



2 chemin de la Chauderaie
69340 Francheville - France

Téléphone
33 (0) 4 72 59 13 20

Fax
33 (0) 4 72 59 13 39

Email : ied@ied-sa.fr

REPUBLIQUE DU BURUNDI



MINISTRE DE L'ENERGIE
ET DES MINES
DIRECTION GENERALE DE
L'ENERGIE ET DE L'EAU



Élaboration de la Stratégie
sectorielle pour le secteur de
l'énergie au Burundi

RAPPORT FINAL
PROVISOIRE

Janvier 2011



Partnership Dialogue Facility (EUEI PDF)

Titre :	Élaboration de la Stratégie sectorielle pour le secteur de l'énergie au Burundi
N° affaire :	2009/015/BURUNDI/GTZ
Version	01
Date	Juin 2010
Rédigé par	Pierre Savary
Relu par	Denis Rambaud-Méasson

FACTEURS DE CONVERSION

Principal facteur conversion de l'énergie

DE	TJ	GCAL	MTEP	MBTU	GWH
	Multiplier par				
TJ	1	238,8	$2,388.10^{-5}$	947,8	0,277
GCAL	$4,1868.10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163.10^{-3}$
MTEP	$4,1868.10^{+4}$	107	1	$3,968.10^{+7}$	11630
MBTU	$1,0551.10^{-3}$	0,252	$2,52.10^{-8}$	1	$2,931.10^{-4}$
GWH	3,6	860	$8,6.10^{-5}$	3412	1

Source agence international de l'énergie (AIE)

Valeurs calorifiques

Produits énergétiques	Pouvoir Calorifique Inférieur	
	Valeur	Unité
Bois sec à l'air (humidité 16%)	17	MJ/Kg
Charbon de bois	27	MJ/Kg
Charbon de tourbe	19	MJ/Kg
Supercarburant	44,7	MJ/Kg
Essence ordinaire	44,7	MJ/Kg
Fioul 180	40,1	MJ/Kg
Fioul 380	40,1	MJ/Kg
Naphta	44,7	MJ/Kg
Carburacteur	43,9	MJ/Kg
Gaz Naturel	35,5	MJ/m ³
Pétrole Brut	42,5	MJ/Kg
Diesel	43,5	MJ/Kg
gazole	43,5	MJ/Kg
Pétrole Lampant	43,9	MJ/Kg
GPL	47,2	MJ/Kg
Éthanol	27,1	MJ/Kg
Gelfuel	22,3	MJ/Kg
Huile de coton	8050	Kcal/litre
Huile de jatropha	9200	Kcal/Kg
Biogaz de fumier (60%CH ₄)	23693	KJ/m ³
Biogaz de décharge (50%CH ₄)	19743	KJ/m ³
Biogaz déchets liquides (80%CH ₄)	31590	KJ/m ³
Bagasse et autres résidus agricoles	Voir annexe3 : données de base sur les résidus agricoles	

Autres équivalences et valeurs de référence

Produits énergétiques	Valeur	Unité
1 m ³ Bois sec à l'air (humidité 16%)	0,8	Tonne
1 stère de bois de feu	0,4	Tonne
1 stère de bois vert	0,8	Tonne
1 stère de bois donne un volume sur pied de	0,65	M ³
1 tonne de correspond à un volume sur pied de	14	M ³
1 m ³ d'huile végétale pure de coton	0,92	Tonne
1 m ³ d'huile végétale pure de jatropha	0,9	Tonne
1 litre de pétrole lampant ou kérosène	0,8	Kg
1 litre de biogaz (à 15,5°C, 760mm)	0,77	g
1 litre d'éthanol	0,8	kg

Préfixes de multiples

10 ¹²	téra	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	méga	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hecto	h
10 ¹	déca	da

Sommaire

1	LE CONTEXTE (EXTRAIT RAPPORT DE DEMARRAGE).....	16
1.1	Géographie physique et humaine.....	16
1.2	L'économie.....	17
1.3	Les outils du développement.....	19
1.4	Les études existantes.....	20
2	LES FINALITES DU SYSTEME ENERGETIQUE.....	21
2.1	L'importance du système énergétique pour le développement.....	21
2.2	Les documents de référence.....	21
2.2.1	Les Objectifs du Millénaire pour le Développement.....	22
2.2.2	Le Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté.....	29
2.2.3	La Vision Burundi 2025.....	32
2.3	Synthèse : Les finalités et les variables essentielles du système énergétique.....	39
2.3.1	L'énergie doit favoriser une croissance pérenne.....	39
2.3.2	L'énergie, vecteur de mieux-être social.....	40
2.3.3	Le système énergétique outil et modèle de gouvernance.....	41
2.4	Les variables essentielles.....	42
2.4.1	Choix des variables.....	42
2.4.2	Les objectifs.....	45
3	LES VARIABLES EXTERNES.....	46
3.1	Choix des variables externes.....	46
3.2	Le climat politique.....	46
3.3	Les industriels miniers.....	46
3.4	La politique des bailleurs de fonds.....	47
3.5	Le prix des produits pétroliers.....	47
3.6	Les changements climatiques.....	47
3.7	Les scénarios.....	48
4	ANALYSE DU SOUS – SYSTEME ELECTRIQUE INTERCONNECTE.....	50
4.1	Description de la situation existante.....	50
4.1.1	La production.....	51
4.1.1.1	Capacité de production installée.....	51
4.1.1.2	Energie produite.....	51
4.1.1.3	Electricité Régionale des Pays des Grands-Lacs.....	53
4.1.2	Demande d'électricité.....	54
4.1.3	Equilibre de l'offre et de la demande.....	56
4.1.4	La situation des réseaux.....	58
4.1.5	L'accès au réseau.....	58

4.1.6	La situation commerciale	59
4.2	Le potentiel	60
4.2.1	Le potentiel hydroélectrique.....	60
4.2.2	Le potentiel solaire.....	62
4.2.3	Les autres potentiels d'électro-génération.....	62
4.2.3.1	Les solutions thermiques	62
4.2.3.2	Le gisement éolien	63
4.2.4	Les Mesures d'Urgence dans le Sous-secteur de l'Electricité	63
5	LES PRODUITS PETROLIERS.....	65
5.1	Activités en amont : exploration des hydrocarbures.....	65
5.2	Importation des produits pétroliers.....	67
5.2.1	Coûts de transport	67
5.2.2	Capacité de stockage.....	68
5.2.3	Procédure de fixation et évolution des tarifs des produits pétroliers	68
5.2.4	Contrôle des produits pétroliers	69
5.2.5	Consommations des produits pétroliers.....	69
5.2.6	Parc automobile	71
6	ETAT DESCRIPTIF DE LA BIOMASSE	73
6.1	Les ressources forestières ligneuses (la biomasse « traditionnelle »).....	73
6.1.1	Introduction	73
6.1.2	Situation forestière	73
6.1.3	Structures de la demande en combustibles ligneux	74
6.1.5	Le diagnostic : un bilan national offre/demande en bois énergie largement déficitaire	76
6.1.6	Santé et combustibles ligneux	78
6.1.7	Le fourneau amélioré à charbon de bois le DUB	79
6.2	La biomasse –énergie « moderne »	81
6.2.1	Les déchets organiques d'origine agricoles	81
6.2.2	Généralités sur le secteur agricole du Burundi.....	81
6.2.3	Le potentiel de résidus de récoltes	84
6.2.4	Le potentiel des fumiers du bétail	87
6.2.5	Le potentiel de biomasse d'origine forestière	89
6.2.5.1	La litière forestière	89
6.2.5.2	Les sous-produits de l'exploitation du bois de sciage	91
6.2.6	Les autres catégories de matières organiques.....	92
6.2.6.1	Généralités	92
6.2.6.2	Les déchets solides municipaux	93
6.2.6.3	Les déchets liquides	96
6.2.6.1.1	Les effluents industriels	96
6.2.6.1.2	Les eaux usées domestiques.....	98
6.2.7	Les cultures à vocation énergétique	101
6.2.7.1	La disponibilité des terres agricoles pour les plantations énergétiques	101
6.2.7.2	Les réserves foncières	102
6.2.7.3	Le potentiel d'éthanol	104

6.2.7.4	Le potentiel d'huile végétale de jatropha	107
6.2.8	Synthèse sur le potentiel de biomasse « moderne »	109
6.2.9	Le potentiel tourbe	110
6.3	Revue des expériences passées et en cours	110
6.3.1	Contexte international	110
6.3.2	Les expérimentations du foyer amélioré au Burundi	111
6.3.3	Expérience en culture énergétique	112
6.3.4	Les programmes passés de promotion du biogaz	112
6.3.5	Expérience en matière de briquetage	113
6.3.6	Expérience sur la gestion des énergies traditionnelles	114
6.3.7	Carbonisation de la tourbe	115
7	LE SOUS-SYSTEME DES ENERGIES RENOUVELABLES	116
7.1	Les applications photovoltaïques décentralisées	116
7.2	Les chauffe-eaux solaires	119
7.3	Les usages énergie humaine ou animale	119
7.4	La pico et la micro hydroélectricité décentralisée	119
7.5	La « pré-électrification »	120
8	LES AXES STRATEGIQUES	121
8.1	Introduction	121
8.2	Les axes stratégiques relatifs à la gouvernance	121
8.2.1	Renforcer les structures de gouvernance	121
8.2.2	Améliorer le cadre légal et réglementaire	124
8.2.3	Renforcer la régulation et le contrôle	124
8.2.4	Construire un système d'information moderne	126
8.2.5	Développer et préserver les compétences énergétiques	126
8.2.6	Développer et diversifier les modes de financement	127
8.2.7	Etendre le champ d'action de la coopération régionale	129
8.3	Les substitutions énergétiques entre sous-systèmes verticaux	130
8.3.1	Les opportunités	130
8.3.1.1	Remplacer bois et pétrole par de l'électricité de réseau	131
8.3.1.2	Substituer les GPL à la biomasse pour la cuisson	131
8.3.1.3	Substituer la biomasse moderne aux produits pétroliers	132
8.3.1.4	Substituer les nouvelles énergies renouvelables à l'électricité, aux produits pétroliers et à la biomasse.	132
8.4	Le sous-système électrique interconnecté	132
8.4.1	Mettre en place un programme de développement du sous-système	132
8.4.2	Le développement du parc de production national	133
8.4.2.1	Le développement des ressources hydroélectriques	133
8.4.2.2	Développer les ressources solaires connectables au réseau	134
8.4.2.3	Développer les ressources éoliennes connectables au réseau	134
8.4.2.4	Développer les ressources thermiques	134
8.4.2.5	Développer l'utilisation du biogaz à grande échelle	135
8.4.2.6	Les autres ressources électro-génératrices possibles	135
8.4.2.7	Développer les importations	135

8.4.2.8	Scénario de développement du parc de production.....	136
8.4.3	Développer les réseaux.....	137
8.4.3.1	Développer le réseau de transport.....	137
8.4.3.2	Développer le réseau de distribution.....	139
8.4.4	Optimiser l'exploitation.....	139
8.4.5	Rationaliser la commercialisation.....	139
8.4.5.1	Actualiser les tarifs.....	139
8.4.5.2	Réduire les pertes.....	140
8.4.5.3	La mixité eau/électricité.....	140
8.4.6	Augmenter l'efficacité énergétique de la demande.....	140
8.5	Le sous-système des produits pétroliers.....	141
8.5.1	Développer une production nationale d'hydrocarbures.....	141
8.5.1.1	La prospection pétrolière.....	141
8.5.1.2	Les biocarburants.....	141
8.5.2	Diversifier les approvisionnements.....	141
8.5.2.1	Développer les GPL.....	141
8.5.2.2	Développer le gaz naturel.....	141
8.5.3	Sécuriser les approvisionnements.....	141
8.5.4	Assurer le stockage stratégique.....	142
8.5.5	Réduire les coûts directs et indirects.....	142
8.5.6	Stabiliser les prix des produits pétroliers.....	143
8.5.7	Améliorer la densité de la distribution en zone rurale et la qualité des produits	143
8.5.8	Réduire la pollution locale.....	143
8.6	Le sous-système de la biomasse et de la tourbe.....	143
8.6.1	Les principes directeurs.....	143
8.6.2	Les axes stratégiques de la biomasse-énergie.....	144
8.6.3	Gestion de la demande en bois énergie en aval de la filière.....	145
8.6.4	La modernisation de la filière bois-énergie Gestion de l'offre en bois énergie en amont de la filière.....	145
8.6.5	La structuration/modernisation de la filière bois énergie et de l'approvisionnement des centres urbains.....	146
8.6.6	L' amélioration des Conditions cadres de la filière bois énergie.....	146
8.6.7	La promotion de l'utilisation des énergies alternatives issues de la biomasse et produites localement.....	147
8.6.8	Carbonisation de la tourbe.....	147
8.6.9	Expérimenter des filières nouvelles de production énergétique à partir de la biomasse:.....	147
8.7	Le sous-système des énergies renouvelables.....	148
8.7.1	Développer les applications photovoltaïques décentralisées.....	148
8.7.2	Développer les chauffe-eaux solaires.....	149
8.7.3	Développer les usages énergie humaine ou animale.....	149
8.7.4	Développer pico et micro hydroélectricité décentralisée.....	149
8.7.5	Développer la « pré-électrification ».....	149

Illustrations : tableaux, cartes, diagrammes

TABLEAU 1 : SYNTHÈSE DES OMD	28
CARTE 1 : RÉVISION SIMPLIFIÉE DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DU BURUNDI	50
TABLEAU 2 : PRODUCTION TOTALE D'ÉLECTRICITÉ (GWH)	52
TABLEAU 3 : PART DE PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE CHAQUE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR LE RÉSEAU INTERCONNECTÉ DU BURUNDI	53
TABLEAU 4 : ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS	54
TABLEAU 5 : ÉVOLUTION DE LA DEMANDE EN ÉNERGIE AU BURUNDI, 2005-2020	55
CARTE 2 : RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU BURUNDI	61
CARTE 3 : BLOCS D'EXPLORATION PÉTROLIÈRE AU BURUNDI	66
DIAGRAMME 1: STRUCTURE DES COÛTS DE TRANSPORT DANS LA RÉGION. (USD /TONNE)	67
TABLEAU 6 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DU CARBURANT AU BURUNDI (M³)	70
DIAGRAMME 2 : APPROVISIONNEMENT PAR TYPE DE CARBURANT AU BURUNDI À CORRIGER MANQUE HFO 70	
TABLEAU 7 : ÉVOLUTION DU PARC AUTOMOBILE DU BURUNDI DE 1996 À 2004	71
CARTE 4 : LE PROJET DE PIPELINE ELDORET-KAMPALA-KIGALI-BUJUMBURA	72
TABLEAU 8 : ÉVOLUTION DES SUPERFICIES FORESTIÈRES DU BURUNDI DE 1990 À 2007 (KM²)	74
TABLEAU 9 : PRODUCTION, COMMERCE ET CONSOMMATION DE PRODUITS LIGNEUX DU BURUNDI EN 2006 (1000 M³)	74
TABLEAU 10 : RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION SECTORIELLE EN COMBUSTIBLE LIGNEUX	75
TABLEAU 11 : QUANTITÉS DE POLLUANTS ÉMIS SELON LE TYPE DE COMBUSTIBLES UTILISÉS	79
FIGURE 1 : DESCRIPTION DU FOYER AMÉLIORÉ DUB	80
TABLEAU 12 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION VIVRIÈRE PAR GROUPE DE CULTURES (EN MILLIERS DE T) 1990-2007	82
TABLEAU 13 : ÉVOLUTION DE QUELQUES ESPÈCES DE CULTURES GÉNÉRANT DES RÉSIDUS AGRICOLES (TONNE) 2000-2008	82
TABLEAU 14 : EFFECTIFS DES ANIMAUX ÉLEVÉS AU BURUNDI (2004-2008)	83
TABLEAU 15 : LE POTENTIEL THÉORIQUE DE DÉCHETS DE RECOLTES DU BURUNDI	85
TABLEAU 16 : ÉVOLUTION DES PRODUCTIONS RÉELLES DE CANNE, DE BAGASSE ET D'ÉLECTRICITÉ DE L'USINE DE SUCRE DE SOSUMO (2005 – 2009)	86
TABLEAU 17 : LE POTENTIEL ANNUEL THÉORIQUE EN BIOGAZ DU BURUNDI	87
TABLEAU 18 : COMPARAISON DES IMPACTS DES AMÉNAGEMENTS ORGANIQUES DE DIGESTAT ET DE FUMIER BRUT SUR LES RENDEMENTS DES CULTURES DE PATATES, DE RIZ ET DU MAÏS	88
TABLEAU 19 : POTENTIEL DE LITIÈRES DE PIN ET D'EUCALYPTUS	90
TABLEAU 20: RÉPARTITION DES PLANTATIONS ARTIFICIELLES SUIVANT LES DIFFÉRENTES PROVINCES DU BURUNDI	90
TABLEAU 21: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DU BOIS DE SCIAGE AU BURUNDI EN M³ (2000-2008)	91

TABLEAU 22 : LE POTENTIEL DE RESIDU DANS LE CADRE DE LA PRODUCTION DU BOIS DE SCIAGE	92
TABLEAU 24 : LA COMPOSITION DES ORDURES MENAGERES DE LA VILLE DE BUJUMBURA	95
TABLEAU 25 : POTENTIEL DE BIOGAZ DE DECHARGE DE BUJUMBURA.....	95
TABLEAU 26 : VOLUME ET CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS INDUSTRIELS.....	97
TABLEAU 27 : POTENTIEL DE BIOGAZ DES EFFLUENTS INDUSTRIELS	98
TABLEAU 28: BIOLATRINE DIFFUSEE AU BURUNDI	99
TABLEAU 29: ÉVOLUTION DES FACTURES DE L'APB POUR L'EXERCICE 2009	100
TABLEAU 30: POTENTIEL DE BIOGAZ ET D'ELECTRICITE DE L'ABATTOIR DE BUJUMBURA	101
TABLEAU 32 : POTENTIEL D'ETHANOL A PARTIR DE LA MELASSE DE L'USINE SOSUMO	104
TABLEAU 33 : POTENTIEL D'ETHANOL DU MANIOC	105
TABLEAU 34 : POTENTIEL D'ETHANOL DU SORGHO DOUX	106
TABLEAU 35 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE BIERE LOCALE DE 2000 A 2004.....	106
TABLEAU 36 : POTENTIEL D'ETHANOL DE LA RECONVERSION DE LA BIERE LOCALE	107
TABLEAU 37 : LE POTENTIEL D'HUILE DE JATROPHA.....	108
TABLEAU 38 : SYNTHÈSE SUR LE POTENTIEL DE BIOMASSE « MODERNE » DU BURUNDI	109
TABLEAU 39 : LES DIFFERENTS PROJETS BIOGAZ	112
TABLEAU 40: FOUR DE CARBONISATION DES BRIQUETTES DE TOURBE/DECHETS VEGETAUX.....	115
TABLEAU 41 : PUISSANCE MECANIQUE DE QUELQUES ACTIVITES MUSCULAIRES (A. JANSEN).....	119
TABLEAU 42 : PUISSANCE CONSOMMEE PAR QUELQUES APPAREILS ELECTRIQUES PORTABLES (A. JANSEN) .	119
TABLEAU 43 : SUBSTITUTIONS POSSIBLES ENTRE SOUS-SYSTEMES ENERGETIQUES.....	131
CARTE 5 : INTERCONNEXIONS AVEC LA TANZANIE, L'UGANDA ET LE KENYA	138

Sigle et Acronymes Utilisés

\$US	dollar américain
AFD	Agence Française de Développement
AGROBIOTECH	Agro-biotechnologie
ALCOVIT	Aliments Concentrés Vitaminés
APB	Abattoir Public de Bujumbura
APRS	Projet d'Appui de Réinsertion et de Réintégration des Sinistrés
ASARECA	Association for Strengthening Agricultural Research in Eastern and Central Africa
ATB	Agro Trading Business
BAD	Banque Africaine de Développement
BANCOBU	Banque Commerciale du Burundi
BBCI	Banque Burundaise pour le Commerce et l'Investissement
BCB	Banque de Crédit de Bujumbura
BGF	Banque de Gestion et de Financement
BINUB	Bureau Intégré des Nations Unies au Burundi
BM	Banque Mondiale
BNDE	Banque Nationale de Développement Economique
BRARUDI	Brasserie du Burundi
BRICOOP	Coopérative de fabrication de briquettes combustibles
BTC	Burundi Tobacco Company
C.D.M.	Centre de Dépulpage Manuel
Cal	Calorie
CAPRI	Collectif des Associations de Producteurs du Riz de l'Imbo
CAS	Country Assistance Strategy
CCE	Commission des communautés européennes
CCEM	Caisse de Crédit et d'Epargne Mutuelle
CDI	Centre de Développement Industriel
CEPGL	Communauté Economique des Pays des Grands Lacs
CH4	méthane
CIMMYT	Centro Internacional del Mejoramiento del Maiza Y Trigo
CIP	Centro Internacional de la Papa
CIRAD	Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement
CMDT	Cadre des Dépenses à Moyen Terme
CNCB	Confédération Nationale des Caféculteurs du Burundi
CNDRR	Commission Nationale pour la Démobilisation, la Réintégration et la Réinsertion
CNRS	Commission Nationale pour la Réhabilitation des Sinistrés
CNTA	Centre National des Technologies Alimentaires
CNTB	Commission Nationale des Terres et autres Biens
CNUCED	
CO2	Gaz carbonique
COFIDE	Compagnie de Financement et du Développement
COGEMIMI	Compagnie de Gérance de la Mini-huilerie de Minago

COGERCO	Compagnie de Gérance du Coton
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa
COOPEC	Coopérative d'Epargne et de Crédit
COPEDE	Conseil pour l'Education et le Développement
COSPEC	Coopérative Solidarité avec les Paysans pour l'Epargne et le Crédit
COTEBU	Complexe Textile de Bujumbura
CPF	Centre de Perfectionnement et de Formation en cours d'emploi
CRE	Crédit de Relance Economique
CREDOC	Crédit Documentaire
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté
CTB	Coopération Technique Belge
CVHA	Cultures Vivrières de Haute Altitude
DBO	Demande Biochimique en oxygène
DCO	Demande Chimique en oxygène
DGA	Direction Générale de l'Agriculture
DGE	Direction Générale de l'Elevage
DGEE	Direction Générale de l'Energie et de l'EAU
DGMAVA	Direction Générale de la Mobilisation pour l'Auto-développement et la Vulgarisation Agricoles
DGPAE	Direction Générale de la Planification Agricole et de l'Elevage
DPAE	Direction Provinciale de l'Agriculture et de l'Elevage
DRSP	Documents de Stratégie de Réduction de la Pauvreté
ESMAP	Programme d'assistance à la gestion du secteur énergie, PNUD/Banque Mondiale/
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Programme (Aides bilatérales)
EUEI	European Union Energy Initiative
FAC-AGRO	Faculté d'Agronomie
FAO	Food Agriculture Organization
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Fbu	Franc Burundais
FDTA	Fonds de Développement en Technologie Alimentaire
FIDA	Fonds International de Développement Agricole
FMCR	Fonds de Microcrédit Rural
FOB	Free on board
FONIC	Fonds National d'Investissement Communal
g	gramme
GES	Gaz à effet de serres
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt heure
HERA	Household Energy Programme
HPB	Huilerie de Palme du Burundi
IASZ	Intégration Agro-Sylvo-Zootéchnique
IDA	International Development Agency
IDA/GEF	International Development Agency / Global Environment Fund

IDH	Indice du Développement Humain
IEPF	Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie
IFDC	Centre International pour la fertilité du sol et le développement agricole
IFPRI	International Food Policy Research Institute
IGEBU	Institut Géographique du Burundi
IITA	International Institute for Tropical Agriculture
ILRI	International Livestock Research Institute
INEAC	Institut National des Etudes Agronomiques du Congo Belge et du Rwanda- Urundi
INECN	Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature
INIBAP	International Network for Improvement of Banana and Plantain
IOV	Indicateur Objectivement Vérifiable
IPGRI	International Plant Genetic Ressources Institute
IRAZ	Institut de Recherche Agronomique et Zootechnique
ISABU	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
ISO	International Standards organization
ISTEEBU	Institut des Statistiques et Etudes Economiques du Burundi
Kcal	Kilocalories
Kg	Kilogramme
ktep	Millier de Tep
kWc	Kilowatt crête
kWh	Kilowatt heure
l	litre
MARP	Méthode Accélérée de Recherche Participative
MBTU	Million British thermal Unit
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MEATTP	Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et des Travaux Publics
MECAGRI	Mécanisation Agricole
MES	Matière en suspension
MINAGRIE	Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
MINATTE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement
MINEDUC	Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique
MINICOMMERCE	Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Tourisme
MINIJUSTICE	Ministère de la Justice et Garde des Sceaux
MININTER	Ministère de l'Intérieur et du développement Communal
MINIPLAN	Vice Ministère chargé de la planification
MJ	Mégajoule
MMC	Mécanisme du Marché Carbone
MPDRN	Ministère de la Planification du Développement et de la Reconstruction Nationale
Mt	Tonne Métrique
MUTEC	Mutualité d'Epargne et de Crédit
MW	Méga -watts
MW :	Mégawatt
NEPAD	Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique
NPK	Azote - Phosphore - Potassium

NSAN	Nouvelle Stratégie Agricole Nationale
OCB	Organisation des Communautés à la Base
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OCIBU	Office des Cafés du Burundi
ODP	Opérateur de Proximité
OFB	Observatoire des Filières Agricoles du Burundi
OFDA	Office for Foreign Disaster Assistance
OHP	Office de l'Huile de Palme
OIC	Organisation Internationale du Café
OMD	Objectifs du millénaire pour le développement
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONAMA	Office National de Mécanisation Agricole
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Organisation de Producteurs
OPHAVET	Office Pharmaceutique Vétérinaire
OTB	Office du Thé du Burundi
PACE	Programme Panafricain pour le Contrôle des Epizooties
PAM	Programme alimentaire Mondial
PAP	Plan d'Actions Prioritaires
PARSAD	Projet d'Appui à la Restauration de la Sécurité Alimentaire Durable
PARSE	Projet d'Appui à la reconstruction du secteur de l'Elevage
PCI	Pouvoir Calorifique inférieur
PDAA	Programme détaillé pour le Développement de l'Agriculture Africaine
PDF	Partnership Dialogue Facility
PDNE	Plan Directeur National de l'Eau
PEC	Politique Energétique Commune
PED	Pays En Développement
PED-Sahel	Programme Energie Domestique pour le Sahel
PHYTOLAB	Phyto-technologie Laboratoire
PIA RUBUBU	Projet d'Intensification Agricole Rumonge-Burambi-Buyengero
PIB	Produit Intérieur Brut
PNSA	Programme National de Sécurité Alimentaire
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PPCDR	Programme Post-Conflict de Développement Rural
PRASAB	Programme de Réhabilitation Agricole et de Gestion Durable des Terres
PRDMR	Programme de Relance et de Développement du Monde Rural
PROBEC	Programme for Basic Energy and Conservation
PROTHEM	Projet Théicole de Mwaro
PSSA	Projet Spécial de Sécurité Alimentaire
PTF	Partenaires Techniques et Financiers
PTRPC	Programme Transitoire de Reconstruction Post-Conflict
PV	Photovoltaïque
RDC	République Démocratique du Congo

REDABU	Réseau de Documentation Agricole au Burundi
REGIDESO	Régie de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité
RPTES	Regional Program for the Traditional Energy Sector
RUPO	Rural Palm Oil
SARGIA	Système d'Alerte Rapide et de Gestion de l'Information Agricole
SBF	Société Burundaise de Financement
SCEP	Société Chargée des Entreprises Publiques
SETEMU	Service technique Municipaux
SFI	Société Financière Internationale
SIDA	Syndrome d'Immunodéficience Acquise
SIM	Système d'Informations sur les Marchés
SINELAC	Société Internationale d'Electricité des pays des grands lacs
SIROBU	Sirop du Burundi
SIVCA	Société Industrielle pour la Valorisation du Café
SNPA-DB	Stratégie Nationale et Plan d'action en matière de Biodiversité
SODECO	Société de Déparchage et de Conditionnement du café
SOGESTAL	Société de Gestion des Stations de Lavage du Café
SOKINABU	Société de Quinquina Nationale du Burundi
SOMA-ABC	Société de Mécanisation Agricole - ABC
SONICOF	Source of Nile's Coffee
SOSUMO	Société Sucrière du Moso
SPAI	Sous-Produits Agro-Industriels
SPAT	Schéma Provincial d'Aménagement du territoire
SRDI	Société Régionale de Développement de Imbo
STABEX	Stabilisation des Exportations
STEP	Station d'épuration
t	tonne métrique ou tonne
TAG	Turbine à Gaz
TAV	Turbine à Vapeur
tep	Tonne équivalent pétrole
UATH	Unité Artisanale de Traitement de l'Huile de palme
UCODE	Union des Coopératives de Développement
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNICEF	United Nations Infant and Children Education Fund
USAID	United State Agency for International Development
USLS	Unité Sectorielle de Lutte contre le Sida
VFE	Vegetables & Flowers Export
VIH	Virus d'Immunodéficience Humain
WB	World Bank
EID	Energie Innovation Développement
SEMIS	Service de l'Energie en Milieu Sahélien

1 LE CONTEXTE (EXTRAIT RAPPORT DE DEMARRAGE)

1.1 Géographie physique et humaine

Le Burundi est un pays tropical situé au Centre Est de l'Afrique entre le Rwanda au Nord, la Tanzanie à l'Est et au Sud Est et enfin le Congo Démocratique à l'Ouest et au Sud Ouest. Il couvre une superficie de 27.834 km². Son relief produit des paysages très diversifiés avec des altitudes variant entre 700 et 2600 mètres. Il est composé de cinq zones géomorphologiques comprenant la plaine de l'Imbo, la crête Congo Nil, les plateaux centraux et les dépressions du Bugesera et de Kumoso

La proximité de l'équateur lui donne un climat tropical caractérisé par une forte saison des pluies de septembre à mars. Ce climat varie en fonction de l'altitude. En effet, les altitudes supérieures à 2000 m, matérialisées par la crête Congo-Nil ont des précipitations moyennes comprises entre 1400 mm et 1600 mm et des températures moyennes annuelles oscillant autour de 15°C avec des minima descendant parfois jusqu'à 0°C. Les plateaux centraux, dont l'altitude oscille entre 1500 et 2000 m, reçoivent environ 1200 mm de précipitations annuelles pour 18 à 20°C de températures moyennes. Les zones d'altitudes inférieures à 1400 m dans la plaine de l'Imbo et les dépressions du Kumoso et de Bugesera ont des précipitations moyennes annuelles inférieures à 1200 mm et même souvent inférieures à 1000 mm et des températures moyennes annuelles supérieures à 20°C.

Ces fortes pluies provoquent localement une forte érosion et des inondations dans la plaine de l'Imbo en contrebas, suivies de destructions des infrastructures, notamment des routes et des maisons dans la ville de Bujumbura.

Le pays est irrigué par deux grands bassins hydrographiques: le bassin du Nil qui comprend d'une part la Ruvubu et ses affluents et d'autre part la Kanyaru, les affluents de la Kagera, et le bassin du fleuve Congo.

Malgré cette richesse en ressources hydriques, l'eau est une ressource vulnérable, limitée par une variété de facteurs comprenant notamment les conditions climatiques souvent défavorables dans certaines régions et l'inégale distribution spatio-temporelle des pluies.

Les écosystèmes terrestres comprennent des écosystèmes forestiers et les écosystèmes aquatiques. Un échantillon non négligeable de ces écosystèmes naturels bénéficie d'un statut formel de protection.

La population, estimée en 2007 à 8,1 millions, est très jeune. Près de 50 % de la population a moins de 16ans. Parmi les plus élevés d'Afrique, le taux d'accroissement naturel moyen est estimé à 2,4 % par an et la densité de la population a atteint environ 290 habitants/km². A ce rythme, la population pourrait doubler d'ici 2030 et atteindre une densité de 530 habitants/km². La pression démographique constituera donc un important défi dans un très proche avenir.

Cette croissance démographique rapide a pour effet le morcellement excessif des terres, la disparition progressive des réserves naturelles, l'exploitation des terres marginales et donc la mise en péril des équilibres environnementaux. Ainsi, la taille de l'exploitation agricole par ménage qui était de 1,04 ha en 1973 est tombée à 0,33 ha en 2000.

Classé 167^e sur 177, le Burundi avait un indice de développement humain de 0,413 en 2005. Plus de 70% de la population vivaient sous le seuil de pauvreté (30 \$EUA par mois soit un peu plus de 30.000 FBU).

L'enclavement du Burundi constitue un sérieux handicap pour son approvisionnement durable en produits de base notamment les produits pétroliers dont il est fortement tributaire. Son éloignement des zones d'approvisionnement explique en bonne partie le fait que le Burundi affiche les prix du carburant à la pompe les plus élevés par rapport à ses pays frontaliers.

Les fortes pluviométries enregistrées et la topographie de son relief justifient le constat que le Burundi est assujéti à des phénomènes d'érosion hydrique sévère causant des glissements fréquents des pentes, la baisse de la fertilité et la diminution des terres agricoles pour un pays densément peuplé, l'altération naturelle de la qualité des eaux lacustres, principale source d'approvisionnement en eau potable du pays, etc.

1.2 L'économie

L'économie burundaise souffre de dysfonctionnements multiples générés par la crise et d'un environnement sous-régional miné par des guerres civiles. Depuis l'adoption du PAS en 1986 jusqu'en 1993, le taux de croissance du PIB était supérieur à celui de la population (3,7% par an contre 2,7%). Le PIB a baissé cumulativement de 20% sur la période 1993-2000, du fait de l'insécurité qui régnait et de l'embargo auquel le pays était soumis.

La balance commerciale est en déficit chronique (10,7% du PIB en 1990, 12,8% en 2004, 21,9% en 2007 et 2008) en raison du niveau élevé des importations et de la détérioration des termes de l'échange, liée à la baisse continue des cours mondiaux du café. Le déficit récurrent du budget de l'Etat est financé par le recours aux certificats du Trésor Public (encours de 31,4 milliards de FBU en 2004), ce qui contribue à l'augmentation du crédit intérieur, à la chute des réserves de change du pays et à l'instabilité de la devise nationale. La dette extérieure est devenue un lourd fardeau avec un service contractuel qui a atteint 49,9% des exportations, en 2008. A fin 2007, elle était de 1.499 millions de \$EUA . Toutefois le Burundi a atteint le point d'achèvement de l'initiative en faveur des Pays Pauvres très Endettés (PPTe) qui devrait lui permettre de bénéficier d'un allègement de la dette de 833 millions de \$EUA au titre du PPTe et d'allègements complémentaires de l'IDA, du FMI (à hauteur de 105 millions de \$EUA) et du FAdD.

L'inflation n'a pas été totalement maîtrisée : son taux annuel est passé de 23% en 2000 à 8,3% en 2004, grâce à l'augmentation de la production vivrière mais s'est envolée à nouveau à 24,5% en 2008. Le pouvoir d'achat de la population risque, du coup, d'être encore affecté.

Le Gouvernement a pu réaliser ses programmes d'investissement, en partie grâce à l'aide extérieure qui a atteint de 466 millions de \$EUA, en 2007, soit 54,8 \$EUA par habitant. Cette aide équivaut à 49,8% du PIB. Le taux d'investissement, quant à lui, a baissé passant de 18% du PIB, en 1992, à moins de 9%, en 2000, pour se situer à 11,3 %, en 2004 et 11,1% en 2008.

L'environnement macro-économique de la période 2006/2007 reflète, cependant, une reprise économique. La croissance du PIB est estimée à 5,1%, tandis que le taux d'inflation a été limité à 2,9 % net. Sur la base de cette évolution qui suscite de l'espoir,

le Gouvernement est décidé à poursuivre sa politique de stabilisation macroéconomique.

Le profil économique du Burundi est dominé par l'agriculture de type familial. Elle occupe 90% de la population active mais contribue à la formation de 48% du PIB seulement et fournit plus de 95% en devises des recettes d'exportation (café, thé et coton). Depuis la crise sociopolitique la contribution du secteur agricole à la croissance du PIB a connu une chute de 54% en 1990 à 31% en 2008. A cela s'ajoute les nombreux problèmes auxquels les paysans font face: (i) la baisse de la fertilité et de l'acidité des terres agricoles entraînant la chute des rendements des cultures ; (ii) les difficultés liées à la transformation, la conservation et à la commercialisation des produits de récoltes ; (iii) la flambée des prix des intrants améliorés de production. Le prix des engrais est passé de 0,5 \$US en 2000 à 1\$ US/kg en 2008 tandis que ceux des animaux d'élevage ont presque triplé. Les rendements et les productions végétales, animales et halieutiques affichent toujours une tendance baissière et ne parviennent plus à couvrir les besoins nutritionnels et financiers d'une population en croissance permanente.

L'autre trait dominant de l'économie burundaise est son faible niveau d'industrialisation illustré par les unités artisanales de transformation des récoltes (huile de palme, bière locale, thé, café) et les fabriques de briques en terre cuite brûlant des combustibles ligneux à partir des foyers ou fours traditionnels. Le tissu industriel employant moins de 2% de la population active est constitué par des unités agro-industrielles et des brasseries. Il pourrait s'élargir avec l'émergence de l'industrie minière. La quasi-totalité des usines et des unités artisanales génèrent beaucoup de biomasse liquide ou solide dont la valorisation énergétique par voie thermique ne concerne que les déchets solides. Elles subissent également les aléas de l'approvisionnement en énergie (délestage électrique, hausse des prix des hydrocarbures) si bien que le poids de la facture de l'énergie dans les charges d'exploitation compromet parfois la capacité de renouvellement des infrastructures. Au total les secteurs secondaire et tertiaire emploient en moyenne 6,5% de la population active. Le secteur secondaire, composé surtout de PME, est plutôt marginal avec une activité certes variée mais destinée au marché local. Créées surtout dans un but de substitution des importations, ces PME souffrent d'un manque de compétitivité à cause des difficultés d'approvisionnement notamment en énergie liées à l'enclavement du pays, de la cherté des matières premières, de l'étroitesse du marché local, d'une pression fiscale élevée et des difficultés d'accès au crédit.

La population burundaise, estimée à 8.060.000 habitants en 2008, compte plus de 90 % de familles rurales et 51 % de femmes. La croissance annuelle de la population est de 3 % et la densité démographique moyenne de 310 hab. /km². Celle-ci atteint cependant 650 hab. /km² dans les provinces du Nord et 500 hab. /km² au Centre et à l'Ouest. La poussée démographique est plus significative dans les principales villes à savoir Bujumbura (30,9%) ; Rutana (22%) ; Bururi (21,2%) ; Rayanza (16,8%) ; Cankuzo (16%). En 2010 la population totale du Burundi vit dans 1 715 000 concessions dont les 1 538 000 ménages établis en zone rurale contre 177 000 en milieu urbain. La taille moyenne d'un ménage est de cinq personnes. La répartition de la population burundaise par classe d'âge révèle que les personnes âgées représentent moins de 3% du total, contre 40% pour les enfants de moins de 15 ans alors que la tranche de 15 à 64 ans représente 57%.

Près de 70% de la population vit en deçà du seuil de pauvreté (moins d'un \$ US/jour et par habitant) et 85% des ménages font quotidiennement face à l'insécurité alimentaire.

Le taux de malnutrition aiguë est supérieur à 10% et l'apport calorique journalier par habitant se trouve bien en deçà des normes requises (1.650 calories contre 2.250 recommandées).

La crise sociopolitique de 1993 a compromis les efforts du Gouvernement dans sa politique sociale nationale visant la satisfaction des besoins essentiels comme l'accès à l'éducation, aux soins de santé, à l'eau et assainissement, la lutte contre le VIH/SIDA. Le taux de mortalité infantile qui était de 110/10000 en 1993 est passé à 125/10000 en 1998. Le taux de couverture vaccinale qui était à 80% chez les enfants en 1992 est tombé à 60% en 1998. La malnutrition a pris des proportions inquiétantes (plus de 20%) et on assiste également une forte augmentation des maladies infectieuses telles que la pneumonie, les différentes formes de diarrhées, la tuberculose, le paludisme et le SIDA.

1.3 Les outils du développement

Après l'expérimentation de plusieurs outils politiques (Plan Quinquennal de Développement, PAS, Programme d'Investissement Public-PIP et Programme de Dépenses Publiques-PDP), le Burundi, à l'instar des autres pays en développement, fonde, aujourd'hui, sa politique de développement économique et social sur la lutte contre la pauvreté (CSLP) sur les OMD 2015, et le document prospectif la Vision 2025.

Lors d'une conférence du Groupe Consultatif à Paris, le 26 et le 27 octobre 2009, pendant laquelle le pays a développé sa vision pour les années à venir, le gouvernement a clairement affirmé son intention d'investir dans les secteurs qui constituent les moteurs de l'économie, dont l'énergie.

Ces outils étaient jusque-là confectionnés, dans les bureaux, par les services compétents du secteur public sans véritable consultation des bénéficiaires et ne tenaient donc pas compte des aspirations de la population. Le CSLP, par contre, est élaboré sur la base de conclusions et recommandations formulées lors des consultations participatives auprès des communautés de base, de la société civile, des secteurs public et privé. De par son caractère inclusif, ce processus d'élaboration a renforcé la compréhension et la participation des communautés de base et occasionné la mise en place spontanée des comités locaux de lutte contre la pauvreté qui sont garants d'une mise en œuvre efficace et concertée des actions prévues.

Cette innovation pertinente et volontariste instaure ainsi une nouvelle dynamique qui permettra aux populations à la base de participer à la gestion de leur propre développement. Ces différentes politiques menées par le Gouvernement n'ont réservé, au secteur de l'énergie, qu'une place congrue qui n'a jamais dépassé 4% du PIB, même avant la crise, où ce secteur semblait faire partie des grandes priorités. Les actions financées, par ces faibles allocations, ont concerné l'électrification des centres urbains.

Le CSLP met l'accent sur les principaux axes du développement socioéconomique:

- L'amélioration de la gouvernance et de la sécurité ;
- La promotion d'une croissance économique durable et équitable ;
- Le développement du capital humain ;
- La lutte contre le VIH/SIDA;

La mise en valeur des ressources naturelles et la transformation des potentialités en opportunités de développement constituent également les défis majeurs à relever pour l'amorce d'un véritable développement durable au Burundi.

Un vaste programme de réformes économiques est mis en œuvre basé sur:

- le désengagement de l'État des activités productives et la privatisation des entreprises publiques;
- l'amélioration de l'environnement pour les affaires;
- la modernisation des procédures administratives du secteur public;
- la mise en place de nouveaux cadres législatifs et réglementaires dans les secteurs.

L'adoption de la Politique de Décentralisation souligne l'importance accordée à « la valorisation du secteur rural » qui doit être « le moteur de l'économie du Burundi en participant au décollage de l'agro-industrie ». La Lettre de Politique Energétique Nationale précise également que la mise en valeur du monde rural passe par le renforcement des infrastructures dont « l'élargissement du parc énergétique, son ouverture aux capitaux privés (IPP), sa diversification et son extension aux zones rurales ».

1.4 Les études existantes

De nombreuses études font référence au système énergétique du Burundi mais elles se situent soit dans un contexte plus large soit dans une vision partielle du système. On citera en particulier l'étude sur les infrastructures de la BAD (décembre 2009).

2 LES FINALITES DU SYSTEME ENERGETIQUE

2.1 L'importance du système énergétique pour le développement

La Vision Burundi 2025 souligne en ces termes l'importance du système énergétique dans la planification du développement au Burundi :

Le développement du secteur énergétique constitue, au Burundi comme ailleurs, le moteur et un des catalyseurs pour atteindre un développement durable. Il est également considéré comme l'un des tremplins majeurs pour une réduction rapide et durable de la pauvreté.

De manière générale, en effet, la disponibilité de l'énergie contribue efficacement à la création des conditions favorables à l'investissement et contribue donc à la création des emplois et autres activités génératrices de revenus, ainsi qu'à l'amélioration des conditions de vie de la population. Plus spécifiquement dans le cadre de cette vision, le Burundi ne pourra développer ses services en général, et particulièrement ses activités industrielles et minières, promouvoir le transport, les télécommunications et TIC, le tourisme, la distribution en eau potable, sans que l'énergie, surtout électrique, ne soit vulgarisée en quantité et qualité suffisantes dans les milieux urbains et ruraux.

Malheureusement, le constat est que l'énergie électrique est faiblement utilisée au Burundi. En effet, l'usage domestique de l'énergie est le fait des sources traditionnelles d'énergie (bois de feu, charbons de bois et résidus agricoles) qui interviennent à plus de 95% dans la consommation énergétique nationale, suivi des produits pétroliers à hauteur de 2,5%, l'électricité d'origine hydroélectrique pour 0,6% et la tourbe à 0,05%.

Pour éviter l'utilisation excessive du bois de feu et du charbon de bois qui sont préjudiciables à l'environnement, le Burundi diversifiera ses sources d'énergie ; en exploitant notamment les réserves abondantes de tourbe dont regorge certaines vallées du pays, utilisera rationnellement son potentiel hydroélectrique et explorera également la piste des énergies alternatives ; notamment le biogaz, les énergies solaire et éolienne principalement en milieu rural.

2.2 Les documents de référence

Pour assurer une bonne cohérence de planification, les finalités du système énergétique doivent être compatibles avec celles édictées par les documents de référence au plan global du Burundi. Par ordre chronologique, il s'agit des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), du document Vision Burundi 2025, et du Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté (CSLP). Une filiation évidente existe entre ces documents, bien que leur démarche et leur présentation différentes obligent à les conserver tous faute de synthèse évidente. Tous s'attachent néanmoins à favoriser le développement économique, à réduire les conséquences de la pauvreté, et à améliorer la gouvernance. À cette fin, ils préconisent des politiques sociales et économiques dans lesquelles l'énergie joue toujours un rôle déterminant.

2.2.1 Les Objectifs du Millénaire pour le Développement

Appliquée au Burundi la démarche des objectifs du Millénaire pour le Développement à dégagé huit objectifs pour l'atteinte desquels l'énergie joue un rôle important :



OMD 1 : Réduire l'Extrême Pauvreté et la Faim

La pauvreté est donc le défi le plus important auquel le Burundi doit s'attaquer sérieusement car ce phénomène croît très rapidement « doublement en l'espace de 15 ans » et prend des proportions inquiétantes avec le temps. On estime que 70 % de la population burundaise vit actuellement avec moins de 1 USD par jour. De manière globale, entre 1990 et 2004, la qualité de vie des burundais s'est fortement détériorée avec le doublement du nombre de personnes vivant en dessous du seuil de la pauvreté qui est passé de 34,1 % à en 1990 à 70,5 % en 2004.

L'espérance de vie est tombée de 51 ans en 1993 à moins de 42 ans en 2005. La question de lutte contre la faim reste une question préoccupante pour le pays. Pour atteindre l'Objectif de réduire la pauvreté et la faim, le Burundi devra relever sa situation économique qui est une situation de déficits dans tous les domaines et qui dicte une intervention rapide pour lutter contre la famine qui tend à se généraliser dans tout le pays d'une part et des mesures structurelles pour redresser définitivement l'économie nationale et la placer sur le chemin de la croissance économique.

