L'ETUDE DE FAISABILITE D'UNE UNITE PILOTE DE PRODUCTION DECENTRALISEE D'ELECTRICITE PAR GAZEIFICATION DES RESIDUS AGRICOLES

UEMOA

Octobre 2008

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Client:	UEMOA, DGE Benin
Marché	N°003/MMEE/DGE/DENR/PF-PRBE/SA
Contractant:	ILTIS GmbH

Expert désigné:	Peter Fransham, Canada
Experts assistées:	Jörg Fingas, ILTIS GmbH, Germany Dr. Thomas Helle, ILTIS GmbH, Germany Abel Kidjo, Benin

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Sommaire

PARTIE A Les Experts et les Problèmes à résoudre **10**

1.1 Présentation du cabinet ILTIS et de son expert *10*

1.2 Le Marché de ILTIS GmbH *10*

1.3 La coopération au développement *10*

1.4 Intention de ILTIS *10*

1.5 Expert désigné *11*

2 La situation du pays Benin **12**

2.1 2.1 Situation d' approvisionnement d'electricité au Bénin *12*

2.2 L'impact de la crise de l'énergie sur le développement économique *13*

2.3 Le rôle du gazoduc de l'Afrique de l'Ouest *14*

2.4 Réserves énergétiques biomasse du Benin *15*

2.5 Potentiel électrique des résidus agricoles *16*

2.6 Le potentiel d'énergie sous-exploité au Benin *17*

2.7 Analyse et prévision de la demande d'énergie électrique 2025 *17*

3 Approche méthodologique visant à apprécier le site **19**

3.1 Approche méthodologique visant à apprécier le site *19*

3.1.1 Possibilité d'installation de réseau unifilaire 19

3.1.2 La Commune de Kalalé et les localités avoisinantes 19

3.1.3 Démographie de la commune de Kalale 20

3.1.4 Energie de la commune de Kalalé. 20

3.1.5 Economie 21

3.1.6 Disponibilité de la biomasse dans la commune de Kalalé 21

3.2 L'Arrondissement de Bouca *21*

3.2.1 Energie de l'arrondissement de Bouca 21

3.2.2 Evaluation de la disponibilité effective de la matière première (résidus agricoles) à Bouca. 22

3.2.3 Surface nécessaire pour nourrir 400 KW 24

3.3 Appréciation de la localité de Bouca comme un site approprié *24*

3.4 Prevision du developpment de la demande en électricité *25*

3.5 Autres Sites alternatifs appropriés *28*

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE B : Etude de faisabilité technique **29**

4 Approche méthodologique et technique pour la réalisation de l'étude de faisabilité **29**

4.1 Intro *29*

4.2 Analyse des conditions *30*

4.3 Analyse du marché *30*
4.3.1 Types de générateurs à gaz 32

4.4 Critères de selection *36*
4.4.1 Comparison de companies 36
4.4.2 Justification du choix d'équipement et de conditions de fonctionnement 38

4.5 Ankur : D'escription de l'équipement et de conditions de fonctionnement *39*

4.6 La composition du gaz *41*
4.6.1 Plan d'implantation : Voir l'annexe 43
4.6.2 Possibilités variables de réponse de charge 43

4.7 Schéma uniflaire des instalation electriques *44*

4.8 Description technique des équipements, fonctionnement et entretien... *45*

4.9 Caractéristiques techniques 1 x WBG - 850 avec 1 moteur du kWe X.500 *45*

4.10 Programme d'entretien *47*

PARTIE C : Impact **49**

5 Aspects environnementaux: **49**

5.1 Conformité avec l'environnement *49*

5.2 Niveau des emissions *51*

6 Analyses des aspècts socio-économiques **53**

6.1 Les impacts sociaux les plus importants *53*
6.1.1 La Chaleur 53
6.1.2 création d'emplois 54
6.1.3 source d'énergie fiable 54

6.2 Potentiel de la biomasse pour la réduction de la pauvreté *54*

6.3 Conditions pour le développement économique *54*

6.4 Realiser les exigences du développement : Le modèle indien; exemple pour l'électrification rurale du Bénin: *56*

6.5 Financement : *57*

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE D : Analyse des aspects institutionnels et de perennisation **58**

7 La Régulation du Secteur **58**

7.1 Organes de distribution et production de l'énergie électrique *58*

7.2 Le cadre règlementaire *59*

7.2.1 Le code bénino - togolais de l'électricité 59

7.2.2 La loi portant Code de l'Electricité au Bénin 59

7.3 Quelques scenarii de'exploitation *60*

7.4 Experiences d'Allemagne *60*

7.5 Évaluation du cadre institutionnel *61*

PARTIE E : Analyse des aspects financière **62**

8 Etude financière et économique **62**

8.1 Ensemble des installations. *62*

8.2 Chapitre 2: businessplan et etude financière. *63*

8.3 Chapitre 3: Commentaire: *69*

8.4 Conclusion : *69*

PARTIE F : Ressources **70**

9 Organizations That Develop and Promote Biomass Gasification **70**

10 Literature et Links **70**

10.1 Gasification : *70*

10.2 Charcoal and Fertilisation: *71*

10.3 Cadre Institutionel: *71*

PARTIE F : **72**

11 ANNEXES **72**

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Introduction

Les déchets issus de la production agricole sont une source fiable pour l'énergie. Ces déchets, désignés par « Biomasse » sont essentiellement consommés sous leur forme traditionnelle (bois et charbon) tandis que la totalité des produits pétroliers, ainsi que 80% environ de l'électricité consommée, sont importées.
De plus, le Bénin est caractérisé par une faible disponibilité en électricité, notamment en milieu rural, où le taux d'électricification est d'environ 2%.

Production électricité – comment arrêter le jeu d'hasard?

Dans ce contexte et dans la mesure où le prix du pétrole ne cesse de croître, il apparaît nécessaire de rechercher des solutions autres que les installations de groupes électrogènes diesels ou les centrales thermiques au fuel afin de réduire les dépenses de fonctionnement en matière de production d'électricité.

Graphique 1 : Prix du baril en $ 2007 / 2008

Prix du barril au 31 Juin 2008 91€
Risque 1 : Volatilité du petrol 55%

Graphique 2 : Prix du $ en € 2007/ 2008

Prix du barril au 15 octobre 2008 54 €
Risque 2 : Volatilité du $ 18%

En approuvant la volatilité du USD$ (18%) et du petrol (55%) des derniers mois les decideurs politiques prennent en risque que le prix du baril peut osciller entre
40,95€ (USD=0,63€/baril=65$) et 111€ (USD=0,77€/baril=145$) et avec ca les couts de carburant par KWH entre 63 et 197 FCFA par KWH (el) (= fuel cost per KWH).
Em concequence la planification de l'approvisionnement énergétique obtient le caractère d'un jeu de hasard don't il faut s'en sortir le plus tôt que possible.

A la recherche d'un approvisionnement énergétique fiable

Considérant la disponibilité des résidus agricoles (objet de cette étude) et des posibilités de développement et de diversification de l'agriculture au Bénin, les centrales à biomasse apparaissent comme une véritable opportunité.
C'est pour cette raison que la commission de l'UEMOA a mis en place un Programme Régional Biomasse Energie (PRBE) dont l'objet est de contribuer au niveau des pays membres de l'union, à la gestion durable de la biomasse-énergie et à la promotion des énergies de substitution dans l'optique de réduction de la pauvreté.
Mais l'accès au trésor que constitue la biomasse-énergie suppose la mise en oeuvre de technologies et d'expériences que nous voulons présenter dans la présente étude.
Cette étude se fixe entre autres l'objectif de donner une réponse aux questions, telles que:
Quelles sont les technologies appropriées et fiables pour transformer la biomasse en énergie?
Dispose le Benin assez de Biomasse?
Existent-t – il des risques environementales, en utilisant cette Forme d'énergie?

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Quel est le Potentiel économique de cette technologie
Quelles sont les conditions générales dans lesquelles la technologie peut contribuer au développement économique

A la recherche des technologies appropriées, en substance, il s'agit de:

Centrales de cogénération sur la base de turbines à vapeur
Processus de pyrolyse
Utilisation de la chaleur résiduelle
La Pyrolyse est un processus, dans lequel la biomasse grâce à une combustion incomplète est transformée en gaz de synthèse qui peut être brûlé directement dans les moteurs à gaz. Lors de cette procédure la biomasse transformée en gaz substitue le gasoil du groupe électrogène, et par conséquent le combustible est remplacé par la paille.
La présente étude traite de la technologie de Gazéification, une forme particulière de la pyrolyse. Les conditions générales dans lesquelles la technologie peut contribuer au développement économique de la localité de Bouca par l'électrification rurale, doivent seront clarifiées; en effet cette étude est axée sur le projet de production décentralisée d'électricité à partir des résidus agricoles au Bénin: Cas de la localité de Bouca.

Nous allons apprécier le choix de la localité, de la technologie optimale dans tous ses aspects, les modalités d'acquisition, d'installation et d'exploitation, les impacts socio-
économiques et environnementaux, enfin la biomasse – énergie vue comme un facteur de réduction du déficit de la balance commerciale et de contribution à la Stratégie de Croissance pour la réduction de la pauvreté (SCRP).

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Abréviations

KWH (el) = Kilowatt Heure (electrique)
KWH (th) = Kilowatt Heure (thermique)
MWH = Mégawatt Heure
MW = Mégawatt
MT = Metric Tons
BT = Bas Tension
HT = Haute Tension
FCFA = Franc de la Communauté Financière d'Afrique
p.a. = per Year
p.m. = per Month
CDM = Clean development Mechanism
UEMOA = Union Economique et Monétaire des Etats de l'Afrique de l'Ouest

Liste des tableaux, des graphiques et des illustrations

Graphique 1 : Prix du baril en $ 2007 / 2008 6
Graphique 2 : Prix du $ en € 2007/ 2008 6
Graphique 3 : Approvisionnement d'électricité au Benin Source IEA (International Energy Agency) 12
Graphique 4 : Importation du pétrole en 2006 (Source CIA Factbook Benin) 13
Graphique 5 : Le projet africain occidental de Gazoduc 14
Graphique 6 : Réserve pétrolières Benin/Nigeria 15
Graphique 7 : Potentiel énergétique des résidus au Benin 16
Graphique 8 : Résidu: Capacité en MW et potentiel en GWH 17
Graphique 9 : Développement Consommation et puissance de pointe (el) au Benin 2005 – 2025 (Scénario Bénin Emergent) 18
Graphique 10 : Benin. Besoin d'électricité en relation au Résidus et Surface disponible 18
Graphique 11 : Principales Ethnies Dominantes a Kalale 20
Graphique 12: Potentiel énergetique de la commune 20
Graphique 13: Sorgho et Coton : Récolte et Résidus à Bouca 23
Graphique 14 : La surface nécessaire pour nourrir 400 KW (el) à partir de la biomasse 24
Graphique 15 : Composition de la Consommation électrique 25
Graphique 16 : Prevision de la demande en électricité par menage 26
Graphique 17 : Besoin en puissance par appareil 27
Graphique 18 : Capacité potentielle de quelques sites alternatifs a partir de leur biomasse résiduel 28
Graphique 19 : Approche Methologique 29
Graphique 20: Générateur à gaz de courant ascendant (Updraft Gasifier) 32
Graphique 21 : Générateurs à gaz à courants parallèles (downdraft) 34
Graphique 22: Model Ankur: Gasificateur a deux phases à courants parallèles (downdraft) 38
Graphique 23 : composition en gaz selon la teneur en eau 41
Graphique 24 : Système d'Ankur 42
Graphique 25 : Reseau routier et poteaux électrique dans le village Bouca 44
Graphique 26: Le cercle d'eau fermé pour netoyage et refroidement 49
Graphique 27 : L'eau recyclée tritée en trois phases 50
Graphique 28 : l'analyse de gas par l'aboratoire Mitcon 52
Graphique 29 :Ankur Gasifier in Gosba Island 56

Tableau 1 : Actionnaires actuels de la SOGAO (Société de gazoduc de l'Afrique de l'Ouest) 14
Tableau 2 : Biomasse et Pétrole - Teneur de l'énergie en comparaison 16
Tableau 3: Résidus de coton dans la région de Bouca 22
Tableau 4: Quelques fabricants de systèmes de gaséification 31
Tableau 5: Comparison de companies systemes gaséfication 37
Tableau 6 : Composition du gas de synthese (producer gas) 41
Tableau 7 : Possibilités variables de réponse de charge 43
Tableau 8 : Caractéristiques techniques - 'Ankur' Générateur à gaz WBG-850 46
Tableau 9 : Les niveaux d'émission 51

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

ANNEXES :

Annexe 1 : CARTE DU BENIN 73
Annexe 2 : CARTE DU DEPARTEMENT DU BORGOU 74
Annexe 3 : CARTE DE LA COMMUNE DE KALALE 75
Annexe 4 : TABLEAU N°22 / « EVOLUTION DE LA PRODUCTION COTONNIERE AU COURS DES 7 DERNIERES CAMPAGNES » Source : 76
Annexe 5 : TABLEAU N°9 / RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2007/2008. « COMMUNE DE KALALE » Source : CeRPA BORGOU- RAPPORT C – 2007/2008. 77
Annexe 6 STATISTIQUES AGRICOLES DE BOUCA. Source : CeCPA Bouca 79
Annexe 7 : SCHEMA DES EQUIPEMENTS 80
Annexe 8 : Schéma Indicatif du Système 80
Annexe 9 : SCHEMA DES INSTALLATIONS DE L'UNITE PILOTE. 81
Annexe 10 : Tableau de Maintenace 82
Annexe 11 RESEAU UNIFILAIRE 83
Annexe 12 : CV du Expert designée 84
Annexe 13 : Designations TRANSPORT ET DISTRIBUTION ENERGIE ELECTRIQUE 85
Annexe 14 : Schéma d'installation et devis BTP 88
Annexe 15 RAPPORT DES ANALYSES DE TIGES DE COTON 98
Annexe 16 RAPPORT DES ANALYSES DE COQUES PALMISTES 100
Annexe 17 : Gosaba Islands, Report rural electrification 103

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE A Les Experts et les Problèmes à résoudre

1.1 Présentation du cabinet ILTIS et de son expert

Le Cabinet ILTIS GmbH
Le groupe allemand ILTIS GmbH est une société de consultation pour les grandes entreprises, les organisations et institutions gouvernementales, les organismes économiques, les chambres de commerce et d'industrie, les consultants, les associations en adéquation avec les besoins et les exigences du marché commun européen.

1.2 Le Marché de ILTIS GmbH

Les grandes entreprises
Nous les conseillons aussi bien dans la stratégie de développement que dans sa mise en œuvre et la restructuration dans les domaines ci-après:

- conduite et gestion de performance
- réalisation de projets et de gestion,
- la mise en œuvre de processus et de systèmes
- développement de l'économie internationale.

ILTIS développe des concepts pour l'optimisation des processus de développement des ressources humaines, de la distribution d'appui où se trouve l'assurance, de la logistique ou de la réorganisation de l'achat, la mise en commun de services et de gestion des activités et élabore pour ses clients Internet, comme des processus changeant e-learning ou donner des plates-formes standards.

1.3 La coopération au développement

Dans le domaine de la coopération au développement, nous travaillons pour les Nations Unies (PNUD), pour la Commission européenne et le ministère fédéral des Affaires étrangères de la RFA. Nous avons accompagné le processus de Réformes dans les pays balkaniques (Albanie, Bosnie et Herzégovine, la Croatie, la Macédoine, la Serbie et Monténégro). Notre Travail dans le Kazakhstan et en Afghanistan ce sont des tâches essentielles avec l'administration et la mise en place de structures économiques :
La qualification des cadres ministériels dans la gestion, la promotion de la coopération économique par la mise en place de services de centres d'affaires pour l'Europe du Sud-Est.

1.4 Intention de ILTIS

Depuis quatre ans, ILTIS élabore des stratégies pour la politique énergétique, sur la base des énergies renouvelables dans les régions de Kazakhstan, l'Afghanistan et l'Afrique de l'Ouest.
Au Bénin actuellement nous travaillons sur les concepts de l'électrification rurale et sommes en contact permanent avec le Conseiller Technique à l'Energie du Ministère de l'énergie, qui a déjà travaillé sur le concept d'électrification rurale par la biomasse, et démarré un projet pilote de production d'électricité par la biomasse en collaboration avec la commission de l'UEMOA, dans le cadre de son Programme Régional Biomasse Energie (PRBE). Depuis Mai 2007 nous échangeons avec la Société béninoise d'énergie électrique (SBEE) et la Communauté électrique du Bénin (CEB).

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

1.5 Expert désigné

L'expert désigné est Peter B. Fransham, Ph.D., P. Geol. de Canada.

Quelques informations sur les qualités de Peter B. Fransham:

- Trente-trois (33) années de pratique, de recherche, d'universitaire et d'expériences de consultation en technologie géotechnique et environnementale.
- Ces 18 années dernières, il est très actif dans le développement, l'essai et la construction de la technologie de la transformation de déchets carbonés en bio-huile.
- Brevets dans la compression de la biomasse en produits à valeur ajoutée et l'extraction des préservatifs du bois traité.
- A développé un dessicateur original de biomasse pour la production de bioénergie comprenant le granulage, la pyrolyse et la gazéification.
- Actuellement Fransham construit des Usines de pyrolyse et des générateurs à gaz pour le produciton de bioénergie.
- Excellentes qualifications de communications (écrites et orales).
- Langue française: Parlé et écrit - fluent, écrit - a besoin de l'aide en grammaire.
- Ph.D. dans la technologie, MSC dans la géologie appliquée, BSC dans la géologie
- Chef de projet expérimenté et directeur commercial aîné
- Expérience professionnelle environnementale comprenant la conception des produits à valeur ajoutée à partir des déchets; enseigne la géologie environnementale à l'université d'Ottawa.
- Une expérience internationale:
- Le Libéria, Afrique de l'ouest - stabilité de pente dans les mines de fer
- La Suède, stockage souterrain de perte nucléaire
- La Nouvelle Zélande, développement d'une industrie de bioénergie
- Les Etats-Unis, nombreux contrats sur la bioénergie, y compris la conception des systèmes de pyrolyse et des usines de granulés.

Pour plus d'informations voir l'annexe.

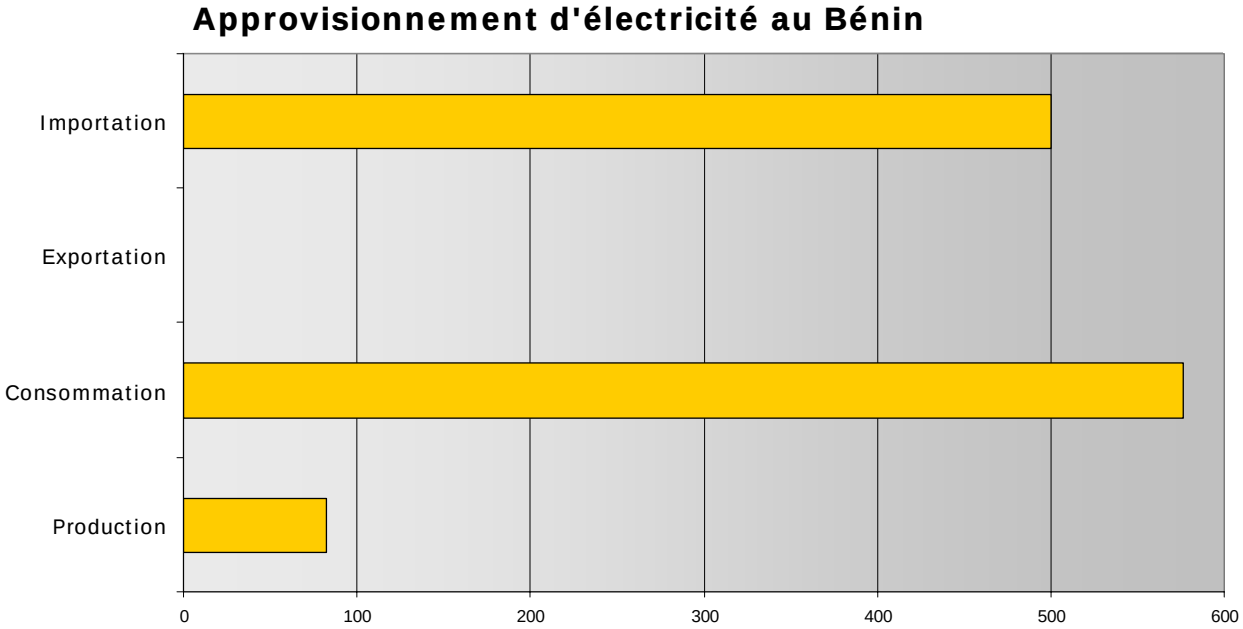
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

2 La situation du pays Benin

2.1 2.1 Situation d' approvisionnement d'electricité au Bénin

Le Bénin reçoit plus de 80% de sa consommation d'électricité de ses voisins: la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Nigeria. Ses propres productions proviennent de source à base de combustibles fossiles (huile, gaz). L'arrière-plan est le faible niveau d'eau persistant depuis des années à la Volta, où se trouvent les centrales hydro-électriques.
Par le raccordement au réseau d'autres 75 MW de Nigeria envisagé, un petit espoir fut né.

Graphique 3 : Approvisionnement d'électricité au Benin Source IEA (International Energy Agency)

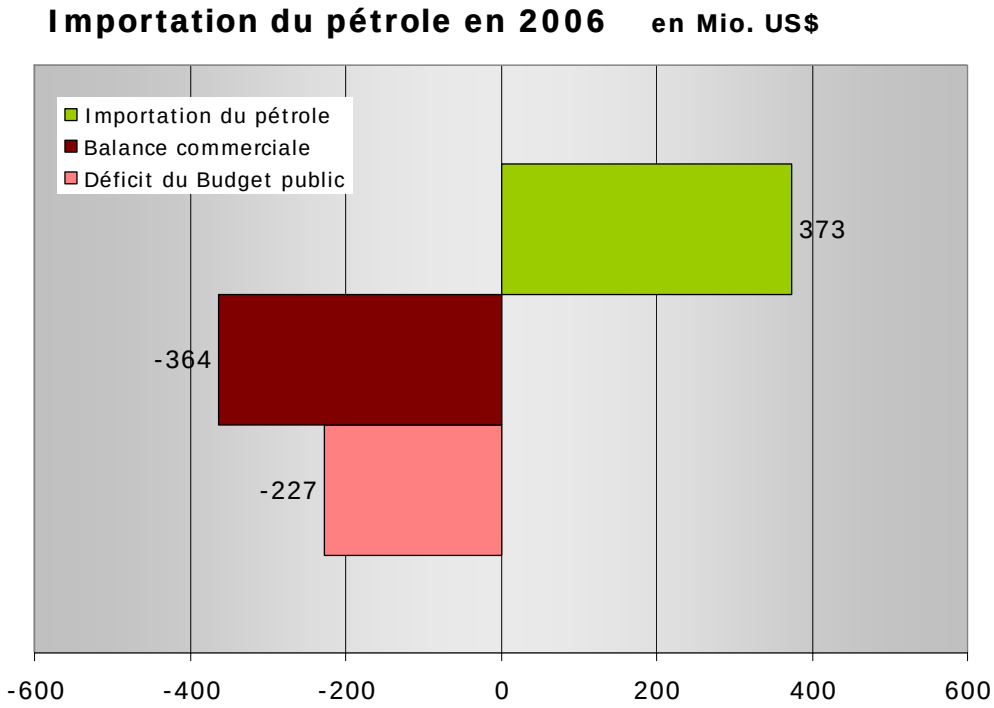


	Production	Consommation	Exportation	Importation
en Mio. KWH	82	576	0	500

Mais hélas le Nigeria n'arrive même pas à subvenir à 100% de ses propres besoins.
Le Benin: Importateur d'énergie fossile
Le Bénin doit couvrir son besoin total d'énergie fossile sur l'importation.
En 2007, le Bénin sur la base de 70 $/Baril payera 357 millions $ pour sa consommation de 5,1 millions barils. Sur la base du prix actuel (80 $ en octobre 2007) les coûts vont augmenter à 408 millions $ pour la même quantité.

En considérant que déjà aujourd'hui le bilan commercial est aussi négatif que le budget public, il n'est pas difficile de prévoir le moment où le pays sera démuni de toute possibilité de croissance économique s'il n'interrompt pas cette dépendance au pétrole étranger.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de



Graphique 4 : Importation du pétrole en 2006 (Source CIA Factbook Benin)

2.2 L'impact de la crise de l'énergie sur le développement économique

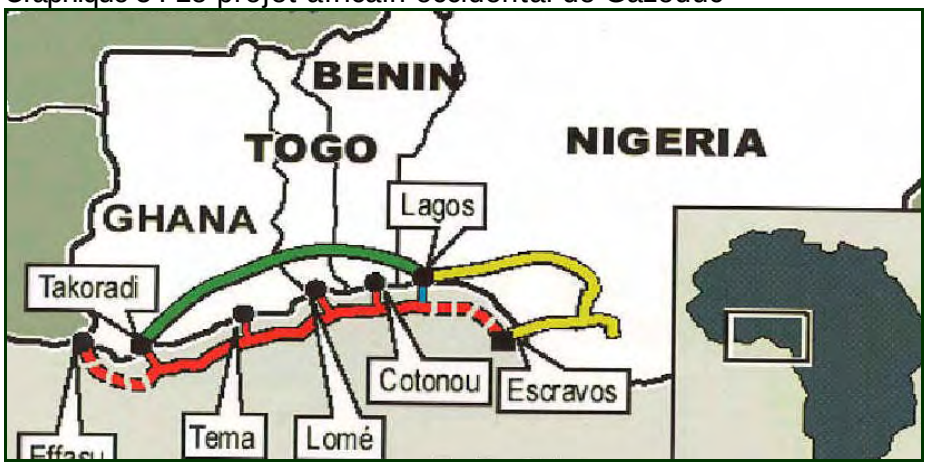
Le rationnement en énergie électrique s'est empiré en 2006. Les fréquentes coupures de courant électrique ont paralysé les petites entreprises, qui ne peuvent pas se permettre d'avoir des générateurs. Les prix élevés du carburant ont baissé le rendement de ces entreprises qui utilisent ou pas un groupe électrogène. La crise énergétique conduit chaque jour à six heures ou plus de coupures de courant électrique. Les coupures de courant électrique peuvent durer jusqu'à 14 heures.
La crise énergétique affecte sérieusement la vie des entreprises et beaucoup d' entreprises s'achètent un groupe électrogène. On estime des conséquences graves sur la croissance économique dans les prochaines années en matière de pollution.
Pour cette raison, la plupart des industries entreprises, services publics et ménages disposent de groupes électrogènes à Diesel. Au Bénin il y a approximativement plus de 20.000 petits générateurs de faible performance de puissance totale d'environ 200 MW, dont les plus grands de 2 MW environ consomment jusqu'à 5.000 litres de diesel par jour.

Les tentatives à résoudre la crise énergétique

La connexion du Bénin au réseau Nigérian a été convenue pour des approvisionnements plus importants. Mais, le Nigeria ne pouvant même pas couvrir ses propres besoins en électricité ainsi on assiste à des perturbations dans la fourniture des 75 MW ce qui rend peu fiable l'alimentation du pays en électricité:
Le projet africain occidental de Gazoduc vise à construire une Pipeline de gaz de 700 kilomètres envoyant du gaz naturel du Nigeria vers le Ghana, par l'intermédiaire du Bénin et du Togo.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Graphique 5 : Le projet africain occidental de Gazoduc



Les turbines à gaz de CEB (Communauté électrique du Bénin) seront également améliorées pour tenir compte de l'usage du gaz naturel du Nigeria, étant livré au Bénin et au Togo.
En outre, les directeurs du CEB espèrent accélérer le projet hydroélectrique du barrage d'Adjrarala au Bénin, sur le fleuve mono qui traverse le Bénin et le Togo. 162 millions de dollars environ sont nécessaires pour le financement du barrage, qui devrait réduire la dépendance d'énergie des deux pays à l'égard d'autres parties.
L'autorité de région de la Volta (VRA) du Ghana et la CIE ont réduit leurs transmissions en mars 2006 quand la crise a commencé. Suivant les informations de la Communauté de l'électricité du Bénin (CEB), les approvisionnements ont été coupées de 140 MW quotidiennement à 80 MW.
Réserves énergétiques fossiles du pays
Conformément aux statistiques officielles, le Bénin dispose des réserves pétrolières et de gaz naturel qui ne sont pas exploitées jusqu'à ce jour.

2.3 Le rôle du gazoduc de l'Afrique de l'Ouest

Les grands espoirs sont fondés sur le gazoduc de l'Afrique de l'Ouest. Mais déjà dans la composition des actionnaires, il est évident qu'à long terme le gaz fourni suivra le prix du marché mondial et l'accroissement du prix du pétrole.

