

POLE INSTITUTE

Institut interculturel dans la Région des Grands Lacs

La problématique du déficit énergétique dans la sous-région des Grands- Lacs africains



Rapport de Pole Institute

par Félicien R. BIKUMU

Sous la direction de :

Aloys Tegera
Manager

Goma

Mars 05

1.Introduction

La sous- région des Grands Lacs africains(BURUNDI, RWANDA, NORD KIVU, SUD KIVU) est confrontée, dans le secteur de l'énergie, à des problèmes structurels et conjoncturels dont nous énumérons, ci dessous, les plus importants :

- l'utilisation à plus de 90% du bois et de ses dérivés(charbon de bois, déchets végétaux) avec, comme conséquence, la déforestation intensive et la destruction de l'environnement ;
- l'exploitation très limitée des ressources locales prouvées et aux potentialités élevées(gaz méthane, hydroélectricité, tourbe, énergie solaire) ;
- les difficultés de gestion des entreprises de production et de distribution d'électricité tant nationales (REGIDESO, SNEL, ELECTROGAZ) que régionale (SINELAC), bien qu'un mieux se dessine pour ELECTROGAZ ;
- l'importation mal organisée des produits pétroliers qui consomment la majeure partie des recettes d'exportation ;
- l'absence d'une politique de prospection du pétrole bien que des indices existent ;
- les retards importants en entretien / révision des centrales hydroélectriques ;
- l'utilisation irrationnelle (c'est –à- dire avec des rendements très bas) de tous les produits énergétiques quels que soient les secteurs d'utilisation ;
- la vulgarisation très faible des énergies alternatives et renouvelables ;
- l'appui insuffisant à EGL(Energie des Grands - Lacs) et aux secteurs nationaux de planification énergétique.

Cette liste, non exhaustive, montre combien la situation mérite une attention particulière. En effet, le développement économique d'un pays ou d'une région se mesure, en partie, par la consommation d'énergie par habitant et par an. Alors qu'elle est de 11393 kgec (kilo- équivalent- charbon) aux Etats- Unis et de 1073 kgec en Thaïlande ; elle se chiffre à 141 kgec pour le Burundi en 1996 (source : L'état du

Monde 1998, Ed. La Découverte, Paris), Ces chiffres ne prennent pas en compte le bois et ses dérivés.

Dans les lignes qui suivent ; nous examinons, d'une manière synthétique, le rapport entre l'offre et la demande, pour dégager le déficit énergétique. Ensuite nous proposons des solutions pour résorber ce déficit. Des notes ultérieures plus détaillées examineront secteur par secteur, les activités à mener pour assurer sa contribution au développement de la sous- région. En effet, sans énergie, il n'y a ni fonctionnement, ni développement.

2. L'offre énergétique

2.1. Le gaz méthane du lac Kivu

Bien que peu exploité, le gaz méthane constitue la ressource énergétique locale, de loin la plus importante de la sous région.

2.1.1. Le lac Kivu

Le lac Kivu , située entre la RDC et le Rwanda, a une superficie de plus ou moins 2400 Km². Sa profondeur maximum est de 485m et son volume total d'eau de plus au moins 580Km³.

Il se compose d'un bassin principal et de quatre bassins annexes situés respectivement près de Bukavu, Ishungu, Kalehe et du Golfe de Kabuno et séparés du bassin principal par des seuils sous lacustres(source : A - CAPART Le lac Kivu. Les naturalistes belges 41,1960.)

L'eau du lac Kivu s'écoule vers le lac Tanganyika situé 700m plus bas par la rivière Ruzizi sur laquelle sont installées les centrales hydroélectriques de Ruzizi 1 et Ruzizi 2. Le niveau du lac est régulé entre 1462 m et 1463 m au-dessus du niveau de la mer. Le débit moyen de la Ruzizi est de 3,2Km³/an. La longueur des rives du lac Kivu est de 1196Km. Les îles, au nombre de 150(dont la plus importante est celle d'IDJWI) couvriraient une surface de 315Km².

2.1.2 Les études

Les études sur le lac Kivu ont été menées par plusieurs chercheurs et par des entreprises dont nous citerons quelques-uns :

- Prof DAMAS (1937) ; DEUSER, DEGENS et al(1973) ; TIETZE et al(1974,1977,1978,1980,1981) ; CAPART(1960)
- L'UNION CHIMIQUE BELGE (Belgique)
- PREUSSAG (Allemagne)
- L'IRSAC (R.D.C)
- L'Institut Fédéral pour les Sciences de la Terre et les Matières Premières du Sous-Sol (BGR / Hanovre, Allemagne)
- SAABERG INTERPLAN, SAARBRUCKEN, Allemagne
- TECHNIP (France)
- TRACTEBEL (Belgique)

2.1.3 Les réserves

Les réserves exploitables du bassin principal du lac Kivu s'élèvent à 55 milliards de Nm³ de méthane ; soit l'équivalent d'environ 470 millions de tonnes d'essence. En exploitant ce gisement à raison de 500 millions de Nm³/an soit l'équivalent de 4,25 millions de tonnes d'essence /an, la vie du gisement serait de 110 ans.

La conservation des gaz dissous dans les couches inférieures de l'eau du lac est due à la présence, entre 250 et 300m de profondeur, d'un gradient de densité qui permet d'éviter le mélange des eaux de surface et des eaux de profondeur. A côté de ce gradient de densité principal, il y a d'autres gradients de moindre importance. La masse totale des eaux du lac se présente en forme de couches assez distinctes et stratifiées. Le lac se trouve, à l'exception de quelques phénomènes secondaires de brassage dans un état quasi-stationnaire. Il y a une légère perte de méthane de 120 millions de Nm³/an due aux phénomènes de convection bidiffusive et de turbulence de surface, mais elle est compensée par le renouvellement du gaz dans les sédiments.

K. Tietze a développé une théorie selon laquelle le refoulement à une profondeur de 90m de l'eau de lavage dilué avec de l'eau de surface pourrait donner

naissance à un gradient de densité pouvant permettre de réduire ou même de supprimer la perte de méthane mentionnée dans le paragraphe précédent.

Dans ce cas, les réserves des gaz augmenteraient de 100 millions Nm^3/an dès la mise en service des unités de production du gaz méthane.

