de gaz carbonique CO₂ vont augmenter de 14 % par an, en moyenne au Sénégal, de 1995 à 2030.

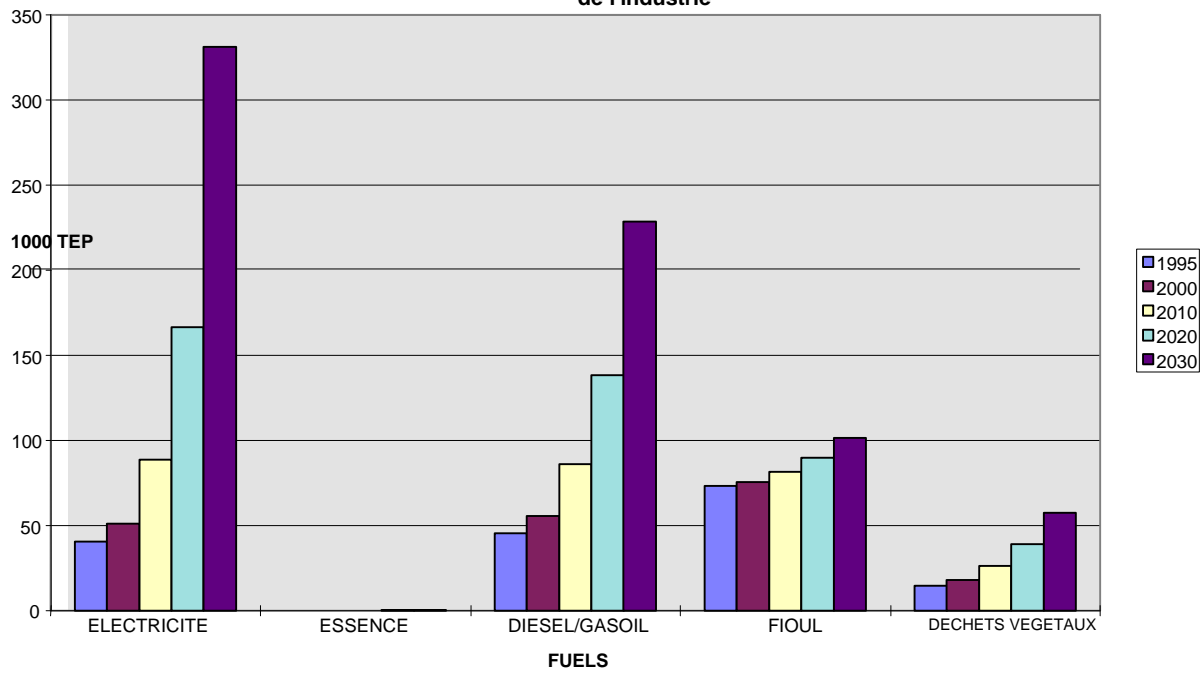
Profil de la demande energetique des secteurs agriculture et peche