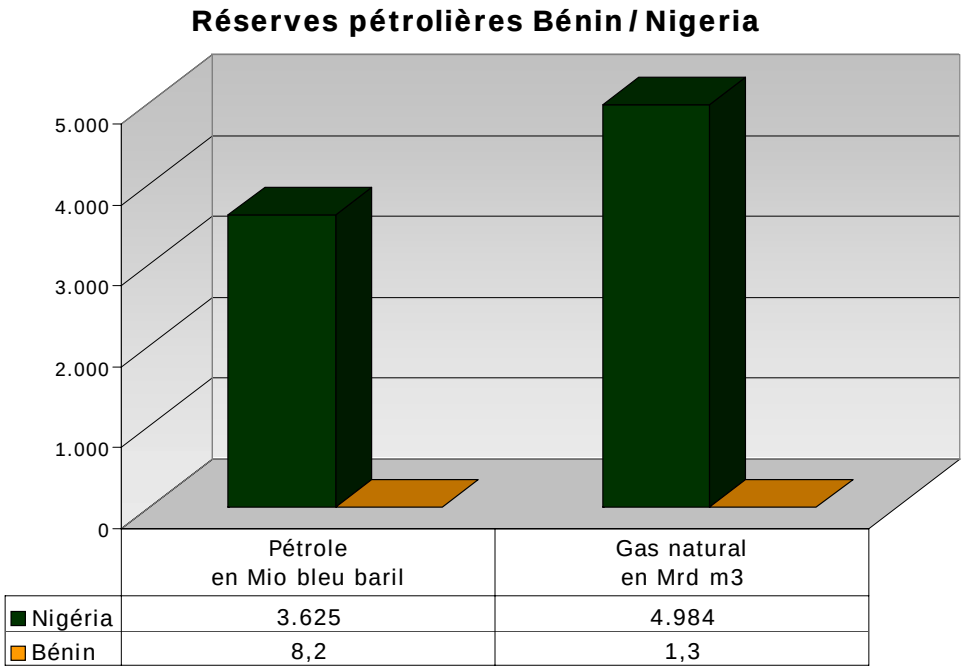
Compagnie	Parts
Chevron Texaco West African Gas Pipeline Company Ltd	38,2%
Nigerian National Petroleum	26,0%
Shell Overseas Holdings Ltd	18,8%
Takoradi Power Company Ltd	17,0%
Société togolaise de gaz (Sotogaz)	-
Société béninoise de gaz (Bengaz)	-

Tableau 1 : Actionnaires actuels de la SOGAO (Société de gazoduc de l'Afrique de l'Ouest)

Le coût du gaz sera encore lié aux fluctuations du marché mondial de l'énergie. Et si le prix du brut monte, cela aura un effet immédiat sur le gaz.
Même si le pipeline de gaz du Nigeria vers le Ghana devrait venir et ouvrir la possibilité de produire plus d'électricité et même si la connexion au réseau électrique nigérian fournit l'électricité fiable, la distribution du courant est une tâche énorme, qui exige des grands investissements dans le réseau et des longues périodes de planification.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Graphique 6 : Réserve pétrolières Benin/Nigeria



Des entreprises pétrolières agissant au niveau international investissent actuellement dans d'autres réserves de pétrole en Afrique, comme p. ex. le Nigeria qui possède des champs beaucoup plus importants sur le plan mondial. Puisque l'exploration exige un savoir-faire élevé et des investissements très lourds, il apparaît peu probable que le Bénin puisse explorer ses réserves existantes à court terme par ses propres moyens.

Par ailleurs, ne perdons pas de vue qu'en raison de la crise énergétique au Bénin, le développement économique a reçu un coup de frein. Les coupures du courant sont fréquentes chaque jour et font interrompre la production industrielle. Pour cette raison, la plupart des industries entreprises, services publics et ménages disposent de groupes électrogènes à Diesel. Au Bénin il y a approximativement plus de 20.000 petits générateurs de faible performance de puissance totale d'environ 200 MW, dont les plus grands de 2 MW environ consomment jusqu'à 5.000 litres de diesel par jour.

2.4 Réserves énergétiques biomasse du Benin

Les ressources biomasse

70% de la production du PIB du pays sont basés sur des matières premières agricoles pour l'industrie du vêtement et d'alimentation. Sur la base des statistiques et les calculs officiels nous présentons ci-dessous les quantités d'énergies inexploitées. En cultivant ces plantes on produit aussi des résidus dont la valorisation énergétique et économique n'a pas eu lieu jusqu'à ce jour. Les résidus des ananas, de coton, des noix et d'autres matières premières végétales sont souvent brûlés. Le Bénin a pris les premières mesures visant à évaluer le potentiel énergétique de ces résidus. Pour cela le groupe de travail pyrolyse des états membres de l'UEMOA (Union économique et monétaire ouest africaine) cherche les technologies appropriées.

Teneur de l'énergie	Kg	Kcal	KWH (el)
Résidu 20% taux d'humidité	1	3.500	1
Pétrole	1	10.000	3
Teneur de l'énergie	MT	GJ/MT	KWH

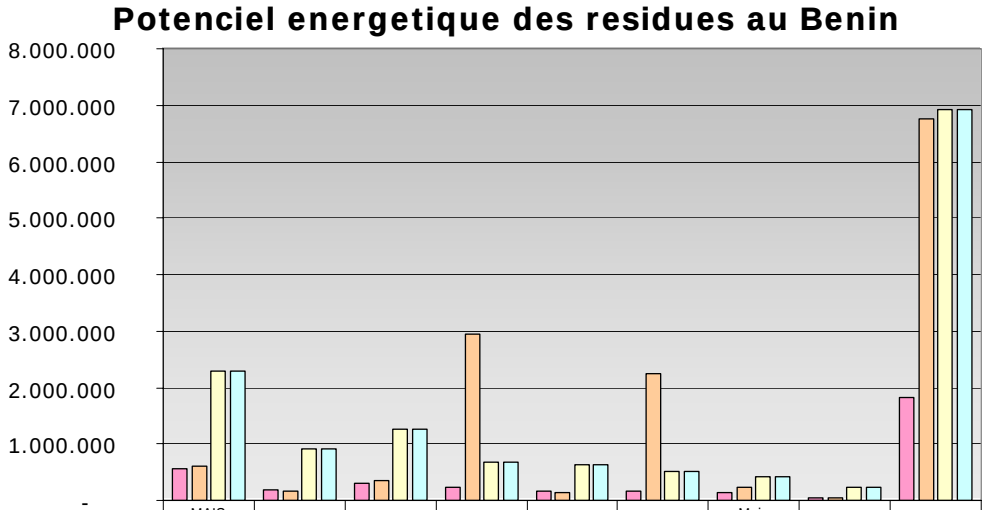
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

			(th)
Résidu 20% taux d'humidité	1	14	3.878
Pétrole	1	40	11.080

Tableau 2 : Biomasse et Pétrole - Teneur de l'énergie en comparaison

2.5 Potentiel électrique des résidus agricoles

En dehors de l'énergie éolienne et photovoltaïque le pays a besoin d'une source d'energoe fiable, qui n'est pas soumis aux fluctuations. En raison de la très forte proportion de l'agriculture dans le PIB, le Bénin dispose d'un fort potentiel de résidus agricoles qui à l'heure actuelle reste inexploité et en partie est brûlé sur les champs. Ces résidus issus de l'agriculture ne sont pas en concurrence avec la production alimentaire et ainsi offrent un complément idéal aux recettes provenant de la production agricole. Conséquences directes: amélioration des revenus de la masse paysanne. Il y a un grand potentiel pour créer de la valeur ajoutée dans le pays. Au Bénin 70 MW des installations de la SBEE marchent avec les énergies fossiles. En plus, chaque établissement industriel doit s'offrir un groupe Diesel électrogène pour suppléer aux coupures fréquentes. 200 MW sont installés à l'étranger pour approvisionner le Bénin avec environ 572 millions KWH par an. Si on prend en considération le prix du pétrole sur une base de 70 $ / Baril, le Bénin a des dépenses de 373 millions $ pour faire produire cette quantité d'électricité. Potentiel énergétique
L'intérêt pour les matières premières proposées est leur faible teneur en eau et la facilité de séchage solaire. Le tableau est juste une partie du total des résidus du secteur primaire au Bénin.



	MAIS LOCAL	SORGHO	COTON	MANIOC	ARACHIDE	IGNAME	Mais AMELIORE	PETIT-MIL	Total
Superficie ha	570.514	181.269	313.011	226.434	160.719	172.739	143.641	44.762	1.813.089
Recolte MT	613.520	163.831	344.629	2.955.015	151.666	2.257.254	229.106	36.817	6.751.838
Residua MT	2.282.056	906.345	1.252.044	679.302	642.876	518.217	430.923	223.810	6.935.573
MWH	2.282.056	906.345	1.252.044	679.302	642.876	518.217	430.923	223.810	6.935.573

Source: Statistiques du MMEE

Graphique 7 : Potentiel énergétique des résidus au Benin1

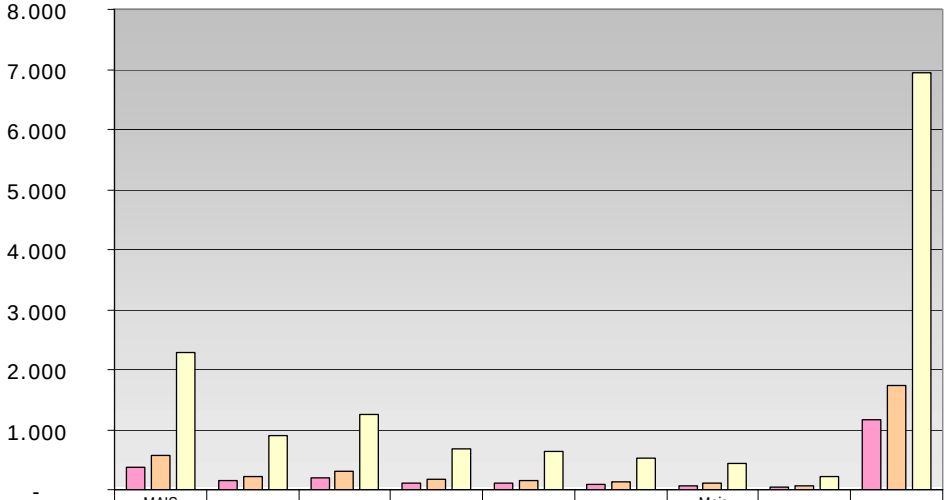
Prenant en compte une grande réserve le Bénin peut couvrir les besoins capacités d'électricité actuels (300 MW) en exploitant 27% de ses résidus nationaux.

1 Dependant de l'efficacité du systeme on recoit entre 0,75 et 1,2 kWh (el) par kg residue boisé. Pour faciliter, nous prenons en compte 1kg = 1 kWh(el)

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Si le Bénin exploitait ses capacités de biomasse en remplacement du pétrole on pourrait économiser au moins 300 millions$ par ans qui seraient disponibles à être orientés dans d'autres secteurs de l'économie pour créer de la valeur ajoutée.

2.6 Le potentiel d'énergie sous-exploité au Benin



	MAIS LOCAL	SORGHO	COTON	MANIOC	ARACHIDE	IGNAME	Mais AMELIORE	PETIT-MIL	Total
MW capacite (6000h)	380	151	209	113	107	86	72	37	1.156
MW capacite (4000h)	571	227	313	170	161	130	108	56	1.734
GWH	2.282	906	1.252	679	643	518	431	224	6.936

Source: Statistiques du MMEE

Graphique 8 : Résidu: Capacité en MW et potentiel en GWH

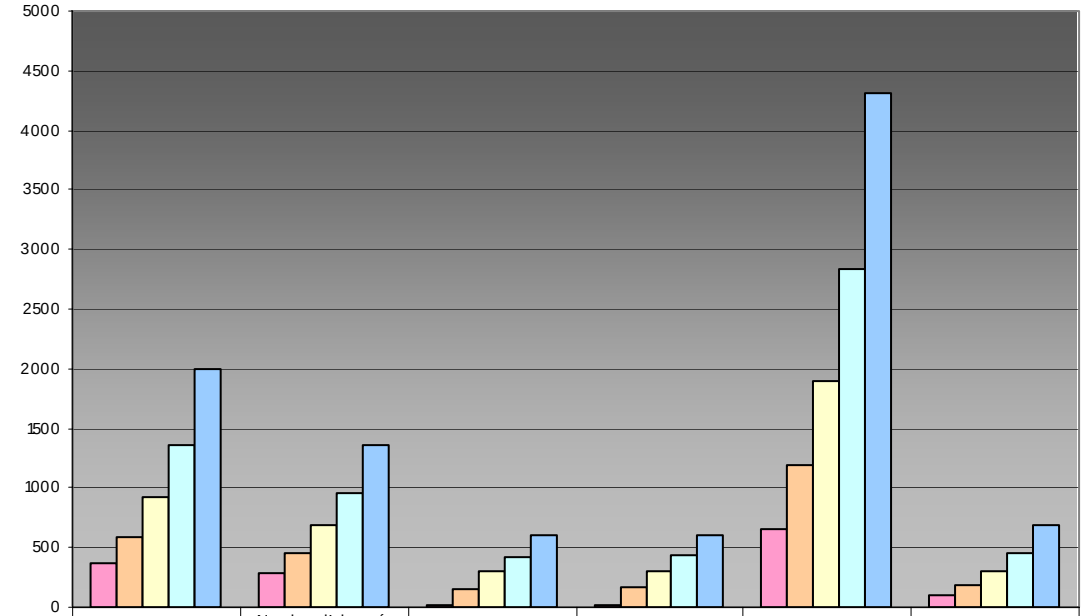
2.7 Analyse et prévision de la demande d'énergie électrique 2025 [2]

Le potentiel d'énergie sous-exploité au Benin est alors important. Pour chaque tonne de récolte il y a entre 2,5 et 4 tonnes de résidus, qui sont brûlés sans être exploités.
Le Total Energétique des résidus au Bénin est de 6900 GWH (el) un équivalent de 12,2 millions Baril de pétrole avec une valeur de 1,2 Milliards de US$. (Septembre 2008).
Il a été précisé au cours du symposium par le Conseiller du Président à l'énergie que la Consommation pourra atteindre 4310 GWH (el) en l'an 2025. Dans cette vision l'offre de puissance devra croître en moyenne de 100 MW tous les trois (03) ans pour la satisfaction de la demande intérieure sur la période.3. Quoi que ce soit, le Benin dispose aujourd'hui 160% des ressources dont il a besoin pour satisfaire sa consommation de l'ânée 2025. Prenant en compte qu'avec son agriculture extensive et itinérante les sols du Bénin sont totalement sous exploités (seulement 12% des surfaces cultivables sont sous charrue), on dispose d'un grand potentiel de croissance. Apres avoir étudié le possibilités inhérentes à une économie de gazéification, nous constatons que la productivité agricole du Bénin peut facilement être doublée 4.

2 Symposium du 100enaire de la CCIB – Mai 2008
3 Développement du Secteur Electrique au Bénin, Communication du Conseiller du président à l'énergie: Monsieur Geoffroy CHEKETE. Symposium du centenaire de la CCIB – Mai 2008.

4 Voir la littérature du concept « Terra Preta » dans l'annexe

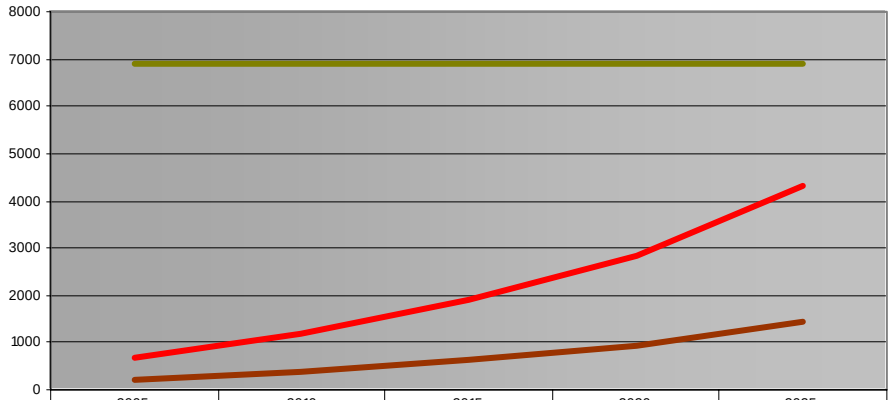
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de



	Consommation du BT urbaine (GWh)	Nombre d'abonnés BT urbaine (en milliers)	Consommation du BT rurale (GWh)	Nombre d'abonnés BT rurale (en milliers)	Demande totale induite (GWh)	Puissance de pointe annuelle (MW)
2005	368	293,04	12,02	12,67	661	105
2010	594	452,93	154	159,49	1183	188
2015	924	680,16	300	307,11	1894	300
2020	1358	960,19	426	429,47	2832	449
2025	2002	1360,7	605	600,58	4310	683

Graphique 9 : Développement Consommation et puissance de pointe (el) au Benin 2005 – 2025 (Scénario Bénin Emergent)

Besoin d'electricité et Biomasse disponible



	2005	2010	2015	2020	2025
Demande totale induite (en GWh)	661	1183	1894	2832	4310
besoin de terre labourable en mille ha	220,33	394,33	631,33	944,00	1436,67
Residues disponibles GWH (el) 2005	6900	6900	6900	6900	6900

Graphique 10 : Benin. Besoin d'électricité en relation au Résidus et Surface disponible

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Identification du site

3 Approche méthodologique visant à apprécier le site

3.1 Approche méthodologique visant à apprécier le site

Dans le but d'apprécier le site devant abriter l'unité pilote, nous avons mis en œuvre une démarche purement participative visant à impliquer tous les acteurs des divers secteurs administratives concernés directement et indirectement par la production d'énergie électrique par la biomasse.
Sur le plan administrative, nous avons contacté les structures du ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) pour la collecte des données et pour nous imprégner du système de fonctionnement: AIC; CeRPA; CeCPA.
Egalement au niveau du ministère des mines et de l'énergie, nous avons eu des séances de travail avec les diverses structures en l'occurrence la Direction Générale de l'Energie pour des éclaircissements et instructions sur notre mission. Ce qui nous a permis l'accès à la SBEE Borgou-Alibori, la rencontre avec les autorités administratives et locales de la commune de Kalalé et de l'arrondissement de Bouca.
Cette démarche participative trouvera son champ d'application dans la localité proprement dite. Des contacts directs et enquêtes auprès des populations permettront de vérifier si Bouca répond aux critères d'appréciation du site prévu pour abriter le projet pilote.

Adhésion des populations à l'idée du projet
Disponibilité d'une aire d'au moins 500 m2
Disponibilité de Biomasse
Possibilité de collecte et de rapprochement au site
Existence de demande potentielle d'abonnement
Aspects urbanistes

3.1.1 Possibilité d'installation de réseau unifilaire

Pour y parvenir il est impérieux d'associer les diverses couches de la population par la sensibilisation et des séances élargies de travail. Mener une enquête sur les clients potentiels parmi les populations et une étude sur les possibilités d'installation d'un réseau unifilaire.
Grâce aux collectes de données auprès des structures décentralisées et locales du MAEP (voir annexes 4, 5 et 6), des rapprochements statistiques et techniques seront faits pour analyser les nature, quantités et fréquences de la biomasse disponible et les diverses technologiques qui s'y adoptent.

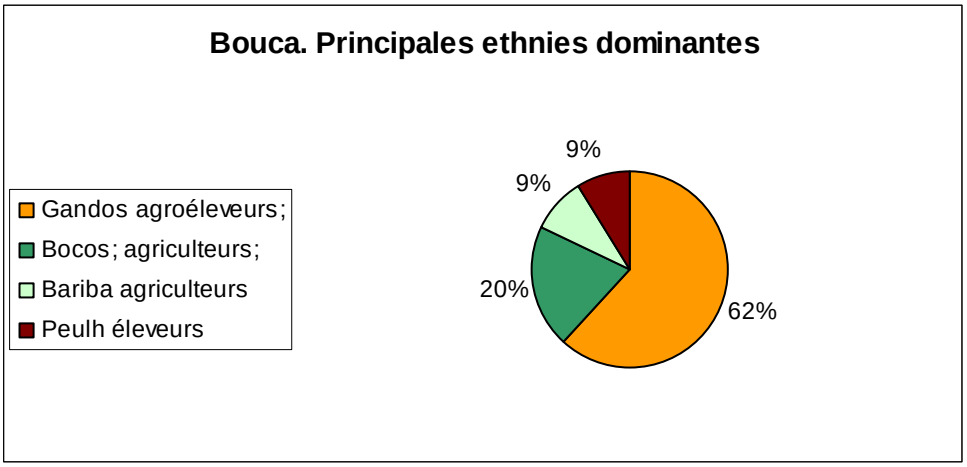
3.1.2 La Commune de Kalalé et les localités avoisinantes

La commune de Kalalé est située dans la partie Nord-est du département du Borgou et est limitée au Nord par la commune de Ségbana, au Sud par celle de Nikki et à l'Est par la commune de Bembèrèkè et de Gogounou. Elle s'étend sur une superficie de 3 586 km représentant 13,87% de la superficie du département et 3,18% de la superficie nationale du Bénin. La superficie agricole utile est d'environs 97 200 ha soit 27,1% de la superficie totale. La commune compte 44 villages administratifs répartis dans six arrondissements que sont: Basso, Bouka, Derassi, Durnkassa, Kalalé et Péonga. Démographie de la commune de Kalalé Au recentrement de 2002 la population de la commune de Kalalé est estimée à 100026 ha dont 49.649 hommes et 50.377 femmes soit respectivement 49,64% et 50,37%.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

3.1.3 Démographie de la commune de Kalale

Graphique 11 : Principales Ethnies Dominantes a Kalale



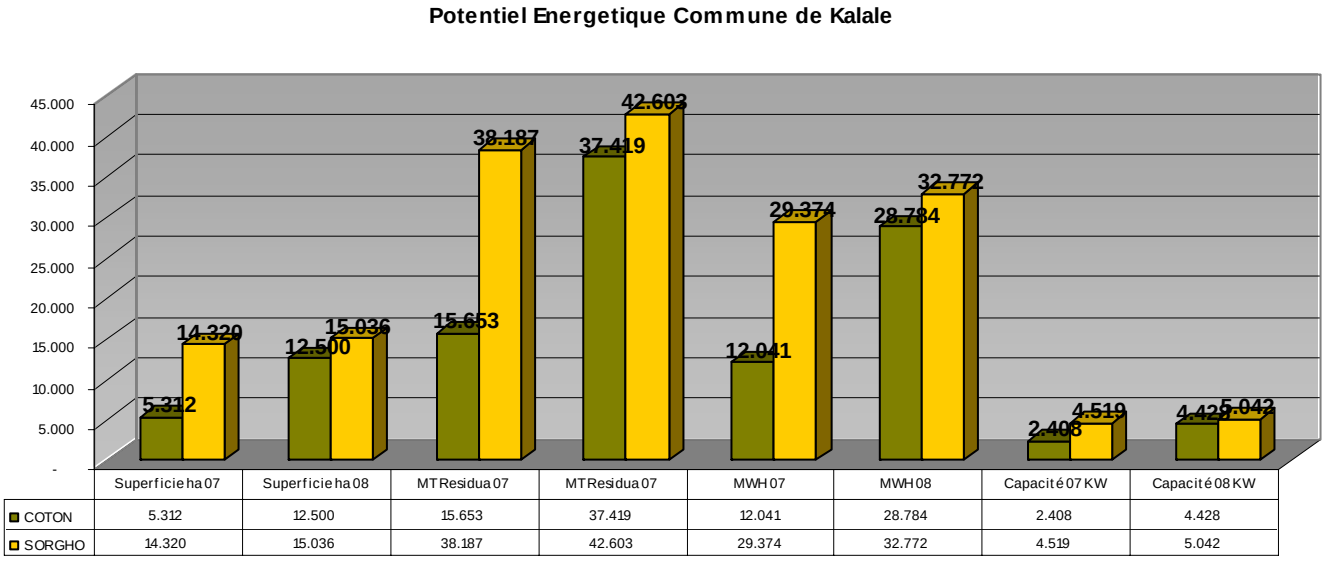
Les quatres principales ethnies dominantes sont:
Gandos 62% qui sont des agroéleveurs;
les bocos 20% sont des agriculteurs;
les bariba 9% sont aussi des agriculteurs et
les peulh 9% sont des éleveurs.

La densité moyenne est de 27,89 ha/km². La zone du triangle comprise entre les villages de Kalé - Kalalé et Durnkassa est la plus peuplée. Les zones les moins peuplées sont la forêt des trois rivières de même que la région kalalé- néganzi. Ces zones sont peu peuplées et sont habitées par les bocos venus du nigéria.

Infrastructures

Le transport est à l'étape embryonnaire en raison de l'inexistante d'infrastructures routières adéquates quant à la communication, la commune dispose d'un réseau GSM (moov) mise en service depuis 02 octobre 2007.

3.1.4 Energie de la commune de Kalalé.



Graphique 12: Potentiel énergetique de la commune

Par rapport à l'énergie électrique le village de de Kalalé.

Kalalé fait partir des communes qui ont reçu le programme spécial d'abonnement. Ce programme consiste à avoir aux moins 30 abonnés par kilomètre dans le village et que chaque abonné soit capable de payer l'abonnement qui est depuis plus deux ans en promotion et qui s'élève à 50.000

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

FCFA. Malgré ces mesures incitatives, les habitants n'ont pas les moyens de s'abonner. Ceci explique la non disponibilité des installations et de l'énergie électrique dans cette zone. Les habitants ne disposent que d'un petit poste radio à pile pour tout équipement électroménager.

3.1.5 Economie

L'agriculture constitue la base de l'économie de la commune. L'existence des terres cultivables , des structures d'encadrement et de financement permettent aux populations de développer plusieurs cultures.

dont les principales sont:

- l'igname,
- le sorgho,
- le maïs,
- le coton,
- l'arachide,
- le manioc,
- le niébé.

Les cultures de rente sont le coton et l'anarcade qui constituent la principale source de revenu des populations. Le tableau ci-après présente les superficies réalisées, les rendements et les productions des trois campagnes précédentes. Il permettra de faire une étude comparative des rendements des trois campagnes concernées.

3.1.6 Disponibilité de la biomasse dans la commune de Kalalé

Conformément au contrat de marché N°003/MMEE/DGE/DENR/PF-PRBE/SA, nous avons été mandatés d'apprécier le site identifié lors de l'étude de pré - faisabilité dudit projet.

3.2 L'Arrondissement de Bouca

La commune est située au Nord du Département du Borgou et fait frontière au Nord avec la Commune de Ségbana, à l'Ouest avec le Commune de Bembèrèkè, au Sud - Ouest avec la Commune de Nikki et au Sud -Est et à l'Est par le Nigéria.
Bouca vient en deuxième position en matière démographique après la Commune de Parakou et domine toutes les autres communes de Borgou (Parakou, Nikki, Tchaourou, Bembèrèkè, Sinendé, N'Dali et Péréré) sur le plan de production agricole.
Ce la justifie de choisir cette région pour une unité pilote gazéification.
Démographie et superficie
A Bouca, l'Ethnie dominante s'appelle Gando, essentiellement agro - éleveurs; le Peulh et le Bariba sont les langues parlées. La localité occupe la première place en récolte dans la commune et produit plus de 45% des récoltes du coton, du sorgho, du mil et du maïs - ce qui démontre la disponibilité des résidus agricoles (biomasse sèche).
Sur place, nous avons constaté l'étendue des terres cultivées et la bravoure des populations, qui représentent en 2002 (au dernier recensement) 27.906 habitants, composées de 13.978 Hommes et 13.928 Femmes sur une superficie de 655 km² environ.

3.2.1 Energie de l'arrondissement de Bouca

La localité de Bouca ne dispose pas de source d'électricité, ni de réseau électrique actuellement.
Mais le besoin existe et bien grandissant grâce au développement de la commune et à sa proximité avec le Nigéria. Le déterminant économique très important est que l'usine d'Egrenage de Nikki de MCI se trouve à 33 km de BOUCA et le projet d'extension du réseau SBEE en cours (Voir plus

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

bas) reliera N'Dali - Nikki et Kalalé. Par conséquent, un gros client potentiel pourrait être l'usine après une rallonge de 33 km: Nikki - Bouca.
Les plus nantis se sont procurés de petits groupes électrogènes.

3.2.2 Evaluation de la disponibilité effective de la matière première (résidus agricoles) à Bouca.

La localité de Bouca, reconnue par ses habitants comme une zone rurale à forte productivité agricole a toujours fait preuve de distinction dans le secteur primaire en maintenant son niveau de récolte toujours plus haut dans la commune.
Les cultures dans cet arrondissement sont très diversifiées comme nous pouvons le constater dans les tableaux en annexes 5, 6 et 7. Au cours de notre étude les résidus agricoles (en dehors du bois pour éviter la déforestation de la zone) qui ont retenu sont:le coton et le sorgho.
Cette diversification de cultures à Bouca favorise une disponibilité permanente de résidus du fait que ces cultures se suivant dans le temps couvre toute l'année.
Compte tenu de diverses technologies de gazéification existants et des résidus agricoles que chacune utilise comme combustibles, nous pouvons retenir le coton, le sorgho, le mil, le maïs.
Dans cette étude, nous avons focalisé toute notre attention sur le coton comme principale source d'alimentation des gazéificateurs. Des études ont montré que pour un (1) kg de coton graine, nous pouvons avoir quatre (4) kg de résidus tiges de cotonniers.
En vue de respecter les mesures de prudence, nous allons considérer plutôt le coefficient de 2,5.
D'où seulement pour le coton, Bouca dispose de 5375 MT de résius de tiges de cotonnier:

CULTURE: COTON

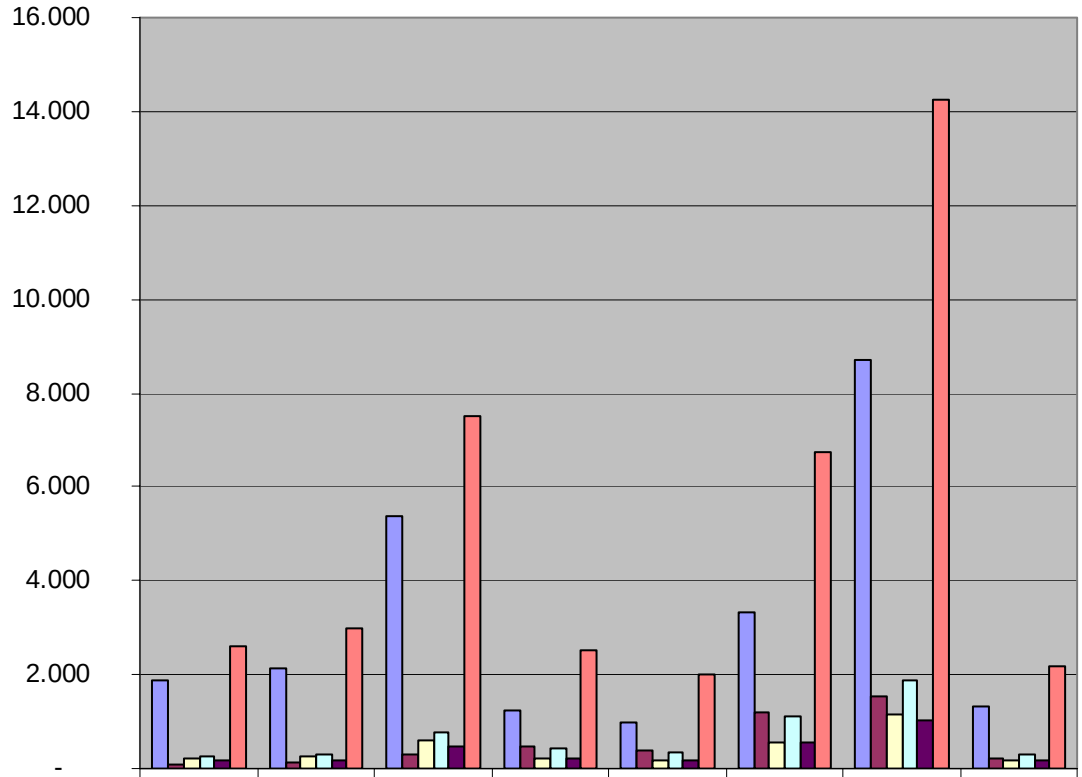
ZONES	2006/2007		2007/2008		2008/2009 PREVISIONS	
	EN TONNES	PART%	EN TONNES	PART %	EN TONNES	PART%
Bouca centre	1245	58,26%	2150	72,10%	3225	77,06%
Bouca gando	105	4,91%	121	4,06%	140	3,35%
Gbérou gbassi	217	10,15%	217	7,28%	245	5,85%
Kouel	354	16,57%	310	10,40%	370	8,84%
Teparessore	216	10,11%	184	6,17%	205	4,90%
TOTAL	2137	100,00%	2982	100,00%	4185	100,00%

NB: Il a été tenu compte de 2150 tonnes de récolte pour mesure de prudence. C'est un niveau que les récoltes de toutes les zones de Bouca vont atteindre sans aucun doute.

