

Renforcer la résilience des systèmes énergétiques et des écosystèmes au Sénégal



Rapport rédigé par :
Secou Sarr

Email :
secou@hotmail.com

Draft Verison

Sommaire

Abréviations.....	3
Conclusions et recommandations initiales	4
Contexte national	6
Introduction	6
Le contexte socio-économique national et les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)	6
Tableau 1 : Les Objectifs du Millénaire pour le Développement seront-ils atteints en 2015 ?.....	8
La contribution de l'énergie à l'écodéveloppement du pays	9
Les éléments caractéristiques du système énergétique sénégalais	9
Le profil de consommation énergétique	10
Les indicateurs d'accès aux services énergétiques.....	11
Tableau 2 : Evolution des taux d'électrification	11
Impacts des pratiques énergétiques sur la vulnérabilité du pays	12
Description de la vulnérabilité anticipée du pays.....	13
Impacts sur l'agriculture	13
Figure 1 : Carte de l'espace agricole du Sénégal (IRD)	13
Impacts sur les ressources naturelles	14
Impacts énergétiques.....	16
Les impacts socio-économiques	17
Identification des points forts renforçant la résilience et l'adaptation	18
Mesures pratiques pour maximiser la résilience et préserver le niveau de vie	20
Secteur agricole	20
Annexe 1 : Indicateurs de développement clé	21

Abréviations

CNUED	Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement
DRSP	Document stratégique de réduction de la pauvreté
GES	Gaz à Effet de Serre
MCA	Millénium Challenge Account
O.N.U.	Organisation des Nations Unies
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMVG	Organisation de mise en valeur du fleuve Gambie
OMVS	Organisation de mise en valeur du fleuve Sénégal
PIB	Produit National Brut
PPTE	Pays Pauvres Très Endettés

Conclusions et recommandations initiales

Le changement et la variabilité climatique menacent les populations des pays en développement tant dans les zones côtières que continentales. En effet, la baisse de la pluviométrie résultant des phénomènes climatiques s'est traduite par des perturbations dans tous les secteurs notamment agricole et énergétique. Les effets induits sont la réduction des rendements agricoles, la migration des populations et plus globalement la pauvreté.

Au plan énergétique, les changements climatiques, en raison de leur impact sur la ressource en eau, sont susceptibles de réduire la productibilité électrique au niveau de la centrale hydroélectrique qui aujourd'hui, produit 2 GWh par jour. Toute réduction de la production se traduirait forcément par un renforcement du déficit énergétique et mettrait le pays en situation continue d'insécurité énergétique.

Par ailleurs, compte tenu de la prépondérance de la biomasse sur les consommations d'énergie, la baisse de la pluviométrie renforce inéluctablement le processus d'appauvrissement des sols par l'érosion et par conséquent accélère la désertification.

Plusieurs pistes méritent d'être explorées pour soutenir la résilience du système énergétique face aux changements et à la variabilité climatiques du point de vue de l'offre et de la demande d'énergie:

Du côté de l'offre :

- le développement des biocarburants, par une politique volontariste de diversification et en mettant en place des mécanismes d'encadrement des paysans et d'incitation à l'investissement, serait susceptible de renforcer à la fois la sécurité alimentaire et la sécurité énergétique. L'association des cultures énergétiques avec les cultures céréalières peut être une mesure optimale d'adaptation. Cela demande une recherche de consensus sur les types de cultures adéquates.
- Cette diversification pour un bouquet énergétique optimal fait également appel à la valorisation des potentialités solaires et éoliennes et plus globalement des énergies renouvelables pour la production de services énergétiques. Dans ce cadre, l'Etat devra mettre des incitations d'investissements notamment une tarification spécifique du KWh produit par une source d'énergie pérenne. Le développement des énergies renouvelables constitue une voie alternative de sécurisation de l'approvisionnement énergétique et donc d'accroissement de la résilience du système énergétique dans son ensemble. Ces énergies sont également susceptibles de minimiser le risque lié à la dépendance du pays aux produits pétroliers dont les prix sont soumis à des mutations perpétuelles.
- Le potentiel hydroélectrique exploitable par la coopération sous-régionale requiert une gestion concertée et partagée des ressources

transfrontalières. L'OMVS, en lançant la production d'électricité à partir du barrage de Manantali sur le fleuve Sénégal, a beaucoup contribué à l'amélioration de la qualité du service électrique. En 2005, la production électrique reçue de ce site par le Sénégal est de 267 GWh, représentant 33 % de la production totale. La centrale de Manantali dispose d'une capacité de 200 MW dont la production globale est répartie entre le Mali, 52 % ; le Sénégal, 33 % et la Mauritanie, 15 % . Cette capacité sera doublée à l'horizon 2011 – 2012 par la mise en service des centrales hydroélectriques de Félou (60 MW) et de Gouina (140 MW).

Du côté de la demande : Au Sénégal, le secteur résidentiel consomme plus de 75% de l'énergie distribuée en basse tension. Une politique d'efficacité énergétique serait susceptible de soutenir la résilience du système énergétique. Il en est de même de l'amélioration de la gestion des pertes techniques en optimisant le réseau de distribution énergétique et en atténuant les pertes techniques de plus du cinquième de l'énergie du réseau.

D'une approche mixte offre-demande : il est nécessaire de renforcer les programmes de gestion pérenne des ressources naturelles qui associent à la fois l'aménagement forestier et la diffusion des technologies de production et de consommation rationnelle d'énergie (foyers de carbonisation et foyers à cuisson améliorée).

Comme on a pu le montrer encore une fois, l'énergie s'articule avec les secteurs moteurs du développement pour lesquels elle est un outil primordial. Vouloir lutter contre la pauvreté à travers des mesures d'adaptation, notamment dans le secteur agricole et de l'eau, sans la dimension énergétique c'est s'inscrire dans un processus de mal adaptation. L'irrigation, le pompage de l'eau, la gestion pérenne des forêts, bref les éléments clés des stratégies d'adaptation pour des secteurs comme l'agriculture ont un besoin crucial de services énergétiques. Par exemple, dans la vallée du fleuve Sénégal et dans l'Anambé où se développent la riziculture, la contrainte majeure est l'accessibilité à l'eau des périmètres.

