



Systemes énergétiques : Vulnérabilité – Adaptation – Résilience (VAR)

2009

Région étudiée : Afrique sub-saharienne

Sénégal



Rapport rédigé par :
Moussa Diop

Email :
laxone1@gmail.com

Projet financé partiellement par :



**Mission d'Appui à l'Action
internationale
des Organisations non
Gouvernementales**

et

gtz



On behalf of
Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

Sommaire

Le Sénégal, pays le plus à l'Ouest du continent africain, reste sous la menace de la sécheresse au Nord, ainsi que de l'érosion côtière et de la dégradation des ressources naturelles. Nos investigations du système énergétique sénégalais nous ont permis d'identifier des vulnérabilités persistantes au plan environnemental, économique, technique et social. Le système énergétique est marqué par une forte dépendance de la biomasse et des produits pétroliers importés ; à cela s'ajoute l'absence de technologies efficaces et la faible densité du maillage du réseau de distribution. Malgré la Lettre de politique du secteur de l'énergie (LPDSE) qui met l'accent sur une régulation accrue et le recours aux énergies nouvelles et efficaces, on note l'absence d'un cadre réglementaire pour toutes les formes d'énergie disponible et la faiblesse des structures financières d'accompagnement de la politique énergétique.

Ce constat nous a permis de proposer des recommandations techniques, financières, réglementaires et institutionnelles. Ces recommandations sont entre autres : le renforcement des capacités de stockage des produits pétroliers (Gaz, GPL et des hydrocarbures), la réalisation d'infrastructures de réception nécessaires à la baisse des coûts d'approvisionnement et l'adoption de technologies propres. La mise en place d'un système financier comprenant des fonds de proximité et l'incitation au recours au mécanisme de flexibilité pour un développement propre, d'un cadre réglementaire de promotion des énergies alternatives et renouvelables par des mécanismes d'incitation fiscale de régulation des prix d'achat de l'énergie et une meilleure structuration du système d'assurance pourraient apporter plus de résilience au système énergétique actuel. Enfin, pour mettre à profit les disponibilités énergétiques complémentaires sous-régionales, nous recommandons le développement de l'interconnexion des réseaux pour le transport d'énergie électrique et l'exploitation du potentiel hydroélectrique.

Table des matières

Sommaire	2
Table des matières	3
Sigles et acronymes	4
Biographie de l'auteur	5
Description générale du pays	6
Situation géographique et climatique	6
Situation socio-économique	6
Situation politique et administrative	8
Politique énergétique	9
Descriptif de la situation générale du Sénégal	10
Identification des vulnérabilités pertinentes et indicateurs associés	11
Vulnérabilité de l'environnement	11
Vulnérabilité économique	12
Vulnérabilité technique	12
Vulnérabilité sociale	14
Vulnérabilité institutionnelle	14
Mesure du niveau actuel de vulnérabilité	15
Secteur environnemental	15
Secteur économique	16
Secteur technique	17
Secteur social	17
Secteur civique	18
Situation énergétique actuelle	19
Diagnostic énergétique	19
Demande énergétique	19
Consommation énergétique	20
Organisation et politique énergétique	23
Organisation du sous secteur de l'électricité	24
Pourcentage de contribution de chaque système dans le bouquet énergétique global	24
Systèmes énergétiques	25
Système biomasse	25
Produits pétroliers	26
Système électrique	26
Energie solaire	27
Configuration du système énergétique national	28
Indicateurs de vulnérabilité	30
Résilience des systèmes énergétiques	35
Conclusions et recommandations	38
Conclusions de l'étude	38
Recommandations et suggestions de politiques et mesures nationales (P&MN)	39
Bibliographie	41
Annexe 1 : Puissance assignée et puissance installée	42
Annexe 2 : Electrification rurale	43
Annexe 3 : Précipitation et températures en degrés Celsius	45
Annexe 4 : Evolution des incidents entre 2005 et 2008	46
Annexe 5 : Vulnérabilité agricole selon PANA Sénégal , 2006	47

Sigles et acronymes

Sigle	Désignation
ADETEL	Association de Défense de l'Eau, du Téléphone et de l'électricité
ASCOTEN	Association des Consommateurs Sénégalais
ASER	Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
CRSE	Commission de Régulation du Secteur de l'Energie
DE	Direction de L'Energie
DPEE	Direction de la Prévision et des Etudes Economiques
END	Energie non distribuée
GPL	Gaz Pétrole Liquéfié
GTI	Greenwich Turbine Inc
IPP	Indépendant Private Producer
PANA	Plan National d'Adaptation
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNM	Produits minéraux non métalliques
SAR	Société Africaine de Raffinage
SENELEC	Société Nationale d'Electricité
SIE	Système d'Information Energétique
TAG	Turbine à Gaz

Biographie de l'auteur



Expert en Environnement et sur le Mécanisme de développement propre, Moussa Diop est titulaire d'un DEA en Economie, option « Analyse des déterminants de la pauvreté énergétique » à l'Institut Africain de développement économique et de planification (IDEP) et d'un Master en Environnement de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (IDEP).

Formé à EDF dans l'exploitation des centrales électriques, il fit ses premiers pas en Martinique à Belfontaine et fut successivement responsable du traitement des eaux et la chimie des centrales, puis Ingénieur en Environnement à la Société nationale d'électricité (Senelec) ; il participa à la mise en place du code de l'environnement en 2001 et du diagnostic environnemental du secteur de l'énergie du Sénégal.

Membre du Comité National du Changement Climatique (COMNAC); il participe au Plan National d'Adaptation(PANA) et évalue tous les projets MDP ayant trait à l'énergie au Sénégal et à la validation du système d'information énergétique (SIE). Il bénéficie d'une expérience sur le développement viable et les enjeux environnementaux de la politique énergétique, en particulier dans le cadre du programme de maîtrise de l'énergie au Sénégal.

Moussa Diop, BP 19630, Pikine-Dakar Sénégal

Email : laxone1@gmail.com

Tél. cellulaire (+221) 76 693 28 00/77 819 55 55

Description générale du pays

Situation géographique et climatique

Le Sénégal est le pays le plus à l'Ouest du continent africain. Avec une superficie de 196.722 km², le Sénégal dispose d'une façade maritime de 700 km et est entouré par quatre (4) pays : la Mauritanie au Nord, le Mali à l'Est ; la Guinée et la Guinée Bissau au Sud. La Gambie est un territoire à l'intérieur du pays. Le pays est relativement plat, à l'exception de la zone frontalière guinéenne où se présentent les premiers reliefs du massif du Fouta Djallon.

Le climat du Sénégal se caractérise par l'alternance d'une saison sèche allant de novembre à mi-juin et d'une saison des pluies allant de mi-juin à octobre. On enregistre en moyenne 1 500 mm de pluies au Sud du pays réparties sur quatre (4) mois et 400 mm au Nord, concentrée sur un mois et demi. Le régime climatique est cependant erratique, ce qui affecte directement les activités de l'agriculture, de l'élevage et de l'agro-industrie, et donc la capacité à maintenir une croissance économique soutenue. En outre le Sénégal est l'un des pays les plus ensoleillés du monde: plus de 3000 heures d'ensoleillement par an.

Les principales richesses connues et exploitées du sous-sol sont, entre autres, les phosphates et calcaires de la région de Thiès ainsi que le gaz de Diamniadio.

Situation socio-économique

Le Sénégal compte 11.519.226 habitants, dont 51,9% de femmes (ANSD, Démographie du Sénégal, 2007). Environ 40% de cette population habite en ville. Le taux d'accroissement démographique est de 3,1% par an. Les 6 ethnies principales sont les Diolas, les Malinkés, les Peuls, les Sérères, les Soninkés et les Wolofs, mais il en existe plusieurs autres (Kobianas, Manjack, etc.)

La croissance économique réelle du PIB est estimée à 4,8% en 2007, du fait notamment du dynamisme du secteur tertiaire, contre 2,3% en 2006 (DPEE, 2008). L'étude du tableau récapitulatif des indicateurs socio-économiques révèle un taux d'activité de la population de 43% en 2005–2006, avec un taux d'urbanisation de 40,7%.

L'éducation, fondée sur le programme décennal de 2000 et complétée en 2004, a pour objectif de réduire l'inégalité d'accès selon le sexe, la zone d'habitation, rurale, périurbaine ou urbaine. Le programme décennal d'éducation fait de la scolarisation une obligation jusqu'à 16 ans. L'enseignement formel a connu un nouveau maillon qui est la case des tout petits et l'implantation de plusieurs écoles et universités régionales de proximité.

Selon l'OMS, le système de santé du Sénégal occupe la 59ème place pour le niveau de performance global (4ème de la région africaine). Il repose sur une organisation pyramidale à trois niveaux :

- opérationnel comprenant 50 districts sanitaires englobant 55 centres de santé et constituant la référence pour 768 postes de santé qui polarisent 551 maternités rurales et 1384 cases de santé qui sont des structures communautaires. En théorie, les centres de santé correspondent aux hôpitaux de district, mais du fait de l'insuffisance du plateau technique ils ne jouent pas leur rôle de niveau de référence ;
- Le niveau intermédiaire composé de 10 hôpitaux régionaux intégrés dans les régions médicales et 2 hôpitaux départementaux ;
- Le niveau national est constitué de 7 hôpitaux nationaux.

Au niveau national, le paludisme constitue 35% des causes de consultation, les maladies diarrhéiques 5%. Le paludisme a constitué 27% des cas de morbidité en 2005 et cela démontre une insuffisance dans le domaine de l'éducation pour la santé et la maîtrise de l'environnement de l'information sanitaire.

Au plan environnemental, on observe :

- Une forte pression sur les forêts pour la satisfaction des besoins énergétiques, une fragilisation des systèmes ruraux marquée par une perte annuelle de 80 000 ha/an de forêts ; plus de 400 000 ha de sols propices à l'agriculture ont été affectés par des feux de brousse en 2006 ;
- Une fragilisation du littoral du fait de la forte densité d'activité économique et humaine, accentuée par l'érosion côtière et l'ensablement ;
- La gestion de l'environnement urbain est entravée par : le non-respect des zones d'occupation interdites pour l'équilibre de l'écosystème (Niayes ; littoral ; autres bas-fonds), la vétusté du parc automobile, certes ralentie par l'interdiction d'introduction de véhicules touristiques de plus de 5 ans et les rejets industriels hors-normes qui sont la source de nuisances ambiantes.

Pour toutes ces raisons la loi N°2001-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'Environnement, le Décret N°2001-282 du 12 avril 2001 portant application du Code de l'Environnement ainsi que les arrêtés relatifs et l'ensemble des articles sur la pollution atmosphérique, notamment l'arrêté NS05-062, convergent vers un mode de meilleure gestion des aspects atmosphériques des activités industrielles.

Dans le secteur de l'élevage l'effectif du bétail est de l'ordre de 13 904 845 têtes dont 9 461 567 de petits ruminants ; l'élevage représente 3,7% du PIB pour près de 3 millions de bovins. Le taux de croissance des ruminants est en deçà de la croissance démographique, cette trajectoire peut être relevée du fait que 56% des ménages possèdent du bétail.

Le secteur agricole est dominé par les cultures sous pluies et cela reste inquiétant du fait des aléas climatiques et du déficit pluviométrique connu ces dernières années. L'agriculture occupe plus de 50% de la population, sa contribution au PIB est passée de 20% en 1965 à 17,3% en 1979 et à 9% en 2004. Cette faible performance du secteur agricole a poussé le Gouvernement à promouvoir une politique de l'irrigation et de modernisation des cultures. L'agriculture est pratiquée sur un potentiel de ressources en sols qui s'élèvent à 3,8 millions d'hectares, soit 385 ha pour 1 000 habitants, (PANA, 2006).

Les superficies cérésières exploitées sont de l'ordre de 1 068 876 ha, dont 686 892 ha pour le mil, 155 919 ha pour le sorgho, 80 312 ha pour le riz et 143 769 ha pour le maïs. L'arachide occupe 595 000 ha de terre emblavée (ANSD, 2007).

En termes d'exportation dominante, le Sénégal a une production d'arachide d'huilerie de 331 181 tonnes (2007), soit une diminution de 33% par rapport à la moyenne des cinq dernières années. La production de coton s'établit à 45 138 tonnes, équivalente à la moyenne des cinq dernières années. Cette décroissance de la production explique la baisse du poids de l'agriculture dans l'économie sénégalaise (5,2% du PIB en 2007 contre 8,1% en 2005).

Situation politique et administrative

Le Sénégal est organisé en 14 régions administratives, raffinement d'un découpage qui a commencé à se dessiner depuis les indépendances avec la loi 60-015 du 13 Janvier 1960, source du premier découpage administratif. La décentralisation réalisée depuis 1964 a connu un renforcement en 1990. Il confère à des conseillers élus en toute indépendance, le pouvoir de gestion locale, y compris le transfert de certaines compétences qui relevaient jadis du pouvoir central. Avec la décentralisation, le rôle des représentants du pouvoir central est de veiller à la légalité.

Le Sénégal a mis en place des institutions destinées à garantir un état de droit. La constitution consacre l'indépendance des magistrats des cours et tribunaux, l'inviolabilité des droits de la personne et le caractère absolu des droits de la défense.

Le pays compte aujourd'hui près de cent partis politiques, dont les principaux sont le PDS, parti libéral, dont Abdoulaye Wade (Président de la République) est le Secrétaire Général National; le Parti socialiste (PS), ancien parti au pouvoir ; l'Alliance des Forces de Progrès (AFP) ; la LD/MPT; le Parti International du Travail (PIT) ; AJ/PADS ; Rewmi ou encore l'URD.

Pour la bonne gestion des affaires publiques, le Sénégal dispose de structures chargées directement ou indirectement du contrôle des finances publiques et des pratiques connexes tels que l'Inspection Générale d'Etat et la Cour des Comptes.