Tableau 3: Résidus de coton dans la région de Bouca

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Avec ses 2150 MT de Coton Bouca dispose de 3225 MT residus de coton. Les résidus agricoles de la région Bouca peuvent classer comme suit:



	Cotton ha	Coton recolte MT	Coton residua MT	Sorgho ha	Sorgho recolte MT	Sorgo residua MT	Residua Disponible	Potentiel KW Capacité
Bouca Centre	1.870	2.150	5.375	1.241	993	3.309	8.684	1.336
Bouca Gando	105	121	303	455	364	1.213	1.516	233
Geberou Gbassi	204	235	588	207	166	552	1.140	175
Komel	270	310	775	412	330	1.099	1.874	288
Teressore	160	184	460	214	171	571	1.031	159
Bouca Total	2.609	3.000	7.500	2.529	2.023	6.744	14.244	2.191

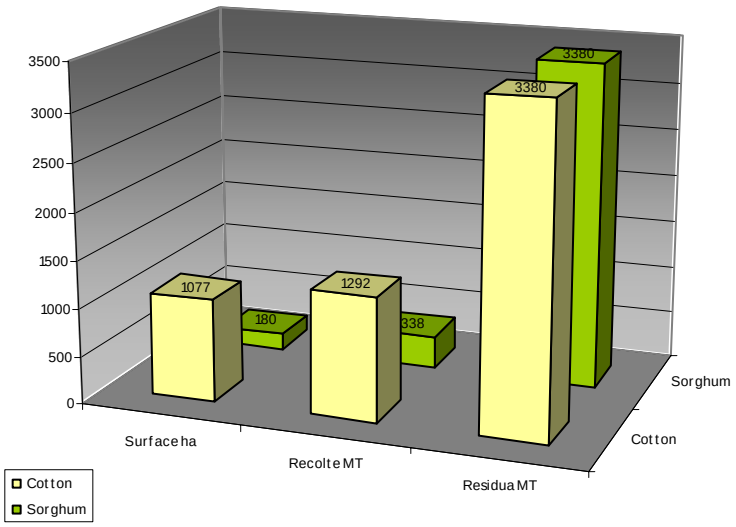
Graphique 13: Sorgho et Coton : Récolte et Résidus à Bouca

Resultat: Avec ses résidus total Bouca peut nourrir une capacité de 2,1 MW électricité un équivalent de 8000 abonnées minimum. En conséquence, seul Bouca Centre peut nourrir une capacité de 1300 KW 24h/365jrs, un équivalent de 5000 abonnées minimum. (Pointe 1 KW ou 5 ampères) Notons que la compagne 2005/2006 a été particulièrement marquée par une très faible récolte due aux divers problèmes de dysfonctionnement de la politique d'intrants et de paiement aux cotonculteurs. Cette situation est essentiellement passagère, grâce à la reprise en mains de cette filière par le gouvernement de son excellence le Docteur Yayi Boni, Président de Bénin.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

3.2.3 Surface nécessaire pour nourrir 400 KW

Pour la Capacité avise de 400 KW il faut environ 3380 MT Residus. Pour obtenir cela on a besoin d'une Surface de 1077 ha de Coton ou 160 ha de sorgho.
Le sorgho est une plante C4 et retient le grand espoir des experts énergéticiens. Entre 3 et 17 tonnes biomasse/ha peuvent être récoltées pour les besoins énergétiques. Nous utilisons une estimation prudente et nous mettons en calcul un rendement de 5 tonnes à l'hectare.
Conclusion: Seulement 23% de la biomasse existante pour l'installation prevue :
Bouca dispose de 14244 MT de Résidus, dont 3380 MT sont nécessaires pour nourrir la capacité prévue de 400 KW soit 23% des résidus. On dispose alors plus que 4 fois la biomasse nécessaire et avec ça une bonne réserve de sécurité.



Graphique 14 : La surface nécessaire pour nourrir 400 KW (el) à partir de la biomasse

3.3 Appréciation de la localité de Bouca comme un site approprié

Dans le cadre de l'étude de faisabilité du projet pilote de production décentralisée d'électrification à partir des déchets agricoles nous avons identifié la localité de Bouca comme une site approprié pour abriter le projet pilote de production d'électricité;à partir des déchets agricoles. Ce site se situe dans la commune de Kalalé et plus précisément dans l'arrondissement de Bouca.
Après étude des diverses documentations et statistiques sur la localité de Bouca, nous avons fait le déplacement sur les lieux pour mieux apprécier du 22 au 24 juillet 2008.

Cette visite a été animée par une séance de travail avec:

- le Chef d'Arrondissement : Mr Boni Sambo,
- CeCPA Bouca: Mr Touahe Garba, Mr Amadou Inorou, Mr Sabi Iliassou,
- les représentants des 11 groupements villageois,
- l'Imam de Bouca,
- le Représentant du Roi de Bouca,
- le Représentant de BRS, Micro - crédit pour femmes,
- Mr Adjaï Salomon,
- le Président de l'Association de Développement de Bouca,
- les enseignants,
- et autres…

Inspection sur place pour trouver la site approprié

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

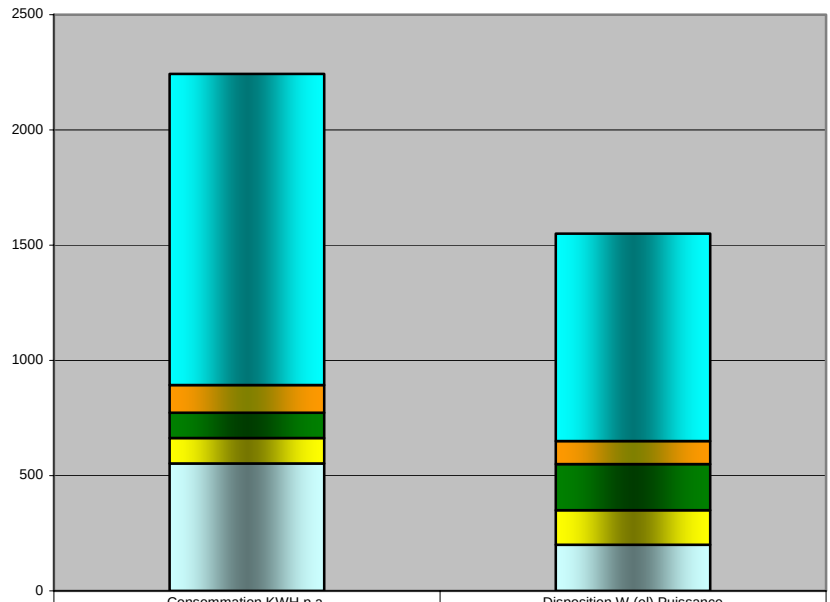
Le site (entendu place précise d'installation) prévu lors de la pré - faisabilité fut entretemps devenu litigieux et le donateur fut absent. Ensemble avec les autorités politico - administratives de l'arrondissement, les responsables des groupements villageois et du CeCPA; nous avons été sur un nouveau site mieux placé géographiquement et non litigieux de quatre (4) ha, ce domaine était déjà offert à l'arrondissement pour la construction du Collège mais, étant un peu éloigné du centre, le Collège a été construit sur un autre domaine plus proche des agglomérations.
Le site retenu se trouve à l'entrée du village venant de l'INA, à proximité du puits et du forage.
Les caractéristiques décrites plus haut nous permettent de conclure que la localité de Bouca peut abriter le projet pilote.

Le sondage

En vue d'optimiser la production de l'installation nous allons analyser rapidement le poids de la clientèle. Dans la rubrique de confirmation du site, nous avons fait allusion au plus gros client potentiel, qui est l'Usine d'Egrenage de Nikki et les populations de tout le département de Borgou et d' Alibori au cas ou une extension du réseau serait réalisée pour injecter la production supplémentaire éventuelle. Dans les conditions actuelles nous allons considérer seulement la population de Bouca sur lesquelles l'enquête suivante (voir annexe) a été réalisée: signalons que dans ce village les maisons sont constituées de plusieurs ménages (maison de collectivité ou de famille).
Sondage en vue de déterminer la clientèle potentielle
Ce sondage nous permet d'espérer avoir en dehors des centres sociaux, des services publics et centres commerciaux environ un millier d'abonnés.
Considérant une puissance minimale de 5 Ampères par maison, nous suggérons une installation progressive soit 250 KVA avec des extensions modulaires de 250 kva chacune.

3.4 Prevision du developpment de la demande en électricité

Bouca: prévision de consommation et puissance par ménage



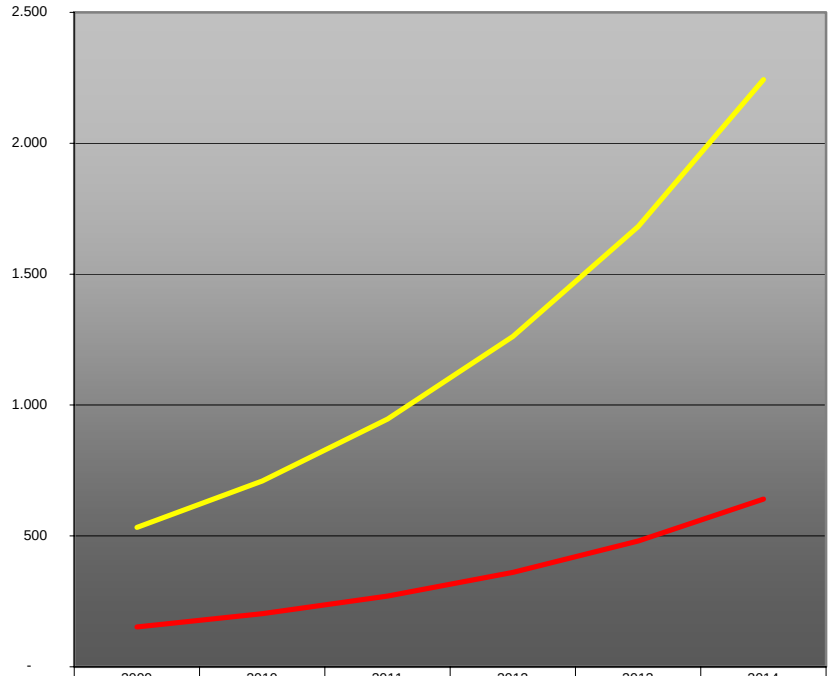
	Consommation KWH p.a.	Disposition W (el) Puissance
Clima	1350	900
GSM Ordinateur	120	100
Radio TV	110	200
Eclairage	110	150
congélateur, Refroidissment	553	200

Graphique 15 : Composition de la Consommation électrique

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Pour satisfaire les besoins de communication et éclairage[5] il suffit d'une disposition de 440 KWH (el) par Ménage et une puissance maximal 450 W (el). Par contre pour la satisfaction des besoins de réfrigération il faut calculer une consommation jusqu'a 2200 KWH (el) et une puissance à disposition jusqu'à 1500 W (el).

Bouca: Prevision de Demande par menage



	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Watt (el) Capacité PEAK	152	203	270	360	481	641
Consommation KWH p.a.	532	710	946	1.262	1.682	2.243

Graphique 16 : Prevision de la demande en électricité par menage

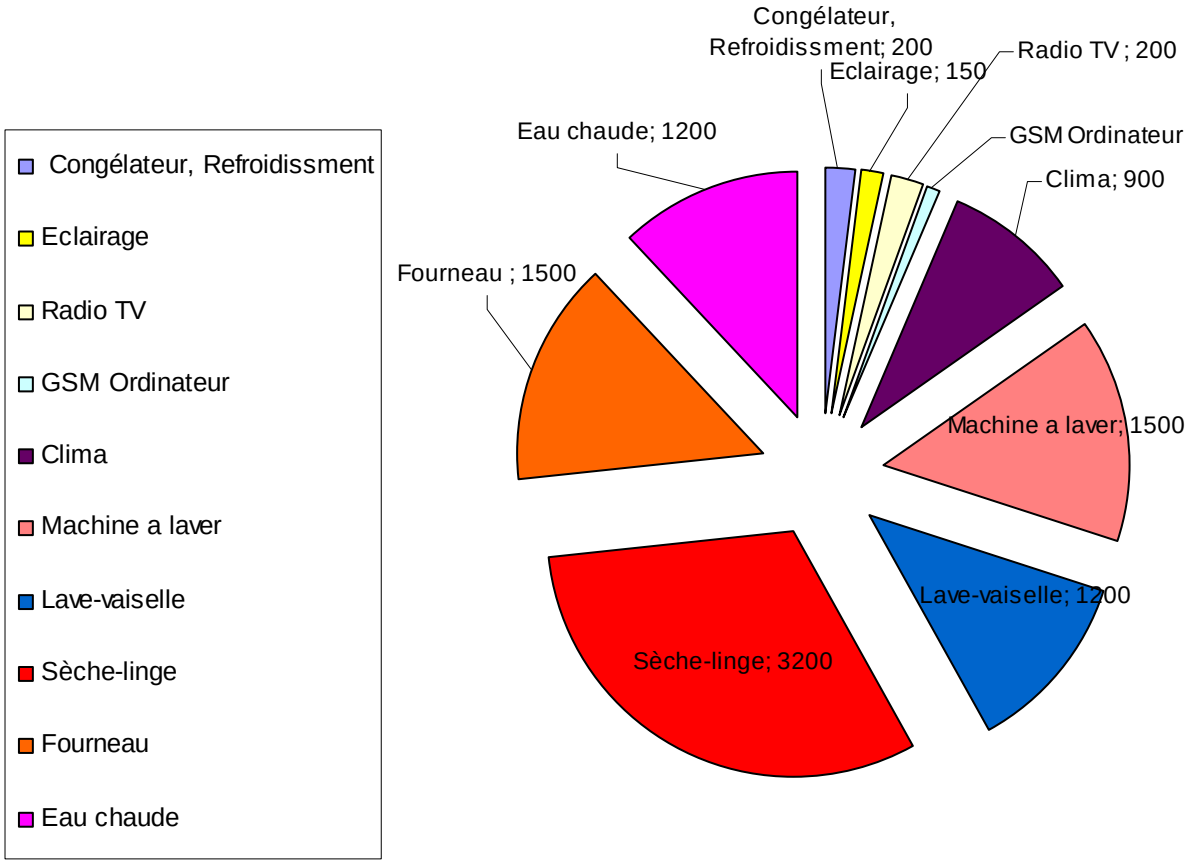
Pour bien calculer le développement du besoin d'énergie par ménager en avance il faut estimer quelles que sont les appareils qui vont être utilisée au fil des années. Nous supposons que les ménages vont satisfaire d'abord leurs besoins en communication et information (Radio, GSM, TV) Avec la disponibilité de l'argent le besoins pour réfrigérateur et refroidissement vont se développer. Enfin les ménages un peu plus **aisés vont demander pour** climatisation et machines à laver. La Graphique montre le besoin de puissance par appareil. Il est évidement que les besoins de communication et derefrigerateur nont pas besoin beaucoup de capacité (KW).
Nous avons analysé la consomation d"un menage alemand. C'est plutot la climatisation, et les grands machines (vaiselle, linge) qui ont besoin le maximum de puissance. Ce sont des investissons aussi cher, que le besoin de puissance va ce developper comme vue dans le Graphique 17[6].

[5] en utilisant des lampes économiques
[6] Sous condition de vente le surplus dans le reseau de la SBEE a un prix de 100 FCFA/KWH. Si non aucune création de richesse sera possible et avec ca – aucune demande de èlectricité

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Graphique 18 montre aussi, que une grande partie du besoin des européens ne va jamais se généraliser dans les pays du sud même si il y avait une croissance énorme. Qui a besoin d'un Sèche-linge ou d'un Fourneau électrique a Bouca ? Pourquoi chauffer l'eau avec électricité si on a le soleil ? Alors une capacité de 5900 W (el) économisé sans avoir une perte en qualité de vie.

Besoin en puissance en W (el) par appareil

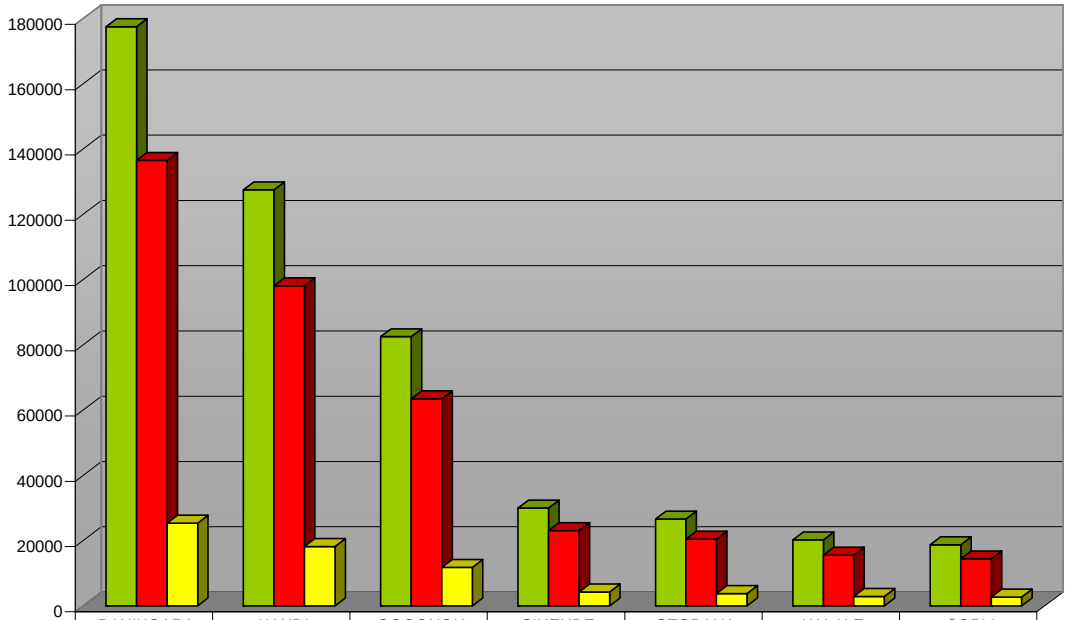


Graphique 17 : Besoin en puissance par appareil

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

3.5 Autres Sites alternatifs appropriés

Toutefois, nous signalons à la Direction Générale de l'Energie que dans nos démarches prospectives, nous avons découvert beaucoup d'autres localités à forte disponibilité de résidus agricoles tels
Graphique 18 : Capacité potentielle de quelques sites alternatifs a partir de leur biomasse résiduel



	BANIKOARA	KANDI	GOGONOU	SINENDE	SEGBANA	KALALE	COBLI
Residua Tiges MT	177500	127500	82500	30000	26625	20242,5	18750
MWH	136538,4615	98076,92308	63461,53846	23076,92308	20480,76923	15571,15385	14423,07692
Capacite kW	25360	18210	11790	4290	3800	2890	2680

que Banikouara, Kandi, Gogounou, Sinendé, Ségbana, Cobli , Djidja, Dassa-Zoumè, Savalou, Kouandé, Malanville, Djougou, Tanguiéta, Matéri et Boukoumbè.
Enfin, pour élargir les possibilités d'éjection de l'énergie électrique produite à partir des résidus agricoles sur le réseau, le « projet de construction du réseau 33KV dans dix (10) Communes du Borgou, Alibori, du Nord Atacora et du Nord des Collines » (Voir La Nation du 18 Juillet 2008; page 10) influence positivement les choix rationnels à faire pour la vulgarisation de cette énergie renouvelable.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE B : Etude de faisabilité technique

4 Approche méthodologique et technique pour la réalisation de l'étude de faisabilité

4.1 Intro

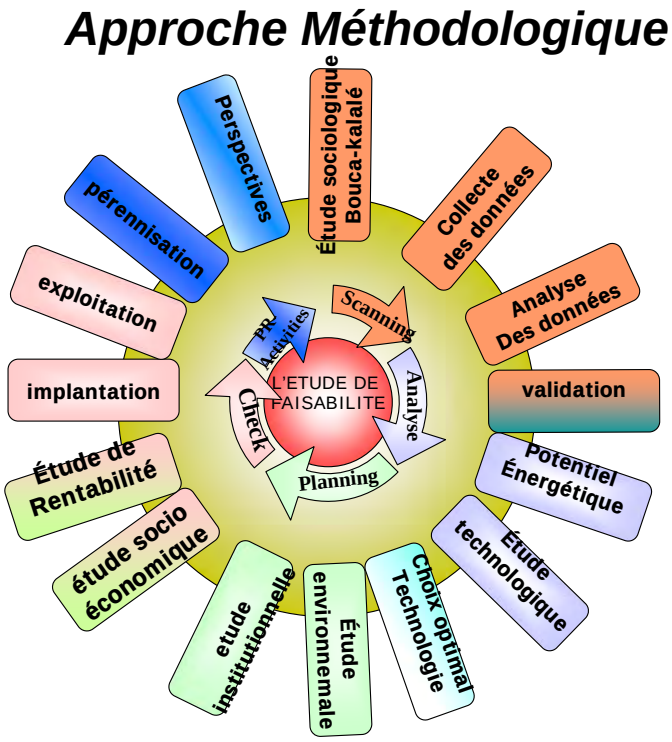
Le site de bouca ayant satisfait les différents critères pour abriter l'unité pilote, il est indispensable d'étudier les aspects technique et technologique par rapport à la région, à la biomasse disponible et les équipements appropriés.

Pour y parvenir nous aurons à évaluer:

1. La disponibilité effective des résidus agricoles,
2. estimer les quantités éventuelles d'électricités,
3. procéder à une étude comparative des diverses technologies de gazéifications existants sur le marché international; performance à l'égard de la nature de la biomasse, aspect écologique; coût; disponibilité sur le marché; facilité d'entretien; simplicité et efficience fonctionnels,
4. sélectionner la technologie optimale,
5. évaluer la demande de l'électricité,
6. dimensionner les équipements de production, de transport et de distribution de électricité,
7. bien décrire en détail les caractéristiques de l'équipement retenu,
8. procéder à des analyses et essai de la biomasse disponible au laboratoire du constructeur
9. dimensionner le plan d'implantation,
10. les autres aspects: impact environnemental, économique, sociologique, institutionnel et politique seront développé plus loin.

En résumé, voilà ci-dessous le schéma de l'approche méthodologique et technique

Graphique 19 : Approche Methologique



4.2 Analyse des conditions

L'objectif principal est de produire l'électricité à partir de la biomasse: principalement des résidus de coton. La puissance doit être produite par les systèmes modulaires jusqu'à 1 MW chacun.
Les voies à la conversion de la biomasse en énergie sont comme suit:

1. Combustion directe, production de vapeur et génération de l'électricité par une turbine à vapeur.
2. Gazéification de biomasse en syngas et le burning du gaz dans un moteur diesel modifié.
3. Conversion de la biomasse par l'intermédiaire de la pyrolyse en combustible liquide (biooil) et de l'utilisation d'une turbine à gaz pour brûler le carburant et de produire de l'électricité.

Les turbines à vapeur sont généralement économiques seulement à la gamme de génération de 20 MW. La basse efficacité et le haut coût de capital et d'opération aux tailles en-dessous de 20 MW excluent généralement des turbines à vapeur des systèmes répartis d'alimentation. La pyrolyse et la combustion suivante des combustibles liquides dans une turbine à gaz modifiée a été démontrée à la taille de 2.7 MW. L'espace de Magellan du Canada est le seul fournisseur d'une turbine à gaz évaluée pour brûler le biooil. Seulement un système est actuellement installé et tandis qu'on l'a démontré, l'entretien à long terme d'équipement est considéré comme un facteur de limitation. La taille de turbine est considérée trop grande pour les systèmes distribués exigés pour le Bénin.

Il nous reste seulement la gazéification comme système possible. Pour avoir les conditions de bioénergie au Benin, un accouplement d'équipement à la biomasse doit être disponible. Mais comme le coton est moissonné à une époque spécifique alors le résidu doit donc être préparé et stocké aussi longtemps que nécessaire. Compressés en briquets de palettes et ensachetés les tiges de coton peuvent être conservées longtemps.

La gazéification est un processus très simple. Dans la plupart des cas c'est simplement un processus à deux étapes de combustion où dans l'étape 1 des vapeurs sont chassées de la biomasse et secondo plus tard brûlées dans un four séparé. La production d'un gaz propre et combustible qui peut plus tard être employé comme un carburant dans un moteur à combustion interne est la clef au choix d'équipement. Peu de compagnies fournissant l'équipement de gazéification peuvent répondre aux exigences strictes pour le carburant propre et par conséquent le nombre de compagnies offrant la biomasse complète aux systèmes de gazéification de l'électricité sont relativement peu.

4.3 Analyse du marché

Pour la plupart la technologie de gazéification est relativement simple et pratiquement n'importe qui avec les équipements en acier minimum de fabrication peut construire un générateur à gaz rudimentaire et opérationnel.
Le tableau ci-dessous énumère les quelques fournisseurs principaux des générateurs à gaz. La liste a été préparée par Tom Miles et est disponible chez http://gasifiers.bioenergylists.org/gassupply . Malgré que la liste soit étendue elle est pratiquement impossible à maintenir car les fournisseurs apparaissent et disparaissent régulièrement.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Tableau 4: Quelques fabricants de systèmes de gaséification

AHT Pyrogas (Ferges), D
Alternative Energy Solutions, Wichita KS
Agni Energy Services, Hyderabad, India
Aruna Electrical Works (P) Ltd., Kongampattu, Tamil Nadu, India
Ankur Scientific Energy Technologies, India
Babcock Volund, Denmark
Biosynergi, Denmark
Biomass CHP Ltd, formerly Exus Energy (B9, Larne, Northern Ireland. Blackwater Valley I, 100 kWe)
Biomass Energy Limited, Spokane WA, US
Biomass Engineering Ltd., UK, Etude: Cost and Operational Improvements 2003
Carbona, US
Carbo Consult Ltd System Johansson Gasproducer (SJG), Johannesburg, South Africa
Condens Oy Novel gasification plant, Finland
Community Power Corporation, US
Crorey Biomass Gasification, US
DASAGren, Dasag Renewable Energy AG, Switzerland
Energy and Environmental Research Center (EERC), University of North Dakota, US Darren
Energreen Power Ltd, TN, India
EverGreen Gasification Technology, LLC, Associated Physics of America, LLC, Greenwood, Mississippi
EntiMos, Tervola Finland
Fluidyne, Pacific Class Wood Gasifier
Hein Engineering Co, Ltd. China, Mandalay, Yangoon, Singapore
IEnergy Inc. Jonathan Pratt
Innovation Technologies, N Ireland
KleanIndustries
Martezo Gasifier, France
Netpro Renewable Energy Ltd,, India IISc DASAG (Switz) gasifier and Decentralised Energy Systems India Pvt. Ltd., DESI Power
Olan Group New Jersey, US
Powerhearth, 3i International Innovations, Inc, New Zealand, Bill Klein, Jack Humphries
Phoenix Energy Arizona
PrimEnergy, LLC Oklahoma, US
PRM Energy Systems, Inc., Arkansas
Puhdas Energia Oy/Absolute Energy Inc., Tampere, Finland
Pyroforce, Switzerland

Radhe Renewable Energy Development Associates,, Gujarat, India
Recovered Energy Resources LLC DG Monitor Article June/July 2004
Thermogenics, US, Tom Taylor, US
Xylowatt SA,, Gasifier CHP plants, Belgium,
GAZEL Wood Gasification Plant 150 kWe
Regal 300 kWe + 600 kW th
NRG-Consultants Germany

L'avantage de la liste de Miles est qu'il a éliminé ces générateurs à gaz qui sont pour la chaleur seulement. Il y a évidement beaucoup de fabricants de petits générateurs à gaz et le choix optimal pour ce projet est quelque peu difficile.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

On a fait une liste courte qui a considéré seulement ces générateurs à gaz qui sont conçus et fabriqués en pays en voie de développement. Correctement ou incorrectement on l'a supposé que des systèmes construits, par exemple, en Inde soient plus adaptables aux conditions socio-économiques du Bénin qu'un système construit en Europe ou Amérique du Nord.
Un tri (en considération des conditions socio-économiques, culturelles et environnementales et de coût d'acquisition et d'exploitation) de la liste indique que seuls des systèmes d'Inde seront considérés. Des systèmes indiens, Ankur scientifique semble être le plus avancé et a la plupart des systèmes déjà en fonction.
En outre, Dr. Fransham, auteur de cette étude a l'expérience avec le générateur à gaz d'Ankur par son agent en Nouvelle Zélande. Un système de 11 kilowatts est opérationnel en Nouvelle Zélande et les rapports sur le système d'Ankur sont favorables.