D'où, aujourd'hui, la nécessité de renforcer la prise en compte de la dimension énergétique dans les stratégies d'adaptation pour mieux lutter contre les effets des changements ou de la variabilité climatiques.

Contexte national

Introduction

Les deux dernières décennies ont été beaucoup marquées par une plus grande attention aux préoccupations environnementales dans les questions de développement. Certains, notamment les pays industrialisés, s'intéressent à la qualité du développement et d'autres, les pays pauvres, aux fondations de leur développement. Ainsi, le monde entier, sous l'impulsion donnée par la CNUED, semble adhérer à cette recherche de voies alternatives de développement présentant un minimum d'impacts négatifs sur l'environnement. La Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement (CNUED) qui s'est tenue en 1992 à Rio de Janeiro, au Brésil a vu naître différentes conventions dont celles sur la lutte contre la désertification, sur la Biodiversité et sur les Changements Climatiques.

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. Deux ans plus tard, en Mai 1994, le Sénégal en fait la ratification.

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 dangereuse 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 ».

Dès lors, la Convention exige un effort global pour lutter efficacement contre les répercussions possibles des Changements Climatiques tant à l'échelle locale, que nationale et globale.

Les questions énergétiques sont au cœur de ces préoccupations du fait des effets pervers sur l'environnement dus aux modes de production et de consommation d'énergie. D'ailleurs, beaucoup de mesures sont prises dans le secteur pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau des pays développés soumis à des engagements de réduction. Peut-il en être autrement pour les pays pauvres au titre de l'adaptation ?

Le contexte socio-économique national et les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)

Le Sénégal s'étend sur une superficie de 196.722 km². Sa population est estimée, en 2005, à 10, 848 millions d'habitants et croît au taux annuel de 2,4 %. Pays plat, le relief le plus élevé ne dépasse guère 130 mètres

d'altitude, à l'exception, des montagnes du Fouta Djallon, dans la partie du Sud-Est. Trois fleuves parcourent le pays : le fleuve Sénégal (long de 1700 km), le fleuve Gambie (750 km) et le fleuve Casamance (300 km). Le fleuve Sénégal possède le seul barrage hydroélectrique

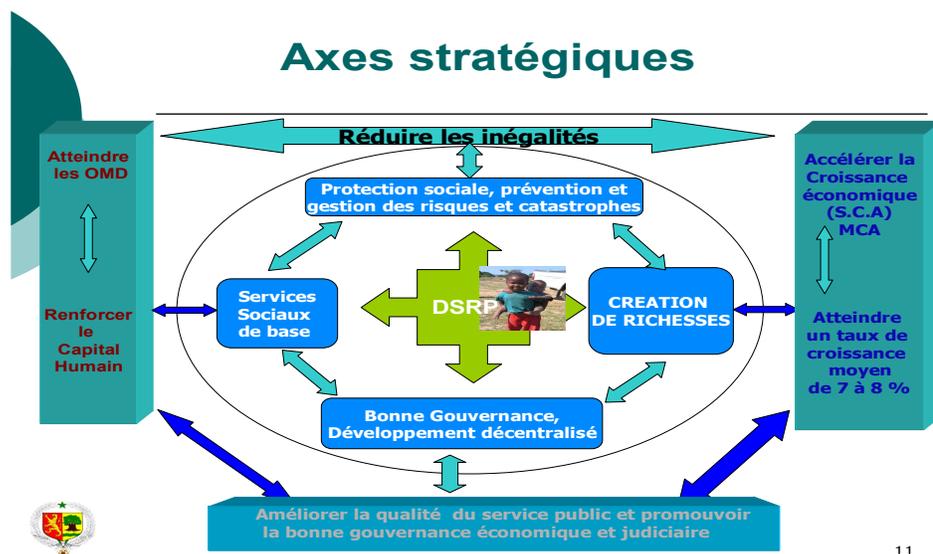
Le pays connaît une saison sèche, qui va du mois de novembre à juin, et une saison des pluies, qui couvre la période de juillet à octobre.

Le Sénégal appartient à la catégorie des Pays les Moins Avancés et se classe, selon le Rapport Mondial sur le Développement Humain de 2005, au 157ème rang sur 177 pays avec un IDH de 0,458. Son revenu national brut par tête, en termes constants, était de 425 390 F.cfa (US\$858) en 2005.

La croissance réelle du PIB, en 2005, est estimée à 6,1 % dans un contexte de maîtrise de l'inflation à 1,7 %, d'un déficit du compte courant de la balance des paiements de 6,8 % du PIB et d'un taux d'investissement de 21,1 %. Cette évolution confirme des tendances observées depuis 2000.

Cette évolution favorable des indicateurs macroéconomiques et budgétaires et les progrès obtenus dans la lutte contre la pauvreté justifient l'atteinte du point d'achèvement de l'initiative PPT renforcée en avril 2004, le passage du Sénégal au Club de Paris, l'éligibilité du Sénégal au Millénium Challenge Account (MCA) et tout récemment, en 2005, l'admission du Sénégal à l'initiative du G8 d'annulation de la dette.

Malgré ces avancées, la croissance du PIB reste en-deçà de l'objectif de croissance de 8 % fixé dans le DRSP I (2003-2005) susceptible de garantir une réduction significative de la pauvreté. Ce Document stratégique de lutte contre la pauvreté dont la seconde version est validée en 2006 situe la dimension énergétique comme étant un outil moteur au service des axes stratégiques de lutte contre la pauvreté.



Car, au delà du fait que le secteur de l'énergie constitue, lui-même, un secteur créateur de richesse, il présente de forts liens intersectoriels avec les divers secteurs socio-économiques (agriculture, santé et éducation, PME/PMI, etc.). Il constitue ainsi une importante dimension du développement, en tant que nécessité domestique, et un facteur de production qui affecte directement la compétitivité des produits, le temps de travail (budget-temps) et la santé des femmes. Ce caractère transversal du secteur énergétique en fait un instrument important de lutte contre la pauvreté.