2.1.4 La production

La production actuelle du gaz méthane est assurée par l'unité pilote du Cap Rubona (Gisenyi) installée par l'Union Chimique Belge en 1962. Elle a une capacité nominale de $280\text{Nm}^3/\text{h}$ de gaz épuré (80% CH_4) obtenue en traitant $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ de gaz brut dont l'analyse est la suivante :

- 24 à 25% CH_4
- 73,5% CO_2
- 0,05% H_2S
- 1,55% gaz inertes.

Le principe de l'installation comprend deux étapes:

- La séparation gaz –eau
- L'épuration dans laquelle le gaz brut est lavé en équi-courant (ou courant parallèle).

Le gaz produit alimente les deux chaudières de la Brasserie de Gisenyi.

L'équipement étant devenu fort vétuste, il n'assure plus sa capacité nominale.

La production horaire est actuellement, de 110Nm^3 .

2.1.5 Les projets

2.1.5.1 SAARBERG- INTERPLAN

SAARBERG- INTERPLAN avait montré qu'il était possible de produire, à des coûts compétitifs, et à partir du gaz brut du lac Kivu :

1. Le gaz méthane pour la combustion industrielle ;
2. Le gaz méthane comprimé en bouteilles comme carburant pour véhicules à essence ;
3. le méthanol (à utiliser comme carburant pour véhicules)

4. L'essence (à utiliser comme carburant pour véhicules)

5. L'urée comme engrais chimique.

Les études de SAARBERG- INTERPLAN, demandées par la CEPGL et financées par le FED, avaient abouti aux recommandations suivantes :

- Dès 1982, projet-pilote de gaz carburant alimentant un parc de 35 véhicules(investissement 300.000 UCE).
- Dès 1986, projets d'urée (20000t/an), de gaz pour la combustion industrielle ($7,8.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$) et de gaz carburant($1,2.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$) à implanter à Gisenyi : investissement 30 millions UCE.
- Dès 1986, projet de gaz de combustion industrielle ($18,8.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$) et de gaz carburant($1,2.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$) à implanter sur la presqu'île de Tembera en RDC. Investissement 22 millions UCE y compris un gazoduc de 50Km jusqu'à la cimenterie de Katana.
- Dès 1991, projet de synthèse d'essence($24.700\text{m}^3/\text{an}$) à implanter à SEKERE (RDC). Investissement 79.10^6 UCE.
- Dès 1991, projet de synthèse du méthanol($118.500\text{m}^3/\text{an}$.) à implanter à Kahondo-Rubona (Rwanda).

De tous ces projets, seul le premier a été réalisé et, avec succès.

2.1.5.2 TECHNIP

Les études de TECHNIP ont porté sur l'optimisation des stations de captage du gaz (séparation/enrichissement).

La solution retenue a été d'optimiser le procédé par recyclage des Gaz (lavage à 3 étapes, l'eau circulant à contre courant entre chaque étage ; chaque module étant constitué d'un ensemble compact séparateur-laveur réalisé en une seule colonne).

La capacité de chaque module est de $5.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$ de méthane pur ou de $6.10^6\text{Nm}^3/\text{an}$ de gaz à 80% de méthane. Dans le cas de la cimenterie de MASHYUZA ($2410^6\text{Nm}^3/\text{an}$), quatre modules de captage sont à prévoir pour la production nette. Un cinquième module de captage permettrait d'assurer l'auto-suffisance de la station de captage et de compression, en alimentant un groupe de production d'électricité.

Les principaux résultats de cette étude sont :

- Baisse du coût de production ;
- Simplicité d'utilisation ;
- Travail en off shore ;
- Amélioration de la teneur CH₄ dans le gaz produit ;
- Le gaz produit est sous pression.

2.1.5.3 UPEGAZ

UPEGAZ (organisme rwandais pour la promotion du gaz méthane) négocie actuellement avec DANE ASSOCIATES et COGELGAZ pour l'implantation à KIBUYE de deux unités de production d'électricité à partir du gaz de méthane d'une capacité de 30MW chacune (turbines à gaz). L'électricité produite serait injectée dans le réseaux interconnecté de la CEPGL. Les prévisions de mise en service de ces installations sont pour 2007.

2.2 Les bois et ses dérivés

En considérant une consommation minimale journalière de 1kg /personne et par jour, une population de 21.10^6 d'habitants, la consommation annuelle se chiffrerait à 7.665.000 tonnes de bois ; soit $10.220.000 \text{ m}^3$; de bois.

Des études menées au Rwanda et au Burundi montraient que les consommations de bois (bois + charbon de bois + résidus végétaux) étaient comprises entre 1,6 et 2,93 kg /habitant/jour.

La surface boisée au Burundi en 1993 représentait 206.076 hectares, soit 7% de la superficie totale. L'offre annuelle maximale se chiffre à 5.100.00t de bois (rendement moyen à hectare = $34 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{an}$ et 1 m^3 pesant 0,75 t). Des données plus récentes n'ont pas été disponibles.

Malgré les investissements importants dans le reboisement au cours des années 1980, le Rwanda et le Burundi restent menacés par la dégradation forestière.

Une étude réalisée par CIRAD/CIFT en 1992, établit la demande totale en bois énergie du Rwanda à $2.840.000 \text{ m}^3 / \text{an}$ pour une offre évaluée à $1.123.000 \text{ m}^3 / \text{an}$. Le rythme de dégradation du couvert forestier était à ce moment estimé à $2.10^6 \text{ m}^3 / \text{an}$.

En R.D.C (Nord-Kivu et Sud-Kivu) le couvert forestier représente près de 30 % du territoire. Il n'y a pas de déficit, mais l'absence d'une politique de reboisement et

l'exploitation intensive des forêts conduit à une dégradation du couvert forestier estimée à $20.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Les conséquences d'une exploitation irrationnelle du bois sont écologiques : baisse de la pluviométrie avec répercussion sur l'agriculture et sur l'hydroélectricité.

2.3 L'électricité

2.3.1 Généralités

L'électricité est principalement d'origine hydraulique. La sous-région dispose d'un réseau interconnecté dont la production est reprise au tableau 1.

