



Systemes énergétiques : Vulnérabilité – Adaptation – Résilience (VAR)

2009

Région étudiée : Afrique sub-saharienne

Mali



Rapport rédigé par :
Cheick Ahmed SANOGO

Email :
Nosa_159@yahoo.fr

Ce projet a été rendu possible en partie grâce au financement de :



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

et

gtz



On behalf of
Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

Résumé

Vulnérabilité – Adaptation – Résilience voici un triptyque dont toute réflexion, toute démarche en termes de développement local ou global doit tenir compte. Cette préoccupation devient un passage obligé pour des pays tels que le Mali qui se caractérisent par une économie essentiellement agropastorale (donc tributaire des aléas climatiques), des systèmes de santé et d'éducation assez faibles, des systèmes énergétiques fortement dépendants de l'extérieur en termes d'investissements. Le Mali est pauvre sur le plan énergétique, car ne dispose pas de ressources pétrolières. La principale source d'énergie est la biomasse-énergie. L'extrême pauvreté de la population ne permet pas leur accès aux formes modernes d'énergie. En outre, l'évolution du contexte mondial, qui se caractérise ces dernières décennies, sous la houlette de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), par une série de mesures visant à réduire les barrières tarifaires et les entraves au libre échange, accélérant ainsi les phénomènes de libéralisation des échanges et de globalisation des économies et la récente flambée des prix du pétrole fragilisent davantage la situation globale du pays. Cette situation hypothèque fortement les efforts entrepris et donne le sentiment d'un éternel recommencement.

La crise financière actuelle affaiblira fortement les pays pauvres et entrainera un tarissement des flux des capitaux. Les changements climatiques et leurs impacts néfastes sur les systèmes de production n'arrangeront pas la situation. Ces pays seront aussi vulnérables qu'ils l'ont toujours été dans leur histoire.

Il est à craindre de grands mouvements de mécontentement des populations qui risquent de déstabiliser beaucoup de ces pays.

L'initiative de HELIO International de faire réfléchir les nationaux sur ces enjeux fondamentaux est salutaire, car elle contribue à la mise en lumière de recommandations susceptibles de rendre la situation viable, notamment pour le secteur énergétique.

Le présent rapport sur le Mali tente de mettre en lumière les principales vulnérabilités du système énergétique national et propose une série de recommandations pour son renforcement et son adaptation. Il est évident qu'il ne peut prendre en compte toutes les vulnérabilités, ni proposer toutes les solutions pour le pays. Il se veut être une contribution à l'effort général.

Les recommandations formulées portent sur les voies et moyens susceptibles d'atténuer la vulnérabilité des systèmes de production, de transport et de distribution d'énergie et d'en renforcer la résilience. Elles sont d'ordre technique, économique, social, environnemental, institutionnel et politique.

A court terme il s'agira de:

1. planifier la réalisation des ouvrages en tenant compte des aléas climatiques, notamment pour les centrales hydroélectriques ;
2. assurer la sécurité des systèmes de transport d'électricité ;

3. sécuriser l'approvisionnement du pays en produits pétroliers ;
4. assurer la flexibilité de la production d'électricité ;
5. promouvoir la production d'électricité décentralisée.

A long terme il s'agira de:

1. élaborer et mettre en œuvre une politique volontariste de maîtrise et d'économie d'énergie ;
2. assurer une veille proactive sur l'équilibre Offre/Demande du système électrique ;
3. intensifier les méthodes de gestion rationnelle pour le bois-énergie ;
4. promouvoir la recherche et le développement, la formation et l'encadrement des acteurs ;
5. promouvoir les petites et moyennes entreprises dans le secteur de l'énergie et le transfert de technologie ;
6. améliorer la gouvernance du secteur de l'énergie ;
7. accroître la part du budget national dans la réalisation des infrastructures énergétiques.

Sommaire

Résumé.....	2
Sommaire	4
Informations sur le rapporteur.....	5
Liste des abréviations	6
Description générale du pays	7
Aspects géographiques et climatiques	7
Aspects économiques.....	8
Aspects sociaux.....	10
Les principales vulnérabilités du Mali	14
Environnement	14
Economie	14
Civique (gouvernance & régulation).....	15
Les indicateurs généraux de la vulnérabilité du Mali	15
Secteur de l'environnement	15
Secteur économique.....	16
Secteur technique.....	17
Secteur social.....	18
Secteur gouvernance : évolution de la propriété foncière.....	19
Situation énergétique	19
Situation actuelle.....	19
Les sources d'énergie primaire	20
La demande d'énergie.....	20
L'offre d'énergie et les contraintes.....	21
Les difficultés d'approvisionnement	24
Les problèmes d'écoulement.....	24
La coopération bilatérale ou internationale.....	25
Le système énergétique national.....	26
Système de la biomasse	27
Système des hydrocarbures.....	28
Les énergies renouvelables (EnR).....	28
Système électrique.....	28
Vulnérabilité des systèmes énergétiques.....	30
Résilience des systèmes énergétiques	35
Recommandations /suggestion de politiques et mesures.....	38
A court-terme.....	39
A long-terme.....	40
Bibliographie.....	42

Informations sur le rapporteur



M. Cheick Ahmed SANOGO est actuellement le Chef de la Division Etudes Générales et Planification de la Direction Nationale de l'Energie du Mali.

M. Sc. en Technologie et Process, spécialité Technologie des Substances Inorganiques et Problèmes Energétiques et de Pollutions de l'Industrie avec 27 ans d'expérience professionnelle, dont 17 ans dans le domaine de la formulation et de la gestion de programmes et projets d'énergie. Il a également travaillé dans le domaine des stratégies et planifications énergétiques, du renforcement des capacités des acteurs des filières énergétiques, de la recherche appliquée et la promotion de technologies porteuses en énergie domestique dans le cadre de Projets / Programmes (co-) financés par des bailleurs internationaux : Banque Mondiale, Fonds Mondial pour l'Environnement, Programme des Nations Unies pour le Développement, US AID et CILSS (21 ans). Il a également travaillé dans le domaine de l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux des actions de diffusion des équipements énergétiques, l'établissement des bilans énergétiques.

M. Sanogo est le point focal de nombreux programmes sous régionaux (Programme Biomasse Energie de l'UEMOA, Projet Energie Domestique et Alternative au Sahel du CILSS, CRETAS de Enda, etc.).

Liste des abréviations

AMADER	Agence Malienne pour l'Energie Domestique et l'Electrification Rurale
AUREP	Autorité pour la Promotion de la Recherche Pétrolière
BID	Banque Islamique de Développement
BT/MT	Basse Tension/Moyenne Tension
BOOT	Built Own Operate and Transfer
CMDT	Compagnie Malienne de Développement des Textiles
CREE	Commission de Régulation de l'Electricité et de l'Eau
CSCRP	Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté
DNE	Direction Nationale de l'Energie
DNACPN	Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle de la Pollution et des Nuisances
DNCN	Direction Nationale de la Conservation de la Nature
EDM	Energie du Mali
EnR	Energies Renouvelables
ER	Electrification Rurale
FER	Fonds d'Electrification Rurale
GdM	Gouvernement du Mali
ktep	Millier de tonnes équivalent pétrole
kWh	Kilowattheure
LPSE	Lettre de Politique Sectorielle de l'Energie
LPSEE	Lettre de Politique Sectorielle de l'Energie et de l'Eau potable
MEIC	Ministère de l'Economie de l'Industrie et du Commerce
MEME	Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Eau
MF	Ministère des Finances
MW	Mégawatt
MWh	Mégawatt-heure
OMD	Objectifs de Développement du Millénaire
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
ONAP	Office National des Produits Pétroliers
PAS	Plan d'Actions Stratégique
PD	Politique de Décentralisation
PDER	Plan Directeur de l'Electrification Rurale
PDES	Programme de Développement Economique et Social
PEDASB	Projet Energie Domestique et Accès aux Services de Base
PEN	Politique Energétique Nationale
PNPE	Politique Nationale de Protection de l'Environnement
PRODER	Programme Décennal d'Electrification Rurale
PRONAME	Programme National de Maîtrise et d'Economie d'Energie
RI/CI	Réseau Interconnecté/Centre Isolé
DNSI	Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique

Description générale du pays

Aspects géographiques et climatiques

Pays continental de l'Afrique de l'ouest situé entre les 10^{ème} et 17^{ème} degrés de latitude nord, le Mali est encadré entre l'Algérie, le Niger, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Sénégal et la Mauritanie. Il couvre une superficie de 1 241 238 Km² dont les deux tiers sont situés dans la zone subsaharienne et désertique. Le climat est de type intertropical continental, il varie du type aride à très aride au nord au type pré-guinéen à l'extrême sud. La pluviométrie moyenne varie entre 100 mm au nord et 1 200 mm au sud. La pluviométrie moyenne varie de moins de 100 mm au nord à plus de 1.200 mm au sud. La fréquence des sécheresses (1972-1973, 1977-1979, 1982-1983 et 1985-1987) semble se placer dans le cadre d'un changement climatique qui tend vers l'aridité et qui se manifeste par une diminution globale des pluies utiles et un déplacement des isohyètes de 200 km vers le Sud, ce qui permet de diviser le pays en quatre grandes zones agro-climatiques :



Tableau 1 : Zones agro-climatiques

Zones climatiques	Caractéristiques	Superficies
Zone soudano guinéenne	Située au sud avec une pluviométrie de 800 – 1 200 mm /an ; présence de cultures pluviales avec quelques bas fonds	6% du territoire soit 74 468,28 km ² ou 7 446 828 ha
Zone soudanienne	Située au centre, ayant de 600 à 1 000 mm de pluie par an et occupée par les cultures pluviales et irriguées avec une forte présence de cheptel sédentaire/transhumant	17% du territoire 210 993,46 km ² ou 21 099 346 ha
Zone sahélienne	Située au nord avec de 200 à 600 mm / an, existence d'un système agro-pastoral associé aux cultures pluviales, irriguées et de décrue	26% du territoire 322 695,88 km ² ou 32 269 588 ha
Zone saharienne	Située à l'extrême nord avec moins de 200 mm / an et dominé par un système pastoral pur et un système mixte associant l'agriculture.	51% du territoire 632 980,38 km ² ou 63 298 038 ha

Le principal réseau hydrographique est constitué par les fleuves Niger et Sénégal et leurs affluents respectifs en plus des nombreux lacs naturels, des lacs nés de la construction des barrages de retenue d'eau dont les plus importants sont Manantali et Sélingué, et des mares (mares de Gossi, Gourou, Banzana). Le fleuve Niger traverse le territoire malien sur 1 700 km et le fleuve Sénégal sur 900 km. Les volumes d'eau écoulés par le Niger et le Bani sont estimés à 20-25 milliards de m³. Les potentialités en eaux souterraines sont importantes, de l'ordre de 2 720 milliards de m³, et le taux

de reconstitution est estimé à près de 66 milliards de m³ par an. Le Delta intérieur du Niger estimé à 40 000 km² regorge en quantité de richesses écologiques assez diversifiées (eau, sol, flore, faune).

De grands ouvrages de régulation existent sur les cours d'eau du Mali : (i) le barrage hydroélectrique de Sélingué avec une capacité de retenue de 2.17 km³ ; (ii) le barrage hydroélectrique de Manantali avec une capacité de retenue de 11.27 km³ ; (iii) le barrage de Markala dédié à l'irrigation et (iv) le barrage hydroélectrique de Sotuba. Les impacts environnementaux, biologiques et humains des barrages et réservoirs contribuent au fil du temps à la dégradation de l'environnement, notamment, par la réduction de la vitesse d'écoulement ce qui favorise le dépôt de particules (au fond du lac (sédimentation, envasement), par l'augmentation de la salinité, l'érosion fluviale des berges, par la perturbation de la vie piscicole ; de plus, l'état de santé des populations riveraines se ressent de la recrudescence des pathologies liées à l'eau (bilharziose, paludisme, filariose, etc.).

Les formations forestières sont estimées à plus de 520 millions de m³ en volume, soit 416 millions de tonnes de bois. On note une répartition inégale de ces ressources sur l'ensemble du territoire avec moins de 10m³ par ha pour les savanes arbustives, 20-40 m³ par ha pour la brousse tigrée, 50-60 m³ par ha pour les savanes boisées et plus de 100 m³ par ha pour la zone guinéenne et les galeries forestières. A l'intérieur de ces formations végétales, le parc à karité recèle le potentiel d'amandes le plus important de la sous-région estimé à 250 000 tonnes par an.