Le DRSP constitue un cadre opérationnel de court terme et s'inscrit dans la mise en œuvre des OMD qui constitue un cadre mondial de référence adopté en 2000. Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) contiennent huit (8) objectifs déclinés en dix huit cibles (18) et quarante huit (48) indicateurs consensuels permettant de mesurer les progrès accomplis par les différents pays.

Le troisième rapport de suivi élaboré en 2006 a évalué les performances de tous les secteurs et trace les perspectives d'atteintes des OMD selon le tableau suivant :

Tableau 1 : Les Objectifs du Millénaire pour le Développement seront-ils atteints en 2015 ?

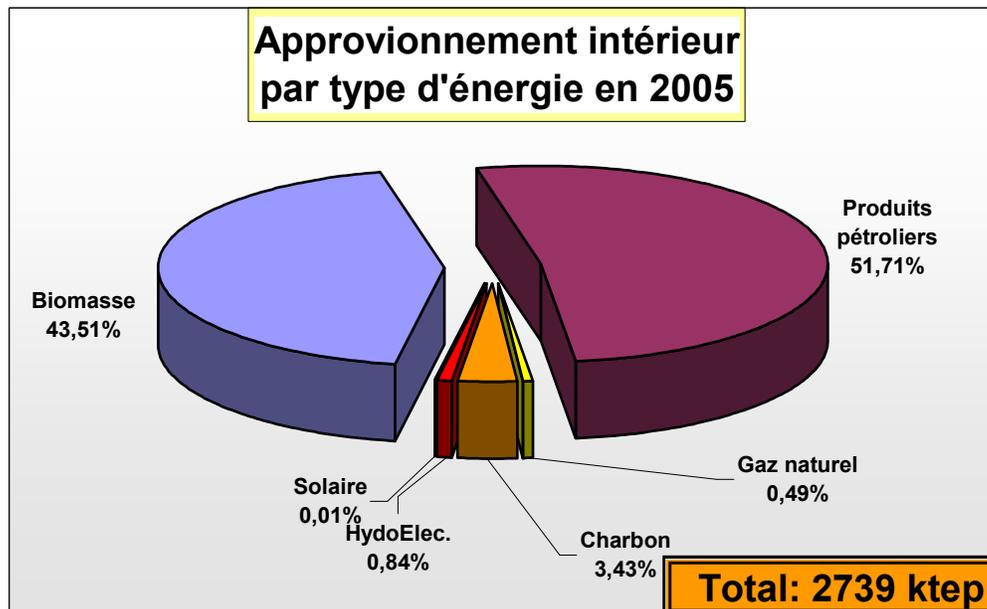
Objectifs	Progrès (Oui/Non)	Probabilité d'atteinte ? (Forte/ Moyenne/Faible)
1 - Eliminer l'extrême Pauvreté et la faim	oui	Moyenne
2 - Assurer l'éducation primaire pour tous	oui	Forte
3 - Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes	oui	Moyenne
4 - Réduire la mortalité des enfants de moins de 5 ans.	oui	Forte
5 - Améliorer la santé maternelle	oui	Faible
6 - Combattre le VIH/SIDA, le paludisme et d'autres maladies.	oui	Forte
7 - Assurer un environnement viable	oui	Moyenne
8 - Créer un partenariat mondial pour le développement	oui	Faible

La contribution de l'énergie à l'écodéveloppement du pays

Le Sénégal est soumis à de multiples exigences – création de richesse, promotion des services sociaux de base, prévention sociale et gestion des risques et catastrophes et amélioration de la gouvernance - qui constituent autant d'axes du document stratégique de lutte contre la pauvreté (DRSP II). Vouloir répondre à ces exigences requiert une amélioration de l'accès aux services énergétiques car l'énergie est nécessaire à toute activité humaine et indispensable à la satisfaction des besoins sociaux de base (eau, nourriture, santé, éducation, etc.), mais également pour assurer le développement économique (S. Sarr, 2005). Or le système énergétique est demeuré encore faible pour répondre au besoin du développement, malgré les efforts engagés au cours des dernières années. En effet, la consommation finale d'énergie par tête est de 0,19 Tep en 2005, soit très en-dessous de la moyenne africaine (0,5 Tep/hbt) et de la moyenne mondiale (1,14 Tep /Hbt) (SIE, 2006).

Les éléments caractéristiques du système énergétique sénégalais

Le système énergétique est composé de trois grands ensembles autour desquels la politique énergétique du pays est bâtie : la biomasse, les produits pétroliers et les énergies renouvelables.



Sources : SIE Sénégal, 2006

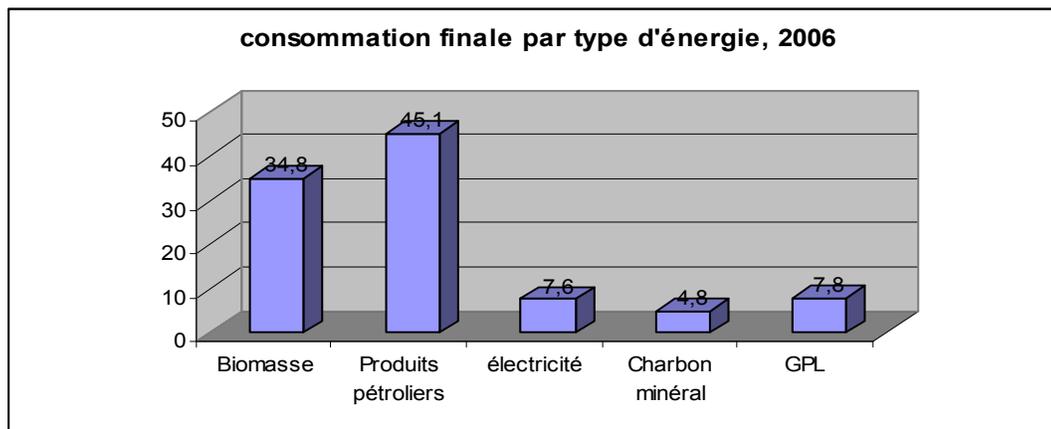
Le système énergétique se caractérise par une triple dépendance pour son approvisionnement énergétique :