Tableau 1. Production électrique du réseau interconnecté de la C.E.P.G.L

Centrale	Puissance installée	Energie moyenne	Energie garantie
	Pi (GW)	E MG (GWH)	Egar (GWH)
Rwegura	18	55	35
Mugere	8	40	26
Ruvyironza	1,35	11	10,5
Ntaruka	11,25	30	22
Mukungwa	12,5	48	48
Gihira	1,8	10	3
Gisenyi	1,2	8,4	5,4
Ruzizi I	28,2	148	105
Ruzizi II	40,0	200	150
Total	108,9	550,8	504,9

N.B : La production théorique annuelle est de 86,8 GWH pour le Burundi, 82,4 GWH pour le Rwanda, 150 GWH pour Ruzizi I (SNEL) et 200 GWH pour Ruzizi II (SINELAC). Le nombre d'abonnés au réseau est passé de 15.000 en 1980 à 49.569 en 1996 et à 106.403 en 1999 (27.000 au Burundi, 48.403 au Rwanda et 31.000 à l'Est de la R.D.C).

2.3.2 Burundi

a) Hydroélectricité :

La puissance hydroélectrique installée s'élève à environ 32 MW répartie entre :

- La Regideso : 30565 Kw
- La dgher : 764 Kw
- Les autoproducteurs : 765 Kw

Total : 32094 Kw

Le tableau 2 reprend les caractéristiques des centrales du Burundi.

Tableau 2 : Centrales Hydroélectriques du Burundi

Usine	Rivière	Turbine nbre Type	Chute nette (m)	Débit m ³ /s	Puissance Turbine (Kw)	Pi Totale (Kw)
Rwegura	Gitenge	3 Pelton	426	1,53	6.000	18.000
Mugere	Mugere	4 Pelton	290	0,95	2.000	8.000
Nyemanga	Suguvyaye	2 Pelton	226	0,37	720	1.400
Mugera	Ruvyironza	3 Banki	17,4	3,2	425	1.275
Gikonge	Mularazi	2 Banki	27,3	2,15	425	850
Kanyezi	Kavuruga	2 Francis	30	1,9	400	800
Marangara	Nduruma	2 Francis	60	0,29	120	240
Sanzu	Sanzu	1 Banki	-	-	70	70
Bahiga	Nderama	1 Banki	26	1,125	240	240

Les centrales de Rwegura, Mugere et Ruvyironza sont connectées au réseau interconnecté de la région des Grands Lacs depuis 1989. La connection de la centrale de Mugera a été réalisée au courant de l'année 1999 et celle de Gikonge en 2001 après la mise en service de la ligne 30 kw Gitega-Muravya.

b) Thermique :

Le Burundi utilise très peu de diesel dans son parc de production. Une centrale de 5,2 MW a été installée à Bujumbura en 1996. Elle est utilisée comme réserve vu le prix élevé du gas oil.

2.3.3 Rwanda

a) Hydroélectricité

La production électrique est réalisée par 4 centrales hydroélectriques exploitées par ELECTROGAZ et par quelques centrales hydroélectriques isolées appartenant à des autoproducteurs.

La puissance installée gérée par Electrogaz est de à 26,75 MW et représente 98% de la puissance totale. Les 4 centrales font partie du réseau interconnecté CEPGL .

Tableau 3 : Centrales hydroélectrique du Rwanda

Usine	Rivière	Turbine Nbre type	Chute net te (m)	Débit m3 / s	Puissance turbine Kw	P/ totale Kw
Mukungwa	Mukungwa	2 Francis	110	7,0	6250	12500
Ntaruka	Ntaruka	3 Francis	100	4,6	3750	11250
Gihira	Sebeya	2 Francis	-	-	900	1800
Gisenyi	Sebeya	2 Francis	83	985	600	1200

Source : E G L

b) Thermique

Il y a l'unité de Gatsata qui a une puissance de 3 x 850 KW qui sert de réserve.

Depuis le mois de septembre 2004, Electrogaz a importé 2 grosses centrales thermiques auprès de la firme allemande GLOBAL POWER SYSTEMS pour un prix de 5 Millions USD. La puissance totale est de 12, 5 Mw : l'une de 7,8 Mw sera installée à JABANA et l'autre, de 4,7 Mw à KABUYE.

Les deux centrales alimenteront uniquement la ville de KIGALI. Elles ont été importées pour faire face à la pénurie l'électricité résultant de la baisse du niveau des eaux dans les lacs de retenue des centrales de Mukungwa et Ntaruka .

2.3.4. NORD-KIVU et SUD – KIVU

La seule centrale est celle de RUZIZI I qui alimente le réseau interconnecté. L'évolution de la production de Ruzizi I et des consommations au Nord-Kivu et au Sud-Kivu est reprise au tableau 4.

Tableau n° 4 Production et repartition du courant SNEL/Bukavu

Item	LIBELLE	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	Production RUZIZI 1 (GWH)	149,136	149,016	118,977	120,358	149,780	147,138	139,105	150,116	149,250	161,204
2	Importation RUZIZI 2 (GWH)	40,845	42,667	33,939	39,420	50,594	58,272	69,732	80,149	58,117	93,508
3	Livraison BUJUMBURA(GWH)	33,748	29,476	7,650	27,868	33,544	38,835	41,426	48,807	42,951	42,024
4	LivraisonRWANDA(GWH)	7,053	7,679	5,666	12,641	15,450	15,790	16,295	18,689	7,437	2,536
5	Livraison BUKAVU(GWH)	64,988	71,603	49,470	75,400	54,659	63,684	57,473	64,207	72,652	75,807
6	Livraison UVIRA(GWH)				0,125	16,070	17,713	15,868	16,016	13,244	14,560
7	Consommation BRALIMA(GWH)	11,916	14,446	11,119	6,566	7,713	3,332	5,277	7,908	6,484	6,169
8	Consommation PHARMAKINA(GWH)	0,599	0,622	0,566	0,509	0,608	0,536	0,633	0,829	0,970	1,060
9	Cosommation REGIDESO(GWH)	0,328	0,581	0,708	1,109	0,667	0,491	0,373	0,425	0,524	0,594

La centrale hydroélectrique de RUZIZI I a une puissance installée de 28,2 MW fournie par quatre groupes dont les deux premiers ont été mis en service en 1958 et 1959 et les deux autres en 1973. La SNEL qui gère la centrale ainsi que le transport et la distribution du courant électrique dans les villes de Bukavu, Goma et Uvira est confrontée aux problèmes ci-après :

- L'arrêt du groupe 4 de la centrale de RUZIZI I pour révision depuis août 1994 jusqu'à ce jour ;
- la vétusté des groupes I et II qui nécessitent de gros entretiens ;
- les affaissements de terrain à NYABIBWE ;
- la destruction des équipements BT et MT lors de l'éruption volcanique du Nyiragongo à Goma;
- la mauvaise saisie des consommations par manque de compteurs et suite aux raccordements anarchiques .