Les principales menaces sur l'environnement demeurent la surexploitation du couvert ligneux à des fins énergétiques, les pratiques agricoles (agriculture extensive), le surpâturage et les feux de brousses incontrôlés. Ces pratiques ont des conséquences sur les sols (dégradation hydrique et érosion éolienne), la faune et la flore (perte de biodiversité). Cependant, des actions vigoureuses de modernisation de l'agriculture, d'information et de sensibilisation des populations (surtout rurales) sont en cours. Au Mali, des zones actuellement semi-désertiques, étaient il y a 40 à 50 ans des savanes très boisées, voire des forêts-galeries où prospéraient une faune abondante, de grands mammifères et des oiseaux de toutes variétés. Au cours des trente dernières années, l'aridité climatique du Mali s'est accrue. La pluviométrie moyenne annuelle de 1951 à 1970 a varié entre 95.3 mm au nord et 1380.8 mm au sud-ouest, de 1971 à 2000 elle a oscillé entre 70.7 mm et 1121.1 mm au sud. Les isohyètes se sont déplacés d'environ 200 km vers le sud pendant cette période.

Aspects économiques

L'économie malienne est essentiellement basée sur le secteur rural qui occupe environ 75 pour cent de la population active. A l'instar des autres Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), le secteur agricole malien est fortement tributaire des aléas climatiques. La contribution globale des cultures vivrières à la valeur ajoutée agricole est en moyenne de 52 pour cent avec un taux moyen de croissance annuelle de 3,6 pour cent pour l'ensemble, dont 12,7 pour cent pour le riz. Au plan économique, la croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) est estimée à 5,3% en 2006 en raison de la bonne récolte agricole 2006/2007 et de l'augmentation de la production d'or.

En effet, avec le retour des pluies, la production céréalière est passée de 3.398.627 tonnes au cours de la saison 2005/2006 à 3.693.240 tonnes pour la campagne 2006/2007 soit une progression de 8,7%. Au même moment, la production cotonnière connaissait une baisse de 23% passant de 534.000 tonnes à 414.000 tonnes. La faiblesse des prix rémunérateurs du coton explique cette chute de la production. S'agissant de l'or, la production a été dopée par la flambée du cours mondial de l'or qui se situait à 22 dollars le gramme en décembre 2006. Au Mali, toutes les sociétés minières ont connu une hausse de leurs productions. La production totale a atteint 61 tonnes en 2006 contre 52 tonnes en 2005. Ce développement de l'activité économique a été réalisé dans une conjoncture marquée par la persistance de la flambée des cours mondiaux du pétrole.

Tableau 2 : Evolution du PIB et du taux de croissance

Désignation	2002	2003	2004	2005	2006
PIB en milliards FCFA	2 222,7	2 453,6	2 632,1	2 892,9	3 205,8
PIB en milliards USD	4,45	4,91	5,26	5,79	6,41
Taux de croissance réel en %	4,4	7,7	2,8	6,1	5,3

Source : DNSI

Les superficies en maïs, riz et fonio ont connu une baisse sensible en 2004 avec des superficies respectives de 252 311 ha ; 314 915 ha ; 25 303 ha contre 424 861 ha pour le maïs ; 414 023 pour le riz ; et 49 705 ha pour le fonio en 2005. La superficie totale par culture pour la période 2002-2007 sont de 7 611 138 ha pour le mil ; 3 983 980 ha pour le sorgho ; 1 724 500 ha pour le maïs ; 1 899 685 ha pour le riz ; 193 447 ha pour le fonio et 14 160 ha pour le blé /orge.

Le total des emblavures pour les cultures céréalières pendant la même période est de 15 739 910 ha.

Tableau 3 : Evolution des indicateurs de la production agricole de 2002-2006

	Périodes	Mil	Sorgho	Maïs	Riz	Fonio	Blé/orge
Superficie en ha	2002/03	1 557 590	923 403	318 161	356 611	34 757	2 548
	2003/04	1 888 889	822 331	316 683	405 641	37 910	2 328
	2004/05	1 184 607	577 021	252 311	314 915	25 303	3 535
	2005/06	1 484 190	744 172	424 861	414 023	49 705	2 184
	2006/07	1 495 862	917 053	412 484	408 495	45 772	3 565
Total	2002 / 07	7 611 138	3 983 980	1 724 500	1 899 685	193 447	14 160

	Périodes	Mil	Sorgho	Maïs	Riz	Fonio	Blé/orge
Production en tonne	2002/03	795 146	641 848	365 174	693 203	16 321	4 621
	2003/04	1 260 498	727 632	454 758	938 217	22 437	5 701
	2004/05	974 673	664 083	459 463	718 086	19 655	8 942
	2005/06	1 157 810	629 127	634 464	945 824	26 598	4 805
	2006/07	1 128 773	769 681	706 737	1 053 236	26 247	8 565
Total	2002 / 07	5 316 900	3 432 371	2 620 596	4 348 566	111 258	32 634
Rendements en Kg/ha	2002/03	510	695	1 148	1 944	470	1 814
	2003/04	667	885	1 436	2 313	592	2 449
	2004/05	823	1 151	1 821	2 280	777	2 530
	2005/06	780	845	1 493	2 284	535	2 200
	2006/07	755	839	1 713	2 578	573	2 403
Moyenne	2002 / 07	707	883	1 522	2 280	589	2 779

Source : DNSI

Le potentiel des terres aptes à la culture irriguée est de 2 200 000 ha, dont environ 566 000 ha sont irrigués à partir des ressources en eau de surface pérennes. Sur cette superficie totale, 295 791 ha bénéficient actuellement d'un contrôle de l'eau. Sur les 295 791 ha, 97 499 ha sont en maîtrise totale. Près de 63 pour cent (61 000 ha) sont constitués de périmètres moyens et grands dans la zone de l'Office du Niger (ON), dont 56 000 ha sont cultivés annuellement en riz et 5 000 ha occupés par la culture de la canne à sucre (le seul périmètre sucrier du Mali).

Aspects sociaux

La population du Mali a été estimée à près de 12 millions d'habitants en 2005 pour un taux de croissance annuel de l'ordre de 2,4 %. Elle est relativement jeune avec une proportion de 50 % de jeunes de moins de 15 ans, et comprend 51 % de femmes et 75 % de ruraux.

Avec 3,7 millions de citadins sur 12 millions d'habitants, le Mali est un pays faiblement urbanisé comparé aux autres pays de la région. Toutefois, la croissance urbaine y est très rapide, avec une projection d'un quasi-doublement de la proportion de la population urbaine d'ici 2024. Le poids des villes du Mali dans la création de richesses nationales est pourtant déjà très important ; un tiers de la population (les habitants des villes) produit environ 50 % du PIB. Les pauvres représenteraient environ 30 % de la population urbaine, et la pauvreté s'intensifie dans les zones urbaines, notamment à cause de la disparition progressive des réseaux de solidarité traditionnels, et en raison des difficultés d'accès à l'alimentation, aux services et au logement. L'impact de la croissance économique sur la création d'emplois a aussi été

limité ; seul 9 % de la population totale est dotée d'un emploi stable dans le secteur formel. Le manque d'infrastructures routières, de drainage, et de services de base (eau, assainissement et électricité) est au cœur de la problématique de l'urbanisation au Mali.

En 2006, le taux d'accès des populations à l'électricité au niveau national s'est établi à 16,7% contre 15,0% en 2005. Le taux d'accès en milieu rural n'est que de 1,3% en 2006 contre 0,3% en 2005. S'agissant du taux d'accès des populations urbaines à l'électricité, il s'est fixé à 56,2% en 2006 contre 49,8% en 2005. Le nombre d'abonnés d'EDM.sa est passé de 162.054 en 2005 à 174.152 en 2006, celui des abonnés à l'électrification rurale en zone AMADER est passé de 329 en 2005 à 6.910 en 2006 pour un objectif de 40.000 sur la période 2005-2009.

Les objectifs¹ définis par la PEN pour les différents sous-secteur de l'énergie sont très clairs ; il s'agit notamment d'accroître la couverture électrique du pays de 14% en 2004 à 45% en 2010 et 55% en 2015 ; de porter le taux d'électrification rurale de 1% en 2005 à 12% en 2010 et 55% en 2015 ; de gérer durablement l'offre d'énergie traditionnelle en portant la mise sous gestion communautaire de 321 100 hectares actuellement à 1,5 millions d'hectares en 2010 et 3 millions en 2015 ; de réduire la contribution des combustibles ligneux dans la consommation énergétique globale du pays de 81% en 2004 à 70% en 2010 et 60% en 2015 ; d'accroître la part des EnR dans la production nationale d'électricité de moins de 1% en 2004 à 6% en 2010 et 10% en 2015 ; de développer la filière des biocarburants notamment le pourghère, pour divers usages (production d'électricité, transport, motorisation agricole etc.). Aussi, le degré d'augmentation de l'indépendance énergétique du pays passe nécessairement par l'atteinte des objectifs ci-dessus fixés en matière d'EnR.

Depuis les années 2000, le Mali s'est doté de toute une batterie de textes réglementaires qui consacrent l'ouverture du secteur de l'énergie. Cela a permis l'émergence de sociétés nationales dans le sous-secteur des hydrocarbures qui dépassent de loin les sociétés internationales (Shell, Total, etc.) en termes de volumes importés et distribués. Dans le sous-secteur de l'électricité, la législation permet l'installation d'opérateurs indépendants pour la production et la vente d'électricité (essentiellement en BOOT). Dans le domaine de la biomasse, l'exploitation et la commercialisation ont toujours été faites par des opérateurs privés. Cela est valable également l'électrification rurale.

Dans le domaine social, les avancées demeurent timides. Elles ont été réalisées dans les domaines de l'accès à l'eau potable, de l'éducation et de la santé et attestent du chemin restant à accomplir pour l'atteinte des OMD.

Globalement les stratégies adoptées en matière de santé visent à améliorer les indicateurs de santé des populations maliennes en général et en particulier des plus pauvres. Ces stratégies ciblent spécifiquement :

¹ Document de Politique Énergétique Nationale adoptée en mars 2006

- la réduction de la mortalité néonatale, infantile et infanto-juvénile en répondant aux problèmes des IRA², des diarrhées, du paludisme, de la malnutrition, des maladies transmissibles telles le VIH et la tuberculose ;
- la réduction de la morbidité et de la mortalité maternelle en répondant aux soins maternels, prénatals, obstétricaux, et des carences nutritionnelles ainsi que des maladies transmissibles.

Comme résultat, le nombre de centres de santé communautaires est passé de 753 en 2005 à 785 en 2006, et contre 605 en 2002. La proportion de population vivant dans un rayon de 5 km d'un centre de santé est passée de 50% en 2005 à 51% en 2006, contre 44% en 2002.

En matière de malnutrition, les résultats des différentes enquêtes nationales notamment l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) de 2001 montrent que, 40% des enfants de moins de 5 ans ont une insuffisance pondérale, 34% ont un retard de croissance, 13% ont une émaciation et 18,6% souffrent de diarrhée. La mortalité infantile était de 11.3%^o en 2001 et la mortalité maternelle de 582 pour 100 000, et restent encore élevées.

Dans le domaine de la lutte contre le VIH Sida, des résultats encourageants ont été obtenus à travers la prévention de la transmission de la mère à l'enfant, le traitement aux ARV (Anti Rétro Viraux), l'extension des sites de traitement et le renforcement de la communication pour un changement de comportement favorable. Grâce à la gratuité du traitement du VIH/SIDA de 2005 à 2006, le nombre de patients traités et suivis sous ARV est passé de 6.500 à 11.508, soit une augmentation de 77% ; le nombre de sites de traitement ARV de 12 à 31, soit une augmentation de 158,3% ; le nombre de CCDV (Centre de Conseil de Dépistage Volontaire et anonyme du VIH/SIDA) de 102 à 116, soit une augmentation de 13,7%.

Les phénomènes migratoires sont, également, fortement liés à la pauvreté très accentuée en milieu rural où les conditions climatiques et anthropiques combinées rendent difficile le développement des activités. En 2001, il a été estimé à plus de 64 % la population totale touchée par la pauvreté. Le chômage est particulièrement préoccupant chez les jeunes qui représentent la grande majorité des demandeurs d'emploi. Cette situation est d'autant plus inquiétante lorsque l'on sait que ces jeunes manquent de qualification professionnelle suffisante et ne disposent que d'une faible culture d'entrepreneuriat.

La loi fondamentale du Mali affiche une orientation claire pour une société juste et équitable et reconnaît l'égalité homme-femme en droit. Cette volonté se manifeste par la mise en place d'un cadre légal et réglementaire. Il faut reconnaître, cependant, que le droit coutumier continu de pénaliser les femmes malgré la législation nationale et les instruments juridiques internationaux signés par le Mali. L'adoption future du Code de la Famille permettrait d'apporter une solution à ce problème.