1. Une dépendance des combustibles ligneux pour la satisfaction des besoins du secteur résidentiel principalement. La biomasse représente 43,5 % de l'approvisionnement en énergie primaire du pays en 2005, soit 2 819 kt de bois.
2. Une dépendance de l'étranger pour l'approvisionnement en hydrocarbures avec des conséquences économiques, comme le déséquilibre de la balance des paiements, et donc une vulnérabilité économique et sociale.
3. Une quasi dépendance du thermique pour la production d'électricité. La production d'électricité est pour 90% d'origine thermique et seulement 10% d'origine hydroélectrique. Les capacités totales de production électrique au Sénégal sont de 565 MW réparties entre la SENELEC (369 MW), Manantali (66 MW, hydroélectrique), GTI (50 MW) et le reste provenant d'autoproducteurs.

L'exploitation du solaire photovoltaïque (PV) a connu des avancées significatives (plus de 2,5 MW), mais demeure encore marginale.

Le profil de consommation énergétique

La consommation finale d'énergie au Sénégal est de 1972 Ktep en 2005, soit 0,19 Tep par habitant. Elle reste dominée par les hydrocarbures et la biomasse comme indiquée dans le graphique suivant.



Le secteur des ménages prédomine dans la structure de consommation finale d'énergie avec 48,8 %. Cette tendance risque de se maintenir tant que le pays restera avec une agriculture peu mécanisée, une industrie faible, et des modes de production et de consommation de produits ligneux peu efficaces (faible rendement des meules de carbonisation et des foyers).

Le secteur des transports quant à lui requiert 36,9% des consommations finales d'énergie.

Les indicateurs d'accès aux services énergétiques

L'accès à l'électricité

Le taux d'électrification nationale a connu une progression significative passant de 31 % en 2000 à 42 % en 2005. Cependant, la disparité reste toujours marquée entre le milieu rural avec un taux de 14,2 % et le milieu urbain, 74 %. Les grands programmes solaires menés ces dernières années ont beaucoup dopé le taux d'électrification. Le solaire photovoltaïque contribue 3,2 points au taux d'électrification rurale de l'année 2005.

Tableau 2 : Evolution des taux d'électrification

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Taux d'électrification rurale, %	8,6	9,8	11,1	12	13	14,2
Taux d'électrification urbaine, %	58	60,1	62,9	65,1	70,6	74,1
Taux d'électrification nationale, %	31	33	35	36	39	42

Sources : SIE, 2006

La consommation d'électricité per capita est passée de 114 kWh en 1997 à 145,6 kWh en 2004. Cette consommation demeurera toujours faible tant que le Sénégal restera avec un système agricole peu mécanisé, une industrie faible, une consommation d'électricité dominée par l'éclairage chez les ménages.

L'accès au GPL

De 3000 tonnes en 1974 date de lancement de la campagne de « butanisation » au Sénégal, la consommation est passée à 13 221 tonnes en 1985, puis à 56 170 tonnes en 1995 et enfin à plus de 134 536 tonnes en 2005 ; soit une augmentation moyenne annuelle de 10 à 12 %. Le GPL représente 6,5 % du bilan énergétique 2004 et 14,7 % des consommations finales d'énergie des ménages. La consommation par tête est de 12,5 Kg par an.

L'accès à la biomasse

La consommation finale de bois est de 1111 554 t et de charbon de bois de 311582 t. La consommation annuelle per capita des combustibles ligneux est de 102, 5 kg et 28,7 kg.

Taux d'indépendance énergétique

En 2005, ce taux d'indépendance énergétique¹ est de 45 %, toutes formes d'énergie confondues et de 1,78 % pour les énergies modernes.

¹ Ce taux représente le rapport entre la production nationale d'énergie primaire (pétrole, gaz naturel, hydraulique, solaire, biomasse,...) et les disponibilités totales en énergie primaire pour une année donnée.

Emissions de CO2

Les émissions nettes sont égales à 3321 Gg ECO2 (Communication Nationale 1).

Impacts des pratiques énergétiques sur la vulnérabilité du pays

La dépendance du système énergétique aux combustibles ligneux et de l'extérieur pour son approvisionnement en produits pétroliers a des conséquences économiques et environnementales connues.

La vulnérabilité environnementales due aux pratiques énergétiques

La forte dépendance du système énergétique de la biomasse menace l'équilibre des écosystèmes dont les conséquences sont aujourd'hui évidentes : processus de désertification, perte de fertilité des sols, appauvrissement de la biodiversité, baisse des rendements agricoles. En effet, les consommations de bois (1 111 554 t) et de charbon de bois (311 582 t) correspondent respectivement à une dégradation des formations forestières de l'ordre de 26 677 ha et 40 990 ha soit 67 677 ha en 2005. Les rendements des technologies de production de charbon et de consommation finale de bois et charbon (foyers) demeurent encore faibles.

Au même moment, les consommations de gaz butane (136 330 t) ont permis de préserver environ 55 214 ha de formations forestières.

La vulnérabilité économique due aux pratiques énergétiques

L'importation des produits pétroliers grève le budget de l'Etat. En 2005, elle représente plus de 43 % du revenu des exportations du pays renforçant ainsi le déficit de la balance des paiements. En valeur, la facture pétrolière du Sénégal est passée de 185 milliards FCFA en 2000 à 327 milliards FCFA en 2005. Une forte augmentation due en partie à la flambée du prix du baril de pétrole. L'augmentation du prix du baril dans le marché extérieur et l'absence de mécanisme de stabilisation se traduisent par une augmentation des prix des combustibles fossiles et affecte négativement la compétitivité des entreprises. A cela s'ajoute la détérioration de la qualité du service électrique due aux difficultés d'approvisionnement en fuel de la SENELEC. Ainsi, la récente crise pétrolière démontre encore une fois la vulnérabilité de l'économie sénégalaise et la nécessité de trouver une autre trajectoire énergétique basée sur les ressources nationales.