Profil de la demande énergétique du secteur des Transports



Profil demande énergétique du secteur de l'industrie



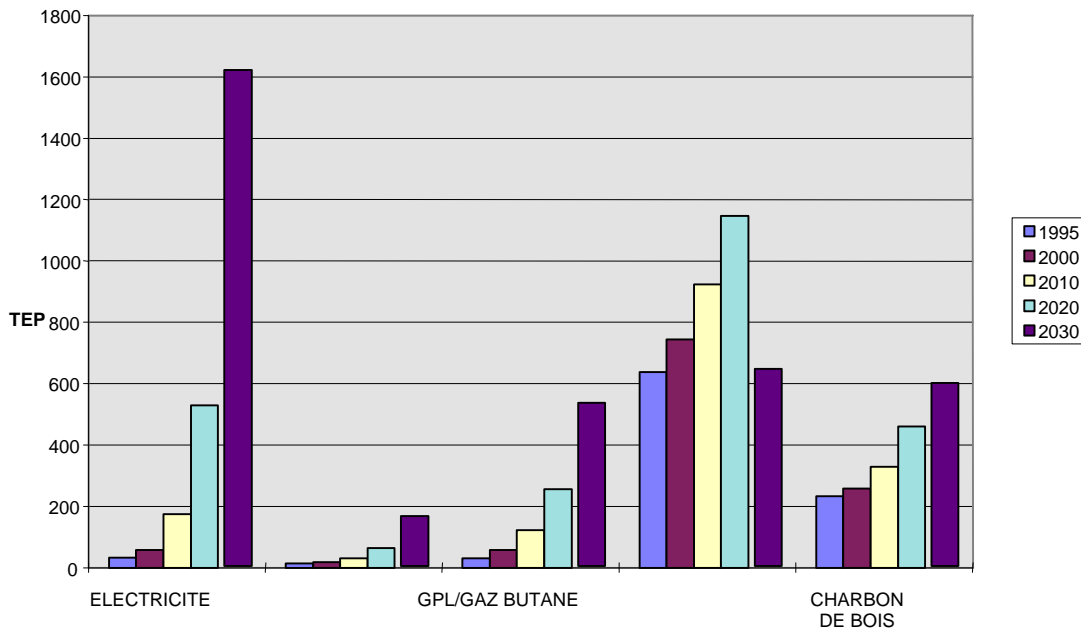
- **Le scénario de mitigation (Scénario II)**

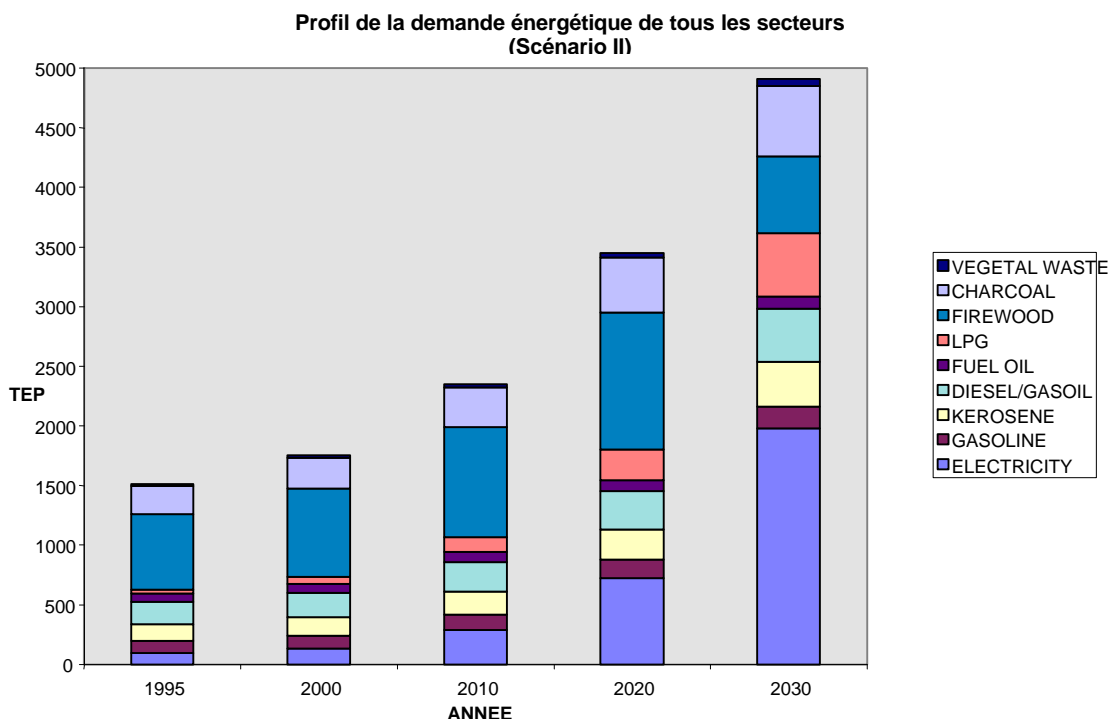
Dans ce scénario les données officielles sont évidemment conservées ainsi que les projections concernant l'hydroélectricité et la mise en fonction des futures centrales thermiques. Cependant une baisse de la consommation de bois, de charbon de bois et de pétrole lampant (kérosène) est envisagée. Ce choix se justifie par:

1. L'utilisation de plus en plus importante de gaz naturel local au niveau des centrales électriques. L'existence d'un gisement de 10 milliards de mètres cubes à une soixantaine de kilomètres de Dakar a été récemment confirmée, ce qui pourrait notablement renforcer le niveau d'électrification nationale, notamment rural
2. La pénétration rapide de gaz butane (GPL) au détriment du bois et du charbon de bois, encouragée par une politique des prix des pouvoirs publics. Les autres paramètres sont restés constants.