² Infections Respiratoires Aiguës

Tableau 4 : Données statistiques générales

Données statistiques générales	Année	Unité
Superficie physique		
Superficie du pays		1 241 000 km ²
Total des superficies pour les cultures céréalières	2007	15 739 910 ha
Population		
Population totale % de la population rurale % des enfants de moins de 15 ans	2007	12,3 millions habitants 68 % 47.7%
Densité de population		11 habitants/ km ² (2 habitants au nord du pays + 25 habitants au sud)
Population active % de la population totale Femmes Hommes	2006	4 820 069 habitants 39% 32,37% 77,63%
Population active dans le secteur de l'agriculture (% de la population active) Femmes (%) Hommes (%)	2006	78,67% 48% 52%
Economie et développement		
Produit Intérieur Brut (PIB) valeur ajoutée par l'agriculture (% du PIB) PIB par tête	2006 2007 2006	6,41 milliards dollars US 36,5 % du PIB 521 dollars US
Indice de Développement Humain (et rang)	2005	0,380 (173 sur 177)
Indice de Pauvreté Humaine (et rang)	2005	56,4 (107 sur 108 Pays les Moins Avancés - PMA)
Index de stabilité environnementale		
Emissions de GES	1990 2004	0,4 Mt CO ₂ 0,6 Mt CO ₂
Accès à l'eau potable (à moins de 500 mètres)	2006	67,4 %
Mortalité Infantile	2007	85 0/00
Alphabétisation (+15 ans) % de la population totale Femmes (%) Hommes (%)	2005	24%
Taux d'alphabétisation des femmes adultes en % de celui des hommes, 2000-2006	2006	48%
Taux de scolarisation et de fréquentation des filles en % de celui des garçons (dans le primaire)	2006	80%
Taux de scolarisation et de fréquentation des filles en % de celui des garçons (dans le secondaire)	2006	73%

Les principales vulnérabilités du Mali

Environnement

Le Mali dépend essentiellement de la biomasse pour la satisfaction des besoins énergétiques des populations (voir bilan énergétique, tableau n°5). L'exploitation des ressources forestières exacerbe la désertification, l'érosion des sols. Cette situation impacte l'affectation des sols pour les activités socio-économiques du pays (agriculture, élevage, habitat, etc.).

Les systèmes énergétiques du Mali ont des impacts sur l'environnement, la sécurité énergétique, la santé, la pauvreté, etc. Le rythme élevé de la croissance démographique, l'extension des zones cultivées, l'augmentation des cultures industrielles (notamment coton et riz) et le déplacement progressif de la zone pastorale vers le Sud à cause du phénomène de désertification amplifient fortement la pression sur les terres arables et les sols marginaux. La superficie des terres cultivées augmenterait en moyenne annuellement de 4,7%. Cette pression se manifeste par la surexploitation des sols liée à la réduction de la zone de jachère et la durée des jachères, et à la concurrence croissante entre l'agriculture et le pâturage.

Les quantités de poussière transportées sont directement influencées par le changement climatique global. Au Sahara et au Sahel, les maladies respiratoires ont subi une hausse dramatique au cours des dix dernières années. Il est établi, aujourd'hui, que les températures de plus en plus élevées des océans vont diminuer les quantités de pluies au Sahara et au Sahel.

Aussi, le réchauffement global pourrait augmenter l'importance et l'incidence de la sécheresse dans cette région du monde et par ailleurs, augmenter les quantités de poussières transportées et les maladies liées à la pollution de l'air. Le problème se complique lorsque le sol est perturbé et les microorganismes (bactéries et champignons) transportés par le vent. Ainsi, plusieurs bactéries pathogènes, champignons et virus sont transmis par les poussières et causent des maladies comme la tuberculose, le charbon, les aspergilloses et l'influenza. La plupart des maladies fongiques et des virus sont particulièrement transmis par la poussière. En Afrique subsaharienne, la sécheresse et les tempêtes de poussière ont été identifiées par l'OMS comme la cause des éruptions régionales de méningite à méningocoques³.

Economie

La surexploitation des sols se traduit par leur appauvrissement, leur érosion et leur ensablement progressifs. La perte moyenne annuelle des revenus agricoles due à l'érosion est estimée à 4239 FCFA/ha en zone sahélienne et s'élève jusqu'à 90.000 FCFA/ha en zone soudanienne selon les cultures et les pentes du sol. La dégradation des sols est un des facteurs majeurs de l'appauvrissement de la population en milieu rural.

Le Mali est un importateur net de produits pétroliers et n'a pas de façade maritime. A ce titre il demeure fragile et très sensible aux variations du prix du pétrole sur le marché international. La consommation des produits croît d'année en année.

³ Projet de collaboration entre la FAST et la United states geological survey (USGS) (journal l'Essor du 20mars 2009)

Civique (gouvernance & régulation)

Le secteur de l'énergie demeure confronté aux problèmes de l'offre d'énergie sous toutes ses formes (électricité, biomasse, produits pétroliers). Le renchérissement constant du prix des hydrocarbures hypothèque sérieusement les mesures adoptées par le Gouvernement du Mali (GdM).

En raison de la profondeur de la crise, le Gouvernement du Mali a procédé à une analyse critique de la situation tant au niveau des orientations stratégiques qu'au niveau des intervenants dans le secteur. Ce travail a abouti, en mars 2006, à l'élaboration d'une Politique Energétique Nationale (PEN) qui a pour objectif global de contribuer au développement durable du pays, à travers la fourniture des services énergétiques accessibles au plus grand nombre de la population et favorisant la promotion des activités socioéconomiques. La PEN est essentiellement destinée à :

1. mettre en cohérence la Politique Energétique Nationale avec les Cadres et Orientations stratégiques retenus par le Gouvernement pour les différents secteurs économiques et sociaux ;
2. améliorer l'efficacité et la mise en œuvre de la politique énergétique ;
3. établir une relation directe entre la disponibilité énergétique et le développement socioéconomique du pays ;
4. orienter efficacement les interventions des acteurs publics, parapublics et privés du secteur de l'énergie pour le développement rapide, équilibré et viable du pays ;
5. favoriser la symbiose des activités des principaux intervenants du secteur de l'énergie.

Les indicateurs généraux de la vulnérabilité du Mali

Secteur de l'environnement

Indicateur 1 : Modification du profil des précipitations

Modifications du profil des précipitations

Année	Modification du profil des précipitations à Sikasso
1999	1400
2004	1300
Déplacement des isohyètes de 200 km vers le sud	

L'analyse des données (moyenne annuelle) sur les vingt dernières années des différentes stations météorologiques montre que Sikasso est la ville la plus arrosée avec environ 1400 mm de pluies en 1998 et Tessalit la moins arrosée avec 15 mm en 1990. Avec la série de données pluviométriques des huit régions administratives et du District de Bamako sur la période de 1999-2004 on constate une baisse du total des moyennes annuelles à Sikasso passant de 1400 à 1300 mm. Pour le minimum, la moyenne totale de précipitation est de 60 mm en 2002 à Kidal. Dans cet intervalle de temps 1999 – 2004 on a remarqué une alternance de périodes humides et de périodes sèches. Toutefois on note une persistance de périodes à pluviométrie inférieure en

1999 au nord et 2002 au sud. Il est à remarquer que les périodes de pluies abondantes sont les mois de juillet, août et septembre.

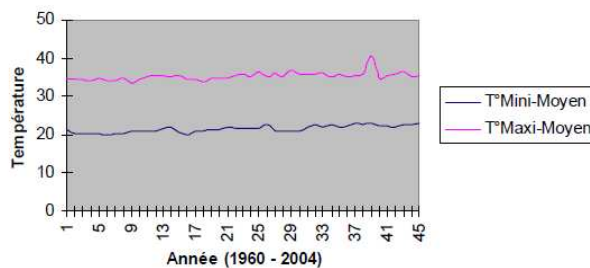
Indicateur 2 : Variation de la température

Variation des valeurs moyennes de la température maximale et minimale et de l'humidité relative maximale et minimale.

Paramètres	Variation
Moyenne température maximale	33-38°C
Moyenne température minimale	19-24°C
Maximale Humidité relative	70-73%
Minimale humidité relative	9-10%

Figure 1: Variation des températures de Bamako

Température de Bamako de 1960 à 2004



Pour les vingt dernières années la moyenne nationale du minimum de température a été relevée à Kayes : 19°C en janvier 1997 et le maximum en avril 1987 à Gao avec 38°C. En moyenne la température maximale sous abri varie entre 33 et 38°C et la minimale entre 19 et 24°C. L'humidité relative maximale oscille entre 70 et 73% et la minimale entre 9 et 10%. Depuis plus d'une décennie, le Mali est en totalité fréquemment couvert d'une fine couche de poussière de février à fin mars. Ce phénomène est dû aux vents de sable qui commence depuis les zones nord du pays. Dans la normale, la moyenne de vitesse du vent varie entre 0,9 et 4 m/s.

Secteur économique

Indicateur 1 : Proportion de ménages ayant accès à l'électricité au cours des deux dernières décennies

Taux de desserte de EDM-SA

	1990	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Centres EDM SA4		44,4%	46,9%	60,0%	64,4%	72,3%	74,4%	75,8%	79,6%
Périmètre EDM SA5			38,7%	49,1%	52,7%	58,3%	61,4%	63,4%	66,7%

⁴ Localités électrifiées par EDM-SA (réseau interconnecté et centres isolés)

⁵ Périmètre concédé à EDM-SA par le contrat de concession (les zones rurales ne sont pas concernées)

	1990	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Urbaine		32,3%	33,9%	41,9%	43,9%	47,3%	48,7%	49,0%	50,5%
Rurale		0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	0,4%
Total	4%	8,9%	9,8%	12,4%	13,3%	14,8%	15,5%	16,2%	17,0%

En 2007, le taux d'électrification nationale est de 18% ; le taux de couverture géographique : 23% et le taux de desserte moyen : 66%. Au niveau du monde rural, le taux d'accès est passé de moins de 1% à 8%⁶ en 2007. Ce taux, l'un des plus bas en Afrique démontre à suffisance l'ampleur des tâches à entreprendre dans le renforcement de la production, du transport et de la distribution d'énergie ainsi que pour le développement des EnR.

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

Bilan énergétique 2007

Sources d'énergie	Biomasse	Produits Pétroliers	Electricité
Pourcentage dans le bilan énergétique en 2007	82%	14%	4%
Bilan énergétique 1990	89,9%	9,1%	0,9%

Toutes les sources d'énergie primaire au Mali sont nationales excepté les produits pétroliers représentant 14% du bilan énergétique total qui sont totalement importés de l'extérieur.

Secteur technique

Indicateur 1 : Modification de la quantité d'énergie fournie par les sources renouvelables

Part hydraulique et thermique dans la production d'électricité

	1990 ⁷	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Thermique	22,3%	6,0 %	9,2 %	9,8 %	12,8 %	33,0 %	25,1%
Hydraulique	77,7%	94,0 %	90,8 %	90,2 %	87,2 %	67,0 %	74,9%

La quantité d'énergie fournie par les sources renouvelables a varié au cours de ces dernières années. La production d'hydroélectricité a cru en moyenne de 16,72% entre 2001 et 2006. La plus forte croissance a été observée en 2002 et 2003. Après on observe une baisse progressive due à la baisse de l'hydraulicité. Pour le bois-énergie, principale source d'énergie du pays, la progression est constante. Il n'existe pas de données statistiques fiables sur le solaire PV ; cependant on note une progression constante au niveau des importations en valeur ; ainsi de 2002 à 2006 les importations d'équipements EnR ont progressé en moyenne de 19,9%. Ce taux est passé de 12,28% en 2002 à 24,43% en 2006.

⁶ Taux d'électrification rurale atteint par l'AMADER.

⁷ Le barrage de Manantali, l'ouvrage hydroélectrique le plus important n'était pas encore exploité

Indicateur 2 : Niveau de diversification des sources et technologies d'énergie renouvelable

Utilisation des sources d'énergies renouvelables au Mali

Energies renouvelable	Application dans le pays
Hydroélectricité	4 barrages hydroélectriques (3 en 1990)
Energie solaire	Plusieurs milliers de systèmes photovoltaïques, chauffe eau solaire, séchoirs solaire
Eoliennes	Application très insignifiante

Les principales sources d'énergie renouvelables au Mali sont le soleil, l'hydroélectricité, la biomasse et l'éolien dans une moindre mesure. Des efforts sont entrepris pour la valorisation de toutes ces sources. La biomasse est traditionnellement utilisée. Les efforts sont à présents focalisés sur le solaire photovoltaïque et thermique, l'éolien et les biocarburants. Pour les technologies le niveau de diversification est assez élevé. Les technologies de pompage, éclairage, réfrigération, production d'électricité (centrale solaire) solaire photovoltaïque sont diffusés au Mali (plusieurs milliers) ; ceci est également valable pour les chauffe-eau et les séchoirs solaires. Des technologies telles que les cuisinières solaires commencent leur introduction dans le pays. Pour la biomasse les foyers améliorés sont largement diffusés et deux unités semi-industrielles de production de briquettes combustibles existent.