En définitive, les pratiques énergétiques sont en grande partie à l'origine de la vulnérabilité économique, sociale et environnementale des populations notamment celles vivant dans les zones rurales. A cela s'ajoute la vulnérabilité au changement climatique qui affecte non seulement les moyens d'existence par l'agriculture, mais également les ressources énergétiques.

Description de la vulnérabilité anticipée du pays

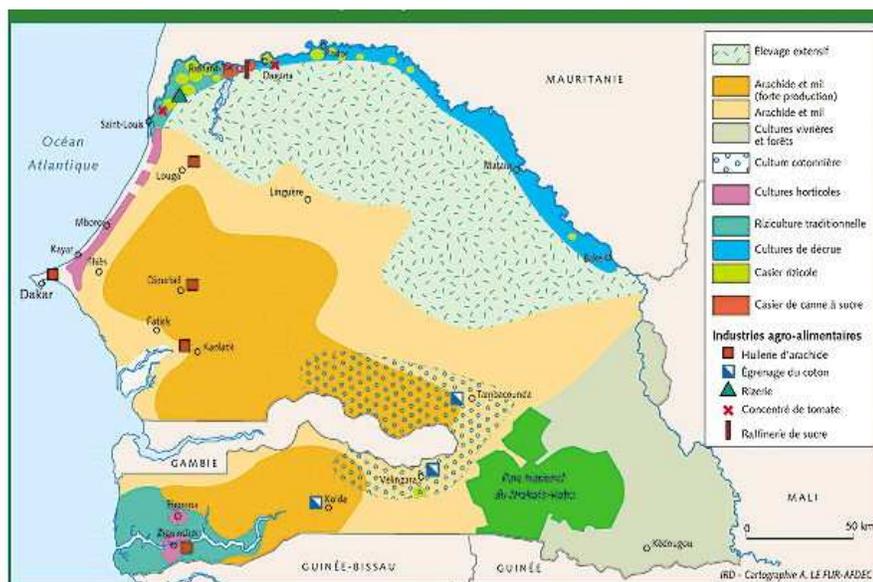
Le dernier rapport du Secrétariat de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) sur l'impact du changement climatique en Afrique et sur la vulnérabilité et l'adaptation du continent face à ces changements estime que 30% des infrastructures côtières d'Afrique, y compris les aménagements humains le long du Golfe de Guinée et des côtes sénégalaises, gambiennes et égyptiennes, risquent d'être submergées. De 25 % à plus de 40 % des habitats d'espèces en Afrique pourraient disparaître d'ici 2085. Le rendement des cultures céréalières baissera de 5% au plus d'ici les années 2080 et les cultures de base, comme le sorgho au Soudan, en Ethiopie, en Erythrée et en Zambie, le maïs au Ghana, le millet au Soudan ou l'arachide en Gambie, se détérioreront également en raison du changement climatique (www.notre-planete.info/actualites/).

Au Sénégal, à l'instar des autres pays en développement, les changements climatiques ont une forte incidence sur les systèmes écologiques et humains du pays et affectent dès lors les conditions d'existence des populations. Plusieurs études menées au Sénégal ont démontré la sensibilité des domaines agricoles, aquatiques et autres ressources naturelles aux changements ou à la variabilité climatiques.

Impacts sur l'agriculture

Il est établi que la vulnérabilité agricole est due surtout à sa dépendance du régimes des pluies qui se raréfient au cours du temps et dont la variabilité interannuelle est difficilement prévisible. La combinaison de la baisse de la pluviométrie et de l'avancée du phénomène de désertification, ont affecté le couvert végétal de 2/3 au nord du Sénégal, ainsi que les productions agricoles (arachide, mil, maïs, sorgho, riz, etc).

Figure 1 : Carte de l'espace agricole du Sénégal (IRD)



L'absence ou la raréfaction de la couverture végétale rend les sols vulnérables aux effets érosifs du vent et de l'eau et ce, en dépit du fait que sur le plan agricole, le Sénégal dispose de 3,8 millions d'hectares, soit 385 ha pour 1000 habitants, pour une moyenne mondiale de 73 ha et africaine de 86 ha pour 1000 habitants. La répartition de la superficie agricole utile par zone climatique indique que 437 000 ha, soit 11 % de cette superficie, se trouvent dans une zone à pluviométrie inférieure à 500 mm. Dans une étude sur le nord ouest du Sénégal, Gonzalez (1997, 2001) a trouvé que la sécheresse a favorisé l'extension des espèces de plantes sahéliennes à partir du nord, tandis que les espèces soudaniennes et guinéennes se rétractent vers le sud.

Les changements de précipitations se caractérisent par une distribution méridienne des diminutions relatives de la pluviométrie. En effet, le déplacement des isohyètes a provoqué une diminution des pluies hivernales dont dépend l'agriculture, principale source de l'économie nationale et mais quasi exclusivement source de revenu du monde rural. Cette situation a créé et continue de renforcer le phénomène de migration. Le Sud s'asséchera plus que le Nord, quelle que soit la sensibilité. Cette réduction des précipitations est plus sensible au Sud-Ouest (-17 % avec la sensibilité 2.5° C), tandis qu'elle est moins perceptible au Nord-Ouest (Malou R. 2002; Malou R. 2004).

Impacts sur les ressources naturelles

Erosion côtière

Les principaux problèmes environnementaux que connaissent les côtes sénégalaises sont liés plus ou moins directement à des paramètres climatiques, les plus importants étant : les inondations, l'érosion côtière, la salinisation des eaux et des sols, la dégradation des mangroves et les variations des ressources halieutiques (Niang-Diop, 1994).