L'accroissement de l'accès à l'électricité a deux impacts directs pour cette croissance économique: il permet l'augmentation de la production par l'usage des machines qui augmentent les rendements agricoles ; il est aussi à l'origine de la multiplication des activités génératrices de revenus et des emplois qui, conduisent à accroître les revenus des ménages ruraux. Cette augmentation des revenus et de la production agricole concourent à de l'amélioration des conditions de vie, et donc de la réduction de la pauvreté et de la faim. Cet accroissement se manifeste d'une part, à travers une offre accrue d'électricité, et par l'intensification de la desserte d'autre part. Cette dernière se matérialise par le subventionnement de raccordement aux compteurs prépaiement de 30.000 branchements, et à la distribution gratuite de 400.000 lampes à faible consommation, ainsi que l'application d'un tarif social pour 42.000 abonnés jusqu'à 150 kWh, qui permettront à 10% des populations pauvres des zones périurbaines et rurales, d'avoir accès à l'électricité pour des usages domestiques et professionnels.



OMD 2 : Assurer l'Education Primaire pour Tous

Le taux net de scolarisation dans le primaire est passé de 70 % en 1992 à 42 % en 1996, ce taux est actuellement en forte croissance grâce à la politique du gouvernement visant la gratuité de l'enseignement primaire. On estime actuellement à 65 % le taux de scolarisation dans l'enseignement primaire et que 37 % des enfants qui accèdent à l'école atteignent la fin du cycle primaire. L'éducation est le socle sur lequel reposent toutes les fondations du développement. D'ici à 2015, donner à tous les enfants, garçons et filles, partout dans le monde, les moyens d'achever un cycle complet d'études primaires

En vue de permettre au Burundi à évoluer vers la réalisation des OMDs, des Ecoles primaires et secondaires sont en cours de construction par financement interne et externe dans toutes les 17 provinces du pays.

Cet Objectif permettra au Burundi de donner à tous les enfants, garçons et filles, la possibilité d'achever un cycle d'études primaire et secondaire. L'énergie électrique à l'école favorise les enseignements, surtout techniques, où sa disponibilité facilite l'utilisation du matériel destiné à la formation des élèves. Elle améliore les conditions de vie des enseignants et des élèves (éclairage, radio, télévision, étude le soir), et permet l'accès aux TIC, dont les équipements ont besoin d'électricité.

Etant donné que la majorité des établissements scolaires publics n'ont pas d'électricité, l'objectif est de desservir chaque année 50 Etablissements sociaux et communautaires (établissements primaires et secondaires, systèmes d'adduction d'eau potable, centres de santé, centres sociaux, etc.), en électricité (hydro, solaire, biogaz) pour des besoins d'éclairage, de réfrigération, d'information et de communication.



OMD 3 : Promouvoir l'Égalité des Sexes et l'Autonomisation des Femmes

Dans le domaine de la promotion de l'égalité des sexes, des progrès notables sont encore à être accomplis. En 2000, l'écart entre les sexes dans l'enseignement primaire était considérable : le ratio filles/garçons était de 80 %. Dans l'enseignement secondaire, la situation était à peu près similaire (ratio de 79 % en 2000, contre 58 % en 1990). Ces taux connaissent un net changement grâce notamment à la gratuité de l'éducation primaire.

On estime qu'en 2000 les femmes représentaient 53 % de la population et 51 % de la population active, mais cette proportion est encore plus élevée dans l'agriculture. Toutefois, les activités économiques des femmes sont mal rémunérées en raison du fait que leur accès à l'enseignement supérieur, moins de 30 % d'étudiants universitaires, et à leur formation qui est limitée. La lutte contre les inégalités entre les genres est devenue un enjeu particulièrement important actuellement, la lutte contre les violences faites aux femmes, l'accès de la femme au crédit, la représentation de la femme aux institutions à hauteur de 30 %, la loi successorale favorable à la femme sont des signaux forts qui montrent une tendance vers l'égalité la promotion de l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes. Des efforts supplémentaires sont à fournir pour élever le taux d'alphabétisation des adultes qui défavorise aussi la femme. Le taux moyen est de 42, 16 % calculé sur base de taux de 54, 024 % en faveur des hommes et 32,73 % pour les femmes.

Les Services Energétiques favorisent une plus grande éducation des filles qui peuvent se libérer des corvées domestiques (recherche du bois de feu, approvisionnement en eau, etc.) ; réduire le temps de cuisson au bois de feu et diminuer les effets des fumées inhalées ; permettre enfin de multiplier les activités génératrices de revenus par les femmes. L'objectif visé en termes d'éducation au Burundi est d'éliminer les disparités entre les sexes dans les enseignements primaires et secondaires en 2005, et si possible à tous les niveaux d'ici à 2015. Etant donné que sur le plan de la cuisson (plus de 96 % des ménages pauvres utilisent le bois de chauffe comme seule énergie de cuisson), l'objectif est de permettre aux populations utilisant la biomasse traditionnelle pour leurs besoins de cuisson, d'avoir accès aux foyers améliorés ou au GPL (innovation au Burundi) pour réduire l'usage du bois de chauffe.

A cet effet, une politique d'incitation des artisans ferblantiers à la fabrication et à la vente des foyers améliorés dans les villes et centres secondaires et d'inciter des ménages urbains à s'abonner au gaz, afin de permettre à au moins 15% des populations vivant en milieu rural et en zones pauvres périurbaines de réduire l'usage du bois de feu. En ce qui concerne l'accroissement des revenus, 25% des populations rurales doivent avoir accès à un service énergétique fiable et moderne pour satisfaire aux besoins essentiels tels que l'éclairage, la communication ou de petites activités productives.



OMD 4 : Réduire la Mortalité des Enfants de moins de 5 ans

L'état de santé des enfants au Burundi s'est détérioré au cours de la dernière décennie. Le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans est passé de 203 pour 1.000 naissances vivantes en 1990 à 214 en 1999.

Ce taux a connu une amélioration à partir de 2000 où il s'est établi à 169. Aujourd'hui, le taux de mortalité infantile s'est stabilisé à 129 pour mille naissances vivantes, celui de la mortalité néonatale est de 31,9 pour mille naissance et celui de la mortalité maternelle de 885 pour cent mille. L'évolution de la maternité des moins de cinq ans est similaire à celle d'autres indicateurs sociaux, en particulier la prévalence du VI/SIDA, le taux de vaccination, la proportion d'enfants souffrant d'insuffisance pondérale et la pauvreté.

Une leur pointe aujourd'hui à l'horizon quant à la réalisation du quatrième Objectif. Le Gouvernement vient de décréter la gratuité des soins de santé pour des enfants de moins de cinq ans et de maternité pour les mères qui accouchent dans les hôpitaux publics.

Les Services Energétiques favoriseront à leur tour l'hygiène de la mère et de l'enfant, ainsi que l'efficacité des services de santé de proximité pour les enfants de jeune âge, permettront la conservation des vaccins et des médicaments, et empêcheront aux enfants de respirer la fumée provenant de l'utilisation du bois de feu ou des lampes à pétrole. Il est question de réduire de 40% d'ici à 2015, le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans. Ceci nécessite d'une part, l'accroissement de l'utilisation des sources d'énergie modernes par les ménages ruraux (électricité et gaz domestique), et de l'approvisionnement en énergie dans les structures hospitalières. Etant donné que la quasi totalité des centres de santé ruraux n'a pas accès à l'électricité, l'objectif visé est de porter le taux de desserte de 100% dans les structures existantes et à construire.



OMD 5 : Améliorer la Santé Maternelle

Selon les données officielles, le taux de mortalité maternelle aurait diminué au cours des dix dernières années, passant de 800 décès pour 100.000 naissances vivantes en 1990 à 479 en 2000. La proportion d'accouchements avec le personnel qualifié est tombée à 30 % en 1990 à 24,9 % en 2000 et à 22,04 en 2002. Au Burundi, il y a deux ans une bonne partie de femmes accouchaient à domicile, souvent dans de mauvaises conditions d'hygiène. Quelques 205 % des femmes avaient recours à une accoucheuse traditionnelle et seules 25 % des femmes étaient aidées par un

personnel médical qualifié. Aujourd'hui, le taux de femmes qui recourent aux structures de santé a sensiblement augmenté avec la décision du gouvernement de décréter de la gratuité de la maternité pour les mères qui accouchent dans les hôpitaux publics.

Les Services Energétiques amélioreront la santé maternelle en favorisant une meilleure couverture vaccinale (conservation des vaccins à proximité des populations) ; amélioreront les conditions d'accouchement par l'éclairage des salles et l'usage des appareils modernes ; favoriseront l'affectation des spécialistes dans les zones rurales et améliorent les conditions de travail dans les centres de santé. L'objectif est de réduire d'environ 20% le taux de mortalité maternelle.



OMD 6 : Combattre le VIH/SIDA, le Paludisme et d'Autres Maladies

Au Burundi, le taux de prévalence du VIH est de 2,5 % en zone rurale, 9,4 % en zone urbain, 10,5 % en zone semi-urbaine et 4,0 % à l'échelle nationale chez les adultes de 15 - 44 ans. Le taux moyen de croissance de la prévalence du VIH/SIDA est situé à 10 % durant les dix dernières années. Faire passer ce taux moyen de croissance de 10 pour le stabiliser à 0 constitue un défi majeur pour le pays.

L'épidémie du VIH/SIDA au Burundi a des conséquences graves sur l'éducation car de nombreux enseignants sont malades et meurent prématurément, et de nombreux élèves doivent s'occuper des malades. Elle a également des conséquences très graves sur le secteur de la santé, qui manque de personnel, car elle absorbe des ressources qui devraient être affectées au traitement d'autres maladies guérissables : 50 % des patients ont une pathologie liée au VIH/SIDA et 70 % des lits des principaux hôpitaux publics sont occupés par des malades du SIDA. La maladie frappe surtout des personnes qui sont dans la force de l'âge : la proportion d'adultes qui meurent avant l'âge de 40 ans a beaucoup augmenté. D'après les estimations d'ONU-SIDA, 237.000 enfants ont perdu leurs mères ou leurs deux parents à cause du SIDA.

L'objectif est de stopper la propagation du VIH/SIDA, afin de ramener le taux de prévalence à moins de 10%, de maîtriser le paludisme et d'autres maladies de manière à inverser la tendance actuelle. Les Services Energétiques (électricité notamment) favoriseront la sensibilisation (radio et télévision), ainsi que la prise en charge des malades à proximité de leurs lieux de résidence. Ils contribuent à la maîtrise du paludisme et d'autres maladies en favorisant la recherche et la diffusion des médicaments essentiels.



OMD 7 : Assurer un Environnement Durable

Les grands mouvements des populations et de bétail dus au conflit que le pays a connu depuis 1993 ont exercé des pressions considérables sur l'environnement, aggravant la déforestation et l'empiètement sur les parcs protégés. D'après les estimations de la Banque Mondiale, sur la période 1990 - 2000, en moyenne 9 % des forêts auraient disparu chaque année, ce qui est le taux de déforestation le plus élevé du monde.

Au Burundi, plus de 96 % des ménages emploient le bois comme source d'énergie (principalement pour la cuisson) et 46,4 % l'emploient comme source de lumière. Plus

de 79,4 % de la population urbaine emploient le charbon de bois comme source d'énergie.

Depuis 1992, il existe une Politique et une Stratégie Nationale de l'Environnement, qui a été actualisée en 1997 grâce à l'appui du PNUD mais dont la réalisation se heurte à l'insuffisance de données et aux lacunes en matière de planification, et au manque de ressources financières et de capacités des institutions en charge de la Gestion de l'Environnement.

La Loi n°1/010 du 30 Juin 200 portant Code de l'Environnement de la République du Burundi constitue le Cadre Légal de la Gestion de l'Environnement alors que la SNEB (Stratégie Nationale pour l'Environnement au Burundi) en est le Cadre Opérationnel.

En matière d'eau potable, en 1999, 47 % des ménages du Burundi avaient accès à une eau potable.

Cette moyenne nationale recouvre d'importantes disparités entre les villes et la campagne. Alors que 75 % des ménages urbains boivent une eau sûre, seuls 43 % des ménages ruraux ont accès à une eau de boisson traitée ou à des sources non contaminées. Au niveau de la desserte brute le taux était de 70 % en milieu rural et de 96 % en milieu urbain. Les estimations de 2002 indiquent une légère amélioration de l'accès de la population à l'eau potable, évaluée à 49 %. Le taux de desserte brut serait de 76 % pour tout le pays.

Deux cibles principales sont visées ici : la réduction de moitié d'ici à 2015, du pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable ; l'amélioration d'ici 2020 de l'habitat des Burundais. Les Services Energétiques sont essentiels pour un approvisionnement continu en qualité et en quantité de l'eau potable, par l'usage des pompes électriques. L'un des indicateurs permettant aussi d'assurer un environnement durable est la proportion des aires protégées.

En effet, l'utilisation exclusive du bois de feu comme source de cuisson conduit chaque année à la destruction de plusieurs hectares de forêt et de plantations de bois, ce qui constitue un danger pour l'environnement. En luttant pour leur survie actuelle, les ménages hypothèquent lourdement l'avenir et donnent la priorité à la consommation sur la protection du milieu naturel (GILLIS et *al.*, 1998)¹.



OMD 8 : Mettre en place un Partenariat Mondial pour le Développement

Au chapitre de la promotion d'un nouveau Partenariat Mondial pour le Développement, le Burundi, pays endetté, a eu besoin d'un allègement de la dette dans le cadre de l'Initiative Pays Pauvres Très Endettés (PPTE). Cet allègement a procuré au pays, fin 2008, 826 millions de dollars américains.

¹ GILLIS, M. ; PERKINS, D. H. ; ROEMER, M. et SNODGRASS, D. R. (1998), *Economie du développement*, 2^e édition, traduction de la 4^e édition américaine. De Boeck, Nouveaux Horizons.

La réduction du service de la dette résultant de l'initiative PPTTE atteindra en moyenne 46 millions de dollars après le point d'achèvement et les fonds libérés permettraient au Burundi de financer les programmes de lutte contre la pauvreté, notamment dans les secteurs sociaux tels que la santé et l'éducation

Dans ce cadre le Gouvernement va faciliter la mise en place d'une politique de maîtrise de l'énergie comprenant au moins un volet efficacité énergétique, avec la distribution gratuite d'environ 200.000 lampes à faible consommation, un volet pour la promotion énergies renouvelables, avec l'électrification des Centres de santé et des Ecoles primaire et secondaire, un volet social (tarification), un volet réglementaire de facilitation des partenariats publics privés, dans une optique de libéralisation et convergence des politiques et de renforcement des capacités.

Tableau 1 : Synthèse des OMD

Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)	Exemples de contribution de l'Energie à l'Atteinte des OMD
Objectif 1 : Réduire l'extrême pauvreté et la faim	S'alimenter correctement avec des repas bien cuits permet d'éviter d'être malade et donc de maintenir de bonnes capacités de travail; Accès aux énergies modernes est essentiel pour créer des activités génératrices de revenus; Une bonne efficacité de l'utilisation des combustibles domestiques permet aux ménages à faibles revenus de faire des économies pour couvrir d'autres besoins essentiels (éducation, santé, eau potable, et.).
Objectif 2 : Assurer l'éducation primaire pour tous	Electrification des zones reculées et isolées est essentielle pour attirer le personnel enseignant dans les zones rurales où les taux de scolarisation sont les plus faibles; Accès plus facile à l'énergie aidera les enfants (en particulier les jeunes filles) à mieux fréquenter l'école en réduisant le temps qu'ils consacrent à la collecte du bois; Electricité permet aux enfants d'étudier après le coucher du soleil.
Objectif 3 : Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes	Réduction du fardeau de collecte de bois et du temps de cuisine permettra aux femmes de consacrer beaucoup plus de temps à des activités productives, à leur propre éducation et à celle des enfants; Implication des femmes dans la prise de décisions concernant l'énergie domestique promeut l'égalité des genres.
Objectif 4 : Réduire la mortalité des enfants de moins de cinq ans	Réduction de la pollution à l'intérieur des habitations permet de prévenir la morbidité et la mortalité des enfants; Protection de l'embryon contre la pollution intérieure peut aider à éviter les fausses couches et la mortalité périnatale; Faire bouillir l'eau avant usage permet de réduire les maladies hydriques responsables de la mort d'enfants en bas âge.
Objectif 5 : Améliorer la santé maternelle	Accès à l'électricité est nécessaire à l'effectivité de la fonctionnalité des centres ruraux de santé (conservation de médicaments, possibilité d'intervention en cas d'accouchements de nuit, ...); Limitation de la pollution intérieure allégera des problèmes respiratoires chez les femmes ; Source plus accessible de combustibles peut réduire les fardeaux de travail des femmes et les risques sanitaires associés; Accès à l'électricité est nécessaire à l'effectivité de la fonctionnalité des centres ruraux de santé (conservation de médicaments, possibilité d'intervention en cas d'accouchements de nuit, ...); Limitation de la pollution intérieure allégera des problèmes respiratoires chez les femmes ; Source plus accessible de combustibles peut réduire les fardeaux de travail des femmes et les risques sanitaires associés.
Objectif 6 : Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies	Accès aux énergies et équipements modernes de communication (radio, TV, etc.) permet de sensibiliser les populations sur les risques liés à ces maladies.
Objectif 7 : Assurer un environnement durable	Accès aux énergies et équipements modernes contribuera à réduire la pression sur les forêts et à limiter les émissions de gaz à effet de serre;
Objectif 8 : Mettre en place un partenariat mondial pour le développement	Reconnaître le rôle fondamental de l'énergie dans le développement en l'inscrivant à l'ordre du jour des grandes négociations aidera à réaliser les OMD.

2.2.2 Le Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté

Le programme du CSLP est le suivant :

THEME	ROLE DE L'ENERGIE
A. Amélioration de la Gouvernance et de la Sécurité	Direct : L'énergie facilitatrice et thème de la gouvernance Indirect : L'énergie facteur de confiance et de sécurité
Renforcer la sécurité	Direct : Approvisionnement régulier Indirect : Eclairage public, lutte contre la fraude énergétique
Renforcer l'Etat de droit, la justice et lutter contre l'impunité	Direct : gestion transparente et équitable du système énergétique, régulation Indirect : alimentation des média et TIC
Gérer les contentieux liés au passé et prévenir l'avenir	Direct : Répartition équitable de l'accès à la ressource énergétique, développement et pérennisation des ressources énergétiques Indirect : mécanisation du système productif
Promouvoir la bonne gouvernance	Direct : la bonne gouvernance dans le système énergétique Indirect : alimentation des TIC
B. Promotion d'une croissance économique durable et équitable	Direct et indirect : l'énergie facteur indispensable de la croissance durable
C. Développement des secteurs porteurs de la croissance	
Relancer le secteur agricole, l'élevage, la pêche et la pisciculture	Direct : développement des produits agricoles énergétiques Indirect : mécanisation de l'agriculture, transformation et conservation des denrées
Amélioration et protection de l'environnement	Direct : développement des énergies propres, Indirect : efficacité et efficacité énergétique,
Développer le commerce et l'industrie	Direct : développement des activités de production, transport, distribution, vente de produits énergétiques Indirect : rendre possible la création d'activités industrielles et commerciales compétitives et pérennes
Promouvoir le secteur minier	Direct : prospection, production et transformation de ressources énergétiques du sol et du sous-sol Indirect : rendre possible l'extraction et la valorisation de minerais
Promouvoir le tourisme et l'artisanat	Direct : plans d'eau, infrastructures respectueuses de l'environnement des sites remarquables. Indirect : alimentation des artisans en énergie
D. Diversification des opportunités d'emploi et de revenus	Direct : Opportunités d'emploi et de revenus dans les filières énergétiques Indirect : Opportunités d'emploi et de revenu permises par l'alimentation énergétique
Améliorer les mécanismes d'accès au crédit	Direct : au bénéfice des entreprises énergétiques Indirect : Energy Service Companies (ESCO)

THEME	ROLE DE L'ENERGIE
Promouvoir les activités génératrices de revenu	Direct : Ventes de produits et services énergétiques Indirect : Rendre possible des activités génératrices de revenu
Promouvoir les activités à haute intensité de main d'œuvre	Direct : Fabrication, transport et distribution de produits énergétiques Indirect : rendre possible des activités à haute intensité de main d'œuvre
E. Le développement du secteur privé	Direct : Augmenter le rôle du secteur privé dans le système énergétique
F. Développement des infrastructures d'appui à la production	
Améliorer les infrastructures de transport	Direct : Améliorer le système de transport des produits énergétiques Indirect : Améliorer le système d'approvisionnement en carburants
Améliorer les infrastructures de communication et promouvoir les nouvelles technologies de l'information	Direct : Utiliser les lignes électriques pour les télécommunications Indirect : Alimenter en électricité les systèmes de télécommunications
Accroître les capacités de l'offre énergétique	Direct : Accroître les capacités de l'offre énergétique
G. L'intégration régionale	Direct : Développer l'intégration énergétique régionale Indirect : La capacité fédératrice de l'énergie
H. Développement du capital humain	Direct : Développer le capital humain du système énergétique Indirect : Améliorer les conditions de développement du capital humain
Le secteur de l'éducation	Direct : Enseigner les questions énergétiques Indirect : Améliorer les conditions d'enseignement par l'alimentation énergétique
Le secteur de la santé	Direct : réduire l'impact négatif du système énergétique sur la santé Indirect : améliorer les conditions de soins par l'alimentation énergétique
L'accès à l'eau potable, à l'hygiène, à l'assainissement et au logement décent	Direct : Indirect : faciliter l'accès à l'eau potable, à des modes de cuisson propres et à l'éclairage
Appuis aux groupes vulnérables	N/A
Renforcement de la protection sociale	Direct : améliorer la sécurité et la protection sociale des travailleurs du système énergétique
Réinsertion des sinistrés dans leurs communautés	N/A
I. La lutte contre le VIH/SIDA	
Prévention de la transmission du VIH/SIDA	Direct : Information des travailleurs du système énergétique ; mécénat Indirect : alimentation énergétique des médias

THEME	ROLE DE L'ENERGIE
Prise en charge médicale et psychosociale et socioéconomique des personnes vivant avec le VIH/SIDA	Direct : Prise en charge médicale, psychosociale et socioéconomique des travailleurs du système énergétique vivant avec le VIH/SIDA Indirect : mécénat type Maroc par l'efficacité énergétique
Renforcement des capacités institutionnelles	N/A
Gestion et coordination de la réponse nationale au VIH /SIDA	N/A

2.2.3 La Vision Burundi 2025

Des traits saillants caractéristiques du Burundi à l'horizon 2025

- *En 2025, le Burundi sera un pays peuplé de 12 millions d'habitants dont le quart de la population, soit trois millions d'habitants vivant en milieu urbain. Bujumbura, qui ne sera que la capitale économique, regroupera près d'un million et demi d'habitants. Gitega, la capitale politique, et le duopole Ngozi-Kayanza compteront chacun plus de deux cents mille habitants. Les différents chefs-lieux des provinces seront des centres urbains hébergeant chacun plus de cinquante mille habitants. Ils seront quotidiennement desservis ; deux fois par jour ; par des vols intérieurs de la compagnie aérienne nationale, en direction de Bujumbura et Gitega. Les centres urbains seront reliés par des routes macadamisées.*
- *Le revenu moyen sera supérieur à 700 dollars américains par habitant et proviendra pour plus des deux tiers des secteurs autres qu'agricoles. Ce dernier secteur apportera à peine 25% du PIB tandis que le secteur tertiaire représentera plus de la moitié de la production. Le développement du secteur tertiaire se traduira notamment par le fait que, quel que soit le coin du Burundi où l'on se trouvera, il sera possible d'être joint par téléphone. De même, à moins de cinq minutes de marche, il sera possible d'atteindre un cyber café.*
- *La capitale économique et la capitale politique seront reliées entre elles et avec les capitales des autres pays membres de la Communauté d'Afrique de l'Est par une voie ferrée en très bon état. Pour les transports de marchandises sur une distance de plus de cent kilomètres, les routes seront en concurrence avec le rail. Les voyageurs vers le Rwanda, la Tanzanie, l'Ouganda et le Kenya auront le choix ; en fonction de leur bourse et de l'urgence ; entre le train, l'avion et l'automobile.*
- *Les étudiants burundais n'auront aucune contrainte de langue pour s'inscrire dans les universités d'Afrique de l'Est et les travailleurs burundais auront la liberté d'entrée sur le marché du travail Est- Africain. La compétition ne se limitera plus sur le commerce des produits finis mais aussi sur les intrants, car la libre circulation ne se limitera pas aux marchandises, mais s'étendra aux capitaux et aux personnes. Le droit de libre établissement des personnes sera un acquis au niveau de la CEPGL et de l' EAC.*

La Vision Burundi 2025 met quant à elle en exergue les aspirations économiques, sociales, politiques, environnementales, culturelles et technologiques de la population et préconise pour les satisfaire d'articuler le développement suivant les principes ci-après :

THEME	ROLE DE L'ENERGIE
A. Promotion de la justice sociale et renforcement des capacités de l'Etat.	Direct : équité énergétique, Indirect : l'énergie un outil de gouvernance pour l'Etat
Amorce du chemin pour le rétablissement d'une paix durable : Fin de la guerre, réconciliation, réinsertion des sinistrés/enfants de la rue et réparation des dommages liés à la guerre.	Direct : Réhabilitation des systèmes énergétiques endommagés par la guerre
Recherche et maîtrise des causes profondes du conflit burundais: La justice sociale et l'équité, les capacités de l'Etat.	Direct : gestion transparente et équitable du système énergétique, régulation Indirect : alimentation des média et TIC
Rôle des institutions et pratiques traditionnelles dans la résolution pacifique des conflits/référence aux expériences extérieures	N/A
B. Augmentation et diversification de la production pour un développement durable	Direct et indirect : l'énergie facteur indispensable de la croissance durable
Mise en place des politiques fiscale et monétaire pour une croissance rapide dans la stabilité	Direct : réactualisation de la fiscalité de l'énergie
Une croissance à base élargie et diversifiée	Direct : rechercher la croissance du secteur énergétique Indirect : Faciliter le développement de l'industrie et du commerce grâce à l'énergie
C. Formation d'un capital humain performant	Direct : Développer le capital humain du système énergétique Indirect : Améliorer les conditions de développement du capital humain
Une politique sanitaire au service du bien-être de tous	Direct : réduire l'impact négatif du système énergétique sur la santé Indirect : améliorer les conditions de soins par l'alimentation énergétique
Une stratégie énergétique globale et durable	Direct : Une stratégie énergétique globale et durable
Une stratégie de transport en soutien à une croissance équitablement répartie	Direct : Améliorer le système de transport des produits énergétiques Indirect : Améliorer le système d'approvisionnement en carburants
Exploitation des potentialités offertes par les TIC	Direct : Utiliser les lignes électriques pour les télécommunications Indirect : Alimenter les TIC en électricité
D. Promotion d'une culture démocratique et développement d'un système institutionnel efficace	
Un leadership légitime, à la hauteur des défis, acquis aux valeurs démocratiques	N/A
Des institutions qui respectent la loi et la font respecter	Direct : Renforcement des institutions de contrôle et de régulation du système énergétique

Education au respect de la chose publique et répression des délits de corruption Education à la participation citoyenne et renforcement de la société civile Education permanente aux valeurs civiques et à la citoyenneté	Direct : Education aux risques et aux mérites des infrastructures énergétiques, lutte contre les fraudes, participation syndicale et des consommateurs à la décision énergétique
Des médias facilitateurs de la bonne gouvernance	Indirect : alimentation énergétique des médias
E. Revalorisation du patrimoine culturel national.	
Elaboration d'une politique linguistique pour soutenir le Kirundi et réappropriation de sa culture par le peuple Burundais, afin de renforcer le sentiment d'appartenance à une même identité	Direct : écriture en kirundi des textes destinés aux clients du secteur énergétique
Un cadre juridique et institutionnel garantissant la viabilité économique des entreprises et des entrepreneurs dans les filières de la culture et de l'artisanat d'art	direct : promulgation du droit à l'énergie pour les entrepreneurs de culture et les artisans et artistes reconnus
Une structuration d'un environnement économique et technique favorable à la compétitivité des entreprises culturelles	Indirect : tarifs préférentiels de l'électricité pour les entreprises culturelles
Une politique de promotion de la langue nationale et de la production artistique et culturelle locale répondant aux besoins de la population burundaise multiséculaire	Direct : écriture en kirundi des textes destinés aux clients du secteur énergétique
Une insertion dans les marchés régionaux et internationaux via des stratégies de niche et des coopérations	Direct : Développer l'intégration énergétique régionale et frontalière par des ouvrages et des organismes régionaux Indirect : Contribuer à l'entente régional
F. Développement des TIC au service d'une société de l'information, du savoir et de la technologie	
Un cadre politique, institutionnel et économique propice au développement des TIC et à l'édification d'une société de l'information inclusive	N/A
Une infrastructure nationale de réseaux d'information et de communication développée et accessible	Direct : Utiliser les lignes électriques pour les télécommunications Indirect : Alimenter en électricité les systèmes de télécommunications
La disponibilité d'une expertise nationale dans le domaine des TIC	
Une promotion de l'e-gouvernance	Direct : utilisation d'internet pour la gestion technique et commerciale du système énergétique
Une application des TIC dans tous les secteurs d'activité	Direct : Utilisation des TIC pour la gestion technique et commerciale du système énergétique
G. Aménagement du territoire, gestion saine de l'environnement et maîtrise de la croissance démographique	
Une politique d'aménagement du territoire à l'échelle nationale, sous-régionale et régionale favorisant le développement durable, la cohésion sociale et l'intégration économique	Direct : Une politique énergétique nationale et régionale soucieuse de maintenir un environnement durable, la sécurité et l'équité d'alimentation énergétique, l'intégration économique Indirect :

<p>Une urbanisation et une croissance démographique maîtrisées Un aménagement équilibré autour des pôles régionaux de développement Des infrastructures, équipements et services pour améliorer le bien-être de la population burundaise et pour désenclaver le pays.</p>	<p>Indirect : Une politique d'électrification et de renforcement des réseaux et de distribution des produits énergétiques cohérente avec la politique d'urbanisation, de développement économique et social et de désenclavement du pays</p>
<p>Gestion saine et rationnelle des ressources naturelles et de l'environnement</p>	<p>Direct : gestion saine et rationnelle des ressources énergétiques naturelles Indirect : contribution de la politique énergétique à la préservation de l'environnement</p>
<p>H. Renforcement d'une diplomatie s/régionale active et réforme de la politique nationale en matière de coopération internationale</p>	
<p>Une intégration commerciale réussie et une plateforme de services pour la sous-région Un rôle pivot dans les dispositifs de régulation et des dispositifs délibératifs pluriels multi-niveaux Une plaque tournante culturelle, trait d'union entre les pays francophones et anglophones</p>	<p>Direct : intégration accentuée du système énergétique burundais dans les systèmes équivalents sous-régionaux sur le plan technique, commercial et organisationnel</p>
<p>Réforme/renforcement de la politique nationale en matière de coopération internationale</p>	<p>Direct : Réforme des mécanismes de financement du système énergétique</p>

Enfin la Vision Burundi 2025 met en évidence les piliers et les stratégies motrices de la Vision au rang desquelles figurent les infrastructures et notamment l'énergie, dont le rôle a été rappelé dans l'introduction. L'énergie est par ailleurs concernée dans les autres piliers du développement rappelés ci-dessous :

- **La Gouvernance, le rôle et les capacités de l'Etat : l'énergie, sujet et facilitateur de gouvernance**
- **L'aménagement du territoire, l'urbanisation et l'environnement : l'énergie, objet de l'aménagement du territoire, facteur de l'urbanisation, tantôt agresseur ou bienfaiteur de l'environnement**

L'aménagement du territoire, l'urbanisation et l'environnement.

- *Pays à superficie très réduite (27.834 Km²) et densément peuplé (près de 8 millions d'habitants), le Burundi devrait rapidement intégrer dans sa planification du développement la notion d'urbanisation et d'aménagement du territoire, dans le souci d'une valorisation optimale de l'espace national et de la gestion rationnelle des ressources naturelles. Toute planification du développement national ne tenant pas en compte cette réalité aussi évidente sera, à moyen et long termes, vouée à l'échec.*
- *En effet, le Burundi est aujourd'hui caractérisé par une gestion irrationnelle et non durable de son espace. Aucun principe rationnel n'est pris en compte lors de la distribution des espaces d'exploitation.*
- *Des infrastructures socio-économiques et autres exploitations agricoles sont implantées dans des espaces inappropriés, ce qui entraîne généralement une urbanisation anarchique des terres, une aggravation de l'érosion et une réduction de la capacité nationale de rétention des eaux de pluie. A cette urbanisation anarchique, s'ajoute un faible taux d'urbanisation du pays. En effet, uniquement 8% de la population vivent dans les centres urbains, pendant que la plupart d'entre eux ; soit 75% ; est concentrée dans la seule ville de Bujumbura.*
- *Avec ce faible niveau d'urbanisation du pays, le Burundi apparaît comme un cas paradoxal, en ce sens que généralement, une forte densité démographique au niveau national est souvent positivement corrélée avec un bon niveau d'urbanisation.*
- *De manière générale, les causes de la mauvaise et sous-urbanisation du pays sont à la fois historiques, économiques, institutionnelles, géographiques, administratives, culturelles, etc. A cet effet, il sied de souligner que l'urbanisation anarchique du pays est aussi la conséquence de l'arrivée massive, ces dernières décennies, d'une population fuyant la misère du milieu rural. Cet exode rural est notamment le résultat d'une croissance démographique galopante qui a entraîné l'exiguïté des terres, faute d'un plan national d'exploitation de l'espace cultivable.*
- *Il devient donc impérieux et urgent de définir, tout au début de la mise en œuvre de la vision, un plan directeur national d'aménagement du territoire et un plan directeur national de développement urbain régulièrement mis à jour, une politique foncière et celle de l'environnement qui permettront une meilleure gestion de l'espace national et des ressources naturelles.*
- *Dans le cadre de cette politique d'aménagement et d'urbanisation de l'espace national, il sera rapidement et ponctuellement procédé à la limitation, dans le temps et dans l'espace, de l'extension de la ville de Bujumbura, en vue de promouvoir le développement d'autres centres urbains et rééquilibrer ainsi l'armature urbaine. Aussi, la stratégie générale plus haut identifiée de planification et de gestion de l'espace national passera notamment par l'organisation des pôles de développement où les populations rurales se regrouperont (ibigwati) et disposeront d'infrastructures et services minimaux de base à leur portée et à travers tout le pays ; ce qui permettra de dégager et d'isoler les espaces cultivables et servira à la viabilité et la modernisation des exploitations agricoles ; ainsi qu'au développement d'activités non agricoles génératrices de revenus. Il est évident qu'une telle organisation du mode de vie des populations permettra une meilleure gestion des questions liées à l'environnement et à l'assainissement du milieu dans le pays.*
- *A l'horizon de l'an 2025, il est envisagé, à cet effet, un taux d'urbanisation de l'ordre de 25%.*

- **Les transports – les télécommunications (TIC) - le tourisme ; l'énergie, condition indispensable pour développer des transports modernes, des télécommunications performante et le tourisme populaire de qualité.**
- **L'exploitation minière : l'énergie électrique abondante et compétitive, ressource indispensable pour l'exploitation et la valorisation des gisements de nickel et des métaux rares associés.**

L'exploitation minière.

- *Source de croissance longtemps négligée, le développement du secteur minier constitue donc une alternative sérieuse dans la diversification des activités économiques et l'équilibre de la balance des paiements en tant que source importante de devises. Aussi, en tant que générateur considérable d'emplois, le secteur présente un avantage important lié notamment à l'atténuation de la pression sur les emplois agricoles. A cet effet, l'exploitation d'importants gisements de nickel permet de fonder des espoirs sur les ressources que l'exploitation minière est susceptible d'apporter au Burundi.*
 - *Une région industrielle à l'Est et au Centre du pays constituera un nouveau pôle de développement, avec tous les effets induits de la naissance d'un tel pôle de développement sur les économies régionale et nationale.*
 - *Il n'est dès lors plus permis de doute ni d'hésitation. Au stade actuel, l'exploitation desdits gisements de nickel constitue certainement l'une des pistes les plus sérieuses ; si ce n'est d'ailleurs la seule ; susceptible de lancer le pays sur la voie d'une croissance durable lors des prochaines décennies. Cependant, sans parler de la nécessité de renforcement des capacités des ressources humaines nationales appelées à gérer un tel projet multidimensionnel, les perspectives d'exploitation de ces gisements de Nickel se heurtent encore à d'importants problèmes liés notamment à la disponibilité de l'énergie électrique et des infrastructures de transport du minerai. L'Etat Burundais devra donc rapidement engager toutes les démarches nécessaires pour trouver des financements requis pour résoudre ces problèmes d'énergie et de transport. Compte tenu de l'importance des financements nécessaires, le pays pourra les chercher en associant avec d'autres pays dans le cadre des grands ensembles sous-régionaux. Le gouvernement pourra également concevoir et négocier des mécanismes de financement de ces infrastructures préalables par les concessionnaires identifiés pour l'exploitation des gisements. Et dans ce cadre, le Gouvernement s'efforcera de créer un climat favorable des affaires pour intéresser attirer notamment les investisseurs étrangers.*
- **Réforme des mécanismes de financement du développement : L'énergie, objet majeur et exemplaire d'investissement et de financement interne et externe.**

La réforme des mécanismes de financement du développement

Le Burundi a durant longtemps bénéficié d'importants financements pour son développement socio-économique, mais ne s'est nullement développé à la hauteur des moyens mis en jeu. Les raisons de ce blocage de développement sont multiples. Elles sont aussi bien culturelles qu'économiques et politiques, à la fois internes et externes.

D'une part, le niveau du capital humain, élément déterminant du processus de développement est très insuffisant, la faiblesse de l'investissement productif, la quasi-inexistence des infrastructures socio-économiques, le problème de corruption constituent un véritable frein au financement du développement.

D'autre part, l'environnement économique et social devra donc être conçu de façon à soutenir les activités génératrices de revenus, les seules entreprises susceptibles d'être à l'origine du processus d'accumulation. La pratique de la micro-finance n'est pas très développée et les institutions de micro-finance manquent cruellement de ressources. Tout ceci est dû à l'extrême faiblesse du tissu de production du pays et de la mauvaise allocation des ressources disponibles.

Par ailleurs, la dette extérieure pèse lourdement sur l'économie burundaise, et le pays gagnera à négocier à conclure définitivement l'annulation totale de cette dette, mais aussi et surtout à réorienter sa stratégie en matière de financement externe (privilégier les dons plutôt que les crédits) et à assainir le système de gestion (coordination et transparence) et d'affectation des fonds d'aide au développement et des crédits obtenus.

Le Burundi devra concevoir un modèle de développement avec une structure essentiellement tournée vers l'intérieur. A cet effet, la libéralisation du marché bancaire et financier devra être structurée de façon à diminuer le coût d'intermédiation financière. L'épargne privée sera promue par des mesures macro-économiques adéquates, mais aussi par la réhabilitation de la culture de la sobriété, la monétarisation de l'économie rurale.

Aussi, la Banque Centrale devra jouir de plus en plus de son indépendance vis à vis de l'autorité budgétaire qui y a recours chaque fois que ses ressources deviennent insuffisantes pour honorer ses engagements financiers. La création monétaire opérée par la Banque Centrale ne s'est point accompagnée de véritable création de richesse et l'érosion monétaire, qui s'en est suivie, a toujours entraîné de grands déséquilibres macroéconomiques en commençant par la croissance de l'inflation, celle de l'encours de la dette, un déficit chronique de la balance commerciale, etc.

Le financement approprié de l'économie devrait permettre à l'économie réelle de générer des ressources suffisantes pour faire face aux besoins du service de la dette et au financement endogène de la croissance et du développement économique.

Aussi et moyennant cette réforme des mécanismes de financement du développement, les principales sources de financement du développement à moyen et long termes du pays seront notamment les financements propres de l'Etat, les contributions de la population, les financements du secteur privé intérieur et de la diaspora, les financements issus des institutions financières internationales, les investissements privés directs étrangers ainsi que les aides étrangères publiques et privées.

Ainsi, à l'horizon 2025, le secteur privé en général aura progressivement pris la relève de l'Etat, pour investir durablement dans les secteurs agricole, industriel, des infrastructures et des services en général; ce qui aura notamment été facilité par d'importants et croissants investissements publics dans des domaines comme les transports, l'eau et l'énergie, en tant que facteurs de production favorisant l'initiative privée et l'intégration régionale.

2.3 Synthèse : Les finalités et les variables essentielles du système énergétique

Les documents précédents mettent en évidence l'omniprésence de l'énergie dans l'ensemble des facteurs de développement du Burundi. Elle intervient de façon directe soit en étant elle-même un facteur de développement soit en permettant que d'autres composantes de l'économie le deviennent. Les finalités propres du système énergétique sont donc dans leur énoncé proche de celle du système global. Dans un souci de simplification et de clarté trois finalités principales. Sont proposées pour le système énergétique. Il est facile de les associer aux axes spécifiques de développement choisis par les O.N.G., le CSLP et la vision Burundi 2025.

2.3.1 L'énergie doit favoriser une croissance pérenne

Cette finalité renvoie aux OMD 1 et 7 qui infèrent que :

- l'accès aux énergies modernes est essentiel pour créer des activités génératrices de revenus
- L'Accès aux énergies et équipements modernes contribue à réduire la pression sur les forêts et à limiter les émissions de gaz à effet de serre;

Elle renvoie également au CSLP et qui met en valeur les points suivants :

- l'énergie est un facteur direct de croissance
 - développement des produits agricoles énergétiques
 - développement des énergies propres,
 - développement des activités de production, transport, distribution, vente de produits énergétiques
 - prospection, production et transformation de ressources énergétiques du sol et du sous-sol
 - plans d'eau, infrastructures respectueuses de l'environnement des sites remarquables.
 - Opportunités d'emploi et de revenus dans les filières énergétiques
 - Mécanismes spécifiques de crédit aux entreprises (crédit)
 - Fabrication, transport et distribution et ventes de produits et services énergétiques
 - Utilisation des lignes électriques pour les télécommunications
 - intégration des systèmes énergétiques régionaux, notamment l'électricité et les produits pétroliers
- L'énergie est un promoteur indirect de la croissance
 - mécanisation de l'agriculture, transformation et conservation des denrées
 - efficacité et efficacité énergétique,
 - rendre possible la création d'activités industrielles et commerciales compétitives et pérennes, notamment les TIC, les transports, les services liés à la production et à la distribution de l'eau potable ou industrielle
 - rendre possible l'extraction et la valorisation de minerais
 - alimentation des artisans en énergie
 - Opportunités d'emploi et de revenu permises par l'alimentation énergétique
 - l'énergie facteur d'intégration économique régionale

La vision Burundi 2025 reprend de façon succincte les thèmes du CSLP concernant la croissance. Elle insiste particulièrement sur le développement et la diversification des

activités permises, sur l'impact de l'énergie dans les technologies de l'information et de la communication, sur l'industrie minière qualifiée d'opportunité unique d'entrer dans un cycle de développement vertueux et sur les aspects environnementaux.

On ne saurait oublier qu'afin d'assurer la compétitivité de l'économie le système énergétique doit délivrer ses produits et services dans des conditions de fiabilité, de sécurité, de qualité et de coûts satisfaisantes. Ceci doit se faire tout en respectant l'environnement et en offrant des possibilités nouvelles de revenus et d'emploi à la population notamment aux jeunes et aux femmes.

2.3.2 L'énergie, vecteur de mieux-être social

Le mieux-être social est au cœur des objectifs du millénaire pour le développement. Le secteur énergétique joue un rôle déterminant dans l'atteinte des OMD un à sept pour la sécurité alimentaire, l'éducation, la santé et l'amélioration de la condition féminine. Il s'agit en éliminant les menaces, en facilitant l'exécution des tâches matérielles de libérer les forces de l'esprit.

Le CSLP détaille les mécanismes directs et indirects qui permettent ces transformations du cadre socio-économique :

- Développement du capital humain en matière énergétique
 - éducation à l'énergie
 - réduction des impacts négatifs du système énergétique sur la santé des femmes, des enfants, des travailleurs
 - amélioration de la protection sociale des travailleurs du secteur
- Amélioration des services sociaux grâce à l'énergie
 - en matière d'éducation, de services de santé,
 - fourniture d'eau potable et d'éclairage public
 - facilitation des soins pour les personnes vulnérables, notamment les victimes du sida et du paludisme

La vision Burundi 2025 ajoute aux préoccupations purement sociales ci-dessus une composante culturelle notamment linguistique dont l'expression dans le domaine énergétique est plutôt limitée. Par contre elle propose une politique d'urbanisation autour de pôles de développement dans laquelle la stratégie d'électrification joue évidemment un rôle éminent.

On ne saurait par ailleurs ignorer l'importance du système énergétique dans les problématiques du genre et de l'insertion sociale.

Plus de la moitié de la population passe une part significative de chaque journée à la recherche et au transport de combustibles et à la cuisson des aliments. La presque totalité de cette tâche est accomplie par les femmes avec l'aide des enfants. Ces activités ne sont pas seulement consommatrices de temps mais elles ont aussi un effet néfaste sur la santé soit du fait des atteintes physiques liées au transport d'objets pesants soit de l'inhalation de fumées toxiques au cours de la cuisson. La perception de cette réalité conduit à donner une importance prépondérante à la satisfaction des besoins des femmes dans la politique énergétique :

- La diversification des énergies de cuisson et d'éclairage est une priorité absolue
- Dans le développement des énergies alternatives une attention particulière doit être accordée à la santé et à la sécurité en même temps qu'à l'efficacité, au coût et à la commodité d'emploi.

- Les femmes doivent être sensibilisées aux aspects énergétiques et avoir l'occasion d'essayer de nouvelles options technologiques avant qu'elles ne soient diffusées plus largement.

L'insertion sociale est un objectif important de la stratégie de développement socio-économique exposé dans les programmes de développements nationaux. Des éléments-clés de la politique énergétique sont donc orientés vers la lutte contre le sida et l'insertion sociale :

- fournir en énergie les centres de santé et les écoles, et en éclairage amélioré les domiciles ruraux afin de permettre aux jeunes gens d'étudier
- électrifier les centres de santé bénéficiera aux patients
- diffuser des programmes de sensibilisation qui permettent de mener des campagnes plus efficaces pour modifier les comportements et éviter la dissémination du sida
- créer des emplois à vocation énergétique pour de jeunes adultes vivant dans les zones rurales permet de réduire l'exode rural
- créer des emplois temporaires pour les grands projets énergétiques tels que les gazoducs et les aménagements hydroélectriques, et aussi les mini-centrales hydroélectriques et les réseaux de distribution d'électricité, mais aussi dans les filières nouvelles de la biomasse
- induire des emplois de longue durée apparaissant une fois que les ressources en énergie ont été améliorées aux fins d'activités productives

2.3.3 Le système énergétique outil et modèle de gouvernance

À l'issue de la crise nationale, la gouvernance est évidemment le problème central qui se pose au Burundi et à ses partenaires. C'est la question du vivre ensemble, de la confiance interne et externe dans les institutions du pays, en leur efficacité, leur transparence et leur équité. Le système énergétique offre à la fois un outil de gouvernance en ce qu'il facilite et accélère la transmission de l'information et donc la prise de décision et la modernisation des structures de l'économie et l'opportunité de mettre en place un modèle de gouvernance reproductible dans d'autres secteurs de la société.