Secteur social

Indicateur 1 : Modifications de la répartition des maladies

Modifications de la répartition des maladies

	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Cholera	61 636	1885	67	18	1455	2839	1178	7
Malaria	248 904	612 895	723 077	92 280 562	809 428			

Les cas de maladies liés aux changements climatiques augment d'année en année. Certaines régions du Mali qui ne connaissaient pas la malaria il y a quelques années deviennent des foyers endémiques (entre 2000 et 2003 les cas de malaria ont passé de 613000 à 810000).

Indicateur 2 : Modifications dans le secteur de l'emploi

Incidence du chômage (2004)⁸

Groupe d'âge	Secteur formel	Secteur informel
10-14 ans	12,1%	87,9%
15-24 ans	21,9%	78,1%

⁸ Il s'agit du taux de chômage au sens du BIT "étendu", rapport entre le nombre de chômeurs (y compris ceux découragés) et la population active élargie (population active augmentée des chômeurs découragés).

Groupe d'âge	Secteur formel	Secteur informel
25-39 ans	50,3%	49,7%
Total	37,5%	62,5%
40 ans et plus	18,7%	81,3%
Total général	16,0%	84,0%

Source : Doumbia et Traoré (2005) et OEF (2004)

Il apparaît ainsi qu'environ 78% des jeunes de 15 à 24 ans travaillent dans le secteur informel, soit 3 jeunes sur 4. Ce secteur non structuré constitue ainsi de loin le premier pourvoyeur d'emplois pour les jeunes. Or il est établi que le secteur informel, du fait notamment de la taille des unités et du niveau d'instruction des chefs d'unités, est caractérisé par une quasi-absence de contrat de travail ou autres mesures légales de protection sociale et sanitaire.

Selon l'Observatoire de l'Emploi et de la Formation (OEF), le chômage est un phénomène essentiellement urbain (12.5% en milieu urbain contre 1,1% en milieu rural en 1997) ; les jeunes et les femmes sont les plus concernés. Les jeunes sont les plus touchés, 86 % des chômeurs sont âgés de 14 à 39 ans, les jeunes diplômés étant les plus nombreux. Il est à noter aussi qu'environ deux jeunes sur trois (65 %) de 15 à 24 ans dans le secteur rural ne sont occupés qu'au plus 6 mois dans l'année. Cette situation a pour corollaire un exode massif des jeunes travailleurs du secteur. La durée moyenne d'absence des partants est de 4 mois.

Secteur gouvernance : évolution de la propriété foncière⁹

Le problème foncier au Mali actuel est intimement lié au processus de décentralisation entrepris depuis quelques années déjà. Environ huit lois consacrent la création des Communes (conditions de la libre administration des collectivités territoriales, code des collectivités territoriales, conditions et modalités de mise à la disposition des collectivités décentralisées des services déconcentrés de l'Etat, etc.). Les populations rurales doivent en principe gérer leur patrimoine et assurer l'accès de tous à la terre.

Situation énergétique

Situation actuelle

Le Mali est un importateur net de produits pétroliers. Sa situation énergétique se caractérise par la prédominance des combustibles ligneux, notamment pour la satisfaction des besoins énergétiques des ménages pour la cuisson des aliments et un taux de couverture très faible en électricité (16%). Le défi à relever au Mali en matière de développement socio-économique et notamment en matière de développement des infrastructures énergétiques est à la dimension de la problématique triangulaire : « Surexploitation du massif forestier national - Cherté des

⁹ Les articles de B. Bérédogo, S. Koné, Y.F. Koné et B. Kassibo ont été écrits dans le cadre du GREDEF (Groupe de recherche sur l'État, la décentralisation et le foncier) financé par AIRE-Développement.

énergies commerciales classiques - Faible valorisation des potentialités nationales en énergies renouvelables ». La situation actuelle est exacerbée par le renchérissement continu des produits pétroliers sur le marché international.

Pour résoudre cette équation à plusieurs dimensions, le Gouvernement du Mali a adopté un document de Politique Energétique Nationale (PEN) en mars 2006 pour relever ce défi en partant des constats ci-après :

1. le besoin de recentrage des objectifs et des orientations stratégiques du Gouvernement dans le domaine de l'énergie, à la lumière des réformes économiques et sociales opérées au Mali durant ces dernières années ;
2. la multiplicité des acteurs institutionnels publics et privés sans un cadre unique de convergence de leurs interventions dans le domaine de l'énergie et
3. le faible taux d'accès aux énergies modernes, imputables à l'inefficacité des stratégies et/ou à leur mise en œuvre.

Les sources d'énergie primaire

Toutes les sources d'énergie primaire au Mali sont nationales excepté les produits pétroliers pour lesquels le pays est totalement dépendant de l'extérieur.

Tableau 5: Bilan énergétique 2007

Année: 2007 Bilan agrégé (ktep)	Biomasse	Produits Pétroliers	Electricité	Total
Approvisionnements totaux en énergie primaire	3 514,00	647,51	186,25	4 347,77
Consommation finale totale	2 678,60	200,58	119,84	2 999,02
Total secteur industrie		0,12	83,18	83,30
Total secteur transports		176,44		176,44
Total autres secteurs	2 678,60	24,02	36,66	2 739,28
Pourcentage	82%	14%	4%	100%

La demande d'énergie

Pour la biomasse-énergie, la demande nationale, constituée essentiellement de celles des ménages pour la cuisson des aliments, est assez bien satisfaite. La satisfaction de cette demande se fait au détriment des maigres formations forestières du pays, soumises à une forte surexploitation. Il faut cependant remarquer que la plus grande demande vient des centres urbains. Au niveau rural, les populations s'adonnent à l'auto-provisionnement. Il apparaît maintenant, dans plusieurs zones rurales une monétisation du bois-énergie.

Pour l'électricité, la demande est loin d'être satisfaite pour tous les secteurs de la vie économique et sociale du pays. La demande d'électricité a progressé d'une manière régulière de 2001 à 2007. Pour le RI, la consommation en basse et moyenne tensions (BT, MT) a enregistré un accroissement de 9,7 % par rapport à 2006. Certaines

grosses demandes restent encore insatisfaites, notamment, celles des sociétés minières dont les consommations représentaient environ 40% de la consommation totale du pays.

Le nombre total d'abonnés BT du Réseau Interconnecté a plus que doublé en six ans. Le taux de croissance annuel moyen du nombre d'abonnés BT sur cette période est de 14.1%. Sur la même période la consommation électrique a connu un taux de croissance de 14% par an en moyenne. Le nombre total d'abonnés MT du Réseau Interconnecté a augmenté en moyenne de 9.2% par an, cela s'est traduit par une augmentation moyenne de 9,6% par an de la consommation électrique.

La puissance de pointe du réseau a également augmenté de manière significative sur cette période, passant d'environ 75 MW en 2001 à plus de 145 MW en 2007, soit une moyenne de 9,9% par an. Pour les CI le taux de croissance moyen des consommations est de 15.3% par an.

Le nombre total d'abonnés MT en CI a augmenté de 50% en six ans pour un doublement de la consommation électrique. La puissance de pointe agrégée des CI a connu sur cette période une croissance moyenne de 14.8% par an.

La demande en produits pétroliers connaît une progression constante (environ 10% d'augmentation / an sur les 5 dernières années). Cette demande est liée à l'évolution du parc automobile, à l'installation de gros auto-producteurs tels que les sociétés minières qui ne sont pas branchées sur le réseau de EDM-SA.

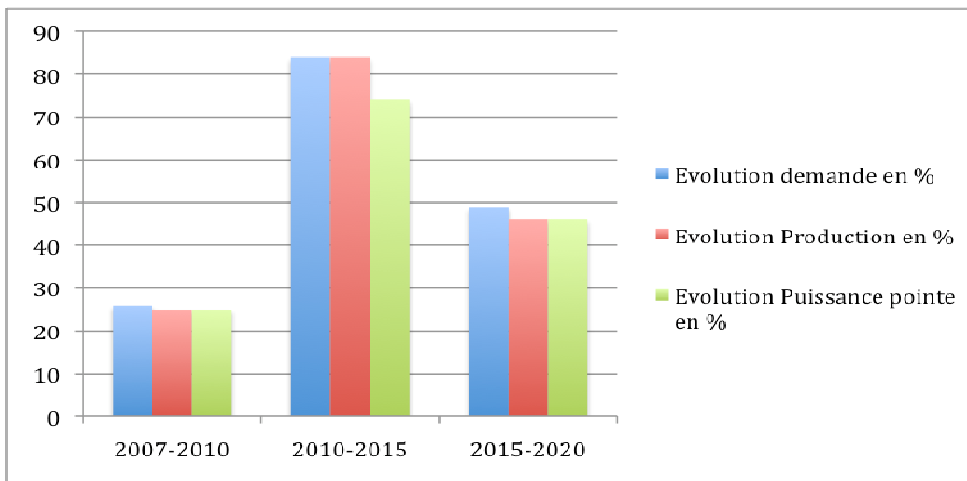
L'offre d'énergie et les contraintes

L'offre d'énergie électrique est largement en-deçà de la demande. En effet, l'évolution de la demande, de la production requise pour satisfaire cette demande et de la puissance de pointe se présente comme ci-après selon les trois scénarios¹⁰ de base, forte et faible.

Selon le scénario de base la demande progressera de 26% entre 2007 et 2010, de 84% entre 2010 et 2015 et de 49% entre 2015 et 2020. Pour satisfaire cette demande, la production doit évoluer de 25% entre 2007 et 2010, de 84% entre 2010 et 2015 et de 46% entre 2015 et 2020. Pour les mêmes périodes, la puissance de pointe doit progresser de 25%, 74% et 46%. La figure 2 ci-dessous donne une représentation graphique de ces évolutions pour le scénario de base.

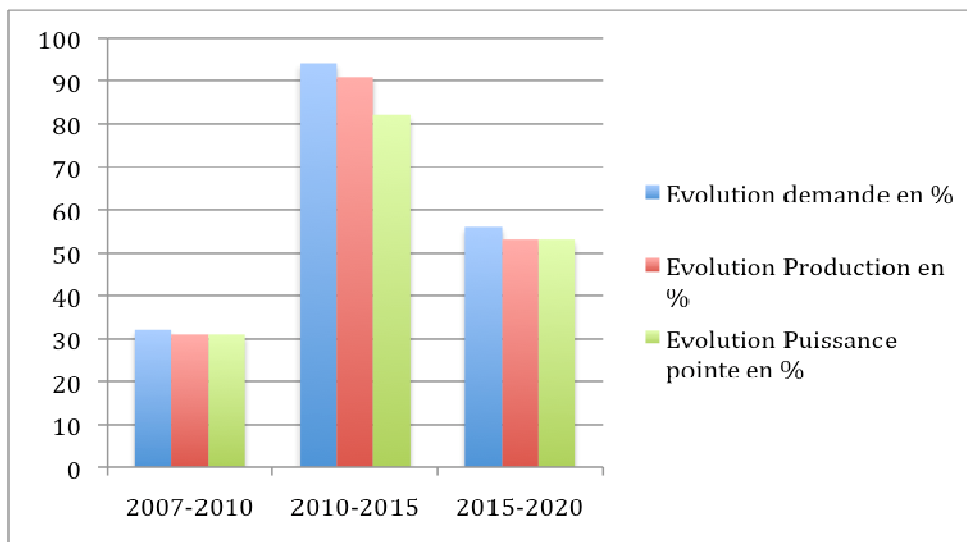
¹⁰ Etude de la demande et du plan d'investissements optimaux du secteur de l'électricité

Figure 2 : Evolutions de la demande, la production et la puissance pointe en énergie électrique pour les périodes 2007-2010, 2010-2015, 2015-2020 selon le scénario de base.