Sa position de Finistère ouest africain confère au Sénégal une frange littorale de 700 km de long. Les régions côtières constituent l'une des principales potentialités du Sénégal dont les enjeux se perçoivent à travers l'importance des effectifs humains (plus de 75 % des populations vivent à moins de 60 km du rivage) et de la dynamique économique.

Sur l'ensemble des côtes sénégalaises et pour une élévation du niveau marin de 1 m d'ici à 2100, Dennis et al. (1995) prévoient qu'entre 55 et 86 km² de plages disparaîtraient suite à une recrudescence des phénomènes d'érosion côtière.

Pour la période, des taux de recul beaucoup plus importants ont été enregistrés dans des situations exceptionnelles telles que l'ouverture de la brèche du Lagoba dans la flèche de Sangomar (Taux de 100 à 150 m par an ; Diara, 1999).

L'érosion côtière est accentuée dans l'estuaire du Saloum, résultat de la platitude du relief, avec plus de 3000 km² de plages perdues.

La salinisation des aquifères côtiers

L'élévation du niveau marin pourrait provoquer une contamination des aquifères par l'eau de mer. Ce processus déjà avancé au Sénégal est amplifié par la baisse des nappes phréatiques du Saloum et de la Casamance (Malou, 1989) et de 5 à 10 m dans la nappe du littoral nord. Au niveau de la nappe des sables infrabasaltiques, il est établi qu'entre 1947 et 1987, le biseau salé avait progressé à un rythme moyen de 35 m par an, ce qui a conduit à l'abandon de plusieurs forages (Gaye et al., 1989).

Invasion saline dans les sols

Elle est particulièrement visible dans les estuaires (Marius et al., 1986) et se manifeste par la présence de sols sulfatés acides, du fait d'un déficit pluviométrique persistant depuis les années 1970. La salinisation des sols a atteint 30 000 ha dans le delta du Sénégal, 90 000 ha dans l'estuaire du Saloum et 400 000 ha dans le bassin de la Casamance (Sadio, 1991).

L'acidification touche les sols du domaine fluvio-marin de la vallée du fleuve Sénégal, de la Casamance, du Sine Saloum et se manifeste aussi dans les Niayes.

Les ressources en eau

Le secteur des ressources en eau est parmi les secteurs les plus sensibles aux mutations du climat et ceci malgré le potentiel de ressources hydriques relativement important, de l'ordre de 35 milliards de m³/an, dont dispose le pays.

Les recherches prévoient une baisse de la couverture nuageuse de 5 à 10 % et, corrélativement, une baisse de la pluviométrie de 5 à 25 % (Gaye C. B. 1986; Malou R., Dacosta H. et al. 1999).

La tendance à la baisse des niveaux phréatiques, au cours des trente années de sécheresse (1968/1998), est assez forte avec un facteur temporel de 5.10^{-4} à 10^{-3} pour la nappe du littoral nord sénégalais. Pour les estimations de l'évolution des niveaux phréatiques, à l'horizon 2100, trois scénarios ont ainsi été envisagés (PANA,) :

- Le premier scénario est un scénario moyen simulant la persistance de la situation climatique actuelle (situation de base actuelle, SBA,).
- Le deuxième scénario, de haute sensibilité climatique, envisage un doublement du déficit pluviométrique actuel (scénario pessimiste, SCP,).
- Le troisième est un scénario optimiste (SCO) simulant une sensibilité climatique basse (retour aux conditions pluviométriques d'avant les années 1970 et correspondant à la phase 3 de la situation de base pluviométrique).

Ces projections indiquent qu'à l'horizon 2100, où les changements climatiques probables sont présumés être perceptibles d'après le GIEC, une baisse considérable des niveaux phréatiques allant de 5 m (pour une

sensibilité moyenne du climat, scénario de base) à 10 m (pour une sensibilité haute, scénario pessimiste de doublement du déficit pluviométrique actuel).

Une similitude est observée entre l'évolution des précipitations et celle des modules annuels des écoulements de surface. Sur cette base, les tendances porteront préjudice aux débits des fleuves (Sénégal, Gambie) pour lesquels le Sénégal, à travers la coopération régionale dans le cadre de l'OMVS, l'OMVG, porte d'énormes espoirs de développement en termes :

- d'irrigation pour assurer la maîtrise de l'eau afin d'arriver à la sécurité alimentaire ;
- de production d'énergie (hydroélectricité) pour assurer la sécurité énergétique.

Impacts énergétiques

Au plan énergétique, les impacts des changements ou variabilité climatiques peuvent être analysés par rapport à la disponibilité et à l'accessibilité des ressources en eau et en biomasse.

Le potentiel hydroélectrique : Le potentiel hydroélectrique des deux grands fleuves, Sénégal et Gambie, est de 1.000 MW. La principale cause de la vulnérabilité énergétique relative aux ressources hydroélectriques provient de la baisse de la pluviométrie. Les recherches menées au Sénégal, sur la base de scénarios d'émission de GES, prédisent un réchauffement de l'ordre de 2 à 4 °C, une baisse de la couverture nuageuse de 5 à 10 % et, corrélativement, une baisse de la pluviométrie de 5 à 25 % (Gaye C. B. 1986; Malou R., Dacosta H. et al. 1999).

La chute du débit des fleuves, pour le cas du fleuve Sénégal de 650 à 250 m³ par an a des conséquences sur la capacité de production hydroélectrique. La planification des ouvrages devra être sensible à ces tendances.

Le potentiel biomasse : La désertification est intimement liée aux changements climatiques. Or la régression des formations forestières naturelles est due au phénomène de désertification, aux défrichements agricoles et à la production de combustibles ligneux.

On estime que la superficie des formations ligneuses représentait 11,5 millions d'ha en 1995 (contre 11,9 millions d'ha en 1990 et 12,7 millions d'ha en 1981). Mais si environ 60 % de la superficie du pays appartient à l'espace forestier, l'ensemble « forêts denses/claires et savanes boisées/arborées » couvre 38 %, le reste étant classé dans la catégorie des « autres terres boisées » (savanes et steppes arbustives), avec un faible potentiel ligneux par ha. Le volume de bois sur pied atteignait 331,3 millions de m³ dont 50 % sont situés dans la région de

Tambacounda et 40 % dans celles de Kolda et Ziguinchor. La productivité serait de l'ordre 8,6 millions de m³/an (SY, 2005).