La stratégie du gouvernement pour réaliser les objectifs contenus dans la Vision de lutte contre la pauvreté, repose en partie sur la promotion du développement rural décentralisé qui appelle une synergie de l'ensemble des acteurs et de l'ensemble des programmes sectoriels développés par l'Etat. Cette stratégie s'appuie sur des principes

de responsabilisation locale, de transparence, de co-gestion des investissements communautaires dans leur mise en oeuvre autant que dans leur entretien.

La stratégie s'articule autour : i) du recentrage des processus de développement local au niveau des populations et des collectivités locales; et ii) de l'accompagnement des processus de développement rural à la base.

Politique énergétique

La politique énergétique du Sénégal a pris depuis 2003 une nouvelle tournure avec une vision focalisée sur la contribution du secteur énergie à la satisfaction des services sociaux de base, impliquant l'éducation, la santé, l'accès à l'eau, éléments fondamentaux dans le cadre de la campagne pour le bien être et l'éradication de la pauvreté en tenant compte des aspects environnementaux, dans une perspective d'écodéveloppement. La politique énergétique comporte trois dimensions :

1. Dimension sociale : élargir l'accès aux formes modernes d'énergie notamment de l'électricité en milieu rural qui est un levier de lutte contre la pauvreté ;
2. Dimension économique : rationaliser les conditions d'approvisionnement, de production et de distribution d'énergie, dans le respect des intérêts à long terme du pays ;
3. Dimension environnementale : en raison de la fragilité de l'écosystème du pays, la préservation de l'environnement est au centre de la stratégie de gestion des énergies domestiques et la consolidation de la gestion viable des ressources ligneuses par la responsabilisation accrue des collectivités locales.

La stratégie s'articule autour d'axes visant :

- La restructuration du sous-secteur de l'électricité qui confère à la société nationale d'électricité SENELEC le transport et la vente en gros de l'énergie électrique, l'exploitation de ses centrales de production d'énergie électrique. La SENELEC peut participer, à côté des producteurs indépendants, aux appels d'offres pour la construction de nouvelles centrales de production d'énergie électrique. Elle est seule habilitée à transporter de l'électricité sur le réseau national interconnecté (RI) dans son périmètre de concession. Le cadre réglementaire évolutif va faire apparaître d'autres acteurs qui produisent pour SENELEC au fur et à mesure du développement du secteur.
- Le développement de l'électrification rurale par la mise en place de l'agence d'électrification rurale (ASER) dont les objectifs assignés sont de permettre l'accès à l'électricité de 3,8 millions de Sénégalais en zone rurale ou 365 000 ménages ruraux avant 2015 contre actuellement 102 000 ménages ruraux ;
- Le développement et l'organisation du secteur pétrolier et le renforcement des capacités de stockage et de raffinage ;
- La gestion viable des combustibles domestiques ;

- La maîtrise de l'énergie à travers une meilleure politique d'efficacité énergétique et de gestion de la demande par SENELEC.

Descriptif de la situation générale du Sénégal

Tableau 1 : Situation générale

Données statistiques générales	Valeur	Année
Superficie physique de pays (km ²)	196 712	2008
Superficie cultivée en ha	2 817 927	
% de la superficie totale du pays	19	
%superficie utilisé pour des usages domestiques moins d'un hectare	24,6	
Superficie utilisée pour les cultures destinées à l'exportation en Ha	130 3442,2 ¹	
Population		
Population totale (# des habitants)	11 894 343	2007
de la population rurale (%)	59,3	
des enfants de moins de 5 ans (%)	14,7	
Densité de population (H/km ²)	58,36	2007
Population active (totale)	4 411 000	2002
% de la population totale	44,75	
femmes (%)	43,30	
hommes (%)	56,67	
% Population active dans le secteur de l'agriculture	73,09	2002
femmes (%)	48,01	
hommes (%)	52,01	
Economie et développement		
Produit Intérieur Brut (PIB) en milliards USD courants	8 .2	
valeur ajoutée par l'agriculture (% du PIB)	5,2 ²	
PIB par tête	914	
Balance commerciale (USD)		
% de variation entre 1990 et l'année courante	30,8	
Index de Développement Humain (et rang)	0,499	2007
range	156	
Index de Pauvreté Humaine (et rang)		2007
%	42,9	
range	97	
Index de stabilité environnementale	nd	
Emissions de GES – en GHG eq. CO ₂	9 572,7	
Accès à l'eau potable (à moins de 500 mètres) en %	90	2004
Mortalité Infantile	61 pour 1000	2004
Alphabétisation		
% de la population totale	48,8	1992
femmes (%)	28,2	2004
hommes (%)	49,1	2004

Source : ANSD, 2007 ; PNUD, 2007 ; DSRP, 2006

¹ Récapitulatif des cultures industrielles.

² L'agriculture a contribué négativement à la croissance du PIB en 2007 de 1,3 point par rapport à 2006.

Identification des vulnérabilités pertinentes et indicateurs associés

Les vulnérabilités sont analysées ici sous l'angle environnemental, économique, technique, social et du point de vue de la gouvernance globale du secteur.

Vulnérabilité de l'environnement

Déforestation

Le pays est confronté à l'utilisation irrationnelle des ressources forestières et au surpâturage. Les récentes estimations font état de 6,3 millions d'hectares de forêts naturelles contre 11 millions d'hectares de forêts en 1960, soit une perte de près de la moitié en 40 ans. Plus de quatre (4) millions de mètres cubes sont prélevés par an sur les forêts pour satisfaire les besoins énergétiques ligneux. Ce volume ne prend pas en compte l'exploitation du bois de mangrove.

Biodiversité

Les principales menaces pour la biodiversité sont la sécheresse et les feux de brousse qui détruisent le couvert végétal et modifient la structure des sols. En outre, le Sénégal est confronté à la surexploitation des ressources halieutiques et enfin à la prolifération, sur le fleuve Sénégal, des plantes envahissantes qui ont colonisé une superficie de 1.200.000 m² de plans d'eau. On note également une perte des zones humides du fait du développement des quartiers péri-urbains avec un taux de croissance de plus de 7% par an.

Erosion côtière

On la retrouve dans toutes les villes situées sur les côtes, par exemple la ville de Saint Louis connaît une forte érosion de 1,2m par an (Niang-Diop, 1995). La flèche littorale de la Langue de Barbarie responsable de la déviation du fleuve Sénégal vers le sud a connu au total 7 ruptures entre 1850 et 1900 (CSE, 2005). Le littoral, long de 300 km de côtes sableuses, de 234 km d'estuaires à mangroves et de 174 km de côtes rocheuses est confronté au phénomène d'érosion côtière avec près de 73 km de côtes vulnérables confrontées au déficit sédimentaire et aux houles exceptionnelles.

Pollution

A Dakar, les eaux usées sont rejetées dans les milieux récepteurs sans traitement. On peut citer comme exemple de la baie de Hann. Les autres types de pollutions sont : les métaux et les ordures ménagères (l'absence de centre d'enfouissement technique ce qui pose des problèmes de santé publique notamment dans la décharge de MBeubeuss).

Dépendance de la biomasse

La forte dépendance des populations de la biomasse pour satisfaire les besoins en services énergétiques entraîne une régression du couvert végétal. Plus de quatre (4) millions de mètres cubes sont prélevés par an sur les forêts pour satisfaire ces besoins. Le bilan énergétique montre que la biomasse représente quelques 57% de l'approvisionnement en énergie primaire. Elle représente quelques 45% des consommations finales d'énergie du pays.

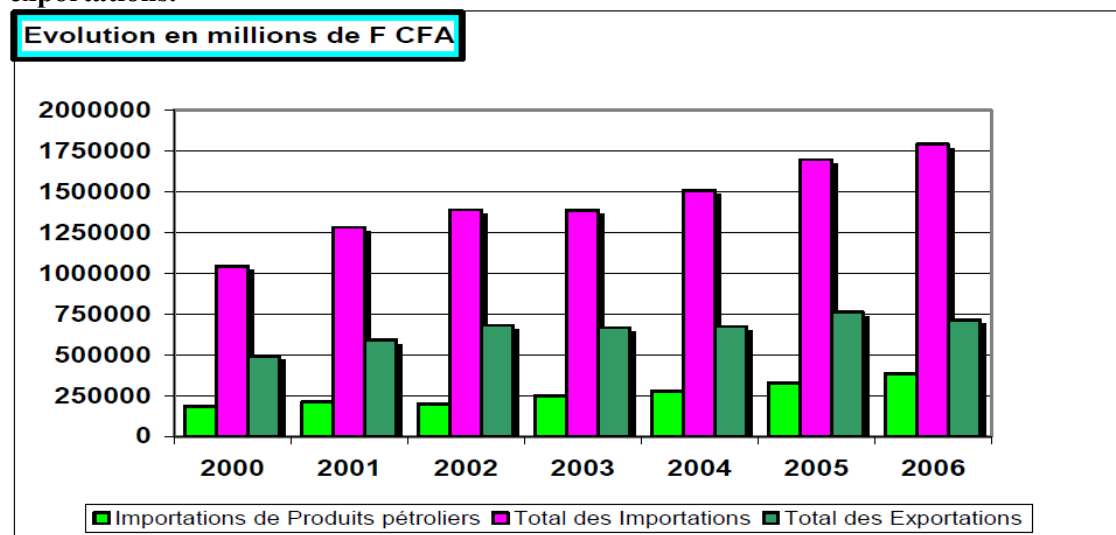
De 2000 à 2006, la politique d'introduction du gaz butane dans les ménages a eu comme effet de préserver des dizaines de milliers d'hectares de forêt (de 50 000 à 2 000 000 ha).

Vulnérabilité économique

Le ratio (Importation produits pétroliers/Total des importations) a varié entre 17,7 % et 21,4 % sur la période 2000-2006. Le ratio (Importation produits pétroliers/Total des exportations) est passé de 37,4 % en 2000 à 53,7 % en 2006. Autrement dit, plus de 46,3 % des revenus d'exportation servent à couvrir l'approvisionnement du Sénégal en produits pétroliers. Les coûts d'importation de brut et des produits finis, qui étaient de 217 milliards de F CFA en 2003, ont atteint 353 milliards de F CFA en 2006, soit une augmentation de 52%, pour une évolution de la demande de 6 %.

En somme, le taux de dépendance énergétique du pays exprimé par le ratio entre la production d'énergie primaire sur les disponibilités totales d'énergie primaire, est de 42%. Hors biomasse, cela reste très faible du fait que le Sénégal importe la quasi-totalité des sources d'énergie moderne.

Figure 1: Facture pétrolière du Sénégal et volume des importations et exportations.

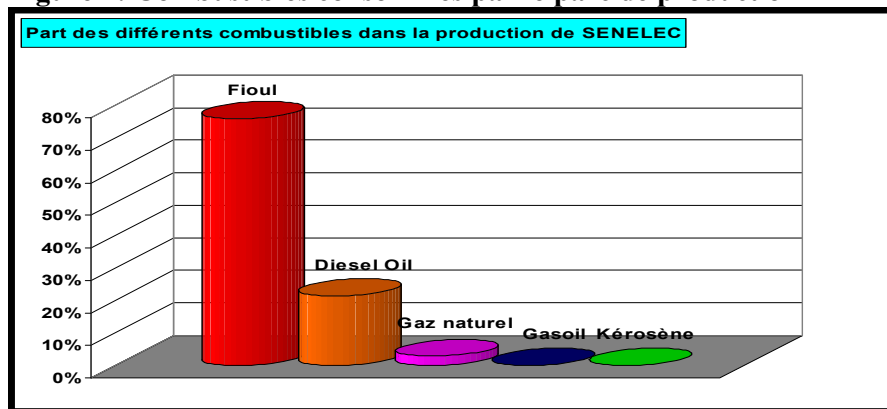


Source : SIE 2007

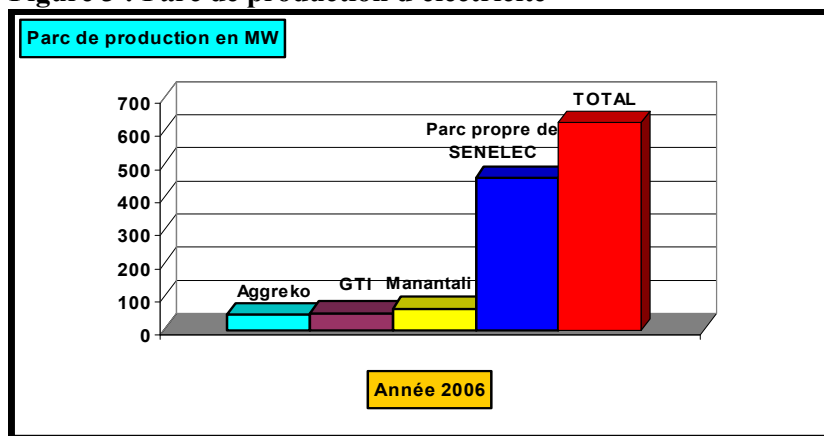
Le décalage important entre le total des importations et celui des exportations plus faible est accentué par le total des importations de produits pétroliers.

Vulnérabilité technique

L'absence de diversification des sources d'énergie, notamment dans la production d'électricité, est également un facteur de vulnérabilité. Elle s'explique par le mode de production électrique à 90% thermique et presque 10% hydroélectrique. Le taux de consommation d'énergie renouvelable est à moins de 1%. A cela s'ajoute la faiblesse des infrastructures de production d'énergie électrique.

Figure 2 : Combustibles consommés par le parc de production

Source : SIE 2007

Figure 3 : Parc de production d'électricité

Source : SIE 2007

Le parc de production d'électricité est dominé, pour l'essentiel, par les centrales thermiques. Toute perturbation structurelle est ressentie par l'essentiel des équipements de production du parc ; seul le barrage de Manantali produit de l'énergie renouvelable et reste assujéti aux fluctuations pluviométriques. Cette vulnérabilité technique est présente en 2009 au vu du tableau de répartition de la puissance installée et celle assignée qui représente l'énergie productible par l'unité de production suivant son rendement et sa disponibilité.