Pour le scénario fort la demande pour les mêmes périodes la demande progressera de 32%, 94% et 56% ; la production de 31%, 91% et 53% et la puissance de pointe de 31%, 82% et 53%. La figure 3 ci dessous donne une représentation graphique de ces évolutions pour le scénario fort

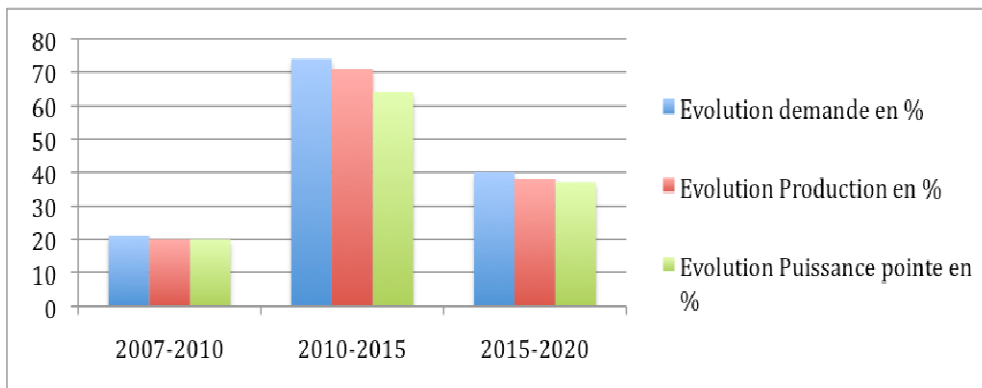
Figure 3 : Evolutions de la demande, la production et la puissance pointe en énergie électrique pour les périodes 2007-2010, 2010-2015, 2015-2020 selon le scénario fort



Enfin pour le scénario faible la demande progressera de 21%, 74% et 40% ; la production de 20%, 71% et 38% et la puissance de pointe de 20%, 64% et 37%.

La figure 4 ci dessous donne une représentation graphique de ces évolutions pour le scénario faible

Figure 4 : Evolutions de la demande, la production et la puissance pointe en énergie électrique pour les périodes 2007-2010, 2010-2015, 2015-2020 selon le scénario faible



Le sous-secteur de l'électricité au Mali se caractérise par :

1. une forte progression de la demande;
2. une capacité de production relativement faible par rapport à la demande ;
3. un taux d'accès relativement faible de la population ;
4. un niveau de perte élevé du système électrique ;
5. une large sous-exploitation du potentiel hydroélectrique national et des énergies renouvelables et une société d'électricité qui connaît de graves tensions financières.

Le secteur électrique national dispose d'importants atouts et opportunités. Le potentiel d'hydroélectricité du Mali est estimé à plus de 1000 MW, répartis entre une vingtaine de sites dans le bassin des fleuves Sénégal (trois quarts du potentiel en raison du relief plus marqué) et Niger. Actuellement seul un quart de ce potentiel est mis en valeur (Manantali + Sélingué + Sotuba = 250 MW). Le potentiel revenant au Mali est de l'ordre de 700 MW en considérant que 50% du potentiel du fleuve Sénégal est laissé au bénéfice du Sénégal et de la Mauritanie au sein de l'OMVS. Le productible correspondant pour le Mali serait de l'ordre de 3 000 GWh/an, soit au moins 3.5 fois le niveau de la consommation nationale d'électricité de 2007.

Pour la biomasse énergie, l'offre enregistre des difficultés pratiquement dans toutes les zones du pays. D'importantes contraintes restent cependant à lever à court et moyen termes pour assurer un développement équilibré et durable du sous-secteur, notamment :

1. l'inadéquation de la fiscalité et des prix du bois avec les coûts réels de la ressource ligneuse ;
2. la faiblesse du contrôle forestier ;
3. le fait que le bois-énergie demeure défavorisé par rapport aux autres combustibles en raison de la non application de la vérité des prix ;
4. la répartition inégale des ressources ligneuses sur le territoire national. Néanmoins, les perspectives de la consolidation des acquis des projets et programmes mis en œuvre et de leur extension à l'ensemble du territoire national sont bonnes.

Les contraintes entravant le développement du sous-secteur des hydrocarbures ont principalement trait :

- aux difficultés inhérentes aux réseaux de transport (ferroviaire et routier) ;
- au niveau élevé des taxes dans certains pays de transit ;
- au niveau élevé des différentiels de prix entre les axes pour certains produits et
- à l'absence de stock national de sécurité.

Cependant, les EnR doivent jouer un rôle de plus en plus important dans l'augmentation de l'offre d'énergie électrique. Malgré, une avancée notable dans la diffusion de ces technologies et les résultats engrangés en matière de biocarburants, des contraintes demeurent :

1. l'insuffisance de ressources humaines qualifiées ;
2. la faible implication de la population bénéficiaire dans le montage des projets ;
3. l'absence d'unités locales de production et de montage de composants des technologies d'énergie renouvelable ;
4. l'insuffisance des ressources financières de la population et de l'Etat ;
5. les difficultés d'accès aux crédits des promoteurs des technologies d'énergie renouvelable ;
6. le sous-équipement des opérateurs du sous-secteur des énergies renouvelables et
7. la taille réduite du marché national.

Les difficultés d'approvisionnement

La pression de l'exploitation du bois de chauffe dans les savanes arborées fait que ce bois s'éloigne progressivement des centres urbains où leur demande est forte. De plus en plus, les bûcherons ont des difficultés pour aller chercher du bois à plusieurs kilomètres surtout s'ils ne disposent pas de moyens de transport motorisés. Compte tenu de la forte demande de bois, les transports non motorisés par vélos ou par charrettes ne sont pas toujours appropriés pour satisfaire une grande demande. En plus de l'éloignement des centres de production s'ajoute une diminution des quantités disponibles dans beaucoup de régions du pays.

Pour les produits pétroliers la principale difficulté du pays demeure son enclavement. En effet le port le plus proche se trouve à un millier de kilomètres de Bamako. L'atténuation de cette difficulté réside dans la mise en place d'un réseau de transport performant.

Pour l'électricité, les principales difficultés restent la faiblesse des moyens de production, de transport et de distribution de l'énergie électrique.

Les problèmes d'écoulement.

Le problème d'écoulement du bois de chauffe se pose beaucoup plus en termes d'éloignement des marchés solvables que de l'inexistence de la demande. Dans les grands centres urbains, le bois d'énergie (bois de chauffe et charbon de bois) est un produit à forte rotation. Les vendeurs au bord de la route évoquent le problème de mévente parce que la demande vient d'ailleurs, les centres urbains souvent situés à des dizaines et même parfois une centaine de kilomètres des lieux de production.

Seule l'organisation du transport, l'amélioration des moyens de transport et la facilitation des formalités de route au niveau des services de contrôle peut fournir un palliatif à cette difficulté.

La coopération bilatérale ou internationale

Le Mali est membre de nombreuses organisations énergétiques sous-régionales et internationales. Il s'agit des organisations ci-après :

- l'Autorité du développement intégré de la région du Liptako-Gourma (ALG),
- le Comité Inter-Etat de Lutte Contre la Désertification au Sahel (CILSS),
- l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS),
- l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA),
- l'Autorité du Bassin du Niger (ABN),
- la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), et
- l'Union Africaine (UA).

De nombreux projets et programmes sont en cours de réalisation ou de préparation. Il s'agit notamment des interconnexions (Mali-RCI ; Ghana-Burkina-Mali, le Programme Energétique Communautaire ; les barrages de seconde génération de l'OMVS, etc.). Ces coopérations sont très utiles pour l'appréhension globale des problèmes climatiques. En effet, elles permettent de raisonner en termes de bassins, pour les barrages hydroélectriques, donc des propositions de solutions sur plusieurs pays.

Figure 5 : Réseau Interconnecté

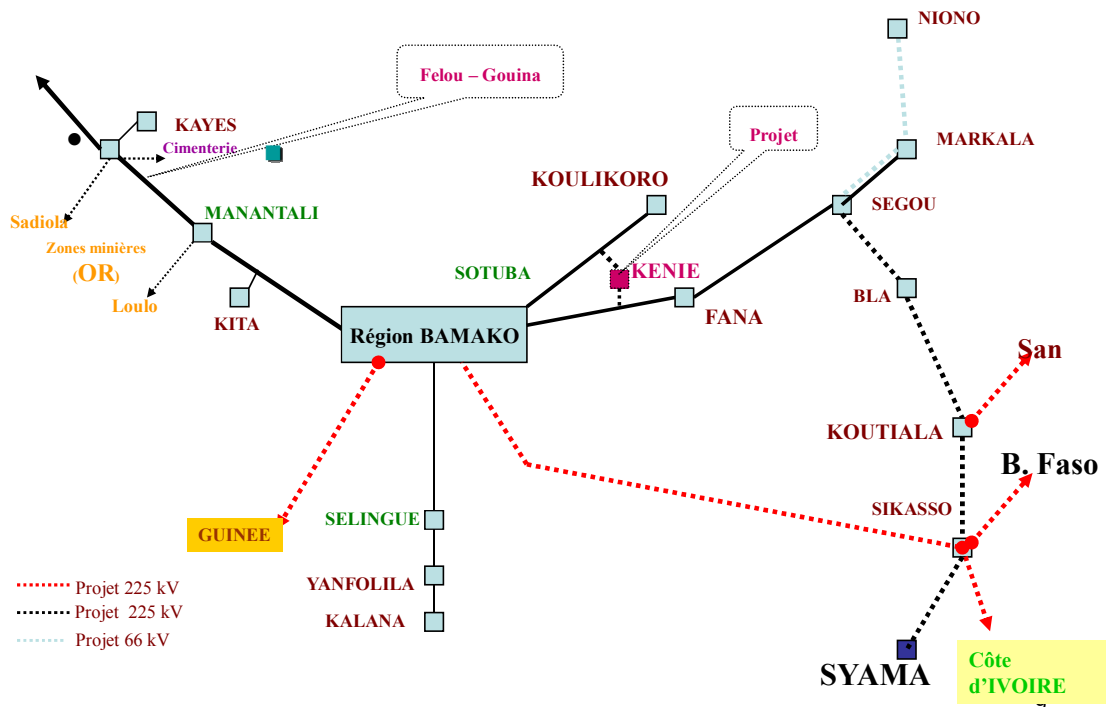
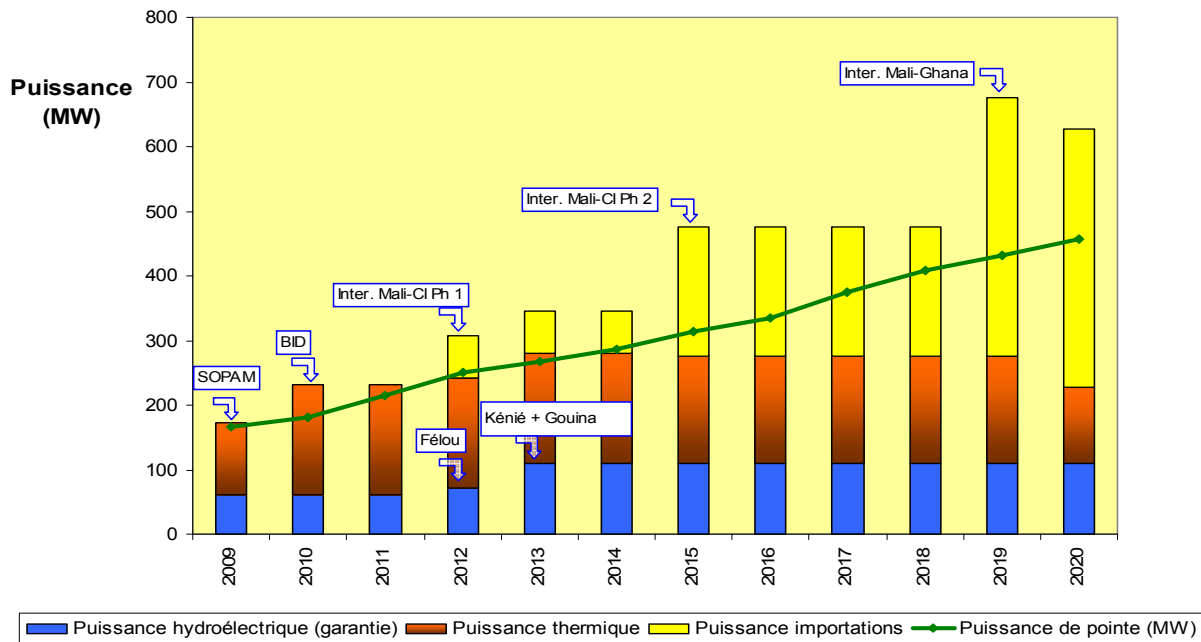


Figure 6: Plan de production du Réseau Interconnecté

Le plan de production ci-dessus du Réseau interconnecté malien, prévoit en effet une baisse progressive de la part de la production thermique et une augmentation des importations grâce aux interconnexions avec la Côte d’Ivoire et le Ghana.