Les impacts socio-économiques

La vulnérabilité des secteurs tels l'agriculture, des côtes sénégalaises devrait entraîner des conséquences néfastes dont :

- la désertification, la baisse des nappes phréatiques et la dégradation des sols sont autant de facteurs qui poussent les populations à l'exode rural et influencent le phénomène d'émigration.
- le renforcement de la précarité par la réduction des rendements agricoles résultant de la baisse de la pluviométrie. Les conséquences sont connues, dont la baisse du pouvoir d'achat, la perte d'emplois, la faible création de valeur ajoutée etc.
- l'érosion et l'inondation des terres résultant des changements climatiques entraîneront aux horizons 2050 et 2100 d'importants sinistres. Ces sinistres s'apprécient aux plans des populations à risque, des habitats, des infrastructures routières, des équipements industriels et des productions agricoles menacés.

Pour le Sénégal, il a ainsi été estimé qu'il faudrait protéger 1350 km de côtes à un coût total de protection de 1596 millions de dollars US. Sur cette base, le Sénégal a été classé au 45ème rang des pays vulnérables à une accélération de l'élévation du niveau marin, sur les 181 pays examinés (Misdorp et al, 1990). Dans la deuxième étude qui a considéré un niveau maximum d'inondation de 6 m, on a estimé la superficie de la zone à risque à 7450 km² dans laquelle se trouverait environ 3,7 millions d'habitants à l'horizon 2020 (Hoozemans et al, 1993). Ces résultats classaient le Sénégal comme le 8ème pays le plus vulnérable à l'échelle mondiale. Les coûts de protection ont été réévalués à 3623 millions de \$ US, soit un coût annuel de 1,72% du Produit National Brut. Enfin, cette étude a estimé la superficie des écosystèmes côtiers à risque : 20 600 ha de marais salés, 104 100 ha de zones intertidales et 364 300 ha de mangroves.

Identification des points forts renforçant la résilience et l'adaptation

Les points forts qui existent dans le pays et susceptibles d'améliorer la résilience et de soutenir les mesures d'adaptation sont ci-dessous listés selon certains secteurs moteurs.

L'Agriculture

Afin de renforcer de la résilience du secteur agricole, plusieurs atouts méritent d'être valorisés :

- Le Sénégal dispose de ressources en sols non négligeables qui s'élèvent à 3,8 millions d'hectares, soit 385 ha pour 1000 habitants ; supérieur à la moyenne africaine de 86 ha et mondiale de 73 ha pour 1000 habitants.
- La recherche agronomique menée par l'ISRA introduit progressivement des tentatives adaptées à la réduction de la pluviométrie et à la durée des précipitations.
- La volonté politique d'introduire d'autres tentatives de substitution de l'arachide ou des céréales locales.
- La diversité et l'implication des organisations communautaires de base et du mouvement paysan dans le développement agricole est susceptible d'accompagner et d'aider les agriculteurs dans le processus d'adaptation aux changements climatiques.
- Les importantes ressources hydriques présentes sur la majeure partie du territoire (nappe de surface, nappe phréatique et le maestrichien) sont mobilisables à des fins d'irrigation. C'est ainsi que la vallée du fleuve Sénégal avec un potentiel irrigable de 240 000 ha revêt une importance primordiale, de même que les bassins de la Gambie et de la Casamance.
- L'expérience en matière de retenue d'eau (bassin de rétention).
- Le processus de décentralisation transférant des pouvoirs au niveau local notamment la gestion des ressources naturelles.
- La libéralisation des prix, des marchés et du commerce des produits agricoles. Le Gouvernement a réduit, bien que lentement, sa forte présence dans le secteur agricole, ainsi que celle des monopoles privés qui entraînaient des distorsions sur les prix, la distribution des intrants, la transformation, la commercialisation des produits agricoles et l'importation des intrants agricoles et des produits agro-alimentaires.
- La maîtrise progressive des mécanismes de collecte et d'économie d'eau.

- La réceptivité des paysans à l'introduction de technologies agricoles éprouvées.

Atouts du secteur énergétique

Les atouts de la résilience du secteur énergétique peuvent être analysés d'un point de vue de la disponibilité des ressources.

Coopération régionale dans l'exploitation des ressources en eau transfrontalières.

Le fleuve Sénégal sera valorisé dans le cadre de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) regroupant Sénégal, Mali, Mauritanie et République de Guinée.

La centrale hydroélectrique de Manantali sur le fleuve Sénégal a une puissance active installée de 200 MW. Les perspectives, en terme d'équilibre offre-demande en énergie électrique sont rassurantes pour l'OMVS, à l'horizon 2011-2012, avec le doublement de la production de l'OMVS par la mise en service prévue des centrales hydroélectriques de Félou (60 MW) et Gouina (140 MW). Au-delà, l'OMVS devra envisager la mise en valeur d'autres sites, notamment Gourbassi (25 MW), Koukoutamba (280 MW), Bouraya (240 MW), Badoumbé et autres. A terme, c'est plus de 2 000 MW de puissance installée en hydroélectricité qui serviront à la satisfaction de la demande électrique de l'OMVS.

Le potentiel solaire et éolien

Le potentiel solaire est considérable au Sénégal, avec une insolation moyenne journalière d'environ 6 kWh/m² et une durée d'ensoleillement de 3000 heures par an. L'énergie solaire peut ainsi répondre à de nombreux besoins, de façon concurrentielle avec les énergies classiques, notamment en zone rurale, pour la production d'électricité, l'exhaure de l'eau, la production de froid, le chauffage de l'eau ou encore le séchage des produits de la pêche et de l'agriculture. .