Tableau 2 : Répartition de la puissance installée par type d'équipement en 2005 et en 2009

Type équipement du parc	2005		2009	
	MW	%	MW	%
Vapeur	138,7	24,7%	87,5	12,6%
Diesel	208,3	37,0%	407,85	58,8%
Turbine à gaz (tag)	97,3	17,3%	80,5	11,6%
Cycle combine gti (ipp)	52	9,2%	52	7,5%
Hydroélectrique manantali	66	11,7%	66	9,5%

Source : SENELEC, 2009

Durant la période 2005 – 2009 les puissances installées du parc de SENELEC ont subi des modifications orientée vers la consolidation de la production privée dont le cumul de la puissance installée représente 26,7% et la très nette diminution de l'apport de l'hydroélectricité qui passe de 11,7 % à 9,5 % ; le parc de production a maintenu un mode de production encore plus fossile et donc davantage dépendant des produits pétroliers importés.

Vulnérabilité sociale

Le faible accès aux services énergétiques modernes et le faible niveau de consommation énergétique (0,2 tep/tête) et plus globalement la pauvreté énergétique constituent les caractéristiques majeures des ménages sénégalais. Au total, l'accès à l'électricité n'est assuré que pour un peu plus de 44 % des ménages sénégalais (SIE, 2006). Dans les zones urbaines, 77 % des ménages ont accès à l'électricité, tandis que dans les zones rurales seulement 16 % des ménages peuvent utiliser l'énergie électrique. On peut aussi noter les problèmes tels que la faible participation des citoyens aux décisions et la corruption qui sont des facteurs bloquant l'émergence du pays.

Vulnérabilité institutionnelle

Beaucoup d'institutions interviennent dans le secteur de l'énergie. Cependant, le problème de la régulation ou de la gouvernance d'ensemble souffre de beaucoup d'handicaps, notamment le retard dans la mise en œuvre des réformes engagées (LPDSE, 2008) et ce, malgré l'importance des réformes menées dans le secteur de l'énergie :

- La création de l'ASER (Agence Sénégalaise de l'Electrification rurale) qui a permis d'accélérer l'accès à l'électricité dans le monde rural (objectif de 50% en 2015). L'objectif de l'A.S.E.R. est de promouvoir l'électrification rurale en accordant aux entreprises du secteur de l'électricité et aux particuliers l'assistance technique et financière nécessaires pour soutenir les initiatives privées dans le domaine.
- L'établissement de la CRSE (Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité) en vue de créer les conditions d'une ouverture du marché de la production et d'une concurrence saine, fait suite à un besoin de régulation du secteur et, également à la forte pression des associations de consommateurs sur la grille tarifaire de SENELEC.
- La création de la société PETROSEN qui a permis à l'état de mieux contrôler la SAR (Société Africaine de raffinage) en devenant majoritaire et de développer les recherches dans le bassin sédimentaire.

Il faut cependant noter que les projets de production d'électricité à partir des sources renouvelables sont retardés par l'absence d'un cadre réglementaire en cours d'élaboration depuis 2007.

Mesure du niveau actuel de vulnérabilité

Secteur environnemental

Indicateur 1 : Modification du profil de précipitation

Année	Précipitations moyennes en mm
1990	750
2007	675
Changement de précipitations entre 1990-2008	-11%

Source : Service météorologique (Dakar)

Le Sénégal a eu de fortes pluies en 2005 qui ont engendré beaucoup d'inondations dans plusieurs villes sénégalaises, notamment la banlieue de la capitale. Les recherches menées par Gaye et Malou ont montré une baisse de la pluviométrie de 5 à 25 %. Ces changements de précipitations se caractérisent par une distribution méridienne des diminutions relatives de la pluviométrie. 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. (Gaye C. B. 1986; Malou R., Dacosta H. et al. 1999) dans PANA 2006.

Le Sénégal alterne deux saisons : une saison des pluies, de Juin à Octobre avec une importance des précipitations plus marquée du Sud au Nord ; une saison sèche, de Novembre à Mai, avec des températures variant de 22 à 30°C. La pluviométrie moyenne annuelle suivant un gradient croissant du Nord au Sud du pays. Elle passe de 300 mm au Nord semi-désertique à 1 200 mm au Sud, avec des variations notées d'une année à l'autre. La variation de la pluviométrie est plus accentuée en zone soudano-sahélienne qu'en zone sahélienne. Avec une moyenne annuelle de 1000 à 1500 mm/an, la pluviométrie en zone soudanienne permet des cultures rizicoles et quelques cultures de rente.

Indicateur 2 : Variations de la température

Année	Température moyenne
1990	28.1°C
2008	28.7°C

Source : Service météorologique (Dakar)

Augmentation entre 1990 -2008	% haut/bas
0.6°C	+ 2.09%

La température moyenne oscille autour de 28°C avec des températures extrêmes pouvant atteindre 45°C au Sénégal oriental et 20°C au niveau de la petite côte. Cette variation de température s'accompagne d'un taux d'ensoleillement de 3 000 heures par an qui est parmi les plus élevés du monde.

Au niveau du littoral de Saint Louis à Dakar, les alizés qui soufflent le long de la côte font baisser les températures. A Dakar, la moyenne des maximales diurnes est de 24°C de janvier à mars et entre 25 et 27° C en avril, mai et décembre. De juin à octobre les températures atteignent 30°C, tandis qu'au Sud du Sénégal, la température la plus fraîche avoisine des moyennes diurnes de 24°C, mais en octobre, décembre, février et avril, les maxima varient entre 26 à 30° C.³

Secteur économique

Indicateur 1 : Accès à l'électricité

Taux d'électrification

	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Taux d'électrification globale (%)	ND	30%	32%	33.5	35%	37.5%	40%	44%
Taux d'électrification rurale (%)	ND	9%	10%	11%	12%	13%	14%	16%
Taux d'électrification urbaine (%)	ND	58%	60%	63%	65%	71%	74%	77%
Variation entre 2000 et 2006		14%						

Source : SIE 2007

Au total, l'accès à l'électricité n'est assuré que pour un peu plus de 44 % des ménages sénégalais. Dans les zones urbaines, 77 % des ménages ont accès à l'électricité, tandis que dans les zones rurales seulement 16 % des ménages peuvent utiliser l'énergie électrique.

Indicateur 2 : Degré d'augmentation de l'indépendance énergétique

Importation et consommation des énergies non renouvelables

	1990	2000	2007
Total des importations d'énergie non renouvelable Ktep	ND	1513	2061,2
Consommation totale d'énergie (Ktep)	ND	1949,9	2656

Source : SIE 2007

Le taux d'indépendance énergétique (source non-renouvelable) est 23%. Le Sénégal est indépendant à environ 45% si on prend en compte la biomasse-énergie.

³ www.arcmad.ne

Secteur technique

Indicateur 1 : Quantité d'énergie fournie par des sources renouvelables

Source d'énergie(Ktep)	1990	2000	2006
Biomasse(Ktep)	ND	53,60	58%
Hydroélectricité	ND	0	1%
Solaire	ND	0,07	0.01%
Eolienne	ND	0%	0%
Autres	ND	0%	0%

Source : SIE 2007

Hormis la biomasse, l'hydroélectricité ne fournit que 1% de l'énergie produite ; le solaire est utilisé depuis 1983 par la SENELEC pour l'électrification rurale.

Dans certaines régions du Sénégal la production d'énergie solaire permet de renforcer le taux d'électrification rurale de 6% à plus de 25% ; elle a permis d'amener le taux d'électrification rural de 13% à 16%.

Indicateur 2 : Niveau de diversification des sources et technologies d'énergies renouvelables

En dehors du barrage de Manantali, le mode de production énergétique renouvelable est solaire dans le cadre des activités de l'ASER, ce qui reste très faible en rapport avec les besoins de technologies efficaces ; il n'existe que très peu d'équipements solaires représentant 0,01% de l'approvisionnement ; des projets éoliens solaires sont en cours et qui comptent avoir recours au mécanisme de développement propre.

Secteur social

Indicateur 1 : Répartition des maladies ayant l'eau comme vecteur

Répartition des maladies ayant l'eau comme vecteur

Maladie	1990	2003		2004		2005		2006		2007	
	ND	Cas	Décès	Cas	Décès	Cas	Décès	Cas	Décès	Cas	Décès
Choléra		48	4%	261	3%	23 325	5%	Nd	nd	nd	nd
Dysenterie				nd	nd	303	1%	Nd	nd	nd	nd

Source : Annuaire statistique du Ministère de la Santé du Sénégal

Le choléra est la maladie diarrhéique la plus présente ces dernières années. Le pays a connu des épidémies mais la sensibilité de la maladie explique le manque de données fiables à partir de 2006. Quant à la dysenterie elle a presque disparu.

Indicateur 2 : Modifications dans le secteur de l'emploi

Population active

	1990	1991	2002
Pourcentage population active	ND	31,01(%)	44,75%
Pourcentage de femmes actives	ND	45%	43,3%
Pourcentage d'hommes actifs	ND	55%	56,67%

Source : ANSD – RGPH3-2002

D'après l'agence nationale des Statistiques en 1988, 100 actifs avaient en charge 103,3 inactifs. Selon les projections démographiques, cette baisse devrait se poursuivre avec 84 inactifs pour 100 actifs attendus en 2008 et 81 pour 100 en 2012.

Secteur civique

Indicateur 1 : Agriculteurs ayant des terres ou ayant accès à des terres

Evolution des agriculteurs au Sénégal

	1990	1994	2002	Ecart	%
Ménages agricoles (nbre)	ND				
Population agricole (nbre)	ND	2.720 000	3.224 000	504 000	15.7%
Population totale (hab)	ND	8 137 000	9 855 000	1 718 000	17.43%

En 1994 les activités agricoles occupent 33,4% de la population ; en 2002 ce chiffre a sensiblement baissé à 32% en rapport avec la population totale du fait du fort taux d'exode rural vers la grande capitale ; cette tendance devrait s'inverser avec les récentes politiques et plans du pouvoir public. Ces programmes consistent à créer une dynamique nationale de retour massif et soutenu des populations vers la terre afin de créer des métiers de l'agriculture grâce à des programmes d'aménagements hydro-agricoles, d'appui institutionnel, de développement de l'infrastructure rurale ainsi que de la prévention et de la gestion des crises.

Indicateurs 2 : Évolution du rôle participatif des citoyens dans le processus de planification

La grande partie de la population au Sénégal ne participe pas au processus de prise de décision. Et ceci limite l'appropriation des projets de développement par les populations ciblées. Cependant depuis la mise en place du Code de l'environnement en 2001, les EIE (Etudes d'Impact Environnemental) sont devenues obligatoires dans le processus de planification des projets et confèrent une part incontournable et exclusive à la participation publique.

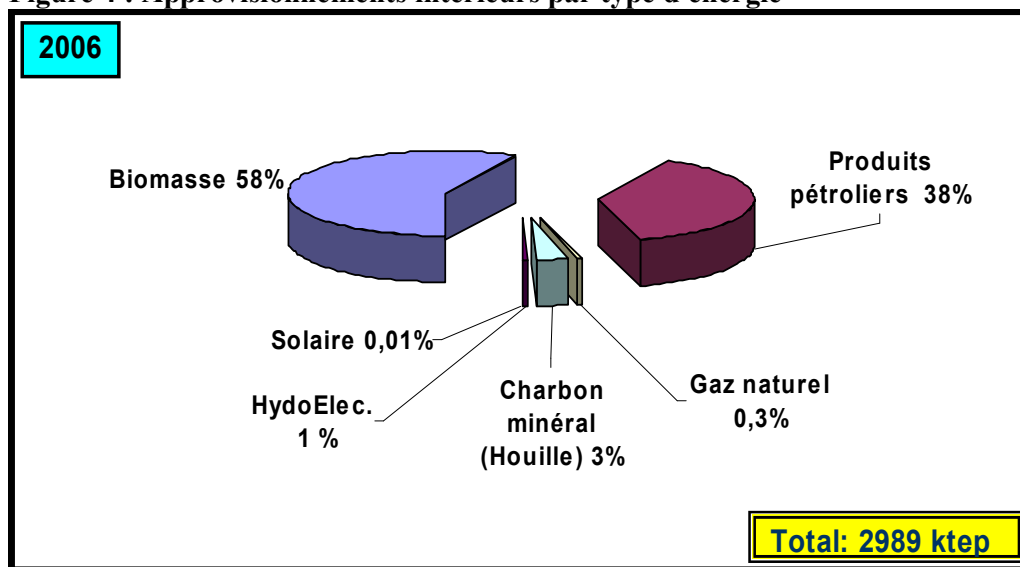
Situation énergétique actuelle

La Nouvelle Politique Énergétique repose essentiellement sur l'objectif majeur d'assurer l'approvisionnement du Sénégal en énergie, dans les meilleures conditions et au moindre coût, pour les ménages et les grands secteurs économiques, tout en élargissant l'accès des populations au service moderne de l'énergie (DE, 2008).

Diagnostic énergétique

Demande énergétique

Figure 4 : Approvisionnements intérieurs par type d'énergie



Source : SIE-Sénégal 2007

La Figure 4 montre la prépondérance de la biomasse sur toutes les autres formes d'énergie, ce qui s'explique par le fait que la majorité des consommateurs est rurale et satisfait ses besoins énergétiques par les produits forestiers.

L'ouvrage commun au Mali, à la Mauritanie et au Sénégal, le barrage de Manantali, a produit en 2006 234 GWh pour le Sénégal, soit environ 10 % de la production totale d'électricité au Sénégal.

La production électrique est pour l'essentiel thermique, utilisant des combustibles fossiles, pour une offre globale de 2 439 GWh, ce qui en fait une cible facile lors des fluctuations internationales du prix des hydrocarbures et des devises ; d'autant qu'après la biomasse, les produits pétroliers ont augmenté, suite à la forte consommation de la SENELEC, pour près de 500 000 tonnes, soit une proportion de l'ordre de 49 % de la demande nationale en 2006.