Le secteur énergétique se doit d'être exemplaire dans tous les aspects de sa gouvernance interne, notamment dans l'exercice de la planification, la compétence de son personnel, la transparence de son organisation et de ses mécanismes de prise de décision, l'équité vis-à-vis de ses clients et fournisseurs, la transparence et l'efficacité de sa gestion économique et financière des ressources de l'Etat et de ses partenaires au développement.

Malheureusement le secteur électrique est au contraire l'un des facteurs qui entretient la défiance vis-à-vis de l'État en raison son manque de fiabilité chronique. Cette situation est davantage le fruit de l'impuissance financière qui mine tous les efforts de redressement actuel et qui empêche l'exercice d'une véritable gouvernance. Parler de gouvernance en l'absence de moyens d'agir sur l'essentiel et dans l'incertitude absolue sur le lendemain est quelque peu paradoxal puisqu'aucune décision efficace ne peut être prise sur les problèmes les plus immédiats par l'un des acteurs visés au chapitre 1 agissant en tant que pilote ou par un quelconque aréopage les réunissant.

La vision Burundi 2025 prône le renforcement du contrôle, de la régulation et du savoir-faire institutionnel. On peut aussi mentionner la nécessité de préciser le cadre légal et réglementaire par des décrets d'application. Mais d'une façon plus basique il y a surtout lieu d'établir un véritable organe de gouvernance du secteur énergétique qui soit transverse, intelligible, reconnu et qui dispose de bases de données, des outils de traitement nécessaires pour étayer ses décisions et de dotations financières garanties sur le long terme pour les mettre en œuvre.

2.4 Les variables essentielles

2.4.1 Choix des variables

Les finalités décrites ci-dessus doivent faire l'objet pour chacune de variables essentielles, quantifiables et mesurables permettant d'évaluer régulièrement les progrès accomplis. D'une façon générale, la polymorphie du système énergétique impose de décomposer ces variables par forme d'énergie. Le mode d'évaluation des résultats obtenus peut être

Les tableaux suivants relatifs chacun à une finalité suggèrent des variables envisageables :

Favoriser la croissance

Croissance	Volume et efficacité	qualité	prix
S/S électrique	Energie électrique disponible pour le secteur productif GWh et par unité de PNB : GWh/millions USD	Energie non distribuée au secteur productif (MWh)	Prix moyen de l'électricité vendue en MT ; Prix moyen de l'électricité vendue en BT aux professionnels
S/S produits pétroliers	produits pétroliers vendus au secteur productif (tep) et par véhicule professionnel	Nombre de jours de pénurie de produits pétroliers	Prix moyen du gazole
S/S biomasse et tourbe	Quantités de biomasse et tourbe utilisées par le secteur productif dont l'agriculture (tep)	Efficacité énergétique de la biomasse/tourbe pour les secteurs productifs principaux	Prix moyen des produits énergétiques issus de la biomasse / tourbe par tep
S/S énergies renouvelables	Energie renouvelable utilisée par le secteur productif (tep)	Réduction d'émissions de GES liée aux énergies renouvelables dans le secteur productif	Prix de revient ou de vente des énergies renouvelables pour le secteur productif

Améliorer le bien-être social

Pauvreté	Secteur social	Secteur domestique	prix
S/S électrique	Nombre d'établissements sociaux alimentés en électricité de réseau Energie vendue à ces établissements	Nombre de ménages disposant d'une alimentation électrique par le réseau.	Prix moyen de l'électricité vendue aux établissements sociaux. Prix moyen de l'électricité vendue aux ménages
S/S produits pétroliers	Nombre d'établissements sociaux disposant d'énergie de cuisson autre que le bois et le charbon de bois	Nombre de ménages disposant d'une énergie de cuisson par GPL, pétrole lampant ou biomasse « moderne »	Prix moyens du gazole et du GPL
S/S biomasse et tourbe		Nombre de ménages disposant d'un foyer amélioré	Prix moyen des produits énergétiques issus de la biomasse / tourbe par tep
S/S énergies renouvelables	Nombre d'établissements sociaux électrifiés par des énergies renouvelables	Réduction d'émissions de GES liée aux énergies renouvelables dans le secteur productif	Prix de revient ou de vente des énergies renouvelables pour le secteur domestique

Outil et modèle de gouvernance

Gouvernance	Contrôle	Pérennité	Equité
S/S électrique	Questionnaire portant sur l'organisation, la planification, les bases de données Moyens financiers alloués au secteur	Marges brutes d'exploitation des opérateurs	Questionnaire* portant sur la régulation, la transparence, la répartition territoriale Ecart de desserte et de prix entre régions extrêmes
S/S produits pétroliers	Questionnaire* portant sur le contrôle de qualité et des volumes des produits et des usages, la planification des besoins, la fiscalité	Marges brutes d'exploitation des importateurs	Questionnaire* portant sur la régulation, la transparence, la répartition territoriale Ecart de desserte et de prix entre régions extrêmes
S/S biomasse et tourbe	Questionnaire* portant sur les moyens de contrôle, l'existence d'une politique Moyens financiers alloués au secteur	Biomasse ligneuse disponible Biomasse non ligneuse disponible Tourbe commercialisable	Questionnaire* portant sur la régulation, la transparence, la répartition territoriale Ecart de desserte et de prix entre régions extrêmes
S/S énergies renouvelables	Questionnaire* portant sur les moyens de contrôle, l'existence d'une politique Moyens financiers alloués au secteur	Réduction d'émissions de GES liée aux énergies renouvelables dans le secteur productif	Questionnaire* portant sur la régulation, la transparence, la répartition territoriale Ecart de desserte et de prix entre régions extrêmes

- Avec notation à dire d'expert

L'appréciation portée sur les résultats, c'est-à-dire sur les valeurs des variables essentielles une année donnée, pourra dépendre selon les cas des quantités (en plus ou en moins selon les cas), de leur évolution interannuelle, mais aussi de comparaison avec des pays de problématiques comparables, notamment le Rwanda.

2.4.2 Les objectifs

Aux variables essentielles précédentes, le pilote du système doit assigner des résultats à atteindre dans un délai donné qui sont désignés sous le vocable exclusif d'objectifs.

Il s'agit d'un acte fondateur de management du système. Le choix des objectifs pourra être effectué à l'occasion de l'atelier de politique sectorielle.

Les objectifs doivent être réalistes et éventuellement dépendre du scénario retenu pour les variables externes retenues ci-dessous.

3 LES VARIABLES EXTERNES

3.1 Choix des variables externes

Le système énergétique burundais est exposé à des influences qui ne sont pas à la portée des acteurs impliqués dans le système, même si certains peuvent utiliser des moyens d'action appropriés pour en réduire les effets. On distinguera les facteurs événementiels qui peuvent induire une bifurcation positive ou négative du système et les facteurs tendanciels dont l'impact s'inscrit dans la durée :

Au rang des facteurs événementiels s'inscrivent :

- Le climat politique, susceptible d'induire ou bien la confiance des partenaires au développement ou bien d'enclencher un nouveau cycle conflictuel
- Les intentions des industriels miniers

Au rang des facteurs tendanciels

- la politique des bailleurs de fond, elle-même influencée par les événements politiques mais aussi par la conjoncture économique mondiale
- le coût des produits pétroliers importés
- le changement climatique

3.2 Le climat politique

Un grand programme d'équipement projeté sur une période de plus de 20 ans devra s'appuyer sur une aide qui doit faire face à des risques nombreux et à des événements imprévus. Parmi ceux-ci, la détérioration de la sécurité intérieure au Burundi ou de troubles dans les pays voisins sont susceptibles de nuire à la performance économique du Burundi et à son attrait pour l'investissement privé

Dans le contexte de cette étude, il est nécessaire de considérer comme acquis que la sécurité intérieure au Burundi et dans les pays voisins continue de s'améliorer et que s'y maintient la stabilité politique et sociale. Le gouvernement burundais doit aussi persister dans son intention de mener une politique macro-économique saine de telle sorte qu'avec l'aide de la communauté internationale le Burundi continue de réduire progressivement sa vulnérabilité à la dette extérieure. Sous ces conditions seulement le climat des affaires et l'attractivité pour l'investissement privé continueront de progresser.

La présente étude n'envisagera donc pas de scénario incluant la reprise des conflits internes.

3.3 Les industriels miniers

Le Burundi dispose de gisements de nickel et de métaux associés « de classe mondiale » selon les propos des dirigeants de la société SAMANCOR qui en a reçu récemment la concession. La vision Burundi 2025 qualifie d'opportunité d'« une des pistes les plus sérieuses, si ce n'est d'ailleurs la seule, susceptible de lancer le pays sur la voie d'une croissance durable lors des prochaines décennies ». La mise en valeur de ces gisements implique, si elle est accompagnée du raffinage du minerai au Burundi, le développement d'une production électrique allant jusqu'à 120 MW. La société minière envisage de mobiliser cette puissance en développant une série de sites hydroélectriques de puissance moyenne. Cette évolution conduirait à un

changement profond du système de production et de transport de l'électricité burundaise. Il s'agit donc d'une éventualité déterminante pour le futur du système électrique du pays. Une telle évolution ne serait pas sans effet sur les autres formes d'énergie, puisque serait développée à terme une voie ferrée vers Gitega permettant de transporter notamment des produits pétroliers, du GPL et de la biomasse.

Malheureusement les derniers développements de cette affaire révèlent une bataille juridique sous-jacente et des perspectives de changement de détenteur de la concession sur fond de conjoncture incertaine du marché mondial du nickel.

Les variables externes associées pourraient être la puissance et l'énergie électrique mobilisées par cette industrie.

3.4 La politique des bailleurs de fonds

Le développement significatif des moyens de production et de l'efficacité énergétique du Burundi dépend très largement de la générosité des bailleurs de fond multilatéraux et bilatéraux. Cela est très largement illustré par les financements récents de la Banque Mondiale en faveur de la réhabilitation des réseaux, de la remise en marche de la centrale diesel et de diverses initiatives d'efficacité énergétique, que le pays était incapable d'entreprendre par ses propres moyens malgré l'urgence.

Le montant des financements externes annuels accordés au système énergétique burundais constituera la variable externe associée.

3.5 Le prix des produits pétroliers

Parmi les risques résultant de l'environnement mondial le renchérissement probable des produits pétroliers et des matières premières à moyen terme est susceptible d'accroître de façon dramatique comme ce fut le cas en 2008 la facture énergétique du Burundi. Bien que la consommation de ces produits reste modeste, leur poids dans la balance commerciale est important d'autant que l'aide actuelle de la Banque Mondiale à l'achat de gazole - une politique d'ailleurs inhabituelle pour l'établissement - est dégressive et momentanée. Une hausse continue des produits pétroliers est malheureusement prévisible, ce qui rend dangereux les investissements thermiques fioul dans le secteur électrique s'ils sont destinés à un usage intensif et prolongé et augmente l'intérêt des actions d'efficacité énergétique dans l'usage des produits pétroliers. Les GPL pourraient être épargnés par cette tendance en raison de leur production supplémentaire comme sous-produit des usines de liquéfaction du gaz naturel.

Dans tous les scénarios une augmentation annuelle moyenne du prix des produits pétroliers de 5 % au-delà de l'inflation sera prise en compte.

3.6 Les changements climatiques

De 1999 à aujourd'hui, l'évolution annuelle montre, par ailleurs, un raccourcissement de la saison pluvieuse et un rallongement de la saison sèche. Les résultats de simulations de changements climatiques dans la séquence temporelle 2000-2050 indiquent qu'on devrait assister à une augmentation globale de la pluviométrie variant de 3 à 10%, avec toutefois une diminution de 4 à 15% pour les mois de mai (fin de la saison des pluies) et octobre (début de la saison des pluies).

L'impact de ces changements climatiques est susceptible d'affecter fortement plusieurs secteurs de la production énergétique du Burundi. Les moyens hydroélectriques et la biomasse sont les secteurs les plus susceptibles d'être affectés. Les prévisions actuelles envisagent un accroissement de la pluviométrie accompagnée d'une irrégularité accrue, notamment de la réduction de la durée de la saison humide. Cette évolution affecterait négativement la production hydroélectrique au fil de l'eau, les ouvrages de retenue étant d'une capacité insuffisante si les apports sont momentanément trop importants. Une saison humide courte accroît les risques de sécheresse et d'érosion des sols et la pression sur la forêt.

Dans tous les scénarios, la situation en année très sèche réduisant de 10 % le productible précédemment estimé des centrales hydroélectriques et de 30 % la biomasse disponible sera examinée.

3.7 Les scénarios

Les variables externes font l'objet de prévisions. L'ensemble des prévisions simultanées effectuées sur chacune des variables externes constitue un scénario. Les hypothèses suivantes décrivent un ensemble de scénarios en se référant notamment au rapport « Infrastructure Action Plan » de la Banque Africaine de Développement remis fin 2009.

En s'inspirant de l'étude sur les infrastructures de la BAD cinq scénarios sont évoqués ci-après. Ils ont en commun les prévisions concernant la paix civile, la hausse des prix du pétrole et des matières premières, les aléas climatiques. Ils diffèrent par l'attitude des acteurs économiques : l'industrie minière, le secteur privé en général et les bailleurs de fonds.

On distingue donc :

- A.** Le scénario de référence qui prévoit le développement des infrastructures de base, dont le système électrique et les investissements miniers dans le nickel.
- B.** Le scénario infrastructures sans nickel
- C.** Le scénario marqué par l'absence de financement privé pour les infrastructures
- D.** Le scénario où le financement public est la moitié du nécessaire sans compensation du côté privé
- E.** Le scénario où le financement des donneurs est limité au minimum (20 %)

Le tableau suivant résume les caractéristiques des scénarios :

Composantes du scénario :

	Infrastructures		Nickel
	Financement public	Financement privé	
A	oui	oui	oui
B	oui	oui	non
C	oui	non	non
D	50%	non	non
E	20%	non	non

Sur le plan du système énergétique et notamment électrique les scénarios A et B sont satisfaisants, le scénario A de ayant de plus à s'adapter à l'alimentation de l'industrie minière. Le scénario C implique un retard dans la construction de centrales de production, qui s'accroît avec les scénarios D et E.

La BAD estime les besoins de financement du système électrique dans le scénario A à 813 millions de dollars de fonds publics dans la période 2010 2020 et à 764 millions de dollars dans la période 2020 2030, auxquels s'ajoutent respectivement 465 et 8 millions de dollars de fonds privés pour remettre à niveau le système de production, le réseau de transport, alimenter 40 % de la population, les activités productives en zones urbaines, l'industrie minière et les principales infrastructures agricoles.

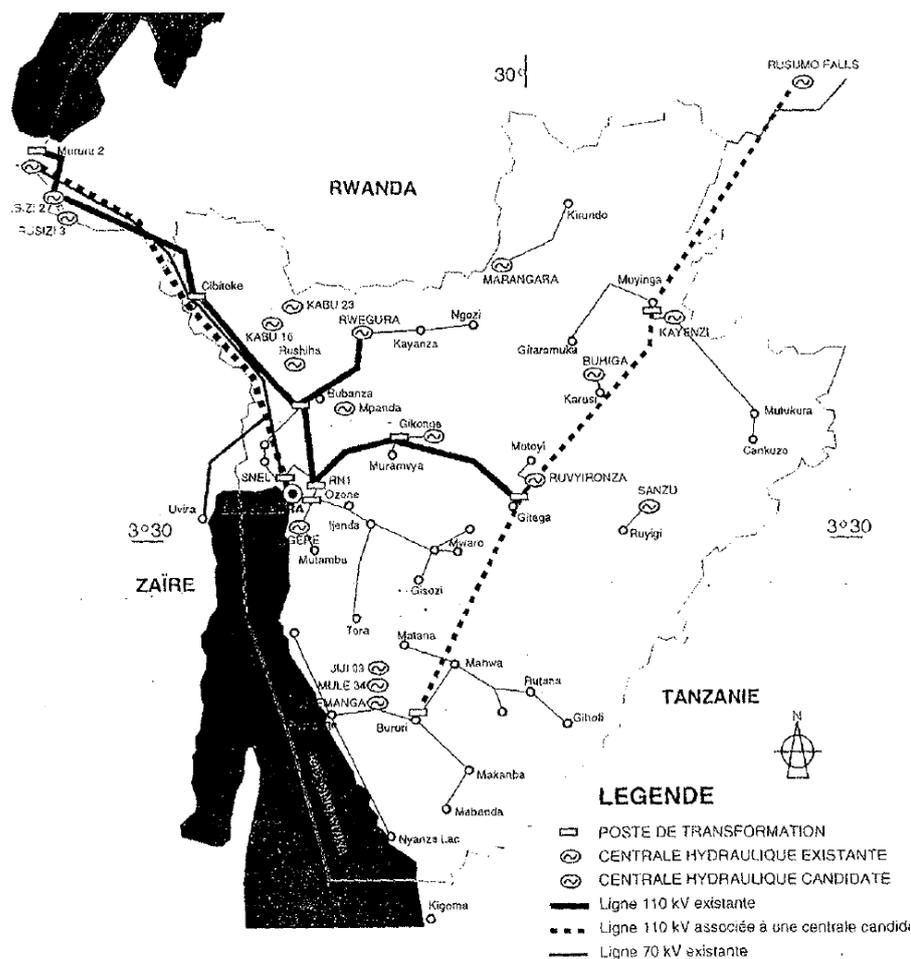
4 ANALYSE DU SOUS – SYSTEME ELECTRIQUE INTERCONNECTE

4.1 Description de la situation existante

La carte ci-dessous décrit la situation actuelle des réseaux électriques du Burundi, composés de plusieurs réseaux séparés :

- un réseau principal alimentant la région de Bujumbura et Gitega à partir des centrales hydroélectriques de Ruzizi, Rwegura et Mugere et interconnecté avec les systèmes du Rwanda et de la RDC.
- plusieurs réseaux isolés autour de mini centrales hydroélectriques et/ou thermiques alimentant des capitales provinciales, le plus développé se trouvant dans le sud autour de Bururi.

Carte 1 : Révision simplifiée du plan directeur national du Burundi



4.1.1 La production

4.1.1.1 Capacité de production installée

La Société d'Electricité du Burundi (REGIDESO) dispose d'une capacité de production totale de 36,427 MW dont 30,927 MW d'hydroélectricité répartis entre 9 centrales de tailles très variées, comme Rwegura (18 MW), Mugere (8 MW), Nyemanga (2,8 MW), Ruvyironza (1,5 MW) et Gikonge (1 MW) et 5,5 MW de thermique diesel concentré dans une seule centrale à Bujumbura, qui ne fonctionnait plus depuis 2000, mais qui vient d'être remise en service avec le financement de la Banque Mondiale, à travers le Projet Multisectoriel Eau et Electricité. La REGIDESO détient ainsi 96,5% de la capacité totale de production du pays qui est de 37,55 MW.

Au titre de sa propre production, pour l'approvisionnement de sa clientèle qui est exclusivement rurale, la Direction Générale de l'Hydraulique et des Energies Rurales (DGHER) exploite cinq mini-centrales hydroélectriques totalisant une puissance de 0,473 MW, soit 1,48% de la capacité totale hydroélectrique installée du pays. Les paroisses et l'office du thé du Burundi disposent aussi de centrales hydroélectriques d'une puissance totale installée de 0,65 MW.

La capacité hydroélectrique installée en 2009 de 37,55 MW est répartie de la manière suivante :

- 30,927 MW revenant à la REGIDESO (96,5%),
- 0,473 MW de la DGHER (1,5%),
- 0,65 MW (2%) pour les auto-producteurs privés constitués essentiellement des missionnaires.

Le Burundi bénéficie également d'une énergie électrique importée de 3,5 MW à partir de la centrale hydroélectrique de RUZIZI I, propriété de la SNEL de la RDC et de 12 MW à partir de la centrale hydroélectrique de RUZIZI II, gérée par la Société communautaire SINELAC (Burundi, RDC, Rwanda).

4.1.1.2 Energie produite

La production totale d'électricité a atteint 152.056,5 MWh à la fin de l'année 2006 contre 171.411,7 MWh pour l'année 2005, soit une baisse de 11,3%. Les importations ont baissé de 19,06% tandis que la production nationale a baissé de 5,5%. La centrale de MUGERE par contre a enregistré une augmentation de 16,27% par rapport à l'année 2005. Cette augmentation est consécutive aux travaux de nettoyage du lac de retenue qui ont été réalisés régulièrement à partir du mois d'avril 2006. Le tableau ci-dessous donne la production nationale et les importations de l'énergie de la part de SNEL et de SINELAC en RDC au cours de l'année 2006.

Au niveau de l'approvisionnement en électricité en 2007 et 2008, la production nationale a baissé de 117,5 en 2007 à 111,8 MWh en 2008, tandis que les tendances des 5 dernières années dénotent une croissance très faible. En revanche, la consommation n'a cessé d'augmenter au cours de la même période et a affiché un rythme de croissance de 7% en 2008, s'élevant à 206,4 MWh, soit 85% de plus que la production.

Bien que l'électricité ne représente que 4% du bilan énergétique du pays et que moins de 3% des ménages soient raccordés à l'électricité, le Burundi ne peut satisfaire à ses

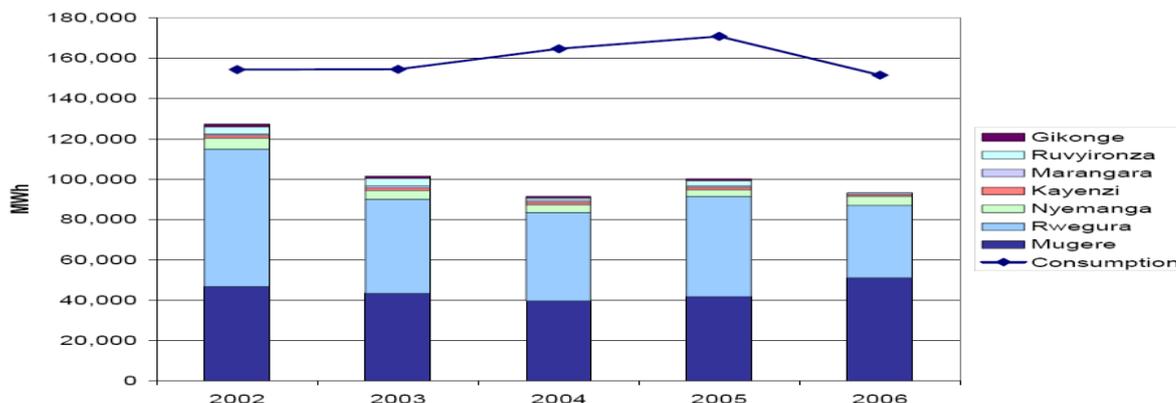
besoins. Plus de 45% des besoins en énergie électrique ont été couverts par des importations en 2008 contre 39% en 2007.

Tableau 2 : Production totale d'électricité (GWh)

CENTRALES INTERCONNECTES	2002	2003	2004	2005	2006		
Production nationale (GWh)							
RWEGURA		48,710	43,874	49,616	36,		
Mugere		44,474	39,643	4,787	49,599		
Nyemanga		4,470	3,845	3,415	4,390		
Gikonge		1,052	0,966	0	0		
Kayenzi		1,048	0,956	0,593	0,619		
Marangara		1,079	0,731	0,630	9,981		
Buhiga				0,623	0,184		
C. Th Kirundo et Muyinga					0,015		
Production totale CHES isolées		7,650	6,499	6,079	6,191		
Production nationale totale (GWh).		153,820	157,328	165,279	145,865		
Importation (GWh)							
Ruzizi II Importée		30,893	42,329	50,920	41,218		
Exportée		1,019	0,211	0,46	0,39		
Ruzizi I		26.132,205	30.277,106	20.284,165	16.940,413		
Sous-total Importation (GWh)							
Production totale / réseau national et régional (GWh)	167,3	161,480	163,828	171,411	152,056		
Taux d'accroissement		-3,5%	1,45%	4,6%	-11,3%		

Source : REGIDESO

La majeure partie de l'électricité est produite par deux centrales hydroélectriques nationales : Rwegura (18MW) et Mugere (8MW). La fiabilité de cette offre est affectée par le manque de financement pour la maintenance et l'absence de solution de rechange pour permettre aux réservoirs de se remplir.

Tableau 3: Part de production d'énergie électrique de chaque centrale hydroélectrique sur le réseau interconnecté du Burundi

Source: Regideso/BRB

Pour 2009, la production totale de l'énergie électrique a été répartie comme il suit:

- 51% d'apport national ;
- 36% en provenance de la Centrale Communautaire RUZIZI II / SINELAC;
- 13% sont importés de la Société Nationale d'Electricité de la République Démocratique du CONGO (RUZIZI I- SNEL).

4.1.1.3 Electricité Régionale des Pays des Grands-Lacs

L'Organisation de la CEPGL pour l'Energie des Pays des Grands Lacs (EGL) est un organisme spécialisé, dans le secteur de l'Energie de la CEPGL (Burundi, RDC, Rwanda). Elle pilote ainsi des études pour l'exploitation des ressources hydroélectriques de la rivière Ruzizi, émissaire du lac Kivu, qui s'écoule dans le Lac Tanganyika. Toutefois la centrale de RUZIZI I reste l'apanage de la SNEL, la compagnie d'électricité de la RDC, qui l'exploite dans le cadre d'un Contrat de fourniture aux trois pays. Seule la centrale de RUZIZI II est exploitée par la SINELAC, émanation d'EGL. Des détails complémentaires sur CEPGL sont donnés en annexe 2.

La Société Internationale d'Electricité des Pays des Grands-Lacs (SINELAC) supporte les coûts d'exploitation/maintenance de l'ouvrage ainsi que le service de la dette que les Etats lui ont rétrocédé moyennant des intérêts au taux de 10,76%. L'énergie est vendue aux trois compagnies d'électricité nationales à parts égales. Le prix de vente est révisé régulièrement par Accord entre les trois Etats. Après être tombé à 13 DTS/MWh, le prix est actuellement de 22 DTS/MWh. Ce prix est très inférieur au coût de revient moyen pour la SINELAC (55,29 DTS/ MWh) et plus encore au coût marginal de long terme (75 DTS/MWh).

Cette situation est aggravée par le volume important des arriérés dus à la SINELAC par les trois compagnies d'électricité (plus de 108 millions de DTS), ce qui complique la situation de remboursement aux 3 Etats, avec une dette de plus de 129 millions de DTS. De ce fait des travaux de maintenance indispensables ne peuvent être réalisés et la centrale est en mauvais état (vannes inopérantes en particulier).

Les principes de l'exploitation entraînent un certain nombre de difficultés. En particulier, le fait que la centrale de RUZIZI I en amont soit exploitée par la SNEL enlève à la SINELAC pratiquement toute latitude de modulation sur la production de RUZIZI II, cette dernière n'ayant qu'un réservoir de taille modeste.

L'EGL espère modifier ces dispositions à l'occasion de la réalisation du projet RUZIZI III et RUZIZI IV. Pour ces 2 projets, il serait souhaitable de revenir à la gestion hydroélectrique centralisée de la vallée de la RUZIZI par un exploitant commun. Le prix de vente de l'énergie devrait ne pouvoir être inférieur aux coûts d'exploitation/maintenance et du service de la dette. A ces coûts devraient s'ajouter l'alimentation d'un fonds de renouvellement des ouvrages et d'un fonds hydrologique, destiné à pallier les aléas de l'hydraulicité.

En outre, l'EGL réfléchit à l'opportunité d'une rémunération de la valeur de l'eau pour la constitution de ce fonds hydrologique, permettant ainsi le financement au bénéfice des riverains du Lac KIVU, à travers une électrification rurale.

La recherche de financement pour RUZIZI III se poursuit notamment en direction de la BEI, via le fonds fiduciaire du partenariat euro-africain pour les études techniques et opérationnelles.

4.1.2 Demande d'électricité

Par rapport à l'année 2005, les ventes d'électricité de 2006 ont connu une diminution de 12,6%. Les ventes d'électricité en basse tension ont baissé de 16% tandis que celles en moyenne tension ont baissé de 6,5%. Cette situation est due à la pénurie d'énergie ayant eu comme conséquence les délestages fréquents. La baisse des ventes en moyenne tension est également liée à la réduction de l'activité de certaines entreprises, particulièrement le COTEBU (Complexe Textile du Burundi).

Tableau 4 : Evolution des consommations

	2002	2003	2004	2005	2006	Taux d'accroiss. %)
Vente d'électricité (kWh)	118.876.879	124.093.474	124.767.724	119.791.684	105.077.619	
Consommation unitaire	118,8	124,1	124,7	119,7	105,2	
Coût moyen (US cents/kWh)	60,427	64,318	79,450	78,382	79,290	
Nombre d'abonnés	29.674	31.915	32.889	32.986	35.200	6,7

Source : REGIDESO

- **Clientèle**

Pour répondre à la forte demande non satisfaite de raccordement (consommation potentielle très importante), des actions (encore très insuffisantes) ont été menées au cours de l'année 2008 pour augmenter la production, étendre le réseau électrique et procéder à des raccordements de nouveaux abonnés. Le nombre des raccordements au réseau national a augmenté de 6,3% dans tout le pays, passant de 38.069 à 40.513 abonnés. Parallèlement, 236 nouveaux abonnés ont été desservis en zones rurales, portant ainsi à 3.174 le nombre total de bénéficiaires du réseau électrique à la fin de 2008. Dans le même cadre, 8 centres de santé (Ruyaga-Mutumba-Gitaba-Buhinda-Maramvya-Muriza-Businde et Nyange) ont pu être raccordés au réseau.

- **Prévision de la demande d'électricité**

Les tendances sectorielles suivantes étaient envisagées par la BAD pour le développement de la ville de Bujumbura :

- une croissance annuelle de 8,5% pour les ménages;
- une croissance annuelle de 6% pour l'industrie, et les services commerciaux et publics.

En tenant compte du poids respectif de chaque secteur, la croissance totale serait de 6,7% par an. Cependant, puisque la paix semble être désormais rétablie pour de bon, il faut envisager une croissance plus élevée. En combinant l'approche macroéconomique et l'approche sectorielle, une croissance moyenne de 8 % par an pourrait être adoptée pour un scénario de croissance moyenne de la demande.

Cette croissance tiendrait également compte du branchement progressif de centres isolés sur le réseau ou avec le raccordement aux microcentrales hydroélectriques dont les études de faisabilité vont démarrer. Les scénarios de croissance faible et de croissance élevée indiqueraient respectivement un, deux ou trois ans de retard ou d'avance par rapport au scénario moyen, en 2010, 2015 et 2020.

Tableau 5 : Evolution de la demande en énergie au Burundi, 2005-2020

Demande d'énergie de 2004 à 2020					
Réseau interconnecté	2005	2010	2015	2020	Croissance
Demande en énergie potentielle en GWh	180	244	333	453	6,4%
Charge de pointe potentielle en MW	35	48	65	80	
Demande en énergie potentielle en GWh	180	264	389	570	8%
Charge de pointe potentielle en MW	35	51	75	111	
Demande en énergie potentielle en GWh	180	286	453	719	9,7%
Charge de pointe potentielle en MW	35	56	88	128	

Source : BAD, 2006

En ce qui concerne, les conclusions de l'étude de SNC LAVALIN de 2001, les prévisions de la demande d'électricité ont été établies selon trois scénarios économiques (haut, moyen et bas). Pour le scénario haut, la demande sera successivement de 480 GWh en 2010 ; 720 GWh en 2015 et 1.080 GWh en 2020. Pour le scénario moyen, la demande sera respectivement de 457 GWh; 664 GWh et 966 GWh pour les mêmes périodes. Elle sera respectivement de 415 GWh; 573 GWh et 794 GWh pour le scénario bas.

Quant à la puissance projetée, elle serait de 80 MW en 2010; 120 MW en 2015 et 180 MW en 2020 pour le scénario haut. Notons que beaucoup de projets grands consommateurs d'énergie ne pourront voir le jour que si le pays consent à investir de façon prioritaire dans le secteur de l'énergie, en particulier dans la construction de nouvelles centrales hydroélectriques. Quelques uns de ces projets sont :

- Les chaudières électriques (production de vapeur) aux usines BRARUDI, BRAGITA, VERRUNDI et COTEBU. Chaque usine demande environ 10 MW,
- La cimenterie du Burundi (8 MW),
- L'extraction du nickel de Musongati (20 - 120 MW) : étant donné que le processus de traitement du nickel n'est pas encore connu, les études de Lahmeyer International de Mai 1985, préparées pour Exploration und Bergbau GmbH, recommandent cette tranche de puissance installée, avec 8.000 heures par an.

En 2007, la REGIDESO a enregistré des pertes techniques et commerciales totalisant 24.4% de l'offre globale², soit des pertes commerciales d'au moins 15% à dire d'expert.

4.1.3 Equilibre de l'offre et de la demande

Le Burundi souffre d'une insuffisance considérable de l'offre d'électricité. Le déficit varie aujourd'hui entre 13 MW pendant la saison des pluies et 25 MW pendant la saison sèche, quand les centrales hydroélectriques fonctionnent avec une capacité réduite. En faisant l'hypothèse d'une croissance économique continue, le déficit pourrait atteindre 35 MW en 2014.

En tenant compte des demandes de raccordement en cours (Sociétés de production, projets de développement, petites et moyennes entreprises, artisans et les ménages), les projections de fin 2010 tablent sur une demande virtuelle en pointe de 55 MW.

Fin 2009 le système interconnecté principal accuse ainsi un déficit de puissance en pointe de 12 MW, sans considérer que le pays devrait disposer d'une réserve tournante de 5 MW pour stabiliser l'ensemble du réseau.

La description du parc montre l'existence de plusieurs centrales hydroélectriques exploitées au fil de l'eau, dont la plus importante est MUGERE. L'énergie en provenance de RUZIZI 1 et 2 est régulée par SNEL pour RUZIZI 1 et par SINELAC pour RUZIZI 2. RUZIZI 2 est également complètement dépendante des lâchers de RUZIZI 1. Du fait de la baisse du niveau du Lac KIVU, l'exploitation de cette dernière se fait à un niveau bien inférieur à celui prévu par l'Accord Contractuel entre les trois

² Rapport annuel de la REGIDESO de 2006.

Etats riverains. Le Burundi réserve l'énergie issue de RUZIZI 1 (3,5 MW) en 70 kV à l'alimentation de la Brasserie de Bujumbura, ainsi qu'à quelques quartiers de la ville.

De ce fait les seules possibilités d'action sur l'équilibre offre/demande reposent :

- sur la gestion de la centrale de haute chute de RWE GURA, dotée d'un réservoir à gestion annuelle et dont la puissance disponible est de 18 MW, après des travaux de réhabilitation des groupes, (ii)
- la centrale thermique de Bujumbura (5,5 MW), qui était à l'arrêt ces dernières années faute de gas-oil pour l'alimenter et dont le fonctionnement vient de débuter avec le Projet Banque Mondiale pour un financement du carburant pour 8 millions de US \$,
- le délestage. Malheureusement ce dernier moyen est très utilisé et l'absence de télécommande en réseau oblige les exploitants à y procéder manuellement.

La performance de la centrale Diesel de Bujumbura est de 3,82 kWh par litre de gazole, ce qui est honorable. La mise en œuvre de moyens de production supplémentaires est donc indispensable pour revenir à une qualité de service acceptable. Le recours à des moyens de production thermiques, seuls susceptibles d'être installés à brève échéance risque cependant d'entraîner des coûts insupportables pour le compte d'exploitation de REGIDESO.

Ce déficit de l'énergie électrique a pour conséquences :

- Des délestages permanents ;
- Un déficit de la production d'eau potable (non alimentation en électricité des stations de pompage) ;
- Un risque plus élevé des maladies et des coûts des médicaments pour le pays ;
- Une augmentation des charges des clients REGIDESO (recours aux groupes électrogènes, aux bougies et au pétrole) ;
- Des pertes financières des petites, moyennes et grandes entreprises ;
- Un ralentissement de l'économie nationale ;
- Un accroissement du taux de chômage ;
- Un accroissement des charges de la REGIDESO à la production; etc.

Ce déficit va être aggravé par les actions de réhabilitation des centrales et la reconstruction des réseaux détruits pendant la crise ainsi que les extensions dans les nouveaux quartiers des divers centres urbains que va entreprendre le Gouvernement. Un niveau de délestage paroxystique risque donc d'être atteint à l'occasion de la saison sèche 2010.

La reprise économique sera donc sérieusement pénalisée par le manque d'énergie, que les agents économiques tenteront de compenser à grands frais par le recours accru à des groupes électrogènes autonomes.

Pour résoudre partiellement le problème, la REGIDESO a recours à l'augmentation des importations d'énergie de la SINELAC et de SNEL pour satisfaire la demande et soutenir le mieux possible l'activité économique. Malheureusement, la faiblesse de la pluviosité frappe aussi la région, si bien que le lac Kivu qui est le réservoir des deux centrales Ruzizi I et II a atteint son niveau historique le plus bas.

4.1.4 La situation des réseaux

Les problèmes du réseau de transport viennent ajouter aux difficultés. La ligne 70 kV RUZIZI 1-BUJUMBURA est en mauvais état et son dimensionnement mécanique laisse à désirer d'autant qu'elle est victime de vols de cornières et d'absence d'élagage qui la fragilisent. Les équipements des postes sont également obsolètes tant en ce qui concerne les équipements de coupure et de transformation HT et MT que les équipements auxiliaires. La visite du poste RN1 confirme que l'absence de pièces de rechange a conduit à cannibaliser certaines cellules au détriment de la souplesse d'exploitation du réseau.

L'exploitant est aussi conduit à supprimer des protections dont le fonctionnement devient gênant, ce qui entraîne des défauts amont parfois destructeurs. Le régime du neutre HT et MT paraît incertain, les entreprises des donateurs successifs s'étant apparemment peu soucieuses de normalisation pourtant indispensable en ce domaine. Ces installations ont fait l'objet d'un Audit et la Banque Mondiale est en train de financer leur remise à niveau. Toutefois l'absence d'intervention concrète accentue chaque jour le risque de défaillances profondes et durables de l'ensemble du système.

4.1.5 L'accès au réseau

Malgré un réseau électrique présent sur une grande partie du territoire, l'accès est limité aux villes, dont principalement la capitale Bujumbura. Comme la famille burundaise a en moyenne 10 personnes, on peut estimer que 410.000 personnes accèdent aux avantages de l'électricité domestique, soit 5% de la population, estimée à environ 8 millions d'habitants. La consommation moyenne ne dépasse pas 23 kWh/cap/an, une des plus basses d'Afrique³.

Les infrastructures rurales sont très faibles en tout domaine. L'habitat très dispersé se prête mal à une desserte en électricité par réseau MT et BT conventionnelle, faute de centres d'activités bien définis. Le Gouvernement souhaite se lancer dans une politique de « villagisation » permettant ainsi d'attirer la population et notamment les artisans et les petites industries vers des centres semi-urbains, dotés des infrastructures de santé, d'éducation, d'administration, d'eau et d'énergie.

La Direction Générale de l'Hydraulique et des Energies Rurales (DGHER), rattachée au Ministère de l'Energie et des Mines (MEM) est chargée de l'électrification et de la distribution en dehors des centres urbains, qui restent exploités par la REGIDESO. Cette division des rôles a été effectuée pour éviter que la REGIDESO à vocation commerciale ait à supporter les charges du secteur rural traditionnellement non rentable. La DGHER met donc en œuvre des mini-centrales isolées principalement hydroélectriques ou alimente ses réseaux à partir de ceux de la REGIDESO. Dans ce dernier cas DGHER achète l'électricité à REGIDESO en MT et la revend à sa clientèle avec une petite marge. Cette dualité visait notamment à épargner à la REGIDESO l'exploitation de réseaux intrinsèquement non rentables. En réalité, elle permet à DGHER de réaliser une marge d'exploitation malgré le déficit enregistré par la REGIDESO. Elle complique également le dépannage des réseaux MT interconnectés

³ PAD du Projet « Multi-Sectoral Water and Electricity Infrastructure Project » de la Banque Mondiale, avril 2008

puisqu'elle oblige à l'intervention de deux exploitants pour tout défaut sur le système DGHER.

Le coût moyen des lignes MT en 35 ou 95 Alu/Acier en technique suspendue serait de 32 millions de FBU par km (17 500 € par km). Celui de la ligne BT serait de 22 millions de FBU par km (12 200 €/km).

La DGHER n'a pas en charge la planification de l'électrification rurale qui revient à la Direction Générale de l'Eau et de l'Energie (DGEE), sous tutelle du MEM. L'état du système de production n'autorise guère d'initiative importante en ce moment à moins que le projet n'inclue un moyen de production satisfaisant au moins la demande nouvelle.

La DGHER construit systématiquement ses réseaux en triphasé. Les supports MT sont généralement en bois et atteignent 16 m, ce qui peut s'expliquer sur le terrain par les forts dénivelés et l'utilisation de câbles de garde même à cette tension. En BT on utilise couramment des supports bois de 11m. Le conducteur BT triphasé, torsadé de 3x35mm² + 1x54mm² + 1x16mm² EP est d'usage systématique. La gamme de transformateurs est 25, 50, 100 kVA sur poteau. Au-delà, des postes socles puis des postes cabines sont utilisés. Le compteur à prépaiement est généralisé pour les nouveaux branchements et constitue un grand programme de recouvrement au moindre coût, soutenu par le financement de la Banque Mondiale, à travers le Projet Multisectoriel Eau et Electricité (PMEE) et la Banque Africaine de Développement (BAD), à travers le Projet de Réhabilitation des Infrastructures Electriques (PRIE).

4.1.6 La situation commerciale

Le prix de vente moyen du kWh au Burundi est de 88,94FBU, alors que le coût de revient fin 2009 est de 129,59 FBU/kWh. Cette situation exclut donc toute capacité d'autofinancement de la part de REGIDESO et exige le versement de substantielles subventions d'équilibre par le Budget de l'Etat.

Antérieurement, la lecture des compteurs traditionnels s'effectuait de façon bimensuelle. Aujourd'hui, dans le cadre du Contrat de Performance entre le Gouvernement du Burundi et la REGIDESO, la lecture des index des compteurs électromécaniques est mensuelle. Quant aux compteurs à prépaiement (15.000 en cours d'installation), le recouvrement se fait directement avec l'achat des cartes d'unités à charger dans les compteurs. L'accès de l'opérateur aux compteurs est obligatoire pour tous les clients. Cependant la somme des pertes techniques et commerciales reste élevée au voisinage de 25% comme mentionné précédemment

Les causes des pertes commerciales proviennent des compteurs défectueux, des erreurs de lecture d'index et des fraudes principalement par contournement du compteur. Les pertes techniques n'ont pas fait l'objet d'examen approfondi. Les releveurs changent rarement de zone de relève. La REGIDESO ne dispose pas d'étalonneurs sur le terrain et les compteurs ne sont vérifiés que lors d'une dépose.

Le paiement des factures serait relativement satisfaisant, hormis en ce qui concerne les services de l'Etat. REGIDESO généralise actuellement les compteurs à prépaiement qui font l'objet d'un don de la Banque Mondiale. Le dernier approvisionnement concerne des compteurs polonais au prix de 29,3 € l'unité en monophasé et 111 € en triphasé. 10.153 compteurs à prépaiement ont déjà été installés. Ils sont pour l'essentiel d'origine sud africaine ce qui représente environ un quart du parc.

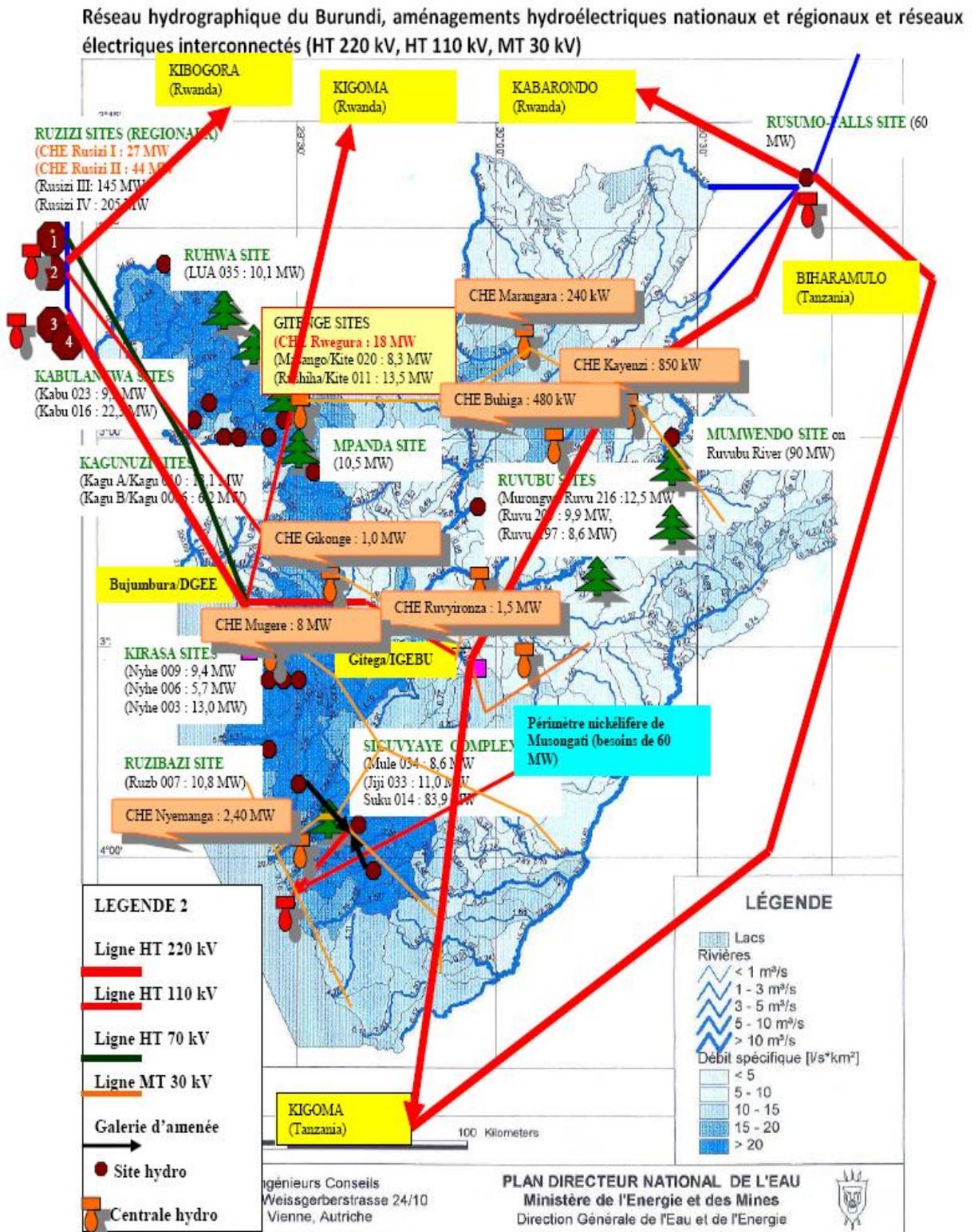
Les branchements font l'objet d'une facturation au coup par coup. Le montant moyen est de 300.000 FBU, qui ne peut être payé qu'au comptant.