2.3.5. SINELAC

Créée en 1983 pour la construction et l'exploitation de la centrale hydroélectrique de Ruzizi II, la Société Internationale d'Electricité des Pays de Grands lacs (SINELAC) est une propriété commune des Etats de la CEPGL (Rwanda, Burundi, RDC) . La centrale de RUZIZI II est opérationnelle depuis 1989 avec une puissance de 29 Mw qui a été portée à 44 Mw en 2001. SINELAC fournit de l'électricité à ELECTROGAZ, SNEL et REGIDESO qui n'honorent pas toutes leurs factures ; ce qui met l'entreprise en difficulté. Les équilibre financiers de SINELAC sont rompus et les ratios pertinents de gestion sont hors norme. La restructuration de celle – ci est plus que nécessaire.

Le tableau 5 reprend la production annuelle de SINELAC.

Tableau 5 : Production annuelle d'électricité de SINELAC.

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Production GWH	128	114	131	181	126	117	122	118	111	145	171	185	186	204

2.3.6. Projets en cours

Le plan directeur EGL (organisation de la CEPGL pour l'Energie des Grands Lacs) prévoyait les centrales hydro -électriques et les turbines à gaz ci – après .

Rusumo Falls (1996)

Ruzizi RA 2 (1999)

Kaburantwa 16 (2004)

Ruzizi RA 1 (2006)

Kaburatwa 23 (2010)

Turbines à gaz Bujumbura (1994, 1995,1995,1997)

Turbines à gaz Goma (2009,2010)

Aucun de ces projets n'a été réalisé.

D'autres projets existent pour chacun des trois pays :

Rwanda :

Mukungwa 2, Nyabarongo, Rukarara 3B, Akanyaru2, Base, Keya

Burundi :

Masango, Rushihe, Kagu 10, Kagu 6, Kagunuzi, Mulembwe, Jiji, Ruzibazi, Muyovozi, Doublement Nyemaga , Kiziba.

R.D.C

Panzi aval, Sisi3, Sisi5, Ruzizi RA1,Ruzizi RA2,Ruzizi RB, Ruzizi RC1, Ruzizi RC1, Ruzizi RC2 bis, Ruzizi RD2, Ruzizi RD3, Ruzizi R5 ter, Ruzizi RE, Butembo, Ruwenzori 2, Lubero, Muhuma.

En plus de ces projets, il y a plusieurs sites identifiés pour microcentrales mais aucun début de réalisation n'existe, faute de financement .

2.3.7. Difficultés

Les difficultés dans le secteur de l'hydroélectricité sont les suivantes :

- mauvaise tarification, en particulier, pour SNEL et REGIDESO ; l'électricité étant vendue à un prix plus bas que le coût réel ;
- Mauvaise saisie des consommations ;
- Réseau interconnecté non équilibré ;

- Situation financière difficile (SINELAC , SNEL . REGIDESO, ELECTROGAZ)
d'où l'incapacité de payer les dettes et de financer de nouveaux projets ;
- Baisse continue du niveau des eaux dans les lacs de retenue comme le montre
le tableau 6 ci- dessous :

Tableau 6 Niveau des eaux dans les lacs de retenue.

Mois	Avril		Septembre		Décembre		Niveau maxi	Niveau mini introllit
Année	2002	2003	2002	2003	2002	2003		
Retenues	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre
Kivu	1462,93	1462,80	1462,56	1462,64	1462,64	1462,55	1463	1462
Rwegura	2152,20	2149,92	2148,50	2148,07	2148,07	2147,67	2152,2	2140
Ruhondo	1758 ,93	1758,50	1758,09	1758,00	1757,58	1757,88	1759,2	1756,4
Bulera	1861,68	1861,20	1861,59	1860,67	1860,28	1860,28	1864	1859,3

2.4 La tourbe

2.4.1 Les réserves

Les réserves exploitables de tourbe au Burundi sont estimées à 55 millions de tonnes à 30% de l'humidité.

Le tableau 7 ci-dessous renseigne sur leur localisation.

Tableau 7 : Principales tourbières du Burundi

Tourbières	Surface(ha)	Réserves prouvées (en tonnes)	Réserves exploitables (en tonnes)
Haute Terres			
Ryansoro	-	70.000	35.000
Gitanga	160	1.000.000	300.000
Matana-Gishubi	28	300.000	130.000
Gisozi	30	214.000	120.000
Kashiru-Jenda	10	50.000	25.000
Vallée de NYAMUSWAGA	1.200	5.000.000	2.500.000
Vallée de l'AKANYARU	13.000		
Buyongwe		14.000.000	10.000.000
Ndurumu		10.000.000	5.000.000
Nyavyamo		12.000.000	6.000.000
Nyacijima		150.000	70.000
TOTAL		42.785000	24.180.000

Ils convient de noter que seulement 40% de la superficie totale de l'AKANYARU ont été explorées.

Source : EGL/juin 1994.

Au Rwanda, les réserves sont estimées à plus de 100 millions de tonnes dont 5 millions de tonnes exploitables. Les tourbières les plus importantes sont localisées à Busoro, Rugezi, Kanazi, Rutabo et Gishoma.

En R.D.C aucune évaluation exhaustive des tourbières n'a été entreprise jusqu'à ce jour. Mais des sites connus comme Tchishi(60Km de Bukavu), Chidorwe(70Km de Bukavu),Buzilire, marais de Murhesa, marais de Tshamfu, Mizinzi, Lwiro ont montré une bonne qualité et de faibles teneurs en cendres.

2.4.2. L'exploitation

Au Burundi, l'exploitation de la tourbe est assurée par l'ONATOUR(Office National de la Tourbe) créée en 1977. Sa capacité de production est de 25000t/an mais elle est en réalité, de l'ordre de 12000t/an, consommée par l'armée(à plus de 80%).

Au Rwanda, la production moyenne est de 6000t/an et la quantité déjà exploitée est estimée à 100000t en 1992.