Le système énergétique national

Le système énergétique national se compose comme ci-après :

1. Un système électrique composé d’un réseau interconnecté, alimenté à partir de centrales hydroélectriques et thermiques, situé essentiellement au sud-ouest du pays avec une ligne vers le centre du pays et des Centres Isolés avec leurs propres systèmes de production (thermique) et leurs réseaux de distribution localisés dans les localités hors-réseau interconnecté;
2. Les énergies traditionnelles, représentées essentiellement par le bois-énergie (bois et charbon de bois) répondent fondamentalement au système ci-après : des exploitants forestiers (paysans ou bûcherons et producteurs de charbon) qui sont des producteurs localisés dans les zones de production, les commerçants transporteurs qui achètent la production à la base et l’acheminent vers les centres de consommation et enfin les revendeurs (grossistes et détaillants) qui approvisionnent directement le consommateur final.
3. Pour les hydrocarbures, les données sont relativement simples : les opérateurs privés (nationaux ou étrangers) s’approvisionnent dans les ports maritimes limitrophes et distribuent les produits au niveau des stations installées sur l’étendue du territoire national.

Tous ces systèmes se caractérisent par une forte multiplicité des acteurs, une fiscalité souvent inadaptée et des politiques incorrectement mises en œuvre.

Système de la biomasse

Le sous-secteur de l'énergie domestique est certainement le plus important et le plus complexe du secteur de l'énergie. Cela s'explique entre autres, par :

1. l'importance des combustibles ligneux (bois-énergie) dans le bilan énergétique national – plus de 78% de la consommation finale d'énergie ;
2. le nombre très élevé des acteurs du sous-secteur (bûcherons, charbonniers, commerçants-transporteurs, revendeurs, etc.) ;
3. l'utilisation quasi exclusive des combustibles ligneux pour la cuisson des aliments et l'artisanat en milieu rural ;
4. le caractère informel très prononcé de ce sous-secteur. Aussi, afin de lever les principales contraintes liées à ce sous-secteur, des actions sont entreprises pour :

Maîtriser la demande d'énergie domestique par :

1. la réduction du prélèvement de bois grâce à la diffusion de foyers/fourneaux améliorés, de réchauds à pétrole et d'agglom-briquettes de charbon de résidus végétaux ;
2. la réduction des émissions de gaz à effet de serre GES ;
3. l'émergence de Groupement d'intérêt économique (GIE) opérationnels et autonomes financièrement spécialement dédiés à l'énergie domestique en milieu urbain et rural;
4. la création d'entreprises de production d'agglom-briquettes opérationnelles et autonomes financièrement et de producteurs de producteurs de charbon de résidus agricoles et/ou végétaux (tiges de cotonnier carbonisées, etc.).

Gérer durablement la ressource en bois - énergie par la mise en place :

1. d'un cadre réglementaire et fiscal revu et appliqué efficacement portant sur l'exploitation du bois-énergie, favorisant la gestion durable des forêts et le financement des actions dans ce domaine ;
2. de marchés ruraux assurant effectivement la gestion durable des ressources forestières sur une part critique des zones prioritaires d'intervention définies par les Schémas Directeurs d'Approvisionnement des principales villes du pays ; et
3. d'une filière bois - énergie modernisée, participant à une gestion viable, notamment en utilisant largement des techniques de carbonisation améliorées.

Améliorer le pilotage et l'information du secteur énergie domestique par :

1. la mise en place d'un cadre institutionnel et organisationnel adapté et prenant en compte la décentralisation ;
2. l'élaboration, la consolidation et la pérennisation d'outils de planification, suivi et évaluation ; et
3. le renforcement de la formation, l'information et la communication dans le sous-secteur.

Depuis plusieurs années le GdM a entrepris la mise en œuvre de projets et programmes afin de réduire cette pression. Le projet Stratégie Energie Domestique (1995 – 2002) et l'AMADER (depuis 2004) ont élaboré les instruments techniques pour une gestion rationnelle de l'offre et de la demande en combustibles ligneux. Parallèlement des textes réglementaires et législatifs ont été adoptés pour réglementer l'exploitation et le transport du bois-énergie, pour l'implication effective des populations dans la gestion de leur patrimoine forestier.

Système des hydrocarbures

L'importation des produits pétroliers connaît une progression constante. En effet le pays a importé 614 073 tonnes en 2007 contre 520 462 tonnes en 2004. Ces importations ont un impact négatif sur la balance des paiements. Le renchérissement du prix du pétrole sur le marché international exacerbe d'avantage la situation. Cette augmentation de la consommation est intimement liée à la croissance économique que connaît le pays, mais aussi au fait que la quasi totalité des sociétés minières et les usines d'égrenage de coton sont des auto-producteurs utilisant la production thermique. La consommation de gaz butane comme combustible de substitution au bois-énergie n'arrive pas à décoller. En effet, le pays en a importé 6423 tonnes en 2007 contre 3428 tonnes en 2004. Les quantités importées ont presque doublé mais le volume total demeure encore très insuffisant. Le GdM a opté pour la subvention du gaz populaire afin de permettre à la majorité de la population d'utiliser le gaz. Cependant, des réelles difficultés existent quant au maintien de cette subvention aux opérateurs gaziers.

Les énergies renouvelables (EnR)

Le Mali a affiché sa ferme volonté de promouvoir les EnR par l'accroissement de la part des énergies renouvelables (hors grande hydroélectricité) dans le bilan énergétique global du pays de moins de 1% en 2002 à 3% en 2007, 6% en 2010, 10% en 2015 et 15% en 2020. A cet effet, une Stratégie Nationale pour le Développement des EnR en 2005 et « la Stratégie Nationale de Développement des Biocarburants » en 2008 définissent les voies et moyens indispensables pour le développement des EnR (solaire, biomasse, éolien) et des biocarburants sur l'étendue du territoire national. Les aspects institutionnel, technique, financier, organisationnel et socio-économique y sont largement abordés. Plus spécifiquement pour les biocarburants, on vient de créer l'Agence Nationale de Développement des Biocarburants. La Stratégie Nationale de Développement des Biocarburants prévoit d'aboutir à une réduction significative des volumes d'hydrocarbures importés de 35% entre 2009 et 2022.

Ces objectifs correspondraient à une production annuelle d'huile de pourghère estimée à 39,2 millions de litres à l'horizon 2012, 56 millions de litres à l'horizon 2017 et 84 millions de litres en 2022. Ceci suppose une intensification de la production et entrainera la création d'emploi au niveau de l'agriculture et de toute la chaîne de production et d'utilisation de l'huile.

Système électrique

Le système électrique du Mali peut être décomposé en 4 sous-systèmes :

1. Le système interconnecté (RI) de EDM SA alimentant en particulier Bamako et Ségou à partir d'un parc hydraulique / thermique.

2. Le système Manantali exploité par la SOGEM, société de l'OMVS, interconnecté avec le RI au poste de Kodialani à Bamako, alimentant Bamako et en route Kayes et Kita.
3. Les centres isolés (CI) d'EDM SA alimentés par des centrales diesel (à l'exception de Kadiolo et Zégoua alimentés par la Cote d'Ivoire).
4. Les centrales diesel des auto producteurs (mines d'or, CMDT) et centrales biomasse des sucreries.

Réseau interconnecté

Les chiffres significatifs du réseau interconnecté sont présentés ci-après :

- Un parc de production hydraulique / thermique de 230 MW de puissance installée comprenant deux centrales hydrauliques EDM, Sélingué (46 MW) et Sotuba (5.7 MW), une centrale hydraulique SOGEM, Manantali (200 MW dont 104 MW pour le Mali), et principalement 2 centrales thermiques EDM à Bamako, Dar Salam (41.5 MW) et Balingué (32.5 MW).
- Un réseau de transport de 1147 km de longueur (en 2007) comprenant principalement :
 - le réseau HT d'EDM de 658 km comprenant 359 km de lignes 150 kV (ligne Bamako-Ségou et Bamako-Sélingué), 68.5 km en 66 kV (Sélingué-Kalana), 230.3 km en 30 kV et les postes associés (324 MVA) et
 - le réseau 225 kV de Manantali (490 km de Kayes à Bamako).
- Un réseau de distribution de 3289 km (en 2007) comprenant 1032 km en 15 kV et 2257 km en BT.
- Les chiffres significatifs agrégés des CI sont (2007) :
 - Un parc de centrales diesel avec une puissance installée cumulée de 43.6 MW ;
 - Des réseaux de distribution de 1097 km comprenant 283 km en MT et 814 km en BT.

La production

La production d'électricité de 2007 est marquée par une production faible de Manantali suite à la mauvaise hydraulité 2006. Ceci a été compensé par une forte augmentation de la production thermique, en particulier les centrales extérieures privées Aggreko. Il faut remonter à 2001, avant la mise en service de Manantali, pour atteindre une telle production thermique. La part thermique du Mali passe de 23% en 2006 à 41% en 2007. Cela se traduit par des coûts élevés pour EDM à cause des prix élevés des hydrocarbures.

Les impacts liés aux ouvrages hydroélectriques sont les plus pernicieuses, en effet un barrage réservoir, en réduisant la vitesse d'écoulement de l'eau pénétrant dans le lac de retenue, favorise le dépôt de particules au fond du lac (sédimentation par envasement), notamment dans les écosystèmes secs, diminue le débit et donc augmente la salinité de l'eau. Lorsqu'à l'aval, les eaux sont utilisées pour l'agriculture, ceci contribue à la stérilité des sols (sécheresse physiologique : le sol devient hypertonique, les végétaux se déshydratent et meurent). Les eaux libérées

étant limpides, leur pouvoir de combler leur déficit en charge vive les rend érosives : à l'aval des barrages l'érosion fluviale augmente (surcreusement du lit, affouillement des berges et des ouvrages situés à l'aval). L'érosion fluviale des berges non endiguées et des lits des fleuves Sénégal et Niger, induites par les barrages de Manantali et de Sélingué est d'autant plus nocive que les berges sont le siège d'une agriculture traditionnelle de décrue.

Le barrage de Sélingué a compromis l'essor agricole du Delta Intérieur du Niger, diminué la superficie inondée, donc a affecté les deux projets rizicoles principaux (Office du Niger et Opération Riz de Ségou et de Mopti) ainsi que l'élevage en abaissant de 50% la production de la graminée aquatique saccharifère qu'est le bourgou. Les « bourgoutières », excellents pâturages de saison sèche, ont été fortement endommagés par le surpâturage et les sécheresses.

Les grandes retenues favorisent les pertes hydriques par évaporation, et donc la concentration des sels. Les pertes hydriques liées au nouveau biotope fluvio-lacustre sont considérables et ont été estimées par Middleton (1995) : à la surface d'un lac et dans les canaux couverts à 80% de jacinthes d'eau comme étant 2 à 6 fois plus élevées qu'auparavant.

De plus, l'état de santé des populations vivant autour des retenues se ressent de la recrudescence des pathologies liées à l'eau (bilharziose urinaire et/ou intestinale, onchocercose causée par les lâchers d'eau, paludisme, filariose, trypanosomiase...) qui affaiblissent l'homme et diminuent sa capacité de travail.

L'assèchement partiel ou total du lit naturel perturbe fortement la vie piscicole : l'alternance d'assecs et de hautes eaux modifie le régime hydraulique et crée des chocs thermiques, tuant alevins et faune benthique.