4.2 Le potentiel

4.2.1 Le potentiel hydroélectrique

La carte ci-dessous résume le potentiel hydrographique et hydroélectrique du Burundi, révélant de nombreux sites équipables. Le potentiel hydroélectrique total évalué à 6.000 GWh correspond à une puissance de 1.700 MW, dont 300 MW économiquement et techniquement valorisables. Seuls 32 MW sont aujourd'hui équipés soit 9% de la part économiquement exploitable (1 500 GWh, 300 MW). Le potentiel valorisable est réparti entre plusieurs sites dont le plus attractif serait celui de Kabu 16 avec un coût de production de 4,4 cents US\$ /kWh. Toutefois l'absence d'inventaire récent de la ressource interdit de se prononcer formellement sur l'ordre de mérite des aménagements envisageables.

Carte 2 : Réseau hydrographique du Burundi



Burundi and regional Hydroelectric Power Stations and Hydropower Sites, Designed by Ir Godefroy HAKIZIMANA, Electromechanical Engineer, MSc

4.2.2 Le potentiel solaire

Le potentiel solaire du Burundi peut être estimé à 5 kWh/m²/jour dans la région de Bujumbura et 4 kWh/m²/jour pour les hauts plateaux. Ce potentiel offre l'opportunité de réaliser des centrales solaires connectables au réseau. Ces centrales peuvent être de type photovoltaïque ou bien de type thermique. Les avantages de la solution photovoltaïque sans poursuite du soleil tiennent à (i) la simplicité et la robustesse d'une installation statique, (ii) le caractère modulaire de l'installation réalisable par ensemble de 500 kW occupant chacun environ 0,7 ha, (iii) le besoin d'entretien réduit et peu spécialisé. Par contre ces centrales ne disposent pas d'inertie énergétique, l'absence ou la réduction de l'ensoleillement provoquant instantanément un arrêt ou une réduction de la production électrique. Le coût d'investissement est élevé du même ordre par kW installé que celui d'une centrale hydroélectrique mais pour une production d'énergie en moyenne deux à trois fois moindre. Encore expérimentales, les centrales solaires thermiques utilisent des capteurs solaires d'un coût voisin de ceux des panneaux photovoltaïques. Elles sont équipées d'un matériel électro-générateur particulier (moteur Stirling, alternateur). Elles disposent d'une certaine inertie du fait de la chaleur accumulée dans le fluide caloporteur qui peut être stocké dans une enceinte calorifugée. Elles se prêtent plutôt à une production concentrée et peuvent également être associées à des centrales à cycle combiné pour améliorer le rendement de la partie vapeur.

Dans le cas du Burundi l'option photovoltaïque est préférable dans un premier temps dans un fonctionnement associé avec la gestion du réservoir de la centrale de RWEKURA.

4.2.3 Les autres potentiels d'électro-génération

4.2.3.1 Les solutions thermiques

Le développement des ressources thermiques classiques sous forme de centrales Diesel ou de turbines à gaz alimentées au gazole est une solution d'urgence, voire d'ajustement de l'offre à la demande qui entraîne des coûts avoisinant 500 FBU /kWh que REGIDESO peut difficilement absorber seule.

L'accès à d'autres combustibles fossiles comme le fioul lourd, le gaz naturel ou le charbon pose de difficiles problèmes logistiques notamment de transport. La découverte de gisements locaux pourrait modifier cette appréciation sous réserve que les produits découverts puissent être utilisés directement ou même servent de monnaie d'échange pour l'acquisition de produits raffinés.

Une opportunité de production thermique additionnelle pourrait se présenter autour du gisement de gaz naturel du lac Kivu dont les réserves seraient considérables. Il s'agit là d'une source d'importation éventuelle dont l'intérêt pour le Burundi dépend du prix d'acquisition.

Comme le démontrera le chapitre traitant de la biomasse énergie, le biogaz offre des perspectives intéressantes à moyen terme pour la production d'électricité dans les zones industrielles et urbaines, sous réserve de mettre en place un système de collecte efficace des substrats fermentescibles.

Des gisements géothermiques sont sans doute présents sur le territoire voisin du Rift mais ils posent de difficiles problèmes en termes de financement de l'exploration qui mobilise à elle seule une part substantielle de l'investissement total sans garantie absolue de succès.

4.2.3.2 Le gisement éolien

Des sites éoliens exploitables en réseau existent au voisinage et sur le lac Tanganyika et sur les Hauts Plateaux. Cependant leur potentiel reste à définir avec précision.

4.2.4 Les Mesures d'Urgence dans le Sous-secteur de l'Electricité

La Société Nationale d'Electricité (REGIDESO) a remis en route la Centrale Thermique de Bujumbura, non utilisée depuis dix ans et dont le carburant sera financé de façon transitoire par un don de la Banque Mondiale (environ 8 millions de US \$ pour 3 ans). Toutefois, pour résorber le déficit énergétique, la réhabilitation de cette Centrale Thermique ne sera pas suffisante et il est envisagé de recourir à des centrales thermiques supplémentaires, en faisant appel à des Sociétés Etrangères privées. Cette solution a été employée récemment au Sénégal, Mauritanie, Ouganda, et au Rwanda notamment.

Ces solutions de court terme entraineront nécessairement des coûts de production beaucoup plus élevés pour la REGIDESO qui ne pourront être compensés immédiatement par des hausses suffisantes de tarif dont l'introduction est socialement difficile.

Des actions sont en cours à la REGIDESO pour la maîtrise de la demande en pointe et l'économie d'eau et d'énergie électrique. Elles comprennent trois projets dans les deux secteurs qui visent à réduire les pertes globales et la demande en pointe des consommateurs ménages et industriels pour 2010. Il s'agit de :

- L'Acquisition et la distribution de 200 000 lampes à faible consommation ;
- L'installation de 15 000 compteurs électriques à prépaiement;

Ces activités devraient réduire la pointe de 4 MW. Une campagne de sensibilisation et de formation à l'économie d'énergie va accompagner cette distribution.

D'actions de réduction des pertes dans l'ensemble du réseau de production et de distribution d'eau potable qui devraient engendrer une diminution de la demande électrique de pointe de 1 MW en 2. Une étude tarifaire, sur financement de la Banque Mondiale, est en cours. Terminée mi-2010, elle doit doter la REGIDESO d'une structure tarifaire qui devrait couvrir au moins ses coûts de revient et lui donner des moyens de réaliser des investissements rentables.

De la location d'une Centrale Thermique

Des sociétés internationales disposent de centrales thermiques mobiles en location, qui peuvent être installées dans un délai d'environ cinq mois après notification du marché. Les coûts de location d'une centrale thermique de 12 MW, sans fourniture de carburant pratiqués dans la sous-région sont de l'ordre de Trois Millions Trois Cent Sept Mille Deux Cent Dollars US (3 307 200 \$US) par an, soit Deux Cent Soixante-quinze Cinq Mille Six Cent dollars US (275 600 \$ US) par mois. Pour les quatre années, le coût de location serait de Treize millions deux cent vingt huit mille huit cent dollars US (13 228 800 \$ US), soit un montant équivalent à Seize milliards quatre cent trois millions sept cent douze mille francs burundais (16 403 712.000 FBU), au taux de change actuel de 1\$US à 1240 FBU.

Avantage de cette option :

- 1) Les coûts d'exploitation (pièces de rechange, entretien, frais du personnel) sont à charge du propriétaire.

Inconvénients de cette option :

- 1) La totalité du montant de location est payable indépendamment de l'utilisation ou non de la centrale ;
- 2) Une location de longue durée coûterait des sommes comparables aux coûts d'implantation d'une nouvelle centrale de puissance supérieure, laquelle deviendrait une partie du patrimoine national, avec une plus grande flexibilité dans l'exploitation de cette centrale en considérant les besoins réels de production.

Acquisition du carburant

En considérant la structure actuelle des carburants sur la base d'une consommation moyenne de 0,26 litre de gazole par kWh, le coût annuel du gazole (toutes taxes comprises) serait de l'ordre de Quarante Cinq Milliards Quatre-vingt Seize Millions Quatre Cent Quatre Vingt Mille Francs Burundais (45 096 480 000 FBU), soit environ 36 368 129 \$US. Le Gouvernement devrait prendre en charge l'acquisition du gazole, la REGIDESO étant dans l'impossibilité de supporter cette charge additionnelle avec le tarif actuel.

Au total le prix de revient du kWh produit atteindrait environ 0,4 USD soit environ 500 FBU.

5 LES PRODUITS PETROLIERS

5.1 Activités en amont : exploration des hydrocarbures

La Région des Grands-Lacs (RDC, Burundi, Rwanda, Uganda, Tanzanie, Kenya) a de grandes réserves potentielles d'hydrocarbures si on se réfère aux récentes découvertes de gaz et de pétrole en Tanzanie et en Uganda.

Le succès de l'exploration du pétrole ne peut être obtenu qu'à travers des efforts concertés. Les régimes légaux et fiscaux attractifs dans les Etats Partenaires de l'Afrique de l'Est ont contribué à accroître le nombre de compagnies actives dans l'exploration des hydrocarbures dans la région.

Des efforts considérables ont été déployés pour mettre à jour la base des données géologiques existantes notamment à travers l'acquisition d'une base de données géo-scientifique.

La Communauté Est-Africaine a abrité trois Conférences sur le Potentiel Pétrolier et les Opportunités d'Investissement, qui ont efficacement contribué à accroître l'intérêt dans l'exploration dans la région (Kenya, Tanzanie, Uganda, Rwanda, Burundi).

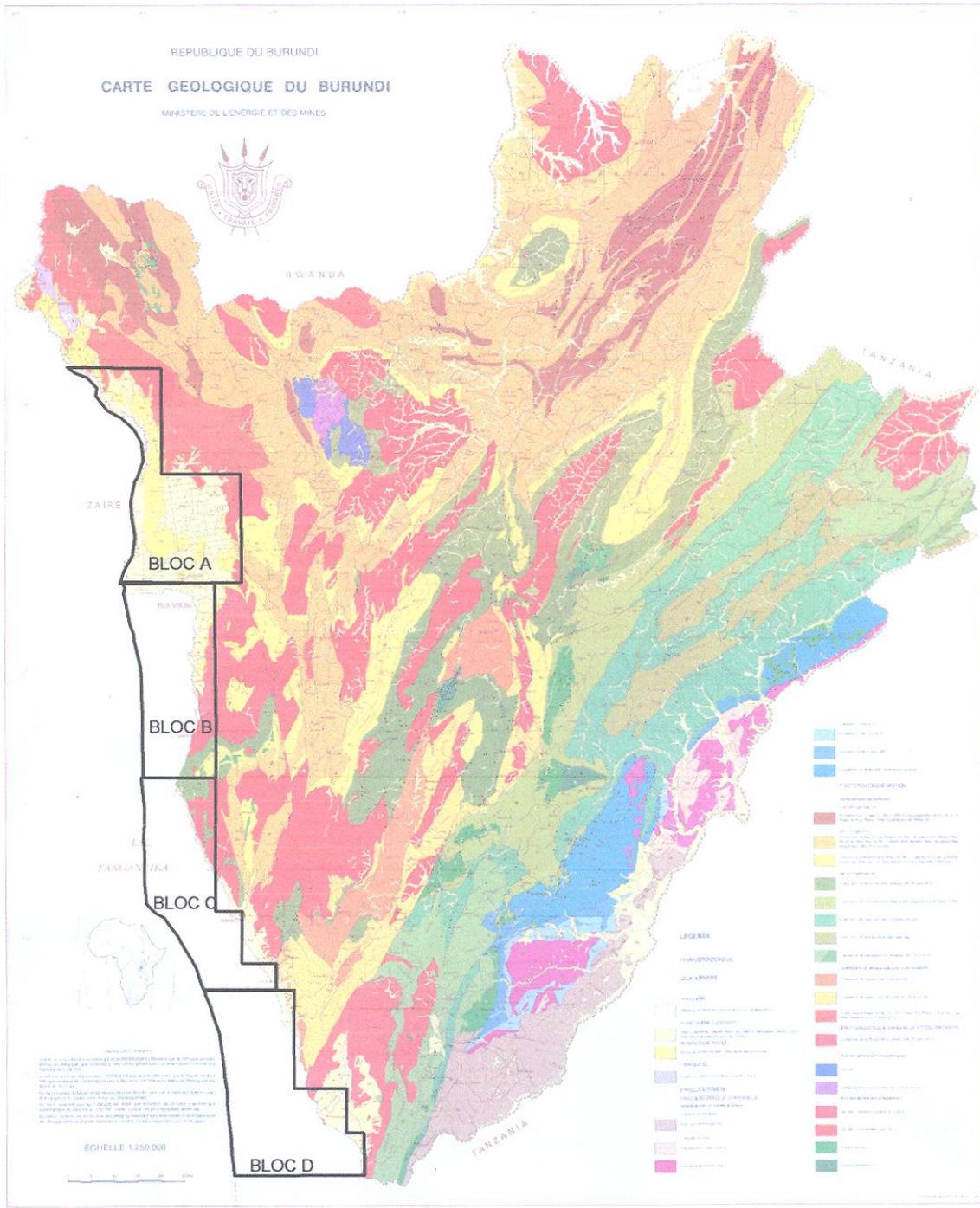
Des périmètres d'exploration dans les bassins de la Plaine de la Ruzizi et du Lac Tanganyika ont été découpés en quatre blocs de recherche :

- Bloc A, dans la plaine de la Ruzizi, zone on shore, avec 793,1 km²,
- Blocs B, C et D dans le bassin du Lac Tanganyika, du Nord au Sud, avec des superficies de 679,6 km², 664 km² et 813,4 km² respectivement.

La Bloc D, qui se trouve au Sud sur la frontière burundo-tanzanienne, a été attribué à SURESTREAM Petroleum Limited. De même, le Block B est en cours d'analyse pour son attribution à la même Société SURESTREAM Petroleum Limited. Aujourd'hui, dans le domaine de la recherche des hydrocarbures, le Ministère de l'Energie et des Mines a également enregistré trois demandes de permis de recherches des hydrocarbures et du gaz de type H dans la Plaine de la Ruzizi et dans le lac Tanganyika. Ces demandent émanent des sociétés pétrolières suivantes:

- VANGOLD, de droit canadien, en date du 07 Août 2007,
- TULLOW OIL PLC, de droit britannique, en date du 08 Décembre 2006,
- TERRA SEIS, de droit canadien, en date du 09 Avril 2007.

Carte 3 : Blocs d'exploration pétrolière au Burundi



Source : Direction Générale de la Géologie et des Mines du Burundi, 2008

Légende :

- Bloc A : 793,1 km², On shore, Plaine de l'Imbo Centre,
- Bloc B : 679,6 km², Offshore, Nord du Bassin de la Rusizi, accordé à SURESTREAM Petroleum Limited.
- Bloc C : 664 km², Offshore, Sud du Bassin de la Rusizi,
- Bloc D : 813,4 km². Offshore. Bassin de Kigoma, accordé à SURESTREAM Petroleum Limited.

5.2 Importation des produits pétroliers

5.2.1 Coûts de transport

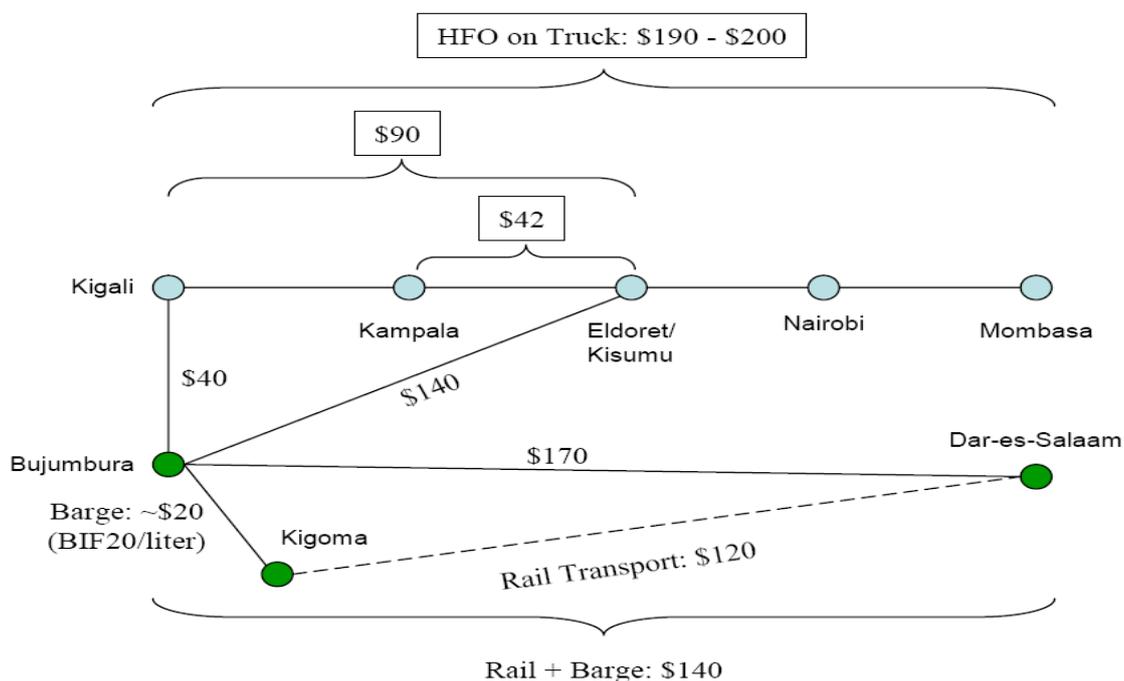
Au Burundi, l'importation et la distribution des produits pétroliers sont effectuées par une dizaine de sociétés dont les principales sont : Engen Petroleum Burundi, Sicopp, Petrobu, Ercoil, BOC, Petrofina, Interpetrol, etc. Ces sociétés exploitent environ 70 stations services dont la plupart sont localisées à Bujumbura.

Trois corridors de transport sont utilisés pour les produits pétroliers :

- le corridor Nord (Mombasa-Eldoret par canalisation puis par voie routière)
- le corridor Sud (Dar es Salam puis la voie routière).
- La voie lacustre très utilisée autrefois à partir de Kigoma en Tanzanie dont le port est lui-même desservi par chemin de fer depuis Dar es Salam. Cette voie est la moins coûteuse mais il y a pénurie de wagons-citernes.

La capacité de transport a été limitée à 35 000 litres par chargement pour protéger les infrastructures routières. Le fioul lourd en provenance de Mombasa à destination de la Brasserie doit être transporté intégralement par voie routière car il est impropre au transport par canalisation.

Diagramme 1: Structure des coûts de transport dans la région. (USD /Tonne)



Sources: Interviews avec les importateurs et distributeurs de carburant au Burundi et au Rwanda; Rwanda Minicom, Ministère du Commerce et de l'Industrie ("Ordonnance" No 750/420, Avril 29, 2007); Burundi, Avril 2007

5.2.2 Capacité de stockage

Le Burundi dispose actuellement de deux dépôts de stockage à Bujumbura et à Gitega, avec une capacité respective de 14 000 m³ (SEP Bujumbura) et 20 500 m³ (SEP Gitega), ce qui représente 3,5 mois de consommation environ.



SEP Bujumbura



SEP Gitega

5.2.3 Procédure de fixation et évolution des tarifs des produits pétroliers

Les Ministères en charge du commerce fixent les tarifs des produits pétroliers dans les pays de la CEPGL sous forme d'une nomenclature qui détaille les taxes et redevances. Ces Ministères tiennent compte de trois éléments lors de la fixation de tarifs :

- Cours mondial du baril de pétrole,
- Coût de transport,
- Comportement des monnaies locales.

Au Burundi, les prix maximaux des carburants sont révisés chaque mois par une commission multipartite comprenant des représentants de l'Etat et des consommateurs. Elle se base sur les indices Platt's et sur les prix de transport externes et internes. De ce fait les prix des produits pétroliers sont légèrement plus chers en provinces qu'à Bujumbura. Des taxes sont appliquées sur les produits pétroliers, notamment la TVA (18%) et le droit d'accise.

Le pétrole lampant utilisé essentiellement pour l'éclairage en milieu rural et le carburant (essence et diesel) destiné au transport, ont un impact direct sur la consommation des ménages. Le Gouvernement a donc décidé la mise en place d'un nouveau mécanisme de fixation des prix, fondé sur le principe d'ajustement automatique sur l'évolution des cours mondiaux, sans que cela n'affecte dramatiquement les recettes fiscales. Une étude du secteur pétrolier a été lancée à cet effet et devrait permettre de formuler une stratégie sur la politique fiscale appropriée en la matière.

5.2.4 Contrôle des produits pétroliers

Le Burundi ne dispose pas de laboratoire de contrôle des produits importés. Cette situation conduit de temps à autre à des incidents préjudiciables au parc automobile. Le mélange indu de produits raffinés a récemment conduit à des incidents puis à la pénurie. La question de la création d'un laboratoire agréé susceptible de procéder aux contrôles chimiques et énergétiques les plus courants doit être soulevée en cherchant d'éventuelles synergies avec les besoins similaires d'autres secteurs (eau, contrôles alimentaires, etc.).

5.2.5 Consommations des produits pétroliers

Les principaux produits importés sont :

- le gazole (3,5 millions de litres par mois),
- l'essence (3 millions de litres par mois),
- le pétrole lampant (1,2 millions de litres par an),
- le Jet Fuel.

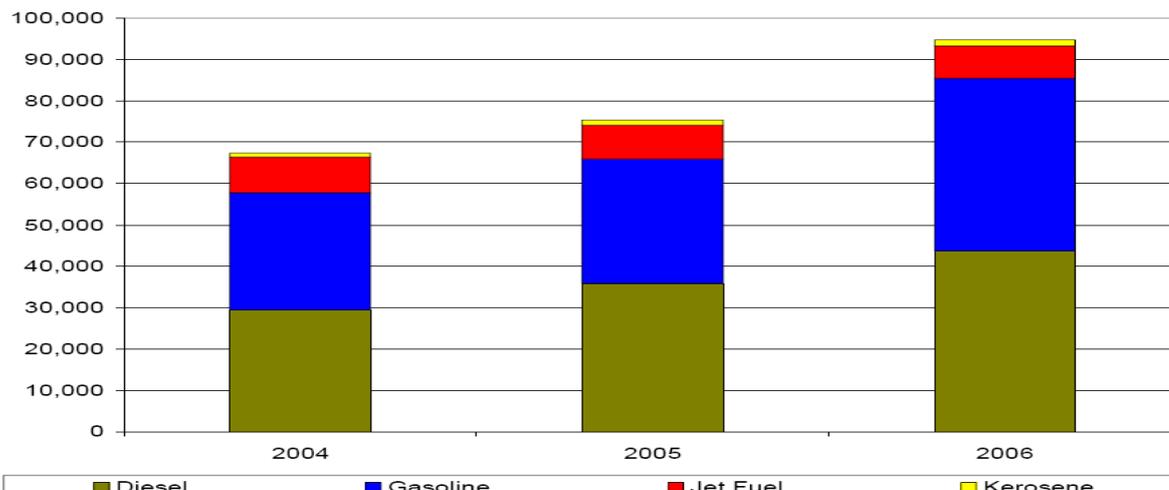
Le Burundi importe du GPL en petite quantité (ENGEN et INTERPETROL), faute de véhicules de transport en nombre suffisant. Le prix de détail s'établit à 45 000 FBU pour une bouteille de propane de 12 kg. Il n'y a pas de station d'embouteillage de GPL au Burundi et l'approvisionnement se fait au Rwanda.

Le Burundi a récemment stabilisé ses consommations de carburants qui ne cessaient d'augmenter entre 2004 et 2006, de 67 377 m³ en 2004 à 94 723 m³ en 2006, soit un taux de croissance annuelle de 19% (Graphique n°12). Il est clair que la stabilité au Burundi a permis la croissance économique, amenant ainsi à une grande consommation de carburant.

En 2005, la consommation du carburant a augmenté de 12%, quand en 2006, il a augmenté de 26% que ce soit pour l'essence, le diesel et le pétrole (graphique n°7).

Au même moment, la consommation du jet fuel a décliné de 5% et 6% les dernières années.

Tableau 6 : Evolution de la consommation du carburant au Burundi (m³)

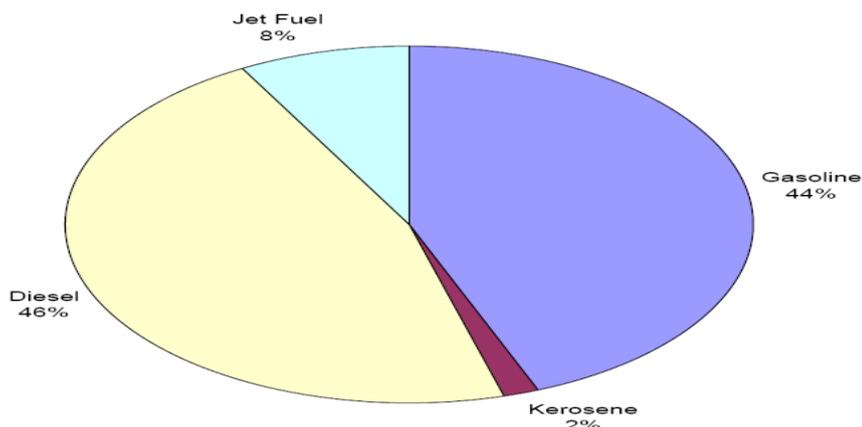


Source : SEP

La demande de diesel et d'essence est dépendante de la flotte croissante de véhicules à moteur et d'une consommation accrue par habitant pour le transport qui devrait s'élever de 94 723 environ m³ en 2006 à 266 646 m³ d'ici 2020, et à 612 229 m³ d'ici 2030. La consommation de carburant pour réacteurs d'avion pour l'usage civil est susceptible de se développer sous l'influence de la croissance économique. De 2 843 m³, en 2006, soit 37% du total, la consommation civile pour le transport aérien pourrait s'élever à 5 964 m³ en 2020, et à 9 033 m³ en 2030.

L'industrie burundaise emploie le fioul lourd (HFO) et l'électricité. L'Etude de SAIC estime que cette tendance va persister même s'il y a une grande disponibilité du gazole par le futur Pipeline Kigali-Bujumbura parce que le fioul lourd, même transporté par camion HFO restera meilleur marché que le gazole.

Diagramme 2 : Approvisionnement par type de carburant au Burundi à corriger manque HFO



Source : SEP et SAIC, demande de produits pétroliers en 2006

Les produits pétroliers occupent ainsi une part faible dans la balance énergétique du Burundi, mais ont un impact important sur l'économie en raison de leur coût d'approvisionnement.

5.2.6 Parc automobile

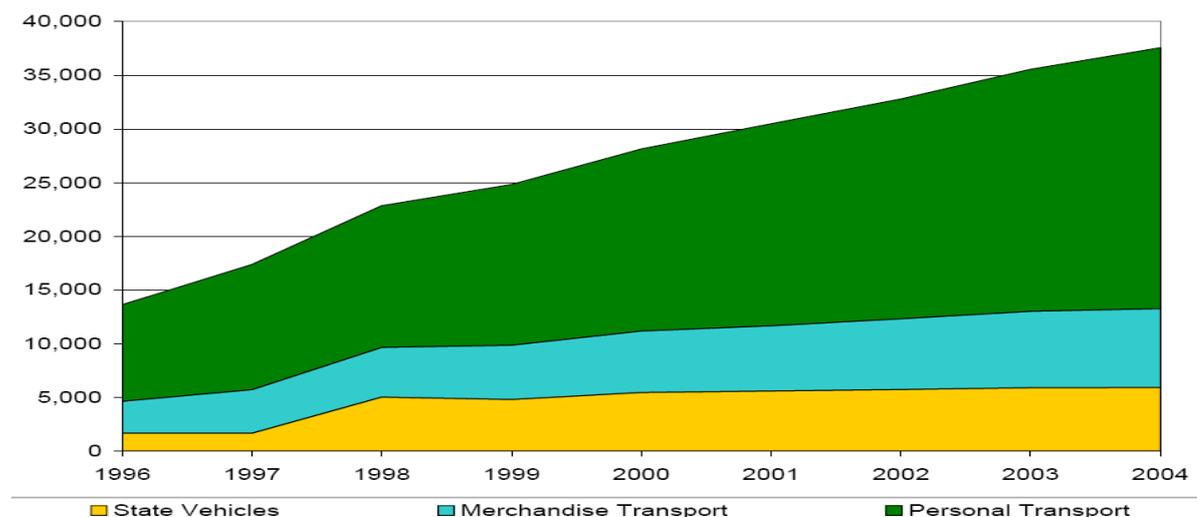
Au Burundi, la taille du parc automobile enregistrée a augmenté de 28 139 à 37 565 véhicules de 2000 à 2004, soit un taux de croissance annuel de 7.5%. La majeure partie de la croissance de ce parc est due aux voitures d'entreprises et de particuliers dont le nombre est passé de 16 968 véhicules en 2000 à 24.312 véhicules en 2004, soit un taux de croissance annuel de 9,4%.

La flotte des véhicules utilitaires a augmenté de 5 714 à 7 341 véhicules dans la même période de temps, soit un taux de croissance annuel de 6.5%. Les véhicules de l'administration n'ont pas évolué sensiblement, car le parc s'est stabilisé de 5 457 à 5 912 véhicules de 2000 à 2004, soit un taux de croissance annuel de 2%.

On a estimé que le taux courant de propriété de véhicule était approximativement de 512 véhicules par 100.000 personnes en 2004 et de 538 en 2006. L'importation des véhicules a sensiblement augmenté depuis 2000, après la levée de l'embargo et des sanctions économiques internationales en vigueur de 1996 à 1999.

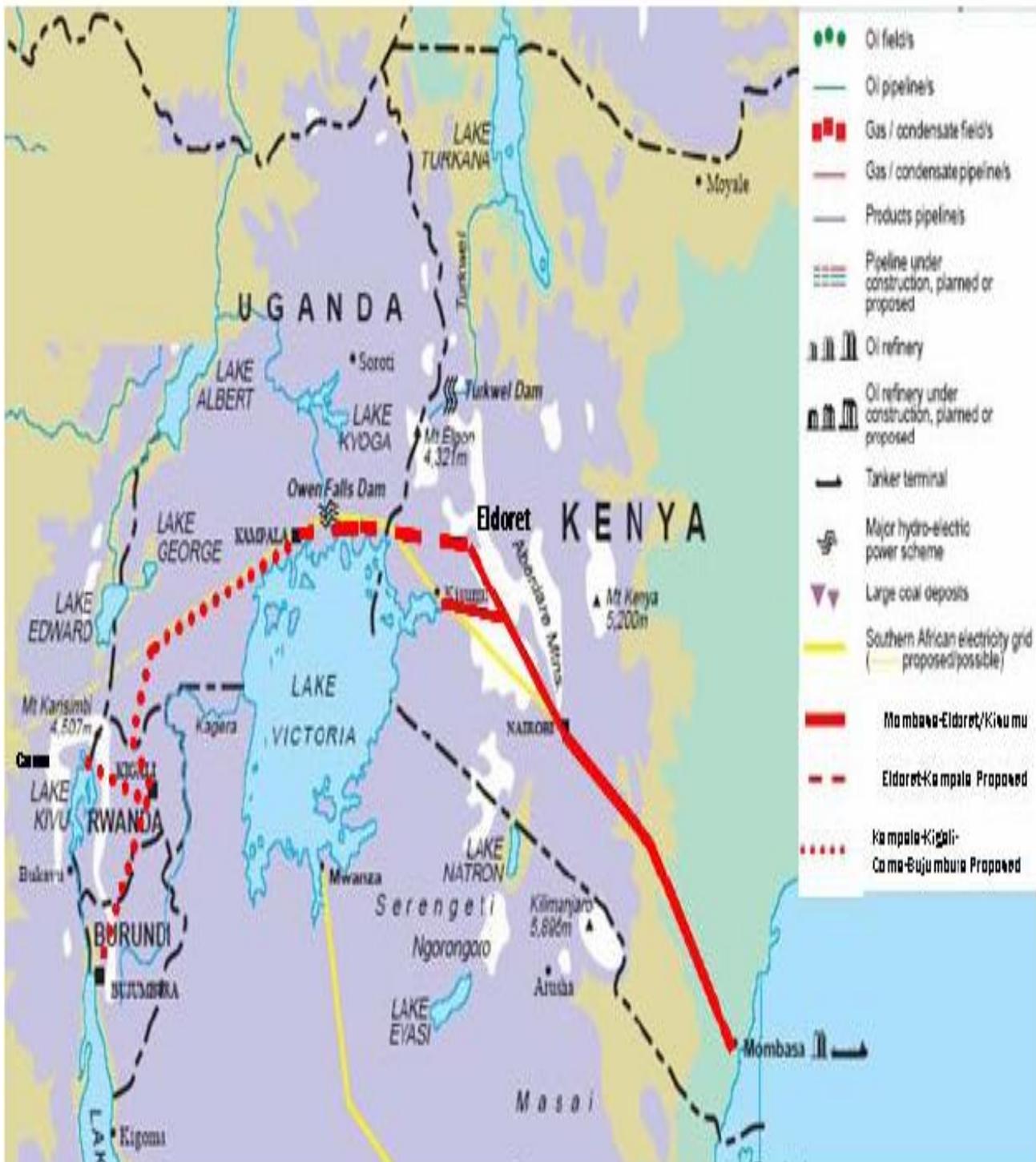
Le nombre de véhicules non inscrits et sans plaques pourrait atteindre 50% de la flotte enregistrée. Ces véhicules sont âgés de plus de 10 ans et sont en panne plus de 60% du temps.

Tableau 7 : Evolution du parc automobile du Burundi de 1996 à 2004



Source: Burundi Ministère des Transport, Postes et Télécommunications; Département de Transports

Carte 4 : Le projet de pipeline Eldoret-Kampala-Kigali-Bujumbura



6 ETAT DESCRIPTIF DE LA BIOMASSE

6.1 Les ressources forestières ligneuses (la biomasse « traditionnelle »)

6.1.1 Introduction

Représentant de l'ordre de 94,6%, la part de la biomasse traditionnelle principalement formée par le bois de feu mort et le charbon de bois demeure très prépondérante dans le bilan énergétique burundais. Cette prépondérance des énergies traditionnelles majoritairement utilisées par les ménages constitue une réelle menace pour les ressources naturelles déjà fragiles et pour la santé des couches les plus vulnérables de la population.

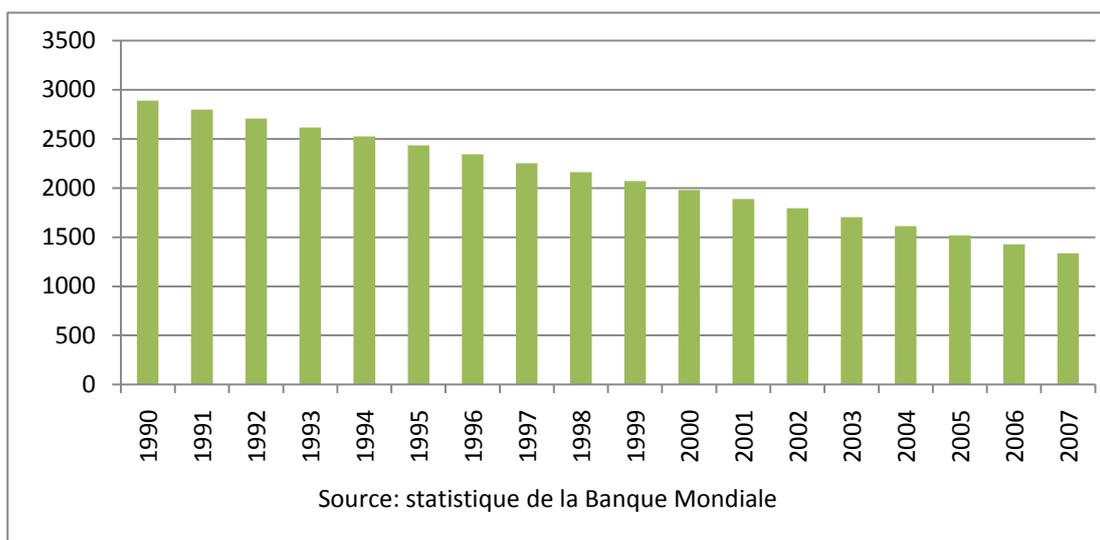
6.1.2 Situation forestière

Le sous-secteur forestier et agro forestier contribue pour environ 2% à la formation du PIB et fournit 6% des emplois. Il joue aussi un rôle important dans la conservation des eaux et des sols et assure le maintien de la biodiversité et des équilibres hydriques et hydrologiques de l'environnement.

Les ressources forestières et agroforesteries occupaient en 2008 près de 211.000 Ha (8 % du territoire national) dont 95.000 Ha de boisements publics et communautaires (Eucalyptus, pins), 56.000 ha de forêts naturelles et plus de 722.000 ha d'espaces plantés d'essences agroforesteries, fourragères et fruitières. (source FAO –FRA , Other wooded land)

La pression démographique, les destructions par les feux de brousse, les personnes déplacées, les prélèvements frauduleux et la sécheresse induite par les changements climatiques sont à l'origine du déboisement accéléré du pays évalué entre 0,5 à 2 %/an. Selon la Banque Mondiale (figure ci-dessous) les superficies forestières hors espaces agro forestiers ont été réduites de moitié entre 1990 et 2007 c'est-à-dire de 289 000 ha en 1990 à 133600 Ha en 2007.

Les pertes sont estimées à plus de 4.000 Ha/an par les feux de brousses, 2.000 Ha/an par les exploitations illicites tandis que la demande en bois d'œuvre en faveur des sinistrés de la guerre exigerait plus de 5.000 Ha/an de boisement en production. Les surfaces déboisées pour l'exploitation des ressources ligneuses (combustibles ligneux et bois d'œuvre) sont plus importantes que celles des feux de brousse et des coupes illicites.

Tableau 8 : Évolution des superficies forestières du Burundi de 1990 à 2007 (km²)

La déforestation liée d'une part à l'extension de l'agriculture et d'autre part à l'exploitation des ressources forestières pour la production de bois énergie (bois et charbon de bois) est à l'origine du déséquilibre important entre l'offre et la demande. Le paragraphe 6.1.5. développe le calcul de l'estimation de ce déficit

6.1.3. Les prélèvements des ressources ligneuses

Le tableau ci-après établi par la FAO analyse les prélèvements de bois en termes de flux et de type de produits:

- (i) les combustibles ligneux représentant 95% des volumes de bois prélevés sont exclusivement exploités et consommés sur place ;
- (ii) le bois d'œuvre formé par le bois rond industriel et le bois de sciage représente une proportion de 5% des prélèvements ;
- (iii) les importations de produits ligneux sont inexistantes;
- (iv) Les exportations ne concernent que le bois rond industriel et pour des quantités relativement modestes.

Tableau 9 : Production, commerce et consommation de produits ligneux du Burundi en 2006 (1000 m³)

	Production	Importations	Exportations	Consommation	Ratio
Combustible ligneux	8 681	0	0	8 681	95,50%
Bois rond industriel	333	0	7	326	3,59%
Bois scié	83	0	0	83	0,91%
TOTAL	9 097	0	7	9 090	100,00%

Source : FAO- 2009- Situation des forêts du monde

6.1.3 Structures de la demande en combustibles ligneux

L'industrie manufacturière et de construction ; le secteur commerce et institutions ; le secteur domestique ; le secteur pêche et agricultures, sont les différentes catégories

de consommateurs de combustibles ligneux. Le tableau ci-dessous donne la structure de la demande en bois énergie :

Tableau 10 : Répartition de la consommation sectorielle en combustible ligneux

Les catégories de consommateurs	Bois		Charbon de bois		TOTAL	
	Tonne	Ktep	Tonne	Ktep	Ktep	%
Industrie manufacturière et de construction	2 790,8	1		0,0	1	0,05%
Secteur commerce et institutions	104 471,4	42		0,0	42	1,69%
Secteur domestique	5 896 945,8	2 387	118 528,4	62,1	2 449	98,05%
Pêche et agricultures	13 082,2	5		0,0	5	0,21%
TOTAL	6 017 290,2	2 436	118 528,4	62,1	2 498	100,00%

Source: Évariste RUFUGUTA- Août 2009- Second inventaire national des gaz à effet de serre- PNUD/Ministère de l'eau, de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme - 100 pages

La quasi-totalité des combustibles ligneux soit 98,05% sont consommés par les ménages qui constituent les utilisateurs quasi exclusifs du charbon de bois. Au niveau de la distribution spatiale de la consommation en combustibles ligneux, la prédominance de la population rurale est reflétée dans les consommations de bois énergie.

En effet, en 1998⁴ les consommations respectives des ménages ruraux et des ménages urbains en bois de chauffe étaient estimées à 8 149 609 m³ et 4 153 m³. Par contre les ménages urbains utilisaient 8 923 tonnes de charbon de bois contre 1597 tonnes pour les ménages ruraux, En terme de prélèvement de bois cela représentait respectivement 124 922 m³ et 22 358 m³.

Le secteur du commerce et institutions comprenant notamment, la boulangerie, la police, l'armée, les écoles, les hôpitaux, l'université occupait le deuxième rang. La boulangerie brûle dans des fours en briques cuites des bûches de bois de 0,5 m de long. La consommation annuelle des 10 boulangeries les plus importantes est estimée à 6000 tonnes. D'autres sources rapportent qu'une centaine de restaurants sont localisés dans les centres urbains. Chaque restaurant utilise mensuellement 5 sacs de charbon de bois de 35 kg.

La transformation des produits halieutiques et des produits agricoles (huile de palme, café, etc.) brûle 13 082,2 tonnes de bois soit 0,21% de la production totale de combustibles ligneux. Les brasseurs de liqueur locale dénommée « ikibarube » ou whisky local consomment une quantité considérable de bois.

Les complexes théicoles, les fabricants de briques cuites et les fabricants de chaux formant le sous-groupe de l'industrie manufacturière et de la construction, emploient 0,05% de la demande en combustibles ligneux soit une consommation de 2 790,8 tonnes de bois.

Les complexes théicoles localisés dans un rayon de 100 km de Bujumbura brûlent du bois dans des chaudières d'une capacité de 3 tonnes de vapeur sous une pression de

⁴ Source : Département de l'Énergie, Direction Générale de l'Eau et de l'Énergie, Ministère de l'Énergie et des Mines, Annuaire statistique sur la biomasse, l'électricité et les produits pétroliers pour 1997

10 bars pour le séchage des feuilles de thé. Les tentatives de substitution du bois par la tourbe n'ont pas donné les résultats escomptés à cause de problèmes d'accumulation de scories sur les grilles, de l'insuffisance de l'alimentation, de la très faible résistance de la tourbe à la force de pression, d'un système d'alimentation inapproprié.

Les unités artisanales de fabrication de chaux sont situées au sud de Bujumbura. La fabrication de la chaux repose essentiellement sur un mélange de matière brute de chaux avec le combustible ligneux brûlé dans un four vertical. La consommation actuelle de bois d'un four traditionnel à chaux est de 0,65 tonne de bois par tonne de chaux éteinte. Le secteur de fabrication de chaux éteinte et celui de la fabrication de briques cuites pourraient voir leur production augmentée d'une manière significative dans le cadre des vastes programmes de réinstallation des populations déplacées et des futurs rapatriés.

6.1.5 Le diagnostic : un bilan national offre/demande en bois énergie largement déficitaire

Sur la base des hypothèses suivantes, l'offre nationale annuelle en bois énergie a pu être estimée entre 2 200 000 et 4 800 000 m³/an

Soit entre 1 300 000 et 2 900 000 t/an (Estimation MEM 2010: 5 000 000 t)

- Superficies forestières productives (source FAO/FRA-2000)
 - (1992) Espaces forestiers : 211 000 ha (dont 56 000 ha de forêts naturelles (26%) et 95 000 ha de plantation boisements publics et communautaires 45% (eucalyptus et pin) et 60 000 ha d'espaces agro forestiers- 28%)
 - (FRA ,2005) espaces forestiers réduits à152 000 ha
 - (Banque Mondiale, 2007) superficie estimée à 133 600 ha
 - (MEM, UPP, 2008) - superficie estimée à174 000 ha
 - (FRA, 2005) Autres terres boisées.....722 000 ha (boisements individuels privés)
 - Hypothèse moyenne de 0,6 tonne/m³
 - Total estimé de855 600 ha
- Productivité des espaces forestiers : Forêts naturelles : 5m³/ha/an, Plantations : 7-10 m³/ha/an Eucalyptus, 3-5m³/ha/an boisement de protection de Callitris (source EGL/AFD, 1988), autres terres boisée : hypothèse de 1-5m³/ha/an) ;

Sur la base des hypothèses ci-dessous, la demande annuelle en bois énergie a été estimée entre 3 320 000 – 4 520 000 t /an (estimation MEM: 8 500 000 t)

- Population totale8 060 000 habitants (2008)
 - Avec 40% de la population de moins de 15 ans ...6 448 000 équivalent adultes
 - population rurale (si 90%).....
 - Population urbaine (si 10 %)

- Consommation par habitant (source EGL/AFD, 1988)

- Bois de feu en milieu rural ...1- 1,4 kg/pers/an
- Charbon de bois en milieu urbain....0,3 - 0,437 kg/pers/an
- Consommation domestique (avec hypothèse de 90% rural, et 10% urbain)

soit 2 600 000 – 3 700 000 t bois et 88 000- 129 000 t de charbon de bois (80% Bujumbura), soit3 200 000 – 4 500 000 t eq. bois/an

NB: 5 900 000 t, rapport PNUD/MEEATU

- Consommation secteur artisanal (source rapport PNUD, 2009) 120 265 t (Transformation huile de palme, café : 13 000 t, Commerce institutions (boulangerie, armée, écoles, hôpitaux : 104 471 t, Industrie manufacturière et de construction (Briqueteries, chaux, thé..) : 2 791 t)

Enfin, le bilan offre /demande en bois énergie (bois et charbon de bois) présente un déficit d'un rapport de 1 à 3 :

Offre: 1,3 - 2,9 Millions tonnes / Demande: 3,3 - 4,5 Millions tonnes

NB : l'estimation MEM-2006 : Déficit de 40%: 5/ 8,5 millions tonnes

Cet écart important entre l'offre et la demande peut être relativisé et révisé dans l'avenir si certains des facteurs suivants sont avérés, actualisés ou précisés:

- La sous-estimation de la productivité des formations forestières,
- Les superficies /cartographie; l'inventaire et la productivité/ tarif de cubage (volume exploitable)
- La surestimation de la superficie des espaces agro forestiers privés ;
- L'évolution démographique depuis le dernier recensement;
- la proportion rurale/urbaine de la population
- La sous-estimation de la substitution/utilisation d' autres combustibles biomasse (Déchets-résidus de récolte-mais, sorgho, riz, bagasse : 1 127 000 t, Litière forestière des plantations d'eucalyptus et de pin : 224 966 t - source, Cirad, 2008 ; Déchets de sciage.....26 000t)

6.1.6 Santé et combustibles ligneux

La combustion du bois de chauffe, du charbon de bois, des déchets de récolte, du fumier, du butane, du charbon minéral, dégage des polluants susceptibles d'affecter la santé des individus. Le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH₄), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), les matières de particules respirables (PM), le dioxyde d'azote (NO₂), les oxydes de soufre (SO_x), constituent les principales substances émises durant la combustion. De longues périodes d'exposition à ces émissions peuvent être à l'origine de maladies des yeux, du cancer des poumons et des maladies respiratoires (IARI = infection aiguës des voies respiratoires inférieures et BPCO = broncho-pneumopathie chronique obstructive).