Avec ce scénario, la consommation de bois et de charbon de bois diminuent du fait de la croissance rapide du gaz butane notamment. Les émissions, globales augmentent de 3% seulement par an entre 1995 et 2030 ; et à partir de 2020 les émissions de CO₂ dues à la biomasse commencent à diminuer.

Profil de la demande énergétique des ménages





N.B.: Ces deux scénarios pourraient être davantage élaborés.

3.3.- Construction des scénarios de réduction des GES

Une identification très large des options de réduction des GES relative au secteur de l'énergie (incluant le transport), à la gestion des déchets et à l'exploitation des forêts a été réalisée au cours d'un séminaire national sur les Changements Climatiques.

Un choix d'options a doré et déjà été fait au cours d'un atelier national sur l'évaluation des stratégies de réduction des GES. Ces options retenues ci-dessous seront explorées dans la seconde phase du projet. Il s'agit de:

* Secteur énergie:

- La diversification des combustibles utilisées avec la poursuite du processus de butanisation et la promotion d'autres énergies de substitution (kérosène, résidu agro-industriels).
- L'intégration des énergies nouvelles et renouvelables dans la politique d'électrification nationale, renforcement du programme hydro électrique du Sénégal et utilisation des énergies nouvelles et renouvelables dans les zones efficaces (zones rurales peu peuplées).
- L'amélioration de l'efficacité énergétique dans les procédés industriels.
- La modernisation et la rationalisation du système de transport existant, renouvellement du parc automobile vétuste.

* Secteur agriculture et forêt:

- La préservation des ressources naturelles par le maintien des stocks existants à travers la gestion participative des forêts du domaine protégé, et l'aménagement des forêts du

domaine classé, et aussi par l'accroissement des capacités de séquestration de carbone (reboisements, mise en défens, agroforesterie).

- La valorisation énergétique des résidus agricoles (balles de riz, tiges de coton, etc.).

*** Secteur déchets:**

- La mise en place de décharges contrôlées avec récupération et valorisation du méthane et de centres de compostage pour les déchets solides ménagers.
- L'incinération des déchets spéciaux notamment les déchets biomédicaux.
- Le renforcement des réseaux de collecte des déchets liquides ménagers et le raccordement de ceux-ci à la station d'épuration de Cambérène.
- Le renforcement du réseau de collecte des déchets liquides industriels et mise en place de traitements appropriés.

3.4- Evaluation macro-économique

- Description qualitative des impacts macro-économiques des stratégies d'atténuation du changement climatique.
- Analyse des impacts macro-économiques des scénarios d'atténuation.

Ces travaux serviront de base pour la définition de la stratégie nationale de réduction des GES.

3.5- Elaboration d'une stratégie de réduction des GES

- Définition de projets nationaux faisant ressortir clairement les besoins en technologies appropriées, en renforcement des capacités institutionnelles et assistance financière dans les secteurs de l'énergie, des déchets et de l'utilisations des terres (incluant l'exploitation des forêts) etc.
- Définition d'une stratégie d'introduction progressive des options retenues dans les plans de développement socio-économique du pays.

IV- Aménagement durable des formations naturelles pour la production de bois-énergie

4.1-Objectifs

- Contribuer à la sauvegarde de l'environnement en allégeant la pression sur les ressources ligneuses.
- Assurer un approvisionnement durable et varié en combustible aux populations.
- Réduire les émissions de GES par une meilleure technique de carbonisation présentant une plus grande efficacité énergétique.