Vulnérabilité des systèmes énergétiques

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
Charbon	
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 de 100 ans. <i>Le Mali ne dispose pas de mines de charbon</i>	Non applicable
Pétrole et Gaz	
1. Part d'installations offshore de pétrole et de gaz susceptibles d'être touchées par une tempête avec des vents de plus de 70 m/s au cours des 20 prochaines années (en %) <i>Le Mali est un pays continental et n'a pas d'installation offshore</i>	Non applicable

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<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>Le Mali ne dispose pas de raffineries. Des recherches pétrolières sont en cours dans le nord pays et pourraient mettre à jour d'importantes réserves de pétrole.</i></p>	Non applicable
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>Le Mali n'a aucune centrale à moins d'1 mètre au dessus du niveau de la mer</i></p>	Non applicable
<p>2. Information complémentaire : Nombre prévisionnel de sécheresses conduisant à une diminution de plus de 10% de la capacité de production des centrales thermiques au cours des 30 prochaines années.</p> <p><i>Certaines centrales thermiques sont refroidies à l'eau. Cependant, vu leurs petites tailles, les quantités d'eau nécessaires ne sont pas importantes.</i></p>	
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>Il n'existe aucune centrale nucléaire dans le pays</i></p>	Non applicable
<p>2. Nombre d'incidents/d'accidents depuis que la centrale a été construite Décrire les incidents les plus pertinents</p>	Non applicable
Hydro	
<p>1. Variations prévisionnelles des précipitations au cours des 20-50 prochaines années (en %) et/ou probabilité d'inondation dans chaque bassin hydrologique</p> <p><i>Le débit des rivières et la disponibilité en eau gonfleront durant la première moitié du siècle en cours, analysent les spécialistes de la météo. Cette augmentation est estimée entre 10% et 40% à l'horizon 2050 dans les régions de haute latitude et certaines zones humides. Par contre, ces niveaux connaîtront une baisse significative de 10% à 30% dans la quasi-totalité des régions de latitude moyenne et tropicales sèches. Sans perdre de vue que certaines sont déjà confrontées à un stress hydrique.</i></p>	<p>Entre 10 et 40% d'augmentation pour certaines zones</p> <p>Entre 10% et 30% de baisse pour les zones tropicales sèches</p>

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<p>2. Nombre de barrages multifonctionnels dans le pays aujourd'hui Volume d'eau (m3) de chaque barrage</p> <p><i>le barrage de Sélingué sur le Sankarani (affluent du fleuve Niger), avec une capacité de 2.17 km3 qui permet de produire de l'énergie et de soutenir le débit d'étiage du fleuve à un minimum de 75m3/s au niveau de Markala;</i></p> <p><i>le barrage de Sotuba sur le Niger qui alimente une petite centrale hydroélectrique et le canal de Baguineda pour environ 3 000 ha d'irrigation;</i></p> <p><i>le barrage de Markala sur le Niger, avec une capacité d'environ 0.18 km3, qui relève le niveau du fleuve et permet l'alimentation des canaux de l'Office du Niger par dérivation;</i></p> <p><i>le barrage de Manantali sur le Bafing, qui contrôle les débits du fleuve Sénégal; sa capacité est d'environ 11.27 km3 et l'eau ainsi stockée est partagée entre le Sénégal, la Mauritanie et le Mali.</i></p> <p>a. Décrire le pourcentage d'eau utilisé pour chaque secteur : Agriculture, Energie, Boisson</p> <p><i>Les consommations actuelles du secteur de l'irrigation sont de l'ordre de 5.9 km3/an, soit 90 pour cent du prélèvement total, et proviennent en quasi-totalité des ressources en eau de surface et presque entièrement sur une période de six mois (du 1er juin au 31 décembre)</i></p> <p><i>En 2000, le prélèvement en eau pour les usages domestiques était estimé à 590 millions de m3/an (9 pour cent du total), tandis que l'industrie absorbait environ 56 million m3/an (1 pour cent)</i></p>	<p>05 (cinq)</p> <p>Sélingué 2.17 Km3</p> <p>Sotuba (barrage au fil de l'eau pas de retenue)</p> <p>Markala 0.18 km3</p> <p>Manantali 11.27 km3</p> <p>Félou 1 (barrage au fil de l'eau)</p> <p>Irrigation 90%</p> <p>Usages domestiques 9% Industries 1%</p>
<p>3. Information complémentaire : Volume prévisionnel d'eau issue de la fonte des glaciers (million m3)</p> <p><i>Le Mali est un pays sahélien sans formation de glaciers</i></p>	<p>Non applicable</p>
<p>1. Longueur des lignes intra-nationales non-souterraines de transmission distribution (km)</p> <p>a. Faire la distinction entre les 2 sous-indicateurs suivants : --lignes à haut voltage (transmission) --lignes a moyen + faible voltage (distribution)</p> <p>b. Décrire les lignes transnationales éventuelles</p>	<p>Un réseau de transport et de distribution 4 436 km</p> <p>HT : 1147 km de longueur (en 2007)</p> <p>Le réseau HT d'EDM de 658 km comprenant 359 km de ligne à 220 kV, 68.5 km en 66 kV, 230.3 km en 30 kV et les postes associés (324 MVA)</p> <p>Le réseau 225 kV de Manantali 490 km</p> <p>Un réseau de distribution de 10 000 km (en 2007) comprenant 10 000 km en 15 kV et 2257 km en 225 kV</p> <p>L'interconnexion Mali-RCI (220 KV) sur plus de 600 km</p>

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<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>a. Durée moyenne annuelle d'interruption (en h/an)</p>	<p>Réseau HT :</p> <p>Le nombre d'interruptions : 2006 = 56 2007 = 49</p> <p>La durée des interruptions : 2006 = 35 heures 2007 = 19 heures</p> <p>Les nombre interruptions programmées pour travaux 2006 = 15 2007 = 19</p> <p>Réseau MT :</p> <p>Le nombre d'interruptions 2006 = 1251 2007 = 1134</p> <p>La durée des interruptions : 2006 = 1071 heures 2007 = 583 heures</p> <p>Les nombre interruptions programmées pour travaux 2006 = 349 2007 = 486</p>
Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
<p>3. Part de l'énergie distribuée nécessitant un transport régional de plus de 50 km (en %) :</p> <p><i>Pour l'électricité, la production thermique se fait dans des centrales situées dans les villes notamment pour les centres isolés (une ville+une centrale+le réseau de distribution), par contre pour le réseau interconnecté les centrales hydroélectriques sont assez éloignées des centres de consommation. aussi, on peut considérer que 22 % de l'approvisionnement en électricité provient de plus de 50 km.</i></p> <p>a. % du transport d'énergies fossiles.</p> <p><i>Pour les hydrocarbures 100% de l'approvisionnement vient de plus de 50 km car le pays importe tous les produits pétroliers et les ports maritimes d'approvisionnement sont tous situés à plus de 1000 km.</i></p> <p>b. % du transport de biomasse.</p> <p><i>Pour la biomasse, seules les grandes villes sont approvisionnées à plus de 50 km (principalement la ville de Bamako) ; 86% du bois-énergie de Bamako vient de plus de 60 km ; 70% pour la ville de Ségou. La situation géo-climatique des villes variant beaucoup, ce pourcentage peut varier aussi sensiblement (plus grande pour les villes du nord et moins pour les villes du sud)</i></p>	<p>22%</p> <p>100%</p> <p>86% pour Bamako 70% pour Ségou</p>

Indicateurs de vulnérabilité	Calcul
Biomasse	
1. Part de la biomasse utilisée à des fins énergétiques (%) dans la production totale de biomasse <i>La majeure partie de la production nationale d'énergie (97%) est assurée par la biomasse énergie et 78% des besoins énergétiques domestiques sont satisfaits par la biomasse énergie (en terme de consommation finale).</i>	97%
2. Variations prévisionnelles des précipitations dans les 20 – 50 prochaines années (%) <i>A l'horizon 2100 on assistera au Mali, à une diminution de la pluviométrie de plus de 10%. Ce qui se traduira, encore une fois, par un déplacement des isohyètes vers le sud¹¹</i>	10% d'ici 2100
3. 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 %) <i>Les simulations montrent qu'en 2025, les rendements des cultures chuteront de 10 à 26%. C'est la conséquence de l'élévation de la température de 2,7 à 4,5°C et la diminution de la pluviométrie de 10% dans les zones où les simulations ont eu lieu</i>	10% - 20%
Eolien	
1. Nombre de turbines éoliennes situées à moins d'un mètre au dessus du niveau de la mer	Non applicable
Variation prévisionnelle de la vitesse moyenne des vents dans les 20 prochaines années, d'après les modèles climatiques régionaux (en %).	
Solaire	
1. Capacité des installations solaires déjà en place (m2). <i>Plusieurs centaines de chauffe-eau solaires, de séchoirs solaires et autres équipements sont installés. Plusieurs milliers de systèmes d'éclairage, de pompage, de télécommunication solaire photovoltaïques sont installés</i>	Plus de 3 MW
2. Augmentation prévisionnelle de la température (pertinente pour la capacité des cellules PV) dans les 20 prochaines années (en °C)	Non disponible
3. Variation prévisionnelle des précipitations et de la couverture nuageuse dans les 20 prochaines années (en %)	10%

¹¹http://www.mae.gov.ml/revue_inner.php?id=320 ; TQI_N_91 du mardi 13 mai 2008

Résilience des systèmes énergétiques

Indicateurs de capacité	Calcul
Indicateurs de mise en œuvre	
<p>1. Disponibilité de capitaux nationaux (millions d'euros/an).</p> <p><i>Il est très difficile d'estimer les capitaux nationaux pour l'énergie en général et par an. Cependant les coûts globaux pour certains projets et programmes sont disponibles. Et pratiquement tous les grands investissements sont des capitaux étrangers. Les grands programmes en cours actuellement dans le secteur de l'énergie</i></p> <p><i>(i) Programme d'investissement (jusqu'à 2020) les investissements prévus par le plan s'élèvent à 962 millions Euros, dont 424 millions Euros pour la production 434 millions Euros pour le transport et 103 millions Euros pour la distribution</i></p> <p><i>(ii) investissements prévus dans le cadre du PEDASB : 24 millions Euros et des programmes prioritaires du Plan Directeur d'Electrification Rurale : 6,8 millions Euros</i></p> <p><i>(iii) Energies Traditionnelles : investissements prévus pour les cinq prochaines années 5,3 millions Euros</i></p> <p><i>(iv) produits pétroliers : investissements prévus 1,14 millions Euros par les opérateurs privés, essentiellement pour la mise en place de centres remplisseurs de gaz butane et de 7,2 millions Euros pour l'ONAP pour la mise en place de capacités de stockage</i></p> <p><i>(v) le Programme d'appui au secteur de l'énergie : 120 millions de dollars américains.</i></p>	<p>La contribution des capitaux nationaux aux différents projets et programmes est estimée à 108 millions Euros</p>
<p>2. Investissements nationaux dans les EnR</p> <p><i>Les investissements dans les EnR sont difficiles à évaluer au niveau national. Cela découle de la multiplicité des intervenants et des sources de financements. Cependant, le plan d'action de la Stratégie Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables prévoit des investissements qui s'élèvent à 15 275 millions de FCFA pour les 5 prochaines années.</i></p>	<p>23,3 millions Euros pour les 5 années à venir</p>
<p>3. Nombre de diplômés d'ingénieurs délivrés dans le pays</p> <p><i>Il existe une école nationale pour la formation des ingénieurs mais les chiffres sur le nombre de diplômés d'ingénieurs ne sont pas disponibles</i></p>	<p>Quelques dizaines par an</p>
<p>4. Disponibilité de cartes situant les zones de risques d'inondations ou de sécheresse</p> <p><i>Le Plan d'Action des Zones humides, le Plan d'Action National pour la gestion Intégrée des ressources en Eau et beaucoup d'autres projets et programmes ont dressé des cartes des zones inondables au Mali. La principale zone étant celle du Delta central du fleuve Niger qui s'étend sur plus de 30 000 km².</i></p>	<p>Oui</p>

Indicateurs de capacité	Calcul
<p>5. Existence et mise en application des recommandations en matière de localisation et de construction des centrales électriques prenant en compte les changements climatiques.</p> <p><i>Les centrales électriques sont construites selon des normes techniques internationales. Pour chaque centrale des études de faisabilité technico-économique et les études d'impacts environnementaux et sociaux sont indispensables.</i></p>	Oui
<p>6. Existence de plan d'urgence pour réagir aux phénomènes météorologiques extrêmes et disponibilité d'équipes locales de secours et de reconstruction.</p> <p><i>Il existe au niveau de certains organismes sous-régionaux tel que l'OMVS des Plans d'Alerte et Système de Communication (outil de gestion de crues exceptionnelles ou catastrophiques- 90 postes de surveillances sont mis en place). Sur le plan national ces aspects sont gérés par le ministère en charge de la protection civile.</i></p>	Oui
<p>7. Disponibilité locale de programmes d'assurance</p> <p><i>Les compagnies d'assurance classiques existent dans le pays. Cependant, elles sont plutôt orientées vers les centres urbains. Le monde rural ne bénéficie pas de ces services.</i></p> <p><i>Le palliatif à cette situation est le développement de la micro-finance au niveau du monde rural. Des évolutions importantes ont été enregistrées en matière de micro-finance durant la période. Le nombre de structures de proximité ou points de service a augmenté de près de 10%.</i></p> <p><i>Un Malien sur six bénéficie des services financiers de proximité et 35% des femmes sont membres des structures de micro-finance. Toutefois, malgré les évolutions favorables constatées, l'exclusion financière demeure élevée (82% de la population active n'ayant pas accès aux services financiers).</i></p> <p><i>Cependant plus de 820.000 personnes bénéficient des services des caisses rurales</i></p>	Oui
<p>8. Existence de groupe de citoyens-utilisateurs dans la structure de gouvernance en matière d'énergie (prise de décision participative).</p> <p><i>Existence de plusieurs associations de consommateurs, de syndicats, qui sont consultés pour toute prise de décision importante dans le secteur ; des comités multisectoriels regroupant toutes les parties prenantes sont également mis en place notamment pour les énergies renouvelables.</i></p>	Oui