Dans les maisons, les femmes, les enfants et les personnes âgées constituant les couches les plus vulnérables de la population sont aussi les plus exposées à la pollution de l'air intérieur des habitations induites par les combustibles domestiques.

D'après le tableau 7 ci-dessous, les énergies traditionnelles formées par les combustibles ligneux et les résidus agricoles (déchets de récoltes et des fumiers) émettent des quantités de polluants beaucoup plus importantes que le gaz butane, le biogaz et les combustibles à base d'éthanol

Tableau 11 : Quantités de polluants émis selon le type de combustibles utilisé

Combustibles	Efficience du foyer (%)	Émissions (g/MJ énergie délivrée)				
		CO ₂	CO	Méthane	COVNM	N ₂ O
Butane	53,6	126	0,61	neg	0,19	0,002
Biogaz	57,4	144	0,19	0,10	0,06	0,002
Kérosène	49,5	138	1,9	0,03	0,79	0,002
Bois de feu	22,8	305	11,4	1,47	3,13	0,018
Résidus agricoles	14,6	565	36,1	4,13	8,99	0,028
Charbon de bois	14,1	710	64,0	2,37	5,60	0,018
Bouse de vache	10,0	876	38,9	7,30	21,80	0,022

Source: K R Smith – 2002- indoor air pollution in developing countries: recommendations for research – 10 pages

La prépondérance des combustibles traditionnels dans le bilan énergétique des ménages au Burundi peut susciter beaucoup d'inquiétude pour la santé de la population. La situation devient plus délicate et alarmante chez les individus vivant avec le VIH SIDA et chez les personnes touchées par la tuberculose, la pneumonie et d'autres maladies respiratoires.

Selon un rapport de l'OMS⁵ fournissant des informations relatives aux conséquences négatives des combustibles domestiques sur la santé de la population, on peut retenir pour le Burundi que :

- le nombre de décès annuels par IARI (infections aiguës des voies respiratoires inférieures) imputables à l'utilisation de combustibles solides chez les enfants de moins de 5 ans est de 5 930 ;
- le nombre de décès annuels par BPCO (broncho-pneumopathie chronique obstructive) imputables à l'utilisation de combustibles solides chez les personnes adultes (âges supérieurs à 30 ans) est de 640 ;
- le nombre total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides est estimé à 6 600.

6.1.7 Le fourneau amélioré à charbon de bois le DUB

Face à une consommation intensive du charbon de bois avec ses effets pesant lourdement sur l'environnement et l'économie du Burundi, de vastes programmes d'économie de bois énergie ont été réalisés par le biais de la diffusion des foyers améliorés.

⁵ OMS- 2007- Energie domestique et santé : des combustibles pour vivre mieux – 28 pages

Les expériences

Les premières initiatives furent réalisées par le service du développement urbain de Bujumbura (DUB) avec la dissémination de 1 700 FA entre 1981 et 1982.

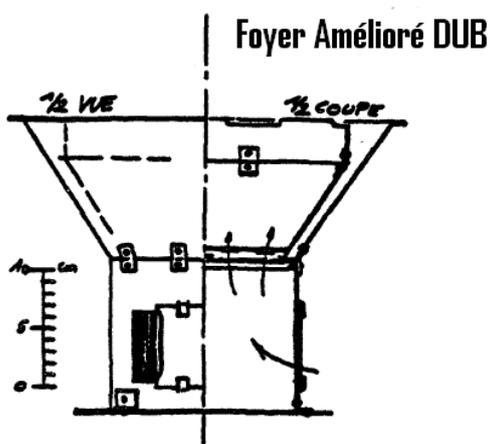
La deuxième phase débuta en juillet 1986 et visait la production de 10 000 foyers améliorés à charbon appelé DUB version 10 ou DUB 10 corrigée suivant les exigences.

Actuellement, le programme CATALIST (Catalyser l'intensification agricole accélérée pour la stabilité sociale et environnementale) du Centre International pour la fertilité du sol et le développement de l'agriculture (IFDC), à travers son projet de production d'énergie durable financé grâce à une subvention du Royaume des Pays-Bas, a lancé en 2010 la diffusion de 3000 foyers améliorés destinés aux ménages et au secteur de la restauration.

La stratégie de diffusion :

En résumé la stratégie nationale de diffusion du foyer amélioré DUB repose sur : (i) la recherche et le développement de prototypes de fourneau amélioré effectué par le Centre de Recherche Universitaire en Énergie Alternative du Burundi (CRUEA) en perfectionnant le fourneau traditionnel local IMBABURA ; (ii) une campagne de promotion et de sensibilisation étendue, nourrie et soutenue ; (iii) une stratégie de marketing ; (iv) la formation et l'assistance des vecteurs de diffusion issu en bonne partie du secteur artisanal ; (v) le développement des circuits de commercialisation ; (vi) des campagnes d'incitation contre la fabrication des foyers traditionnels.

Figure 1 : Description du foyer amélioré DUB



Source : ESMAP 1985

Les différentes parties du fourneau amélioré DUB

- a) Une paroi externe
- b) La chambre à combustion en forme de tronc de cône renversé
- c) La grille
- d) Les supports permettant la bonne assise de la marmite

6.2 La biomasse –énergie « moderne »

6.2.1 Les déchets organiques d'origine agricoles

Le terme biomasse énergie désigne l'énergie tirée de la matière organique. De ce fait la biomasse provient des déchets⁶ organiques résultant de l'activité humaine ou bien elle est tirée des cultures naturelles (biomasse aquatique par exemple) ou artificielle (plantation énergétique créée à cet effet). Le potentiel de biomasse va dépendre forcément des volumes de rejets périodiques de déchets organiques ou de la disponibilité des espaces de cultures.

Les résidus de récoltes, les fumiers des animaux d'élevage et la biomasse d'origine agro forestière forment l'ensemble des déchets organiques d'origine agricole. Le potentiel théorique de déchets organiques d'origine agricole, est estimé à partir de la formule suivante :

$$P = \sum_{i=1}^{i=n} a_i b_i + \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \beta_i + \sum_{i=1}^{i=n} R_i S_i$$

Où

$\sum_{i=1}^{i=n} a_i b_i$ P signifie le potentiel de déchets de récolte où "a" représente la quantité de l'espèce cultivée; "b" désigne le ratio entre le produit noble et le résidu en question (taux de résidu), et "i" indique l'espèce cultivée⁷.

$\sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \beta_i$: signifie le potentiel de fumier produit où "α;" représente le nombre de têtes de bétail de l'espèce animale considérée; "β" désigne la production périodique en fumier, et "i" l'espèce animale désignée

$\sum_{i=1}^{i=n} R_i S_i$: signifie le potentiel de litière forestière où "S" représente la surface de la plantation; "R" désigne la productivité en litière, et "i" désigne l'espèce forestière (eucalyptus ou pin)

6.2.2 Généralités sur le secteur agricole du Burundi

Le contexte physique du Burundi caractérisé par une bonne pluviométrie et la présence d'eaux de surface⁸, est favorable à :

- une culture hivernale assurant une bonne partie de la production céréalière (mil, sorgho, maïs) et la quasi-totalité de la production cotonnière et arachidière ;
- une culture de décrue avec le sorgho et l'agriculture irriguée où prédomine la riziculture.

⁶ Déchet pourrait signifier les résidus ou sous-produits

⁷ Voir **annexe 3** sur les données de base des résidus agricoles

⁸ Les écosystèmes aquatiques comprennent des marais, des lacs (lac Tanganyika et lacs du Nord.), des mares et étangs ainsi que des cours d'eau.

- A cela s'ajoutent de nombreuses plantations de café (28 000 ha), de banane (340 000 ha), de palmier (12 000 ha), de thé (6661ha)

Le système de culture type familial avec des superficies entre 0,5 et 1 ha, est prédominant. Le système de culture de type industriel dont les variétés cultivées sont principalement la canne à sucre et le thé, le palmier à huile. Le coton, une partie du thé et du café produits par les paysans, font l'objet d'une exploitation industrielle.

Les espèces cultivées sont principalement les cultures vivrières avec 23 espèces, les cultures de rente avec 7 espèces, et les cultures fruitières et maraîchères.

En termes de production, les bananes et plantains ainsi que les tubercules et racines détiennent les tonnages les plus élevés au détriment des cultures de rente et des cultures céréalières

Tableau 12 : Évolution de la production vivrière par groupe de cultures (en milliers de t) 1990-2007

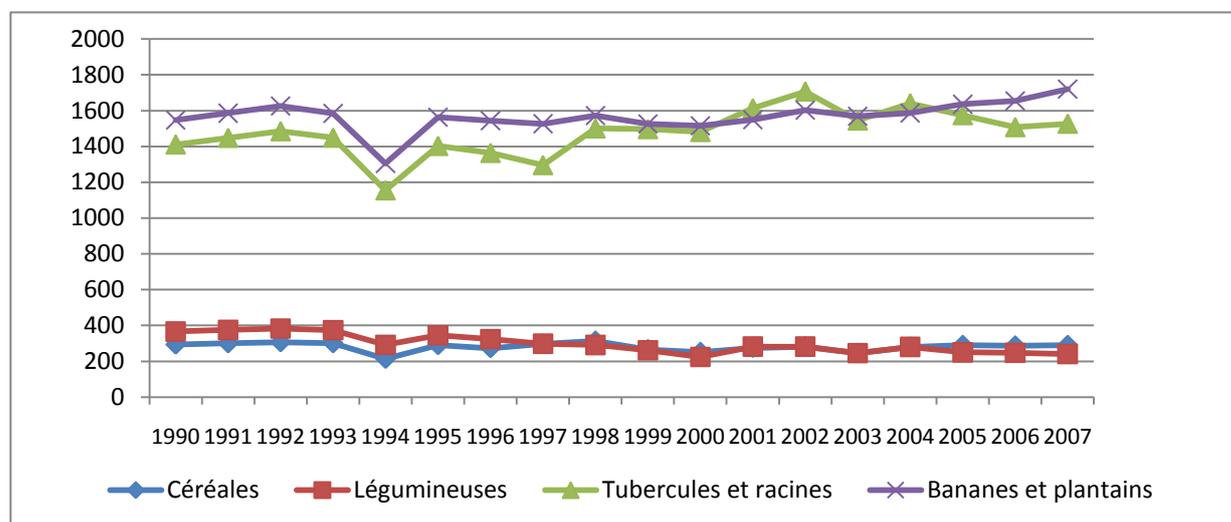


Tableau 13 : Évolution de quelques espèces de cultures générant de résidus agricoles (tonne) 2000-2008

Produit de référence	Spécifications agricoles									
	Arachide	Café	Coton	Maïs	Manioc	Mil	Palmier	Riz	Sorgho	Sucre
	Produit non décortiqué	café vert	graines de coton	graines de maïs	tubercule de manioc	graine de mil	Noix de palme	graine de riz paddy	graine de sorgho	canne à sucre
2000	8764	18500	2585	117840	656656	8675	13000	51678	60980	200000
2001	8800	15834	2901	124395	712713	10000	9500	60920	69074	200000
2002	8800	36000	3060	126799	749938	10706	11000	62648	73246	176000
2003	8800	20100	3200	127000	720000	10597	13000	61256	71471	230000
2004	8800	36000	4731	123199	709574	10597	13000	64532	74171	180000
2005	8800	7800	4564	135000	700000	7754	13000	67947	67947	180000
2006	9200	31000	4570	116825	571114	10756	13000	68311	82249	177521
2007	9500	15000	4600	115507	558557	11500	13000	70911	85565	180000
2008	9500	15000	4600	115507	558557	11500	13000	70911	85565	180000
Moyenne	8 996	21 693	3 868	122 452	659 679	10 232	12 389	64 346	74 474	189 280

Source : FAO stat février 2010

L'élevage joue un rôle très important dans le système d'exploitation agricole burundais. Outre qu'il contribue à l'amélioration qualitative de la ration alimentaire par son apport en lipides et en protéines d'origine animale, il est le support indispensable à l'agriculture par sa contribution à la restauration et au maintien de la fertilité des sols par son apport important en fumier.

Actuellement, le pays compte environ 1.200.000 exploitations dont 700.000 pratiquent l'élevage. Parmi les exploitations pratiquant l'élevage, 20% possèdent des bovins, 45% des petits ruminants, 5% des porcs et 3 % de la volaille. Le reste des exploitations pratique un élevage mixte.

La crise sociopolitique a fortement touché le sous-secteur de l'élevage. Une évaluation des pertes menée en 1997 a révélé que les pertes en têtes de bétail étaient estimées à 32% pour les bovins, 40% pour les caprins, 51% pour les ovins et respectivement 67% et 80% pour les porcins et les animaux de basse-cour. Les animaux génétiquement améliorés (pur sang et/ou croisés) ont été les plus visés.

Les handicaps majeurs de l'élevage sont:

- (i) La pratique d'un système d'élevage extensif sur des pâturages pauvres et en perpétuelle régression, avec des animaux valorisant mal les efforts de l'agri-éleveur : l'élevage devient ainsi faiblement intégré à l'agriculture et à la sylviculture ;
- (ii) Le faible pouvoir d'achat de l'éleveur qui ne lui permet pas d'acquérir les intrants d'élevage performants (animaux, aliments du bétail, matériel et produits vétérinaires, etc.) ;
- (iii) La faible valeur ajoutée des produits d'élevage consécutive à l'étroitesse des marchés et à l'absence des unités de conservation et de transformation. ;
- (iv) La pression parasitaire liée surtout aux maladies à tiques (théilériose, cowdriose, etc.), les verminoses et les épizooties diverses (fièvre aphteuse, peste porcine, etc.) ;
- (v) L'insuffisance du personnel qualifié et l'inexistence d'une recherche opérationnelle et cohérente sur les aux contraintes et priorités du sous-secteur.
- (vi) Les effets néfastes de la crise.

Les effectifs des animaux élevés au Burundi, la volaille, les bovins, les ovins, les caprins et les porcins représentent respectivement 4 830 000 ; 432 624 ; 266 594 ; 1 399 832 et 181 954. L'absence de la race équine et asine ainsi que des camélidés s'explique par les conditions climatiques du Burundi qui ne sont pas favorables à leur survie.

Tableau 14 : Effectifs des animaux élevés au Burundi (2004-2008)

	Volaille	Bovin	Ovin	Caprin	Porcin
2004	4 700 000	374 475	235 611	1 108 952	136 360
2005	4 800 000	395 741	242 933	1 194 780	169 572
2006	4 850 000	433 800	266 510	1 438 713	178 737
2007	4 900 000	479 106	292 916	1 606 717	189 505
2008	4 900 000	480 000	295 000	1 650 000	190 000
Moyenne	4 830 000	432 624	266 594	1 399 832	181 954

Source : (1) FAOSTAT | © OAA Division de la Statistique 2010 | 04 mars 2010 ; (2) MINAGRIE- juillet 2008- Stratégie Agricole Nationale 2008-2015 – République du Burundi – Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAGRIE)- 110 pages ; (3) Tharcisse SEBUSHAHU – Octobre 2008 – Poultry sector country review : Burundi – Animal production and Health Division- FAO- 55 pages

En raison des besoins de l'alimentation du bétail dans le secteur de l'élevage, la paille de riz ou d'arachide et les sons des espèces céréalières ne seront pas comptabilisés dans l'évaluation du potentiel de résidus de récolte.

6.2.3 Le potentiel de résidus de récoltes

D'après le tableau ci-dessous fondé sur les données de base de l'annexe 3, le secteur agricole du Burundi génère annuellement un potentiel théorique de résidus de récolte de 1 127 302 tonnes soit 468,9 ktep correspondant à une quantité d'énergie largement supérieure à celles de la consommation finale totale en hydrocarbures (51,2 ktep en 2006) mais inférieure à 20% de la consommation de combustibles ligneux (2 658 ktep en 2006). Cependant cette quantité de résidus de récoltes dépasse celle de la consommation totale finale de l'ensemble des autres secteurs utilisant la dendro-énergie.

Plus de 90% des déchets de récoltes proviennent des espèces céréalières (riz, sorgho, maïs et mil). Les tiges et feuilles de mil, de sorgho et de maïs sont souvent abandonnées par les paysans dans les champs ou broutées par le bétail. Les rafles de maïs et les broyats des épis de mil s'ajoutent au volume de rejets de ces déchets de récoltes.

Les déchets de riz se composent de la paille, du son et de la balle de riz. La paille et le son constituent une ressource fourragère pour le bétail. La balle produite en même temps que le son dans les unités de décorticage du riz fonctionnant avec l'électricité du réseau, représente une quantité appréciable d'énergie gaspillée ou utilisée comme litière dans les étables ou les poulaillers. Les quantités annuelles en cause de balle de riz sont évaluées à 109 418 tonnes.

Les rafles et les fibres présentant des taux de résidus respectifs de 0,24 et 0,18, forment le lot des déchets de l'exploitation industrielle artisanale de l'huile de palme : HPB (Huilerie de Palme du Burundi), COGEMINI (Compagnie de Gérance de la Mini-huilerie de Minago) RUPO (Rural Palm Oil) ; UATH (Unité Artisanale de Traitement de l'Huile de palme).

Seulement la moitié des tiges de manioc est utilisée comme bouture tandis que le reste est rejeté dans la nature. Leur production annuelle évaluée à 112 145 tonnes, vient en troisième par ordre d'importance après le maïs et le sorgho.

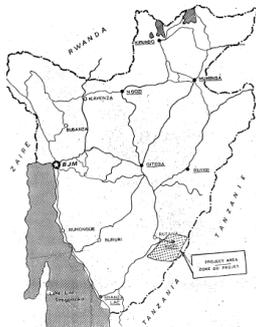
Après la récolte du coton vendu aux usines d'égrenage, les cultivateurs brûlent à même le sol les tiges de cotonniers par mesure phytosanitaire et pour restituer au sol les substances minérales extraites par la plante à partir des cendres laissés sur place.

Les résidus de café formés par les parches, les pulpes et les pellicules sont générés à partir des 148 usines de dépulpage/lavage des cerises de café, des 200 centres de dépulpage manuel et des 4 usines de départage- conditionnement. Avec une production annuelle estimée à 7 733 tonnes, les résidus de café, entrent à hauteur de 4% dans la confection de briquettes avec la bouse de vache, les aiguilles de pin, les copeaux de bois et les tiges de coton,

Tableau 15 : Le potentiel théorique de déchets de récoltes du Burundi

Culture	résidues	Pouvoirs calorifiques inférieurs (MJ/kg)	production annuelle 2000-2008 (tonnes)	rapport de production de déchet (%)	Production annuelle de résidus (tonnes)	Energie (1000Tep)	Energie	Tonnages
							%	%
arachide	coque	17	8996	25,0%	2 249,00	0,91	0,2%	0,2%
sucre (canne)	bagasse	19,37	189280	30,0%	56 784,00	26,19	5,6%	5,0%
huile de palme	déchets	16	12389	72,5%	8 982,03	3,42	0,7%	0,8%
Coton	tiges	18,3	3868	20,0%	773,60	0,34	0,1%	0,1%
Mils	déchets	18	10232	200,0%	20 464,00	8,77	1,9%	1,8%
Maïs	déchets	18	122452	600,0%	734 712,00	314,88	67,2%	65,2%
Sorgho	déchets	18	74474	250,0%	186 185,00	79,79	17,0%	16,5%
riz	déchets	12	64364	170,0%	109 418,80	31,26	6,7%	9,7%
Café	déchets	17,9	21693	35,7%	7 733,55	3,30	0,7%	0,7%
Manioc	tiges	19	659679	17,0%	112 145,43	50,73	10,8%	9,9%
TOTAL			507748		1 127 301,98	468,86	100,0%	100,0%

La bagasse et les résidus des unités de production d'huile de palme faisant l'objet d'une valorisation énergétique sur place représentent respectivement 5% et 0,8% du tonnage total. Dans ces établissements les résidus sont brûlés dans les chaudières pour la production de vapeur et d'électricité. L'usine de sucre du MOSO produit de l'électricité à partir de la biomasse.

ETUDE DE CAS 2 : L'usine de sucre de la Société Sucrière du MOSO (SOSUMO)**Présentation Générale de la Société Sucrière du MOSO**

Le projet sucrier du MOSO a été conçu dans le cadre du III^e plan de développement économique et social du Burundi pour faire face à la forte demande en sucre et réduire la dépendance vis-à-vis des importations. La compagnie SOSUMO créée en 1982 est localisée dans la province de Rutana, dans la plaine de GIHOFI à environ 180 km au sud Est de Bujumbura à la frontière tanzanienne. Le complexe sucrier érigé sur une superficie de 5800 ha, exploite en régie 3.028 ha de plantations de canne à sucre avec des variétés améliorées importées de l'Île Maurice dont 1.582 ha dans les bas-fonds, 331 ha dans les fonds inondables, 743 ha dans les plateaux ou collines et 372 ha dans les piedmonts. L'irrigation par gravité, grâce à un barrage, n'est pratiquée que pendant la saison sèche sur environ 100 ha des piedmonts. Le rendement en champ est de 70 tonnes/ha de cannes fraîches tandis que celui à l'usage est de 11,5%. L'unité d'usinage a une capacité annuelle de 22.000 tonnes de produit final. La production moyenne annuelle est de 20.000 tonnes/an avec un chiffre d'affaire de 25 milliards de Fbu.

Dans le cadre de son projet de réhabilitation et d'extension, il est prévu le doublement de la capacité à 40 000 tonnes/an et la transformation de la mélasse en alcool comme biocarburant, usage pharmaceutique ou boisson.

Production et valorisation énergétique de la biomasse

Le parc de production énergétique de l'usine comprend : (i) une centrale thermique brûlant exclusivement de la bagasse et comportant deux chaudières d'une capacité de 25 tonnes de vapeur, deux turbines à vapeur sous 27 bars, un groupe turboalternateur d'une puissance de 1500 KVA, et (ii) un groupe de secours de 630 kVA.

Tableau 16 : Évolution des productions réelles de canne, de bagasse et d'électricité de l'usine de sucre de SOSUMO (2005 – 2009)

	Unité	2005	2006	2007	2008	2009	Moyen
Cannes reçues	t	168398,2	177520,72	189172,4	168196,04	132764	167 2
Cannes broyées	t	166799,6	172013,44	185042,5	163531,61	131731	163 8
Sucre produit	t	19298	18143,2	20149,95	18229,5	14137,7	17 9
Bagasse produite	t	48283,96	46528,67	52659,33	46810,28	35369	45 9
Ratio bagasse	kg/t	289	270	285	286	268	
Humidité bagasse	%	46,53%	48,02%	48,52%	48,98%	48,94%	48
Mélasse produite	t	5591,1	5251,54	5350,79	5272,33	4933	527
Electricité produite	Kwh	4762030	5008250	5546020	4849710	3943800	482
Ratio électricité	KWh/t	98,6	107,6	105,3	103,6	111,5	

Après traitement, les cannes à sucre broyées donnent une production moyenne de 18 000 tonnes de sucre et environ 45 000 tonnes de bagasse d'humidité moyenne de 28% susceptibles de produire 5 000 MWh d'électricité. Le rendement de transformation en électricité de la bagasse est de 30%. L'énergie électrique ainsi produite ne couvre pas totalement tous les besoins du complexe notamment ceux des machines, des systèmes de pompes et des logements. Pour combler ce déficit, l'usine est alimentée en électricité par le REGIDESO pendant 6 à 7 mois. Après la période de mise à l'arrêt des machines pour entretien de l'usine, le démarrage de la centrale thermique requiert de brûler 5 camions de bois.

6.2.4 Le potentiel des fumiers du bétail

La participation du cheptel pourrait provenir de la quantité de fumier rejetée annuellement et estimée à 3 017 000 tonnes. Avec un pouvoir calorifique moyen de 17MJ/Kg sensiblement égal à celui du bois, la quantité totale de déjection animale représente un potentiel énergétique de 1 221 ktep soit près de la moitié de la consommation totale de bois énergie du Burundi.

Les fumiers des animaux au même titre que les déchets de récolte figurent en bonne place dans la gamme des énergies traditionnelles surtout dans les zones où les combustibles ligneux sont rares. Les déjections animales constituent un combustible médiocre en termes d'émissions de polluants (tableau ci-après) et leur combustion directe vient en concurrence de leur utilisation pour l'amélioration de la fertilité des terres dégradées.

La méthanisation des fumiers des animaux constitue une alternative crédible et durable pour le monde rural car ce procédé produit simultanément du biogaz et du digestat. Le potentiel théorique de biogaz du fumier est de 108 938 000 m³ soit 61 Ktep.

Tableau 17 : Le potentiel annuel théorique en biogaz du Burundi

	Unité	Cheptel					TOTAL
		Vache	Chèvre	Mouton	Porc	Volaille	
Production journalière de fumier ⁽¹⁾	Kg/tête	15	0,75	0,75	1,3	0,06	
Production annuelle de fumier	Kg/tête	5475	273,75	273,75	474,5	21,9	
Effectif total du bétail ⁽²⁾	1000 têtes	432,62	1399,83	266,59	181,95	4830	
Production totale annuelle de fumier	1000 t	2 369	383	73	86	106	3 017
Teneur en matière volatile (VS) ⁽³⁾	%	13	20	20	14	17	
Total en matière volatile solide (VS)	1000 t	308	77	15	12	18	
Teneur moyenne de biogaz	m ³ /Kg VS	0,25	0,2	0,2	0,45	0,46	
Potentiel de biogaz	1000 m ³	76 980	15 328	2 919	5 439	8 272	108 938
Pouvoir Calorifique du biogaz ⁽¹⁾	KJ/m ³	23 693	23 693	23 693	23 693	23 693	
Potentiel en biogaz	ktep	43,43	8,65	1,65	3,07	4,67	61

Source: (1) J lamptey and al – 1990- bioenergy – IDRC/UNU - 210 page (2) Référence du tableau N°6 (3) GTZ – 1989 – biogaz plants in animal husbandry – 134 pages

Pour un ménage burundais (taille moyenne 5 personnes), il faut 2 m³ de biogaz pour assurer la cuisson de deux repas par jour soit un cumul de 730 m³/an. Le potentiel théorique de 108 938 000 m³, ne peut couvrir que les besoins de 149 231 ménages correspondant à moins du dixième de l'ensemble des ménages ruraux.

Pour une substitution totale des combustibles ligneux, un ménage rural en tant qu'unité de consommation et de production doit disposer de cinq vaches. Mais ce scénario ne correspond pas à la répartition du cheptel évoquée ci-dessus.

En plus du biogaz, la fermentation méthanique des fumiers génère un digestat qui est un excellent fertilisant organique riche en azote (N), en phosphore (P_2O_5), potassium (K_2O), en calcium (CaO). La digestion améliore le ratio C/N par rapport au fumier brut. De plus, le digestat représentant 80% du volume de fumier mis dans le digesteur, est dépourvu de germes pathogènes. En outre l'épandage du fumier brut dans les espaces de cultures favorise les émissions des gaz à effet de serre (GES).

Tableau 18 : Comparaison des impacts des amendements organiques de digestat et de fumier brut sur les rendements des cultures de patates, de riz et du maïs

	Unité	Patates douces	Riz	Maïs
Rendement				
Moyen au Burundi (2000-2008) ⁽¹⁾	Kg/ha	6 619	3 281	1 069
Fumier brut non compost ⁽²⁾	Kg/ha	21 500	6 000	4 600
Digestat ⁽²⁾	Kg/ha	24 000	6 500	5 000
Quantité de digestat ⁽²⁾	m ³ /ha	17	15	23
Accroissement				
Fumier	%	224,82%	82,87%	330,31%
Digestat	%	262,59%	98,11%	367,73%

Source : (1) FAOSTAT | © OAA Division de la Statistique 2010 | 04 mars 2010 (2) GTZ – 1989 – biogas plants in animal husbandry – 134 pages

D'après le tableau ci-avant, les rendements moyens actuels des patates, du riz et du maïs se situent respectivement à 6 619 kg/Ha ; 3 281 kg/Ha et 1 069 kg/Ha. Le recours à la fumure organique est susceptible d'améliorer d'une manière significative les rendements de ces cultures. La productivité des terres est plus importante avec le digestat qu'avec le fumier brut.

Les faibles performances de l'agriculture burundaise illustrées par les rendements médiocres des cultures sont accentuées par la baisse de la fertilité des sols et de leur acidification ($pH < 5$) qui résulte de la déficience en phosphore. Les phénomènes d'érosion hydrique appauvrissent les sols, les eaux de ruissellement charriant le terreau qui constituait un manteau très riche. Devant la pression démographique, les terres de pâturage sont transformées en champs et le fumier devient moins disponible. A cela s'ajoute le fait que les paysans, ne peuvent amender les sols avec la chaux agricole ou un engrais calcique permettant de corriger l'acidité des terres, à cause de leur coût élevé U\$ supérieur à 100 dollars la tonne, qui engloutirait le cinquième du revenu annuel de l'agriculteur.

L'intégration du biogaz dans le système de production agricole constitue un gage de développement durable, le système biogaz étant de plus susceptible d'accroître la contribution de l'élevage à la restauration et au maintien de la fertilité.

La mise en synergie des programmes ou projets agricoles avec ceux de l'énergie, permettrait de lancer des programmes ou des projets « agro-énergie ».

6.2.5 Le potentiel de biomasse d'origine forestière

Le secteur forestier génère d'importantes quantités de biomasse soit à partir des espaces boisés sous forme de litière ayant une décomposition lente, soit à partir de l'exploitation des produits forestiers notamment le bois de sciage.

6.2.5.1 La litière forestière

Face à la vulnérabilité du Burundi au phénomène d'érosion et à la déforestation fragilisant d'avantage son écosystème, le gouvernement initie de vastes programmes de reboisement avec le concours de ses partenaires au développement notamment la Belgique, la FAO, la BAD, la France, l'Allemagne, la Banque Mondiale etc.

Des plantations artificielles ont été réalisées avec plusieurs essences forestières notamment le Grevillea; le Black wattle; l'Eucalyptus ; l'Acacia mangium; le Callitris, le Pin, et le Cyprès. Il existe deux types de plantations artificielles à savoir les boisements homogènes, les plus répandus, et les boisements mélangés soit pied par pied, soit par groupe d'essences mélangeant parfois jusqu'à quatre essences. En 2008 les superficies totales plantées sont estimées à 68 545 Ha dont le quart est dévolu au boisement mélangé. La partie **annexe 4** du présent rapport donne la répartition par province et par type d'espèces forestières reboisées.

Les peuplements homogènes d'eucalyptus et de pin occupent des surfaces respectives de 34 757,35 Ha et 8 715,7 Ha et produisent annuellement une importante quantité de litière. Les chutes de litière se produisent tout au long de l'année avec des pics pendant la saison sèche.

Litières d'eucalyptus et de pin



D'une productivité de 4 t/Ha/an, la litière d'eucalyptus, est composée de feuilles, de petites branches et rameaux, d'écorces, de fleurs et de fruits. Les feuilles constituent la part la plus importante soit 80% tandis que les petites branches et rameaux produisent 14% et les écorces moins de 5%. Les 34 757,35 Ha de plantation d'eucalyptus génèrent annuellement 139 029,4 t de litière. Avec un PCI de 17 MJ/Kg, le potentiel énergétique est de 56,27 Ktep.

Les aiguilles, les brindilles, les écorces, et les cônes forment la biomasse tombante du pin. Les aiguilles et les cônes prédominent dans la litière du pin dont la productivité est de 9,86 t/Ha/an. La production attendue des 8 715,7 ha est de 85 936,8 t soit un potentiel énergétique de 34,78 ktep.

Tableau 19 : Potentiel de litières de pin et d'eucalyptus

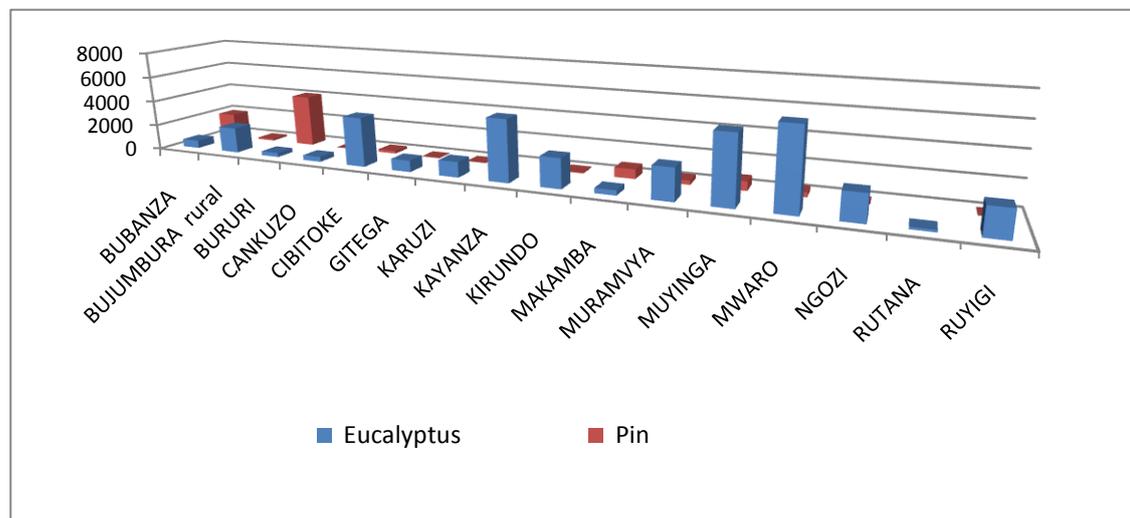
	Unité	Aires reboisées		TOTAL
		Eucalyptus	Pin	
Productivité en biomasse	t/ha/an	4 ⁽¹⁾	9,86 ⁽²⁾	
Superficie plantée ⁽³⁾	ha	34757,35	8715,7	43473,05
Quantité annuelle de litière	t	139 029,40	85 936,80	224 966,20
Pouvoir calorifique inférieur	MJ/kg	17	17	17
Potentiel énergétique annuel	kilotep	56,27	34,78	91,06

Source : (1) F Bernhard – Novembre 1981 – Décomposition et incorporation à la matière organique du sol à la litière d'eucalyptus camendulensis et de quelques autres essences – ORTOM (2) R Njoukam et Al – Mars 1998 – Restitution du sol par la litière dans les plantations de pinus kesiya de Royle ex Gordon dans l'ouest du Cameroun – CIRAD/IRA - 9 pages (3) DGFE – Avril 2008 – rapport du second inventaire des gaz à effet de serre – module : utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries – République du Burundi PNUD - 46 pages

Le potentiel total de la litière est de 224 966, 2 t soit 91, 06 ktep. Actuellement la litière de pin généralement localisée dans les zones de hautes altitudes, fait l'objet d'une valorisation énergétique dans les unités de fabrication de briquettes. Dans la composition du mélange pour la confection des briquettes, les aiguilles de pins fournissent une proportion de 25% ou 30%.

La répartition spatiale du potentiel de litière est illustrée par la figure 4 ci-dessous.

Tableau 20: Répartition des plantations artificielles suivant les différentes provinces du Burundi

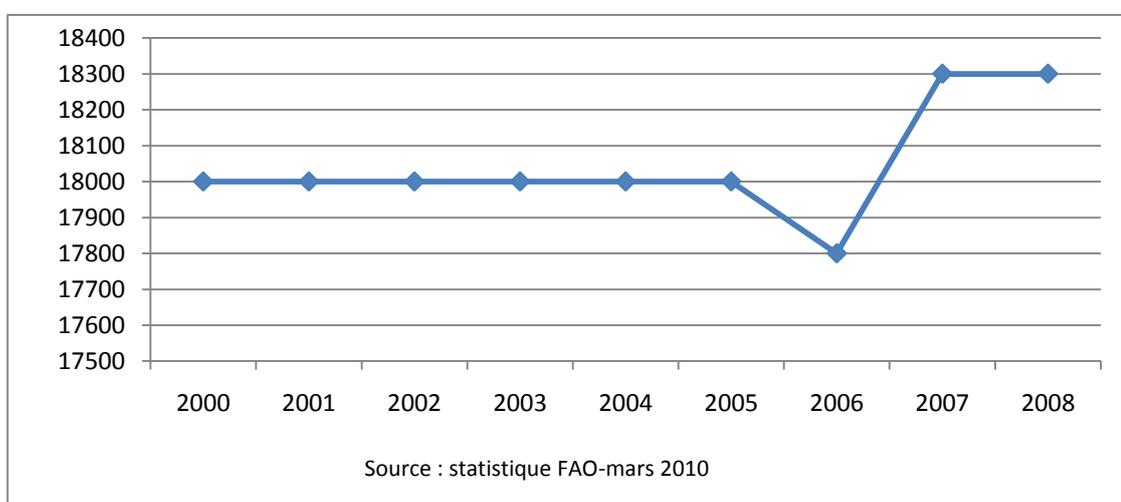


Dans les peuplements artificiels de pin et d'eucalyptus, la litière très inflammable est susceptible d'aggraver les feux de brousses qui participent d'une manière significative à la déforestation. La collecte régulière de la litière du boisement permet d'éviter la propagation rapide du feu en cas d'incendie de forêts.

6.2.5.2 Les sous-produits de l'exploitation du bois de sciage

Les formations forestières naturelles du Burundi font également l'objet d'une exploitation du bois d'œuvre ou bois de sciage principalement destiné à la satisfaction de la demande locale. Selon les statistiques de la FAO, en moyenne 18 000 m³ de bois d'œuvre sont exploités.

Tableau 21: Évolution de la production du bois de sciage au Burundi en m3 (2000-2008)



Le processus de production du bois de sciage génère des déchets au niveau de l'abattage des arbres et au niveau des scieries pour la transformation des billes et des grumes en planches, madriers, chevrons, etc.

Tableau 22 : Le potentiel de résidu dans le cadre de la production du bois de sciage

	Unité	Quantité
Production moyenne annuelle de bois de sciage 2000-2008	m³	18044,44
Ratio par rapport au volume de bois sur Pied (VSP)	%	31%
Volume total de bois sur pied (VSP)	m ³	58 207,87
Déchets d'abattage, d'éhoupage, d'ébranchage et de tronçonnage		
Taux de résidus par rapport VSP	%	27%
Volume de déchets avant sciage et rabotage	m ³	15 716,13
Déchets de sciage (écorce, dosse, sciures, chute de sciage, copeaux)		
Taux de résidus par rapport VSP	%	42%
Volume de déchets après sciage et rabotage	m ³	24 447,31
Quantité totale de déchet d'exploitation du bois de sciage	m ³	40 163,43
Densité moyenne de résidus	Kg/m ³	650
Tonnage des déchets d'exploitation du bois de sciage	tonne	26 106,23
Pouvoir calorifique inférieur moyen	KJ/Kg	15000
Potentiel énergétique des résidus d'exploitation du bois de sciage	Ktep	9,32

La production moyenne annuelle de bois de sciage estimée à 18 044 m³, représente 31% du volume d'arbres sur pied soit 58 207 m³. Dans les zones forestières, le volume des déchets avant le sciage et rabotage, est de 15 716m³. Au niveau des scieries, les écorces, les dosses, les sciures, les chutes de sciages, et les copeaux, constituent les résidus représentant un volume de rejets de 40 163 t.

Le potentiel énergétique théorique des résidus issus de la production du bois de sciage est évalué à 26 106 tonnes soit un potentiel énergétique de 9,32 ktep.

Ce type de résidus fait également partie des éléments qui entrent dans la composition du mélange lors de la production des briquettes.

6.2.6 Les autres catégories de matières organiques

6.2.6.1 Généralités

La gamme de ressources formant la sous filière des biomasses humides et des déchets solides municipaux, suscite un regain d'intérêt sur le plan environnemental. La décomposition de la biomasse humide et des ordures ménagères libère dans l'atmosphère du méthane représentant la deuxième forme (16%) de gaz à effet de serre après le dioxyde de carbone (74%)⁹. Ainsi, la récupération du méthane, de la biomasse humide et des déchets solides municipaux contribuant à 25% des émissions

⁹ Source : IEA- 2009- Energy sector methane recovery and use – the importance of policy

anthropiques de méthane, devient une filière intéressante au Burundi non seulement pour la réduction des gaz à effet de serre mais aussi pour lutter contre la pollution sous toutes ses formes (nuisance olfactive, pollution des eaux). Les opportunités de financement de projet de biomasse énergie dans le cadre du marché du carbone instruit par les mécanismes du développement propre (MDP) justifient également l'attention accordée à cette gamme de ressources. En outre, la valorisation énergétique des déchets pourrait contribuer d'une manière significative à leur gestion par le biais des recettes générées permettant ainsi d'alléger les charges de gestion du service de la collecte et du traitement des déchets (solides ou liquides).

La prise en compte de la biomasse humide et des déchets solides dans la gamme des ressources en biomasses, pourrait contribuer à atténuer les effets négatifs induits dans le cadre de la mise en œuvre des vastes programmes ou projets de développement. Dans le souci d'asseoir un développement harmonieux, la plupart des bailleurs exigent qu'on soumette ces programmes et projets à une évaluation environnementale et sociale (EES). En guise d'exemple, les grands programmes agricoles du Burundi financés par la Banque Mondiale ont fait l'objet d'une EES (PPDMA-BU : Projet de Productivité et de développement des Marchés Agricoles du Burundi et PRASAB :

Projet de Réhabilitation et d'appui du Secteur Agricole au Burundi)

Contrairement aux autres formes de ressources biomasses, cette catégorie de matières organiques est appréciée à partir des charges organiques et des teneurs en substances inhibant la fermentation méthanique. Au niveau des déchets liquides les charges organiques sont déterminées par les paramètres suivants : DBO (Demande biochimique en oxygène)¹⁰, DCO (Demande chimique en oxygène)¹¹ et MES (matières en suspension)¹². Les paramètres DBO et MES sont utilisés pour estimer les quantités de boues produites pour la fermentation méthanique dans le cadre des méthodes classiques de traitement aérobique des effluents. Dans les méthodes de traitement anaérobique direct le paramètre DCO permet de déduire le volume de méthane généré. Par contre les déchets solides sont appréciés à partir de la fraction organique fermentescible.

Au Burundi, la situation d'assainissement des eaux usées et des déchets solides n'est pas connue avec précision excepté celle de la ville de Bujumbura, ce qui conduit à analyser seulement les données pour cette ville.

6.2.6.2 Les déchets solides municipaux

Dans la capitale burundaise, Bujumbura, la collecte, l'évacuation et le traitement des déchets solides municipaux, sont dévolus aux services techniques municipaux (SETEMU).

Le ramassage des ordures s'effectue à trois niveaux : ménages, marchés et les gros dépôts. Le service de collecte assuré par SETEMU est gratuit pour les populations. Les rejets anarchiques favorisent l'existence de dépôts sauvages.

Les ordures collectées en vrac sans aucun tri, sont évacuées vers une décharge non contrôlée, à Beterere.

¹⁰ DBO définit la teneur en matière organique dégradable dans l'eau

¹¹ DCO permet la mesure globale des matières organiques biodégradable et réfractaire

¹² MES concerne matière organique plus ou moins grossière (totale et volatile)

En vue d'améliorer la qualité de son service, le SETEMU a sollicité la prestation d'un consultant pour l'étude relative au Plan stratégique de la gestion des déchets solides municipaux de la ville de Bujumbura en 2007.

L'étude fournit des informations pertinentes sur les volumes de rejets ainsi que sur la composition des ordures. Elle formule des recommandations relatives (i) à la mobilisation des ordures dans les concessions en prônant le respect des tris, (ii) au transport des déchets solides municipaux, (iii) aux conditions de mise en décharge et (iv) à la gestion de la décharge. Cependant les aspects concernant la récupération des gaz de la décharge ne sont pas mentionnés dans le rapport.

Tableau 23 : Évolution de la production journalière de déchets solides municipaux de Bujumbura (m3)

	2007	2008	2009	2010	2015
Population de Bujumbura	547760	560368	586431	586431	657045
Déchets ménagers	219	224	235	235	263
Déchets commerciaux	8,59	8,63	8,67	8,71	8,91
Déchets des marchés	39,1	41,2	43,4	45,8	59,35
Déchets industriels	64,2	65,7	67,2	68,5	76,4
TOTAL	330,89	339,53	354,27	358,01	407,66

Source: SETEMU-Déc. 2007- Plan stratégique de la gestion des déchets solides municipaux de la ville de Bujumbura - Rapport définitif

Les ménages génèrent les quantités d'ordures les plus significatives, suivis des industries, des marchés puis des établissements commerciaux. Actuellement la production journalière peut être évaluée à 350 m³.

Tableau 24 : La composition des ordures ménagères de la ville de Bujumbura

Éléments constitutifs des déchets solides municipaux	Commercial		Standing			
			Haut		Bas	
	Volume (%)	poids (%)	Volume (%)	poids (%)	Volume (%)	poids (%)
Matières Organiques	16,8	39,8	55,9	80,8	84,4	92,2
Papiers cartons	54,9	39,8	17,3	7,3	4,9	2,5
Plastiques	10,9	6,7	11,9	3,5	5	1,7
Métaux	3	2,3	6,3	2,1	1,2	0,4
Pierre porcelaine	0,4	0,9	1,3	2	0,2	0,3
Verre	1,2	1,8	2,8	2,9	0,7	0,6
Textile	6,7	6,2	1,7	0,4	2,2	0,7
Bois	1,7	2,1	0,8	0,2	0,6	0,3
Viandes						
Divers	4,7	2	2,1	0,8	0,8	0,5

Source: SETEMU-Déc. 2007- Plan stratégique de la gestion des déchets solides municipaux de la ville de Bujumbura - Rapport définitif

D'après le tableau ci-après, la fraction fermentescible des déchets solides municipaux de Bujumbura, constituée par les matières organiques, les papiers cartons et dans une moindre mesure le bois, peut être estimée à 62,5%.

Tableau 25 : Potentiel de biogaz de décharge de Bujumbura

	Unité	Quantité
Volume moyen quotidien de rejet	m ³ /jour	350
Volume moyen annuel de rejet	m ³	127750
Densité moyenne	kg/m ³	348
Quantité annuelle d'ordures ménagères	t	44457
Fraction fermentescible	%	62,50%
	t	27 785,63
Ratio de production de biogaz	m ³ /tonne	
volume de biogaz	m ³	3 473 203,13
Pouvoir calorifique inférieur du biogaz	KJ/m ³	19743
Quantité d'énergie produite	Ktep	1 632,65

Dans une unité de bio méthanisation de la fraction fermentescible des déchets solides municipaux, se dégage un mètre cube normal de biogaz pour chaque 8 kg de fraction fermentescible¹³.