4.3.1 Types de générateurs à gaz

Toute la biomasse peut être réduite à quatre composants principaux - à savoir: carbone fixe, matière volatile, cendre inorganique, et eau. La conception standard des fours de chauffage directs est de fournir au moins 10% plus d'air qu' exigé pour la conversion complète du matériel combustible en anhydride carbonique et vapeur d'eau.
Dans la gazéification, l'air est limité à 35% pour la combustion complète et par conséquent seulement une partie du carburant est brûlée. La chaleur produite par la combustion partielle fend et chasse les substances volatiles restantes. Si la température est suffisamment haute dans le foyer, l'eau réagira avec le carbone fixe pour former de l'hydrogène et du mono-oxyde de carbone additionnels. Le rendement théorique de gaz sera un mélange de monoxyde de carbone, d'hydrogène, d'azote, et de monoxyde de carbone.

Graphique 20: Générateur à gaz de courant ascendant (Updraft Gasifier)

L'énergie contenue dans le gaz dépendra des proportions des principaux composants dans le gaz. Le point très important est surtout la concentration du goudron et de la cendre dans le gaz. Les goudrons et la cendre obstrueront et endommageront le moteur et donc ils doivent être maintenus aux niveaux minimum si la longue vie de moteur doit être prévue..

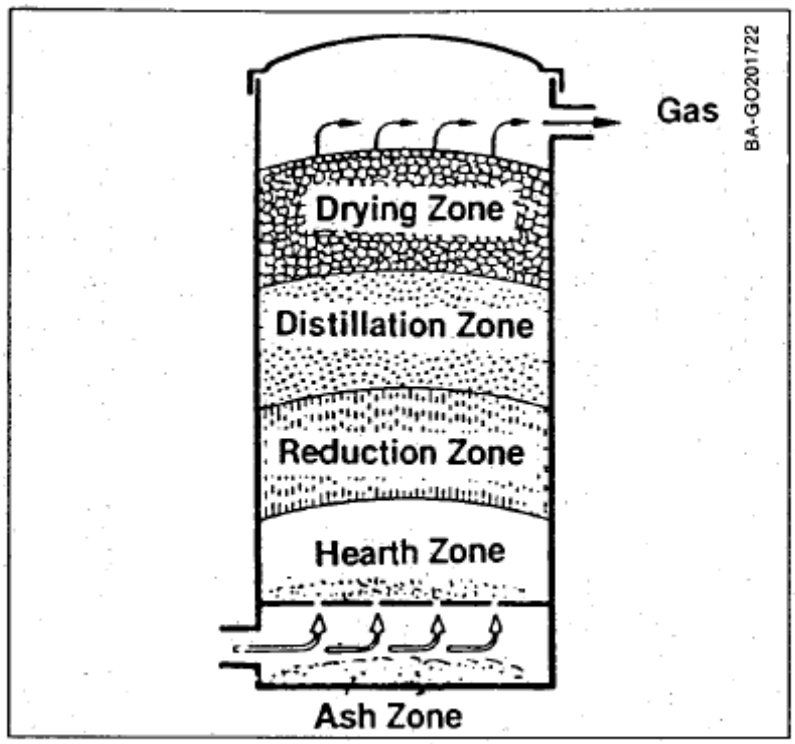


Fig. 5-3. Diagram of updraft gasification (Source: Skov 1974 Fig. 9. © 1974. Used with permission of Biomass Energy Foundation, Inc.)

4.3.1.1 Générateur à gaz de courant ascendant (updraft)

L'entrée d'air est au fond et le gaz part au dessus. Près de la grille au fond les réactions de combustion se produisent et sont suivies des réactions de réduction légèrement

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

plus haut vers le haut dans le générateur à gaz. Dans la partie supérieure du générateur à gaz, le chauffage et la pyrolyse de la matière de base se produisent en raison du transfert de chaleur par la conversion obligatoire et de la radiation des zones inférieures. Les goudrons et les composés volatils produits pendant ce processus seront portés dans le jet de gaz. Des cendres sont enlevées du fond du générateur à gaz. Un schéma d'un générateur à gaz de courant ascendant est montré dans l'illustration.
Les avantages principaux de ce type de générateur à gaz sont sa simplicité, grille élevée de charbon de bois et échange thermique interne menant aux basses températures de sortie de gaz et à l'efficacité élevée d'équipement, aussi bien que la possibilité d'opération avec beaucoup de types de matière de base (sciure, coques de céréale, etc.). Les générateurs à gaz de courant ascendant ont été conçus dans la gamme du rendement de courant ascendant de 4 MW.
Les inconvénients importants résultent de la possibilité de « channelling »; dans l'équipement, qui peut mener à la percée de l'oxygène et aux situations dangereuses et explosives et à la nécessité d' installer les grilles en mouvement automatiques, aussi bien que des problèmes liés à la disposition du goudron contenant les condensats qui résultent des opérations d'épuration des gaz. Ce dernier est d'importance mineure si le gaz est employé pour des applications directes de la chaleur, dans ce cas les goudrons sont simplement brûlés. Puisque la concentration de goudron exclut généralement l'utilisation du gaz dans des moteurs à combustion interne.Le type générateurs à gaz de courant aérien ascendant ne sera pas considéré pour le Bénin.

4.3.1.2 Générateurs à gaz à courants parallèles (downdraft)

Une solution au problème de l'entraînement de goudron dans le jet de gaz a été trouvée en concevant à courants parallèles ou descendant les générateurs à gaz d'ébauche, dans lesquels on présente de l'air primaire de gazéification au-dessus de la zone d'oxydation dans le générateur à gaz. Le gaz produit est enlevé au fond de l'appareil, de sorte que le carburant et le gaz se déplacent dans la même direction.
Sur leur chemin vers le bas, de l'acide et des produits goudronneux de distillation du carburant doivent passer par un lit rouge de charbon de bois et donc convertis en gaz hydrogène constant, en anhydride carbonique, en oxyde de carbone et en méthane. Selon la température de la zone chaude et le temps de séjour des vapeurs goudronneuses, la destruction plus ou moins complète des goudrons est réalisée.
L'avantage principal des générateurs à gaz de courant d'air descendant se situe dans la possibilité de produire un gaz goudron-libre approprié aux applications de moteur.
Dans la pratique, cependant, un gaz goudron-libre n'est jamais réalisé à 100% dans le processus entier de fonctionnement de l'équipement:

⇒ l'opération goudron-libre à ratio 3 est considérée standard;
⇒ le ratio 5-6 est considéré excellent.

En raison du niveau plus bas des composants organiques dans le condensat, les générateurs à gaz de courant d'air descendant souffrent moins des objections environnementales que des générateurs à gaz ascendant. Le présent consultant a construit et actionné un générateur à gaz simple de courant descendant montré ci-dessus. La simplicité du système fait de lui l'idéal pour des secteurs ruraux, là où un à niveau élevé de la compétence d'opérateur n'est pas requis.
Un inconvénient majeur d'equipement du downdraught réside dans son incapacité à opérer sur plusieurs combustibles non traités. En particulier, les matières pelucheuses, de densité basse créent des problèmes de la montée et de la pression excessive et le combustible solide doit être palletisé ou briquetté avant usage. Les gazificateurs Downdraught souffrent aussi des problèmes associés avec le combustible à fort contenu de cendre (« slagging ») et une plus grande ampleur

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Graphique 21 : Générateurs à gaz à courants parallèles (downdraft)

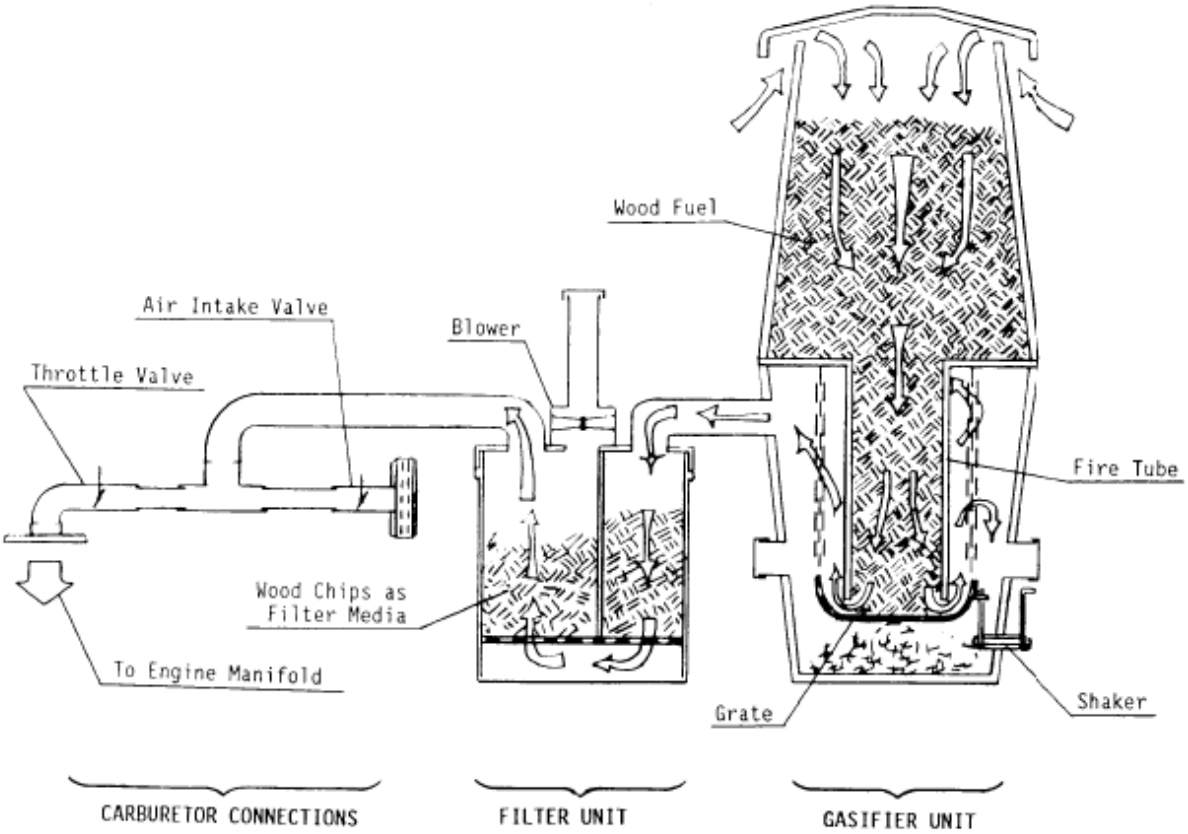


Fig. 1-3. Schematic view of the stratified, downdraft gasifier.

que gazéificateurs de l'updraught. Pendant qu'Ankur a des systèmes capables jusqu'à 2 MW la limite pratique maximum pour les gazéificateurs du downdraft est sous 1 MW.
Les inconvénients mineurs du systeme « downdraught » comparé à updraught, sont une efficacité inférieure qui résulte du manque d'échange de la chaleur interne quelque peu aussi bien que la valeur chauffante inférieure du gaz. En plus de cela, la nécessité de maintenir des hautes températures constantes sur une section croisée rend impraticable l'usage de gazéificateurs du downdraught dans une gamme de puissance au-dessus de 350 KW.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.3.1.3 Générateur à gaz à lit fluidifié

Un générateur à gaz de lit fluidifié est inclus ici pour l'illustration seulement. Elle est considérée trop complexe et est généralement employée pour l'exigence de plus grands systèmes de plusieurs MW.
L'opération des deux systèmes (« up-« et « downdraft ») est influencée par les propriétés morphologiques, physiques et chimiques du carburant.
Les problèmes généralement produits sont:
le manque de « bunkerflow »,
de scorification et de chute de pression extrême au-dessus de l'approche de conception du générateur à gaz.
L'approche de solution aux difficultés ci-dessus est le générateur à gaz à lit fluidifié.
De l'air est soufflé par un lit de particules pleines à une vitesse suffisante pour maintenir ces derniers dans un état de suspension. Le lit est à l'origine extérieurement chauffant et la matière de base est introduite dès que un niveau de température suffisamment haut sera atteint. Les particules de carburant sont logées au fond du réacteur, très rapidement mélangées au matériel de lit et presque instantanément chauffées jusqu'à la température de lit. Gràce à ce traitement le carburant est très rapide pyrolysé, ayant pour résultat un mélange composé d'un nombre relativement grand de matériaux gazeux. D'autres réactions de gazéification et de goudron-conversion se produisent dans la phase gazeuse. La plupart des systèmes sont équipés d'un cyclone interne afin de réduire au minimum l'éruption de charleur autant que possible. Des particules de cendre sont également reportées au dessus du réacteur et doivent être enlevées du jet de gaz si le gaz est employé dans des applications de moteur.
Les avantages principaux des générateurs à gaz à lit fluidifié, résident dans la flexibilité des matière de base résultant de la maîtrise facile de la température, qui peut être gardée au-dessous du point de fusion ou de fusion de la cendre (cosses de riz), et de leur capacité de traiter les matériaux à fin grain pelucheux et (sciure etc.) sans besoin du prétraitement.
Les problèmes avec l'alimentation, l'instabilité du lit et le « fly-ash » agglomérant dans les canaux de gaz peuvent se poser avec certains types de biomasse. D'autres inconvénients du générateur à gaz à lit fluidisé se situent dans la teneur plutôt élevée en goudron du gaz produit (jusqu'à gaz 500 mg/m3), de la combustion inachevé de carbone, et de la faible possibilté de sa transformation. Particulierement en raison du besoin de contrôle de l'équipement dû à la dernière difficulté, de très petits générateurs à gaz à lit fluidifié ne sont pas prévus et la gamme d'application doit être à titre d'essai placée au-dessus de 500 kilowatts (puissance d'axe).
Examen des technologies éligibles de Gazéification
Dans cette rubrique nous allons essayer de comparer les technologies qui ont fait leur preuve dans le monde entier dans le secteur de gazéification.
Il faut reconnaître qu'il n'a pas été facile de recueillir toutes les informations sur toutes les compagnies.

Quoi qu'il arrive il est apparu très clairement que les plus connues sont:

Hein Engineering Company
Agni Energy Services
Energygreen Power Ltd. et
Ankur Scientific.

L'étude comparative a été axée sur ceux-là compte tenu des spécificités de la biomasse prise en compte et les particularités climatiques et environnementaux du Benin.
Nous avons mis l'accent sur les critères de sélection ci-dessous.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.4 Critères de selection

Maturité industrielle:

- Maturité de cette technologie,
- nombre de KWH produits.
- Conformité avec des normes
- Efficacité énergétique
- pureté du gaz produit
- exécution et robustesse des équipements
- récupérabilité des résidus
- normes environnementales, adaptabilité
- technologie: Plein temps d'exploitation d'utilisation par an

Simplicité à l'utilisation:

- Pré-operating du carburant
- Niveau de Qualification de l' utilisateur (le bas = bon)
- des entrées (fines - grand)

Coût des investissements:

- Coûts de personnel par KWH
- Coûts du KWH
- Coûts d'électricité par KWH sans frais financiers
- Coût de la maintenance

4.4.1 Comparison de companies

Ces compagnies peuvent être visitées au web

La selection de companies

Ankur Scientific, India http://www.ankurscientific.com/
Agni Energy Services, India, http://www.gasifiers.bioenergylists.org/gasdoc/AGNI/agni_2005.html
Energygreen Power Ltd, India http://www.gasifiers.bioenergylists.org/gasdoc/Energreen/energreen.html
Hein Engineering Company, Singapore http://www.heinengineering.com/biomass.htm

Le Système de notation

Un système de notation empirique est employé pour remplir le tableau 1 basé sur les critères présentés ci-dessus:

- Nombre d'années d'expérience;
- Nombre d'unités dèjà installées de part le monde;
- Gamme de modules en puissance: de 25 kw à 1 MW: 5 points si gamme complète, 3 points si partielle, 0 point si rien et bonus additionnel si l'unité peut fonctionner sans apport de gasoil;
- Impact environnemental: 5 points si énergie propre;
- Durée opérationnelle: 80% - 20 points; 10 points si entre 50% et 70%; 0 point si en dessous de 50%;
- Alimentation du gazéificateur: Compatible à fines et grosses particules - 10 points; seulement à fines particules - 5 points;
- Investissement: élevé - 0 point; bas - 20 points;
- Maintenance: à bas coût - 20 points et 0 point si chère.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Comparison de companies

Compagnies	Nbred'années	Unitésinstallées	Puissancedesmo-dules	Impactenvironne-men-tal	%durée Fonctionne-ment	Préparati-ond'alimentation	Investissement	Mainte-nance	Points totaux
Ankur	22	700	5	5	20	10	20	10	792
Agni	9	7	3	0	10	10	20	5	64
Energreen	7	24	5	0	0	0	20	0	56
Hein	5	0	0	0	0	0	0	0	5

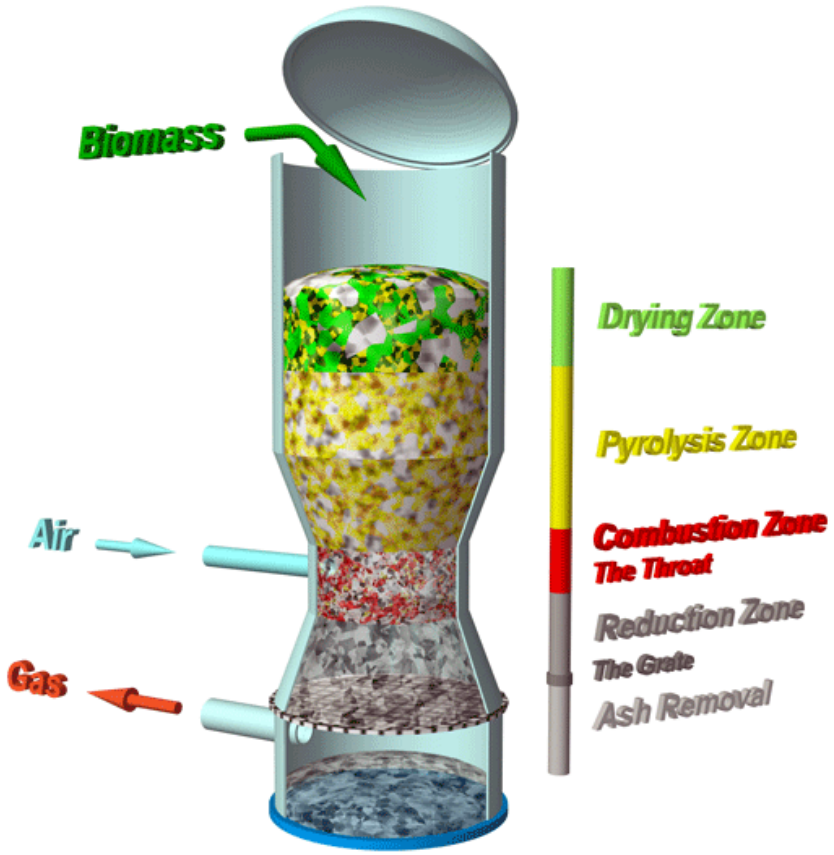
Tableau 5: Comparison de companies systemes gaséfication

L'expert désigné Peter Fransham travaille avec AES en Nouvelle Zélande. Cette entreprise a l'expérience avec Ankur Gasifier.
Le système s'est comporté bien et le moteur a tourné sans à-coup sur un certain nombre de différentes matières de base. Nous recommandons que Ankur scientific soit le fournisseur pour les systèmes de gazéification au Bénin sur la base des résidus agricoles.
Pour mieux illustrer et apprécier la biomasse ciblée par rapport au choix de technologie, nous vous invitons voir ci-dessous les résultats de test sur les tiges de coton, sorgho et coques de palmiste au laboratoire du constructeur: (Voir Annexe)

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.4.2 Justification du choix d'équipement et de conditions de fonctionnement

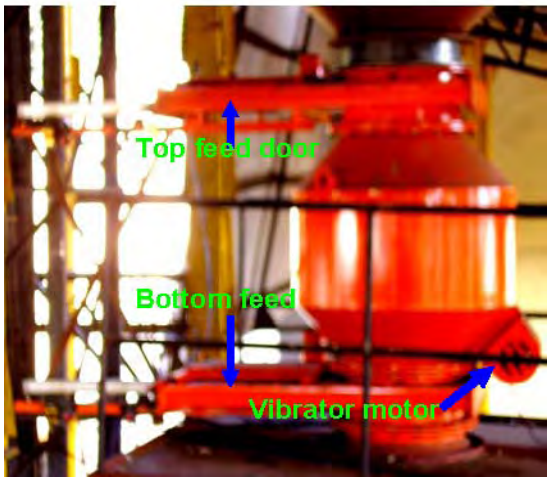
De la discussion ci-dessus il est évident que la gazéification de courant descendant procure la meilleure occasion à la production d'électricité distribuée au Bénin. On retient que la technologie scientifique d'Ankur est le meilleur choix.
La compagnie a des systèmes opérant dans plusieurs pays, dont la Nouvelle Zélande et les Etats-Unis. L'information suivante sur le générateur à gaz d'Ankur est prise donné par le producent.



Graphique 22: Model Ankur: Gasificateur a deux phases à courants parallèles (downdraft)
Le système d'Ankur a reçu des revues positives des utilisateurs et la compagnie a un excellent réseau de service bien fourni. En outre Ankur fabrique une gamme des systèmes qui peuvent être adaptés à différentes matières de base (granuleux boisé et fin).
Il est donc possible de concevoir un système pour rencontrer les diverses matières de base disponibles au Bénin. Quelque soit la biomasse dans une série de formes et tailles et noms, il y a un dénominateur commun dans toute la biomasse. Comme mentionné ci-dessus, toute la biomasse se compose de carbone fixe, matière volatile, cendre, et l'eau. Malgré qu'il y a quelques petites différences dans la quantité d'hydrogène produite et la valeur calorifique du gaz de producteur et la quantité de gaz par kilogramme de biomasse, le rendement d'un générateur à gaz d'Ankur sera plus ou moins de même pour toutes les matières de base.
Les explications ci-dessus proviennent de documents originaux à la description de l'installation de Ankur / Inde.

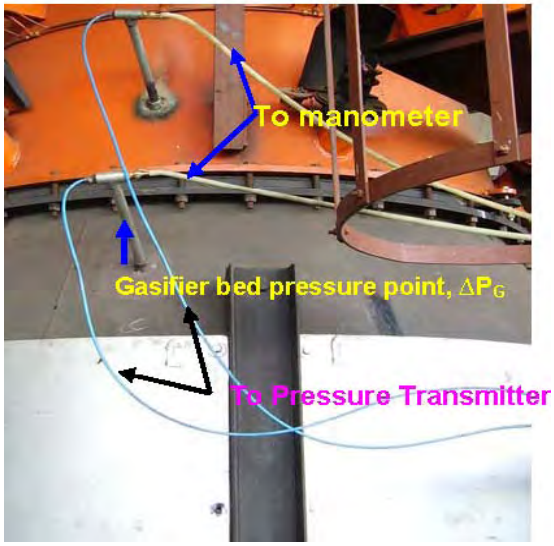
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.5 Ankur : D'escription de l'équipement et de conditions de fonctionnement



Feed shell: It stores biomass in air tight compartment before discharging into the hopper of the gasifier. The feed shell has two doors, one on top and other at the bottom. This is to prevent ingress of air into the gasifier. When biomass is fed into the feed shell, the bottom door is closed and the top door is opened. Now, when biomass is fed into the gasifier, the top door is closed and the bottom door is opened. There's a vibrator motor fitted on the feed shell which operates only when the bottom feed door is in operation & assists in discharge of biomass into the hopper.

Hopper: It performs three functions of gasification viz, drying, pyrolysis and combustion. It has Air nozzles for induction of Air into combustion cone. There are two wood level sensors to give signals for controlling biomass feed as well as safe shut down of the gasifier system. There's a vibrator motor for uniform flow of biomass. A pressure point, i.e. for reading of pressure drop across nozzles (ΔPN) to determine air flow.

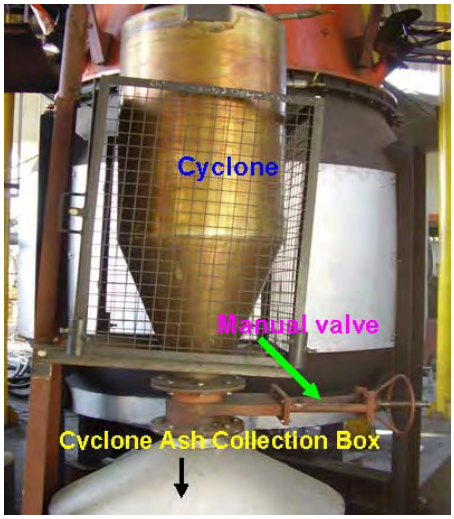


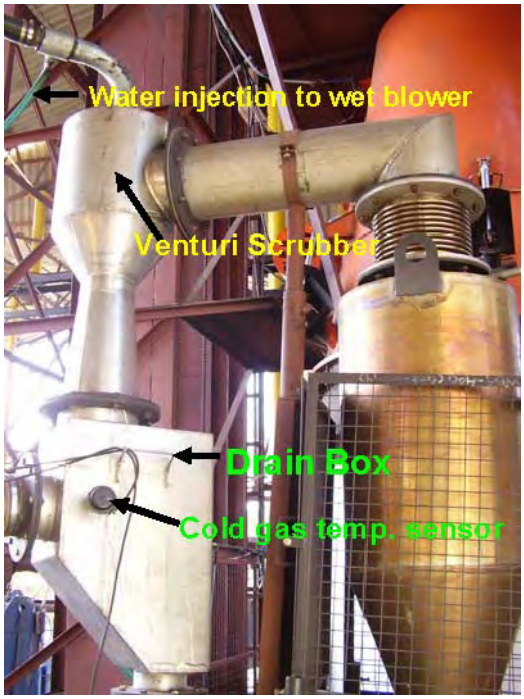
Reactor: It performs the reduction function and thus production of producer gas. The reactor table with comb rotor holds the charcoal bed and the comb rotor helps in maintaining the charcoal bed by removing ash from it. Pressure point, i.e. for reading of pressure drop across the charcoal bed (ΔPG) to determine the charcoal bed condition. A pressure transmitter and a water column manometer are connected to measure the charcoal bed pressure drop, known as ΔPG. There is a water channel at the bottom of the reactor through which the ash is carried away by the circulating water to the vibrating sieve. This water eventually goes to the cooling tower and is recirculated.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Hot Gas Line: The hot gas line carries the hot producer gas having temp. of 400 deg. to 500 deg.C from the gasifier outlet to the venturi scrubber inlet.

Cyclone: The carbon particulates from the hot gas settle down on passing through the cyclone. There is a manual valve which is kept open during gasifier operation and to be closed while removing the ash collection box. The ash collection box has a storage capacity of 0.4 M3.

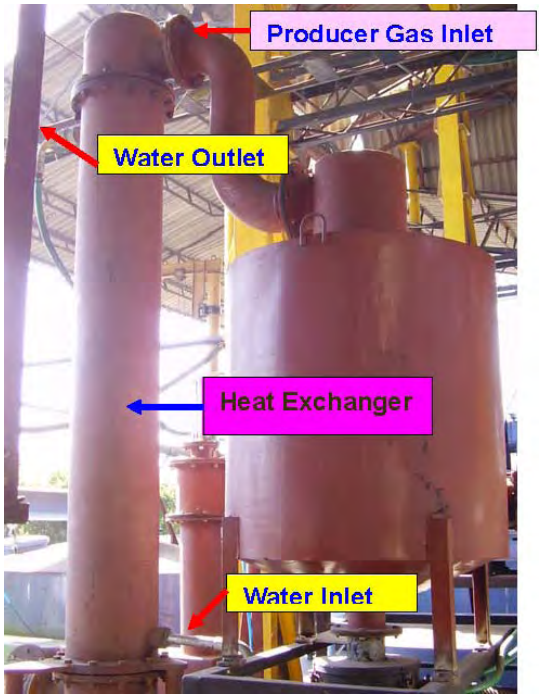




COOLING, CLEANING SYSTEM:

Venturi Scrubber: Performs cooling and cleaning of hot gas by spraying pressurized water jet on it and reducing the gas temp. 40 deg.C. Water drains down and the cold gas is sucked from drain box gas outlet. There is a temperature sensor fitted on the drain box to measure the cold gas temperature (See Fig. 5). Below the drain box is the drain tub, the discharge line from the drain tub is connected with the combo tank. On the drain tub a water level sensor is fitted.

Heat exchanger: Cold water from chiller (Not part of this supply) is circulated in the heat exchanger and producer gas passes through the heat exchanger. The water vapor and traces of light tar condenses and drains out from the drain tub at the bottom of the heat exchanger. Water seal has been provided.



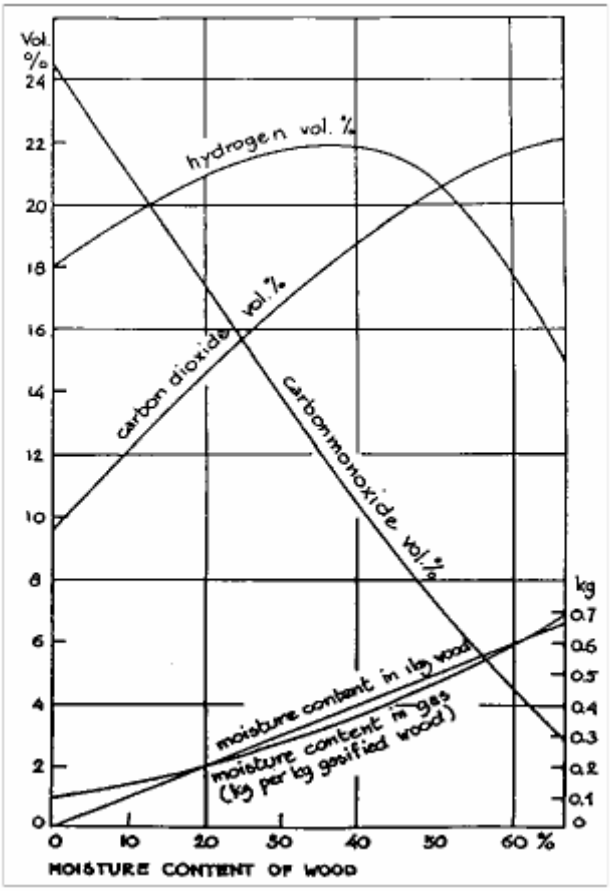
Active Fine Filter & Passive Fine Filter: They perform the cleaning of gas. The Active and Passive fine filter are filled with graded saw dust as the filtering media. Fine particles from the gas get trapped in the filter media. There are two sets of Active & Passive Fine Filter line in parallel. Either of the line will be in operation and the other line can be maintained. All the filters are provided with pressure points to measure pressure drop across the filter media.