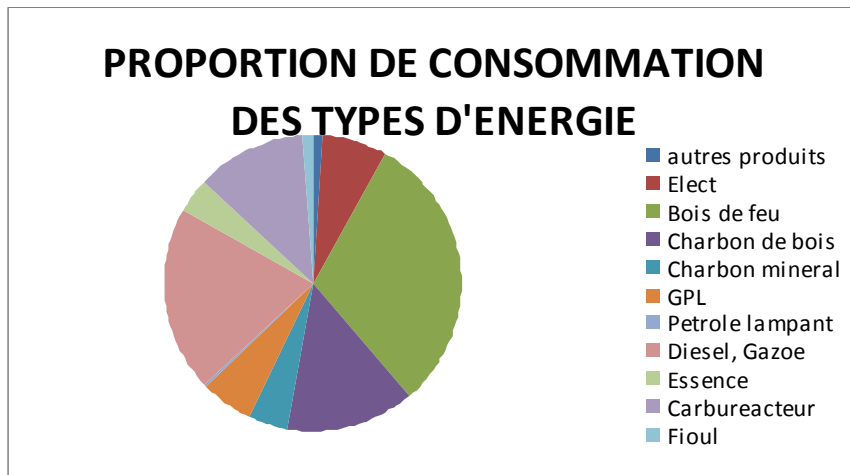
La production de la raffinerie est freinée par des arrêts répétés de l'activité industrielle : par conséquent la quantité de pétrole brut transformée a été sensiblement

réduite et les centrales sont obligées de se tourner vers l’approvisionnement international et ainsi de faire face à des coûts plus élevés.

Consommation énergétique

La consommation finale d’énergie au Sénégal est passée de 1972 ktep en 2005 à 2303 ktep en 2006. Elle reste dominée par la biomasse et les hydrocarbures avec respectivement 45% et 44%. La part d’électricité est de 7% alors que celle du charbon minéral est remontée à 4% du fait des cimenteries. La consommation finale d’énergie par tête d’habitant est de 0,2 tep. Ce qui est représenté par le graphique suivant :

Figure 5 : Consommations finales par type d’énergie

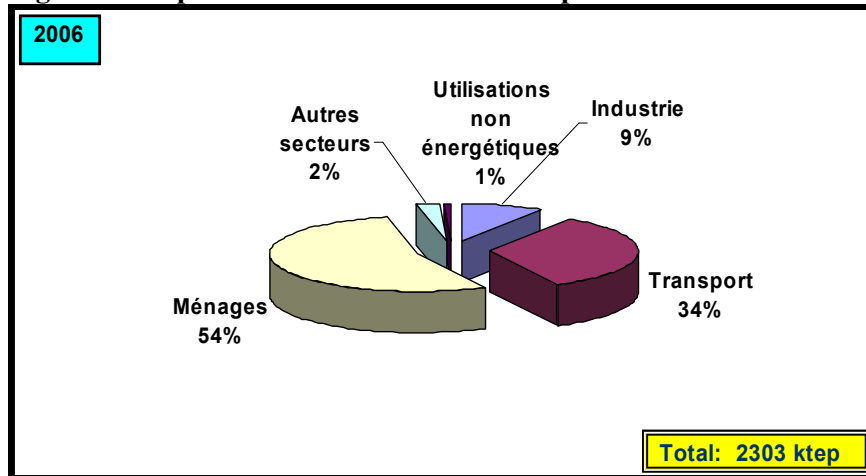


Source : SIE 2007

Le même constat sur la biomasse qui prédomine dans les consommations finales sur les produits pétroliers en particulier, cette situation est due aux contraintes apparues dans l’approvisionnement et la distribution.

Consommations finales par secteur

Figure 6 : Répartition de la consommation par secteur



Source : SIE 2007

Les énergies modernes sont en majorité consommées respectivement par les ménages, soit 54%, le transport 34% et par l'industrie 9% ; cette proportion est le résultat de la consommation exclusive du bois et du charbon de bois par les ménages. Ces deux produits sont souvent utilisés pour les besoins de cuisson. Le pétrole lampant est utilisé pour l'éclairage en milieu périurbain et rural. Le secteur des ménages absorbe 54% de la production énergétique du pays ; en particulier 70% de l'énergie électrique à basse tension.

Les secteurs des transports et des ménages sont au premier rang de la distribution et représentent ensemble 83% de la consommation finale totale d'énergie en 2005. Le secteur résidentiel prédomine dans la structure de consommation finale d'énergie avec 54% et le secteur transport vient en deuxième lieu avec une part de 34% dans la consommation totale. Le rang dominant qu'occupe le secteur résidentiel vient de la consommation de la quasi-totalité des combustibles ligneux pour satisfaire les besoins en énergie domestique.

Si on ne considère que l'énergie conventionnelle (biomasse exclue), le secteur des transports occupe le premier rang dans la répartition sectorielle avec une part qui s'élève à 56,6%. La forte consommation énergétique du secteur des transports s'explique par la prépondérance du secteur routier à plus de 50%.

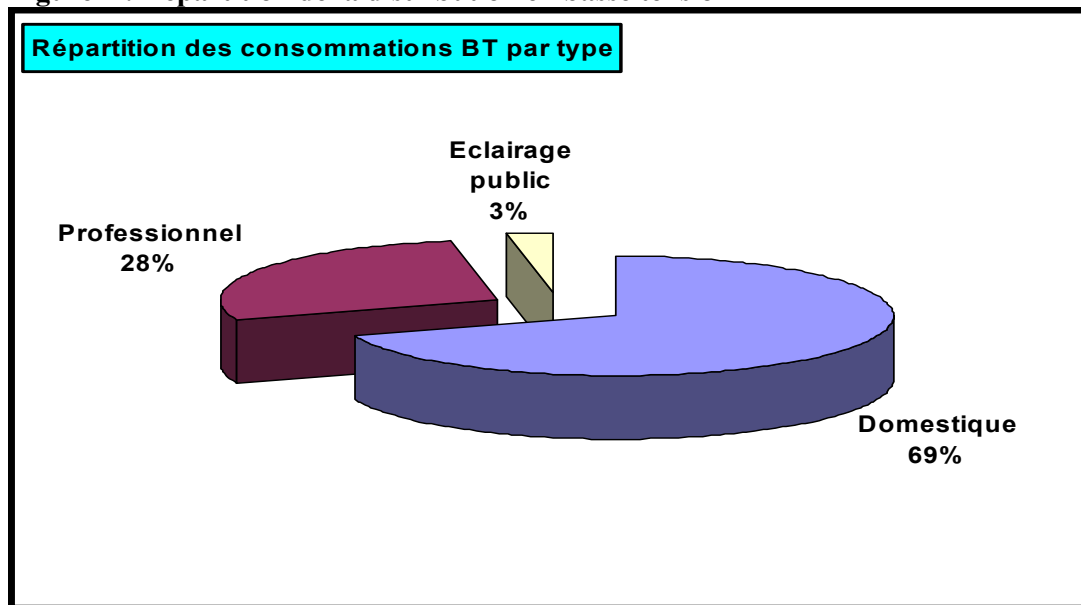
Dans le secteur industriel les produits minéraux non-métalliques issus en particulier des cimenteries représentent plus de 50% des consommations.

Cas de la consommation de l'énergie électrique

La fonction du réseau de transport est d'acheminer l'électricité en haute tension (90 et 225 kV) des centrales où elle est produite vers les centres de consommation. Au Sénégal, le réseau de transport comprend un réseau national et un réseau supranational.

Le réseau national s'étend sur 327,5 km de lignes 90 kV avec un équipement de 8 postes de transformation 90/30 kV d'une puissance installée totale de 1127 MVA.

Le réseau supranational comprend 945 km de la ligne 225 kV et 3 postes 225/30 kV. Les lignes moyenne tension comprennent 6 761 km et pour la distribution.

Figure 7 : Répartition de la distribution en basse tension

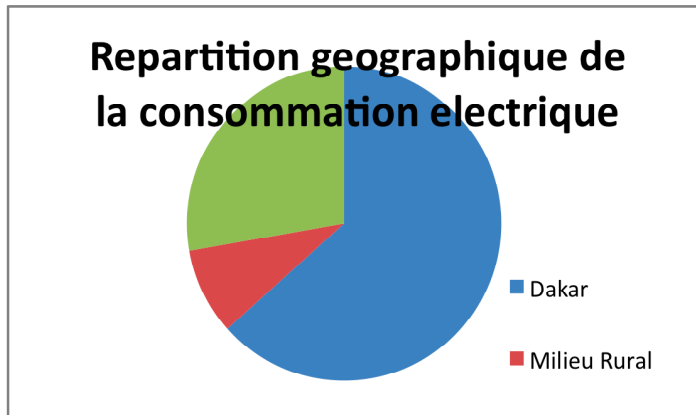
Source : SIE 2007

Tableau 3 : Répartition de l'électricité dans les zones urbaines

Zones urbaines des régions	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Dakar	65,9%	68,0%	70,1%	72,3%	75,4%	78,6%
Diourbel	57,9%	60,0%	62,6%	63,1%	65,3%	67,6%
Fatick	44,1%	46,8%	53,0%	55,3%	62,5%	68,0%
Kaolack	52,6%	55,5%	58,8%	59,2%	67,7%	72,3%
Kolda	36,8%	39,8%	42,3%	42,9%	50,6%	54,0%
Louga	54,8%	56,5%	59,6%	61,7%	74,6%	77,9%
Matam	19,8%	22,1%	23,6%	40,8%	53,0%	57,8%
Saint Louis	55,6%	57,1%	58,9%	59,7%	66,0%	68,3%
Tambacounda	44,6%	46,1%	48,2%	51,4%	54,8%	58,6%
Thiès	50,0%	51,9%	56,8%	59,4%	71,7%	76,3%
Ziguinchor	31,7%	34,9%	38,8%	41,5%	47,0%	51,9%
Sénégal	58,0%	60,1%	62,9%	65,1%	70,6%	74,1%

Source : SIE, 2006

Les centres urbains sont mieux couverts, en particulier la capitale Dakar dont la moyenne de couverture (78,6%) est supérieure à la moyenne nationale urbaine de 74,1%. Ce constat apparaît dans le cadre de la répartition géographique de la consommation d'électricité entre milieu urbain et milieu rural.

Figure 8 : Répartition géographique de la consommation d'électricité

Source : Thioye, 2005

Le programme d'électrification de SENELEC couvre 28% des ménages sénégalais. Cette distribution est essentiellement concentrée au niveau urbain, au détriment des zones rurales. Les centres urbains sont mieux couverts, en particulier la capitale Dakar .

Organisation et politique énergétique

Aux termes des dispositions de la loi, le Ministre chargé de l'Energie prépare et met en œuvre la politique générale du secteur définie par le Chef de l'Etat : ses missions sont principalement de :

- définir le cadre législatif et réglementaire du secteur ;
- élaborer la politique générale du secteur y compris la détermination du cadre général de politique tarifaire pratiquée ;
- effectuer la planification globale du secteur et définir les objectifs particuliers pour l'électrification à travers un Plan National d'Electrification ;
- promouvoir l'électrification rurale, périurbaine et urbaine et déterminer (en collaboration avec le Ministre chargé des Finances) les dons et prêts gouvernementaux à accorder à l'électrification rurale, périurbaine et urbaine.

La Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité (CRSE), autorité indépendante, est créée par la loi n° 98-29 du 14 avril 1998 relative au secteur de l'électricité qui a été modifiée par la loi n°2002-01 du 10 janvier 2002. A cet effet, la Commission vise la réalisation des objectifs suivants :

- promouvoir le développement rationnel de l'offre d'énergie électrique ;
- veiller à l'équilibre économique et financier du secteur de l'électricité et à la préservation des conditions économiques ;
- assurer les conditions de viabilité financière des entreprises du secteur de l'électricité ;

- promouvoir la concurrence et la participation du secteur privé ;
- veiller à la préservation des intérêts des consommateurs.

La mission de l'ASER, conformément aux termes de l'article 30 de la loi n°98-29 du 14 avril 1998, est de promouvoir l'électrification rurale en accordant aux entreprises du secteur de l'électricité et aux particuliers l'assistance technique et financière nécessaires pour soutenir les initiatives privées dans le domaine.

L'A.S.E.R. développe les programmes d'électrification rurale arrêtés sur la base d'un plan défini par le Ministère chargé de l'Énergie.

Organisation du sous secteur de l'électricité

Dans le cadre législatif la production, le transport et la vente en gros reviennent à SENELEC qui continue à exploiter ses centrales de production d'énergie électrique et peut participer, à côté des producteurs indépendants, aux appels d'offres pour la construction de nouvelles centrales de production d'énergie électrique. Elle est seule habilitée à transporter de l'électricité sur le réseau national et à distribuer et vendre dans son périmètre de concession. Cependant, il convient de noter que d'autres acteurs vont faire leur apparition au fur et à mesure du développement du secteur. Il s'agit des opérateurs ruraux indépendants, en-dehors du périmètre de concession de la SENELEC.

Pourcentage de contribution de chaque système dans le bouquet énergétique global

Dans le bouquet global, la biomasse représente le plus important pourcentage : 58%. Les récentes perturbations sur la disponibilité du GPL et les fluctuations importantes du prix du baril de pétrole ont sensiblement influé sur le mode de consommation des ménages et la production industrielle y compris sur le taux d'indisponibilité de SENELEC.