En R.D.C, il n'y a pas d'exploitation de tourbe.

Les niveaux de production ci-dessus sont très faibles eu égard aux réserves exploitables. Des actions devraient être menées pour promouvoir la consommation de la tourbe, soit à l'état brut, soit à l'état de briquelette séchée.

2.5 L'énergie éolienne

Dans la sous- région des grands-lacs, les régimes moyens des vents sont très faibles et irréguliers. Au Burundi, la vitesse moyenne des vents dans la plaine de l'IMBO est de plus ou moins 5m/s entre 12h et 18h. Au Rwanda et R.D.C, les vitesses moyennes enregistrées sont inférieures à 3m/s avec un pourcentage élevé de journées sans vents. Mis à part quelques sites pilotent au Burundi, l'énergie éolienne n'est pas exploitée dans la sous-région mais des études devraient être menées pour avoir plus de précision s'il n'y a pas des sites propices à la production d'énergie éolienne.

L'avantage de cette production pour les milieux ruraux est indéniable : éclairage, moulins, pompage de l'eau, etc. ...

2.6. l'énergie solaire

2.6.1 *Le généralité*

La situation de la sous régions près de l'équateur, permettant un ensoleillement sur toute l'année, présente des atouts pour produire des quantités élevées d'énergie solaire qui peut être utilisée, soit sous forme thermique(chauffe-eau et séchoir solaire) soit sous forme d'électricité(solaire photovoltaïque).

La forte baisse du coût des modules photovoltaïque au cours de ces vingt dernières années ajoute un attrait supplémentaire à cette technologie. Bien qu'en principe, le coût du Kwc photovoltaïque soit plus élevé que Kwc hydroélectrique, l'expérience a montré que pour des demandes inférieures à 5Kwh par jour et une distance de plus de 1Km du réseau, l'électrification rurale par panneaux solaires restait la plus compétitive.

2.6.2 Réalisation

a) Rwanda

En 1992, les réalisations dans le solaire photovoltaïque totalisaient 67Kwc réparties ainsi :

- 80 centres de santé	23,35Kwc
- Kinanira(Orinfor)	3,28Kwc
- Karisimbi(Orinfor)	4,00Kwc
- Paroisse Mugombwa	8,80Kwc
- Entreprise privée	8,00Kwc
- Téléphonie rurale	<u>19,572Kwc</u>
	66,977Kwc

Plusieurs infrastructures ont été détruites ou volées lors de la guerre en 1994.

b) Burundi

En 1991, le Burundi disposait de 1312 modules photovoltaïques totalisant une puissance de 47Kwc dont 13,8Kwc étaient destinés à l'éclairage.

c) Congo

Selon les statistiques disponibles (Statener 1994-1995), le nombre de modules photovoltaïques installé au Congo était de plus de 2500 avec une puissance de plus de 1000Kwc pour satisfaire les besoins énergétiques de base dans les hôpitaux, maternités, écoles et stations de télécommunications.

La plupart de ces installations ont été pillées lors des guerres civiles qui sévissent dans le pays depuis 1992.

2.7 L'énergie géothermique

a) Généralités

Au Nord-Kivu et au Sud-Kivu, les sources thermales ci-dessous ont été identifiées.

Tableau 8 : Sources thermales de l'Est de la R.D.C

Source thermale	température(°c)	Débit	Nombres de Sources
NYANGEZI	37 à 50	11 l/sec	12
KATANA	30 à 63	162 l/sec	15
RWINDI	75 à 90	75 l/sec	33

Source : STATENER 94-95, SGE/ août 1996

Au Rwanda, les sources thermales avaient été identifiées dès 1953 et un inventaire exhaustif avait été effectué en 1974. Une étude du BRGM(France) a permis de mettre en évidence les sites de MASHYUZA, GISENYI et NTARESI dont la température des eaux de profondeur est supérieure à 150°C. L'étude avait recommandé de mener une étude de faisabilité de l'exploitation de la zone de Mashyuza où il est possible de réaliser 3 puits dont chacun pourrait fournir une puissance de 2,5Mw.

Au Burundi nous n'avons pas pu accéder à des informations sur les sources géothermales.

b) Exploitation

Aucune exploitation d'énergie géothermale n'existe dans la sous-région bien que le potentiel, non encore entièrement identifié, existe et est promoteur.

2.8 Le bio gaz

a) Le procédé

Le principe du bio-gaz est de transformer les matières organiques, dans une cuve appelée digesteur, en gaz riche en méthane(60-70% CH₄ et 30-40% CO₂) par fermentation anaérobie.

On distingue deux catégories de digesteurs :

- les digesteurs familiaux alimentés à la bourse de vache mélangée à de l'eau et servant à la production du gaz d'éclairage et de cuisine.
- les digesteurs institutionnels installés à des fins d'assainissement de l'environnement dans les milieux à grande concentration humaine (écoles, camps militaires, prisons, missions religieuses).

Ces derniers sont alimentés avec une durée de rétention élevée pour garantir l'assainissement du milieu.

Des digesteurs d'assainissement peuvent aussi être installés près des abattoirs et des usines de lavage du café pour l'épuration des eaux usées.

b) Production

Au Burundi, la technologie du bio gaz est parfaitement maîtrisée : 307 digesteurs d'un volume de 12097 m³ (32 % Ménages, 62 % Institutions) étaient opérationnels en 1996.

Au Rwanda ainsi qu'au Nord-Kivu et au Sud-Kivu, le bio- gaz est encore au stade expérimental. Les obstacles au bio gaz sont :

- le coût élevé du digesteur par rapport au revenu moyen de la population ;
- le faible niveau de formation des utilisateurs et des techniciens de maintenance.

L'avantage du bio-gaz par rapport aux autres sources d'énergie, souvent polluantes, est qu'il contribue à l'assainissement de l'environnement.

2.9. Les produits pétroliers

Les produits pétroliers comprennent le gasoil, l'essence, le jet A1, le pétrole lampant et le fuel pour usage industriel.

Il n'y a dans la sous-région, ni extraction, ni raffinage de pétrole. Tous ces produits sont importés, prêts à l'usage, soit par le Kenya (Eldoret), soit par la Tanzanie (Dar-es-Salaam)

Le coût du transport routier sur de 1500Km constitue le gros handicap pour ces produits.