4.2- Composantes du programme

4.2.1- Inventaire de la biomasse végétale à Tambacounda et à Kolda sur 600.000 ha

- Connaissance du potentiel forestier et des autres biomasses végétales dans la zone d'intervention du projet.
- Amélioration des capacités d'analyse et d'application de donnée bioénergétique.
- Préparation de cartes de distribution des ressources forestières et des autres biomasses de la zone d'intervention.
- Possibilité de planification de l'offre en bioénergie dans la zone du projet par l'administration et les populations rurales.

4.2.2- Aménagement durable des formations naturelles dans 300.000 ha par les communautés locales

- Aménagement durable de 300.000 ha dans les régions de Tambacounda et de Kolda par les populations rurales.
- Production de près de 860.000 tonnes de bois de feu pendant la durée de projet et établissement d'un système durable de 300.000 tonnes de bois par an à partir de la septième année.
- Diminution de la pression de l'exploitation forestière.
- Participation d'au moins 250 villages dans le processus d'aménagement et de près de 15.000 adhérents.
- Formation de 1.500 villageois aux techniques de lutte contre les feux de brousse.
- Création d'une dynamique de développement rural participatif gérée part la communauté locale.
- Participation effective des femmes dans le processus de gestion de l'environnement et de la filière bois-énergie.
- Gestion durable de l'environnement.

4.2.3-Appui à la production de bois-énergie

- Formation des populations rurales aux techniques d'exploitation des ressources forestières pour la production de bois-énergie.
- Formation de 1.000 représentants des villages aux techniques de carbonisation performantes.
- Appui à la diffusion des fours améliorés dans la zone d'intervention.
- Formations de 700 membres des villages à la gestion de commercialisation de bois-énergie.

4.2.4- Promotion de la participation des populations rurales et du développement villageois

- Réalisation de plan d'aménagement intégré des terroirs villageois.
- Formation des villageois à la gestion de leur terroir villageois
- Création d'opportunités de développement social et économique visant à motiver les populations rurales locales à participer dans la gestion durable des ressources forestières.

- Etablissement d'un fond d'investissement pour la promotion de micro-réalisations agro-forestières et sylvo-pastorales.

4.2.5- Système de suivi de l'exploitation des ressources forestières

- Mise en place d'un système indépendant de suivi annuel de l'exploitation des ressources forestières dans les régions de Tambacounda et de Kolda permettant l'évaluation des plans d'exploitations forestières et de suivi de l'aménagement dans les zones d'interventions.
- Etablissement d'un système d'information dynamique sur l'exploitation des ressources forestières pour la gestion et la planification forestière, énergétique et environnementale dans la zone d'intervention.

4.2.6- Système de suivi des flux de bois-énergie

- Création d'un système de suivi permanent des flux de bois-énergie permettant la supervision de l'évaluation du transport du bois-énergie vers les centres urbains.
- Etablissement d'un système d'information des flux de bois-énergie permettant une meilleure qualification des volumes commercialisés dans les centres urbains.

4.2.7- Développement institutionnel et stratégie de communication

- Formation de cadres dans l'aménagement et l'inventaire des ressources.
- Formation de huit (8) agents forestiers.
- Réorientation de la fonction du service forestier à l'assistance technique auprès des communautés rurales.
- Moyens logistiques dans les zones d'intervention.
- Equipement de terrain.
- Equipement de bureau.
- Equipement de transport.

Coûts opérationnels (carburant, papier, etc.)

4.3- Mise en œuvre

Durée	=	7 ans
Tutelle	=	DEFCCS / MEPN
Localisation	=	Tambacounda et Kolda

4.4- Résultats attendus au niveau des émissions de GES

Les capacités de séquestration de carbone passeront de 1,1 million de tonne de CO₂ au cours des 7 premières années à 4,5 millions CO₂ au delà de 15 ans. Les coûts seront donc de 4,30 dollars/TCO₂ à 1,04 dollars/TCO₂.

V- Gestion de la demande et de promotion des énergies de substitution

5.1- Objectifs

- Contribution à assurer un approvisionnement en combustibles des populations qui soit durable, efficace et au moindre coût, qui offre des possibilités élargies de choix et de confort, et qui contribue à la sauvegarde de l'environnement.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre par l'utilisation des énergies de substitution.