Tableau 4 : Contribution de chaque système au bouquet énergétique⁴

Source	2006
Biomasse	58%
Produits pétroliers	38%
Charbon minéral (houille)	3%
Hydroélectricité	1%
Gaz naturel	0,3%
Solaire	0,01%
Eolien	0%

⁴ Données tirées du SIE Sénégal 2007

Systèmes énergétiques

Système biomasse

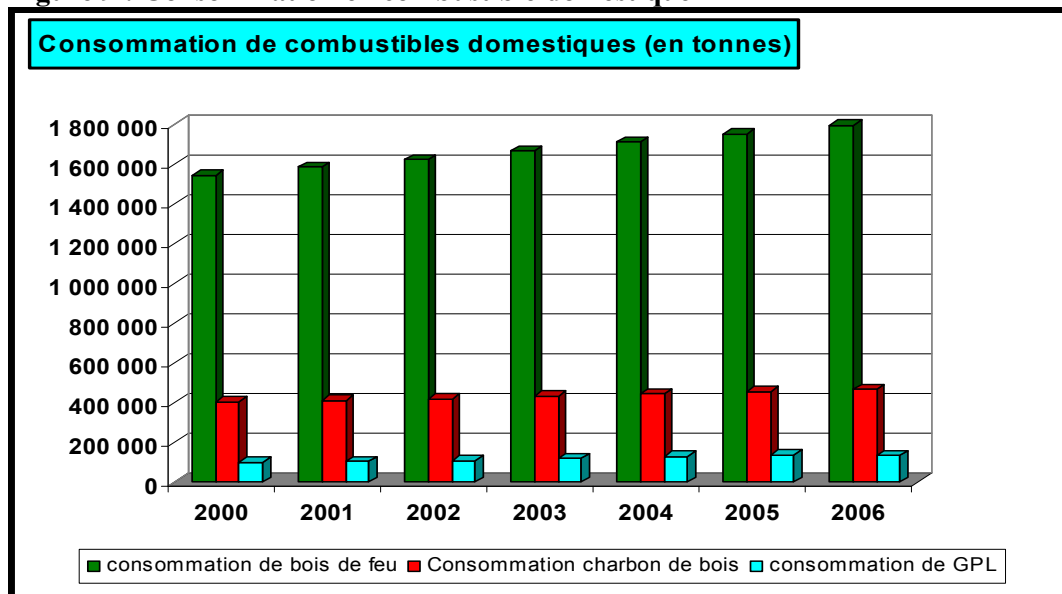
La biomasse est essentiellement constituée de charbon de bois (CB) et de bois de feu (BF). Cependant le pourcentage d'utilisation de la biomasse pour produire l'électricité est nulle (0%). Toute la biomasse est utilisée pour produire de la chaleur, soit 1733,6 ktep, consommée au Sénégal en 2007.

La forte pression sur l'espace forestier s'est traduite par un prélèvement d'un équivalent de 3.937.500 m³ de bois-énergie. Ce qui se traduit par la dégradation de 16 0817 ha de forêts pour une production de 6 700 757 de tonnes de bois de feu.

L'absence de technologies efficaces d'usage final de la biomasse explique aussi sa prépondérance dans les consommations finales d'énergie du pays où elle représente quelques 45%.

Le rythme d'accroissement de la consommation de la biomasse est atténué par l'usage du GPL. La consommation de ce combustible représente environ 160 000 tonnes en 2007. Cependant, le GPL est beaucoup plus consommé dans les centres urbains.

Figure 9 : Consommation en combustible domestique



Source : SIE 2007

Tableau 5 : Rapport de consommation de biomasse entre le milieu urbain et le milieu rural

Milieu de résidence	Bois de Chauffage (%)	Charbon De bois (%)
Dakar urbain	2,5	8,3
Autres villes	31,6	21,3
Milieu urbain	15,0	13,9
Milieu rural	81,9	8,4

Source : DE 2005

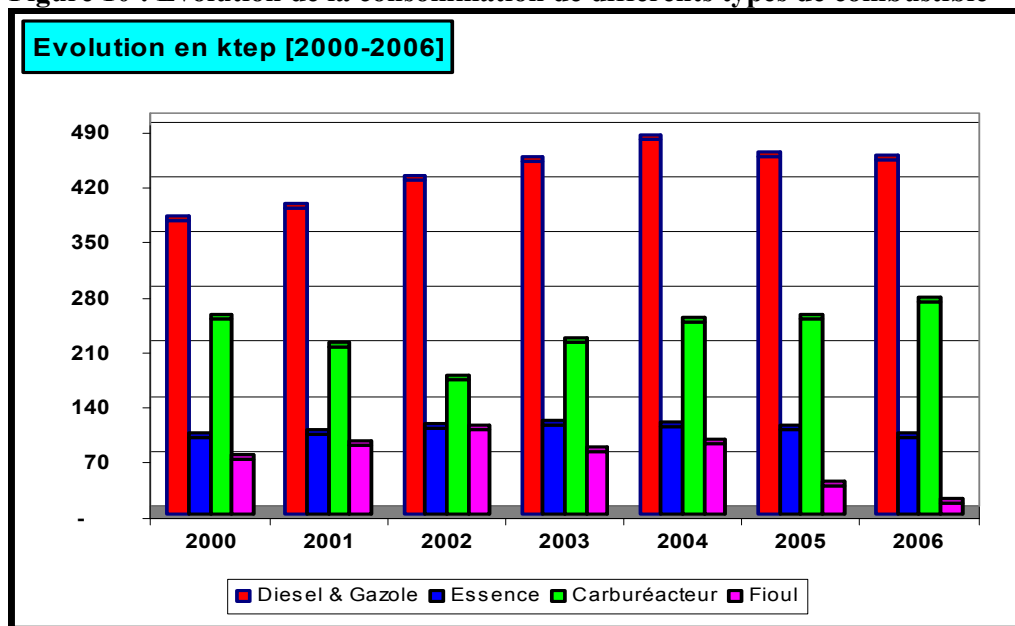
Le bois de chauffe est six fois plus consommé dans le milieu rural que dans le milieu urbain, toutefois le rapport est inversé dans le cas du charbon de bois, forme plus moderne.

Produits pétroliers

À partir de pétrole brut importé, la Société Africaine de Raffinage (SAR) produit du diesel, du gasoil, des essences, du carburéacteur, du fuel, du pétrole lampant et du gaz butane. La capacité de raffinage de la SAR ne dépasse pas 1 200 000 tonnes pour un besoin sous-régional de 3 600 000 tonnes par an, dont 1 600 000 tonnes pour la couverture des besoins du marché interne sénégalais.

Les infrastructures de réception des produits pétroliers restent faibles et les capacités de Stockage demeurent insuffisantes, avec un stock de sécurité en-deçà du minimum national stratégique. L'implication d'opérateurs privés dans l'activité de stockage n'a pas permis de relever le niveau du fait de la lourdeur des investissements. La question du stockage a poussé l'Etat à orienter la réflexion vers la création d'un nouveau centre de stockage pour faire face à l'impératif de sécurité de l'approvisionnement en hydrocarbures.

Figure 10 : Evolution de la consommation de différents types de combustible



Source : SIE 2007

L'augmentation du niveau d'approvisionnement en combustibles pétroliers est fortement liée aux secteurs de l'électricité et du transport.

Système électrique

Le système de production d'électricité au Sénégal comporte les centrales thermiques relevant de Senelec, des producteurs indépendants, le barrage hydroélectrique de Manantali et des systèmes relevant des auto-producteurs tels que Suneor. Le mode de production électrique est principalement thermique et dépend essentiellement des

combustibles fossiles importés. Seuls 10% de la production est d'origine hydroélectrique (ouvrage commun au Mali, à la Mauritanie et au Sénégal), soient 234 GWh, en 2006.

L'offre globale d'électricité a évolué de 1 519 GWh à 2 036 GWh entre 2001 et 2006, soit un accroissement de 6% à 7% par an. Elle est de 2 439 GWh en 2008, dont 2 192 GWh livrés par SENELEC. Cependant entre 2005 et 2007 la croissance est plombée par les difficultés d'approvisionnement en hydrocarbures du fait de la cherté du baril, de la faiblesse des capacités de stockage, alors que la demande en électricité croît à un taux de 8,4% par an.

Cette croissance de la demande accentue le problème de l'entretien des unités de production qui perturbe le cycle de vie des machines et affecte les rendements. Sur 459 MW installés, seulement 335 MW sont disponibles du fait de la vétusté de certaines installations et des contraintes de maintenance. Cette situation explique la part significative de la production indépendante à 27 % de la capacité installée et ce pour suppléer le déficit énergétique, les achats d'énergie de SENELEC sont montés à 743,2 GWh soit 34% de la production totale (y compris l'auto-production). Cette situation est accentuée par les pertes de SENELEC qui s'élèvent à environ 446 GWh, soit 21,2 % de l'énergie transitant à travers son réseau.

Avec une consommation annuelle de près de 500 000 tonnes de produits pétroliers, les besoins de SENELEC représentent un poids de l'ordre de 49 % de la demande nationale en 2006. Pour faire face à cette situation énergétique, un projet de centrale électrique à charbon d'une puissance installée de 125 MW, est élaboré avec l'appui de la Banque Mondiale jusqu'à sa phase post-étude d'impact environnemental.

L'hydroélectricité provient essentiellement de la centrale hydroélectrique de Manantali équipée de 5 groupes de 40 MW chacun avec un productible moyen annuel de 807 GWh. Depuis juillet 2002, elle est raccordée au RI par une ligne HT de 225 kV longue de 945 km. Avec une énergie livrée au Sénégal de l'ordre de 200 à 270 GWh par année. L'apport de Manantali a été considérable dans l'amélioration de la qualité de la distribution et du coût de l'électricité.

Energie solaire

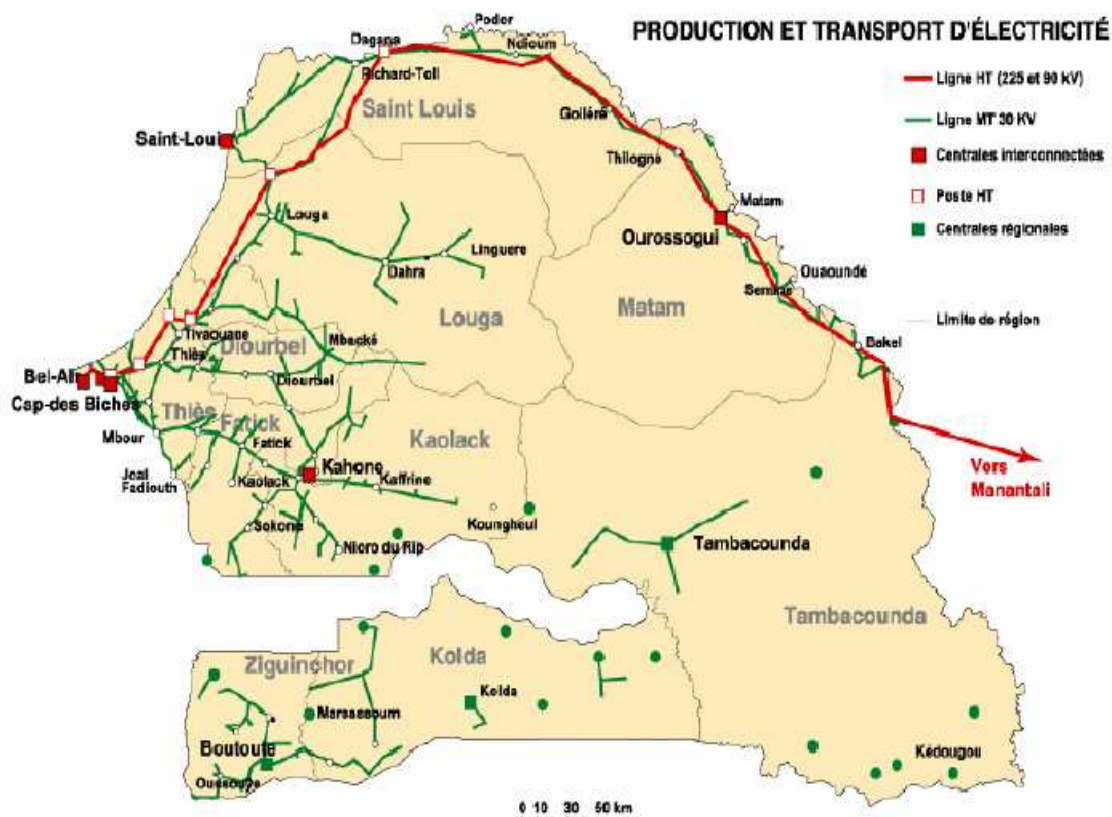
Il existe des installations solaires relativement importantes dans certaines régions : le taux global d'électrification de cette région (solaire et réseau classique) est de 25.6%. Sans le solaire le taux de l'électrification serait seulement de 6,9 %. En effet, cette zone constitue la région-phare en matière d'électrification rurale par voie solaire, car elle a bénéficié, en 2004, d'un équipement de 10 000 systèmes solaires familiaux de 50 Wc au niveau de 297 villages, en plus de la mise en place de 9 centrales solaires de 10 à 40 kWc dans 9 villages dotés de mini réseaux BT.