Le gisement éolien apparaît assez favorable, notamment sur la frange côtière (bande d'environ 50 km de large entre la route nationale et la côte atlantique ouest) où les vitesses de vent sont comprises entre 2 et 5 m/s. II permet d'envisager l'utilisation d'éoliennes de pompage multi-pales, mais reste cependant nettement insuffisant pour la production d'électricité par aérogénérateurs dans des conditions économiques acceptables. Des campagnes de mesures récentes (2004 et 2005) réalisées aux environs de Saint-Louis (Gandiolois, Ndiadoune, etc.) à des hauteurs variant entre 20 et 40 m ont révélé un potentiel intéressant pour la production d'électricité par des parcs d'aérogénérateurs. Les premiers résultats donnent des vitesses moyennes pouvant atteindre 5.0 m/s à partir entre 40 m et 20 m avec des rafales qui dépassent 10m/s.

Les déchets agro-industriels valorisables au plan énergétique constituent également une autre opportunité.

Mesures pratiques pour maximiser la résilience et préserver le niveau de vie

Secteur agricole

Toutes les analyses de la vulnérabilité–adaptation s'accordent à proposer l'intensification de l'agriculture, la diversification et la sélection de cultures nouvelles, la maîtrise de l'eau pour sécuriser son approvisionnement pour les besoins d'irrigation et les consommations domestiques et du bétail, l'amélioration des techniques et technologies de production agricoles, etc. Ces actions requièrent dans bien des cas des services énergétiques.

Au plan énergétique, les pré-conditions pour des investissements résilients viables à long terme sont :

- L'élaboration et la mise en œuvre d'un programme global d'accès aux services énergétiques pour répondre à la fois aux besoins des secteurs de création de richesse et d'emplois (agriculture, PME, etc.), mais également à ceux des services sociaux de base (éducation, santé, approvisionnement en eau).
- L'amélioration de la planification du développement local en intégrant davantage la dimension énergétique ;
- La prise en compte de la dimension énergétique dans la planification sectorielle nationale ;
- Le ciblage des pauvres par la politique de subvention du gaz butane pour accélérer la transition énergétique vers les combustibles domestiques et réduire la pression sur le couvert végétal.

La définition d'une nouvelle trajectoire énergétique basée sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique requiert la levée de certaines barrières non technologiques notamment :

- la mise en place de mécanismes incitatifs d'investissement dans les énergies renouvelables ;
- l'accès au financement pour le développement de l'entrepreneuriat dans le secteur de l'énergie ;
- la détaxation des technologies d'énergie renouvelable ;
- la mise en place d'une tarification incitative à la cession d'électricité verte ;

La mise en place d'un environnement institutionnel traitant de la problématique d'efficacité énergétique.

Annexe 1 : Indicateurs de développement clé

Indicateurs	Valeur	Année
Démographie		
Population (en millions d'habitants)	10,8	2005
Taux de croissance de la population (en %)	2,4	2004
Espérance de vie à la naissance (en années)	54	2004
Espérance de vie à la naissance pour les hommes	50,3	2000
Espérance de vie à la naissance pour les femmes	52,3	2000
Incidence de la pauvreté sur les ménages (en %)	53,9	2002
Incidence de la pauvreté individuelle (en %)	65	2002
Economie		
Taux de croissance du PIB réel	5,6	2004
Stock nominal : Dette extérieure/PIB (en %)	44,4	2004
Santé		
Proportion des enfants de moins de 5 ans souffrant d'insuffisance pondérale (en %)	17,3	2005
Proportion des enfants de moins de 5 ans souffrant de retard de croissance (en %)	16,3	2005
Proportion des enfants souffrant de l'émaciation	7,6	2005
Taux de mortalité infantile (pour 1000 naissances vivantes)	61	2005
Taux de mortalité maternelle (pour 100.000 naissances vivantes)	401	2005
Prévalence du VIH /SIDA chez les adultes (en %)	0,7	2005
Taux de prévalence du paludisme (en %)	40,7	2002
Taux de prévalence de la tuberculose (en %)	2	2003
Proportion d'accouchements assistés par du personnel qualifié (%)	51,9	2005
Taux de mortalité juvénile (pour 1000) (%)	64	2005
Taux de mortalité infento-juvénile (pour 1000)	121	2005
Taux de couverture des enfants complètement vaccinés (%)	58,7	2005
Taux de couverture vaccinale contre le DTC3 (%)	78,8	2005
Taux de couverture vaccinale contre la rougeole (%)	73,5	2005
Taux de couverture vaccinale contre la fièvre jaune	73,1	2005
Education		
Taux Net de Scolarisation (TNS) en %	69,3	2003
Taux Brut de Scolarisation (TBS) en %	75,8	2003
Indice de parité (Filles/ Garçons) à l'école primaire	0,95	2004/05
Taux d'alphabétisation des hommes	50,9	2005
Taux d'alphabétisation des femmes	30,8	2005
Taux Brut de scolarisation des filles (primaire)	80,6	2004/05
Taux But de scolarisation des garçons (primaire)	84,4	2004/05
Taux Net de scolarisation des filles (primaire)	67,3	2004/05
Taux Net de scolarisation des garçons (primaire)	71,3	2004/05
Taux d'accès à l'école primaire à moins de 30mn	87,3	2003
Taux d'accès à l'école primaire en milieu rural à moins de 30mn	80,0	2003

Pauvreté		
Incidence de la pauvreté sur les ménages (en %)	53,9	2002
Population ayant accès à l'eau potable (en %)	70,4	2005
Taux d'accès à l'eau potable à moins de 15 mn (urbain)	87,9	2003
Taux d'accès à l'eau potable à moins de 15 mn (rural)	90,3	2003
Consommation d'eau par jour et par personne (en litre)	28	2003
Taux d'assainissement (2000)	56,1	2003
Rang IDH sur 177 pays	157	2004
Coût unitaire de l'électricité (en F.CFA par Kw; moyenne 1996 à 2000)	107,40	2003
Taux d'électrification rurale	14,1%	2005
Taux d'électrification urbaine	74,1%	2005
Taux d'électrification moyen national	42%	2005