5.2- Composantes du programme

5.2.1- Appui à la modernisation de la filière charbon

- Appui au secteur privé pour la modernisation de la commercialisation du charbon de bois dans les zones urbaines (fonds d'investissement). Ce fonds sera mobilisé en fonction des propositions de projets spécifiques préparées par le secteur privé et évaluées par la direction de l'énergie.
- Appui à la diversification / reconversion des entreprises traditionnelles d'exploitation forestière (Fonds d'Investissement et Assistance Technique). Soutien au processus de transfert des activités d'exploitation forestière vers les communautés rurales.

5.2.2- Appui à la substitution du bois-énergie

- Kérosène : appui au secteur privé pour l'introduction du kérosène comme combustible de cuisson (fonds d'investissement).
- Gaz butane : étude sur la filière
 - * Evaluation du système d'approvisionnement et de distribution.
 - * Evaluation de la politique des prix et de la fiscalité.
- Gaz butane : appui au secteur privé pour de dépôt décentralisés.

5.2.3- Appui à la production et diffusion de foyers améliorés

- Appui au secteur privé pour la production et la distribution de foyers améliorés (fonds d'investissement). Ce fonds sera mobilisé en fonction des propositions de projets spécifiques préparées par le secteur privé (producteurs, distributeurs, ONG) et évaluées par la direction de l'énergie.
- Campagne de promotion et de marketing.

5.2.4- Promotion de l'énergie solaire en milieu rural

- Mise en place d'un mécanisme financier, organisationnel et technique, reposant sur des opérateurs privés, permettant aux populations rurales d'avoir accès au service de l'énergie solaire photovoltaïque.
- Soutien aux efforts de gestion des formations forestières par les collectivités locales en leur offrant la possibilité d'un accès aux équipements solaires photovoltaïques pour des

applications communautaires et productives (services publics de la santé et de l'éducation, exhaure, éclairage, audiovisuel, communication, conservation des aliments, etc.). Le coût de cette composante n'est pas inclus dans le budget préliminaire.

5.2.5- Développement institutionnel, communication et appui aux initiatives publiques et privées

- Assistance technique, renforcement et formation de l'équipe
- Actions de communication envers le grand public , les acteurs privés et publics et les décideurs.
- Fonds d'appui pour soutenir les initiatives publiques et privées rentrant dans le cadre de la stratégie.
- Equipement de bureau et de déplacement.
- Coûts opérationnels et de fonctionnement.

5.3- Mise en œuvre

Durée	=	7 ans
Tutelle	=	DEFCCS / MEPN
Localisation	=	Tambacounda et Kolda

5.4- Résultats attendus au niveau des émissions de GES

- Diffusion de 225 000 foyers améliorés. La diminution de la consommation de charbon de bois sera de 1,6 kg/jour/ménage. Ce qui représente en émission de GES une économie de 1,5 million de tonnes de CO₂ en 7 ans (durée du projet) et 4,8 millions tonnes de CO₂ au delà de 15 ans. Les coûts de la tonne de CO₂ passeront de 0,34 dollars à 0,10 dollars.

VI- Programme de formation: projet CC Train (Changements Climatiques)

Coordonnateur : Ndiaye Cheikh SYLLA

Email : denv@telecomplus.sn

Tel : 221 8226211

Fax : 221 8226212

6.1- Objectifs

Le programme CC:Train est conçu pour aider les pays en développement à appliquer la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Il a pour objectif de mettre en place les équipes nationales dans les pays participants en vue de l'élaboration des stratégies nationales de mise en oeuvre de la Convention ainsi que les Communications initiales (article 12 et Décision 10/CP2: Deuxième Conférence des Parties). Il permettra de renforcer la capacité des pays à répondre la capacité des pays à répondre aux obligations de la Convention et leur donnera l'occasion d'intégrer dans leur objectif de développement les préoccupations concernant les Changements Climatiques.

Le Sénégal est concerné par la 2e phase du CC: Train qui est exécutée par l'UNITAR en étroite collaboration avec le secrétariat de la Convention.