La fermentation des 44 457 tonnes d'ordures ménagères produites annuellement dans la capitale Bujumbura, pourrait dégager 3 473 203 m³ de biogaz soit 1 632,65 ktep. Ce potentiel peut générer 8 683 MWh d'électricité.

Un tel potentiel pourrait permettre à la SETEMU d'améliorer l'offre de services urbains de base notamment l'éclairage public, l'assainissement (le fonctionnement des stations de relèvement du réseau d'égout, le fonctionnement des machines de la station d'épuration). La réduction de la facture d'électricité pourrait profiter au service de collecte et d'évacuation des déchets solides municipaux. Autrement dit la vente totale de l'électricité pourrait générer des recettes annuelles de l'ordre de plus de 150 millions de Fbu au bénéfice de la Mairie de Bujumbura.

6.2.6.3 Les déchets liquides

La valorisation énergétique des déchets liquides pourrait répondre à des préoccupations d'ordre environnemental. Du point de vue réglementaire, le code de l'environnement est clair en matière de protection des écosystèmes. Cependant il ne fixe pas les normes de rejets. La plupart des rejets domestiques et autres se retrouvent dans les cours d'eau et les points d'eau sans aucun traitement. Les pollutions les plus dangereuses viennent des établissements industriels et hospitaliers. Le risque de contamination se trouve accentué dans les quartiers dits populaires à grande concentration d'habitants. Ces zones sont en effet des sites habituels de décharge des ordures ménagères, des eaux usées et des vidanges des latrines.

6.2.6.1.1 Les effluents industriels

Les établissements industriels ont des productions très diverses (aliments, huile, textiles, etc.) et rejettent plusieurs types d'eaux usées dont les volumes et le degré de contamination sont très variables. En règle générale, on distingue les eaux de procédé qui sont le plus souvent contaminées puisqu'elles entrent dans le processus de fabrication même, les eaux de refroidissement plus ou moins contaminées, les eaux sanitaires et, dans certains cas, les eaux pluviales.

¹³ ADEME – septembre 2007 - Analyse du Cycle de Vie des modes de valorisation énergétique du biogaz issu de méthanisation de la Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères collectée sélectivement en France - Rapport Final –RDC-Environnement – 139 pages

Tableau 26 : Volume et caractéristiques des effluents industriels

Type et Dénomination	Production annuelle			Volume de rejet (m ³)	DBO moyenne (mg/l)	DCO moyenne (mg/l)
	quantité	unité	référence			
Brasserie						
BRAGITA	207922	hl	2005	156217,025	1250	2400
BRARUDI	1009897	hl	2005	758761	1250	2400
Huile de coton						
RAFINA	4539	hl	2005	1134,75	25000	45000
Abattoirs						
APB			2005	77816	8000	12000
NGOZI			2005	3888	8000	12000
KAYANGA			2005	25353	8000	12000
Huile de palme						
HPB	1460	t	2007	1168	25000	50000
COGEMINI	744	t	2003	595,2	25000	50000
RUPO 1	661	t	2006	528,8	25000	50000
UATH	16285	t	2003	13028	25000	50000
Sucre						
SOSUMO	19298	t	2005	422400	5000	8000

Les brasseries détiennent les volumes de rejets les plus importants mais leurs effluents sont moins chargés en matières. Par contre les huileries ont les eaux usées les plus polluées en matières organiques mais possèdent les débits annuels de rejets d'eau les plus bas. Les abattoirs occupent le deuxième rang des établissements dont les déchets liquides sont extrêmement chargés en polluants organiques.

Les effluents industriels sont plus de 20 fois plus chargés en polluant organique que les eaux usées domestiques, une des raisons pour lesquelles leur branchement à l'égout est sujet à des conditions (prétraitement en vue de réduire les charges polluantes, taxe applicable en fonction de leur charge organique, etc.). A l'exception de la SOGESTAL (transformation du café) qui dispose d'une mini station de traitement, le mode de gestion des effluents se résume à un prétraitement à base de bassins de décantation ou de système de lagunage, ce qui ne permet pas de résoudre définitivement l'épineuse question de l'évacuation.

Les procédés de traitement durable des effluents combinent le traitement anaérobie et le traitement aérobie. Dans un premier temps le traitement anaérobie consistant en la méthanisation des déchets liquides aboutit à éliminer jusqu'à 80% de la charge organique. Le deuxième traitement assure en général une réduction de 90% de la pollution résiduelle. Ainsi les procédés de traitement efficaces permettront aux établissements industriels de souscrire aux (i) mesures visant la prévention de la pollution par la réduction à la source des contaminants organiques ; (ii) aux mesures appliquées aux industries branchées au système d'égout ; (iii) aux mesures concernant les établissements hors réseau.

Les efforts de dépollution débouchent sur la production d'un important volume de biogaz dont la teneur en méthane (80%) est plus importante que celle du fumier ou des décharges.

Tableau 27 : potentiel de biogaz des effluents industriels

Type et Dénomination	Volume de rejet (m ³)	DCO moyenne (mg/l)	Taux de dégradation %	Ratio biogaz m ³ /kg COD	Potentiel de biogaz		Potentiel électricité KWh
					m ³	Ktep	
Brasserie							
BRAGITA	156217,02	2400	80%	0,3	89 981,01	67,68	224 952,52
BRARUDI	758761	2400	80%	0,3	437 046,34	328,72	1 092 615,84
Huile de coton							
RAFINA	1134,75	45000	85%	0,5	21 702,09	16,32	54 255,23
Abattoirs							
APB	77816	12000	80%	0,4	298 813,44	224,75	747 033,60
NGOZI	3888	12000	80%	0,4	14 929,92	11,23	37 324,80
KAYANGA	25353	12000	80%	0,4	97 355,52	73,23	243 388,80
Huile de palme							
HPB	1168	50000	90%	0,56	29 433,60	22,14	73 584,00
COGEMINI	595,2	50000	90%	0,56	14 999,04	11,28	37 497,60
RUPO 1	528,8	50000	90%	0,56	13 325,76	10,02	33 314,40
UATH	13028	50000	90%	0,56	328 305,60	246,93	820 764,00
Sucre							
SOSUMO	422400	8000	90%	0,76	2 311 372,80	1 738,48	5 778 432,00
TOTAL	1460889,8				3 657 265,12	2 750,79	9 143 162,79

Le potentiel de biogaz est de 3 657 265 m³ soit 2 751 ktep représentant l'équivalent de la consommation en biomasse traditionnelle (2 908,2 ktep en 2006). Mais les systèmes de biogaz à grande échelle ne peuvent pas se substituer au bois utilisé par les ménages. Cependant il devient plus avantageux et réalisable de produire de l'électricité dont le potentiel est de 9 143 MWh. L'usine de sucre SOSUMO qui comble son déficit d'auto production d'électricité à partir du réseau, produit plus de la moitié du potentiel électrique des effluents industriels.

6.2.6.1.2 Les eaux usées domestiques

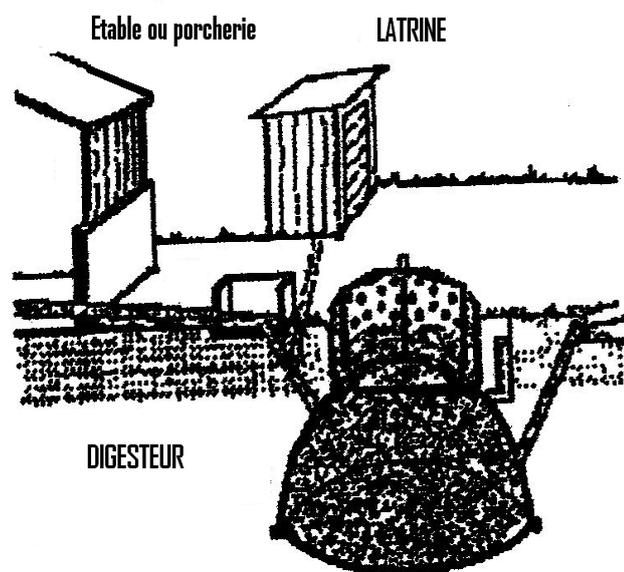
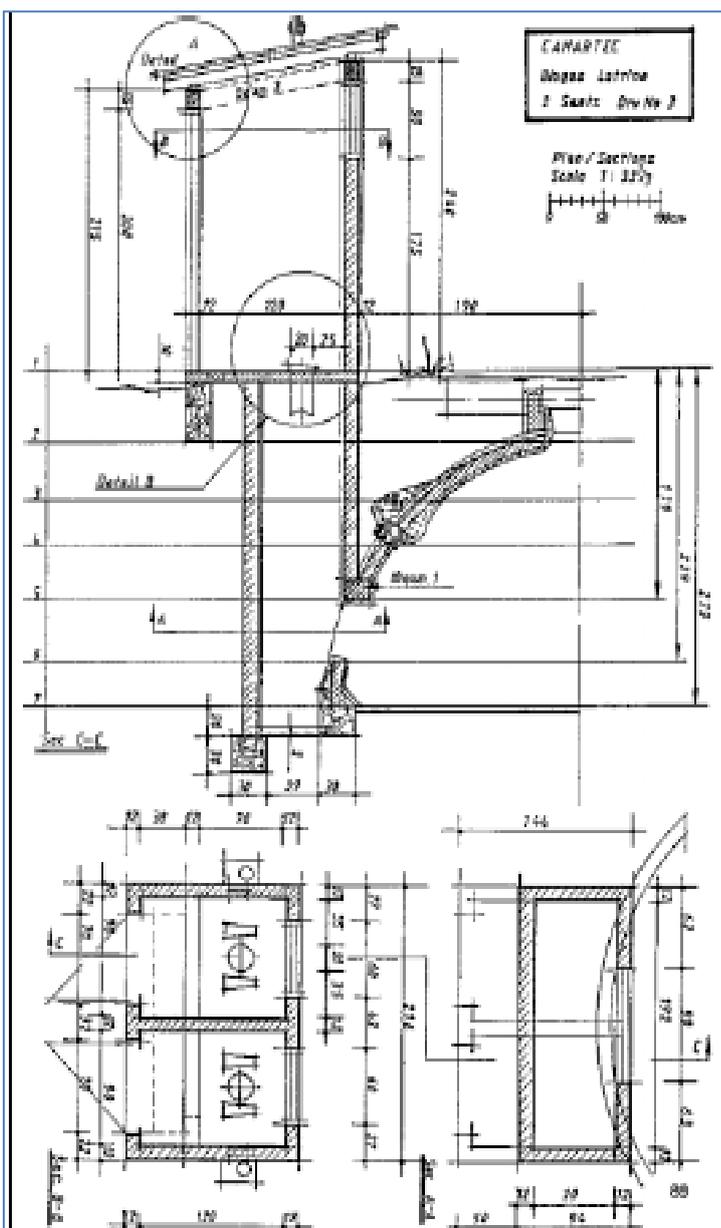
L'augmentation du niveau de consommation des ménages en eau potable induit une hausse des volumes de rejets d'eaux usées domestiques. De ce fait la problématique des eaux usées domestiques est plus critique en milieu urbain qu'en zone rurale. En effet, au Burundi, 92% de la population urbaine ont accès à l'eau potable contre 45% chez les ruraux.

A Bujumbura, il existe un réseau d'égouts à Ngagara et dans une partie du centre ville. Pour les eaux pluviales, les ouvrages de drainage comprennent un réseau de canalisations enterrées desservant tout le centre, et des caniveaux reliés au lac Tanganyika. Dans les quartiers non desservi par le système d'égouts, les caniveaux constituent le lieu privilégié pour évacuer les eaux usées domestiques.

Les volumes d'eaux usées collectés par la station d'épuration gérée par le SETEMU se chiffrent à 383 928 m³. Le système de traitement par bassin d'aération génère peu de boue. Le potentiel de biogaz ne peut exister qu'avec des stations d'épuration appelées système à boue et dont la phase traitement anaérobie précède le traitement aérobie. Ce dernier procédé libère beaucoup de biogaz et consomme peu d'énergie électrique.

En milieu rural où l'accès à l'eau et à un système d'assainissement approprié fait cruellement défaut, le potentiel de biogaz pourrait provenir des eaux vannes (excrétas, les urines) car les eaux savonneuses peuvent renfermer des substances inhibant la fermentation méthanique. Les eaux vannes facilitent la dilution des substrats secs utilisés dans les digesteurs. Le Burundi dispose une très riche expérience de valorisation des eaux vannes à travers son programme bio-latrines avec l'appui financier de la coopération allemande (GTZ). La bio-laitrine est une technologie du biogaz dénommé CAMARTEC qui combine un digesteur type Borda à dôme fixe à fond plat avec des latrines.

Tableau 28: Biolaitrine diffusée au Burundi



Source : Ludwig SASSE et Al – 1991 – Improved biogas unit for developing countries – GTZ/Gate – 84 page

ETUDE DE CAS 3 : les effluents de l'abattoir public de Bujumbura

Présentation générale de l'abattoir public de Bujumbura

L'abattoir public de Bujumbura (APB) érigé en 1960 sur une superficie de 16800 m², comprend une (i) aire de parcage ; (ii) un bloc administratif ; (iii) et un grand bâtiment abritant la salle de l'abattoir, la salle de saignée, une salle d'habillage destinée à l'enlèvement, l'éviscération, et au dépouillement pour extraire les carcasses ; la salle frigorifique, un incinérateur, des couloirs (couloir bovin, couloir petits ruminants et porcins). L'alimentation en eau et en électricité est assurée par la REGIDESO, société d'eau et d'électricité. Les canaux d'évacuation sont construits de telle sorte qu'il n'y ait pas de séparation des eaux usées et du sang. Toutes les eaux (eaux usées et sang) sont mélangées et évacuées vers la fosse. Les contenus des panses sont récupérés à l'aide d'une table et déversés derrière le grand bâtiment.

L'absence d'un système de gestion interne des sources de pollutions explique la problématique environnementale bien que sur le plan administratif la réglementation environnementale est stricte sur les nuisances ; l'assainissement du secteur viande est un objectif prioritaire de l'autorité concernée, le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAGRIE)

Analyse de l'exercice 2009

Tableau 29: Évolution des factures de l'APB pour l'exercice 2009

Durant l'exercice 2009, 26 215 têtes de bovins, 54339 têtes de petits ruminants et 6205 têtes de porcins furent abattues. Cela a permis la production de 86 759 carcasses qui a nécessité la consommation de 37 018 m³ d'eau principalement destinée au lavage, et 1 237 KWh d'électricité (*seulement ???*) pour l'éclairage et la conservation de la viande. Dans les charges variables la facture d'électricité représente en moyenne 69% du total.

Le volume d'eau consommé, après application d'un taux de rejet de 95%, suggère 35 167 m³ d'effluents. Le traitement des effluents serait susceptible de dégager 142 149 m³ de biogaz générant un potentiel d'électricité de 355 373 KWh largement supérieur aux besoins de l'abattoir.

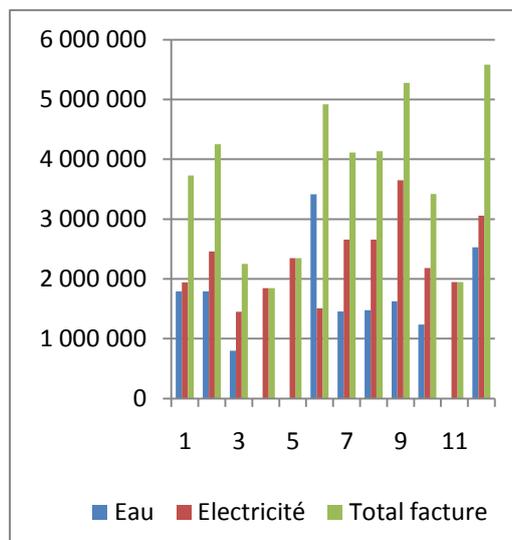


Tableau 30: Potentiel de biogaz et d'électricité de l'abattoir de Bujumbura

	Unité	mois												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Effluent abattoir														
Eau consommée	m ³	4455	4412	1987			8491	3066	3235	3431	2611		5330	37018
taux de rejet	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Volume effluent	m ³	4232,3	4191,4	1887,7	0	0	8066,5	2912,7	3073,3	3259,5	2480,5	0	5063,5	35167
Biogaz														
DCO moyenne	mg/l	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Taux de dégradation	%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Ratio biogaz	m ³ /kg COD	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Volume biogaz	m ³	17107	16942	7630,1	0	0	32605	11773	12422	13175	10026	0	20467	142149
Electricité														
Transformation biogaz	Kwh/m ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Potentiel électricité	KWh	42768	42355	19075	0	0	81514	29434	31056	32938	25066	0	51168	355373
Electricité consommée	KWh	96	124	70	90	118	74	109	107	155	82	77	135	1237
Surplus	KWh	42672	42231	19005	-90	-118	81440	29325	30949	32783	24984	-77	51033	354136

6.2.7 Les cultures à vocation énergétique

6.2.7.1 La disponibilité des terres agricoles pour les plantations énergétiques

Devant l'impératif de trouver une énergie de substitution moins polluante et répondant aux exigences du maintien de la protection de l'environnement, de la réduction de la facture pétrolière, et de l'indépendance énergétique, des options de remplacement possibles portent sur les combustibles à base d'alcool ou des huiles végétales également appelés « biocombustible » ou « biocarburant ».

Les huiles végétales sont obtenues principalement à partir de la trituration des graines des espèces oléagineuses cultivées à dessein (tournesol, colza, ricin, jatropha, soja, huile de palme, etc.). Les alcools comprennent généralement le méthanol, l'éthanol et le butanol. L'éthanol est la production la plus importante. Il est obtenu essentiellement à partir de la fermentation alcoolique de la matière saccharifère (canne à sucre, betterave, pomme d'anacarde, sorgho sucré ou doux, banane, etc.) ou de la matière amylacée (manioc, patate sorgho, mil, riz, etc.).

Les secteurs d'utilisation des biocarburants à travers le monde concernent généralement le transport, grand consommateur de produits pétroliers. Dans le secteur du transport, les huiles végétales et l'alcool peuvent être utilisés comme substitut partiel ou total de l'essence ou du gazole d'où l'appellation biodiesel pour la synonymie avec le biocarburant. Mais en Afrique subsaharienne, les barrières technologiques freinent l'application des biocarburants dans le secteur transport. Cependant, toute une panoplie de technologies s'offre pour l'utilisation domestique des biocarburants comme combustible alternatif de cuisson grâce au soutien de certaines initiatives par la communauté internationale (Banque Mondiale, les Pays-Bas, la coopération allemande). La Banque Mondiale à travers la RPTES¹⁴ introduit le millénaire GELFUEL

¹⁴ Le Programme Régional pour le Secteur des Énergies Traditionnelles (RPTES) visait l'amélioration des systèmes de gestion du bois - énergie ainsi que la promotion des politiques nationales dans le secteur de l'énergie domestique et des modèles de gestion durable et participative des forêts naturelles. Le RPTES avait bénéficié d'un fonds spécial offert par la Direction Générale de la coopération internationale (DGIS/NEDA) du gouvernement des Pays Bas afin d'assister les gouvernements d'Afrique subsaharienne dans la planification et le développement de ce secteur.

au Mozambique, Zimbabwe, Namibie, le Sénégal, etc. Le gelfuel est un mélange d'éthanol et d'un produit gélifiant extrait de plantes locales. Son pouvoir calorifique est de 22,3 MJ/Kg dépassant donc celui du bois. Le PROBEC, un projet de conservation du bois de feu en Afrique australe financé par la GTZ, a testé en Tanzanie le prototype de fourneau à huile dénommé protos et conçu par BHS BOSCH et SIEMENS. Les technologies d'utilisation se prêtent à une fabrication locale par les mêmes vecteurs de diffusions des fourneaux améliorés à combustibles ligneux. Pour un ménage moyen de 5 personnes au Burundi la cuisson des repas avec le modèle Protos nécessite 100 litres d'huile de jatropha (par mois, par an ou quoi ?). De ce fait la consommation de l'ensemble des 1 715 000 ménages que compte le Pays requerrait 171 500 m³ d'huile de jatropha.

Le développement des combustibles alternatifs à base d'huile végétale ou d'éthanol passe inévitablement par celui des cultures énergétiques. Le potentiel dépend des réserves foncières disponibles, de leur mode d'affectation et de gestion.

Le développement de la production organisée d'huile de jatropha et d'alcool aux fins de produit de cuisson au Burundi exige l'adhésion des paysans qui doivent assurer la mise en culture des plants, la récolte des produits énergétiques (noix de jatropha, etc.) et la collecte des sous-produits. La transformation de la récolte en huile, alcool, résidu solide combustible devrait être effectuée dans des installations locales génératrices d'emploi pour la population.

6.2.7.2 Les réserves foncières

Disponibilité des terres agricoles

En 1982, la superficie agricole utilisée était de 792 510 hectares sur 1 674 810 hectares de superficie agricole utile laissant encore 627 580 hectares à valoriser. A l'heure actuelle, le taux d'utilisation des terres agricoles a beaucoup augmenté et les marges d'augmentation des superficies cultivables sont minimes.

Actuellement, les productions vivrières occupent 90% des superficies cultivées soit environ 1 210 000 ha. Par déduction, les superficies totales emblavées et les réserves foncières agricoles peuvent être estimées respectivement à 1 344 444 ha et 330 366 ha.

Tableau 31 : Potentiel de terre disponible pour les plantations énergétiques

	Unité	Quantité
Superficie agricole utile totale	ha	1 674 810
Superficie culture vivrière en 2009	ha	1 210 000
rapport surface culture vivrière sur le total	%	90
Superficie agricole exploitée totale (référence 2009)	ha	1 344 444
Réserve foncière agricole	ha	330 366

La prise en compte des besoins futurs en terre agricole dans le cadre de la relance et la diversification des filières agricoles, restreint la disponibilité des terres pour les plantations énergétiques à moins de 300 000 ha.

Le cadre d'affectation et de gestion des terres

Le foncier relève de plusieurs départements ministériels qui sont impliqués dans l'attribution, la gestion et l'administration foncières.

L'attribution des terres. La responsabilité de l'attribution de terres est fonction de la superficie et de la localité (milieu urbain ou rural). Les ministères impliqués sont le Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et des Travaux Publics (MEATTP) et le Ministère de l'Intérieur par le biais des Gouverneurs.

La gestion et l'administration des terres. Les ministères impliqués dans la gestion et l'administration foncières sont le Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et des Travaux Publics (MEATTP), le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAGRIE), le Ministère de la Solidarité Nationale, du Rapatriement, de la Reconstruction Nationale, des Droits de la personne Humaine et du Genre. La Ministre de la Justice et garde des Sceaux et la première vice-présidence de la République est aussi concernée en sa qualité de tutelle de la Commission Nationale des Terres et autres Biens (CNTB).

Une politique foncière à définir. Les problèmes d'accès à la terre et de sécurité des droits fonciers entravent partout le développement des activités agricoles et par voie de conséquence l'accroissement de la production. Ceci se vérifie au Burundi. Néanmoins, un bon nombre d'initiatives ont d'ores et déjà été prises par le Gouvernement en matière de sécurisation foncière dont notamment :

- Les codes foncier, forestier et de l'environnement ;
- Le schéma directeur d'Aménagement et de la Mise en Œuvre des marais ;
- les amendements à la loi sur la succession - qui cherchent à renforcer la position des femmes ;
- la mise en place, en 2006, de la CNTB (Commission Nationale des Terres et autres Biens), qui s'occupe surtout des droits des personnes sinistrées et
- une stratégie sur la gestion durable des terres élaborée par le MEATTP.
- la lettre de politique nationale de l'habitat et d'urbanisation validée tout récemment.

Les autres possibilités de développement des plantations énergétiques

Le développement futur des plantations énergétiques pourrait être inscrit dans le cadre de la défense et restauration des sols (DRS) à travers les reboisements dans l'habitat rural ou périurbain. L'érection des haies vives anti-érosions et les systèmes agroforestiers inscrivant l'arbre dans le paysage agricole, constituent des techniques de défense et de restauration des sols offrant des possibilités de développer simultanément les plantations énergétiques avec des espèces telles que le Jatropha.

6.2.7.3 Le potentiel d'éthanol

La production d'éthanol pourrait provenir de la mélasse, de la culture du manioc, de la culture de sorgho sucré, de la reconversion de la bière artisanale.

La mélasse

Tableau 32 : Potentiel d'éthanol à partir de la mélasse de l'usine Sosumo

Produits	Unité	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Sucre ⁽¹⁾	t	19 298	18 143	20 150	18 229	1 413	17 992
Mélasse ⁽¹⁾	t	5 591	5 252	5 351	5 272	4 933	5 280
Potentiel d'éthanol							
Ratio de production ⁽²⁾	Kg/t	240	240	240	240	240	240
	l/t	300	300	300	300	300	300
Quantité d'éthanol	t	1 342	1 260	1 284	1 265	1 184	1 267
	hl	16 773	15 755	16 052	15 816	14 799	15 839
	Ktep	0,87	0,82	0,83	0,82	0,77	0,82

Source : (1) SOSUMO; (2) *Mémento de l'agronome : quatrième édition*

La compagnie sucrière SOSUMO génère d'importantes quantités de mélasse estimées en moyenne à 5 280 tonnes par an. La mélasse ainsi produite recèle un potentiel d'éthanol de 15 839 hl soit 0,82 ktep. Le potentiel d'éthanol est modeste pour engager une substitution même si on double la capacité de l'usine.

Le potentiel éthanol du manioc

La culture du manioc vient en deuxième position après la banane. Cela prouve que la plantation est parfaitement maîtrisée par les paysans. Le développement de la filière éthanol à partir du manioc pourrait être réalisé à partir des excédents de récoltes et des futures extensions des terres de cultures sur la moitié des réserves foncières c'est-à-dire 150 000 Ha. D'après le tableau ci-dessous, avec les rendements de culture actuels tournant autour de 8,732 t/ha et un ratio de production d'éthanol de 150 litres par tonne de manioc, les nouvelles extensions seront susceptibles de produire 157 176 tonnes d'éthanol soit 102 ktep. Une telle production pourrait se substituer totalement à la consommation de charbon de bois de la capitale Bujumbura.

Tableau 33 : Potentiel d'éthanol du manioc

		Unité	Quantité
0	Données de base		
	Superficie agricole utile totale	ha	1 674 810
	Superficie agricole exploitée totale (référence 2009)	ha	1 210 000
	Réserve foncière agricole	ha	300 000
1	Monoculture de manioc		
	Superficie à exploiter (la moitié des réserves foncières)	ha	150000
	Rendement moyen du produit	t/ha	8,732
	Ratio de production d'éthanol	l/t	150,00
	Production totale d'éthanol	m³	196 470
		t	157176
		ktep	102,2

Le potentiel d'éthanol du sorgho sucré ou doux

Contrairement au manioc, le sorgho sucré peut permettre deux récoltes dans l'année. Il s'adapte parfaitement à la culture de décrue et à la culture irriguée. Le coût d'installation d'une micro distillerie de sorgho est relativement modeste par rapport à celle nécessaire pour le manioc (250 US \$ /m³ pour le sorgho contre 700 US\$/m³ pour le manioc). La production d'éthanol à partir du sorgho sucré est deux fois plus importante sur une même superficie qu'avec le manioc. Avec un rendement faible de 35 t/ha et un ratio de production d'éthanol de 80 litres par tonne, le potentiel d'éthanol du sorgho sucré est de 420 000 m³ soit 218,4 ktep pour 150 000ha mobilisés. Un autre avantage du sorgho sucré consiste en ses sous-produits tels que la drêche utilisée dans l'alimentation du bétail.

Tableau 34 : Potentiel d'éthanol du sorgho doux

		Unité	Quantité
0	Données de base		
	Superficie agricole utile totale	ha	1 674 810
	Superficie agricole exploitée totale (référence 2009)	ha	1 210 000
	Réserve foncière agricole	ha	300 000
1	Monoculture de sorgho doux ou sucré		
	Superficie à exploiter (la moitié des réserves foncières)	ha	150000
	Rendement moyen du produit	t/ha	35
	Ratio de production d'éthanol	l/t	80,00
	Production total d'éthanol	m ³	420000
		t	336000,00
		ktep	218,4

Le potentiel d'éthanol à partir de la reconversion de la bière locale

La fabrication de liqueur locale dénommée « ikibarube » ou whisky local s'effectue à partir de fermentation alcoolique de la banane et du sorgho dont les volumes moyens de productions respectives sont 474 415 m³ et 118 979 m³, soit un volume total de 593 394, 5 m³.

Tableau 35 : évolution de la production de bière locale de 2000 à 2004

Espèce fermentée	Unité	années						Moyenne	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	hl	m3
Vin de banane	hl	4769090	4879865	5049385	3680327	4997588	5088648	4744150,5	474415,1
Bière de sorgho	hl	1295680	1105184	1171936	1143536	1186736	1235696	1189794,7	118979,5
Total	hl	6064770	5985049	6221321	4823863	6184324	6324344	5933945,2	593394,5

Source : Evariste RUFUGUTA- Août 2009- Seconde inventaire national des gaz à effet de serre- PNUD/Ministère de l'eau, de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme - 100 pages

La reconversion de la bière locale en biocombustible permettrait d'optimiser la production et de réduire la consommation de bois avec un potentiel de 308, 57 ktep en utilisant une filière de production moderne d'éthanol à partir de la banane, l'une des plus productives

Tableau 36 : Potentiel d'éthanol de la reconversion de la bière locale

	unité	Banane	Sorgho	Total
densité éthanol	t/m ³	0,8	0,8	
Pouvoir calorifique inférieur	tep/t	0,65	0,65	
Production moyenne annuelle	m ³	474 415,05	118 979,47	593 394,52
	t	379 532,04	95 183,58	474 715,62
	ktep	246,70	61,87	308,57

6.2.7.4 Le potentiel d'huile végétale de jatropha

Le paysan burundais maîtrise bien la culture du Jatropha : un arbuste que mode de production des plants par graine ou par bouture, les traitements sylvicole appropriés. L'arbuste est présent dans l'environnement naturel. Il est utilisé dans l'érection des haies de clôture délimitant le champ ou la concession.



Plante connue par le paysan

Haie de clôture champ

Haie de clôture concession

Actuellement il n'y a pas de plantation de jatropha réalisée uniquement pour la production d'huile ou pour la défense et la restauration des terres dans le cadre de la lutte contre les érosions hydriques.

On pourrait envisager différentes formes de cultures de jatropha pour la production d'huile de jatropha, notamment la monoculture, l'érection de haie vive anti-érosion, l'érection de haie vive délimitant la parcelle agricole, les plantations agro forestières, l'érection de haie vive délimitant l'habitat rural.. Le tableau ci-après résume le potentiel d'huile suivant le scénario proposé, la partie **annexe 5** en donne les détails.

Tableau 37 : Le potentiel d'huile de jatropha

TYPES PLANTATION DE JATROPHA	Unité	Quantité	%
Monoculture de Jatropha	m ³	98 400	19,2%
Haie vive anti-érosion (écartement haie 10 m)	m ³	328 000	64,1%
Haie vive de clôture délimitant la parcelle agricole	m ³	3 280	0,6%
La plante de jatropha dans les espaces de cultures	m ³	49 610	9,7%
Haie vive de clôture délimitant la parcelle d'habitation (milieu rural)	m ³	32 800	6,4%
Total	m ³	512 090	100%
	t	460 881	
	ktep	422,0	

Les scénarios de production d'huile de jatropha à partir des boisements créés à cet effet, sont basés sur l'environnement viable pour le développement de la plante (culture au dessous de l'altitude 500 m) et sur la prise en compte de la priorité accordée aux cultures vivrières.

La monoculture de jatropha serait effectuée sur une superficie de 75 000 ha représentant le quart des réserves foncières, suivant une densité de plantation de 1600 pieds à l'hectare. Les conditions climatiques favorables du Burundi pour la culture du jatropha lui confèrent une productivité de 0,82 litre par pied et par an. Ainsi la monoculture de 75 000 ha va permettre la production annuelle de 98 400 m³ correspondant à plus de la moitié du volume requis pour les besoins des ménages faisant la cuisson des repas exclusivement avec l'huile de jatropha brûlée par le biais du prototype de fourneau dénommé protos. La production de 75 000 ha dépasse les quantités nécessaires pour l'ensemble des ménages urbains.

Dans les stratégies de lutte contre l'érosion hydrique avec ses multiples effets négatifs, le principe de base vise à éliminer les effets d'entraînement des ruissellements par le biais des haies vives alternes (distances entre haies 10 m). Dans l'espace compris entre deux haies peuvent pousser d'autres cultures annuelles. Un hectare de terre ainsi planté en haies vives alternes abrite 1 km linéaire de longueur totale de haies. Dans le cadre de notre scénario de production, les objectifs de boisement visent la réalisation de 100 000 km de haie vive sur toute l'étendue du territoire, ce qui veut dire l'espace requis est de 100 000 ha. L'écartement recommandé pour l'érection des haies est de 25 cm c'est-à-dire 1 km de haie vive est formé par 4000 pieds de jatropha.

De ce fait la réalisation de 100 000 km de haies vives de jatropha mènera à produire annuellement 328 000 m³ d'huile de jatropha correspondant au double du volume nécessaire pour substituer totalement les combustibles ligneux utilisés par les ménages. Le schéma de production à partir de la lutte anti-érosion constitue une option plus intéressante que le système agro forestier mené sur le quart des terres emblavées, et le système de plantation de haie de clôture où il est prévu 10 000 km de haie.

6.2.8 Synthèse sur le potentiel de biomasse « moderne »

Les ressources burundaises en biomasse « moderne » peuvent être réparties en cinq catégories : les déchets agricoles, les déchets forestiers et de plantations, le fumier animal, les ordures et les eaux usées. A l'heure actuelle, au Burundi, il n'existe pas de plantes énergétiques cultivées spécifiquement pour la fabrication de biodiesel ou bioalcool, mais des plantes oléagineuses, telles que le palmier à huile et le tournesol, sont déjà cultivées pour la consommation humaine et animale. La matière saccharifère (mélasse) et la matière amylacée (sorgho, banane) font l'objet de fermentation alcoolique pour la fabrication de bière locale. La reconversion de la bière locale en éthanol représenterait un gros potentiel dont il reste à vérifier l'acceptabilité sociale. A cela s'ajoutent les réserves foncières et les actions de lutte contre l'érosion offrant des possibilités de développer les plantations énergétiques susceptibles de produire annuellement de l'éthanol avec le sorgho doux sur 150 000 ha, et d'huile de jatropha. Le potentiel énergétique récupérable pour chacune de ces catégories apparaît dans le **tableau 38** ci-dessous.

Tableau 38 : synthèse sur le potentiel de biomasse « moderne » du Burundi

Ressource biomasse	Unité	Quantité physique	Potentiel énergétique (Ktep)	%
Combustibles solides				
Déchets de récolte	t	1 127 302,00	468,90	7,1%
litière forestière (pin et eucalyptus)	t	224 966,20	91,06	1,4%
Résidus d'exploitation du bois de sciage	t	26 106,23	9,32	0,1%
sous total combustibles solides	t	1 378 374,43	569,28	8,6%
Biogaz				
fumiers des animaux	1000 m ³	108,94	61,00	0,9%
Décharges des ordures ménagères	1000 m ³	4 491,21	2 111,19	32,0%
Eaux usées domestiques	1000 m ³			0,0%
Effluents industriels	1000 m ³	3 657,27	2 750,79	41,6%
sous total biogaz	1000 m³	8 257,41	4 922,98	74,5%
Potentiel d'éthanol				
mélasse	t	1 267,00	0,82	0,0%
Reconversion de bière artisanale sorgho	t	95 183,58	61,87	0,9%
Reconversion de bière artisanale banane	t	379 539,04	246,70	3,7%
Plantation de sorgho doux	t	520 587,20	338,38	5,1%
sous total éthanol	t	996 576,82	647,77	9,8%
Huile végétale				
Jatropha	1000 m ³	512,09	422,00	6,4%
autre oléagineux				0,0%
sous total huile végétale			466,54	7,1%
TOTAL			6 606,57	100,0%

La technologie biogaz offre un potentiel considérable au Burundi, étant donné le nombre important de têtes de bétail, de brasseries, d'usines d'huile de palme et d'abattoirs. Cette technologie de biogaz petite échelle est utilisée dans le pays depuis les années 1980.

La disponibilité annuelle d'énergie renouvelable à base de biomasse est estimée à 6 606 ktep soit le double de la consommation nationale finale d'énergie évaluée à 3 092 ktep en 2006.

Le potentiel de biomasse est formé par : (i) le biogaz représentant 75% de la production globale. Le potentiel de biogaz provient en bonne partie des effluents industriels et des ordures ménagères, la part du fumier n'excédant pas 1%. ; (ii) le potentiel éthanol pourrait occuper le deuxième rang par ordre d'importance. Les quantités d'éthanol les plus importantes pourraient être produites à partir de la reconversion de la fabrication de bières artisanales tirées de la fermentation alcoolique du sorgho et de la banane, ainsi qu'à partir des plantations de 150 000 ha de sorgho doux soit la moitié des réserves foncières disponibles ; (iii) les déchets de récoltes, la litière forestière et les résidus de la production du bois de sciage représentent la troisième gamme de biomasse solide avec un tonnage se chiffrant 1 300 000 tonnes. ; (iv) le potentiel d'huile de jatropha exploité à partir de la monoculture et dans le cadre de la défense et restauration des sols recèle un potentiel de plus 500000 m³ d'huile soit 466 Ktep c'est-à-dire 8 fois la consommation en produits pétroliers.

Le potentiel de biomasse au même titre que le potentiel ligneux des forêts naturelles fait l'objet d'une valorisation énergétique. La mise en valeur de cet important potentiel s'inspirera des acquis des expériences passées et en cours.

6.2.9 Le potentiel tourbe

Le Burundi dispose de gisements de tourbe exploitables de l'ordre de 47 millions de tonnes, dont l'utilisation est difficile en l'état du fait de son odeur désagréable pour la cuisson et des fumées nocives de combustion. Les principaux clients de l'Office national de la tourbe (Onatour) sont les collectivités comme les prisons, les casernes, les pensionnats et les hôpitaux.

6.3 Revue des expériences passées et en cours

6.3.1 Contexte international

L'expérience burundaise dans le domaine de la biomasse énergie s'est exercée à trois niveaux: la ressource, les technologies de transformation et l'utilisation finale.

Cependant, la période de crise sociopolitique a coïncidé avec une étape charnière dans la gestion des énergies traditionnelles en Afrique subsaharienne avec le concours des bailleurs de fonds notamment la coopération allemande GTZ et la Banque Mondiale. Après l'échec des premières générations de projets bois-énergie initiés partout en Afrique de 1975 à 1994, la Banque Mondiale a lancé la RPTES tandis que la GTZ a développé des projets régionaux (PED Sahel en Afrique de l'Ouest, PROBEC en Afrique australe). Cette période a été marquée par la mise en synergie des actions forestières et énergétiques et par l'harmonisation des méthodes et des approches des bailleurs de fonds afin d'optimiser les ressources allouées aux projets ou programmes, par le développement de réseaux d'échanges et de partage

d'expériences (par exemple le GAA/RPTES)¹⁵ en termes de gestion de l'offre et de la demande, d'organisation institutionnelle, de législation adaptée, de suivi/évaluation mais aussi de planification stratégique et participative.

6.3.2 Les expérimentations du foyer amélioré au Burundi

Face à une consommation intensive du charbon de bois avec ses effets pesant lourdement sur l'environnement et l'économie du Burundi, de vastes programmes d'économie de bois énergie ont été réalisés par le biais de la diffusion des foyers améliorés.

Les expériences

Les premières initiatives furent réalisées par le service du développement urbain de Bujumbura (DUB) avec la dissémination de 1 700 foyers améliorés entre 1981 et 1982.

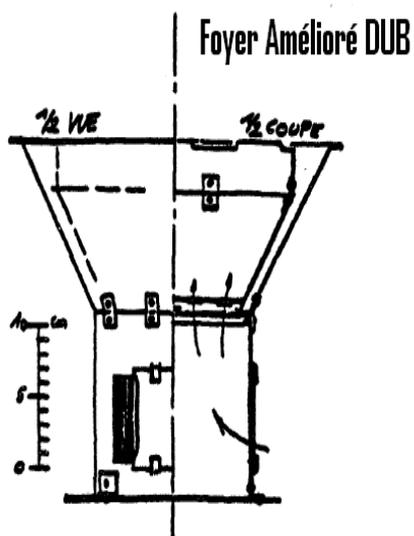
La deuxième phase débuta en juillet 1986 et visait la production de 10 000 foyers améliorés à charbon appelé DUB version 10 ou DUB 10 corrigée suivant les exigences.

Actuellement, le programme CATALIST (Catalyser l'intensification agricole accélérée pour la stabilité sociale et environnementale) du Centre International pour la fertilité du sol et le développement de l'agriculture (IFDC), a lancé en 2010 la diffusion de 3000 foyers améliorés destinés aux ménages et au secteur de la restauration à travers son projet de production d'énergie durable financé grâce à une subvention du Royaume des Pays-Bas.

La stratégie de diffusion :

En résumé la stratégie nationale de diffusion du foyer amélioré DUB repose sur : (i) la recherche et le développement de prototypes de fourneau amélioré effectué par le Centre de Recherche Universitaire en Énergie Alternative du Burundi (CRUEA) en perfectionnant le fourneau traditionnel local IMBABURA ; (ii) une campagne de promotion et de sensibilisation étendue, nourrie et soutenue ; (iii) une stratégie de marketing ; (iv) la formation et l'assistance des vecteurs de diffusion issu en bonne partie du secteur artisanal ;(v) le développement des circuits de commercialisation ; (vi) des campagnes d'incitation contre la fabrication des foyers traditionnels.

¹⁵ Groupe Africain d'Appui au programme RPTES/Banque mondiale, Regional Program for the Traditional Energy Sector. Le GAA est un Groupe de réflexion et d'échanges, composé d'experts africains dans le domaine de l'énergie.



Les différentes parties du fourneau amélioré DUB

- e) Une paroi externe
- f) La chambre à combustion en forme de tronc de cône renversé
- g) La grille
- h) Les supports permettant la bonne assise de la marmite

6.3.3 Expérience en culture énergétique

Les expériences concernent les plantations pérennes (reboisement d'eucalyptus, de pin, de jatropha) et cultures annuelles (sorgho, tournesol). On peut en conclure que les paysans maîtrisent maintenant les techniques de culture ou les méthodes sylvicoles.

Des efforts de sensibilisation doivent cependant être encore menés sur les avantages du digestat en vue de freiner la chute des rendements de cultures et sur l'importance des déchets agricoles dans l'offre d'énergie dans le but de faciliter la collecte et la mobilisation des ressources.

6.3.4 Les programmes passés de promotion du biogaz

L'expérience burundaise dans le domaine du biogaz remonte au début des années 1980. Les programmes étaient alors le fruit de la collaboration du Burundi avec ses partenaires financiers notamment la Belgique, la GTZ, la Chine. La coopération régionale à travers EGL (Énergie Grands lacs) a fait bénéficier le Burundi de 18 installations. Des expérimentations de système biogaz à grande échelle n'ont pas été développées.

Tableau 39 : les différents projets biogaz

Programme	Début	Fin	Financement	Réalisation	Institution
Projet Gaz méthane	1982	1990	Belge	10	DRS
Biogaz Cankuzo	1984	1990/1994	GTZ	57	DRS
CEBEA projet biogaz	1983	1990	Chine	46	DRS
Programme Spécial énergie	1989	1991/1993		54	DGE
EGL				18	EGL
Privé				8	
MEM	1996	2005		29	DGEE

Dans le cadre de ces expériences plusieurs types de substrats (fumier, résidus de récolte, eaux usées) ont été utilisés dans les digesteurs à travers une gamme variée de modèle de digesteurs à savoir : type continu, discontinu, modèle à dôme couplé avec les latrines. La dissémination des digesteurs ciblait les ménages, les établissements collectifs (maison communautaire, école, prison et autres institutions).

Les expériences dans la gamme bio latrine ont été les plus réussies et ont procuré le savoir-faire aux ouvriers ainsi formés pour leur construction.

Mais les programmes ont buté sur les effets de l'inflation, la cherté des matériaux et la dépréciation de la monnaie locale affectant le montant alloué au programme biogaz) et les effets dévastateurs de la crise sociopolitique qui a vu la destruction de plusieurs installations de biogaz.

6.3.5 Expérience en matière de briquetage

Le Burundi a acquis également une expérience considérable en matière de briquetage à travers quatre initiatives.

La première initiative portait sur la carbonisation des briquettes à base de coques de café et de l'amidon du manioc comme liant. Le bio charbon ainsi mis sur le marché se vendait à 28 Fbu le kg et présentait beaucoup de similitude avec le charbon de bois. Malgré l'acquisition gratuite de la matière première, la commercialisation du bio charbon n'a pas prospéré, les revenus ne couvrant pas les charges d'exploitation.

La deuxième initiative a porté sur la carbonisation de la tourbe à travers les initiatives de l'ONATOUR (office nationale de tourbe). La première expérience de briquetage/carbonisation a été réalisée exclusivement avec la tourbe sans mélange mais le produit a présenté une qualité inférieure au charbon de bois. La deuxième expérience a donné des résultats satisfaisants avec le mélange de la tourbe avec le poussier de charbon. L'autre option envisagée portant sur le mélange avec les déchets de récoltes a été abandonnée.

Le troisième projet de briquetage a été initié par CEBEA avec le financement conjoint de la Belgique et du FED. Les briquettes devaient être fabriquées à partir des coques de café, des balles de riz et des résidus d'exploitation du bois de sciage. Mais le projet a été bloqué faute d'acquisition des machines.

La dernière initiative concerne les expériences réalisées par les coopératives privées en l'occurrence BRICOOP qui emploient une large gamme de biomasses (tiges de coton, rafles de palmiers, litière de pin, copeaux de bois et sciures, bouses de vache) dont l'approvisionnement est assuré par des agents collecteurs ruraux. Les briquettes de diamètre 90 mm et de longueur variant entre 50 et 500 mm, ont un pouvoir calorifique inférieur dépassant celui du bois de chauffage. Elles ne sont pas carbonisées et sont directement conditionnées dans des sacs de 50 kg ou transportées en vrac dans des camions. La coopérative met à la disposition de sa clientèle un modèle de fourneau avec cheminée dont le prix d'achat est de 400 000 Fbu. L'usine a une capacité de production de 30 tonnes par jour et emploie 150 salariés permanents et 30 journaliers depuis quatre ans.

Les différentes initiatives de briquetage ne disposent pas de volet d'accompagnement en matière de recherche et de communication. En effet, la recherche à travers les tests d'ébullition, de cuisine contrôlée et d'acceptabilité sociale permettrait de mieux adapter

le produit et les appareils aux exigences des consommateurs. L'absence de communication sur le produit pénalise les ventes.