Configuration du système énergétique national

Tableau 6 : Part de chaque système dans le bilan énergétique

Système énergétique	Postes	Part	Composantes
Biomasse	Consommations finales par type d'énergie	45%	Bois de feu 31% Charbon de bois 14%
	Demande d'énergie	58%	
Produits Pétroliers	Approvisionnement intérieurs par type d'énergie	38%	
	Consommations finales par type d'énergie	44%	Diesel et Gazole 20% Essence 4% Carburateur 12% Fioul 1% Autres produits pétroliers 1%
Energie électrique	Consommations finales par type d'énergie	7%	
Système énergétique	Postes	Part	Composantes
Autres Produits pétroliers	Consommations finales par type d'énergie	10,3%	Charbon minéral 4% GPL 6% Pétrole lampant 0,3%
	Approvisionnement intérieurs par type d'énergie	3,3%	Charbon minéral 3% Gaz naturel 0,3%
Energies renouvelables	Approvisionnement intérieurs par type d'énergie	1,01%	0,01% (solaire 1% (hydroélectricité)

Figure 11 : Carte de localisation des centrales électriques du Sénégal



Indicateurs de vulnérabilité

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
Charbon	
<p>1. Nombre d'exploitations de mines de charbon situées à moins de 1 mètre au-dessus du niveau de la mer et dans une zone susceptible de subir une inondation avec une récurrence</p> <p><i>Le Sénégal ne possède pas de mine de charbon ; la totalité du charbon utilisé est importé par voie maritime.</i></p>	0
Pétrole et Gaz	
<p>1. Part d'installations offshore de pétrole et de gaz susceptibles d'être touchées par une tempête avec des vents de plus de 70m/s au cours des 20 prochaines années (en %).</p> <p><i>Il n'existe pas d'installation offshore au Sénégal.</i></p>	0
<p>2. Proportion/Nombre de raffineries susceptibles d'être touchées par une tempête aux vents de plus de 70 m/s au cours des 20 prochaines années (en %)</p> <p><i>Il existe une raffinerie : la SAR (Société Africaine de Raffinage) située à l'entrée de Dakar, non loin de la côte dans une zone non exposée aux tempêtes.</i></p>	0
Toutes les énergies fossiles	
<p>1. Nombre de centrales thermiques (charbon, pétrole et gaz) situées à moins de 1 mètre au-dessus du niveau de la mer et dans une zone susceptible de subir une inondation dans une période de récurrence de 100 ans.</p> <p><i>La centrale thermique de Cap des Biches, située sur la petite côte à Rufisque est susceptible d'inondation.</i></p> <p><i>La centrale thermique de Kahone a déjà été victime d'inondation⁵ suite à une forte pluie⁶. Une centrale à charbon dont l'installation est programmée à Sendou, sur la petite côte, est en phase d'étude d'impact environnemental.</i></p>	03
Nucléaire	
<p>1. Nombre de centrales nucléaires situées à moins de 1 mètre au-dessus du niveau de la mer et dans une zone susceptible de subir une inondation dans une période de récurrence de 100 ans.</p> <p><i>Le Sénégal prévoit de se lancer dans la production d'énergie électrique à partir du nucléaire civil suite à une déclaration politique en 2006.</i></p>	0

⁵ Situation vécue par l'auteur en 1999

⁶ www.unstats.org

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<p>2. Nombre d'incidents/d'accidents depuis que la centrale a été construite</p> <p>2b. Décrire les incidents les plus pertinents.</p> <p><i>Il n'y pas d'accidents. Il n'existe pas de centrales nucléaires au Sénégal.</i></p>	0
Hydraulique	
1. Variations prévisionnelles des précipitations au cours des 20-50 prochaines années (en %) et/ou probabilité d'inondation dans chaque bassin hydrologique	-17%
<p>2. Nombre de barrages multifonctionnels dans le pays aujourd'hui --Volume d'eau (m3) de chaque barrage</p> <p>b. Décrire le pourcentage d'eau utilisé pour chaque secteur ci-dessous: --Agriculture --Energie --Boisson</p> <p><i>Le barrage de Manantali d'une capacité de 11,5 milliards de m3. Le barrage de Diama est, par contre, un ouvrage anti-sel</i></p> <p><i>(Un barrage anti-sel empêche à la mer de pénétrer à l'intérieur des terres, les rendant impropres à la culture. Néanmoins il permet aussi l'irrigation en double culture. C'est un barrage mobile. En période de crue, il s'ouvre pour assurer l'écoulement normal du fleuve et en période d'étiage il se ferme pour empêcher la remontée des eaux salines.)</i></p>	<p>2</p> <p>Nd Nd Nd</p>
<p>3. Information complémentaire : Volume prévisionnel d'eau issue de la fonte des glaciers (million m3)</p> <p><i>Le Sénégal est un pays situé dans la zone sahélienne. Il n'est pas confronté au problème du dégel des glaciers.</i></p>	0
Indicateurs de Transmission et de Distribution	
<p>1. Longueur des lignes intra-nationales non-souterraines de transmission et de distribution (km)</p> <p><i>La fonction du réseau de transport est d'acheminer l'électricité en haute tension (90 et 225 kV) des centrales où elle est produite vers les centres de consommation. Au Sénégal, Le réseau de transport comprend un réseau national et un réseau supranational.</i></p> <p>1b. Faire la distinction entre les 2 sous-indicateurs suivants :</p> <p>lignes à haut voltage (transmission).....</p> <p>lignes à moyenne tension (MT).....</p> <p>lignes à faible voltage (distribution).....</p> <p><i>Dont 439 km de lignes souterraines, et de 6322 km de lignes aériennes ainsi réparties :</i></p> <p><i>610 km de lignes nues ;</i></p> <p><i>5711 km de ligne en câble pré assemblé</i></p>	<p>327,5kms</p> <p>6827kms</p> <p>6761 kms</p> <p>3511 postes MT/BT et 13 sous stations 30/6.6kV</p>

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<p>1c. Décrire les lignes transnationales éventuelles</p> <p><i>Le réseau transnational comprend :</i> <i>La ligne 225kv Manantali-Matam-Dagana-Sakal-Tobene.....</i> <i>Les Postes de transformation de Matam-Dagana-Sakal.....</i></p> <p>2. Nombre et durée des coupures d'électricité (faire la distinction entre les coupures dues aux intempéries ou à l'équipement et celles dues aux rationnements)</p> <p>2b. Durée moyenne annuelle d'interruption (en h/an)</p> <p><i>Pour le Transport et la Distribution la qualité de service entre 2005 et 2008 se caractérise par un accroissement du nombre d'incidents et de l'END induite</i></p> <p><i>En 2007, l'Energie Non Distribuée par manque de production (délestage et effacement)</i></p> <p><i>Les délestages par manque de combustible</i></p> <p><i>L'END (énergie non distribuée) :</i></p> <p><i>En effet le nombre d'incidents passe de toutes tensions confondues affichant ainsi une hausse</i></p> <p><i>Quant à l'énergie non distribuée en suivant l'évolution jusqu'en 2008 :</i> <i>--Sur le réseau de Dakar, en particulier sur le réseau 6,6 kV, le nombre de perturbations dues aux incidents :</i></p> <p><i>--Cette période correspond aux années de délestage important par manque de production et l'apparition de plusieurs défauts des câbles</i></p> <p><i>--Sur le réseau 30 kV, entre 2005 et 2008, le nombre d'interruptions dues aux incidents a quasiment doublé</i></p> <p><i>--Le taux de croissance moyen des pannes sur les réseaux 6,6 kV et 30 kV :</i></p> <p><i>--Le réseau haut tension, le nombre d'interruptions dues aux incidents :</i></p> <p><i>Voir Annexe 4 pour un tableau qui fournit l'évolution des incidents entre 2005 et 2008.</i></p>	<p>945 kms, 03Postes 225/30kV</p> <p>2006 : 87,5 GWh, 2007 : 58GWh</p> <p>soit -32%</p> <p>-64%</p> <p>2006-46 GWh 2007-17 GWh</p> <p>2006-3979 2007-6810 soit +71%</p> <p>2005 : 6,236 GWh 2008 : 10,372GWh Soit + 66%</p> <p>2005 : 587 2008 : 1792</p> <p>2005 : 1257 2008 : 2219</p> <p>2005 : 16% 2008 : 17%</p> <p>2005 : 150 2008 : 126 Soit -16%</p>
<p>3. Part de l'énergie distribuée nécessitant un transport régional de plus de 50 km (en %) :</p> <p><i>10% d'énergie produite en électricité à partir de la centrale hydroélectrique de Manantali</i></p>	<p>36,66%</p>

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
3b. % du transport d'énergies fossiles..... Energies fossiles : --La puissance totale installée pour la production d'énergie fossile en 2009..... --La puissance totale installée, toute énergie confondue --Avec une puissance en énergie fossile assignée.....	90,8% 592,84 MW 658,84 MWh 548,78 MW
3c. % du transport de biomasse Biomasse --La part de puissance produite avec la biomasse.....	0% 0 MW
Biomasse 1 Part de la biomasse utilisée à des fins énergétiques (%) dans la production totale de biomasse <i>Toute la biomasse est utilisée pour produire de la chaleur, soit 45 % des 2303 ktep consommés au Sénégal en 2006.</i> <i>Le pourcentage d'utilisation de la biomasse pour produire l'électricité est nulle (0%).</i>	45%
2 Variations prévisionnelles des précipitations dans les 20 – 50 prochaines années (%) <i>Dans une étude de PANA Sénégal, 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.</i> <i>Une analyse récente de la situation de base pluviométrique portant sur le transect Est (Malou R. 2002; Malou R. 2004) a permis de définir les bases futures de la variable pluviométrique à l'est du pays (stations de Kolda et Bakel) où les modèles prédisent les changements les plus importants. Elle montre la présence de deux phases dans l'évolution climatique passée du pays :</i> <i>Une première phase (1) qui va du début du siècle aux années 1960/1970. Elle correspond à une certaine stabilité pluviométrique bien que marquée par une grande variabilité inter-annuelle des précipitations. La courbe des moyennes mobiles pondérée sur cinq ans est de type stationnaire, oscillant autour d'une valeur moyenne proche de 1200 mm au sud (Kolda) contre 500 mm à l'est (Bakel). Il s'agit d'une période pouvant être considérée comme la référence climatique humide au vu de l'évolution ultérieure des précipitations.</i> <i>La deuxième phase (2) va des années 1970 aux années 1990. Elle est une période d'instabilité climatique, fortement marquée par une baisse continue, des précipitations. Elle a vu s'installer, au Sahel, une forte sécheresse ayant conduit à l'actuel déficit hydrologique.</i>	+17% ⁷

⁷ (McSweeney) country profiles

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul																					
<p><i>Une troisième phase (3), dont il est encore prématuré d'affirmer l'existence, s'individualise à partir de la décennie 1990. Elle prélude, en cas de persistance, l'installation d'une phase d'abondance pluviométrique, ce qui tendrait vers l'affirmation de cycle d'évolution pluviométrique. L'évolution de cette dernière phase est importante pour le cours des prochaines décennies. Elle devrait permettre une avancée significative dans la modélisation du processus climatique. Dans l'éventualité d'un retour à une pluviométrie normale, l'on tendrait vers la mise en place de cycles pluviométriques dont il importerait alors de déterminer la périodicité. Enfin, on note une importance relative de la baisse des précipitations au sud du pays.</i></p>																						
<p>Information complémentaire : Probabilité d'une augmentation de la température au-delà de la limite de tolérance biologique à la chaleur pour les principales sources de biomasse dans les 20 prochaines années (en %)</p>	+2,06%																					
Eolien																						
<p>1. Nombre de turbines éoliennes situées à moins d'un mètre au dessus du niveau de la mer</p> <p><i>Il n'existe pas actuellement de centrales éoliennes au Sénégal. Un projet de centrale éolienne de 15 MW, localisée près de Saint-Louis (Au nord du Sénégal) est à l'étude.</i></p>	0																					
<p>2. Variation prévisionnelle de la vitesse moyenne des vents dans les 20 prochaines années, d'après les modèles climatiques régionaux (en %).</p> <p><i>Il existe une cartographie des vents sur la cote nord qui montre l'existence d'un potentiel éolien dont la vitesse des vents varie de 6m par seconde⁸</i></p> <p><i>Un projet similaire s'effectue aussi à Gandon (au nord du Sénégal). Il y est prévu l'installation d'une éolienne de 10MW.</i></p>	nd																					
Solaire																						
<p>1. Capacité des installations solaires déjà en place (m2) (photovoltaïque)</p> <p>2315,06 kWp⁹</p> <p>Répartition des</p> <table border="1" data-bbox="293 1283 1045 1602"> <thead> <tr> <th>Type d'équipements</th> <th>Puissance installée kWc 2005</th> <th>Année 2006</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Centrales PV</td> <td>350</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pompage PV</td> <td>393,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Système Communautaire</td> <td>270,86</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Systèmes Individuels</td> <td>841</td> <td>145</td> </tr> <tr> <td>Télécommunications</td> <td>315</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>2315,06</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Sources : Enda, 2007</p> <p><i>La puissance totale installée en énergie solaire photovoltaïque (PV) est de 2,3 MWc soit, un ratio de 0,47 % part rapport à la puissance totale installée du Parc de production publique.</i></p> <p><i>Solaire thermique : Son utilisation n'est pas encore répandue au Sénégal.</i></p>	Type d'équipements	Puissance installée kWc 2005	Année 2006	Centrales PV	350		Pompage PV	393,2		Système Communautaire	270,86		Systèmes Individuels	841	145	Télécommunications	315		Total	2315,06		
Type d'équipements	Puissance installée kWc 2005	Année 2006																				
Centrales PV	350																					
Pompage PV	393,2																					
Système Communautaire	270,86																					
Systèmes Individuels	841	145																				
Télécommunications	315																					
Total	2315,06																					

⁸ Source ASER (Atlas éolien de la grande cote du Sénégal)

⁹ Source ASER 2007

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
2. Augmentation prévisionnelle de la température (pertinente pour la capacité des cellules PV) dans les 20 prochaines années (en °C)	6,11%
3. Information complémentaire : Variation prévisionnelle des précipitations et de la couverture nuageuse dans les 20 prochaines années (en %)	14,5%

Résilience des systèmes énergétiques

Indicateurs de capacité	Calcul
Indicateurs de capacité de mise en œuvre	
1. Formation domestique de capital (million USD par an) 2. . épargne domestique (million USD par an)	2612 ¹⁰ 812,9
2. Investissement domestique dans les énergies renouvelables (million USD par an). <i>Il existe dans le monde rural pour l'ensemble du pays 850 kWp de puissance installée en termes d'équipements contrôlés par l'ASER</i>	0
3. Nombre d'ingénieurs diplômés par an en pourcentage de la population totale. <i>Le Sénégal est en effet crédité par l'UNESCO, en terme de nombre d'ingénieurs</i>	342/million d'habitants soit 0,04%
4. Disponibilité de cartes des zones à risques d'inondations/de sécheresse <i>Il existe d'un système national d'information géographique. Le Sénégal dispose d'un système d'information environnemental (SIE) au niveau du Centre de Suivi Ecologique (CSE) qui gère une base de données sur les statistiques environnementales. Le CSE dispose de cartes écologiques et de photos satellitaires montrant les différents types de végétation et les atteintes à l'environnement</i>	Oui
5. Existence et mise en application de consignes de localisation et de construction de centrales prenant en compte le changement climatique. <i>L'essentiel des centrales thermiques du Sénégal sont construites le long de la côte à Dakar et Cap des Biches situées à 25 km de Dakar ; elles sont sous la menace de l'érosion côtière et nécessitent une protection. Les centrales de production régionale sont alimentées par des forages et restent éloignées des côtes pour deux régions du pays ; il faut cependant retenir que la centrale nouvelle de Kahone est située à l'intérieur du Sénégal, à environ 2 ou 3 km du bras de mer, à Kaolack, et a été victime d'inondations en 2001.</i>	Oui