FEEDING SYSTEM: It discharges biomass into the feed shell cone. It has a bucket with a biomass carrying capacity of about 70 Kg. per cycle. The signal for biomass feeding is given by the wood level sensors. It has a Brake motor & a gear box assembly coupled to chain transmission arrangement.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.6 La composition du gaz

Graphique 23 : composition en gaz selon la teneur en eau



Il est cependant impérieux de souligner que la teneur en eau de la biomasse est une déterminante et un facteur d'admissibilité pour cette technologie.
L'illustration montre la variation dans la composition en gaz selon la teneur en eau. Le graphique est pris d'du travail compilé par l'Onu et n'assortit pas exactement le rendement des données d'Ankur a présenté dans le tableau.

Les nombres exacts sont moins importants que les tendances. À mesure que la teneur en eau augmente ainsi fait la production de l'hydrogène et de l'anhydride carbonique. La production de l'hydrogène dans un générateur à gaz et de la coproduction de l'anhydride carbonique est le résultat d'une reaction de décalage de l'eau;
$C + 2H_2O = 2H_2 + CO_2$ qui est bien documenté.

PRODUCER GAS PROPERTIES Propriétés de gaz de producteur PARTICULARS	Rice	Wood
CO	15-20%	15-20%
H_2	10-15%	15-20%
CH_4	jusqu'au 4%	jusqu'au 3%
N_2	45-55%	45-50%
CO_2	8-12%	8-12%
HHV (KCl/NM3)	1050	1100
Gaz a produit de la Biomasse NM3/KG	2	2.5

Tableau 6 : Composition du gas de synthese (producer gas)

Les réactions chimiques dans un générateur à gaz sont bien comprises et le point dans l'illustration 4 est qu'un résultat cohérent de gaz exige une teneur en eau cohérente dans le générateur à gaz. Une teneur en eau optima est généralement considérée environ 20% en poids. Des températures de fonctionnement optima de générateur à gaz seront ajustées pour s'assurer que le rendement calorifique maximum du gaz est obtenu. Ce qui fait ce moyen d'une application pratique de la gazéification au Bénin. La biomasse probablement sera moissonnée dans relativement une période de brève durée.

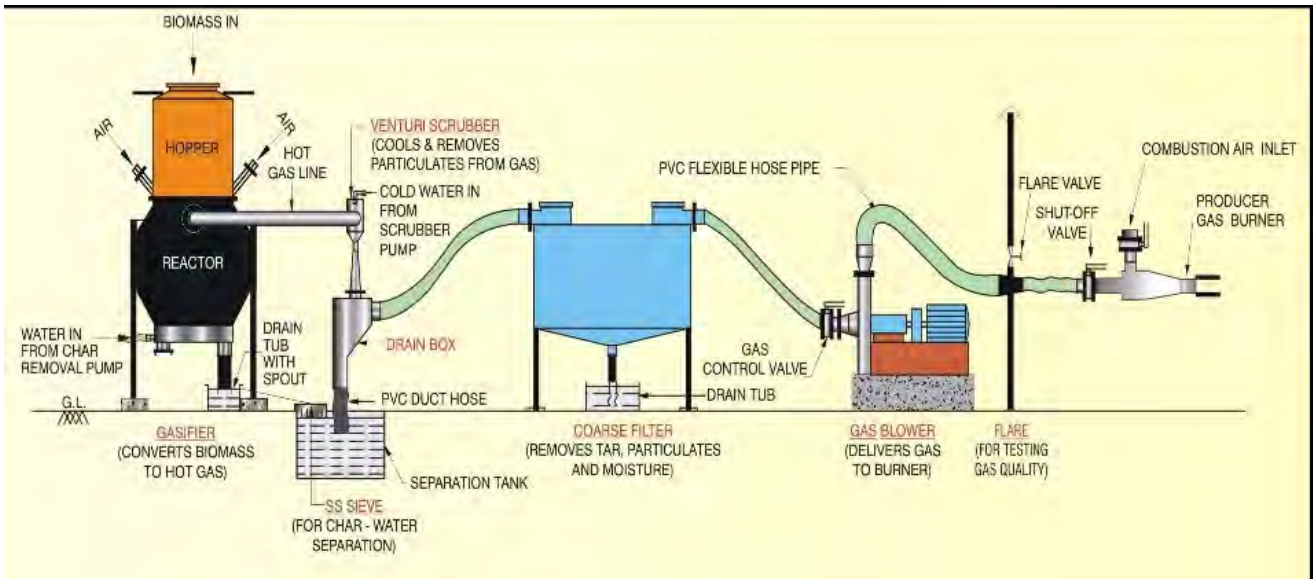
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Ceci signifie que la teneur en eau changera pendant le stockage comme le contenu calorifique du gaz de producteur. Si la variation de la teneur en eau est plus de 5% alors une certaine forme de préparation matérielle sera exigée pour normaliser le matériel entrant dans le générateur à gaz. La valeur réelle employée par les opérateurs de générateur à gaz est de moins d'importance que l'uniformité de la teneur en eau pendant l'année. La composition en gaz de producteur peut être ajustée par la teneur et la température en eau. Les températures plus élevées 1000°C sont souhaitable parce que les goudrons contenus dans la plupart de gaz de produit sont dissous et ne sont plus un danger pour le moteur. La surveillance doit être exercée quand le fonctionnement d'un générateur à gaz à ces températures peut fondre la cendre et endommager le système. Les divers groupes travaillent avec les filtres en céramique chauds pour fendre la fraction de goudron à de plus basses températures (500 - 600C). La température de sortie de générateurs à gaz est en baisse environ 350 C et suit la plage de fonctionnements optima.

AES en Nouvelle Zélande expérimentent un générateur à gaz d'Ankur à température strès élevées obtenant de ce fait la température de sortie en gamme optima. La filtration et l'extinction directe sont d'autres méthodes qui sont employées pour nettoyer le gaz.

Préparation et stockage de biomasse

Comme mentionné ci-dessus, les générateurs à gaz exigent une teneur en eau constante aussi bien que la grosseur du de la biomasse relativement uniforme. Etant donné l'issue avec la maladie et des parasites il est recommandé que les tiges de coton soient ébréchées à des 5cm de longueur maximum avant stockage. Mobark fait un burineur mobile qui pourrait être déplacé du champ pour mettre en place et créer des piles des morceaux sur les côtés du champ. Avant la gazéification les morceaux seraient encore traités à une teneur en eau constante dans un tambour



sécheur (Onyx) ou un dessiccateur/pulverizer (BioRefinery Inc. avancé).

Graphique 24 : Système d'Ankur

Tandis que les frais financiers seront augmentés, l'amélioration de l'exécution de générateur à gaz devrait compenser le coût additionnel.

Un organigramme du système d'Ankur montre qu'une combinaison de ventillation favorise le suivi de filtration. Traditionnellement des tiges de coton sont brûlées peu de temps après la moisson. La question du stockage de la matière première doit être abordée.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.6.1 Plan d'implantation : Voir l'annexe

4.6.2 Possibilités variables de réponse de charge

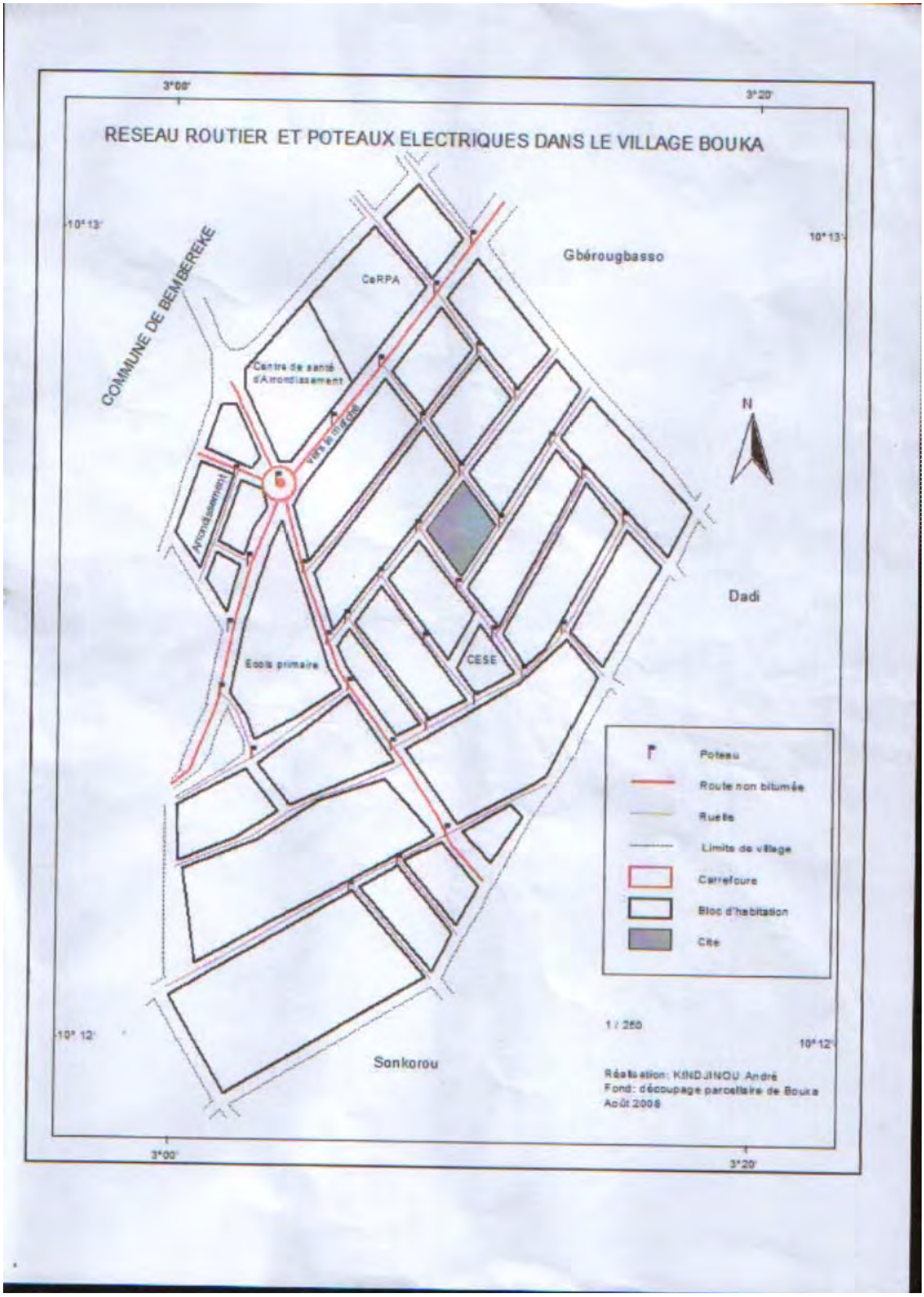
Tandis que la gazéification de biomasse est basée sur 100% de gaz du producteur, la planification des systèmes de production d'électricité, la nature de la charge reliée (type de charge. D' estimation individuelle aussi bien que la fréquence Marche-Arrêt etc. sont extrêmement importante pour les raisons suivantes: Ces systèmes fonctionnent fondamentalement avec le gaz de producteur Manufacturé 'ON-LINE'; La réponse du générateur à gaz en termes de demande soudaine sur la production/état de gaz exigeant la réduction soudaine de la production etc... de gaz doit être pris en compte; En outre, la réponse du système de contrôle d'écoulement de gaz aux variations soudaines de la charge doit également être considérée;
Le fait que beaucoup de charges inductives en particulier les besoins courants pourraient avoir effet de hausse, l'installateur doit fournir les équipement et les installer dans les règles de l'art afin les générateurs soient dans un système de réacteur rapide grâce au systéme de contrôle;
Pour y parvenir les recommandations suivantes sont à suivre: le plus grand moteur dans le système ne doit dépasser 25% de tout le système.

Sr No	Operating Load (% of stand-alone duty rating)	Permissible Load Variation
1	At 50%	15% of rating in terms of inductive load
2	At 70%	10% of rating in terms of inductive load
3	At 80%	5% of rating in terms of inductive load
4	Above 80%	Only very small loads can be slowly added

Tableau 7 : Possibilités variables de réponse de charge

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

4.7 Schéma uniflaire des instalation electriques



Graphique 25 : Reseau routier et poteaux électrique dans le village Bouca

4.8 Description technique des équipements, fonctionnement et entretien...

Rappel: Qu'est ce que la gazéification?
La gazéification de biomasse est fondamentalement la conversion des combustibles solides (le bois, les résidus agricoles etc.) dans un gaz de producteur normalement appelé combustible de mélange de gaz.
Le processus est typiquement employé pour différents matériaux de biomasse et il implique la combustion partielle d'une telle biomasse quand l'air (O2) est moins que proportionné pour la combustion complète de la biomasse.
Le générateur à gaz est essentiellement un réacteur chimique où les divers processus physiques et chimiques complexes ont lieu. La biomasse devient sèche, par chauffage, pyrolysée, partiellement oxydée et réduite dans ce réacteur pendant qu'elle le traverse.
Quatre processus distincts ont lieu dans un générateur à gaz:

Séchage du carburant.
Pyrolyse.
Combustion.
Réduction.

La gazéification des résidus agricoles et forestiers n'est pas une nouvelle technologie en soi. Le développement scientifique et technologique a permis la maîtrise de la production énergétique par les sources fossiles. L'homme s'est éloigné petit à petit des méthodes anciennes naturelles, durables et propres vis à vis de l'environnement. Ces dernières décennies l'homme a réalisé que les sources maîtrisées sont essentiellement fossiles, épuisables et néfastes à l'environnement. Il lui faut chercher des moyens plus adaptés répondant en même temps à ses besoins et au respect de l'environnement.
C'est ainsi que le gouvernement Allemand a commandé une grande étude, par son Ministère de l'Agriculture en 2006, sur les technologies de gazéification. Sur les (37) trente sept différents équipements, seuls (17) dix sept ont été retenus pour faire objet d'une étude technique: Résultats global: aucune des technologies n'était pas prête pour une production en série sauf ANKUR Technology. Les tableaux I, II, et III suivants nous montrent quelques installations existantes, leur lieu, capacité, les combustibles- biomasse, leur statut etc... et les critères de choix.

4.9 Caractéristiques techniques 1 x WBG - 850 avec 1 moteur du kWe X.500

Générateur à gaz jeté: 8.5 m X 24 m
Le moteur a jeté: 6.0 m X 12.0 m
Étang de refroidissement: 6.0 m X 4.5 m (ceci peut être construit dans un terrain découvert)
Consommation du bois: Jusqu'à 765 kilogrammes par heure par générateur à gaz.
Consommation d'électricité: 35 unités par heure
Taux de recyclage de l'eau: 60.000 litres par heure
Stockage de l'eau: 50.000 litres par heure
Commencez vers le haut la puissance: La source extérieure a eu besoin (35 kilowatts)

Caractéristiques techniques - WBG-850 avec le moteur de Guascor de 1 x 710 kWe
Rendement évalué (brut): kWe 500
Puissance de démarrage de générateur à gaz: Par la puissance auxiliare
Démarrage de moteur: Par la puissance auxiliare
Consommation spécifique de biomasse: Moins de 1.4 kg/kWhr
Caractéristiques techniques - moteur Genset
Veuillez regarder le document de caractéristiques de moteur.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Caractéristiques techniques - 'Ankur' Générateur à gaz WBG-850 (EN /FR)

Le type modèle	WBG-850
Générateur à gaz	courants parallèles (downdraft)
Fuel Specifications	
Size (mm)	Minimum: Diamètre (0) – 10 mm; Longueur (l) – 10 mm
	Maximum: ∅. ˜. .mm; L – 100 mm
Eau de teneur (%)	< 20% (base humid)
Le générateur à gaz a produit	
Rated Gas Flow (Nm3/hr)	1913
valeur calorifique du gaz (Kcal/Nm3)	> 1050
l'écoulement de gaz (Kcal/hr)	2008,125 kCal/hr
Rated Biomass Consumption (Kg/hr)	Up to 765
Temp. de la gazéification (C)	1050 - 1100
indicatif de mode d'efficacité de la gazéification (%)	
Chaud indicatif de mode (aucun frotte-ment)	> 85%
froid de mode de gaz (avec le frotte-ment)	> 75%
La température du gaz à la sortie de générateur (C)	300 to 500 C
Biomass Feeding	
Mode	Skip Charger/ Manual
Frequency	Every 8-10 minutes
Ash Removal	Continuous, through proprietary control and water seal
Gas Cooling (pour des modes frottés et ultra pro-pres de gaz)	venturi de gaz de bouchon liquide avec l'épuration des gaz de recy-clage de l'eau
Gas Cleaning (pour le mode ultra pro-pre de gaz)	Through proprietary & patented fine filters
Start-Up	Through Scrubber Pump / Blower
Composition typique	CO- 19,3% H2 18,2% CO2 - 10,3% CH4 -Up to 3% N2 50%

Tableau 8 : Caractéristiques techniques - 'Ankur' Générateur à gaz WBG-850

En résumé et au vu des particularités sociologiques, socio-économiques et technologiques et des exigences actuelles en matières de sécurité alimentaires, la technologie la plus appropriée est celle de ANKUR Technology.

Les Technologies d'énergie scientifiques d'Ankur Pvt. Ltd, une compagnie établie en 1986, a été à la tête des activités de développement dans le secteur des sources d'énergie non conventionnelles. Installée par Dr.B.C. Jain, un technocrate internationalement reconnu, la compagnie a depuis son commencement, un palmarès indéniable de développement dans le domaine de la gazéification de biomasse. La compagnie a avec succès développé et a commercialisé un éventail très lar-

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

ge de générateurs à gaz de biomasse s'étendant de la taille aussi petite de 5 kWe produit au rendement que de 1500 kWe. Un certain nombre d'installations dans des applications industrielles et dans des applications comme l'électrification rurale sont un témoignage non seulement à la fiabilité à long terme des générateurs à gaz, mais également de l'acceptation croissante de la technologie développée par la compagnie. Ces installations de champs ont prouvé leur valeur dans l'économie de grands montants d'argent pour les propriétaires en remplaçant les combustibles liquides conventionnels chers par la biomasse bon marché, localement disponible.
Ankur scientifique a commencé des exportations de cette technologie de façon progressive dans le monde. La compagnie a maintenant des installations en Italie, en Allemagne, aux Etats-Unis, en Colombie, en Australie etc. Plusieurs de ces clients ont choisi la technologie d'Ankur après une évaluation technique fortement rigoureuse prouvant effectivement la prouesse technique et les qualifications de rentabilité économiques d'Ankur.

4.10 Programme d'entretien

1. Contrôles quotidiens:
   Vérifier la mise à zéro de niveau d'eau de manomètre.
   Contrôle le niveau d'eau dans l'étang de cendre.
   Draguer l'étang de cendre.
   Vérifier les boulons de bride du réacteur de distributeur.
   Vérifier la taille de biomasse et sa teneur en eau.
   Tous les contrôles ci-dessus peuvent être faits sans arrêter le générateur à gaz.

2. Vérifier toutes les 100 heure:
   La corde en caoutchouc de cachetage de porte d'alimentation de distributeur et la remplacer s'il y a lieu.

   Vérifier les prises de buse d'air et les remplacer s'il y a lieu.

   Vérifier l'opération de soupape de retenue de ventilateur de gaz et remplacer sa corde de cachetage de glande s'il y a lieu.

   Examiner les écoulements d'eau de boîte et d'épurateur de séparation de l'eau/passages pour éviter l'obstruction.

   Enlèver les médias de filtrage du filtre fin et les remplisser après le séchage et le mélange.

   Vérifier les attaches de tous les joints à flasque, brides des tuyaux flexibles. Le générateur à gaz devra être arrêté pendant 2-4 heures pour entreprendre les contrôles ci-dessus.

   Heures totales d'arrêt en un an: 350 heures

3. Vérifier toutes les 400 heures:
   En examinant le lit de charbon de bois pour éviter l'accumulation de cendres et l'épuisement du charbon. Reconstituez le niveau de charbon de bois s'il y a lieu, jusqu'à la marque de flèche sur le mur intérieur de réacteur.

   Vérifier la gorge du cône de combustion et complèter les fissures, le cas échéant, par la soudure.

   Vérifier la corde de cachetage de bride de Distributeur-Réacteur et la remplacer s'il y a lieu, les bouts de contrôle des buses d'air et complèter les fissures, le cas échéant, par la soudure. Remplacer les bouts si endommagés.

   Nettoyer le ventilateur en ouvrant la canalisation latérale et le fonctionnement de la livraison.

   Examiner la canalisation et l'épurateur à gaz chaud pour éviter l'obstruction et le nettoyer s'il y a lieu.

   Vérifier le joint de l'axe de côté d'entrée de rotor de peigne et le remplacer s'il y a lieu.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Examiner le sachet filtre du filtre de sûreté fourni avec le moteur. Remplacer le sachet filtre s'il y a lieu. Le générateur à gaz devra être arrêté et ouvert. Le gasifer devra refroidir avant que ceci puisse être fait et ce contrôle prendra ainsi près d'un jour (24 heures).

Heures totales d'arrêt en un an: 525 heures.

4. Vérifier toutes les 1000 heures:
   Vérifier le niveau d'huile dans les réducteurs de transmission; au besoin, huiler toutes les boîtes de vitesse du générateur à gaz, les filtres fins et le bloc de roulement du ventilateur. Verser l'huile fraîche. Vérifier tout les joints; les roulements et remplacer s'il y a lieu.

   Vérifier le panneau de commande du générateur à gaz et nettoyer avec le ventilateur portatif.
   Vérifier les parois et fond etc., nettoyer les contacts etc. et rectifier les raccordements lâchés éventuels.

   Le générateur à gaz devra être arrêté et les contrôles prendront de près de 2-4 heures. Il est préférable d'effectuer ces contrôles toutes les 800 heures avec des contrôles sous Sr.No.3.
   Heures d'arrêt programmées par total pa an: 875 heures.

   Veuillez noter que la disponibilité de générateur à gaz d'ANKUR scientifique couvre pour 80% de temps disponible par an (7008 heures = 80% de 8760 heures), à condition que le systême soit maintenu selon les instructions de la compagnie.
   Les heures restantes (8760-7008 = 1752) sont une couverture dans les sens de prudence. Note sur des pertes produites du générateur à gaz et de leur utilisation.
   Avec du bois comme carburant le générateur à gaz produira essentiellement la cendre et le charbon de bois.

   Cendre: La quantité de cendre sera entre 0.5 - 1 % du poids de toute l'alimentation d'entrée au générateur à gaz. Par exemple si le générateur à gaz consomme 100 kilogrammes de bois par heure, la cendre produite sera entre 0.5 - 1 kilogramme par heure.
   Pour WBG-850, la consommation du bois sera entre 680 - 850 kilogrammes de bois par heure. La cendre produite sera entre 3.4 - 8.5 kilogrammes par heure. La cendre sera enlevée utilisant notre système de propriété industrielle de déplacement de cendre du générateur à gaz. Ce système emploie l'eau et la cendre sortant sera ainsi humide. Cette cendre peut être séchée et utilisé pour faire les briques ou de cendres volantes, qui peut être employée comme engrais.

   Charbon de bois: La quantité de charbon de bois sera entre 4 - 4.5 % du poids de toute l'alimentation d'entrée au générateur à gaz. Pour par exemple le générateur à gaz qui consomme 100 kilogrammes de bois par heure, le charbon de bois produit sera entre 4 - 4.5 kilogrammes par heure. Pour le WBG -850, la consommation du bois sera entre 680 - 850 kilogrammes de bois par heure. Le charbon de bois produit sera entre 27.2 - 38.25 kilogrammes par heure. Le charbon de bois qui sort du système est du carbone essentiellement fixe et a une valeur calorifique élevée. Ceci peut être ainsi employé comme carburant pour des applications où le processus exige la chaleur. Les morceaux de charbon de bois sont petits dans la taille et peuvent ne pas être ainsi facilement vendables sur le marché libre sous leur forme courante. Par un système de Briquetting il peut être mis en vente pour la cuisson.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE C : Impact

5 Aspects environnementaux:

5.1 Conformité avec l'environnement

Au Benin, plus de 60.000 ha seraient ainsi détruits chaque année du fait des agressions de l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière incontrôlée et les feux de brousse.
Les déchets solides issus de la gazéification peuvent déjà servir à réduire ces effets néfastes sur la nature:
Ce sont seulement les cendres et une petite quantité du charbon de bois qu'il faut supprimer de l'eau. En outre les cendres sont biologiques et même ne contiennent pas des composantes toxiques. Le charbon de bois est aussi un carburant propre sans composantes toxiques et peut facilement être réutilisé pour la cuisine, pour d'autres applications thermiques. Les systèmes gaseification ont été suivis par des sociétés indépendantes. Bechtel et Mitcon. Bechtel c'est le numéro un du monde concernant l' engineering, la construction et le management des projets, situé à San Francisco, USA. Mitcon travail comme entreprise de consultation à Maharashtra, India.

L'eau et bruit

Graphique 26: Le cercle d'eau fermé pour netoyage et refroidement

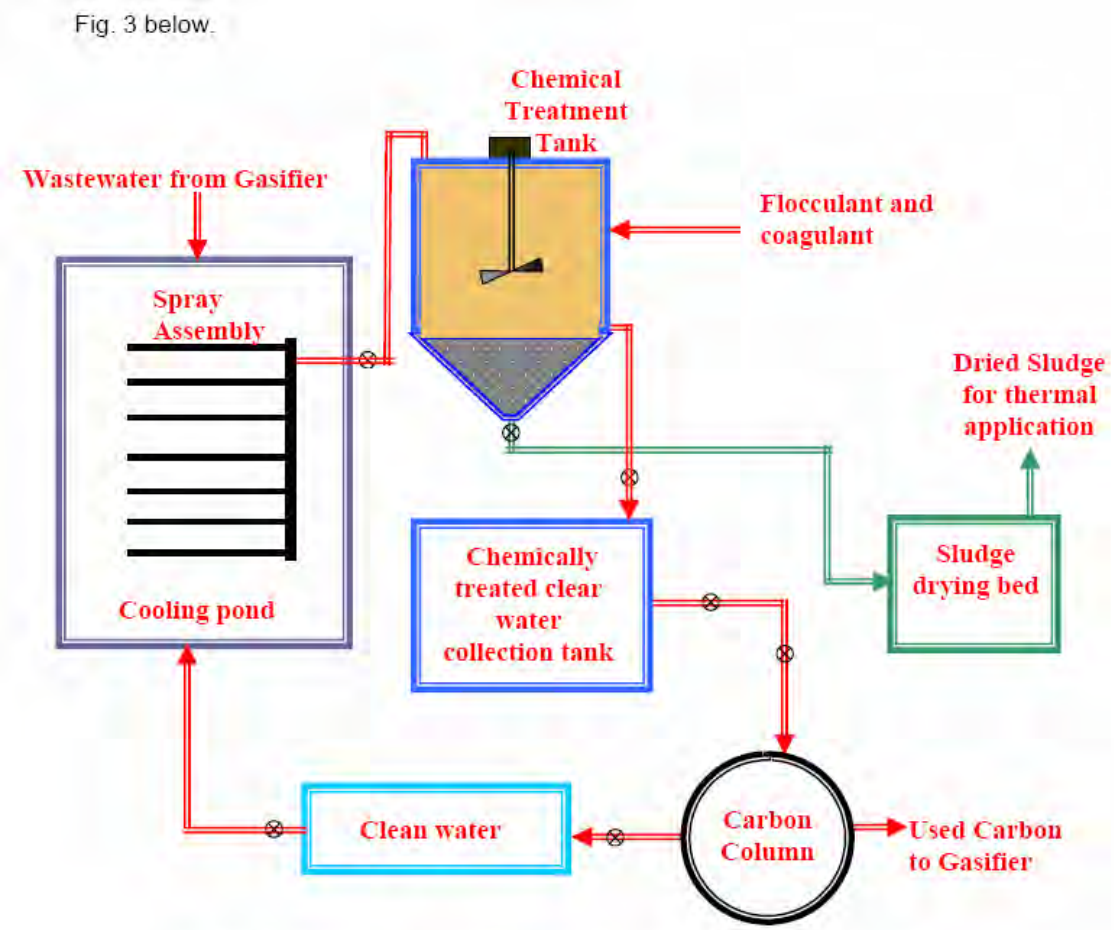


Fig.3: Flow diagram of proposed wastewater treatment system

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Dans la mesure où nous prenons l'eau, elle est utilisée dans un système de recyclage avec décharge zéro. De temps en temps la valeur PH est ajustée, en bref le traitement est très simple. Nous utilisons l'eau pour refroidir le gaz et ainsi elle représente la conception de recirculation par un tour de réfrigération. Donc, l'eau même est toujours en circulation sans obligation d'être déchargée 7.
Charbon de bois peut être vendu comme carburant et peut être retourné au sol Les cendres biologiques peuvent être retournés au sol 8

Graphique 27 : L'eau recyclée tritée en trois phases

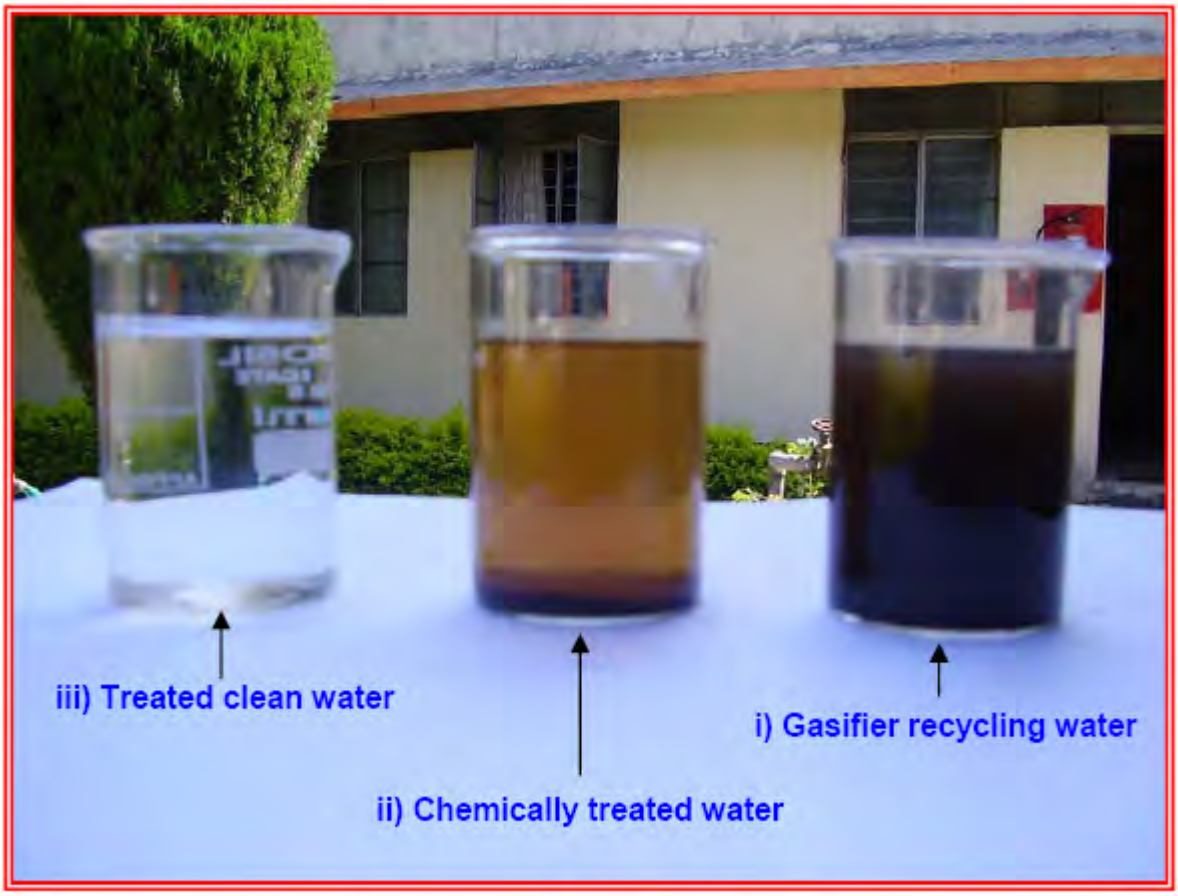


Fig 2: Gasifier recycling water at different treatment stages

[7] Dans le bassin à 3 étapes il n'y reste que du charbon de bois. Apres avoir filtré avec un Filtre a base de charbon de bois, in n'y en reste que de l'eau pure qui est reusé dans le « cooling system »
[8] La **terre noire** (***terra preta*** en portugais) est un sol anthropogénique (c'est-à-dire d'origine humaine) d'une fertilité exceptionnelle due à des concentrations particulièrement élevées en charbon de bois, matière organique et nutriments tels que azote, phosphore, potassium, et calcium. De nombreuses études au Brésil, Thaïlande, Japon et bien d'autres, ont montré des accroissements de productivité des récoltes de l'ordre de 20-50%, associés à des accroissements de biomasse totale allant jusqu'à 280%. D'après Beata Madari (Association Brésilienne de Recherches Agricoles) et d'autres scientifiques, la fertilité associée à la terra preta pourrait justifier la promotion de ce mode d'agriculture (citée dans le magazine Sciences News). Voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Terra_preta#cite_note-eprida04-3 ou l'article dan l'annexe.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Le bruit
Niveau de bruit est inférieur par rapport à l'opération dans le mode de diesel.