La valorisation de la litière forestière par le briquetage est une initiative à encourager dans un contexte où les feux de brousse, une des principales causes de déforestation, sont en augmentation. En effet, la décomposition lente de la litière augmente considérablement le danger des incendies ou feux de brousse des boisements artificiels destinés à lutter contre les phénomènes d'érosion extrêmement sévères.

Le volume de l'offre pourrait être étendu avec l'incorporation de la tourbe dans les mélanges. Le produit ainsi carbonisé constituerait un excellent bio charbon plus propre que le charbon de bois et bénéficiant d'allumage facilité à cause de la volatilité de la tourbe.

6.3.6 Expérience sur la gestion des énergies traditionnelles

Dans le domaine des énergies traditionnelles les expériences portent sur les foyers améliorés au niveau de la demande et sur la gestion participative des forêts au niveau de l'offre.

L'existence de modèle de fourneaux économes et la maîtrise par les artisans locaux des techniques de fabrication constituent les acquis des expériences passées sur la diffusion des foyers améliorés.

La gestion participative des plantations forestières de Magara, pour l'approvisionnement en produits forestiers de la commune de Gashikanwa et la province de Ngozi, illustre une expérience dans le domaine de la gestion de l'offre. Le service forestier avait en charge la sensibilisation de l'administration locale, la sensibilisation de la population riveraine du boisement situé à Magara, la formation des groupements sur les techniques forestières, l'étude socio-économique de l'utilisation des produits forestiers dans la commune Gashikanwa et dans la province de Ngozi.

Enfin, face à cette situation de déséquilibre (voir 6.1.5) préoccupant entre la disponibilité et la demande en bois énergie, un certain nombre d'initiatives ont été développées depuis une dizaine d'années sur lesquelles les institutions forestières et de l'énergie pourraient s'appuyer.

IL s'agit des initiatives de reboisement familial et privé agro forestier, an amont de la filière (voir surface reboisée, source FAO-2000) et les initiatives en matière de carbonisation améliorée et de modernisation de la filière (projet en cours IFDC CATALIST/SEW)

6.3.7 Carbonisation de la tourbe

ETUDE DE CAS 4 : la carbonisation du mélange déchets de végétaux et de la tourbe

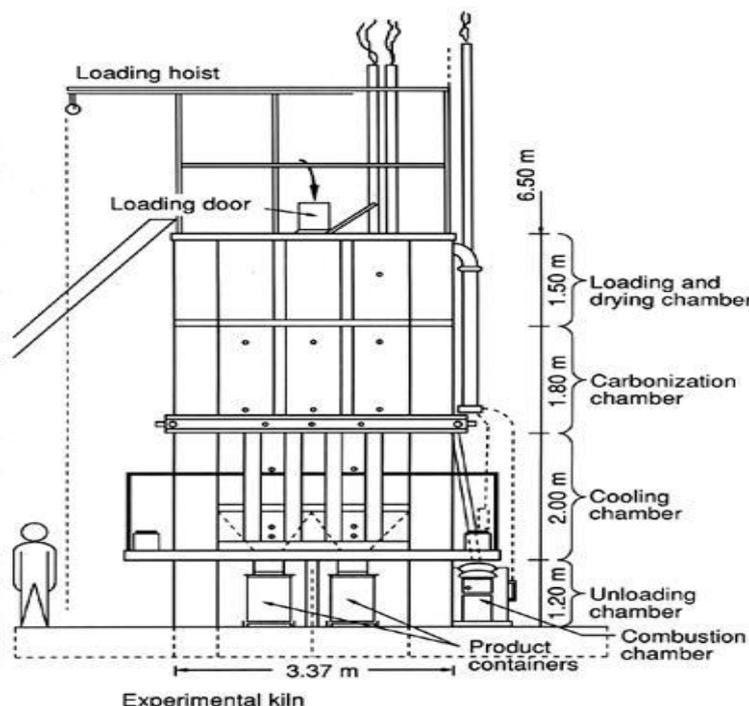
Le Burundi possède au moins un milliard de tonnes de tourbe. Elle est extraite en petites quantités qu'on utilise comme combustible dans certaines institutions, notamment les forces armées et les petites usines. Cependant, la population boude ce combustible parce qu'il dégage une fumée nocive, dense et nauséabonde.

On a mis au point un procédé qui transforme la tourbe non traitée en un combustible acceptable pour la petite industrie et les ménages. La carbonisation totale de la tourbe (pour en faire du charbon de bois) est un processus coûteux qui convient uniquement à l'industrie et exige un matériel perfectionné. Par contraste, la carbonisation partielle coûte beaucoup moins cher et donne un combustible qui convient bien à la consommation domestique, la tourbe conservant assez de matières volatiles pour s'allumer facilement. Débarrassée des produits volatils nuisibles, la tourbe ne dégage plus de fumée ni d'odeur, elle est non toxique et se prête bien à un usage ménager, commercial ou industriel à petite échelle.

Les chercheurs ont constaté qu'en mélangeant la tourbe à des sous-produits de l'agriculture, comme des balles de riz, des parches ou des rognures de bois, les briquettes se vendaient mieux, étant donné le dédain avoué des consommateurs à l'égard de la tourbe non traitée. Ces briquettes, aussi connues sous le nom de *charbon de bois de biomasse*, renferment au moins 50 % de produits végétaux et ont été jugées acceptables par les utilisateurs.

L'usine de carbonisation à concevoir n'est ni très mécanisée ni automatisée. Elle fait appel à une main-d'œuvre considérable. Selon les estimations, son exploitation au Burundi créerait de 60 à 70 emplois et jusqu'à 200 personnes pourraient trouver un travail saisonnier dans l'extraction de la tourbe.

Tableau 40: Four de carbonisation des briquettes de tourbe/déchets végétaux



7 LE SOUS-SYSTEME DES ENERGIES RENOUVELABLES

7.1 Les applications photovoltaïques décentralisées

L'abondance de l'énergie solaire partout dans le pays permet d'envisager l'électrification décentralisée des organismes sociaux répartis en zone rurale, l'électrification par réseau risquant de s'avérer tardive et onéreuse par rapport à la solution décentralisée. On peut évaluer à 1 000 le nombre d'infrastructures d'intérêt communautaire qu'il conviendrait d'électrifier soit par réseau soit par solution décentralisée. Il s'agit d'hôpitaux et de centres de santé de proximité, d'écoles et de centres de formation, de stations de pompage pour l'eau potable et l'irrigation, de centres de télécommunications et d'administrations publiques. L'éclairage public, même dans les centres urbains est aussi une cible pour les systèmes photovoltaïques décentralisés dans la mesure où il accroît directement les besoins de pointe s'il est alimenté par le réseau interconnecté. L'éclairage public est à ce jour un des principaux consommateurs de l'électricité. Le recours à la solution photovoltaïque autonome permet aussi de faire bénéficier de l'éclairage public des zones non atteintes par le réseau. Il présente de plus l'avantage de ne pas nécessiter l'achat d'électricité dont on sait que les administrations nationales ou locales sont souvent un des plus mauvais payeurs en Afrique.

Des initiatives en ce sens ont déjà été prises par certains donateurs :

- le Japon finance une installation de 200 kW crête en faveur du centre hospitalo-universitaire de Kamenge. Les études sont en cours.
- En mobilisant les fonds IPSTE 1009 2010, un marché a été attribué pour fourniture et installation des systèmes solaires photovoltaïques dans 13 centres de santé, 10 collèges communaux et 2 centres socio-éducatifs à travers le pays. Le marché est en cours d'exécution.
- L'Allemagne a fait connaître son intérêt pour le financement de telles installations.

La multiplication d'installations photovoltaïques exige que soit mise en place une structure de maintenance recourant à des entreprises privées comme dans le cas de l'expérience TEMASOL au Maroc.

ETUDE DE CAS : L'électrification solaire au Maroc



Au Maroc, grâce à l'énergie solaire, les foyers les plus isolés accèdent au confort de l'électricité.

Avec son programme d'électrification rurale, l'Office National d'Énergie Électrique (ONE) apporte l'électricité à des foyers en plus de villages éloignés. Dans les régions où l'habitat est très dispersé, il est impossible d'acheminer chaque maison avec le réseau. Grâce au solaire, les habitants de ces régions bénéficient aussi du confort de l'électricité. Il s'agit d'un programme innovant, lancé par l'ONE, avec des spécialistes de l'énergie solaire, qui assurent non seulement la fourniture des équipements solaires mais aussi un vrai service de proximité dans la durée. Récents ou septennaires au début, les bénéficiaires de l'énergie solaire sont aujourd'hui très satisfaits du service reçu. Les avantages d'un accès à l'électricité sont nombreux. Le programme solaire de l'ONE sera étendu à plus de 100 000 maisons, faisant ainsi du Maroc l'un des leaders mondiaux de l'utilisation de l'énergie solaire pour l'électrification rurale.

Le solaire : comment ça marche ?

Pour produire son électricité, chaque maison est équipée d'un générateur solaire (panneau/batterie/régulateur). Le panneau solaire transforme les rayons du soleil en électricité. Cette électricité est stockée dans une batterie solaire, afin d'être disponible la nuit comme le jour, pour alimenter les lampes, la télévision, etc. Le régulateur électronique gère automatiquement la charge et la décharge de la batterie. Ette o jours can o soleil ? La batterie contient une réserve d'énergie correspondant à 5 jours d'autonomie. Cela permet à l'installation de fonctionner toute l'année, y compris les jours de mauvais temps. Il est néanmoins recommandé de ne jamais gaspiller l'électricité pour éviter toute coupure.

Quel équipement dans la maison ?

Les équipements proposés répondent aux besoins primaires des habitants en milieu rural : l'éclairage (4 à 5 lampes) et une prise pour alimenter une télévision, une radio, un chargeur de téléphone mobile...



L'éclairage est très utile dans un foyer rural.

Est un régulateur ? Pour satisfaire cette demande (encore faible), un kit comprenant un régulateur sera proposé dans les prochains marchés de l'ONE.

Un service garanti 10 ans

Le projet est conçu comme une véritable prestation de service. L'opérateur solaire mandaté par l'ONE installe chez chaque client un générateur solaire, des lampes (base consommable), une prise 12V (pour télévision, radio, chargeur de téléphone...) et tous les câblages sont d'abord installés chez chaque client. L'opérateur solaire se charge ensuite de l'entretien de l'installation pendant une durée de 10 ans. (Le renouvellement de la batterie est également pris en charge par l'opérateur).

Combien ça coûte ?

Chaque client paie un droit d'abonnement initial, plus une redevance mensuelle forfaitaire. Plusieurs niveaux sont proposés. Par exemple, dans le cadre des derniers marchés, pour une installation comprenant : 4 lampes et une prise pour la télévision, le tarif est :
 • 800 Dh à la signature du contrat,
 • puis 686 Dh/mois.
 (Taux de TVA de 20% sur le contrat, 0% sur le service).

Des prix bas grâce à une subvention de l'ONE.

Les prix payés par les clients sont en fait inférieurs au coût réel du matériel et du service reçu. En effet, l'ONE finance une subvention pour chaque installation, au titre de la péréquation. TEMASOL intervient comme investisseur en participant aussi au financement des équipements.

Qui peut bénéficier de ce projet ?

Les habitants des communes non raccordées au réseau ONE, dans les provinces listées ci-dessous, peuvent adresser à Temasol pour signer un contrat d'électricité solaire. Temasol a des agences locales au cœur des régions concernées et assure des présences dans les souks pour informer les clients potentiels. A ce jour, Temasol intervient sur 24 provinces pour apporter l'électricité solaire à plus de 50 000 clients :



Phase 1 : 4 provinces sur lesquelles les marchés ont commencé en 2002 et finissent en 2005, pour 16 000 clients : KHENIFRA, KHENISSSET, KHOUERIBJA et ISSATTAT

Phase 2 : 20 provinces où les travaux débutent en 2005 pour 30 000 clients : ALHOCEIMA, AGADIR, IDAOUITANINE, ALISMALIA, BERKANE, CHEFCHAOUEN, CHTOUKA, AIT BAHJA, ELHAJEB, FIKOUJ, IFRAINE, JERADA, KENITRA, LARACHE, OUDJA, ANGAR, MOULAYYAOUB, MADORA, SIDI KACEM, TAOUBATE, TAZA, TATA et ZOUGARA MOULAYYAOUB.

Prochaine phase probable : SHARAFATE-TEMARA, S.A.E. ALJADIDA, TETOUAN, ZERROUËL et BOULEMANE pour 5 000 clients supplémentaires.



Temasol - 3 rue Akrcul - 70000 Bab el Haraan - Maroc - e-mail : temasol@temasol.com



L'ONE, a décidé de faire appel à la solution solaire, en complément des techniques habituelles, pour repousser les limites géographiques de l'électrification, et ainsi permettre aux populations des zones à habitat dispersé d'accéder aussi au confort de l'électricité.

Conscient de la spécificité du volet solaire de son programme, l'ONE a sollicité des professionnels expérimentés, dans le cadre d'un partenariat public - privé bien étudié :

- L'opérateur solaire, TEMASOL apporte son savoir faire de spécialiste expérimenté, et assure une prestation complète, avec des moyens flexibles, adaptés aux conditions techniques, géographiques et sociales de l'électrification solaire.
- L'ONE assure la cohérence globale de l'électrification rurale, il détermine les zones pour lesquelles la solution solaire est la meilleure. Ces choix sont officialisés par des conventions avec les communes concernées. L'ONE définit le cahier des charges, sélectionne et mandate l'opérateur solaire, contrôle le respect des engagements et mesure la satisfaction des clients solaires.

L'effet d'échelle lié à l'ampleur du programme permet de minimiser les coûts du service. L'ONE apporte le financement de péréquation qui permet à l'opérateur solaire de pratiquer le tarif équitable décrit plus haut.

Ainsi, l'ONE maîtrise le coût de l'électrification rurale des sites les plus dispersés ; les habitants de ces régions ne sont plus exclus de l'accessibilité au service de l'électricité ; les opérateurs solaires réalisent des marchés à grande échelle, qui ne pourraient pas exister sans le concours de l'ONE.

La mise au point des marchés solaires été facilité par une bonne coopération entre l'ONE et les professionnels du solaire, réunis en association (AMISOLE, Association Marocaine des Industries du Solaire et de l'Eolien). Le partenariat tel qu'il existe aujourd'hui entre l'ONE et les opérateurs solaires est considéré comme un modèle par de nombreux pays qui souhaitent intégrer les avantages de l'énergie solaire dans leurs programmes d'électrification solaire.

Coût et financement du programme

De manière simplifiée, (sur la base du premier marché) le coût initial moyen d'un système installé est d'environ 630 Euros. L'ONE apporte une subvention qui couvre env. 66% de ce coût (4500 Dh HT), la part initiale du client représente environ 10%. Temasol finance le solde, soit 24%. Les redevances mensuelles collectées par Temasol lui permettent de couvrir, l'amortissement de son investissement initial, le renouvellement des équipements (dont les batteries) et les charges d'exploitation.

La KfW (banque de développement allemande) et l'Agence Française de développement (AFD) ont participé au financement du programme. Le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) a financé une assistance technique pour la première tranche de ce programme. L'ADEME (Agence Française de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie) a conduit et financé, avec le Ministère français des affaires étrangères le Programme Pilote d'Electrification Rurale (de 1989 à 2000), réalisé en coopération avec le CDER (Centre de Développement des Energies renouvelables), dont les enseignements techniques et socio-économiques ont été utilisés par Temasol pour préparer son offre PERG Solaire. Dans la continuité, l'ADEME finance une étude permettant de capitaliser l'expérience acquise par Temasol, susceptible d'être dupliquée dans d'autres pays.

Le métier d'opérateur solaire

Temasol réalise une prestation globale d'opérateur solaire sur 10 ans, à la manière d'un « concessionnaire solaire ». Temasol bénéficie sur ce métier très spécifique de l'expérience de Total Energie, opérateur solaire dans de nombreux pays, depuis plus de 20 ans. Ce métier comprend les tâches suivantes :

- Marketing et prospection : Temasol se charge de promouvoir l'offre solaire, et de signer les contrats avec les clients intéressés.
- Fourniture et installation : Temasol achète les équipements (modules Total Energie) et les installe (dans un délai de 15 jours après signature des contrats) ;
- Maintenance : Temasol assure le renouvellement des composants (batteries, régulateurs), et le dépannage (avec un engagement d'intervention en moins de 48 heures).
- Gestion et exploitation : Temasol se charge de la gestion du programme, ce qui comprend la collecte des redevances mensuelles auprès des clients.

En complément des projets de type « concession » menés par Temasol, Total Energie Maroc réalise des projets d'électrification solaire, pour des applications professionnelles (relais de télécommunication...) ou pour des collectivités (Ecoles, mosquées...). Total Energie Maroc commercialise aussi des chauffe-eau solaires.

Un programme équivalent pour l'accès à l'eau.

Temasol conduit avec l'ONEP (Office National d'Eau Potable) un programme d'installation de pompes solaires, pour permettre aux habitants de sites isolés, non raccordables au réseau d'adduction, d'accéder à une fourniture d'eau potable de bonne qualité à un prix équitable et adapté. La Fondem (Fondation Energie pour le Monde) apporte une aide à l'investissement pour ce programme.

7.2 Les chauffe-eaux solaires

Dans le même esprit, l'équipement de l'hôtellerie et des collectivités en chauffe-eau solaires permettrait de réduire la charge ou la consommation de produits pétroliers. Ce peut être également une opportunité de création d'une petite industrie locale pour la Région qui ne dispose pas à ce jour de fabricant local pour ces produits de technologie abordable.

7.3 Les usages énergie humaine ou animale

La connexion au réseau étant techniquement ou économiquement inaccessible de même que l'achat d'un système photovoltaïque individuel pour la grande majorité de la population, certaines applications électriques pourraient néanmoins bénéficier aux foyers ruraux par l'intermédiaire des produits actionnés par l'énergie humaine ou animale : l'éclairage par diodes électroluminescentes, le téléphone portable voire l'ordinateur rechargeables par dynamo ou générateur à ressort.

L'Université de Delft aux Pays-Bas s'est intéressée à l'énergie produite par l'être humain par rapport à la consommation de certains appareils électroniques. C'est ainsi qu'en 1999, A. Jansen [2] détermine et publie les tableaux suivants (Tab. 1) :

Tableau 41 : Puissance mécanique de quelques activités musculaires (A. Jansen)

Action	Puissance (W)
Appui sur un bouton avec le pouce	0.3
Action de serrer / desserrer avec la main	6
Tourner une manivelle	21
Faire du vélo à 25 km /h	100

Tableau 42 : Puissance consommée par quelques appareils électriques portables (A. Jansen)

Appareil	Puissance électrique concernée	
Petite radio FM	30 mW	
Walkman en Play	60 mW	
Téléphone portable	Appel	2 W
	Veille	35 mW
Lampe électrique de poche	4 W	

Source : Université de Delft aux Pays-Bas

7.4 La pico et la micro hydroélectricité décentralisée

Le Burundi dispose de nombreux petits gisements hydroélectriques qui peuvent permettre d'électrifier des sites isolés de façon plus ou moins régulière en fonction de l'hydraulicité.

Les systèmes pico-hydroélectriques ont généralement une puissance comprise entre 200 et 1000 W, mais le terme "pico hydro" inclut souvent les systèmes dont la puissance peut atteindre 5 kW.

Une étude économique comparative, comprenant les frais d'investissement et de maintenance, de plusieurs options énergétiques a montré que la pico hydro est l'une des technologies les plus abordables pour l'électrification des communautés rurales : entre 74 et 150 \$ par an pour la pico hydro, pas moins de 140 \$ par an pour les autres systèmes (photovoltaïque, éolien, thermique...).

Par ailleurs, une pico centrale peut fournir un courant alternatif de 220 V 24 heures sur 24 ce qui peut plus facilement permettre le développement d'activités économiques.

La gamme des turbines disponibles est relativement vaste : Turbo, Pelton, turbines à flux traversant... Elles peuvent ainsi s'adapter à toutes les hauteurs de chute.

Les unités sont petites et bon marché et ce qui facilite les possibilités d'achat, d'installation et de gestion par un ménage rural.

Cette technologie est généralement employée pour subvenir aux besoins domestiques : éclairage, télévision, radio et parfois pour recharger des batteries.

ESMAP a également mis en place une structure locale d'accompagnement de la filière, dont le but est la formation des techniciens et des usagers et la promotion de la technologie pour favoriser le développement du secteur privé.

Elle a permis d'évaluer le coût des projets : le coût moyen d'une unité pilote en Equateur s'est élevé à 475 \$ (génie civil, câbles et équipements électriques compris). Dans quelques années, la concurrence pourrait faire diminuer ce prix à 200 \$. Le coût de la maintenance a été évalué à 5 \$ par an par unité et leur durée de vie à 5 années.

7.5 La « pré-électrification »

A partir d'un point d'alimentation en réseau, d'une installation photovoltaïque, hydraulique ou éolienne décentralisée, il est possible de permettre la recharge de batteries pour la clientèle domestique avec un type de gestion semblable à celle des bornes – fontaines dans le cadre d'initiatives privées.

Au Mali, cette méthode consiste à électrifier les villages à travers l'installation, soit de Systèmes Photovoltaïques Individuels (SPI) chez des clients domestiques, soit l'installation de Plates -Formes Multifonctionnelles (PTF) alimentant 2 ou 4 kilomètres de réseaux d'éclairage public de 60 lampadaires. Ce réseau électrique alimente au passage 100 à 200 clients domestiques, sociocommunautaires et productifs situés le long desdits réseaux. Les installations dans le cadre de la pré électrification rurale sont exploitées par un Comité de Gestion Electrique mis en place à cet effet et composé d'au moins un agent technico-commercial et un Président élu en Assemblée Villageoise.

Les projets de Pré électrification par Plates-formes Multifonctionnelles exécutés par l'AMADER sont une réponse à la problématique «femme et pauvreté» car ces machines fonctionnent aussi bien au gasoil qu'à l'huile de jatropha qui est un biocarburant dont une bonne organisation de la filière, à l'instar de la filière huile de karité, procure des revenus supplémentaires aux femmes du milieu rural.

8 LES AXES STRATEGIQUES

8.1 Introduction

Les axes stratégiques regroupent par famille les actions susceptibles de permettre l'atteinte des objectifs. Le présent chapitre définit un catalogue des axes stratégiques recommandés en développant quelques actions parce qu'elles paraissent particulièrement dignes d'intérêts ou qu'elles sont envisagées pour une réalisation prochaine.

Certains axes stratégiques sont de nature transverse en ce sens qu'ils concernent plusieurs formes d'énergie. C'est le cas de certaines actions de gouvernance et des actions qui impliquent des substitutions ou des associations énergétiques. Ces dernières opportunités demeurent cependant assez rares de telle sorte que la plupart des axes stratégiques seront spécifiques d'une forme d'énergie. Le chapitre présente donc un catalogue des axes stratégiques transverses puis un catalogue des axes stratégiques spécifiques par sous-système.

Les axes stratégiques transverses comprennent d'une part ceux relatifs à la gouvernance du système énergétique et d'autre part ceux qui concernent des actions impliquant simultanément plusieurs formes d'énergie.

8.2 Les axes stratégiques relatifs à la gouvernance

8.2.1 Renforcer les structures de gouvernance

Face aux besoins énergétiques croissants et multiformes des populations et de l'économie nationale, il est nécessaire d'engager des actions de renforcement du cadre institutionnel, réglementaire et normatif en vue d'assurer au secteur de l'Énergie une meilleure gestion et une plus grande efficacité.

Le secteur de l'énergie, met en jeu de multiples acteurs étatiques (Ministères chargés de l'énergie, de l'industrie, du commerce, de l'agriculture, des finances, etc. ainsi que leurs services rattachés respectifs ou privés (les paysans, les artisans, le secteur financier, les consommateurs à travers les organisations consoméristes).

Le manque de coordination des activités de ces structures surtout ministérielles, longtemps aggravé par l'absence de documents de référence, n'a pas favorisé une approche globale du problème énergétique à l'échelle nationale avec notamment pour corollaire la dispersion des données statistiques et l'incohérence dans la détection des tendances d'évolution des divers paramètres économiques.

En outre, si les missions des différentes structures techniques impliquées dans le secteur énergétique national paraissent pertinentes, la révision de leurs prérogatives s'avère nécessaire pour éviter des conflits de compétence et provoquer des gains de productivité. Les structures doivent en outre collaborer davantage pour le développement d'une approche globale du problème énergétique, ainsi que pour permettre la centralisation et le traitement de données statistiques complètes et fiables sur les différents sous secteurs de l'énergie.

La mise en œuvre cohérente et efficace de la stratégie énergétique nationale doit s'inspirer de l'approche systémique elle-même en distinguant :

- Des structures opérationnelles adéquates pour la prise des décisions stratégiques et la mise en œuvre pratique des projets et programmes;
- Des structures consultatives performantes chargées d'assister les structures opérationnelles et de coordonner le développement des secteurs énergétiques et socioéconomiques du pays.

Structures opérationnelles

Le pilotage du système énergétique implique la capacité d'en fixer les finalités, les variables essentielles et les objectifs dans un cadre de référence bien défini, d'en contrôler les résultats et l'efficacité des divers acteurs impliqués. En théorie la Direction de l'Énergie assure ce pilotage pour le compte du Ministère de l'Énergie et des Mines.

Ce pilotage n'a toutefois de sens que s'il est en mesure de conduire vers des performances pour la collectivité nationale et non simplement de gérer la pénurie ce qui est le cas aujourd'hui faute de ressources notamment financières.

Le modèle de pilotage peut s'inspirer de la présente étude systémique en répartissant les responsabilités dans les sous-systèmes. La fixation et l'atteinte des objectifs globaux du système demeurent l'apanage et la responsabilité du pilote du système. Par contre la fixation des objectifs par sous-système peut-être déléguée à un autre acteur pour autant qu'ils restent compatibles avec les objectifs globaux et les ressources effectivement disponibles sous sa responsabilité. On s'oriente alors vers une forme de pilotage décentralisée. Si le choix des actions reste seul délégué, on parle plutôt de déconcentration. Le pilote peut aussi rester dans le cadre centralisé s'il décide à la fois des objectifs à atteindre et des actions à mener dans ce but. La responsabilité des pilotes de sous-systèmes reste alors de pure exécution.

Dans le cas du Burundi le pilotage sera sans doute polymorphe selon la forme d'énergie et la géographie. De la sorte, le système énergétique pourra clairement être organisé en suivant les orientations suivantes :

- La coordination générale du secteur énergétique sera de la responsabilité du Ministre de l'Énergie et des Mines et comprend le choix des finalités globales et de celles des sous-systèmes de rang 1, des variables essentielles et des objectifs correspondants.
- La responsabilité de la définition de la politique et de la formulation des stratégies qui inclut cependant les études préparatoires, sera séparée de celle de leur mise en œuvre pour éviter qu'une culture de moyens perturbe la culture de résultats.
- La conduite du secteur énergétique et notamment la décision sur les projets sera ouverte, transparente et clairement orientée dans le sens des intérêts de la nation dans son ensemble.
- Une approche systémique globale et partagée deviendra la référence du processus de concertation entre le gouvernement et ses partenaires au développement pour assurer une coordination appropriée efficace et effective dans l'utilisation des ressources du secteur énergétique.
- Chaque institution impliquée dans le secteur énergétique aura un rôle et des responsabilités clairement définies en termes d'objectifs et de résultats.

Certaines frontières mériteraient d'être revues comme celle existant entre la REGIDESO et la DGHHER.

- Un comité interministériel sur l'énergie se réunira au moins une fois par trimestre pour assurer une coordination interministérielle et interentreprises suffisante.
- Les communications des délégués des Comités Techniques de Coordination et de Planification seront présentées à la CNE de façon régulière

Seront notamment entrepris:

- Le recentrage et le renforcement des structures publiques et privées existantes peu performantes ;
- La création des structures adéquates pour prendre en charge les domaines du secteur non gérés ou mal gérés notamment la vérification et le contrôle des installations et des appareils d'utilisation ;
- L'établissement des normes adaptées aux réalités nationales dans les différents sous secteurs de l'énergie.

Structures consultatives

Pour renforcer le cadre de concertation dans le secteur, il est notamment recommandé de créer une Commission Nationale de l'Énergie assisté de Comités Techniques de Coordination et de Planification pour chacun des sous-secteurs.

La Commission Nationale de l'Énergie est une commission interministérielle placée sous la Présidence du Ministre en charge de l'Énergie. Elle est composée :

- de tous les Ministres concernés par l'un ou plusieurs sous secteurs énergétiques ;
- des Directeurs de toutes les structures techniques travaillant dans le domaine énergétique ;
- des principaux investisseurs privés ;
- des représentants de toutes les catégories de consommateurs de l'énergie notamment des secteurs industriels, commerciaux et domestiques, et
- des représentants des bailleurs de fonds.

Cette Commission a principalement pour mission d'appuyer le Ministre en charge de l'énergie dans l'actualisation, le suivi et l'évaluation de la Politique Énergétique Nationale ainsi que dans l'analyse des grandes problématiques du secteur.

Les Comités Techniques de Coordination et de Planification, organisés par sous-secteur énergétique, constituent des comités interservices, composés des représentants des divers services concernés par la production et l'utilisation de l'énergie, des organisations de masses et des collectivités intéressées. Compte tenu du rôle crucial de la problématique du financement, ces Comités devraient inclure des représentants des principaux investisseurs et bailleurs de fonds impliqués dans le sous-secteur. Ces Comités conseillent et aident les services centraux et personnalisés impliqués dans la gestion du secteur de l'énergie. Ils comportent des démembrements au niveau des régions pour tenir compte de tous les aspects du développement de

l'Énergie liés notamment à la décentralisation. Ils sont notamment consultés sur tous projets de coopération sous-régionale, régionale et internationale dans le domaine énergétique.

8.2.2 Améliorer le cadre légal et réglementaire

Les principales forces du Cadre Juridique actuel définies dans les actuels textes de lois sont :

- La volonté politique exprimée de donner une place prépondérante au Secteur de l'Énergie dans l'appui à la production socio-économique,
- La désignation par Décret portant Structure du Gouvernement du Burundi, d'une seule Institution (MEM) comme coordonnatrice de l'ensemble du système énergétique. Il faut noter que le renforcement des Services de l'Administration Centrale et Organismes relevant de la Tutelle du Ministère de l'Énergie et des Mines constitue aussi une bonne opportunité: la planification et la coordination de toutes les activités du Secteur de l'Énergie sont dès lors analysées sous une seule matrice.

Malgré tout des faiblesses subsistent et devraient faire l'objet d'actions rectificatives:

- Le retard dans la signature de certains textes portant organisation des autres structures, tel que l'Organe de Contrôle et de Régulation du Secteur de l'Électricité,
- L'absence de Contrat de Concession et de Cahier des Charges Type pour promouvoir la libéralisation du secteur de l'Électricité;
- L'ignorance des textes actuels régissant le Secteur de l'Énergie, ce qui induit des retards énormes dans l'intéressement des bailleurs et du Secteur Privé
- L'instabilité de la tutelle administrative dont dépendent les producteurs d'électricité ou les promoteurs des énergies renouvelables en milieu rural ;
- L'absence de lien hiérarchique et de coordination entre les planificateurs (DGEE) et les producteurs (REGIDESO, DGHER) dans un même secteur, ce qui peut constituer une menace pour le système global.

8.2.3 Renforcer la régulation et le contrôle

Les organisations intrinsèquement monopolistiques de certaines structures du secteur énergétique, les risques pour la santé et la sécurité publique inhérents à la plupart des formes de l'énergie exigent que soit mise en place une régulation technique et économique. L'apparition progressive d'opérateurs privés locaux ou étrangers, l'existence de clients plus sensibles et la nécessaire équité entre la clientèle basse tension et les gros clients industriels exigera progressivement la mise en place d'un régulateur indépendant. Les expériences africaines en la matière offrent des résultats contrastés notamment en matière d'indépendance, de coût et de compétences de l'organisme. Une option intéressante serait la création d'une Commission de Régulation commune au Rwanda, à l'Est de la RDC et au Burundi dans le cadre d'EGL par exemple.

Dans un premier temps cependant cette responsabilité pourrait être assurée par le Ministère de l'Énergie et des Mines notamment par le biais de contrats de performance avec les opérateurs uniques comme la REGIDESO ou la DGHHER.

Quel que soit l'organisme en charge de la régulation les principes suivants seront appliqués :

- Le professionnalisme et l'indépendance par rapport aux pressions politiques sont les vertus de base qui animent la régulation tarifaire et l'octroi de licences aux fournisseurs d'énergie.
- Un savoir-faire suffisant en matière de régulation doit être acquis par les entités en charge de la tarification de l'énergie et les autres entités impliquées dans l'établissement des normes techniques environnementales et de sécurité nécessaires au secteur énergétique.
- Les approvisionnements seront conduits selon des principes de transparence, d'égalité de traitement et de non-discrimination entre les différents candidats.
- La lutte contre les activités frauduleuses sera renforcée.

La tarification est le sujet central de la régulation. Une valorisation pertinente de l'énergie est un moyen approprié de fournir aux consommateurs les bons signaux pour les encourager à une utilisation efficace et productive de l'énergie. De même elle incite les producteurs d'énergie à exploiter leurs installations de façon rentable et à effectuer les bons investissements pour permettre à l'ensemble de la population d'accéder à des formes d'énergie moderne.

Les règles de base suivante seront mises en œuvre quel que soit le sous-secteur :

- les prix de l'énergie seront fixés de façon à couvrir les coûts d'approvisionnement (au début au moins ceux d'exploitation et de maintenance et à terme les coûts d'investissement.)
- Les subventions budgétaires ou émanant des bailleurs de fond seront consacrées à l'investissement plutôt qu'à l'exploitation.
- Les ressources disponibles pour le secteur énergétique seront dépensées en premier lieu pour permettre l'accès à des formes modernes d'énergie à ceux qui en sont dépourvus plutôt que pour réduire le coût de l'énergie pour ceux qui en sont déjà dotés.
- la stricte application de cette politique tarifaire pour l'énergie peut poser des problèmes à beaucoup de consommateurs. Si toutefois une subvention permanente est mise en place sur la base de considérations sociales il faudra que :
 - toutes les formes de subventions soient transparentes aux yeux des consommateurs d'énergie
 - les subventions croisées éventuelles entre des catégories de consommateurs seront justifiées par des arguments de mieux-être social.
 - Les subventions directes seront attribuées de façon transparente par le gouvernement central ou les autorités régionales.

- Le bilan socio-économique des subventions sera systématiquement analysé et un rapport annuel présenté au Parlement par le Ministre de l'Energie et des mines.

8.2.4 Construire un système d'information moderne

Les technologies de l'information et de la communication ont un rôle critique à jouer dans le développement de la stratégie nationale décrite dans la vision Burundi 2025. La composante énergétique y est modeste mais cruciale, alors que les bénéfices et les potentiels en résultant sont immenses. Il convient :

- d'assurer un approvisionnement efficace, adéquat, et compétitif en électricité pour satisfaire les besoins de ces technologies tant en zone urbaine que rurale
- de promouvoir et d'améliorer l'utilisation des technologies modernes de l'information dans la planification, les contrôles, le diagnostic, les bases de données et la gestion du secteur énergétique lui-même.
- Une banque de données performante et à jour sur l'énergie sera construite pour permettre une gestion efficace du secteur énergétique et notamment à sa planification
- Une attention particulière sera portée à la formation à tous les niveaux de telle sorte que les ressources humaines, informatiques et de communication électronique soient disponibles dans les institutions concernées pour les rendre plus efficaces

8.2.5 Développer et préserver les compétences énergétiques

Dans la mesure où toute politique est destinée aux hommes et mise en œuvre par les hommes, la pleine atteinte des objectifs visés requiert la prise en compte d'une disponibilité judicieuse des ressources humaines. Il importe donc :

- De doter en personnel compétent et suffisant, les différentes structures opérationnelles et consultatives créées ;
- D'informer et d'éduquer adéquatement les acteurs et bénéficiaires du secteur énergétique, en vue d'assurer l'adoption de mesures comportementales et techniques susceptibles d'améliorer le développement, la gestion et la consommation de toutes les formes d'énergie ;

Pour ce faire, il est nécessaire d'établir un plan portant notamment sur :

- le recrutement du personnel complémentaire pour assurer les effectifs cibles des cadres organiques de l'ensemble des structures opérationnelles;
- la formation et le perfectionnement périodique du personnel disponible notamment en matière d'ingénierie, de recherche-développement, de fabrication et d'entretien de systèmes énergétiques;
- l'assistance technique principalement dans les domaines de la planification énergétique, l'audit énergétique, la recherche et l'exploitation de la biomasse (plantation énergétique seconde génération, nouvelles technologie de transformation et d'utilisation) , l'électrification rurale et l'énergie domestique.

Concernant l'éducation et l'information des utilisateurs des services énergétiques, il conviendrait de recourir aux mass média, aux organisations de masse et aux opérateurs du secteur à travers un plan de communication couvrant toutes les formes d'énergie. Les représentants des opérateurs et utilisateurs des services énergétiques siègeront dans les structures consultatives du secteur.

- Une attention particulière sera portée à la formation à tous les niveaux de telle sorte que les ressources humaines, soient disponibles dans les institutions publiques et les entreprises privées concernées pour les rendre efficaces
- Il s'agit aussi bien de la formation de base dès le primaire permettant de donner des notions énergétiques de base au public, notamment en terme de sécurité et de santé, que de la formation professionnelle pour les techniciens, les ingénieurs et les commerciaux qui seront conduits à servir dans les institutions et les entreprises.
- Il s'agit aussi de la formation continue appuyée par des conférences suivies à distance ou même par des stages à l'étranger.
- Le renforcement momentané des structures par des experts étrangers doit être envisagé en privilégiant le transfert de compétences. Les Ministères de l'Energie et des Mines et de l'Environnement devraient en être les principaux bénéficiaires.
- La sécurité des travailleurs et des utilisateurs de l'énergie doit être renforcée par la mise en œuvre d'une politique de sécurité du travail dans les activités énergétiques basées sur les meilleures références internationales.

La création d'une structure de formation aux techniques énergétiques à l'échelon régional doit être envisagée par exemple là encore dans le cadre d'EGL.

8.2.6 Développer et diversifier les modes de financement

La mobilisation des moyens financiers et matériels est fondamentale et conditionne la réussite de la mise en œuvre de la stratégie du secteur énergétique. Les investissements requis sont disproportionnés par rapport aux ressources nationales. La stratégie de financement s'articule autour de la mobilisation de nouvelles ressources nationale et de l'aide extérieure :

- Institution d'une rémunération des ressources hydroélectriques mises à disposition par le Burundi sous la forme d'un prix du kWh produit par les opérateurs publics ou privés. Le montant de cette rémunération reste à déterminer mais pourrait varier de 2 à 5 c€/kWh selon les sites et les utilisateurs. Dans le cas du projet minier de Musongati cette contribution pourrait ainsi atteindre 16 à 35 M€ annuellement.
- Appel à l'aide extérieure bilatérale et multilatérale sous forme de subvention ou de prêts concessionnels (faibles taux d'intérêt et longue durée de remboursement), dans le cadre de l'aide prioritaire aux pays en sortie de conflit, pour réaliser notamment les investissements nécessaires à l'équipement des structures et à la réalisation des grands ouvrages. L'accès à ces genres d'aide sera facilité par l'élaboration de programmes énergétiques prioritaires bien structurés ;
- Appel aux capitaux privés étrangers, destinés entre autres au financement de la création d'activités et d'entreprises intervenant dans le secteur de la biomasse

énergie, avec une association appropriée des capitaux burundais privés et/ou publics ;

- Mobilisation et/ou réorientation vers le secteur énergétique, sur incitation du Gouvernement, de capitaux privés burundais actuellement tournés en majorité vers d'autres secteurs ;
- Implication accrue des systèmes bancaires et financiers locaux ou régionaux dans le financement de projets et programmes énergétiques initiés par les secteurs publics, parapublics et privés.
- Création d'un Fonds National de l'Énergie sur la base d'une étude spécifique, alimenté par un système de taxation approprié, lié aux bénéfices des services énergétiques et qui permettra notamment à l'État, de financer sa contribution dans les projets et programmes énergétiques, d'assurer le fonctionnement et l'équipement des structures mises en place et de promouvoir la valorisation des potentialités nationales en ressources énergétiques.
- Participation aux appels à proposition qu'offrent l'Union Européenne dans le cadre de la facilité énergie, les mécanismes du développement propre (MDP). Le dernier rapport d'évaluation au sujet de la participation des états africains souligne la réaction timide du Burundi par rapport aux opportunités de financement.

Comme le souligne le rapport de la CNUCED, il n'est pas raisonnable d'espérer à bref délai des financements substantiels à l'échelle des besoins par le budget de l'Etat en dehors de quelques actions volontaristes. Le budget est en effet principalement consacré à des actions sociales dont dépend la reconstruction politique du pays. Cette source de financement du secteur énergétique pourra par contre devenir importante à terme dans le meilleur des scénarios.

L'intervention du secteur privé, qu'il s'agisse d'investisseurs ou d'organisations non gouvernementales est la bienvenue à tous les niveaux et dans toutes les formes d'approvisionnement énergétique:

- la sylviculture, le charbon de bois et la tourbe
- les explorations pétrolières et géothermiques
- le stockage et la distribution des produits pétroliers
- la production de gaz méthane à partir de gisements lacustres, de déchets urbains agricoles ou autres,
- les grands projets de production d'électricité
- les microcentrales hydroélectriques
- les installations solaires photovoltaïques
- l'énergie éolienne
- les petits réseaux de distribution isolée,
- les services et les audits énergétiques
- la commercialisation des chauffe-eaux solaires
- la distribution et la maintenance de systèmes autonomes domestiques notamment les foyers efficaces, le charbon de bois, le pétrole lampant, les foyers et les éclairages au gaz de pétrole liquéfié

- les projets d'efficacité énergétique

Il conviendra cependant de vérifier la crédibilité et la motivation des partenaires qui se manifestent. Beaucoup ont jusqu'ici déçu les espoirs qu'ils avaient fait naître.

En outre le gouvernement travaillera avec les entreprises pour assurer la structuration et le financement rapide des projets de partenariat public-privé dans le secteur énergétique soit par le biais de financements conjoints dès que les ressources de l'Etat les rendront possibles, soit encore par la recherche de garanties internationales (MIGA) de préférence aux garanties souveraines sources d'imprévus dans l'exercice budgétaire.

Le gouvernement veillera à mobiliser les financements associés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du mécanisme de développement propre. C'est la principale motivation d'une recherche de la réduction des émissions de GES au Burundi, ce pays ne devant en aucun cas gaspiller des ressources dans le seul but de réduire ses propres émissions qui sont insignifiantes au plan mondial. Partout où cela sera possible, le développement de ressources énergétiques respectueuses de l'environnement sera soutenu à travers les mécanismes du commerce mondial du carbone : le MDP ou le marché libre de réduction des émissions de CO₂.

- Les démarches seront entreprises pour obtenir les certificats de réduction d'émissions, ce qui exige que les promoteurs de projets puissent démontrer l'« additionnalité » c'est-à-dire prouver que les réductions d'émissions prévues n'auraient pu être obtenues sans l'apport des crédits de réduction d'émissions.
- La certification des réductions d'émissions contrôlées sera recherchée en utilisant les normes internationalement reconnues pour ce faire afin d'augmenter leur valeur sur le marché libre du carbone. Les produits de ces démarches seront réinvestis par le gouvernement dans de futurs projets d'énergie renouvelable.
- Le gouvernement est déterminé à développer ses compétences dans l'évaluation des propositions de projets utilisant les certificats d'émissions et à s'assurer que le Burundi optimise les bénéfices qu'il peut retirer du mécanisme de développement propre et du marché libre du carbone

Dans ce contexte, le concours des bailleurs de fonds internationaux bilatéraux et multilatéraux est indispensable pour financer les grandes infrastructures énergétiques non reliées à des projets miniers. Il en va ainsi des projets de centrales électriques hydrauliques et thermiques, des canalisations de transport électriques et pétrolières mais aussi des projets impliquant un grand nombre de produits industriels tels que foyers améliorés, compteurs à prépaiement, etc. Cette implication incontournable des bailleurs de fonds les entraînent donc de fait dans la gouvernance du secteur puisque leurs décisions et leurs conditions rendent ou non possibles les choix stratégiques qui seront mentionnés plus loin. Cet état de fait devrait les conduire à participer activement et de façon coordonnée à un organe décisionnel sur l'énergie jusqu'à ce que l'état du système permette au Ministère de l'Energie et des Mines de retrouver des degrés de liberté dans ses choix.

8.2.7 Etendre le champ d'action de la coopération régionale.

Pays de taille réduite et enclavé, le Burundi a tout à gagner à l'approfondissement de la coopération régionale et à l'intégration régionale du secteur énergétique qui lui permette de bénéficier des ressources et de l'attractivité d'ensembles géopolitiques

plus importants. Comme on le verra dans les axes stratégiques relatifs aux sous-systèmes électriques et pétroliers cette politique porte ses fruits sur le plan des développements techniques. Elle pourrait être étendue aux domaines transverses du système énergétique :

- La régulation régionale susceptible d'introduire davantage d'indépendance que les organismes nationaux dans l'arbitrage et le contrôle des systèmes tout en partageant les coûts fixes de cet organisme entre les Etats.
- Les activités de planification énergétique permettant de disposer d'un savoir-faire plus pointu tant pour les études réellement régionales que pour les études nationales complexes.
- La recherche dans le domaine technique, à propos des technologies innovantes et sûres sur le plan environnemental, tout particulièrement dans le domaine de la biomasse et des autres énergies renouvelables.
- L'innovation sociale dans l'examen des aspects pratiques et de l'acceptabilité culturelle de l'utilisation des technologies énergétiques notamment du point de vue des femmes.
- L'analyse économique et financière, en étudiant les coûts, les bénéfices et l'accessibilité économique des énergies alternatives, en menant les études de marché et le suivi nécessaires pour les commercialiser avec succès et évaluer dans quelle mesure les collectivités locales et les entrepreneurs, notamment les femmes, peuvent être encouragés à devenir des fournisseurs d'énergie.
- La mise en place d'organismes d'assistance et de formation communs

8.3 Les substitutions énergétiques entre sous-systèmes verticaux

8.3.1 Les opportunités

Le tableau ci-dessous indique les substitutions possibles entre sous-systèmes énergétiques pour réduire la pression sur les ressources ligneuses, les importations de produits pétroliers et/ou les coûts d'exploitation notamment pour les organismes sociaux ou les services publics.

Tableau 43 : Substitutions possibles entre sous-systèmes énergétiques

Peut se substituer à...ci-dessous, pour :	Hydroélectricité	Produits pétroliers	Biomasse/ tourbe	NER
Hydroélectricité	Eclairage, force motrice, usages thermiques, TIC	Production d'électricité	Production d'électricité	Eclairage public, chauffage de l'eau, pompage, TIC, production d'électricité
Produits pétroliers	éclairage domestique, force motrice	Transport, cuisson, force motrice, éclairage, usage thermique/chimique ; production d'électricité	Cuisson, transports, usages thermiques industriels, production d'électricité	Pompage, séchage
Biomasse/ tourbe	Cuisson, usages thermiques industriels	Cuisson (GPL)	Cuisson, usage thermique, engrais, production d'électricité	Cuisson, Séchage, usages thermiques industriels
NER				Usage thermique, éclairage, pompage, conservation, TIC, production d'électricité

Les substitutions énergétiques seront fortement dépendantes des politiques tarifaires et fiscales pratiquées par les opérateurs et le gouvernement. Ces politiques seront donc des actions particulières des substitutions recherchées.