D'après certaines études, ce transport coûte le même prix que le prix d'achat de ces produits pétroliers. A cela s'ajoute le manque d'organisation du secteur d'importation. En effet, le regroupement de commandes permettait de mieux négocier les prix d'achat, de transport et les coûts connexes et des économies de l'ordre de 25 à 30% du coût total.

Les consommations de l'ordre de 13000m³/an au Sud-Kivu, 20000m³/an au Nord-Kivu, 35000m³/an au Burundi, 90000m³/an au Rwanda donnent un total de 158000m³/an pour la sous-région. Ces produits sont principalement utilisés pour le transport routier et aérien ainsi que pour l'éclairage (lampes à pétrole). Les autres usages (chauffage industriel, production d'électricité) sont très faibles.

N.B. : La consommation du Rwanda est élevée suite à l'usage du fuel lourd par la cimenterie MASHYUZA.

Des indices existent dans la vallée de la SEMILIKI où le gouvernement ougandais a octroyé des Permis de Recherches à Heritage Oil et Energy Africa qui ont déjà investi 26 millions de dollars. Amoco avait entrepris des recherches dans le lac Tanganyika et ses environs mais aucun résultat n'avait été communiqué.

2.10. L'alcool carburant

L'éthanol - carburant à partir des déchets (mélasse) des sucreries de la région a fait l'objet de plusieurs études. Une distillerie de mélasse devrait être implantée dans le site de KILIBA(R.D.C.) et une autre près de la société de MOSSO(BURUNDI). Cette expérience devrait être étendue aux autres sucreries de la sous-région.

L' éthanol anhydre, mélangé à l'essence, dans une fourchette variant entre 10%et 20%, peut être utilisé comme carburant pour les véhicules à essence sans aucune modification .Au Brésil, au Zimbabwe , au Malawi et au Kenya ,des distilleries de grande capacité existent et alimentent le marché du carburant pour véhicule .

Ce projet devrait être relancé.

N.B. :Les capacités prévues étaient de 10000l /j à Mosso et 20000 l /j à Kiliba d'éthanol anhydre.

3. LA DEMANDE ENERGETIQUE

3.1.Electricité

Des études menées par EGL en 2000 pour évaluer l'évolution de la demande d'électricité dans la sous-région en utilisant la méthode d'ajustement exponentiel ainsi que la méthode d'ajustement exponentiel à un taux d'accroissement dégressif ont donné les résultats suivants :

a) Ajustement exponentiel

a.1.) Burundi

<u>Année</u>	<u>Hypothèse basse GWH</u>	<u>Hypothèse moyenne GWH</u>	<u>Hypothèse hautGWH</u>
2000	154	162	170
2001	164	177	191
2002	176	194	213
2003	189	212	238
2004	204	232	265
2005	219	254	294
2006	236	278	327
2007	254	304	364
2008	257	333	404
2009	295	364	449
2010	319	399	499

N.B. :Taux annuel moyen d'accroissement ,période 2000-2010

- Hypothèse basse : 7,22%
- Hypothèse moyenne : 9,42%
- Hypothèse haute : 11,67%

b.2.) Rwanda

<u>Année</u>	<u>Hypothèse basse GWH</u>	<u>Hypothèse moyenne GWH</u>	<u>Hypothèse haute GWH</u>
2000	203	211	220
2001	213	226	240
2002	225	243	262
2003	238	260	284
2004	251	279	309
2005	266	299	336
2006	281	320	395
2007	298	343	429
2008	315	367	465
2009	334	394	465
2010	354	422	504

N.B. :Taux annuel moyen d'accroissement ,période 2000-2010

- Hypothèse basse : 5,44%
- Hypothèse moyenne : 7,16%
- Hypothèse haute : 8,90%

a.3.) Est R.D.C.

<u>Année</u>	<u>Hypothèse basse GWH</u>	<u>Hypothèse moyenne GWH</u>	<u>Hypothèse haute GWH</u>
2000	177	189	202
2001	191	211	233
2002	208	236	267
2003	228	264	306
2004	249	295	349
2005	273	330	399
2006	299	369	455
2007	328	412	518
2008	359	460	590
2009	394	515	672
2010	433	575	766

N.B. :Taux annuel moyen d'accroissement ,période 2000-2010

- Hypothèse basse : 8,90%
- Hypothèse moyenne : 11,76%
- Hypothèse haute : 14,70%

a.4.) Région des Grands lacs(Burundi +Rwanda+Est R.D.C.)

<u>Année</u>	<u>Hypothèse basseGWH</u>	<u>Hypothèse moyenne GWH</u>	<u>Hypothèse haute GWH</u>
2000	533	563	594
2001	569	615	666
2002	609	673	744
2003	654	737	830
2004	703	807	926
2005	757	883	1032
2006	815	967	1150
2007	878	1060	1282
2008	946	1162	1429
2009	1020	1274	1594
2010	1101	1397	1777

N.B. :Taux annuel moyen d'accroissement ,période 2000-2010

- Hypothèse basse : 7,15%
- Hypothèse moyenne : 9,50%
- Hypothèse haute :11,92%

b) Méthode d'ajustement exponentiel suivant un taux d'accroissement dégressif

b.1) Région des Grands lacs (Burundi +Rwanda+Est R.D.C.)

<u>Année</u>	<u>Hypothèse basse GWH</u>	<u>Hypothèse moyenne GWH</u>	<u>Hypothèse haute GWH</u>
2000	535	548	594
2001	555	581	625
2002	575	614	683
2003	594	646	743
2004	613	679	805
2005	631	711	869
2006	649	742	933
2007	666	774	998
2008	682	804	1064
2009	698	834	1131
2010	714	863	1197

N.B. :Taux annuel moyen d'accroissement ,période 2000-2010

- Hypothèse basse : 3,01%
- Hypothèse moyenne : 4,81%
- Hypothèse haute :7,97%

La méthode d'ajustement exponentiel semble plus proche de la réalité et cela, compte tenu du dynamisme économique élevé enregistré dans la sous- région.

c) Offre et consommation d'énergie électrique dans la sous -région.

Les tableaux ci-après montrent, pour chacun des trois pays, l'évolution de l'offre et de la demande au cours des années 1990-1999. Il y a lieu de noter que les pertes sont très élevées .