Les mesures préventives

Ankur a plus de 700 installations de gazéification dans le monde entier. Ankur n'a jamais eu de problèmes avec le carbone monoxyde. Mais le CO est connu comme un gaz toxique qui se mélange avec les globules rouges et ainsi peut mener à la mort à cause de manque d'oxygène. C'est un problème bien connu et ci-dessous vous trouverez les moyens de traitement par notre technologie.
L'équipement est aussi hermétique que possible. Nous essayons également de garder le système à pression négative (utilisant une soufflante supplémentaire).
Ankur veille à l'installation des gazéificateurs sur une place protégée, qui soit couverte vers le haut mais ouverte à tous les côtés. Ainsi la concentration de CO ne monte jamais au delà d'un certain niveau.
Ankur a des capteurs capables de constater le niveau CO. Le gazéificateur est interrompu au cas où le niveau CO va plus haut que la norme. En outre le capteur peut être couplé à un ventilateur qui peut être lancé une fois que le niveau CO va au-delà d'un certain niveau.

Monitoring

Le système devrait être fermé automatiquement sous les conditions suivantes:
Au cas où un des capteurs CO montre une valeur de plus de 300 PPM.
Au cas où les chutes de pressure à la fois sur les lignes de filtre soient supérieures à 150 mm de colonne d'eau.

5.2 Niveau des emissions

Gaz	Limites permises selon des normes de CPCB9	L'émission a observé
CO	1.2 g/MJ	0.4 – 0.6 g/MJ
NOX	2.2 g/ MJ	0.7 g/MJ
Hydrauliques de carbones	0.3 g/MJ	0.005 g/MJ
Particules	0.2 g/MJ	0.005 g/MJ

Tableau 9 : Les niveaux d'émission

[9] Le comité central de contrôle de la pollution Indien (CPCB)
Les niveaux d'émission d'échappement du moteur 100% de gaz de producteur sont enregistrés pour le moteur d'huile de Kirloskar (RB modèle 33), le moteur de 250 KVAs Greaves et le & modèle de Cummins Engine G 743 G; GTA 855 G.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Graphique 28 : l'analyse de gas par l'aboratoire Mitcon

MITCON
CONSULTANCY SERVICES LTD.

PRODUCER GAS ANALYSIS REPORT

Client's Name & Address	Report No.	EME/LAB/CEIPL/2004-05/144
Clarke Energy India Pvt.Ltd. Shivkiran, Plot No. 160, Lane No. 4, CTS No. 632, Dahanukar Colony, Kothrud, Pune 411 038	Dated	14/03/2005
	Lab Reference No.	EME/LAB/CEIPL/2004-05/144
	Date of Analysis	12/03/2005

RESULTS

Sr. No.	Parameters	Unit	Results
01	Hydrogen	%	18.56
02	Oxygen	%	0.80
03	Nitrogen	%	50.01
04	Methane	%	3.40
05	Carbon Monoxide	%	14.40
06	Carbon Dioxide	%	11.00
07	Particulate Matter	mg/NM^3	6.03
08	Tar	mg/NM^3	3.0
09	Lower Calorific Value	$Kcal/NM^3$	1289

Details of Sample: Producer -gas sample collected from Ankur Scientific Technologies Pvt. Ltd. Savli ,Baroda,Gujarat.

REMARKS / OBSERVATIONS:

For MITCON Ltd

Sr. Chemist

MITCON CONSULTANCY SERVICES LTD. ENVIRONMENT LABORATORY PUNE

For MITCON Ltd

Lab In-charge

Environment Laboratory recognized by MoEF, GoI, New Delhi, Under E. P. Act, 1986, vide Gazette Notification No. S.O.1139 (E) Dated October 15,2004

6 Analyses des aspècts socio-économiques

Vue d'ensemble

La performance et l'impact social et économique de la gazéification dans le cadre de l'électrification rurale sont bien analysés dans plusieurs études.

6.1 Les impacts sociaux les plus importants

Les plus importants impacts sociaux dans les villages sans électricité sont:

- **L'éclairage,**
- **accès à l'eau potable,**
- **l'irrigation,**
- **accès à information (Radio, TV).**

Produire l'électricité à partir de la biomasse constitue un choix énergétique optimal en ce sens qu'il permet le développement intégré du milieu rural, de permettre aux producteurs d'avoir des revenus supplémentaires par la vente des déchets issus de leur récolte.

En effet, en dehors de la technologie et des équipements importés, le combustible est généré par les activités agricoles. Ainsi, une partie de déchets issus de la production agricole permet de produire l'électricité et une quantité importante de chaleur.

Les deux produits énergétiques obtenus (électricité et chaleur) de cette transformation de déchets, sont très utiles pour la satisfaction des besoins de développement du milieu.

Sur le plan socio-économique, nous pouvons citer entre autres:

L'éclairage; Augmentation de la performance scolaire, les enfants peuvent étudier à maison après 18:00.

Améliorer la qualité de vie des femmes: La Substitution du feux du bois par charbon de bois qui est un sous-produit de la gazéification fait réduire les émissions de la fumée dans la cuisine.

Faire tourner les machines, développer de nouvelles industries dans le milieu rural, réduire le coût de l'approvisionnement en matières premières, faire fonctionner les appareils électroménagers, augmentation de la récolte par les pompes pour l'irrigation des terres agricoles, augmentation des revenues par diversification des cultures,

réduction de pertes de récolte dans les périodes de sécheresse,

l'alimentation en eau des populations,

l'alimentation en eau des animaux,

amélioration des conditions d'hygiène par l'eau potable,

encourager l'installation des infrastructures de santé et services publiques sans craindre les coûts d'énergie.

6.1.1 La Chaleur

produite quant à elle pourra permettre de:

d'avoir la possibilité de pouvoir sécher des aliments et d'augmenter la sécurité d'approvisionnement de la population.

- Sécher les produits agricoles pour une meilleure conservation
- Réduire les pertes dues au mauvais conditionnement
- sécher des cossettes d'igname dans des conditions plus hygiénique
- sécher des bois d'oeuvre
- alimenter des hôpitaux en eau chaude
- créer des chambres froides pour la conservation des produits alimentaires périssables (légumes, poissons, viande, etc.); alimenter au besoin d'autres unités industrielles.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

La gazéification de biomasse à base de systèmes de production d'énergie crée des emplois et des habilités dans les zones rurales concernant la production biomasse, le transport et transformation, la maintenance du système de gazéification ainsi que les systèmes finaux d'utilisation et une amélioration du savoir faire technologique.

6.1.2 création d'emplois

La production d'énergie à base de systèmes gazéificateurs favorise le développement des compétences et la création d'emplois dans les zones rurales.
La collecte des résidus, la production, le transport et le stockage ainsi que l'alimentation des gazifières et la maintenance du système. Finalement l'usage et entretiens des systèmes consommateurs (pompes, Moulins etc.) Biomasse, en tant que base du développement économique

6.1.3 source d'énergie fiable

En dehors de l'énergie éolienne et photovoltaïque le pays a besoin d'une source d'énergie fiable, qui n'est pas soumis aux fluctuations. En raison de la très forte proportion de l'agriculture dans le PIB, le Bénin dispose d'un fort potentiel
de résidus agricoles qui à l'heure actuelle reste inexploité et en partie est brûlé sur les champs.
Ces résidus issus de l'agriculture ne sont pas en concurrence avec la production alimentaire et ainsi offrent un complément idéal aux recettes provenant de la production agricole. Conséquences directes: Amélioration des revenus de la masse paysanne.
L'utilisation des énergies renouvelables est au centre du débat, comme substitut des sources d'énergie fossiles.

6.2 Potentiel de la biomasse pour la réduction de la pauvreté

Avec des salaires raisonnables et la situation actuelle du marché du travail, on peut agir considérablement sur le taux de chômage galopant au Bénin en tenant compte seulement des postes de travail que le simple système de rapprochement des résidus au lieu de pyrolyse agricole peut créer.
Si l'économie intérieure substitue le diesel aux résidus sous exploités, des centaines de millions pourraient être épargnés pour être investis dans la modernisation du pays. Si on rapproche le budget déficitaire de l'État avec le déficit de la balance commerciale et si on le met en rapport avec les dépenses de l'Etat pour les énergies fossiles on constate, que la substitution de l'énergie fossile par la réalisation du potentiel de la biomasse peut devenir un facteur central pour le développement économique du pays.
Si on compare les chiffres statistiques on remarque que les dépenses de l'énergie (pétrole et électricité) sont plus élevées que le déficit de la balance commerciale et plus élevée que le déficit budgétaire.
Le potentiel énergétique sous exploité de la biomasse montre une grande marge de manœuvre économique du pays.

6.3 Conditions pour le développement économique

Étant donné que l'économie nationale est basée sur le secteur primaire, la fourniture d'électricité en milieu rurale est une des conditions efficaces de base pour le développement économique et la réduction de la pauvreté.
Exigences du développement économique du Bénin
Le développement économique du Bénin, en revanche, exige des solutions qui permettent:

- des petits investissements à courte période d'amortissement,
- de fournir suffisamment d'électricité pour les entreprises dans les régions rurales,

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

- de mettre en œuvre dans un délai de 6 à 12 mois des solutions durables faciles à pérenniser

d'intégrer dans les structures de prix des coûts de production d'électricité favorables à l'indépendance du Bénin et

de réduire la consommation de combustibles fossiles.

Ces exigences ne sont pas réalisables à court et moyen terme, si l'industrie manufacturière continue à fonctionner dans les conditions de rationnement d'énergie électrique.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

6.4 Realiser les exigences du développement : Le modèle indien; exemple pour l'électrification rurale du Bénin:

Rôle de la gazéification en Inde:
Graphique 29 :Ankur Gasifier in Gosba Island

Socio-economic development of Gosaba after electrification

- The availability of electricity has allowed students to study at night and secure good results in examinations
- Small-scale industries – lathe machine units, boat-repairing works, and grill welding – and domestic iron implements sharpening machines, and machines to grind spices like chilli and turmeric, using automated electricity-operated machinery have been established in the region
- Establishment of Xerox machines in shops has facilitated photocopy of costly study books. It has become easy to make copies of important documents like deeds.
- An operation theatre has been made functional in the Government Health Centre in the Island. With the availability of refrigerators it has become possible to store life-saving vaccines or medicines.
- Water from ponds is being drawn with the help of electricity-operated pump motors for the purpose of irrigation and cultivation of crops

Dès le début de la décade, l'Inde a lancé un programme pour l'électrification rurale: Le Programme national sur l'électricité biomasse / cogénération.
Le Gouvernement de l'Inde a lancé un programme national sur l'électricité biomasse / cogénération. Elle vise à une utilisation optimale d'une variété de matériaux tels que la biomasse, les résidus agricoles, agro-industriels, de la foresterie et le dévouement des plantations pour la production d'électricité grâce à l'adoption des dernières technologies de conversion. Le gouvernement accorde des subventions sur les systèmes de gazéification. Les subventions varient en fonction de la configuration et de l'application finale du système. Ces subventions sont remboursables sur une base bien définie. Biomasse gasifier programme (BGP) http://mnes.nic.in/adm-approvals/biomassgasifier.pdf
Avec l'actuel programme de gazéification 80% des coûts du système (après subventions) peut être amorti au cours de la première année. Crédits de carbone: les crédits carbones sont disponibles pour les systèmes de gazéification de biomasse. Les crédits sont obtenus sur la base d'un certain nombre de critères. Ces crédits peuvent ensuite être vendus sur le marché libre.
Les technologies pour l'exploitation des vastes ressources de biomasse pour la production d'électricité ont atteint la maturité et le stade de la commercialisation.
Aujourd'hui, l'Inde est un chef de file mondial dans l'exploitation de sources d'énergies renouvelables et au premier rang de gazéification de la biomasse (86 MW en 2007) avec quelques petites installations de quelques KW en milieu rural.
D'après nos Informations, le gouvernement de Caboche à l' intention de faire un Programme d'électrification base sur la gazéification. 6000 villages sont a électrifier a base de biomasse.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Dans l'annexe vous trouverez un bon exemple d'électrification rurale en West Benghal, Gosba Island10.

6.5 Financement :

Les avantages de la gazéification ne se limitent plus à l'électrification mais sont aussi des solutions aux changements climatiques , en effet la gazéification permet la certification de carbone , qui est l'une des préoccupations majeures des grandes institutions internationales selon les dires du sieur Achim Steiner, Directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'Environnement(PNUE) et secrétaire général adjoint des Nations Unies : Gràce à la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique et le protocole de Kyoto, nous disposons d'un Mécanisme pour un développement propre,le MDP, qui a fait apparaître un marché mondial des énergies propres. Des estimations prévoient que le MDP et la compensation des émissions de CO^2 pourraient provoquer des investissements du nord vers le sud d'un volume de 100 milliards de dollars. Ce n'est pas le type de mondialisation qui a conduit aux protestations dans les rues de Seattle mais une nouvelle forme de mondialisation, active et plus intelligente, même si nous n'en sommes qu'au début.

[10] Biomass Gasifier illuminates Gosba Island, Sundurbans. By Subrata Kumar Mondal, West Bengal. Renewable Energy Development Agency Dec. 2005

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE D : Analyse des aspects institutionnels et de perennisation

7 La Régulation du Secteur

Le secteur de l'énergie électrique au Benin est régulé par un ministère qui a en charge d'autres secteurs, il s'agit du:

Ministere des Mines, de l'énegie et de l'eau

Ce ministère a en charge totalement toutes les activités liées au secteur de l'énergie électrique au Benin. Comme sa désignation l'indique il s'occupe également des mines et de l'eau.
Tous les services et institutions oeuvrant dans le domaine de l'électricité sont sous la tutelle de ce ministère, qui dispose de certaines structures techniques pour un bon accomplissement de sa mission.

Ces services techniques sont:

La Direction Générale de l'Energie (DGE)
et l'Agence Béninoise d'électrification Rurale et de Maîtrise d'Energie (ABERME).

La Direction Générale de l'Énergie
Elle a pour mission principale de proposer la politique gouvernementale dans le secteur de l'énergie et d'œuvrer pour sa réalisation.
Il faut rappeler que le cadre juridique de la DGE est basé sur les dispositions du Décret N° 28/MMEH/DC/SGM/CTRNE/DGE/SA du 28 Mai 2004 portant attributions, organisation et fonctionnement de la Direction Générale de l'Energie.
La DGE s'occupe également de la planification de développement du secteur de l'énergie, de la proposition de réglementations applicables aux activités du secteur, du suivi de leur application ainsi que celui des programmes et projets.
L'ABERME
Cette agence a été créée en Août 2004 par l'adoption de ses statuts par le gouvernement Béninois. Elle a pour mission la mise en œuvre de la politique de l'État dans les domaines de l'électrification rurale et de la maîtrise de l'énergie.
Il ne serait pas moins important de souligner que dans le cadre de la maîtrise de l'énergie électrique, la DGE a installé un organe de contrôle des installations électriques (circuits, matériels utilisés, la conformité aux normes...) dans tous les ouvrages sur toute l'étendue du territoire (CONTRELEC).
Pour atteindre leurs objectifs, ces divers services travaillent avec des structures publiques et semi-publiques.

7.1 Organes de distribution et production de l'énergie électrique

La SBEE

L'organe de distribution de l'énergie électrique en Benin est la SBEE (Société Béninoise d'Energie Electrique). La SBEE à l'origine désignait la Société Béninoise d'Electricité et d'Eau. Mais dans le cadre des réformes opérées en son sein, il a été procédé en 2004 à la séparation des activités d'eau et celles de l'électricité.
Ainsi la SBEE a été scindée en deux:

- **La SONEB (Société Nationale des Eaux du Bénin),**
- **la SBEE (Société Béninoise d'Energie Electrique).**

La SBEE est placée sous la tutelle du MMEE avec un statut paraétatique et jouit d'une autonomie de gestion. Toutefois, les grandes décisions sont prises en conseil des ministres. Elle s'occupe de l'importation, du transport et de la distribution de l'énergie électrique au Bénin, également de la

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

production pour suppléer aux insuffisances de l'organisme International de Développement de l'Energie Electrique au Togo et au Bénin, dont l'activité principale réside dans la production.

Communauté Electrique du Bénin (CEB)

Il s'agit de la CEB entendu Communauté Electrique du Bénin, créée en 1968 par un traité entre le Bénin et le Togo. Elle a son siège à Lomé et est l'organisme de coopération assurant le développement de la production et du transport de l'énergie électrique dans les deux pays.
La CEB a une représentation régionale au Bénin à Cotonou et la co-présidence du Haut Conseil Inter-Etatique (la plus haute instance de la CEB) est assurée par le Ministre en charge de l'Energie.
Notons au passage que dans la poursuite de ses réformes et en rapport à la politique du gouvernement actuel de privatiser certaines sociétés publiques, la SBEE traverse à présent un processus de restructuration visant la création:
D'une part, d'une société publique de patrimoine chargée de réaliser des investissements et de les entretenir et d'autre part, d'une société mixte de gestion devant assurer la distribution de l'énergie électrique et dont le capital social sera ouvert au secteur privé à hauteur de 51% sur le marché régional et par appel d'offres international. Les acteurs du présent secteur mènent leurs opérations dans un cadre règlementaire strictes qu'il convient de préciser.

7.2 Le cadre règlementaire

7.2.1 Le code bénino - togolais de l'électricité

Le sous-secteur de l'électricité au Togo et au Bénin est régi par l'Accord international et le Code Bénino-Togolais de l'électricité signés entre le Togo et le Bénin en 1968.
Le Code de 1968 conférait à la Communauté Electrique du Bénin (CEB), le monopole de la production, du transport et des importations/exportations de l'énergie électrique sur l'ensemble des territoires des deux Etats. La réglementation du secteur de l'électricité est mise en œuvre par la CEB, de même que la planification et le développement du sous-secteur.
Face aux nouvelles exigences de développement du sous-secteur électrique des deux Etats, les dispositions de l'Accord International et du Code Bénino-Togolais de l'Electricité ont été revues. Les changements majeurs intervenus dans le nouveau Code ont permis l'ouverture du domaine de la production aux producteurs privés et l'octroi du statut d'Acheteur Unique à la CEB.
S'agissant de la production indépendante d'électricité, l'article L8 du Code révisé précise ce qui suit:
Pour intervenir dans le sous-secteur de l'énergie électrique sur les territoires des deux Etats, il faut pour les producteurs privés:
conclure une convention (concession ou autres) avec l'Etat
et signer avec la CEB ou le cas échéant avec la SBEE ou avec un tiers dans les pays voisins un contrat d'achat-vente d'énergie électrique.

7.2.2 La loi portant Code de l'Electricité au Bénin

Dans le souci de prendre des dispositions nationales d'application du Code Bénino-Togolais de l'Electricité, il s'est avéré nécessaire d'élaborer les Codes nationaux dans chacun des deux Etats. La loi portant Code de l'Electricité au Bénin définit les dispositions complémentaires relatives à la production, à la distribution, aux installations électriques intérieures, à l'activité des constructeurs, installateurs et autres professionnels de l'électricité.
Elle définit le cadre juridique au sein duquel sont exercées les activités du sous-secteur de l'électricité, les modalités de participation des entreprises publiques et privées du sous-secteur, la mise en place des règles de concurrence et les formalités auxquelles elles sont soumises. Elle s'applique à toutes les activités de production, de transport et de distribution d'énergie électrique, à l'exception de celles exercées par les institutions de coopération bilatérale ou multilatérale sui-

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

vant des accords internationaux. Elle s'applique également aux installations électriques intérieures et aux équipements et matériels qui devront répondre aux normes d'efficacité énergétique et de sécurité.

7.3 Quelques scenarii de'exploitation

Nous allons essayer de proposer des scénarios afin de permettre à la Direction Générale de Energie de faire le choix qui lui convient en tenant compte d'autres pesanteurs et éléments d'appréciation qui ne font pas surface dans le cadre de cette étude.
La S.B.E.E. (Société Béninoises d'Energie Electrique) en tant que distributeur exclusif conformément à la législation en vigueur en la matière, peut prendre la gestion de l'unité pilote et organiser tout le fonctionnement selon les règles d'usage actuelles.
D'un autre point de vue, il serait plus efficace de décentraliser la gestion, telle que la production l'est déjà. Bien sûr qu'il faudra retoucher les dispositions de la loi portant code de l'électricité au bénin.
La gestion au vue d'une pérennisation du projet doit être confiée aux responsables acteurs sociaux de la localité avec un système de gratification de toute initiative de production d'énergie renouvelable.
Il sera créer un comité de gestion de l'unité pilote composé par exemple de:

- Un Président responsable à la gestion du patrimoine et des ressources produites (Le chef d'arrondissement).
- Un vice président (représentant l'union des groupements de villages).
- Un secrétaire, chargé de l'organisation et du suivi du fonctionnement, de l'entretien et de la maintenance des équipements (un agent détaché de la SBEE, natif de Bouca).
- Un trésorier, responsable de la comptabilité et des finances
- Un trésorier adjoint, chargé de préparer pour le président le compte des versements hebdomadaires dans une institution financière au nom du projet.
- Un commissaire au compte.
- Un technicien formé par le projet (natif de Bouca).

Après un an d'exploitation le comité doit écrire un projet d'extension ou de réalisation d'infrastructures sociales.

7.4 Experiences d'Allemagne

Il est très important de noter à nouveau que la pérennisation du modèle dépend pour beaucoup du cadre institutionnel , qui revient à caque pays de l'uemoa de créer pour insiter les populations à produire et jouir de l'énergie renouvelable. Ce cadre doit être fort d'une loi à l'image de l'Allemagne, qui a mis en application la loi-EEC- la loi sur les énergies renouvelables depuis le 1er Avril 2000. Cette loi régit l'achat et la rémunération de l'électricité obtenue exclusivement à partir des sources d'énergie renouvelables. Ce système se base sur un prix minimum garanti que l'exploitant d'un réseau électrique doit verser au producteur de l'électricité. Les coûts sont répartis entre les ménages et les entreprises. Font partie des énergies renouvelables l'énergie éolienne, hydraulique, solaire, géothermique et celle de la biomasse.
L'objectif de cette loi est de faire passer le taux des énergies renouvelables à au moins 12,5% d'ici à 2010, et à au moins 20% d'ici à 2020. Or l'extension des énergies renouvelables progresse en Allemagne plus rapidement que prévu. Le pourcentage des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité était déjà de 11,8% en 2006. L'objectif fixé pour 2010 fut atteint en 2007 et à nos jours le taux se trouve à 15%. La loi s'est avérée être un instrument efficace de commercialisation des énergies renouvelables et un véritable succès à l'exportation : plus de 40 pays l'ont introduite dans leur législation.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

En 2006 en Allemagne, le secteur des énergies renouvelables représentait un total d'environ 214 000 emplois soit environ 50 000 de plus qu'en 2004. Environ 124 000 emplois sont à mettre au crédit de la loi EEG.
La loi EEG a permis au secteur de la construction d'installation et de machines de conquérir un rôle de tout premier plan sur ce marché international d'avenir.
« Le bénéfice de la loi EEG dépasse dès aujourd'hui largement les frais Si le consommateur a supporté en 2006, des coûts occasionnés par les coûts différentiels de la loi EEG d'un montant de 3,2 milliards d'euros et de 0,1 milliard d'euros de coûts d'énergie d'équilibrage en 2006, il a aussi un bénéfice monétaire : - Du fait du seul effet « merit-order « (c'est-à-dire des baisses de prix par l'éviction de l'électricité plus chère), l'électricité EEG a permis en 2006 environ 5 milliards d'euros d'économies sur les prix de gros de l'électricité. - En 2006, la loi EEG a permis des économies de 0,9 milliard d'euros sur les importations de combustibles. La consommation de matières premières fossiles non renouvelables a également baissé, au moins de cet ordre de grandeur. - Pour l'année 2006, on estime à 3,4 milliards d'euros pour l'Allemagne les conséquences négatives en termes de changement climatique et de pollution atmosphérique que la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables a permis d'éviter. Pour 2006, le bénéfice de la loi EEG pour l'économie nationale est donc d'environ 9,3 milliards d'euros. Tous ces chiffres présentent une certaine imprécision. Il n'est certes pas possible d'établir un solde direct des coûts et des bénéfices, mais une comparaison indique que l'EEG apporte déjà plus d'avantages qu'elle n'occasionne de coûts ».11

7.5 Évaluation du cadre institutionnel

Nous avons vue que la régulation de l'électricité du pays se présente complexe et ingérables pour les investisseurs. Vue nos experieces avec la procédure d'agrément d'un IPP nous constatons que c'est trop longues et est totalement opaque. Pour les investisseurs étrangers une candidature est presque impossible, car elle n'est pas l'Etat d'informations sur les conditions et l'état d'avancement du traitement de leur demande d'obtenir. Dans la mesure où manquent pour les investisseurs étrangers les bases d'une bureaucratie fonctionnelle, comme la prévisibilité, la fiabilité et la continuité. En outre, l'Agence fédérale allemande pour l'économie de l'extérieur (bfai) vient à la conclusion que « les investisseurs se contournent de loin du Bénin12 ».

11 Compte rendu d'activité 2007 sur la loi sur les énergies renouvelables (EEG) conformément à l'article 20 de la loi EEG - Projet du BMU – page 3 et 4 –

12 Länderreport der Wirtschaftsentwicklung Benin 2006: https://www.bfai.de/ext/Export-Einzelsicht/DE/Content/__SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument,templateId=renderPrint/MKT20070712144526.pdf

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE E : Analyse des aspects financière

8 Etude financière et économique

8.1 Ensemble des installations.

Les installations dans leur ensemble comprennent:
Les équipements,

les locaux et l'aire d'installation,

le réseau de transport et de distribution au public,

la maintenance et les pièces de rechange,

la biomasse proprement dite et les frais inhérents,

le personnel d'exploitation,

les charges d'exploitation et de fonctionnement.

1. Les équipements
   Voir annexe : Description du réseau de transport et de distribution.
2. Les locaux et aire d'installation
   L'aire d'installation doit être de préférence un domaine public soit par acquisition soit par don d'un propriétaire privée. Dans le cas de Bouca un domaine largement suffisant y est déjà réservé pour accueillir ce projet.

   Les locaux ne sont pas compliqués: Un local pour abriter un bureau du responsable avec toute l'installation sanitaire moderne et deux hagars pour les équipements et le stockage.

   Voir plan en annexe : schéma d'installation et devis BTP.
3. Coût du réseau de transport et de distribution
   Confère annexe : schéma unifilaire et estimation.
4. La maintenance
   Elle a été bien décrite dans l'étude technique avec tous les périodicités necessaires, son coût annuel est estimé à 6% du cout d'achat des équipements y compris les pièces de rechange usuelles liées au fonctionnement pendant 10 ans au minimum.