6.2- Exécution du programme

Un séminaire de lancement a eu lieu en Janvier 1997, dont les principaux axes sont les suivants:

- Diffuser les informations institutionnelles scientifiques, juridiques et relatives à la CCNUCC et sensibiliser les partenaires nationaux concernés;
- Passer en revue les études menées au Sénégal dans ce cadre;
- Faire connaître les opportunités offertes aux pays en voie de développement et les méthodologies d'analyse des problèmes liés aux changements Climatiques.

VII- Conclusions

En milieu rural, les problèmes causés par la croissance démographique sur l'environnement se posent en termes de pression sur les ressources naturelles. L'exploitation irrationnelle de ces ressources entraîne des conséquences néfastes sur le potentiel environnemental. Or l'environnement occupe une place privilégiée dans les stratégies qui assurent un développement durable, objectif multidimensionnel d'ordre macro-économique (IXème Plan). Les Changements Climatiques, avec leurs effets prévisibles poseront des problèmes qui risquent d'entraver tous les processus de développement. La résolution de tels problèmes nécessite la mise au point de stratégies de réponse « lucides, exigeantes et prospectives » pour mieux atténuer leurs conséquences sur les écosystèmes. Les différentes stratégies de réponses ici présentées rentrent dans le cadre d'une meilleure optimisation des ressources énergétiques et environnementales, entraînant par la même une réduction significative des émissions de GES dans la double perspective d'une stabilisation des sources d'émission et d'un accroissement des capacités de séquestration.

BIBLIOGRAPHIE

- 1)- Bilan 1995 de la campagne nationale de reboisement. Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols, MEPN. Juillet 1996.
- 2)- Document de projet code RAF/93/G32/B/1G/31. Titre: réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest.
- 3)- Etudes de vulnérabilité et d'adaptation aux Changements Climatiques. le cas des pays africains côtiers. présenté par Mme Isabelle Niang-Diop, Maître de conférences département de géologie Université Cheikh Anta Diop, Dakar 28-30 Août 1997.
- 4)- Evolution des effectifs du cheptel sénégalais de 1989 à 1995, 1 page. Direction de l'élevage.
- 5)- Evolution des superficies et production des cultures industrielles et autres. Division des Statistiques agricoles, Direction de l'agriculture.
- 6)- Impact des Changements Climatiques sur la production alimentaire au Sénégal. Synthèse des résultats et perspectives par Madiagne Diagne. ISRA/Agroclimatologie et Télédétection, 8 pages.
- 7)- Inventaire des émissions de Gaz à Effet de Serre au Sénégal- Projet GF/4102-92-33. Mai 1994.
- 8)- Note sur les programmes de mise en oeuvre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques: Direction de l'environnement du MEPN
 - * projet CC-Train: formation
 - * projet RISO: évaluation économique des stratégies
- 9)- Observatoire des combustibles domestiques N°6, Novembre 1996, 12 pages.
- 10)- Pailles de céréales dans le système d'alimentation des ruminants au Sénégal-ISRA, vol 1, N° 1- 1989, 38 pages. Safiétou T; Fall, Hubert Guérin, Cheikh Sall et Ndiaga Mbaye
- 11)- Plan d'orientation pour le développement économique et social 1996-2001 (IXème Plan). République du Sénégal-février 1997, 162 pages.
- 12)- Problèmes environnementaux de la côte du Sénégal. Dossier-Ecodécision, Isabelle Niang-Diop, 4 pages.
- 13)- Programme pour la gestion durable et participative des énergies traditionnelles et de substitution, Banque Mondiale, 141 pages.

- 14)- Sea-level rise and Senegal: potential impacts and consequences. By Karen Clemens Denis, Isabelle Niang-Diop and Robert James Nicholls in Journal of coastal research winter 1995, pages 243-260.
- 15)- Sustainable and participatory energy Management Project. Document of the World Bank. Report N° 16357 SE May 23, 1997.
- 16)- Techniques, politiques et mesures d'atténuation du Changement Climatique par le GIEC, Novembre 1996, 99 pages.