Burundi

Evolution de l'offre et de la consommation d'énergie électrique

<u>Année</u>	<u>Hydro.Rés.Interc</u>	<u>Prod.cent.auto</u>	<u>Inport</u>	<u>Export</u>	<u>Offre inter .</u>	<u>Consom .</u>	<u>Pertes %</u>
	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>			
1990	87	8	31	1	126	104	17
1991	94	6	30	1	130	119	8
1992	92	8	46	3	143	122	14
1993	93	8	47	3	146	119	18
1994	72	10	65	0	148	119	19
1995	86	11	38	1	130	97	25
1996	87	12	4	0	103	92	10
1997	76	10	45	2	129	87	32
1998	96	12	31	1	140	112	20
1999	90	7	50	0	148	109	26

RWANDA

Evolution de l' offre et de la consommation d'énergie électrique

<u>Année</u>	<u>Hydro. Centr.Interc .</u>	<u>Import</u>	<u>Offre interne</u>	<u>Consommation</u>	<u>Pertes %</u>
	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>
1990	78	95	173	149	14%
1991	80	91	172	140	18%
1992	89	92	182	124	31%
1993	55	115	171	116	31%
1994	30	43	73	—	—
1995	53	59	112	—	—
1996	72	82	154	99	35%
1997	110	72	179	135	24%
1998	127	60	186	124	33%
1999	128	70	197	129	34%

Est R.D.C.**Evolution de l' offre d'énergie électrique**

Année	Hydro. Centr. Interc .	Import	Export	Offre interne
	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>	<u>GWH</u>
1990	99	22	22	100
1991	118	10	21	108
1992	127	17	19	120
1993	137	45	25	154
1994	148	40	19	163
1995	149	42	25	172
1996	118	47	13	152
1997	120	42	36	126
1998	149	50	35	165
1999	147	58	34	169

Les consommations pour l'Est –R.D.C.n'ont pas été mentionnés car elle sont mal saisies.

3.2 Le bois**Burundi**

En 1993, la surface boisée était de 206076 hectares soit environ 7% de la superficie totale du pays. L'offre annuelle de bois de feu et de bois de service était estimée à un million de m³ pour une demande de 6 millions de m³ d'ou le déficit de 5 millions m³. Ce déficit doit avoir augmenté au cours des années qui ont suivi.

Rwanda

En 1992 , la demande été estimée à 4,7 millions de m³ pour une offre de 1,234 millions de m³ ; d'ou un déficit de 3,466 millions de m³/an.

Est-R.D.C

Au Kivu, le couvert forestier est beaucoup plus important qu'au Rwanda et au Burundi, mais l'exploitation intensive sans reboisement a occasionnée une grande déforestation aux conséquences écologiques graves pour les prochaines années.

En 1987, une enquête a montré que les consommations étaient de 1,042 Kg/pers/jour en milieu rural et de 0,315 Kg/pers/jour de bois plus 0,193 Kg/pers/jour de charbon de bois en milieu urbain.

Une enquête menée à Bukavu en 2003 a montré que la ville Consommerait par semaine 28 t de bois et 157,55 t de charbons de bois, soit 1456 t de bois et 8092t de charbon de bois/an.

Bien que la saisie des consommations de bois et de ses dérivés soit difficile tant en milieu rural qu'en milieu urbain, il y a lieu de noter ce qui suit :

- 1) le bois, le charbon de bois et les déchets végétaux restent les ressources énergétiques les moins chère dans la sous-région.
- 2) Le rendement thermique est, dans toutes les utilisations, très mauvais ; que ce soit le foyer traditionnel à trois pierres pour le bois ou le brasero classique pour le charbon de bois. Ce rendement ne dépasse pas 20% ; d'ou un gros effort à fournir par les autorités politiques pour la vulgarisation et l'utilisation obligatoire des foyers améliorés.
- 3) Etant donné le manque de restriction, la population a tendance à croire que les ressources forestières sont illimitées.
- 4) Les programmes de reboisement devraient être intensifiés, accompagnés de mesures strictes de protection des forêts. Il faudrait prévoir des forêts et plantations où l'exploitation serait interdite et d'autres où elle serait limitée.

3.3 Les produits pétroliers

La consommation des produits pétroliers est estimée à 158.000m³/an pour la sous-région.

Ces produits sont tous importés. La cimenterie de MASHYUZA dont la capacité de production n'arrive pas à satisfaire le marché intérieur et qui devrait doubler sa production voit son coût opératoire fortement à la hausse suite à l'utilisation du fuel lourd.

Le marché mondial du pétrole est fortement perturbé par les incertitudes sécuritaires qui planent sur le Moyen Orient et par l'accroissement de la demande des pays émergents comme la Chine, l'Inde, le Mexique, l'Indonésie etc... dont les consommations dépassent celles des pays européens. La plupart de ces pays ont signé des contrats de longue durée avec les pays producteurs ; ce qui risque de mettre en difficulté les pays d'Afrique Noire, même si leur consommation reste marginale.

4. Les actions pour résorber le déficit

4.1. Electricité

a) Généralités

Les entreprises REGIDESO, SNEL, ELECTROGAZ et SINELAC sont dans une situation financière difficile :

- incapacité de payer leurs dettes ;
- incapacité d'assurer les gros entretiens ;
- incapacité d'investir (nouvelles centrales, réseaux HT, MT) ;
- incapacité de juguler les pertes comprises entre 23 et 30% ; ce qui est énorme.

Les trois pays avaient déjà marqué leur accord pour l'entrée des partenaires privés dans le capital des trois sociétés nationales mais seule ELECTROGAZ, a fait un premier pas en signant un accord de gestion avec un partenaire privé.

En attendant des progrès dans le sens de la capitalisation de ces entreprises et de l'amélioration de leur productivité, REGIDESO,SNEL, ELECTROGAZ et SINELAC se contenteront de gérer la pénurie au quotidien.

b) Le déficit

Dans l'hypothèse optimiste où les quatre sociétés arriveraient à maintenir leur production annuelle de 500 GWH jusqu'en 2010, le déficit se présenterait comme suit :

Année	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Production GWH	500	500	500	500	500	500	500
Demande GWH *	807	883	967	1060	1162	1274	1397
Déficit GWH	307	383	467	560	662	774	897

* Ajustement exponentiel(hypothèse moyenne)

Même dans cas hypothétique où les travaux de construction des centrales hydroélectriques, de RUZIZI III, NYABARONGO et RUSUMO FALLS, commenceraient en 2005 ; aucune ne serait opérationnelle en 2010 ; les travaux prenant 8 à 12 ans.