   Une révision capitale est possible après 10 ans pour continuer l'exploitation durant d'autres décennies.
5. La biomasse
   Le cout du rapprochement de la biomasse ne cause point problème suit à la campagne de sensibilisation que nous avons menée. Les cotonculteus sont prêts à rapprocher la biomasse à l'unité de production par les moyens de transport de coton récolté contre quatre mille francs (4000 F CFA) la tonne ou des talons donnant droit à une certaine quantité de kwh.
6. Le personnel
   Selon le système de gestion qui sera retenu, ces équipements ont besoin seulement de deux personnels: un technicien électricien et un agent de manutention pour le remplissage des gazéificateurs. Les deux agents avec un gardien feront une permanence de 8 heures, d'où sur 24 heures il faudra trois permanence: 9 agents sur 24 heures.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

En plus il faudra deux magasiniers pour réceptionner et veiller au stock de la biomasse.

7. Les charges d'exploitation et de fonctionnement
   Les exploitations consomment 3% de l'électricité produite comme autoconsommation. Les autres charges liées aux rémunérations sont à l'appréciation de l'exploitant conformément à la législation de travail en vigueur au Bénin.

8.2 Chapitre 2: businessplan et etude financière.

Voilà exemple de résumé sur la rentabilité que tu vas remplir et mettre en bas du tableau businessplan :

Pays	Benin			
Région	Kalale			
Village	Bouca	250 KW		
Installation des données		**FCFA CAP Cost per unit**	**€ Capital Cost per kWh**	**Amortisation ans**
Capacité prévue (kw)	250			
Coutes 'installation et devis BTP	58.298	1,09	0,0017	20
Installation complète d'un réseau électrique aérien	124.762	2,33	0,0036	20
Installation Gasification	533.900	13,32	0,0203	15
d'investissement (en euros)	716.960	16,75	0,0256	
Durée moyenne (h / pa.a.)	7.000		8160	
Production (kwh-el)	1.750.000			
Biomasse nécessaires / MT / par an)	2.275	6000	9,15 €	
Taux d'interets	2%			
Payback Period	10			
Durée Amortisation	20			
Recettes	€ per annum	FCFA/kwh	€cents per kwh	€ per ton CO^2
recettes de vente d'électricité à la SBEE	267.176	100,00	15,27	
recettes de la vente de CER	16.800	6,29	0,96	12
recettes total (Chiffre d'affaires)	283.976	106,29	16,23	

coûts variables	€ per annum	FCFA/kwh	€centsper kwh
l'exploitation de l'installation	21.402	8,01	1,22
l'achat, la collecte et la préparation de la biomasse	20.840	7,80	1,19
Service	21.951	8,22	1,25

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Frais généraux	13.359	5,00	0,76
pièces de rechange	19.220	7,19	1,10
OPEX 1 Coutes Variables s. Reserves	96.773	36,28	0,06
reserves amortisation	35.848	13,44	0,02
OPEX 2 coûts variables inc. Reserves	132.621	49,71	0,08
coûts prix de revient			
Total opex 2	132.621	49,71	0,08
couts Capital sans Interet	44.746	16,75	2,56
taux d'intérêts	14.339	5,37	0,01
Couts de reviens	191.706,07	71,83	2,64
Profit Margin 1	142.457	53,40	0,08
marge bénéficiaire 1 (chiffre d'affaires - coûts de revients	92.270	34,59	0,05

compte de pertes et profits	
Chiffre d'affaires	283.976
Biomasse	- 20.840
= Bénéfice brut	263.136
Les coûts variables - biomasse	- 111.781
= Marge de contribution	151.355
coûts fixes (remboursement du prêt)	- 71.696
Assumptive taux d'intérêt	- 14.339
Profit	65.320

Cash flow	
profit margin 1	142.457
depreciation	35.848
= Cash flow I	178.305
repayment of loan	- 71.696
taux d'intérêt	- 14.339
= Cash flow II	92.270
Taxes (0 for the first 8 years)	-
= Cash flow III	92.270

	2009	2010	2.011	2013	2014	2015
Société d'exploitation						
Recettes provenant d'injection	267.176	285.878	305.889,31	327.302	350.213	374.728
Recettes provenant de CER	16.800	17.976	19.234,32	20.581	22.021	23.563
Total recettes	283.976	303.854	325.123,63	347.882	372.234	398.290
Dépenses						
Coutes variables	132.621	141.904	151.837,25	162.466	173.838	186.007
Coutes capital	59.086	63.222		72.382	77.449	82.871

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

			67.647,03			
Total depenses	191.706	205.125	219.484	234.848	251.288	268.878
Bénéfice net	92.270 €	98.728 €	105.639 €	113.034 €	120.947 €	129.413 €

Balance environementale	units	value	€/unit	FCFA/unit
La production d'électricité en kWh	1.750.000	266.768€	0,15€	100
Biomasse in MT	2.275	20.840	9,16€	6.000
Réduction de CO^2 en MT	1.400	16.800€	12,00€	7.860
Réduction de carburant diesel dans litres	546.875	377.344€	0,69€	452

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Pays	Benin			
Région	Kalale			
Village	Bouca	400KW		

Installationdesdonnées		FCFACAP Costpe-runit	€CapitalCos tperkWh	Amortisatio-nans
Capacitéprévue(kw)	400			
Coutes'installationetdevisBTP	58.298	0,68	0,0010	20
Installationcomplè-ted'unréseauélectriqueaérien	124.762	1,46	0,0022	20
InstallationGasification	854.240	13,32	0,0203	15
d'investissement(eneuros)	1.037.300	15,46	0,0236	
Duréemoyenne(h/pa.a.)	7.000		8160	
Production(kwh-el)	2.800.000			
Biomassenécessaires/MT/paran)	3.640	6000	9,15€	
Tauxd'interets	2%			
PaybackPeriod	10			
DuréeAmortisation	20			
Recettes	€peran-num	FCFA/kwh	€centsperkwh	€pertonCO²
Recette de vente d'électricité à la SBEE	427.481	100,00	15,27	
Recettes delaventedeCER	26.880	6,29	0,96	12
recettestotal(Chiffred'affaires)	454.361	106,29	16,23	

coûtsvariables	€peran-num	FCFA/kwh	€centsperkwh
l'exploitationdel'installation	21.402	5,01	0,76
l'achat,lacollecteetlapréparationdelabiomasse	33.344	7,80	1,19
Service	21.951	5,14	0,78
Fraisgénéraux	21.374	5,00	0,76
piècesderechange	30.753	7,19	1,10
OPEX1Coutes Variabless.Reserves	128.824	30,18	0,05
reservesamortisation	51.865	12,15	0,02
OPEX2(coûtsvariablesinc.Reserves)	180.689	42,33	0,06

coûts prix de revient			
Total opex 2	180.689	42,33	0,06
couts Capital sans Interet	66.102	15,46	2,36
taux d'intérêts	20.746	4,85	0,01
Couts de reviens	267.537,19	62,65	2,43

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Profit Margin 1	259.435	60,78	0,09
marge bénéficiaire 1 (chiffre d'affaires - coûts de revients	186.824	43,77	0,07

compte de pertes et profits	
Chiffre d'affaires	454.361
Biomasse	- 33.344
= Bénéfice brut	421.017
les coûts variables – biomasse	- 147.345
= Marge de contribution	273.672
coûts fixes (remboursement du prêt)	- 103.730
Assumptive taux d'intérêt	- 20.746
Profit	149.196

Cash flow	
profit margin 1	259.435
depreciation	51.865
= Cash flow I	311.300
repayment of loan	- 103.730
taux d'intérêt	- 20.746
= Cash flow II	186.824
Taxes (0 for the first 8 years)	-
= Cash flow III	186.824

Force de travail	Workers	Euro	FCFA	€Workerpmonth	FCFAWorkerpmonth
a) Operation	9	21.402	14.018.598	198	130.000
b) l'achat, la collecte et la préparation de la biomasse	20	33.344	21.840.000	137	90.000
c) service	4	21.951	21.951	457	300.000
Total	33	76.697			

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

AGRO Result	ha	cropyieldMT	ResiduaMT	Labor force
Le rendement des cultures par ha	1	1,2	2,61	
Le rendement de la récolte totale	1.392 ha	1.671 MT	3.640 MT	
profitsur les ventes par MT		350€	9,16€	
valeur ajoutée		584.766€	33.344€	348

	ha	cropyieldMT	ResiduaMT	Labor force
Le rendement des cultures par	1	2,5	8,33	
Le rendement de la récolte totale	437	1.092	3.640	
plus-values sur les ventes par MT		150€	9€	
valeur ajoutée		163.800€	33.344€	109

Balance environementale	units	value	€/unit	FCFA/unit
La production d'électricité en kWh	2.800.000	426.829€	0,15€	100
biomassein MT	3.640	33.344	9,16€	6.000
Réduction de CO ² dans MT	2.240	26.880€	12,00€	7.860
Réduction de carburant diesel dans litres	875.000	603.750€	0,69€	452

Retour sur investissement	Profit:InvestRatio		
Investir	1.037.300		
Retour	3.112.997	300%	
Profit	2.075.697	200%	1.868.237€
D'intérêts p.a	20%		

	2009	2010	2.011	2013	2014	2015
Société d'exploitation						
Recettes provenant d'injection	427.481	457.405	489.422	523.683	560.340	599.564
Recettes provenant de CER	26.880	28.762	30.774	32.929	35.234	37.701
Total recettes	454.361	486.166	520.197	556.612	595.574	637.265
Dépenses						
Coutes variables	180.689	193.337	206.870	221.352	236.846	253.425
Coutes capital	86.848	92.928	99.4326	106.393	113.840	121.809
Total depenses	267.537	286.265	306.303	327.745	350.687	375.235
Bénéfice net	186.824€	199.901€	213.894€	228.867€	244.888€	262.030€

Impact économique Bouca	Resultat emploi	Resultat en €	en FCFA
Création des emplois pour electricité	33	76.697 €	50.313.344
Effect 13 on employment agriculture	229		-
Benefice de Vente d'electricité		186.824 €	122.556.365
Moyen recettes de Vente de coton ou sorgho		374.283 €	245.529.648
Total	381	561.107 €	368.086.013

[13] Implication : personnes dont on a besoin pour produire cette quantité de biomasse

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

8.3 Chapitre 3: Commentaire:

Après étude de rentabilité de ce projet, nous arrivons à la conclusion que le prix de Investition du kw est de 1.698.579 (1.878.435) fcfa12. Cette estimation a pris en compte les équipements de production d'exploitation et de gestion avec les locaux qui abritent les machines et les bureaux. Ce coût est est dégressif par rapport à la puissance installée et exploitée. Déjà cela se voit au niveau des deux variantes de puissances que nous avons étudiées : 250 et 400kwh , soit respectivement un prix de revien de 71,83.fcfa et 62,65 fcfa/kwh.
Entre autres le cas de ce projet étant à financement préférentiel ou gratuit peut-être. Mais pour avoir un model de financement nous avons pris taux d'intérêt 2%.
La durée de vie des machines (sauf groupes electrogenes) peut être estimée à 20 ans , mais nous avons pris en considération par mesure de prudence 10 ans et déjà après
5,23 années d'exploitation les équipements et les locaux seront 100% refinancés à un prix de vente de 100 FCFA.
Alors il revient au gouvernement de déterminer sa propre politique de prix vis-àvis de la biomasse pour enrichir davantage les populations, réduire le prix du kwh, créer des fonds pour la viabilisation d'autres régions et de lutte contre la pauvreté.
En guise d'illustration, nous joignons en annexe une étude quelques unes des régions du bénin éligibles pour la gazéification.

8.4 Conclusion :

La révolution verte étant en marche même dans les grands pays développés, comme les Etats-Unis , où la recherche d'alternatives aux énergies fossiles préoccupe le Maire de New York qui étudie actuellement un projet d'installation d'éoliennes sur tous les toits des gratte-ciel de la ville ; l'ancien vice-président Al Gore vient de proposer un plan ambitieux, qui a déjà reçu le soutien de Barack Obama , pour que d'ici 10 ans la production d'électricité des Etats-Unis proviennent 100% des énergies renouvelables ;
L Allemagne qui a déjà créer des villages pionniers de la bioénergie (tel que JUHNDE) qui drainent des milliers de touristes chaque année ;
La gazéification des résidus agricoles répondant à la formule : « Plus de nourriture= Plus d'énergie « ;
L'arrondissement de BOUCA est dans une attente, que nous espérons, sera comblée. En effet, l'étude que nous venons de conduire a démontré que la localité satisfait à tous les paramètres sociologiques, économiques, environnementaux et technologiques pour recevoir l'unité pilote de ce type d'énergie.
Cependant, il faut retenir que ses potentialités étant au-delà de ses besoins , il est recommandé de transporter le surplus dans le réseau national afin de combler le manque crucial d'énergie , de créer un cadre institutionnel solide décentralisé pour soutenir les économies locales, de multiplier cette expérience dans toutes les régions du pays par exemple BOHICON qui regorge de tant de biomasse produite par sa douzaine d'industries.

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

PARTIE F : Ressources

9 Organizations That Develop and Promote Biomass Gasification

Biomass Energy Foundation, Tom Reed
BTG Biomass Technology Group Enschede The Netherlands
Cambodia Renewable Energy and Rural Electrification
Central Philippine University, Iloilo city, Philipppines, Appropriate Technology Center, Alexis T. Belonio
DTI, Danish Technological Institute, Copenhagen, Denmark
DTU, Biomass Gasification Group, Danish Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark
Dong Energy, Denmark
Energy Research Center of the Netherlands ECN
European Commission
FEE, Fordergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., Germany
Future Energy Solutions, UK, Nick Barker
Gas Technology Institute, Chicago, Illinois, Suresh Babu
Gasification Technologies Council
Gasnet European Biomass Gasification Network
IEA Task 33 Gasification of Biomass Member of IEA Task 33 Internationalen Energie Agentur (IEA) and of EU Gasification Network: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France , Germany, Greece, Italy, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Spain, Sweden , Switzerland, United Kingdom, USA
IISc Indian Institute of Science, MS. Gayathri V.
ITC-CPV
Karlsruh Research Center, Germany
NREL, National renewable Research Laboratory, Golden, California
PSI Paul Scherer Institute, Switzerland
Sustec Schwarze Pumpe GmbH
TUV Technical University of Vienna
TERI,Tata Energy Research Institute (TERI), New Delhi, India VN Kishore
Thermalnet European Network for biomass pyrolysis, gasification and combustion. Tony Bridgwater
University of Canterbury, New Zealand
UTA University of Tropical Agriculture Foundation
Vattenfall Energy, Sweden
VTT, Fuels and Combustion Laboratory, Finland

10 Literature et Links

10.1 Gasification :

Ministry of New and Renewable Energy (Biomass Division): Biomass Gasifier programme http://mnes.nic.in/adm-approvals/biomassgasifier.pdf (20.07.2008)
http://mnes.nic.in/gasifier-manu.htm
FAO Forestry Department : http://www.fao.org/docrep/t0512e/t0512e00.htm
http://gasifiers.bioenergylists.org/smallchp
http://gasifiers.bioenergylists.org/organizations
http://www.gasification-guide.eu/

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

International Energy Agency (IEA)Task 33 / Thermal Gasification of Biomass
http://www.gastechnology.org/webroot/app/xn/xd.aspx?it=enweb&xd=iea/homepage.xml

Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 29 Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
Energetische Verwertung biogener in wärmegeführten, thermochemischen Biomassevergasungsanlagen zur dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung - Grundlagen, Wirtschaftlichkeit, Zukunftsaussichten, Bauhaus-Universität Weimar, 2006

10.2 Charcoal and Fertilisation:

Johannes Lehmann: A handful of carbon. Nature Vol 447/10 May 2007, S.143 ff Biochar has been shown to improve the structure and fertility of soils, thereby improving biomass production. Biochar not only enhances the retention and therefore efficiency of fertilizers but may, by the same mechanism, also decrease fertilizer run-off.
http://www.biochar.org
Charcoal is influencing soil quality in manifold ways, most importantly by reducing available Al and reducing acidity. Furthermore, charcoal has the potential to reduce N leaching and adds K to the soil. Charcoal amendments increased the reproduction rate of the microbial population after substrate addition whether the plot was fertilized or not. http://www.biochar.org/joomla/images/stories/SteinerPhDSummary.pdf : Slash and Char as Alternative to Slash and Burn soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish a carbon sink Dissertation Faculty of Biology, Chemistry and Geoscience University of Bayreuth, Germany Bayreuth, 25. 11. 2006
Hasler, Ph., Candinas, T. and Nussbaumer, Th. 1998. Utilization of ashes from the combustion of hay, miscanthus, hemp, straw and wood as fertilizer. The 10th European Conference on Biomass for Energy and Industry, June 1998, Würzburg, Germany
La Terra Preta: http://midier.net/agro/TerraPreta.html
Jatropha curcas, est une espèce de plante à fleur du genre Jatropha et de la famille des Euphorbiaceae. Elle est originaire du Brésil. Sa graine fournit une huile qui était utilisée dans la médecine traditionnelle et dans l’alimentation du bétail. Aujourd’hui l’huile est utilisée comme bio-carburant et un colorant ; en Afrique elle est appelée pourghère ou tabanani.

10.3 Cadre Institutionel:

Länderreport der Wirtschaftsentwicklung Benin 2006: https://www.bfai.de/ext/Export-Einzelsicht/DE/Content/__SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument,templateId=renderPrint/MKT20070712144526.pdf
Nationaler Normenkontrollrat (Hrsg); Internationale Erfahrungen beim Bürokratieabbau, Analyse der Bürokratieabbauprozesse und Reduzierungsmaßnahmen in den Niederlanden, Großbritannien und Dänemark, Berlin 2007.
Infrastrukturbeschleunigungsgesetz 2006
Réflexion sur la Vision du Secteur de l’Energie Electrique durant le symposium du centenaire de la CCIB – Mai 2008.
EEG
http://www.energieverbraucher.de/files.php?dl_mg_id=1019&file=dl_mg_1213449769.pdf

PARTIE F :

11 ANNEXES

Annexe 1 : CARTE DU BENIN 73

Annexe 2 : CARTE DU DEPARTEMENT DU BORGOU 74

Annexe 3 : CARTE DE LA COMMUNE DE KALALE 75

Annexe 4 : TABLEAU N°22 / « EVOLUTION DE LA PRODUCTION COTONNIERE AU COURS DES 7 DERNIERES CAMPAGNES » Source :AIC 76

Annexe 5 : TABLEAU N°9 / RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2007/2008. « COMMUNE DE KALALE » Source : CeRPA BORGOU- RAPPORT C – 2007/2008. 77

Annexe 6 STATISTIQUES AGRICOLES DE BOUCA. Source : CeCPA Bouca 79

Annexe 7 : SCHEMA DES EQUIPEMENTS 80

Annexe 8 : Schéma Indicatif du Système 80

Annexe 9 : SCHEMA DES INSTALLATIONS DE L'UNITE PILOTE. 81

Annexe 10 : Tableau de Maintenace 82

Annexe 11 RESEAU UNIFILAIRE 83

Annexe 12 : CV du Expert designée 84

Annexe 13 : Designations TRANSPORT ET DISTRIBUTION ENERGIE ELECTRIQUE 85

Annexe 14 : Schéma d'installation et devis BTP 88

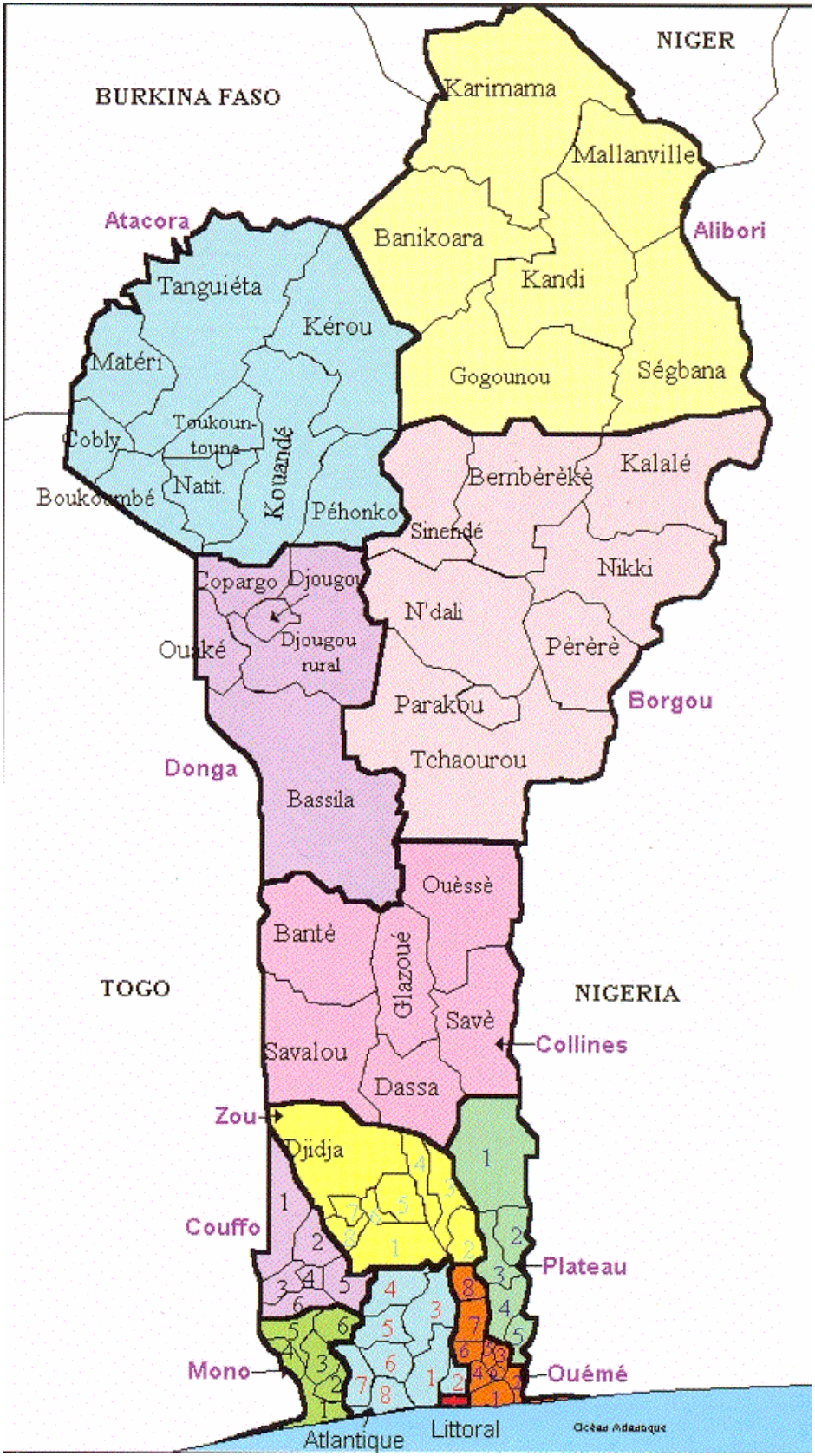
Annexe 15 RAPPORT DES ANALYSES DE TIGES DE COTON 98

Annexe 16 RAPPORT DES ANALYSES DE COQUES PALMISTES 100

Annexe 17 : Gosaba Islands, Report rural electrification 103

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 1 : CARTE DU BENIN

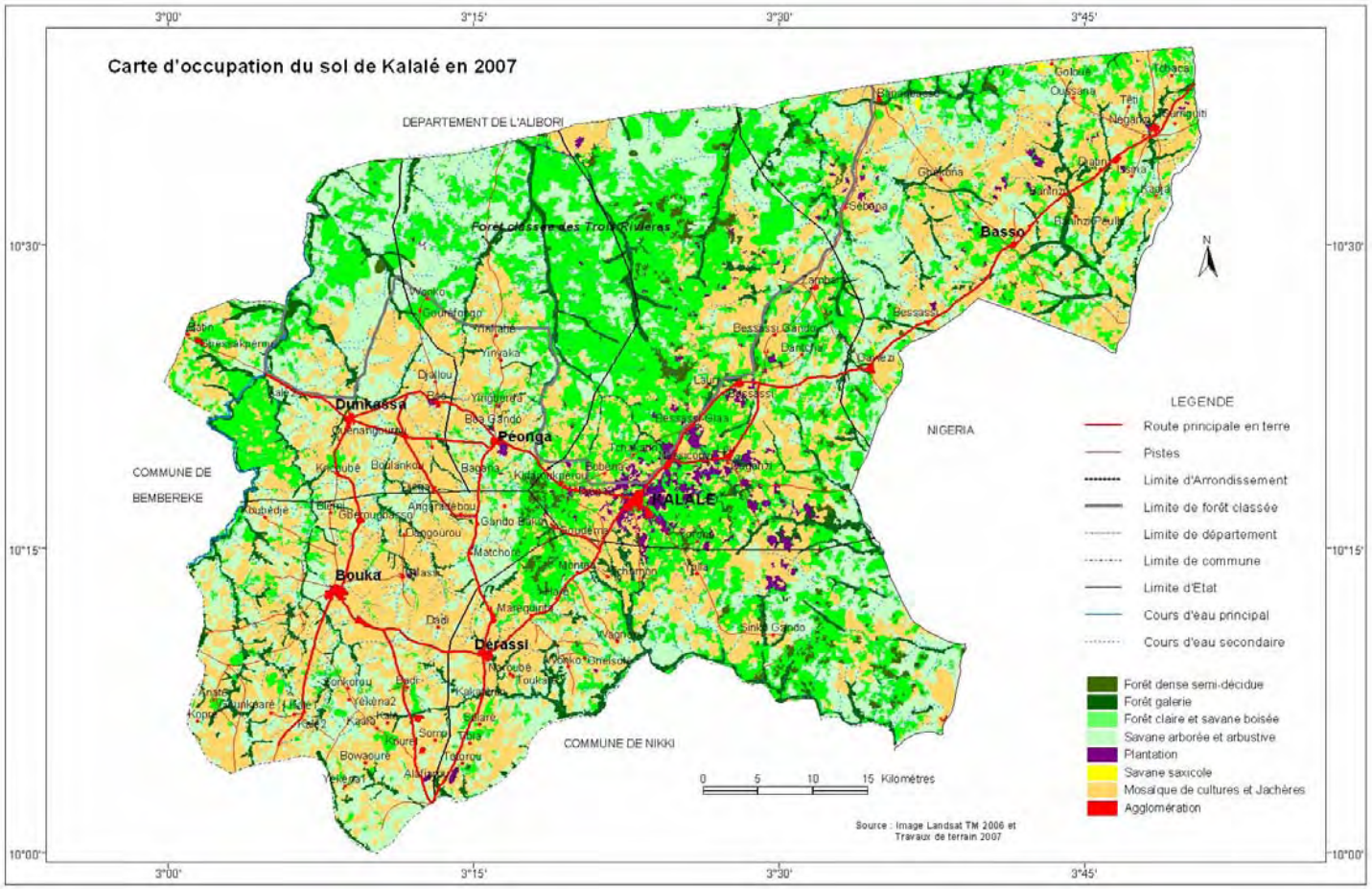


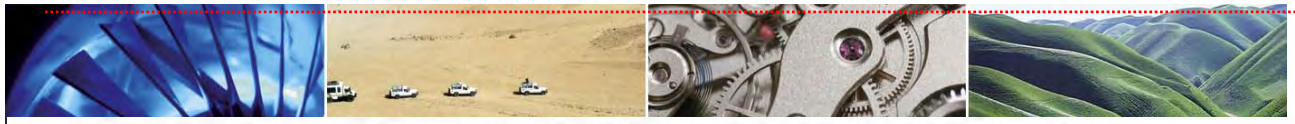
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 2 : CARTE DU DEPARTEMENT DU BORGOU

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 3 : CARTE DE LA COMMUNE DE KALALE





Annexe 4 : TABLEAU N°22 / « EVOLUTION DE LA PRODUCTION COTONNIERE AU COURS DES 7 DERNIERES CAMPAGNES » Source :AIC

Tableau N° 22 : Evolution de la production cotonnière au cours des sept dernières campagnes

Départements	Campagne 1999-2000			Campagne 2000-2001			Campagne 2001-2002			Campagne 2002-2003		
	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne
Atacora-Donga	15143	1179	60524	58396	1200	69540	75061	1212	89347	66362	1149	76233
Borgou-Alibori	134559	900	175068	195127	972	189576	221352	1153	255135	175643	1287	226039
Mono-Couffo	27711	615	17042	21298	867	18476	22931	898	20587	20938	448	9392
Ouémé-Plateau	9880	863	8529	12477	661	8241	8868	635	5360	3593	330	1188
Zou-Collines	115489	893	103193	82486	626	50434	55213	815	44974	36554	579	21175
Total BENIN	**362 782**	**1 004**	**364 356**	**369 784**	**909**	**336 268**	**383 425**	**1 083**	**415 403**	**303 090**	**1 102**	**334 028**

Départements	Campagne 2003-2004			Campagne 2004-2005			Campagne 2005-2006			Campagne 2006-2007		
	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne
Atacora-Donga	62661	1147	64459	66219	1284	84949	33 754	968	32 686	40 773	1.174	47 868
Borgou-Alibori	206146	1177	240207	208552	1475	307511	144 125	1 015	146 358	156 834	1 221	191 512
Mono-Couffo	13282	574	7624	8093	709	5762	2 830	548	1 552	6 423	725	4 659
Ouémé-Plateau	3050	676	2069	3721	752	2880	835	539	450	2 179	827	1 802
Zou-Collines	28957	597	18087	26682	1005	26807	9 672	975	9 433	24 702	1 017	25 125
Total BENIN	**314 096**	**1 058**	**332 446**	**313 267**	**1 365**	**427 709**	**191 216**	**998**	**190 867**	**230 911**	**1 173**	**270 966**

Départements	Campagne 2007-2008			Campagne 2008-2009		
	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne	Superficie ha	Rendement kg/ha	Production Tonne
Atacora-Donga	39612	1 263	50013			
Borgou-Alibori	150961	1 282	193540			
Mono-Couffo	9966	314	3134			
Ouémé-Plateau	3236	403	1305			
Zou-Collines	29809	693	20664			
Total BENIN	**233 584**	**1 150**	**268 656**	**0**	**#DIV/0!**	**0**

0,2 sur plants / tête

Annexe 5 : TABLEAU N°9 / RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2007/2008. « COMMUNE DE KALALE » Source : CeRPA BORGOU- RAPPORT C – 2007/2008.