¹⁰ Source BCEAO, 2006

Indicateurs de capacité	Calcul
<p>6. Existence de plans d'urgence pour réagir aux phénomènes météorologiques extrêmes et disponibilité d'équipes locales de secours et de reconstruction.</p> <p><i>Un plan national d'organisation de secours, ou plan ORSEC, existe depuis 1993, régi par le décret 93-1288 du 18 Novembre Depuis 2007, un plan de contingence nationale de gestion des catastrophes naturelles est en préparation pour le remplacement du Plan ORSEC.</i></p>	Oui
<p>7. Disponibilité locale de programmes d'assurance.</p>	Non
<p>8. Existence de groupes de citoyens-utilisateurs dans la structure de gouvernance énergétique (mise en application d'une prise de décision participative).</p> <p><i>Association de défense de l'électricité et du téléphone (ADETEL) et Association des consommateurs sénégalais (ASCOSEN) Ces associations de défense des droits des consommateurs participent à l'orientation de leurs membres dans leur choix politique pour des candidats dont les programmes protègent les consommateurs. Elles reprennent à leur compte les calculs de tarification et font des analyses de produits alimentaires avec l'aide de laboratoires pour en vérifier la conformité.</i></p>	Oui
Charbon, Pétrole, Gaz, Uranium et Centrales nucléaires	
<p>1. Existence et utilisation de cartes de localisation pour les exploitations minières et les centrales, prenant compte des zones à risques de tempêtes, d'inondations et de sécheresses.</p> <p><i>L'exploitation minière (or) vient de commencer en Novembre 2008 dans la région de Kédougou. Il existe des cartes représentant les centrales électriques à travers tout le territoire.</i></p>	Oui
<p>2. Mise en œuvre de réglementations nationales pour localiser les centrales thermiques dans des sites disposant d'une source d'eau de refroidissements suffisants pour les 50 prochaines années.</p> <p><i>La réglementation est basée sur le code de l'Environnement du Sénégal (2001) à travers l'Etude d'Impact Environnemental et sur la police de l'eau. Au Sénégal les installations classées pour la protection de l'environnement sont soumises à autorisation. Cette autorisation est obligatoirement subordonnée à leur éloignement, sur un rayon de 500 m au moins, des habitations, des immeubles habituellement occupés par des tiers, des établissements recevant du public et des zones destinées à l'habitation, d'un cours d'eau, d'un lac, d'une voie de communication, d'un captage d'eau.</i></p>	Non
Hydraulique	
<p>1. Existence d'un programme d'optimisation du fonctionnement des centrales hydroélectriques tenant compte des variations prévisibles des débits hydrauliques.</p> <p><i>La politique énergétique prévoit de renforcer la coopération sous-régionale (l'OMVS et de l'OMVG) dans le cadre de la promotion des centrales hydroélectriques en partenariat avec la République de Guinée sur des les futures centrales hydroélectriques de Félou, Gouina ? Sambangalou et Kaleta, respectivement pour une puissance installée de 60MW, 140MW, 120MW, 200 MW, entre 2011 et 2013.</i></p>	Oui

Indicateurs de capacité	Calcul
<p>2. Nombre de barrages équipés de portes de désensablage et/ou nombre de programmes d'aménagement des sols en amont et de canalisation des eaux pour chaque installation hydroélectrique</p> <p><i>Il est prévu un programme de canalisation et de traitement des eaux de l'installation de Manantali : travaux de réhabilitation des équipements hydromécaniques du barrage de Manantali et de rénovation de la station de traitement d'eau ; en outre des études menées par l'OMVS avaient été réalisées sur une partie de la vallée où il n'y avait pas encore de périmètres irrigués. Elles ont émis des conclusions, entre autres, sur l'influence pour la recharge de la nappe et sur l'effet de l'alimentation, ce qui sert de référence aux programmes de réaménagement.</i></p>	02
Biomasse	
<p>1. Budget alloué à la recherche, au développement et à la dissémination de variétés de semences résistantes à la chaleur et à la sécheresse, aux agro-carburants, aux résidus agricoles destinés à des fins énergétiques, à la vulnérabilité des forêts (million USD/an).</p> <p><i>L'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) est le centre qui s'occupe de recherches sur les semences et e dispose que d'un budget de fonctionnement qui lui permet de faire face à la charge du personnel, pour le reste le budget des recherches est issu de financement variable de bailleurs de fond.</i></p>	14.910.047,78 USD/an
<p>2. Utilisation nationale de combustibles de biomasse habituellement négligés par les entreprises privées et les coopératives (% du combustible total).</p> <p><i>Le Sénégal ne s'est pas encore doté de centrale biomassique, cependant une centrale de production d'énergie de 20 MW est en cours pour la gazéification du typha, plante aquatique envahissante au niveau du fleuve Sénégal.</i></p>	Non
<p>3. % de ménages utilisant un foyer amélioré dans l'ensemble des ménages utilisant un four à bois/charbon de bois.</p> <p><i>27% des ménages utilisent des foyers améliorés, le Gouvernement Sénégalais a réalisé la diffusion de plus de 19 000 unités de foyers améliorés (LPDSE 2003)</i></p>	27%
Eolien	
<p>1. Existence et mise en application de réglementations nationales exigeant que les éoliennes soient construites pour résister aux vitesses des vents les plus élevées prévues dans le pays.</p> <p><i>Un cadre réglementaire pour la promotion des énergies renouvelables est en cours et devrait favoriser l'émergence d'un dispositif de suivi efficace de réglementation des équipements éoliens dans le cadre du branchement au Réseau Interconnecté (RI)</i></p>	Non
<p>2. Existence de cartes de localisation détaillant les variations prévues de la vitesse des vents, la localisation des plaines d'inondation et les zones affectées par la montée des mers</p> <p><i>Un atlas éolien de la grande côte nord du Sénégal est réalisé en 2002 pour le ministère de l'énergie du Sénégal, les vitesses sont en moyenne de 4 à 6m /s. Dans le plan de contingence nationale qui remplace le plan de secours, des études sont menées sur les catastrophes naturelles telles que les inondations et les zones d'occurrence.</i></p>	Non

Indicateurs de capacité	Calcul
Solaire	
1. Existence de cartes détaillant les variations prévues de la couverture nuageuse. <i>Il existe des cartes de prévision des couvertures nuageuses indiquant les zones fortement nuageuses à faiblement nuageuses.</i>	Oui
2. Existence et mise en application des réglementations nationales exigeant la preuve que les centrales à concentration d'énergie solaire soient construites pour résister aux vitesses des vents les plus élevées prévues dans le pays. <i>Il n'existe pas de réglementation nationale prête à appliquer ; un cadre réglementaire et juridique est en préparation pour la promotion des énergies renouvelables et la maîtrise d'énergie.</i>	Non

Conclusions et recommandations

Conclusions de l'étude

L'énergie est un secteur transversal. La crise énergétique vécue par le Sénégal en est une preuve. Celle-ci a résulté en une paralysie, par moments, du secteur des services et du secteur résidentiel qui consomment plus de 75% de l'électricité distribuée en basse tension. Cependant l'insuffisance de politiques énergétiques tenant compte des disponibilités énergétiques internes, telles que les énergies éoliennes, solaires, et une forte consommation de la biomasse (bois et charbon de bois), les chocs externes, et l'instabilité du cours du baril de pétrole ont fini par installer le secteur dans une précarité permanente.

A l'entame du rapport, notre préoccupation était d'analyser le système énergétique du Sénégal pour déterminer la vulnérabilité et la résilience y afférente en se fondant sur les indicateurs de vulnérabilité développés dans le cadre du projet VAR. Ces indicateurs ont permis de déterminer les vulnérabilités énergétiques les plus pertinentes :

- Plan environnemental par rapport à la dépendance à la biomasse (58%).
- Plan économique, plus de 53,7% des revenus des exportations du pays servent à couvrir l'approvisionnement en produits pétroliers.
- Plan technique, du fait d'un mode de production d'électricité à 90% thermique (non diversification du bouquet énergétique). A cela, s'ajoute l'insuffisance des capacités de stockage due à la fois à la faiblesse des infrastructures de réception des produits pétroliers et de la capacité de raffinage.
- Au plan social, du fait du faible taux d'accès des populations aux services énergétiques modernes et du faible niveau de consommation énergétique (0,2 tep). On remarque aussi une concentration des infrastructures dans les zones

urbaines au détriment des zones rurales et péri-urbaines en ce qui concerne l'énergie moderne.

- Au plan institutionnel : la non-application des politiques et mesures retenues pour faire évoluer le système énergétique. L'élimination de la subvention du gaz butane pourrait aussi renverser la vulnérabilité du secteur de la biomasse. Le cadre réglementaire de promotion des énergies alternatives n'est pas encore prêt pour permettre l'exploitation du potentiel d'énergies renouvelables. En effet, aux coûts actuels, il faudrait un million de dollars pour produire un mégawatt de puissance à partir des technologies d'énergie renouvelable contre 0,3 à 0,5 million de dollars pour la même production à partir d'énergie thermique.

Concrètement, les nombreuses vulnérabilités d'ordre économique, environnemental, technique, social et civique ont fragilisé le système énergétique, ce qui se traduit par des réponses inadéquates aux chocs exogènes des années 2003 à 2008.

Recommandations et suggestions de politiques et mesures nationales (P&MN)

Pour accroître la résilience du système énergétique sénégalais, les mesures suivantes peuvent être suggérées :

Environnemental et biomasse

- Gestion viable de la forêt par la valorisation énergétique des plantes envahissantes en combustibles de cuisine utilisés dans des foyers améliorés et par la promotion d'aménagements forestiers participatifs.

Economique

- Promotion de micro-finance de proximité pour le financement d'équipements solaires destinés à l'éclairage, à la production domestique de chaleur et à la climatisation dans le secteur résidentiel qui consomme 75% de l'énergie produite par SENELEC ;
- Instaurer une politique de reconfiguration de l'éclairage public par le solaire dans 30% des communes et communautés rurales ;
- Le renforcement de la coopération régionale dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique ;
- Le renforcement des capacités de stockage du gaz GPL et des hydrocarbures par la réalisation d'infrastructures nécessaires à la baisse des coûts d'approvisionnement de manière structurelle.

Sources de production

- Aménagement de réservoirs de rétention dans le cas des barrages pour la maîtrise des plans d'eau et du niveau des crues ;
- Etablir et actualiser une cartographie des vents avec un modèle robuste d'estimation sur de longues durées ;

- Baisse des taxes pour les appareils éco-énergétiques et pour le matériel solaire ;
- Cartographie du plan d'aménagement de toutes les centrales fossiles et hydrauliques, y compris les centrales de production privée, GTI et Kounoune Power.

Bibliographie

- ANSD. (2007). Situation économique et sociale du Sénégal. Dakar.
- ASER. (2007)
- BCEAO. (2006)
- CSE. (2005). Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal.
- DE. (2008). Dakar.
- DPEE. (2007). Dakar.
- DPEE. (2008). Sénégal ,Bilan financier. Dakar.
- DSRP. (2006).
- Human Development Report 2007-2008
http://hdrstats.undp.org/fr/countries/data_sheets/cty_ds_SEN.html
- LPDSE. (2008). Lettre de politique du secteur de l'énergie. Dakar.
- McSweeney, C. (s.d.). Consulté en 2009, sur <http://country-profiles.geog.ox.ac.uk>
- Météorologie, Service Sénégal
- Ministère de la Santé Sénégal ; Annuaire Statistique
- Niang-Diop. (1995). Evolution de ligne de rivage à Saint Louis.
- PANA. (2006). Plan national d'adaptation. Dakar, Senegal.
- PNUD. (2007). index.php. Récupéré sur www.populationdata.net.
- Senelec. (2009). Bilan.
- SIE. (2007). Systemed'information géographique.
- Statistiques mondiales ; <http://WWW.statistiques-mondiales.com>
- Thioye, S. (2005). Etude de la demande en heure de pointe. Dakar.
- ww.arcmad.ne, A. C. (s.d.). ww.arcmad.ne. Récupéré sur African Centre of Meteorological Application for development.
- www.unstats.org. (s.d.). Consulté le 2009

Annexe 1 : Puissance assignée et puissance installée

Site	Nom de la centrale	Groupes	Date d'installation	Type de combustible	P. installée (MW)	P. Assignée Brute (MW)
Manantali	MANANTAL I-SEN	Manantali	2002		66	60
Bel-air diesel	C1 DIESEL	G105	1990	Fuel	5	0
		G106	1990	Fuel	5	4
	C6 Wartsila	G601	2006	Fuel	16.45	15.95
		G602	2006	Fuel	16.45	15.95
		G603	2006	Fuel	16.45	15.95
Cap des biches	C4 DIESEL	G401	1989	Fuel	21	18
		G402	1989	Fuel	21	18
		G403	1997	Fuel	23	18
		G404	2003	Fuel	15	15
		G405	2003	Fuel	15	15
St Louis	SAINT LOUIS	G82	1979	Fuel	3	2,5
		G83	1979	Fuel	3	0
Cap des biches	C3 VAPEUR	G301	1966	Fuel	27,5	20
		G302	1976	Fuel	30	18
		G303	1978	Fuel	30	20
Cap des biches	C3 TAG	TAG2	1984	Diesel	20	18
		TAG3	1995	Kérosène	24	20
Bel-air	C2 TAG	TAG4	1999	Diesel	36,5	30
IPP Kounoune	Kounoune Power	KP	2007	Diesel	67.5	67.5
Kahone	Kahone 2	G701	2008	Diesel	16.45	15
		G702	2008	Diesel	16.45	15
		G703	2008	Diesel	16.45	15
		G704	2008	Diesel	16.45	15
IPP Cap des Biches	GTI	GTI	2000	Naphta	52	50