Les deux turbines à gaz méthane du lac Kivu prévues en 2007 (DANE ASSOCIATES pour l'une et COGELGAZ pour l'autre) d'une puissance de 30MW chacune, soit 60MW pour les deux ; auraient une capacité de production annuelle de 300 GWH ; ce qui ne permet de résorber qu'une partie du déficit.

La décision prise par ELECTROGAZ d'acheter des centrales thermiques fonctionnant au diesel est une bonne décision étant donné qu'il vaut mieux avoir de l'électricité relativement chère que de n'en avoir pas du tout.

Ainsi, il est plus urgent de :

- Assainir la gestion des entreprises nationales et régionale de production et de distribution d'électricité ;
- Relancer les partenaires financiers pour la construction des centrales hydroélectriques prévues ;
- Trouver des partenaires pour la construction d'autres turbines à gaz méthane du lac Kivu ;
- Etudier et trouver une solution au problème de la baisse continue des niveaux d'eaux dans les lacs de retenue (Kivu, Rwegura, Ruhondo, Bulera) observée depuis 2002 jusqu'à ce jour.

Les centrales thermiques alimentées par le gaz méthane du lac Kivu devraient faire l'objet d'une attention soutenue, car ; outre l'avantage d'utiliser des ressources locales ; leur délai de livraison ainsi que leur coût d'investissement sont attrayants.

4.2 Le bois et ses dérivés

La déforestation massive résultant d'une utilisation irrationnelle du bois et de ses dérivés avec des conséquences écologiques comme la baisse de la pluviométrie devrait inciter les décideurs politiques à accorder une plus grande attention au secteur bois-énergie.

A ce sujet ; les mesures suivantes devraient être prises en urgence :

- Restriction sur l'exploitation du bois ; certaines forêts et plantations devraient être frappées d'interdiction et d'autres, de restriction ;
- Intensification des programmes de reboisement ;
- Utilisation obligatoire des foyers à bois et des brasero à rendement thermique élevé ; tant dans les milieux ruraux qu'urbains ;
- Intensification de l'utilisation du biogaz, des énergies solaire et éolienne;
- Utilisation plus importante de la tourbe.

4.3. Pétrole

Les actions suivantes devraient être entreprises :

- 1) Introduction de la traction électrique pour le transport longue distance(chemin de fer à l'intérieur des pays et vers la côte Est sur l'Océan Indien).
- 2) Introduction de la traction électrique en milieu urbain (tram).
- 3) Prospection pétrolière dans la vallée de la Semliki (où les ougandais sont déjà très actifs avec Heritage Oil et Energy Africa qui ont déjà investis 26.10⁶ USD), ainsi que les lacs Albert, Edouard, Tanganyika et leurs environs.
- 4) Utilisation du gaz méthane comprimé comme carburant pour véhicule.
- 5) Investissement dans la production de l'éthanol carburant près des sucreries.
- 6) Utilisation du gaz méthane non comprimé pour usage thermique(cimenteries, séchoirs à thé, etc...).
- 7) Etudier la possibilité de produire de l'essence à partir du gaz méthane (projet SAABERG- INTERPLAN).

5. Conclusion

Le déficit énergétique dans la sous-région des grands lacs a été mis en évidence et des actions concrètes ont été proposées en ce qui concerne : le bois-énergie, l'électricité et le pétrole.

Le déficit en bois-énergie ne se fait pas remarquer à cause de l'exploitation sans restriction du couvert forestier. L'impact écologique de cette situation comme la baisse de la pluviométrie se répercute sur la production des centrales hydroélectriques.

Des mesures de restrictions(forêts), d'incitation(reboisement, foyers améliorés) et de substitution(bio-gaz, solaire, éolienne) ont été proposées.

La baisse du niveau des eaux dans les lacs de retenue, la vétusté des équipements, la gestion difficile des entreprises du secteur électrique sont les causes des faibles performances dans ce domaine où le déficit existe et va s'aggraver au cours des années à venir.

L'introduction du partenariat privé ainsi que l'exploitation des turbines à gaz méthane ont été suggérées.

Dans le secteur du pétrole ; la prospection, la substitution par le gaz méthane ; par la traction électrique et par l'éthanol ont été mentionnées.

La sous- région des Grands- Lacs africains est caractérisée par un dynamisme économique très élevé sans commune mesure par rapport aux sous-régions environnantes. Le manque d'énergie constitue le frein le plus important à cette démarche. Toutes les actions qui seront menées pour disponibiliser de l'énergie bon marché sans nuire à l'environnement seront les bienvenues pour soutenir cette dynamique.

Synthétique, la présente note n'a pas approfondi certains aspects et nous espérons que d'autres chercheurs la compléteront par des études plus ciblées ; ce dont nous les remercions.

Table des matières

1. Introduction

- 2. L'offre énergétique
 - 2.1. le gaz méthane du lac Kivu
 - 2.1.1 le lac Kivu
 - 2.1.2 les études
 - 2.1.3 les réserves
 - 2.1.4 la production
 - 2.1.5 les projets
 - 2.1.2.1 Saaberg Interplan
 - 2.1.5.2 Technip
 - 2.1.5.3 Upegaz
 - 2.2 le bois et ses dérivés
 - 2.3 l'électricité
 - 2.3.1 Généralités
 - 2.3.2 le Burundi
 - 2.3.3 le Rwanda
 - 2.3.4 l'Est de la RDC
 - 2.4 La tourbe
 - 2.4.1 les réserves
 - 2.4.2 l'exploitation
 - 2.5 l'énergie éolienne
 - 2.6 l'énergie solaire
 - 2.6.1 généralités
 - 2.6.2 réalisations
 - 2.7 l'énergie géothermique
 - 2.8 le biogaz
 - a) le procédé
 - b) la production
 - 2.9 Les produits pétroliers
 - 2.10 L'alcool carburant

3. La demande énergétique

- 3.1 l'électricité
- 3.2 le bois
- 3.3 les produits pétroliers

4. Les actions pour résorber le déficit

- 4.1 l'électricité
- 4.2 le bois et ses dérivés
- 4.3 le pétrole

5. Conclusion

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.