Indicateurs de capacité	Calcul
Eolien	
<p>1. Existence et mise en application de la réglementation nationale exigeant que les éoliennes soient construites pour résister aux vitesses de vents les élevées prévues dans le pays.</p> <p><i>Les éoliennes sont construites selon les normes internationales en vigueur. Aussi, au Mali, elles sont dimensionnées et construites pour résister au régime des vents. Avant toutes installations d'éoliennes des campagnes de mesures sont entreprises pour déterminer le régime des vents</i></p>	Oui
<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 océans</p> <p><i>Les cartes sont en cours d'élaboration au Centre National d'Energie et des Energies Renouvelables (CNESOLER).</i></p>	Oui
Solaire	
<p>1. Existence de cartes détaillant les variations prévues de la couverture nuageuse</p>	Non
<p>2. Existence et mise en application de la réglementation nationale exigeant la preuve que les centrales à concentration d'énergie solaires sont construites pour résister aux vitesses de vents les plus élevées.</p> <p><i>Des projets de réalisations de centrales solaires thermiques de plus de 100 MW sont en cours de préparation. Il existe une réglementation en la matière prévue par le document de politique énergétique et les différents cadres de référence, notamment celui de l'électrification rurale.</i></p>	Oui
Hydraulique	
<p>1. Existence d'un programme d'optimisation du fonctionnement des centrales hydro-électriques tenant compte des variations attendues des débits hydrauliques.</p> <p><i>Le préalable à la réalisation de toute centrale hydroélectrique est un ensemble d'études de faisabilité technico-économique et d'impact environnemental. Ces études font ressortir tous les scénarios possibles. D'une manière générale, il s'agit de scénario faible, moyen et fort d'hydraulicité du cours d'eau sur lequel l'ouvrage est installé.</i></p>	Oui
<p>2. Nombre de barrages équipés de portes de désiltation et/ou nombre de programmes d'aménagement des sols en amont et de drainage des eaux pour chaque installation hydroélectrique</p> <p><i>Il existe 4 barrages hydroélectriques au Mali (Félou I, Sotuba, Sélingué et Manantali). Ce nombre augmentera dans les prochaines années avec la construction des barrages de Markala, Kénié, Taoussa, Félou II, Gouina, Koukoutamba et Gourbassi. La quasi totalité de ces barrages sont à usages multiples. A ce titre les aménagements sont prévus pour l'agriculture.</i></p>	4

Indicateurs de capacité	Calcul
Biomasse	
1. Budget alloué à la Recherche, au Développement et à la Dissémination de variétés de cultures résistantes à la chaleur et à la sécheresse <i>Des programmes de recherches sur les variétés adaptées aux conditions du Sahel sont en cours au niveau national et surtout sous régional.</i>	Oui
2. Fourniture de combustibles alternatifs par des entreprises privées des coopératives (% du combustible total) <i>Les combustibles alternatifs (biomasse) fournis par les entreprises privées sont essentiellement des briquettes combustibles produites soit à partir de tiges de cotonniers, de typha australis ou de poussier de charbon de bois. Les quantités produites sont très marginales</i>	Vers 0
3. Diffusion de foyers améliorés (% de ménages) <i>Les foyers améliorés sont largement utilisés au Mali. les taux de pénétration sont très élevés, notamment pour les centres urbains (en moyenne plus de 50%).</i>	50%
Combustibles issus des ressources minières	
1. Existence de cartes localisant les gisements miniers et les centrales électriques et prenant en compte les zones à fort risque d'ouragan, d'inondations et de sécheresse	Oui
2. Mise en œuvre de la réglementation nationale pour localiser les centrales thermiques dans des sites disposant d'une source d'eau de refroidissement pour les 50 prochaines années	Oui

Recommandations /suggestion de politiques et mesures

Le Mali a réalisé une étude sur la demande et le plan d'investissements optimaux dans le domaine de l'énergie pour les vingt prochaines années. Cette étude fait ressortir qu'actuellement la voie la moins onéreuse pour la production d'électricité, au Mali, est l'hydroélectricité à partir d'ouvrages nationaux ou régionaux. Ce développement s'accompagnera d'une augmentation des capacités de production, de transport et de distribution d'énergie.

Un programme bâti autour d'ouvrages hydroélectriques présente de grands risques au regard des changements climatiques qui peuvent intervenir, notamment, en terme de baisse de pluviométrie sur des périodes relativement courtes ou longues et la baisse de l'hydraulicité dans les cours d'eau. Aussi, afin de sécuriser cette production et garantir la fourniture d'énergie, les recommandations ci-après peuvent être faites pour le secteur de l'électricité :

A court-terme

Elaborer différents scénarios pour tous les ouvrages à réaliser :

1. Le productible en année sèche
2. Le productible en année moyenne (pluviométrie moyenne)
3. Le productible en année humide.

De tels scénarios permettent de planifier les capacités de production autres que l'hydroélectricité pour satisfaire la demande. Par exemple l'année 2007 a été marquée par une faible production du barrage de Manantali suite à la mauvaise hydraulité de 2006. Cette situation a été compensée par une forte augmentation de la production thermique. Ainsi la part du thermique au Mali est passée de 23% en 2006 à 41% en 2007. Cela s'est traduit par des coûts de production élevés à cause des prix élevés des hydrocarbures. Une progression de la part du thermique entraîne infailliblement une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Cette situation a mis à mal la société d'électricité et entraîné une augmentation des tarifs d'électricité. Par ailleurs, les performances du pays se sont détériorées en 2007

Assurer la sécurité des systèmes de transport d'électricité. La politique actuelle entraînera une augmentation substantielle des lignes de transport d'électricité (Haute Tension) de quelques centaines de kilomètres maintenant à plusieurs milliers de kilomètres dans un avenir très proche. Même si les risques de grandes tempêtes sont relativement faibles pour le pays, la dureté du climat (chaleur, vent de sable, érosion du sol, etc.) peut affecter mécaniquement ces lignes. Aussi, il est recommandé que le pays se dote de structures d'intervention rapide (renforcement des capacités) en cas d'incidents.

Sécuriser l'approvisionnement du pays en produits pétroliers. Les ports maritimes d'approvisionnement du Mali se trouvent tous à plus de 1000 km. Afin de sécuriser son approvisionnement, le Mali a déjà entrepris les mesures qui doivent être renforcées. Il s'agit des mesures ci-après :

1. Désenclavement intérieur et extérieur du pays par la construction de nouvelles routes vers les pays côtiers ;
2. La mise en place de stocks de sécurité sur l'étendu du territoire national ;
3. Diversification des axes d'approvisionnement en produits pétroliers.

Assurer la flexibilité de la production d'électricité. Un système basé sur une ou deux sources est fortement vulnérable. Aussi afin d'assurer une grande flexibilité, il est important de valoriser les sources d'énergie renouvelable. Le pays est suffisamment bien doté sur ce plan. La flexibilité actuelle et future passe nécessairement, entre autres, par le renforcement des capacités de production, de transport et de distribution de l'énergie électrique par la mise en valeur des potentialités nationales en EnR. C'est dans cette optique qu'il est recommandé de réaliser :

1. Des centrales thermiques solaires de plusieurs centaines de MW, dont les productions seront injectées dans le réseau interconnecté. Par ailleurs, la production d'électricité par le solaire thermique est une technologie mature. Des centrales de ce type fonctionnent déjà dans plusieurs pays de par le monde. Pour cela, il faudrait :
 - i. disposer de cartes des gisements solaires actualisées;

- ii. édicter des normes de réalisation et d'exploitation des centrales de ce type ;
2. Associer systématiquement le reboisement écologique à toute exploitation forestière.

Promouvoir la production d'électricité décentralisée notamment pour le monde rural à partir des EnR. Cette approche est déjà développée par le Gouvernement du Mali dans le domaine énergétique et tend à mettre un accent particulier sur l'utilisation des systèmes ENR pour l'équipement des points d'eau et l'électrification du monde rural pour la satisfaction de ses besoins essentiels.

1. Impliquer les populations (communautés) dans les prises de décisions sur les services énergétiques ;
2. Inventorier tous les sites de mini et micro centrales de production d'électricité ;
3. Promouvoir et diffuser des équipements économes d'énergie traditionnelle et des combustibles de substitution au bois-énergie (briquettes combustibles à partir de résidus agricoles ou agro-industriels).
4. Mettre en place des systèmes locaux de production de biocarburants pour la production d'électricité et la motorisation agricole.

A long-terme

Elaborer et mettre en œuvre une politique volontariste de maîtrise et d'économie d'énergie par la création de centres locaux et national d'efficacité énergétique à même d'édicter les normes à observer et mesures à prendre au niveau national, l'écrêtement de la pointe, l'aide aux clients pour maîtriser leur consommation – programme de vulgarisation massive des Lampes Basse Consommation (LBC) et d'information-sensibilisation pour favoriser un comportement responsable de la part des consommateurs.

Assurer une veille proactive sur l'équilibre Offre/Demande du système électrique par des solutions économiques et viables notamment pour la production thermique à base de fuel lourd dans une phase intérimaire, la construction de nouvelles centrales hydroélectriques, la réalisation d'interconnexions électriques avec les pays de la sous-région, la valorisation des ressources renouvelables.

Pour le **bois-énergie** les recommandations vont dans le sens de l'intensification de :

1. l'élaboration et la mise à jour de Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois-énergie (SDA) des centres urbains et semi-urbains ;
2. l'appui à la création de Marchés Ruraux de bois – énergie ;
3. une large promotion des techniques de carbonisation améliorée.

Promouvoir la recherche et le développement, la formation et l'encadrement de groupes d'artisans et la promotion de petites et moyennes entreprises dans le secteur et le transfert de technologie en vue de la vulgarisation des technologies d'énergies renouvelables adaptées et la production locale de composants et équipements.

Améliorer la gouvernance du secteur de l'énergie par le renforcement des principales institutions sectorielles afin de créer un climat de délibération et d'investissement favorable à la participation accrue du secteur privé dans les initiatives de fourniture de services énergétiques ; la bonne gouvernance dans le secteur de l'énergie va aider le GdM dans ses efforts de restructuration du secteur de l'énergie, renforcer ses capacités pour l'émergence d'un environnement institutionnel, légal et réglementaire attractif pour les opérateurs du secteur privé. Elle doit en outre renforcer les capacités de planification, de diffusion de l'information de suivi et d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux des investissements énergétiques. Enfin la participation citoyenne est la meilleure garantie de succès des politiques énergétiques favorisant l'écodéveloppement au bénéfice de tous.

Accroître la part du budget national dans la réalisation des infrastructures énergétiques afin de réduire la vulnérabilité du pays aux investissements étrangers dans un contexte de crise financière mondiale qui affecte la disponibilité des capitaux étrangers pour la réalisation des grands projets y compris dans le domaine de l'énergie.

Bibliographie

Bréhima Kassibo, «La Décentralisation au Mali : État des Lieux», Le bulletin de l'APAD, n° 14, : <http://apad.revues.org/document579.html>. Consulté le 23 décembre 2008.

Catherine Farvacque-Vitkovic ; Alicia Casalis ; Mahine Diop ; Christian Eghoff ; Septembre 2007 ; Banque mondiale : Développement des villes maliennes - Enjeux et Priorités.

Centre national de la recherche scientifique et technologique – septembre 2000 : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques – Communication Initiale du Mali

CILSS 2000. Vision nationale de l'eau à l'horizon 2025 pour une agriculture durable.

Commission Européenne - ATKINS International – mai 2006 : Profil environnemental du Mali – rapport final.

Direction Nationale de la Conservation de la Nature - novembre 2005 : Troisième Rapport du Mali sur la Mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique.

DNHE. 2002. Étude diagnostique du secteur de l'eau au Mali.

DNHE. 2002. Résumé relatif au progrès réalisé au Mali suite à la Conférence ministérielle du second Forum mondial de l'eau (La Haye, 2002).

Fousseini Traoré, Cahiers de la stratégie de l'emploi, Chômage et conditions d'emploi des jeunes au Mali ; Centre d'études et de recherches sur le développement international _ Université d'Auvergne Unité politique de l'emploi ; Département de la stratégie en matière d'emploi 2005/8.

IRD - 2002 Organisation spatiale d'un écosystème exploité : les choix spatiaux dans la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger au Mali, Yveline Poncet, Christian Mullon, Marcel Kuper .

Ministère de l'énergie, des Mines et de l'Eau – Direction Nationale de l'Energie - Plan directeur d'investissements optimaux dans le secteur de l'électricité au Mali, 2007.

Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau du Mali - Bamako, février 2006 : La Politique Energétique Nationale.

Programme de réformes soutenu par le crédit d'appui à la stratégie de réduction de la pauvreté (casrp1).

République du Mali - décembre 2006 : CSLP 2ème Génération 2007 – 2011 - Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté.

République du Mali, Bamako, novembre 2004 : Rapport de suivi de la mise en œuvre des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), Système des Nations Unies au Mali.