Annexe 2 : Electrification rurale

Les tableaux suivants montrent l'évolution du taux d'électrification entre 2000 et 2006

Tableau 1 : Evolution du taux d'électrification nationale

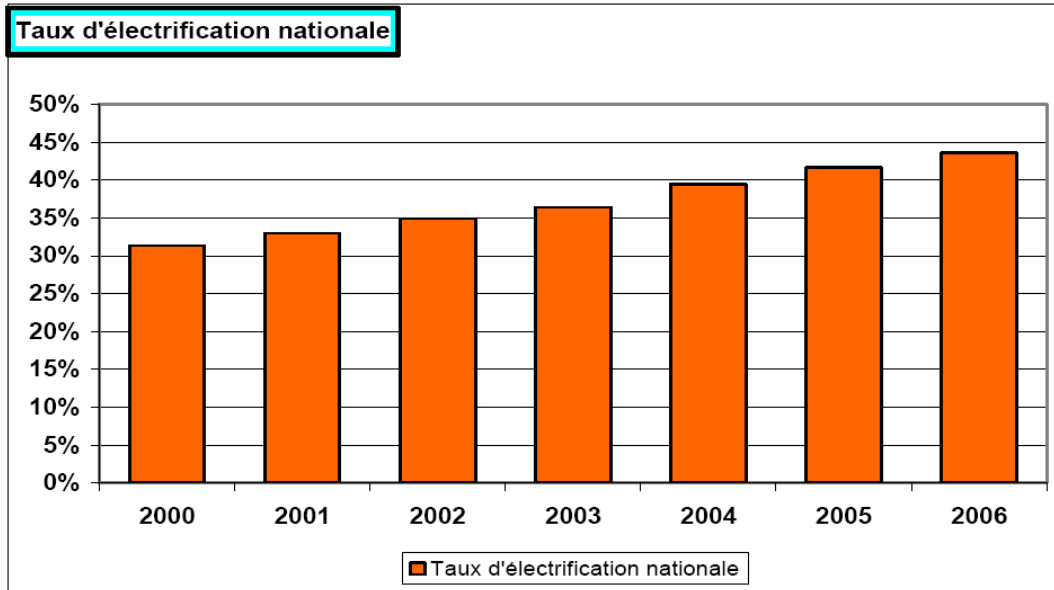


Tableau 2: Evolution du nombre de ménages ruraux et du taux d'électrification rurale

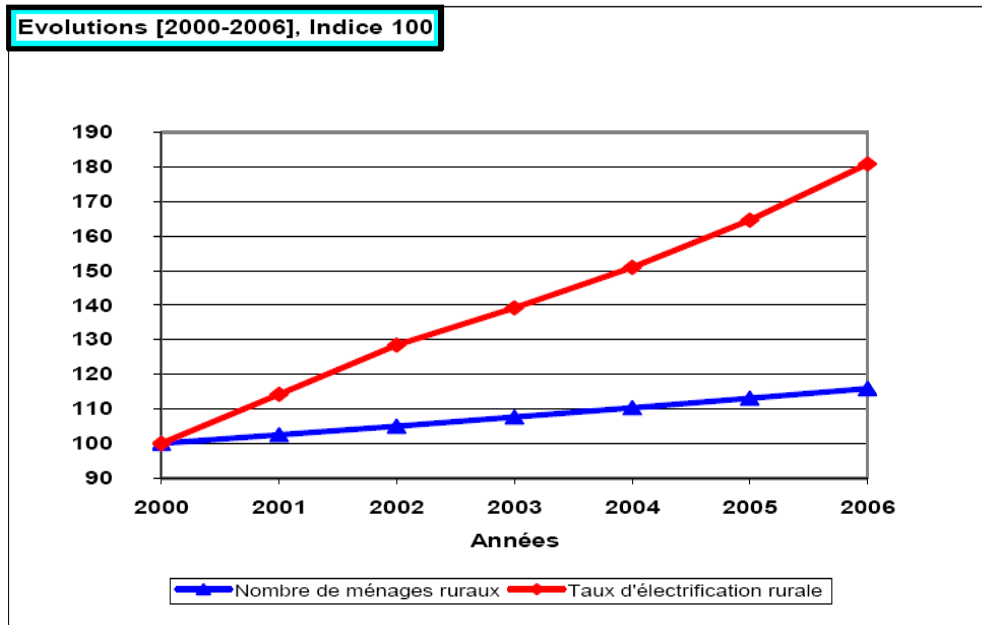
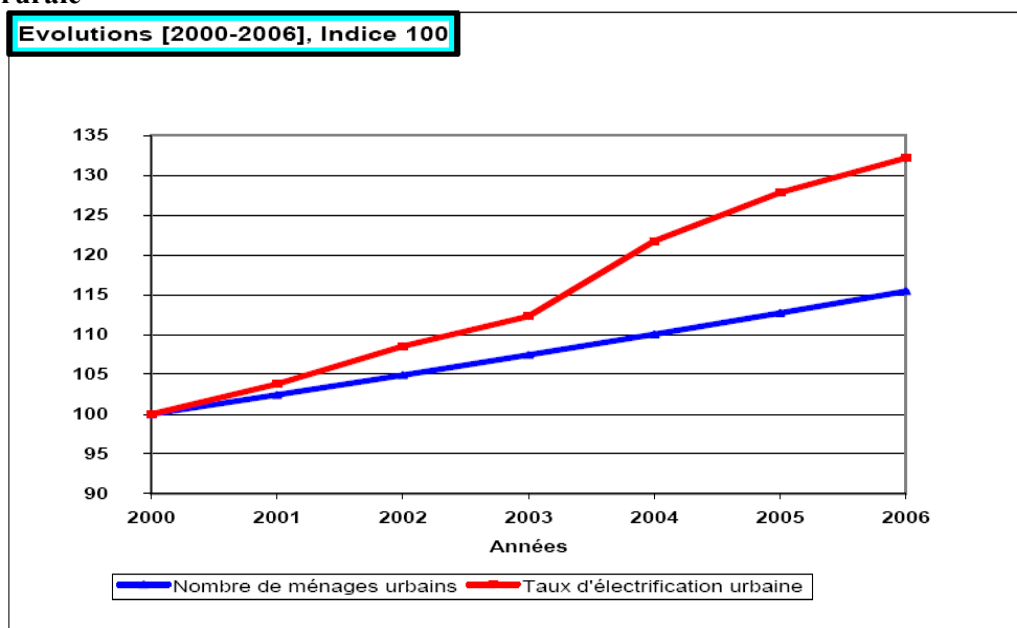


Tableau 3 : Evolution du nombre de ménages urbains et du taux d'électrification rurale

On constate que l'évolution du taux d'électrification par rapport à celui du nombre de ménages est plus marquée en zone rurale (respectivement 63% et 12%, en 2006) qu'en zone urbaine (respectivement 27% et 12 %, en 2006).

Annexe 3 : Précipitation et températures en degrés Celsius

Tableau 1 : Précipitations moyennes (mm)

Mois	Dakar	St-Louis	Zig.
Janvier	0	1	1
Février	0	1	0
Mars	1	0	0
Avril	1	0	0
Mai	1	1	10
Juin	14	7	125
Juillet	88	44	360
Août	250	160	530
Septembre	163	100	361
Octobre	45	29	150
Novembre	5	2	8
Décembre	6	3	1

Tableau 2 : -Niveau de Précipitation moyenne des principaux points pluviométriques de zones agro écologiques représentatives

Année	Hauteur de pluies en mm
1990	750
1991	593
1992	576
1993	448
1994	554
1995	669
1996	642
1997	609
1998	593
1999	613
2000	849
2001	737
2002	658
2003	509
2004	762
2005	613
2005	750
2007	675

Tableau 3 : Températures

Mois	Dakar	Saint Louis	Ziguinchor
Janvier	23	22	24
Février	23	22	26
Mars	23	22	27
Avril	23	22	28
Mai	24	23	29
Juin	27	26	29
Juillet	28	28	27
Août	28	28	27
Septembre	28	28	27
Octobre	28	28	28
Novembre	27	27	24
Décembre	24	23	27

Annexe 4 : Evolution des incidents entre 2005 et 2008

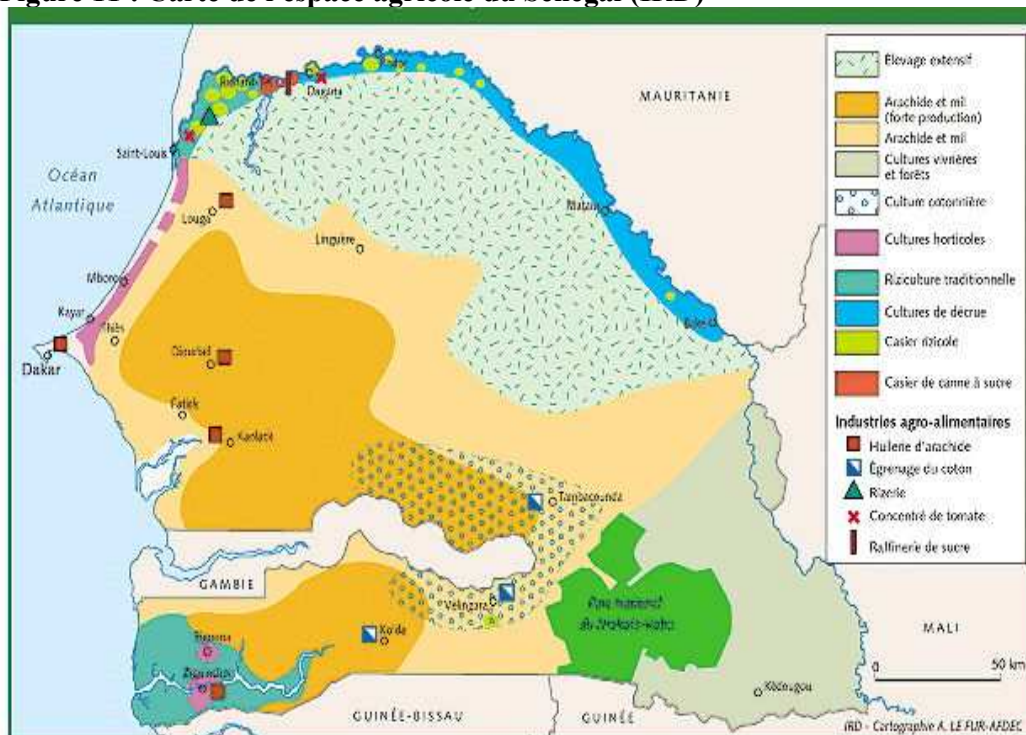
	2005		2006		2007		2008	
	Nbre	END (GWh)	Nbre	END (GWh)	Nbre	END (GWh)	Nbre	END (GWh)
6,6 Dakar	587	720	664	1 615	2 093	2 737	1 792	2 330
30 kV Dakar	1 257	2 694	1 432	2 713	1 772	5 088	2 219	4 317
Sous Total Dakar	1 844	3 414	2 096	4 328	3 865	7 825	4 011	6 647
6,6 kV Régions	316	264	40	55	89	129	29	54
30 kV Régions	1 669	2 371	1 331	2 552	2 151	4 571	2 644	3 508
Sous Total Régions	1 985	2 635	1 371	2 607	2 240	4 699	2 673	3 563
90 kV	150	186	158	209	175	890	126	163
Total	3 979	6 236	3 625	7 144	6 280	13 414	6 810	10 372

Annexe 5 : Vulnérabilité agricole selon PANA Sénégal, 2006

Sur le plan agricole, le Sénégal dispose de ressources en sols non négligeables qui s'élèvent à 3,8 millions d'hectares, soit 385 ha pour 1000 habitants. Ces ressources sont largement supérieures aux moyennes africaine et mondiale qui sont respectivement de 86 et 73 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. Ce sont la région du Fleuve, les Niayes, la partie Nord du Bassin arachidier et le Ferlo.

L'espace agricole est dominé par la culture de l'arachide et du mil dans le bassin arachidier, suivi de l'élevage extensif en zone sylvopastorale. Les cultures vivrières et forêts du Sud-Est viennent ensuite et précèdent les cultures de décrue, le long de la vallée du fleuve Sénégal, et la zone de culture du coton qui épouse les contours de la moitié Est du territoire gambien. La riziculture traditionnelle se localise dans le bassin versant du fleuve Casamance, tandis que les cultures irriguées sous forme de périmètres sont localisées dans le Delta et la Moyenne vallée du fleuve Sénégal et dans la cuvette de l'Anambé au Sud. Les cultures irriguées horticoles sont principalement localisées dans la zone des Niayes.

Figure 11 : Carte de l'espace agricole du Sénégal (IRD)



Ainsi malgré ses fortes potentialités, l'agriculture sénégalaise reste tributaire de la pluviométrie et des études récentes ont montré que la pluviométrie a globalement baissé de 35 % en quantité avec une diminution de la durée de la période pluvieuse et

une baisse de la fréquence des jours de pluie entre la période 1950-1965 et la période 1970-1995 (Diagne, 2000).

Dans une étude globale de la végétation, (Tappan et al., 2000) cités par Tieszen et al. (2004) ont comparé des conditions de la végétation ligneuse sur 300 sites entre 1982-1984 et 1994-1997. Ils ont trouvé que la combinaison de la sécheresse et de la diminution à long terme de la pluviométrie a significativement affecté la végétation ligneuse sur les 2/3 nord du Sénégal. Ils ont enregistré des taux de mortalité modérés à élevés parmi les espèces les moins lignifiées et des taux de mortalité extrêmement élevés parmi les espèces les plus lignifiées, dans le Ferlo ferrugineux cuirassé au Nord-Est. Ce constat biologique à partir de la végétation ligneuse concorde bien avec les données climatiques récentes qui vont dans le sens d'une aridification du climat.

L'augmentation des températures et la diminution de la quantité des pluies auront comme première conséquence une augmentation de la demande en eau des végétaux dont le déficit s'aggraverait. 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. La richesse spécifique a été réduite de 30 %.

Tableau 5 : Evolution du mode de production