8.3.1.1 Remplacer bois et pétrole par de l'électricité de réseau

L'expansion et le renforcement du réseau de distribution électrique ouvre la possibilité de remplacer les usages d'éclairage par la bougie ou le pétrole lampant par l'électricité. De même il est économiquement raisonnable pour les ménages urbains aisés de cuire les aliments à l'électricité sans que la dépense outrepassé sensiblement les achats actuels de charbon de bois. Quelques industriels et artisans pourraient aussi envisager d'utiliser l'électricité au lieu de produits pétroliers pour certains usages thermiques ou mécaniques.

8.3.1.2 Substituer les GPL à la biomasse pour la cuisson

S'ils deviennent accessibles pratiquement et économiquement au Burundi, les GPL peuvent être substitués au charbon de bois pour la cuisson des aliments par les classes aisées surtout en zone urbaine. Le raccordement ferroviaire envisagé du pays pourrait faciliter cet acheminement depuis Dar es Salaam.

8.3.1.3 Substituer la biomasse moderne aux produits pétroliers

Concentrée sous forme de biogaz industriel la biomasse issue d'installations de traitement des déchets peut permettre l'implantation de centrales thermiques qui peuvent constituer un appoint peu sensible aux aléas climatiques substituables aux centrales au fioul utilisées en semi-base dans le bouquet énergétique. De même des groupes électrogènes alimentés à l'huile de jatropha peuvent permettre l'alimentation de plateformes multifonctionnelles. Une intensification de l'utilisation des déchets et des résidus agricoles peut également permettre aux industriels produire de l'électricité pour le réseau ou pour réduire leur propre consommation. Cette opportunité est décrite de façon détaillée dans relative à la biomasse dans le présent rapport.

Bien qu'il faille veiller attentivement à ne pas réduire les surfaces agricoles dédiées à l'alimentation humaine, des stratégies agricoles pertinentes pourraient permettre en complément la production locale de biocarburants susceptibles d'être utilisés pour le parc automobile local exclusivement.

8.3.1.4 Substituer les nouvelles énergies renouvelables à l'électricité, aux produits pétroliers et à la biomasse.

Les nouvelles énergies renouvelables notamment le solaire et l'éolien peuvent être substituées en zone urbaine à l'électricité de réseau dans le double but de réduire les appels de puissance à la pointe et de diminuer les dépenses de fonctionnement des organismes et des services publics. C'est notamment le cas pour l'éclairage public, les installations d'eau chaude et de pompage de l'eau.

Des substitutions du même ordre peuvent concerner les moteurs alimentés en gazole pour le pompage.

Enfin les installations solaires peuvent être utilisées pour la cuisson et le séchage des produits agricoles ou de certains matériaux de construction en lieu et place du bois.

8.4 Le sous-système électrique interconnecté

8.4.1 Mettre en place un programme de développement du sous-système

L'absence d'un programme de développement crédible des équipements de production, de transport et de distribution est un obstacle important au développement ordonné du sous-système. L'incertitude sur la demande à desservir est une difficulté essentielle dans cette problématique, notamment en ce qui concerne l'envergure et l'échelonnement de l'électrification par réseau et surtout en ce qui concerne l'industrie minière dont l'établissement et les besoins sont incertains. L'autre interrogation majeure a trait aux ressources disponibles qui dépendent presque uniquement des financements extérieurs qui restent aujourd'hui aléatoires, fragmentés et/ou concentrés sur les urgences.

Plutôt que de raisonner en date d'occurrence, peut-être vaudrait-il mieux raisonner par palier énergétique : le palier 500 GWh (100 MW), le palier 1TWh, etc...La demande ou les possibilités d'échange énergétique permettent en tout état de cause d'absorber la production.

8.4.2 Le développement du parc de production national

8.4.2.1 Le développement des ressources hydroélectriques

L'utilisation des ressources hydroélectriques paraît la forme la plus efficace et la plus économiquement soutenable dans la durée malgré sa dépendance relative par rapport aux changements climatiques d'assurer une alimentation électrique suffisamment puissante pour les besoins centralisés de l'économie, indispensable à tout état moderne. Comme mentionné précédemment le développement de ces moyens est complètement dépendant des financements privés et/ou institutionnels. C'est pourquoi ne sont mentionnés ci-après que les aménagements faisant actuellement l'objet d'un intérêt extérieur de cette nature.

Inventaire des ressources

L'actualisation de l'inventaire hydraulique est nécessaire, les reconnaissances de sites datant en général de plus de 20 ans. Un appel d'offres en ce sens a été lancé mais il n'a pas produit de résultats à ce jour. La mise en œuvre de cet inventaire pour réactualiser les ressources hydrologiques, les coûts des ouvrages et finalement leur ordre de mérite.

Plusieurs actions de réhabilitation et de développement du potentiel hydroélectrique sont en cours ou envisagées avec un appui financier extérieur possible :

Centrale de MUGERE

- Réhabilitation prévue par la Chine ;
- Dragage du réservoir du barrage prévu en 2010 (Belgique).

Centrales de RWE GURA et de NYEMANGA

La Banque Mondiale envisage le financement de la réhabilitation des équipements électromécaniques des centrales hydroélectriques de RWE GURA et de NYEMANGA

Projet de centrale de MPANDA (10,4MW)

Un rapport sommaire a été soumis au Gouvernement Indien pour requête de financement de la mise en œuvre de l'aménagement qui semble en bonne voie.

Projet de centrale de KABU 16

Les études de faisabilité sont disponibles, de même qu'un rapport sommaire de l'étude a été soumis au Gouvernement Indien pour requête de financement de la mise en œuvre de l'aménagement.

Projet de centrale de KAGU 06 sur la KAGUGNAZI (7,5 MW)

Une étude d'identification est disponible. Un contrat de concession est en cours de négociation avec une Société Suédoise : African Power and Water AB. Les coûts des études et des travaux d'aménagements sont à charge de la partie demanderesse.

Centrales hydroélectriques développées dans le cadre de projets miniers

Le potentiel de ces centrales bénéficiera principalement à l'exploitation et à la transformation du minerai de nickel. Seule la négociation d'un accord équilibré avec les sociétés minières permettrait qu'une part de la production de ces aménagements revienne aux consommateurs burundais. Les besoins miniers proprement dit sont à hauteur de 80 MW à ce stade.

- **Aménagement des centrales hydroélectriques de KIRASA (7 MW) et RUZIBAZI (5 MW).**

Pour un total d'une puissance de 12 MW, ces aménagements nécessitent de mener des études de faisabilité et d'exécution. Les études demanderaient une période de 6 mois et l'exécution, une période de 2 ans. Les coûts liés aux travaux seront déterminés par les études que comptent mener BMM (SAMANCOR) dans le cadre de la Convention sur l'exploitation du nickel de Musongati.

- **Etudes de faisabilité des aménagements sur JIJI, MULEMBWE et SIGUVYAYE**

8.4.2.2 Développer les ressources solaires connectables au réseau

Le Burundi jouit d'un ensoleillement abondant qui atteint 4,5 à 5,5 kWc par mètre-carré et par jour, soit une moyenne annuelle de 1750 kWh par m². Ce potentiel permet l'installation de centrales solaires photovoltaïques ou éventuellement thermiques de grande puissance raccordables aux réseaux interconnectés. L'existence de la centrale hydroélectrique de RWEGURA, d'une puissance de 18 MW, permettrait le fonctionnement coordonné d'une centrale solaire photovoltaïque d'une puissance équivalente. Au-delà, des centrales de même type pourraient être installées conjointement avec la réalisation de projets hydroélectriques comprenant des réservoirs hydrauliques. Sans ceux-ci des centrales solaires thermiques dotées de réservoirs calorifiques pourraient être envisagé. L'un des avantages de ces installations est de compenser les irrégularités de la pluviométrie que pourrait engendrer le changement climatique.

8.4.2.3 Développer les ressources éoliennes connectables au réseau

Quelques sites notamment sur les rives du lac Tanganyika pourraient permettre la production de quelques mégawatts éoliens connectables au réseau. Il ne semble pas cependant que l'énergie éolienne soit au Burundi une ressource d'énergie comparable en quantité et en fiabilité à l'hydroélectricité et à l'énergie solaire.

8.4.2.4 Développer les ressources thermiques

Seul le développement de ressources thermiques est susceptible de permettre l'accroissement de la capacité de production dans l'urgence :

- la centrale thermique de Bujumbura (5,5 MV nominal) a été remise en service sur la base de 8 heures de fonctionnement journalier pour lequel la Banque Mondiale finance le combustible de façon provisoire et décroissante sur trois ans.
- la location pour une durée d'au moins six mois d'une centrale thermique est un palliatif indispensable mais onéreux dans l'immédiat
- la Banque Mondiale envisage le financement d'une centrale de diesel supplémentaire de 5,5 MW dans un délai d'un an avec le financement d'une part du combustible correspondant.
- L'Ambassade de Belgique est l'objet de sollicitations pour le financement concessionnel d'une centrale diesel de 12 MW. Une réponse positive est incertaine. Des discussions à propos de la coordination des projets de la Banque Mondiale et de la Belgique sont en cours.

A plus long terme et la crise actuelle résolue par le développement des ressources hydroélectriques et solaires il sera cependant nécessaire de maintenir un potentiel de production thermique pour pallier les arrêts programmés et non programmés ainsi que des périodes de sécheresse particulièrement accentuée. L'utilisation du fioul lourd, voire du charbon sud-africain en lieu et place du gazole paraît dépendante de la création d'une voie d'approvisionnement ferroviaire.

8.4.2.5 Développer l'utilisation du biogaz à grande échelle

L'utilisation de la tourbe pour la production d'électricité est envisageable mais elle risque de conduire à un épuisement rapide de la ressource accessible. Comme il est indiqué dans le chapitre relatif à la biomasse, celle-ci est utilisée in situ (bagasse, huile de palme) pour l'autoproduction. Il y a cependant concurrence avec la concurrence avec l'énergie de cuisson indispensable pour les besoins domestiques voire avec les biocarburants. Les cas de la biomasse industrielle et des déchets urbains de Bujumbura sont cependant à examiner dans la perspective d'utilisation du biogaz pour lequel il n'y a pas d'autre débouché raisonnable.

8.4.2.6 Les autres ressources électro-génératrices possibles

Le Burundi possède probablement des ressources géothermiques étant donné sa proximité avec la vallée du Rift. Toutefois leur prospection exige des coûts amont très importants sans résultats garantis.

8.4.2.7 Développer les importations

Le Burundi est impliqué dans des projets d'aménagement hydroélectrique proches de ses frontières :

- projet de Centrale hydro-électrique de Rusumo Falls (62MW): les études de faisabilité de la centrale et des lignes de transmission sont en cours de finalisation.
 - Réhabilitation de la Centrale hydroélectrique de Rusizi II (42MW) sur fonds propres SINELAC et dragage du lac de retenue et du canal de restitution de la centrale.
- Projet de centrale hydroélectrique de Rusizi III (145MW):

- Etude de faisabilité
- Montage financier et institutionnel.
- Projet de centrale hydroélectrique de Rusizi IV (265MW) :
 - Etude de préfaisabilité
 - Montage financier et institutionnel.

Le Burundi doit également coopérer avec le Rwanda dans la mise en œuvre d'une centrale thermique utilisant le gaz naturel du lac Kivu et éventuellement du biogaz.

A plus long terme et moyennant des interconnexions appropriées, le Burundi pourrait avoir accès aux marchés énergétiques de l'Est et de l'Ouest africain alimentés notamment par les ressources hydroélectriques éthiopiennes et de la République Démocratique du Congo (Inga).

8.4.2.8 Scénario de développement du parc de production

A l'aide d'un logiciel ad hoc dénommé simulbur2, il est possible de déterminer le parc de production nécessaire pour chaque niveau de demande considéré en prenant en compte les centrales faisant l'objet d'un intérêt par les donneurs, les industriels miniers ou en cours de recherche de bouclage financier de projet.

En annexe 8 on trouvera à titre d'exemple le bilan énergétique annuel, la courbe de charge moyenne et le bilan énergétique mensuel pour les années 2010, 2014 et 2021 correspondant à différents niveaux d'équipements du parc de production. La demande est supposée s'accroître de 10% par an ou plus exactement suivre une offre qui se développerait à ce même rythme. Les différents niveaux d'équipement du parc considérés pour ces simulations sont décrits ci-dessous :

Hypothèses communes aux trois années étudiées : le coût marginal du kWh produit à Bujumbura est de 0,25 €/kWh et celui acheté à la centrale Diesel additionnelle est de 0,4 €/kWh. On supposera que la valeur du kWh non distribué est de 1 €.

Année 2010 : le parc hydroélectrique et thermique existant est renforcé par une centrale Diesel de capacité 5,5 MW semblable à celle de Bujumbura.

Année 2014 : le parc électrique est renforcé par la centrale hydroélectrique de Kabu 16 et par une centrale solaire de 10 MW fonctionnant en synergie avec la centrale hydroélectrique de Rwegura.

Année 2021 : Le parc électrique est renforcé par les apports au Burundi des centrales de Rusizi III et de Rusumo Falls ainsi que par la mise en service de la centrale de Mpanda et le doublement de la capacité solaire connectée au réseau.

Sensiblement comme il est décrit dans l'étude de la BAD sur les infrastructures, le bilan énergétique montre successivement :

- La forte prépondérance de l'hydraulique au voisinage de 80%, d'abord majoritairement nationale puis régionale en 2021
- La difficulté d'assurer la pointe de consommation vespérale qui pourrait éventuellement être compensée par l'apport d'une turbine à combustion fonctionnant au gazole

- Les manques de production plus prononcés en période juin-octobre éventuellement comblés par des importations.
- Après 2021, le parc décrit devient insuffisant et doit être complété par des importations ou des centrales nationales (autres hydrauliques et/ou thermique biomasse)

Toutefois ces simulations doivent être affinées par une meilleure connaissance des sites hydrauliques et des courbes de charge, la prise en compte des périodes de maintenance des groupes thermiques. Leur présentation à ce stade à surtout pour but de montrer la nécessité et la pertinence d'un logiciel de simulation.

8.4.3 Développer les réseaux

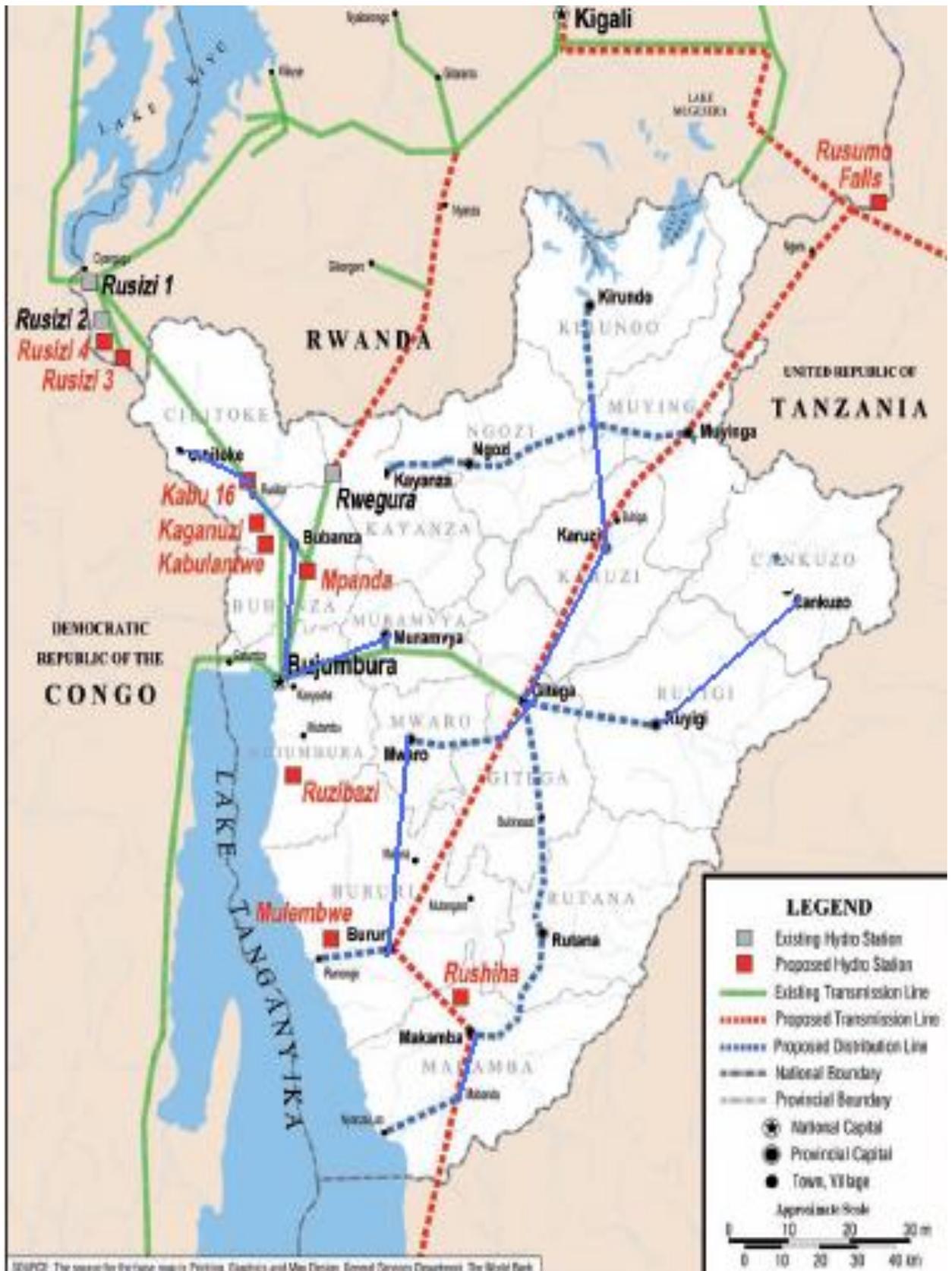
8.4.3.1 Développer le réseau de transport

Le développement du parc de production et des importations implique à terme la réhabilitation, le renforcement et l'extension du réseau de transport national du Burundi. Les structures principales de ce réseau devraient être construites en 220 kV. Plusieurs projets sont à l'étude :

- Etudes des lignes de transmission vers Kigali, Gitega et Biharamulo financées par la BAD et en cours de finalisation.
- En lien avec le NELSAP et le PEAC, interconnexions avec la Tanzanie, l'Ouganda et le Kenya

En tout état de cause la philosophie de développement du réseau de transport devrait porter sur la réalisation d'une artère 220 kV Nord-Sud passant par Gitega sur laquelle seraient connectés Bujumbura et les sites hydroélectriques du bassin de la RUSIZI. Cette dérivation serait renforcée en technique 220 kV même si elle est exploitée initialement en 110 kV. L'apparition de sites miniers donnerait lieu à la réalisation d'un réseau spécifique vraisemblablement en 110 kV liant les sites hydrauliques « miniers » à l'exploitation minière. Ce réseau serait rattaché à un poste 220/110 kV sur l'artère principale pour faciliter les échanges d'énergie.

Carte 5 : Interconnexions avec la Tanzanie, l'Ouganda et le Kenya



8.4.3.2 Développer le réseau de distribution

Compte tenu de la dispersion de l'habitat, l'alimentation systématique de la clientèle domestique est difficilement envisageable. Le gouvernement envisage de créer des centres de vie, regroupant les services essentiels et les activités productives d'intérêt local : école, centre de santé, l'administration, artisanat et commerce, petites industries. Le développement du réseau de distribution électrique sera dirigé en priorité vers les capitales régionales qui peuvent être toutes atteintes par des départs 30 kV de l'ordre de 100 km à partir de Gitega ou Bujumbura. Les autres centres de vie justifiables d'une alimentation par réseau interconnecté seraient alors reliés aux capitales régionales par des réseaux allégés de type biphasé ou SWER à l'instar de la pratique australienne ou camerounaise qui permettent des réductions des coûts kilométriques de 20 à 70%.

Par ailleurs un certain nombre de projets sont en cours l'étude :

- projet banque mondiale et BAD de réhabilitation et d'extension du réseau électrique de distribution moyenne tension dans la ville de Bujumbura (notamment le 6,6 kV)
- électrification rurale ont des lignes de transport en projet
- électrification dans la zone du projet RUSUMO Falls
- diverses aux extensions financées par BEI à l'initiative de la REGIDESO et de la DGHHER

8.4.4 Optimiser l'exploitation

La multiplication des ouvrages de production, la complexification du réseau de transport et les extensions du réseau de distribution exigeront la mise en place d'un centre de conduite permettant l'optimisation permanente et à distance du bouquet énergétique et la conduite à distance des réseaux de transport et de distribution.

Ce centre de conduite devrait être commun à l'ensemble des opérateurs de transport et de distribution dont les ouvrages sont interconnectés et pourrait être exploité dans le cadre d'EGL.

8.4.5 Rationaliser la commercialisation

8.4.5.1 Actualiser les tarifs

La remise à jour des tarifs est rendue nécessaire par le déficit d'exploitation de la REGIDESO et par l'utilisation accrue de moyens de production thermique. Un appel d'offres est en cours sur ce sujet.

La Banque Mondiale a assorti son financement additionnel d'une conditionnalité prévoyant une augmentation des tarifs atteignant à terme de l'ordre de 140%.

La mise en place de tarifs saisonniers et horaires serait de nature à favoriser les initiatives en matière d'efficacité énergétique et à fournir des signaux pertinents aux utilisateurs de l'énergie leur permettant d'agir eux-mêmes sur les risques de délestage. Ces mesures ne pourraient bien entendu être appliquées autoritairement qu'aux clients moyenne tension et aux clients BT importants qui en feraient la demande.

8.4.5.2 Réduire les pertes

Une étude de pertes techniques et non techniques est nécessaire pour en cerner l'origine et étudier les moyens les plus efficaces pour les réduire.

Des compteurs à prépaiement ont été mis en place chez la moitié environ de la clientèle BT. La Banque Mondiale prévoit dans son financement additionnel la généralisation de cette mesure par l'installation de 15 000 compteurs supplémentaires c'est à dire l'équipement complet de la clientèle.

8.4.5.3 La mixité eau/électricité

La REGIDESO est un opérateur mixte eau/électricité. La question du maintien ou non de cette mixité dans un but de transparence et d'efficacité devrait faire l'objet d'un examen approfondi. La présente étude ne porte pas sur l'eau et ne peut donc trancher sur un point qui concerne les deux secteurs. De plus la lettre de politique de l'eau récemment adoptée par le gouvernement burundais ne fait pas référence à cette dissociation. D'autres éléments attirent l'attention :

- La récente étude tarifaire a montré que l'absence d'une subvention croisée eau électricité en faveur de l'eau aurait comme conséquence une hausse considérable du prix de l'eau.
- Certains bailleurs sont réticents quant à l'opportunité de cette mesure.

8.4.6 Augmenter l'efficacité énergétique de la demande

L'augmentation inexorable des tarifs de l'électricité et les tensions extrêmes sur le système de production conduisent à mener une politique énergétique d'efficacité énergétique au niveau de la demande. C'est d'ailleurs une condition pour que l'électricité reste un bien accessible pour la population desservie.

La Banque Mondiale a prévu le financement de 200 000 lampes basses consommation qui seront distribuées gratuitement aux clients BT. Le retrait simultané de l'autorisation de commercialisation des lampes à incandescence est à envisager.

Le remplacement de systèmes électriques pour l'éclairage public et le chauffage de l'eau dans les collectivités et les hôtels par des systèmes photovoltaïques et thermiques solaires permettraient de réduire les consommations d'électricité sur le réseau.

Des audits d'efficacité énergétique périodiques et rendus réglementairement obligatoires dans les industries, les administrations et les grandes surfaces commerciales sont souhaitables.

Des mesures provisoires d'urgence permettant de réduire les appels de puissance à la pointe en leur substituant l'utilisation des moyens de secours des grandes industries sont envisageables à condition que les utilisateurs industriels soient équitablement indemnisés. Il ne s'agit pas là d'une mesure d'efficacité énergétique au sens strict mais d'un moyen de délestage volontaire.

8.5 Le sous-système des produits pétroliers

8.5.1 Développer une production nationale d'hydrocarbures

8.5.1.1 La prospection pétrolière

Le Burundi a délivré des permis d'exploration pétrolière. Les perspectives de découvertes ne sont pas négligeables quoique bien aléatoires dans certaines vallées de Cibitoke (nord-ouest) et de Musinga ainsi que dans le lac Tanganyika. Même en cas de résultats positifs se poseraient alors les problèmes du raffinage et du transport dont la rentabilité par rapport à des importations ne seraient pas assurée en raison de l'enclavement et des besoins somme toute assez faibles du pays.

8.5.1.2 Les biocarburants

L'option biocarburants est à prendre en compte au Burundi comme au Rwanda à condition qu'il ne s'agisse que d'alimenter le marché local et de ne pas compromettre l'utilisation des sols pour les cultures vivrières. Pour autant, il ne s'agit dans un premier temps que de développements qui doivent encore être considérés comme expérimentaux.

8.5.2 Diversifier les approvisionnements

8.5.2.1 Développer les GPL

L'approvisionnement en gaz de pétrole liquéfié de la ville de Bujumbura en premier lieu doit être augmenté. Ce combustible dont la disponibilité devrait croître sur le marché mondial en raison du développement des usines de liquéfaction du gaz naturel, permettrait de substituer une part du charbon de bois utilisé pour la cuisson, notamment chez les ménages aisés. Ce combustible est également avantageux en matière de pollution des locaux d'habitation. Son développement passe par la création d'une usine d'embouteillage du gaz à Bujumbura et par l'organisation du système de distribution en bouteilles et en citernes.

Les taxis et autocars pourraient aussi utiliser le GPL comme carburant aux environs de Bujumbura.

Cette évolution serait favorisée par la desserte ferroviaire du Burundi envisagée depuis la Tanzanie qui per.

8.5.2.2 Développer le gaz naturel

Le Rwanda a commencé d'exploiter le gisement de gaz naturel du lac Kivu pour la production d'électricité (Centrale de Kibuye Power 3,6MW). En attendant d'hypothétiques découvertes de gaz sur le territoire burundais, des accords pourraient être recherchés avec le Rwanda pour la fourniture sous forme d'électricité voire de gaz depuis cette source. La création d'une distribution publique de gaz naturel en réseau ou bien liquéfié ou comprimé ne serait rentable pour aucun des deux pays mais la fourniture à des sites spécifiques pourraient être examinée.

8.5.3 Sécuriser les approvisionnements

Promouvoir les oléoducs, gazoducs et liaisons ferroviaires

Les approvisionnements en produits pétroliers du Burundi sont essentiellement assurés par voie routière à partir de l'Ouganda et de la Tanzanie. Seule exception à cet état de fait, le couloir central qui utilise la voie ferrée jusqu'à Kigoma puis la voie lacustre mais sa capacité de transport est limitée. Cet approvisionnement comporte des risques techniques et politiques en raison des transits à travers des zones instables politiquement et des infrastructures routières dégradées. Le prolongement de l'oléoduc depuis ELDORET jusqu'à Bujumbura via Kigali et le raccordement ferroviaire de Bujumbura à partir de la Tanzanie seraient de nature à réduire les risques de pénurie.

De la même manière le Burundi devrait veiller à ne pas être tenu à l'écart des futures éventuelles infrastructures pétrolières et gazières de l'Est et du Centre de l'Afrique.

8.5.4 Assurer le stockage stratégique

Le gouvernement a prévu d'instaurer un stock stratégique de trois mois de consommation pour chacun des produits, à travers le Fonds Routier, pour éviter des ruptures de stock spécialement pendant les périodes de crises ou d'être à la merci de pratiques anticoncurrentielles de la part des importateurs de produits pétroliers.

Quantitativement les capacités de stockage sont actuellement suffisantes mais les besoins vont s'accroître comme le montrent les prévisions de consommation et les besoins des centrales Diesel en exploitation. Des capacités de stockage de l'ordre de 160 000 m³ seraient donc nécessaires en 2030 pour respecter la règle des trois mois de consommation.

8.5.5 Réduire les coûts directs et indirects

Le Burundi ne peut avoir d'action significative sur le prix mondial des produits pétroliers. Aussi doit-il porter son effort sur les aspects transport, concurrence et efficacité énergétique.

L'intérêt du transport par gazoduc est par desserte ferroviaire a déjà été mentionné.

Le développement de la concurrence pour le transport et la distribution permettrait de peser sur les marges si de plus un contrôle rigoureux des appels d'offres était mis en place.

La réduction des consommations unitaires est l'une des actions les plus efficaces pour diminuer de façon relative le fardeau des importations des produits pétroliers pour l'économie burundaise. Les mesures d'économie peuvent porter tout à la fois sur l'ensemble des facteurs de coût :

- La consommation unitaire des véhicules
- L'éducation des consommateurs, notamment des conducteurs
- La rationalisation des modes de transport
- L'amélioration des infrastructures

La taxation accrue sur l'importation des véhicules les plus énergivores, le contrôle périodique obligatoire de pollution et de carburation des véhicules en circulation sont des moyens efficaces pour réduire les consommations unitaires

L'éducation aux bonnes pratiques économes de conduite dans les écoles de formation des conducteurs notamment pour les poids lourds et la diffusion de messages incitatifs

par voie de presse, de radio et de télévision permettraient tout à la fois d'influer sur la consommation et la sécurité.

Le développement des transports en commun surtout en zone urbaine et l'augmentation des transactions par internet auront un effet bénéfique sur la densité du trafic.

L'amélioration des routes et des plans de circulation réduiront les pertes de temps et d'énergie.

L'entretien et le réglage des chaudières et des générateurs électriques fonctionnant au fioul lourd et au gazole sont aussi des éléments importants pour réduire la consommation nationale.

8.5.6 Stabiliser les prix des produits pétroliers

Le Cameroun a mis en place la Caisse de Stabilisation des Prix des Hydrocarbures (CSPH) dont le rôle est de réduire l'impact des variations des cours mondiaux pour le consommateur camerounais ; Elle procède en taxant les distributeurs quand les prix sont bas et en les subventionnant quand ceux-ci sont orientés à la hausse. Cette idée pourrait être reprise au Burundi pour décourager les pratiques spéculatives.

8.5.7 Améliorer la densité de la distribution en zone rurale et la qualité des produits

Le contrôle de la qualité des produits pétroliers doit être amélioré ainsi que leur comptabilisation en vue d'éviter les fraudes sur les quantités qui alimentent des ventes de produits frauduleuses et de qualité non contrôlée. De même la densité du réseau de distribution en zone rurale doit être augmentée notamment pour la mise à disposition de pétrole lampant qui est un substitut au charbon de bois pour la cuisson.

8.5.8 Réduire la pollution locale

Bien que le Burundi joue un rôle tout à fait marginal dans la production de gaz à effet de serre il est important d'y pratiquer une réduction de la pollution notamment locale. Le choix de combustible à basse teneur en soufre et une réglementation plus sévère sur les émissions des véhicules permettrait d'éviter que se dégrade la qualité de l'air à Bujumbura déjà affectée par la combustion du charbon de bois pour la cuisson.

8.6 Le sous-système de la biomasse et de la tourbe

8.6.1 Les principes directeurs

La détermination des axes stratégiques de la biomasse énergie se fait dans le respect des principes directeurs suivants :

- la pertinence de l'approche programme incorporant les aspects agricoles, énergétiques, forestiers et socio-économiques ;
- la consolidation du rôle de l'Etat dans la planification, la définition de la réglementation et des règles fiscales, d'information, de financement, de suivi et de contrôle général de l'activité du secteur ;

- la démarche participative dans la gestion des ressources forestières ; le rôle central des collectivités décentralisées dans la gestion des ressources et la confirmation de leur droit sur les ressources de leurs terroirs ;
- l'implication effective des opérateurs économiques privés dans la réalisation d'actions concrètes dans le secteur (opérateurs privés des secteurs informels et formels, ONG, GIE, bureaux d'études, etc.)

Ces principes s'appliquent pour la composante énergie traditionnelle comme l'illustre le canevas de gestion durable des massifs forestiers de l'annexe 6 et se déclinent suivant des les concepts suivants :

- l'élaboration d'une stratégie sur le bois de feu et la garantie d'un accès abordable au bois de feu pour les plus pauvres.
- La reconnaissance du bois de feu en tant que ressource nationale de premier ordre dont il convient de faciliter la commercialisation grâce à la participation des communautés pourvues du soutien nécessaire
- La gestion de cette ressource de manière communautaire pour créer un approvisionnement durable à travers le respect des règles de récolte par tous les acteurs et la création d'emplois locaux
- La reconnaissance de la pollution domestique en tant que problème de santé majeur qui justifie au même titre que les économies d'énergie la diffusion de fourneaux améliorés

En matière de biomasse énergie moderne, les principes se déclinent comme il suit :

- La facilitation des investissements dans le développement de la biomasse énergie moderne; la fourniture fournir de services d'encadrement agricole aux exploitants, le soutien à la recherche sur les oléagineux et les espèces saccharifères, et le transfert de technologies.
- La création d'emplois dans les zones rurales permettant aux unités de production de biomasse énergie moderne de devenir des pôles de croissance conduisant à la responsabilisation économique des pauvres en vue du développement rural.
- La promotion des mécanismes de financement attractifs qui incitent de nombreux ménages et entreprises à utiliser la biomasse énergie moderne.
- La promotion de la filière biomasse énergie moderne pour surmonter d'éventuelles réticences et le soutien à la fabrication par la formation et la R&D pour adapter les technologies en matière de fabrication, d'installation et d'entretien.)
- Des mesures pour l'accès des pauvres aux terres appartenant à l'Etat pour y pratiquer la culture énergétique, et garantir la sécurité foncière aux cultivateurs
- L'amélioration de l'hygiène, de la santé, du cadre de vie, et la réduction de la pression sur les terres agricoles entraînant leur baisse de fertilité.

8.6.2 Les axes stratégiques de la biomasse-énergie

Sur la base des principes mentionnés au paragraphe 8.6.1 pour les énergies traditionnelles et la biomasse énergie moderne, quatre axes stratégiques principaux ont été retenus pour le sous-système de la biomasse et de la tourbe :

A court et moyen terme, force est de reconnaître que seules les énergies traditionnelles fondées sur la ressource ligneuse sont susceptibles de faire face aux défis sociaux, économiques et environnementaux du secteur énergétique. Cette prise de conscience du caractère incontournable de la filière bois énergie est l'élément fondateur de la Lettre de Politique et stratégie proposée pour le sous-secteur de la biomasse énergie, fondée sur les quatre axes stratégiques suivants :

- Réduire le déficit du bilan national « offre/demande » en bois énergie par :

La Gestion de la demande en aval de la filière bois énergie et

La Gestion de l'offre en amont de la filière bois énergie

- Améliorer la structuration/organisation de la filière bois énergie par l'amélioration de l'efficacité énergétique de tous les maillons de la filière (Amont /offre, et aval/ demande) et la professionnalisation des acteurs
- Améliorer les conditions cadres de la filière bois énergie
- Promouvoir l'utilisation des énergies alternatives issues de la biomasse (non bois et charbon de bois) et produites localement, et Encourager l'utilisation de la tourbe

8.6.3 Gestion de la demande en bois énergie en aval de la filière

Afin de contribuer à la réduction du bilan déficitaire en bois énergie, un certain nombre d'actions prioritaires en aval de la filière, en matière d'économie la consommation des combustibles bois et charbon de bois) sont proposées, elles concernent :

- La sensibilisation des utilisateurs aux économies d'énergies au niveau des ménages tant ruraux (bois de feu) qu'urbains (charbon de bois) et du secteur artisanal commerces, boulangeries, institutions, industries manufacturières : thé, café) ;
- La vulgarisation, après une phase pratique de recherche développement s'inspirant des acquis des expériences des projets passés, des foyers améliorés domestiques (formation des artisans, potières producteurs, appui à la commercialisation/ promotion - marketing des foyers améliorés) ;
- La conception et la vulgarisation des foyers améliorés de grande taille (filières agro alimentaires, briqueteries, restaurants, chaux, boulangeries)

8.6.4 La modernisation de la filière bois-énergie Gestion de l'offre en bois énergie en amont de la filière

Afin de réduire le bilan national déficitaire en bois énergie, un certain nombre d'actions prioritaires sont proposées en amont de la filière, en matière de production de bois énergie, elles concernent :

- La promotion de la vulgarisation de meules améliorées pour la fabrication du charbon de bois (élaboration d'un plan de formation des charbonniers, voir expérience du projet CATALIST IFDC/ SEW)
- L'actualisation des données d'inventaire et cartographiques des surfaces forestières au Burundi,
- La Mise en œuvre d'un aménagement forestier en zone rurale et péri urbains, intégré dans les PCDC (Plans Communaux de Développement- élaboration de

- Plan d'aménagement des forêts naturelles, des plantations communautaires) pour la production , l'exploitation des ressources forestières en bois énergie (bois de feu et charbon de bois) , et l'approvisionnement durable des ménages;
- L'évaluation des réserves foncières et la définition des modalités d'attribution de la réserve foncière (modalités d'attribution des terres) ;
 - La promotion du reboisement agro forestier au niveau communautaire et familial, pour une production complémentaire en bois énergie,

8.6.5 La structuration/modernisation de la filière bois énergie et de l'approvisionnement des centres urbains

Considérant le manque de planification de l'approvisionnement en bois énergie des zones urbaines, et afin d'améliorer la structuration, l'organisation de la filière bois énergie, enfin, afin de garantir l'amélioration de l'efficacité énergétique à tous les maillons de la filière (Amont /offre, et aval/ demande), et la professionnalisation des acteurs, il est proposé les actions suivantes :

- Le suivi des flux d'approvisionnement des zones urbaines (capitale Bujumbura et villes secondaires) en bois énergie (bois et charbon de bois),
- L'élaboration de schémas régionaux d'approvisionnement des zones urbaines en bois énergie (articulation/intégration à la planification régionale décentralisée des PCD) ;
- La mise en place en amont de marchés ruraux de bois énergie, et de points de vente en zones urbaines.
- L'étude et la révision de la structure du prix du bois /charbon de bois
- L'identification des besoins de formation et le renforcement des capacités des acteurs au niveau de chacun des maillons de la filière

A ce niveau il est recommandé l'Intégration de la planification forestière et énergétique (rapprochement institutionnel des départements ministériels MEM et MEEATU)

8.6.6 L' amélioration des Conditions cadres de la filière bois énergie

Afin de pallier le manque de données fiables sur les niveaux de production et de consommation des combustibles bois et charbon de bois ; leur suivi, à la faiblesse du contrôle forestier, à l'inadéquation de la réglementation forestière insuffisamment incitative, il est proposé :

- D'organiser le suivi de la mesure du Bilan national et régional « Offre/demande en bois énergie » (intégration - gestion du module « suivi du bilan bois énergie » dans le Système d'information du secteur énergétique),
- D'améliorer la réglementation forestière (proposition de mesures), et le contrôle forestier au niveau de la production l'exploitation et de la transformation du bois de feu,
- De définir et de mettre en œuvre une fiscalité des énergies domestiques favorisant l'accès des ménages ruraux et urbains aux combustibles biomasses (ligneuses et autres).

8.6.7 La promotion de l'utilisation des énergies alternatives issues de la biomasse et produites localement

En ce qui concerne la promotion de l'utilisation des énergies alternatives issues de la biomasse (non bois et charbon de bois) et produites localement, il est proposé :

- D'encourager l'utilisation des déchets agricoles (carbonisation et densification en briquettes, expérience de la société BRICOOP), des déchets urbains (biogaz) et industriels (biogaz ou électricité) (études de faisabilité de la valorisation énergétique)
- Valoriser et conditionner davantage les déchets de récoltes, la litière forestière et les résidus de la production du bois de sciage
- D'encourager l'utilisation généralisée de la cogénération pour l'industrie manufacturière brûlant des briquettes (proposition d'une opération pilote pour un complexe théicole);
- De relancer l'utilisation des bi digesteurs/bi latrines chez les éleveurs et les collectivités

8.6.8 Carbonisation de la tourbe

Le Burundi dispose de gisements de tourbe exploitables de l'ordre de 47 millions de tonnes. Dont l'utilisation est difficile en l'état du fait de son odeur désagréable pour la cuisson et des fumées nocives de combustion. Les principaux clients de l'Office national de la tourbe (Onatour) sont les collectivités comme les prisons, les casernes, les pensionnats et les hôpitaux.

La carbonisation de la tourbe seule ou mélangée à des déchets agricoles dans de petites unités décentralisées permettrait d'ouvrir le marché domestique de la cuisson sous réserve que son prix de vente soit compétitif avec celui du bois de chauffe ou du charbon de bois, ce qui est loin d'être le cas aujourd'hui.

Des expériences doivent être menées afin de s'en assurer. La perspective d'utiliser la tourbe pour la production thermique d'électricité, un temps envisagé, ne paraît pas économiquement et environne mentalement souhaitable.

8.6.9 Expérimenter des filières nouvelles de production énergétique à partir de la biomasse:

D'autres composantes biomasse-énergie non traditionnelle sont envisageables :

- La culture et la transformation de plantes à des fins énergétiques via la production d'éthanol ou d'huile Les quantités d'éthanol les plus significatives seraient produites à partir de la reconversion de la fabrication de bières artisanales tirées de la fermentation alcoolique du sorgho et de la banane, ainsi qu'à partir de plantations dédiées à la production énergétique;
- La fermentation à grande échelle des effluents domestiques et industriels aux fins de production d'énergie électrique. Le potentiel de production de biogaz à partir des effluents industriels et des ordures ménagères est important. Quoique non négligeable le potentiel de biogaz des déchets urbains et industriels en vue de la production d'électricité n'est pas à ce jour compétitif avec l'électricité hydroélectrique et la fiabilité des installations sur le long terme n'est pas assurée.

Le biogaz rural est une voie déjà expérimentée au Burundi. Elle s'avère onéreuse pour les utilisateurs. Les bio digesteurs domestiques à partir des excréments des bovins pourraient être relancés mais leur potentiel effectif paraît modeste.

- La production d'huile de jatropha. Des essais de combustion de l'huile de jatropha, exploitée dans le cadre du reboisement pour la défense et la restauration des sols, pourraient être conduits.

Toutefois, le développement de ces filières nouvelles d'exploitation de ressources non traditionnelles, pose des problèmes de faisabilité technique et financière. Les résultats des expériences menées dans les pays voisins du Burundi ont été souvent décevants. La concurrence pour les sols avec les cultures vivrières dans un pays aussi densément peuplé comme le Burundi incite à la prudence. Il est ainsi recommandé de se limiter à court et moyen terme à des tests d'acceptabilité sociale, dans le cadre d'Opérations pilotes, et d'éviter tout développement massif qui risquerait de dévier l'objectif de l'enjeu majeur qui porte sur la réduction du déficit national en bois énergie.

8.7 Le sous-système des énergies renouvelables

8.7.1 Développer les applications photovoltaïques décentralisées

L'abondance de l'énergie solaire partout dans le pays permet d'envisager l'électrification décentralisée des organismes sociaux répartis en zone rurale, l'électrification par réseau risquant de s'avérer tardive et onéreuse par rapport à la solution décentralisée. On peut évaluer à 1 000 le nombre d'organismes qu'il conviendrait d'électrifier soit par réseau soit par solution décentralisée. Il s'agit d'hôpitaux et de centres de santé de proximité, d'écoles et de centres de formation, de stations de pompage pour l'eau potable et l'irrigation, de centres de télécommunications et d'administrations publiques. L'éclairage public, même dans les centres urbains est aussi une cible pour les systèmes photovoltaïques décentralisés dans la mesure où il accroît directement les besoins de pointe s'il est alimenté par le réseau interconnecté. L'éclairage public est à ce jour un des principaux consommateurs de l'électricité. Le recours à la solution photovoltaïque autonome permettrait aussi de faire bénéficier de l'éclairage public des zones non atteintes par le réseau.

Ce mode d'électrification présente de plus l'avantage de ne pas nécessiter l'achat d'électricité dont on sait que les services publics sont souvent un des plus mauvais payeurs en Afrique.

Des initiatives en ce sens ont déjà été prises par certains donateurs :

- le Japon finance une installation de 200 kW crête en faveur du centre hospitalo-universitaire de Kamenge. Les études sont en cours.
- En mobilisant les fonds IPTE 1009 2010, Un marché a été attribué pour fourniture et installation des systèmes solaires photovoltaïques dans 13 centres de santé, 10 collèges communaux et 2 centres socio-éducatifs à travers le pays. Le marché est en cours d'exécution.
- L'Allemagne a fait connaître son intérêt pour le financement de telles installations.

La multiplication d'installation photovoltaïque solaire exige que soit mise en place une structure de maintenance recourant à des entreprises privées

8.7.2 Développer les chauffe-eaux solaires

Dans le même esprit, l'équipement de l'hôtellerie et des collectivités en chauffe-eau solaires permettrait de réduire la charge ou la consommation de produits pétroliers. Ce peut être également une opportunité de création d'une petite industrie locale pour la Région qui ne dispose pas à ce jour de fabricant local pour ces produits pesants mais de technologie abordable.

8.7.3 Développer les usages énergie humaine ou animale

La connexion au réseau étant techniquement ou économiquement inaccessible de même que l'achat d'un système photovoltaïque individuel pour la grande majorité de la population, certaines applications électriques pourraient néanmoins bénéficier aux foyers ruraux par l'intermédiaire des produits actionnés par l'énergie humaine ou animale : l'éclairage par diode électroluminescente, le téléphone portable voire l'ordinateur rechargeables par dynamo.

8.7.4 Développer pico et micro hydroélectricité décentralisée

Le Burundi dispose de nombreux petits sites hydroélectriques qui peuvent permettre d'électrifier des sites isolés de façon plus ou moins régulière en fonction de l'hydraulicité.

Le financement des études pré-faisabilité pour le développement de micro centrales hydroélectriques est examiné par les bailleurs ci-après :

- Banque Mondiale pour 10 sites à étudier, la construction portant sur au moins trois sites ;
- BAD : une série de sites non encore identifiés
- BADEA : Une étude sur le développement de l'électrification rurale est en cours de lancement et aboutira à une identification de sites pour l'électrification de localités à haut potentiel ; deux sites sont espérés
- Gouvernement burundais : deux microcentrales et la réhabilitation d'une autre sur le Budget de l'Etat 2010.

8.7.5 Développer la « pré-électrification »

A partir d'un point d'alimentation en réseau, d'une installation photovoltaïque, hydraulique ou éolienne décentralisée, ou par groupe électrogène alimentée avec du biocarburant, il est possible de créer des plateformes multifonctionnelles pour les centres de vie. Ces plateformes permettent l'alimentation d'activités productives ou collectives ainsi que la recharge de batteries individuelles pour les ménages.