TABLEAU N° 9: RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2007-2008

COMMUNE : KALALE

	SUPERFICIES (HA)							RENDEMENTS (Kg/ha)				PRODUCTION (T)						
SPECULATIONS	PREVISION 2007-2008			REALISATION 2007-2008				PREVISION 2007-2008		REALISATION 2007-2008		PREVISION 2007-2008			REALISATION 2007-2008			
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	%	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	%
COTON	14100	900	15.000	5.112	200	5.312	35,41	348	3.831	1.182	1.092	4.900,96	3.447,50	8.348,46	6.043,00	218,22	6.261,22	75,00
CULTURE INDUSTRIELLE	14.100	900	15.000	5.112	200	5.312	35,41					4.901	3.448	8.348	6.043	218	6.261	
MAÏS LOCAL	18.900	1.974	20.874	17.650	850	18.500	88,63	1.000	950	950	900	18.900	1.875	20.775	16.768	765	17.533	84,39
MAÏS AMELIORE	1.470	134	1.604	84	2	86	5,36	1.500	1.400	1.202	1.000	2.205	188	2.393	101	2	103	4,30
SORGHO	16.524	1.312	17.836	14.120	200	14.320	80,29	900	850	800	800	14.872	1.115	15.987	11.296	160	11.456	71,66
MIL			0			0								0			0	
RIZ	85	22	107	48	35	83	77,57	1.000	1.000	896	914	85	22	107	43	32	75	70,09
TOTAL CEREALES	36.979	3.442	40.421	31.902	1.087	32.989	81,61					36.062	3.200	39.262	28.208	959	29.167	
NIEBE LOCAL	182	56	238	80	25	105	44,12	900	850	800	800	164	48	211	64	20	84	39,74
NIEBE AMELIORE	117	27	144	40	19	59	40,97	1.000	900	1.000	895	117	24	141	40	17	57	40,34
ARACHIDE LOCALE	315	88	403	269	90	359	89,08	900	850	900	900	284	75	358	242	81	323	90,15
ARACHIDE AMELIOREE	45	25	70	27	11	38	54,29			1.000	1.000	45	24	69	27	11	38	55,27
VOANDZOU	55	20	75	16		16	21,33	850	800	875		47	16	63	14	0	14	22,31
SOJA	75	44	119	48	31	79	66,39	533	455	854	839	40	20	60	41	26	67	111,67
TOTAL LEGUMINEUSES	789	260	1.049	480	176	656	62,54					696	206	903	428	155	583	

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

MANIOC	225	20	245	69	48	117	47,76	9.500	9.000	9.507	9.000	2.138	180	2.318	656	432	1.088	46,95
IGNAME	12.600	90	12.690	11.880	20	11.900	93,77	10.500	10.000	10.500	10.000	132.300	900	133.200	124.740	200	124.940	93,80
PATATE DOUCE	8	5	13	11		11	84,62	2.000	1.200	3.545		16	6	22	39		39	177,27
POMME DE TERRE			0	0		0								0	0		0	
TOTAL RACINES/TUBERCULES	12.833	115	12.948	11.960	68	12.028	92,89					134.454	1.086	135.540	125.435	632		
GOMBO	136	230	366	43	17	60	16,39	1.434	1.500	1.256	1.353	195	345	540	54	23	77	14,26
PIMENT	63	85	148	72	38	110	74,32	1.683	1.700	1.097	1.500	106	145	251	79	57	136	54,29
TOMATE	20	38	58	30	14	44	75,86	2.650	2.700	2.500	2.571	53	103	156	75	36	111	71,34
OIGNON			0	0		0								0			0	
CITTRILUS / COURGE / SESAME	43	21	64	37	18	55	85,94	558	600	649	667	24	13	37	24	12	36	98,36
TOTAL MARAÎCHERS	262	374	636	182	87	269	42,30					378	605	983	232	128	360	

Source : CeRPA Borgou-Alibori Campagne 2007-2008

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 6 STATISTIQUES AGRICOLES DE BOUCA. Source : CeCPA Bouca

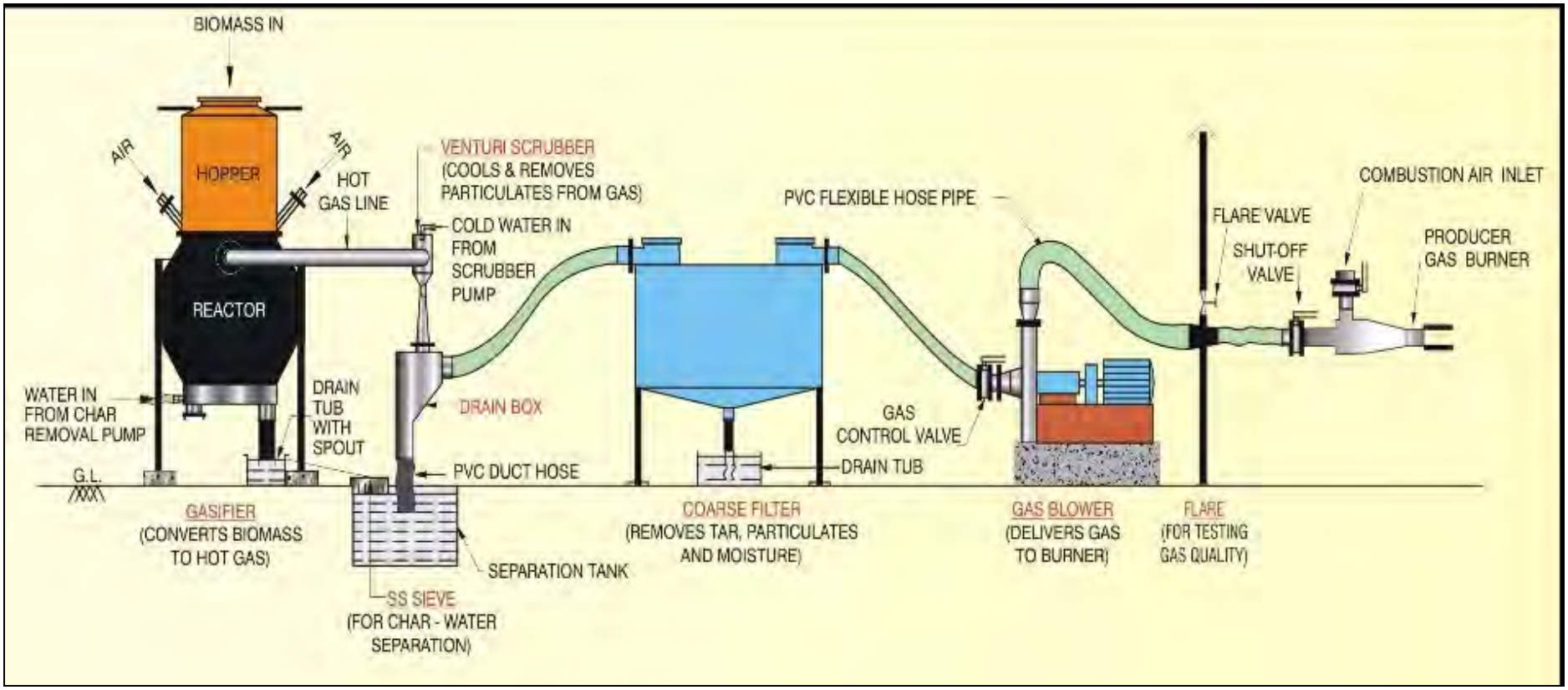
STATISTIQUES AGRICOLES DE BOUCA
CULTURE: COTON

ZONES	2006/2007		2007/2008		2008/2009 PREVISIONS	
	EN TONNES	PART%	EN TONNES	PART %	EN TONNES	PART%
Bouca centre	1245	58,26%	2150	72,10%	3225	77,06%
Bouca gando	105	4,91%	121	4,06%	140	3,35%
Gbérou gbassi	217	10,15%	217	7,28%	245	5,85%
Kouel	354	16,57%	310	10,40%	370	8,84%
Teparessore	216	10,11%	184	6,17%	205	4,90%
TOTAL	2137	100,00%	2982	100,00%	4185	100,00%

NB: il a été tenu compte de 2150 tonnes de récolte pour mesure de prudence. C'est un niveau que les récoltes de toutes les zones de Bouca vont atteindre sans aucun doute.

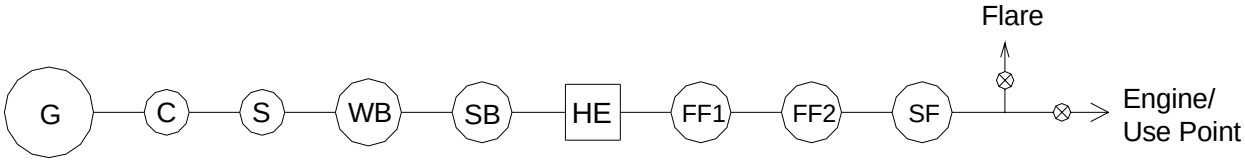
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 7 : SCHEMA DES EQUIPEMENTS



Annexe 8 : Schéma Indicatif du Système

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de



Annexe 9 : SCHEMA DES INSTALLATIONS DE L'UNITE PILOTE.

Legend:
G – Gasifier
C – Cyclone
S – Scrubber
WB – Wet Blower
SB – Separation Box
HE – Heat Exchanger
FF1 – Fine Filter1
FF2 – Fine Filter 2
SF – Safety Filter

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 10 : Tableau de Maintenace

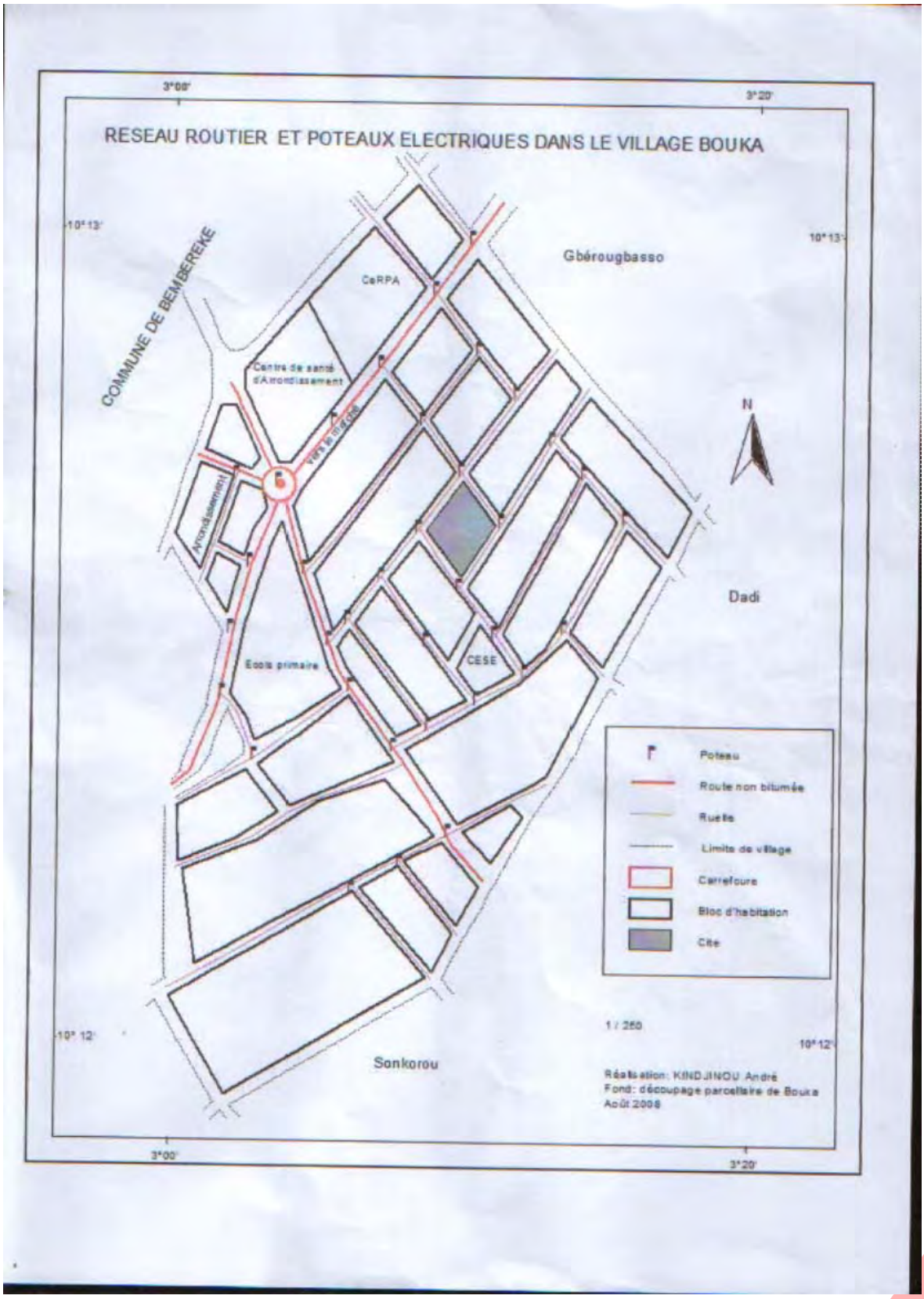
8.0 MAINTENANCE AND TROUBLE SHOOTING:

A. MAINTENANCE:

EVERY 700 HOURS	EVERY 2000 HOURS	EVERY 5000 HOURS	EVERY 7000 HOURS
Check feed shell door sealing cords and replace if required	Grease the blower bearing blocks, etc.	Check tips of Air nozzles & replace the tips if found damaged	Open the gasifier & check the throat of the combustion cone, repair if necessary. Check charcoal bed for ash, clinker accumulation or depletion. Restore the charcoal level if required.
Check pneumatic air nozzle closure gasket & replace if required	Check the wet blower and dry blower shaft seal, pumps seal and all motor love-joy coupling, replace/repair if reqd	Check the cleaning ports at the bottom of the reactor for charcoal/ash accumulation, clean it if required.	Check Hopper-Reactor flange sealing rope and replace if required
Check fasteners of all the drives	Check oil seal & oil level of all the gearboxes	Check hot gas pipeline and Scrubber assembly for choking and clean it if required.	Flush oil from all gearboxes of the Gasifier, Fine Filter and Bearing Block of the Blower. Check all oil seals and bearings replace if required. Pour fresh oil.
			Check the blower impeller & casing thru' the window provided, If any deposits found, clean it.
Maintenance of the DG Set should be carried out as recommended by the OEM.			

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 11 RESEAU UNIFILAIRE



Annexe 12 : CV du Expert designée

Peter B. Fransham
1391 Normandy Crescent
Ottawa, Ontario
K2C 0N4
613 852-6161(cell)
613 686-5461 (office)
pfransham@advbiorefineryinc.ca

Formation:

Ph.D., génie civil McGill University (1980), Montréal, Québec, se spécialisant dans la stabilité d'eaux souterraines et de pente.
M.Sc., McGill University (1975), Montréal, Québec, maîtrise appliquée dans la géologie appliquée.
B.Sc., Sir George Williams University (1973), Montréal, Québec, principal dans la géologie.

Experiences professionelles:

1975 - 78 recherches géologiques et scientifiques avec le gouvernement canadien
1978 – 81 assistant en géologie appliquée à l'université de Waterloo.
1981 – 85 président de la compagnie d'ingénierie géotechnique
1985 – 88 recherches scientifiques avec les grandes compagnies de pétrochimie
1988 - Cadre supérieur principal et actuel PDG d'une compagnie de bioénergie. (Voir le profil d'entreprise pour les informations détaillées)

Affiliations:

Membre de l' Association des engénieurs professionnels géologues & de géophysiciens d'Alberta
Directeur, Aqua Regia Minerals Inc.

Publications et brevets:

Plus de 30 publications sur de diverses matières : technologie géotechnique, stabilité de pente, gestion des déchets, bois traité

Brevet: Granules de tourbe comme absorbant d'huile
Brevet: Pièces en T de golf de tourbe,
Brevet: Rétablissement des préservatifs en bois du bois traité
Brevet: Nouveau système de pyrolyse

© ILTIS GmbH

Annexe 13 : Designations TRANSPORT ET DISTRIBUTION ENERGIE ELECTRIQUE

Déscriptif

L' étude de propose l'installation complète d'un réseau électrique aérien sur un parcourt de (6000m) à travers :

les postes de transformation
protection et commande (disjoncteurs)
isolement (sectionneurs)
sécurité (mise à la terre et parafoudre)
Mesure (tension)
Nous vous prions de trouver- ci après l'estimation caractéristique du matériel et les coûts.

N°	DESIGNATIONS	Q T E	P U		MONTANT
1	LONGUEUR DE PIQUETAGE (mètre)	6000,00	206	109	655.080
2	POTAUX BETON 9-200	99,00	84.811	44.950	4.450.045
3	POTAUX BETON 9-650	31,00	125.585	66.560	2.063.358
4	POTAUX BETON 11-1250	12,00	220.448	116.837	1.402.048
5	POTAUX BETON 12-800	12,00	223.118	118.253	1.419.028
6	POTAUX BETON 13-400	32,00	153.113	81.150	2.596.790
7	POTAUX BETON 13-800	20,00	198.370	105.136	2.102.719
8	POTAUX BETON 13-1250		-	-	-
9	CIMENT (PAUQUET)	253,00	3.605	1.911	483.394
10	MOELONS(KG)	2,00	25.750	13.648	27.295
11	CABLE U - 1000-4X95 RVFV	100,00	7.710	4.086	408.606
12	CABLE BT 3X50 + 54,6 + 2,X16 AL	12165,00	3.440	1.823	22.180.517
13	CABLE AXTER 54,6	10100,00	392	208	2.100.678
14	FIL D'ATTACHE RECUIT (KG)	15,00	12.099	6.412	96.190
15	CABLE CUIVRE TOSADE 29mm²	450,00	1.106	586	263.833
16	ISOLATEUR VHT 22T	85,00	12.386	6.565	557.978
17	CONSOLE INCLINEE	85,00	9.369	4.966	422.068
18	CONSOLE CUO	9,00	5.537	2.935	26.413
19	HERSE D'ANCRAGE DOUBLE (HAO)	15,00	58.379	30.941	464.116
20	HERSE HTP	10,00	35.436	18.781	187.811
21	SUPPORT TRANSFORMATEUR (Transfix)	4,00	98.937	52.437	209.746
22	TRANSFORMATEUR 50KVA 20 KV (Transfix)	4,00	2.086.978	1.106.098	4.424.393
23	COSSE CBM 150 ALU - CU	84,00	6.816	3.612	303.427
24	PARAFOUDRE DE 20KV	170,00	791	419	71.273

25	BOULON GALVANISE de 14-200	96,00	791	419	40.248
26	BOULON GALVANISE de 14-250	162,00	1.090	578	93.565
27	BOULON GALVANISE de 14-300	87	1.099	582 -	#WERT! 50.675
28	BOULON GALVANISE de 14-350	60	1.195	633	37.995
29	BOULON GALVANISE de 14-400	15	1.649	874	13.110
30	MACHOIRE A REAINURE // (22 à 95)	60	3.053	1.618	97.083
31	CHAÏNE D'ANCRAGE A ELTS AVEC PINCE	114,00	56.364	29.873	3.405.492
32	CHAÏNE D'ALIGNEMENT	11	36.218	19.196	523.850
33	IACM DE 50A	4,00	1.178.532	624.622	597.728
34	ENSEMBLE DE SUSPENSION ES- 14 BT	132	8.544	4.528	597.728
35	PINCE PA 54- 1500 BT	54	6.916	3.665	197.949
36	CONNECTEUR BT CT 70	157,00	5.421	2.873	451.072
37	COLLIER RILSAN 62	200,00	113	60	12.010
38	FEUILLARD EN ACIER GALVANISE DE 20	5,00	28.870	15.301	76.505
39	CHARPE POUR FEUILLARD	4,00	8.009	4.245	16.980
40	COSSE SIMEL A GRIFFES	32,00	2.168	1.149	36.772
41	COSSE SIMEL EN T	15,00	901	478	7.165
42	COSSE CC 25-120	7,00	2.040	1.081	7.570
43	COSSE CC 10-70	9,00	798	423	3.808
44	PLATINE		-	-	-
45	BOULON de 8 X 25		-	-	-
46	BOULON de 10 X 30		-	-	-
47	BOULON de 14 X 30	32,00	824	437	13.975
48	PROTECTEUR DE REMONTEE 90 X 90	3,00	2.192	1.162	3.485
49	PROTECTEUR TERRE 30 X 35	10,00	1.718	911	9.105
50	PIQUET DE TERRE AVEC ACCESSOIRE DE RACCORDEMENT	113,00	30.251	16.033	1.811.738
51	COLLIER RILSAN 100	200,00	814	431	86.252
52	DISJONCTEUR TETRAPOLAIRE 100A (MERLIN GERIN)	4,00	79.792	42.290	169.159
53	COFFRET CAHOR 44 X 44	4,00	54.600	28.938	115.753

54	GRILLAGE AVERTISSEUR	100,00	166	88	8.789
55	TRANSFORMATEUR 250KVA 20 KV (Transfix)	2,00	8.347.911	4.424.393	8.848.786
56	DISJONCTEUR TETRAPOLAIRE 400A (MERLIN GERIN)	2,00	319.992	169.596	339.192
57	ACCESSOIRES EQUIPEMENT TRANSFO 250 KVA	2,00	834.673	442.377	884.753
					65.475.099
TOTAL FOURNITURES					
TRANSPORT ET POSE 25%					
TOTAL					

Annexe 14 : Schéma d'installation et devis BTP

BATIMENT A : HANGAR POUR INSTALLATION DES MACHINES DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
	TRAVAUX PREPARATOIRES				
1.1	Décapage-nettoyage	m²	5 000	75	375 000
1.2	Implantation	m²	161	500	80 500
	Sous total				455 500
	TERRASEMENT				
1	Fouille en rigole et en trou	m3	63,36	1 000	63 360
1.2	Remblai par déblai	m3	63,36	600	38 016
1.3	Remblai en terre d'apport	m3	78,52	4 850	380 822
	Sous total				482.198
	MACONNERIE-BETON				
3.1	Béton de propreté 150kg /m3	m3	2,16	40.500	87 480
3.2	Béton de fondation 250 kg/m3	m3	11,23	125.000	1.403 750
3.3	Béton pour chaînage 350 kg/m3	m3	7,20	175.000	1.260.000
3.4	Béton pour poteaux 305kg/m3	m3	15,12	175.000	2.646.000
3.5	Béton pour forme de dallage 300 kg/m3	m3	24,15	105.000	2.535.750
3.6	Mur en agglos de 15 plein soubassement	m²	86,4	4 950	427.680
	Sous total				8.360.660
	Enduits				
4.1	Enduits sur poteaux et chaînages	m²	415,2	2 100	871 920
	Sous total				871 920
	V-CHARPENTE – COUVERTURE				
5.1	Charpente métallique avec couverture en bac alu	m²	230,58	35 500	8.158.590
	Sous total				8.158.590
	MONTANT TOTAL				18.355.868

BATIMENT B : HANGAR POUR STOCKAGE DE BIOMASSE
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
	I- TRAVAUX PREPARATOIRES				
1.1	Implantation	m²	100,0	500	50.000
	Sous total				50.000
	ii- TERRASEMENT				
1	Fouille en trou et en rigole	m3	42,24	1 000	42 240
1.2	Remblai par déblai	m3	42,24	600	25 344
1.3	Remblai en terre d'apport	m3	53,76	4 850	260 736
	Sous total				328 320
	iii- MACONNERIE-BETON				

3.1	Béton de propreté 150kg /m3	m3	1,44	40.500	58 320
3.2	Béton de fondation 250 kg/m3	m3	9,08	125.000	1 135 000
3.3	Béton pour chaînage 350 kg/m3	m3	4,80	175.000	840 000
3.4	Béton pour poteaux 305kg/m3	m3	9,50	175.000	1 662 500
3.5	Béton pour forme de dallage 300 kg/m3	m3	18,00	105.000	1 890 000
3.6	Mur en agglos de 15 plein soubassement	m²	57,60	4 950	285 120
	Sous total				5 870 940
	iv- Enduits				
4.1	Enduits sur maçonneries vues	m²	259,2	2 100	544 320
	Sous total				544 320
	V- CHARPENTE – COUVERTURE				
5.1	Charpente métallique avec couverture en bac alu	m²	164,45	35 500	5 837 975
	Sous total				5 837 975
	MONTANT TOTAL				12 631 555

BATIMENT C : BUREAU + TOILETTE

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
	I- TRAVAUX PREPARATOIRES				
1.1	Implantation	m²	17,50	500	8 750
	Sous total				8 750
	ii- TERRASEMENT				
1	Fouille en rigole	m3	26,61	1 000	26 610
1.2	Remblai par déblai	m3	26,61	600	15 966
1.3	Remblai en terre d'apport	m3	15,74	4 850	76 339
	Sous total				118 915
	iii- MACONNERIE-BETON				
3.1	Béton de propreté 150kg /m3	m3	0,83	40.500	33 615
3.2	Béton de fondation 250 kg/m3	m3	5,58	125.000	697 500
3.3	Béton pour chaînage 350 kg/m3	m3	2,49	175.000	435 750
3.4	Béton pour poteaux 305kg/m3	m3	1,58	175.000	276 500
3.5	Béton pour forme de dallage 300 kg/m3	m3	2,09	105.000	219 450
3.6	Mur en agglos de 15 plein soubassement	m²	41,58	4 950	205 821
3.7	Mur en élévation en agglos de 15 creux	m²	126,0	4 850	611 100
	Sous total				2 479 736
	iv- Enduits - revetement				
4.1	Enduits verticaux sur maçonneries vues	m²	112,26	2 100	235 746
4.2	Carreaux grès au sol	m²	20,90	15 000	313 500
4.3	Carreaux faïence au mur	m²	18,87	10 500	198 135

4.4	Carreaux plinthe au mur	m²	15,60	1 700	26 520
	Sous total				773 901
	V- CHARPENTE – COUVERTURE				
5.1	Charpente métallique avec couverture en tuile fibrociment	m²	31,02	25 240	782 944
5.2	Faux plafond en contre plaqué	m²	18,72	8 200	153 504
5.3	Fenêtre en châssis nacco	m²	5,12	42 500	217 600
5.4	Porte en bois massif	m²	4,15	45 500	188 825
	Sous total				1.342.873
	MONTANT TOTAL				4.724.175

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Scalabilité

SPECIAL NOTE ON 100% Gas Systems offered by Ankur Scientific (with wood as a fuel)				
Sr.No.	Power Pack Name	Peak possible Output (kWe) *	Captive Consumption (kWe) **	Stand Alone Duty Rating (Gross kWe)
1	GAS-11	11	1	11
2	GAS-22	22	2	22
3	GAS-32	32	3	32
4	GAS-40	40	5	40
5	GAS-70	70	8	60
6	GAS-120	120	14	100
7	GAS-160	160	16	135
8	GAS-180	180	18	155
9	GAS-250	250	25	220

* This is the peak possible rating when the system is running in grid connected/ grid paralleled mode with properly sized, good quality, low moisture (<20%) biomass and under ideal operating conditions (with cooling water temperature of less than 30 oC)
** Power Consumption for biomass preparation and related activities not included.
*** The nature of connected load (type of load, individual rating etc.) as well as load profile is extremely critical in deciding the total connected load

12 / SONDAGE

Sondage en vue de déterminer la clientèle potentielle

N°	Maison	Nom et Prénoms des chefs de ménages	Souhaitez-vous prendre un abonnement pour l'éclairage contre paiement	
			Oui	Non
1	BROUTANI	ZIME Salifou	X	
2	BOUBARI	BOVI Zimé	X	
3		IMOROU Karakou	X	
4		GOUNO Yarou	X	
5	OSSENI	El Hadj Abou	X	
6		El Hadj DODO	X	
7		El Hadj MAMA	X	
8		El Hadj Adam	X	
9	DANGBO	El Hadj SE-SOUROU	X	
10	ZIME	El Hadj Zakari	X	
11	BAWARI	ASSOUMA Abou	X	
12		ASSOUMA Amadou	X	
13		ASSOUMA Mohamed	X	
14		ASSOUMA Bouraï	X	
15	BROUTANI	BROUTANI Mohamed	X	

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

16	WINGIN	BROUTANI Bagri	X
17		YAROU Taïrou	X
18		KORA Séro	X
19		KPERA Alassane	X
20	ALFA ZAKA	SOULE Mohamed	X
21	SOÏBOU DODO	SOIBOU DODO Ousma-ne	X
22	OSSENI SOÏBOU	Abou Soibou	X
23	LAWANI	RADJI LAWANI Moussadikou	X
24	GOUDA KANDI	MAMA Chabi	X
25	KPERA	KPERA Abou	X
26		KPERA Yacoubou	X
27	YAROU	YAROU Amidou	X
28	GAMBARI Abou	ABOU MAMA	X
29	PARAPE	PARAPE Imorou	X
30	ZIME Aboulaye	FIBOULAYE Soumaïla	X
31	BIO DERASSI	BIO DERASSI Alas-sane	X
32	BIO YORZAN	ALLASANE Issa	X

33	BAKE TOUKASSA	TOUKASSA Bagri	X
34	TOUKASSA	BAGRI AGBA Sakina	X
35	DOÏSSOROBI	AFFOUDA Daniel	X
36	AFFOUDA Daniel	ELEGBE	X
37	ELEGBE	ODJO Gabriel	X
38	ODJO	SOUROU Raymond	X
39	SOUROU	KOLA YOLE KASIM	X
40	KASIM	TASSIDE Bio Abou	X
41	TASSIDE	BIO Adamou	X
42	ALASSANE	ALASSANE Loukouman	X
43	MAMA SEKO	MAMA SEKO Aboudou-laye	X
44	YAROU Daoumey TAMOR	MAMA S. A. Mouda	X
45	LAFIA	YAROU D. Tamou	X
46		LAFIA Samari	X
47	SEKO SOUNON Orou G.	SEKO SOUNON Imorou	X
48		SEKO SOUNON Rouda	X
49		SEKO SOUNON Bouba-ri	X

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

50	MAMA Inoua	MAMA Inoua	X
51		MAMA I. Issifou	X
52		MAMA I. Alassane Tailleur	X
53	RADJI L. RAIMI	El-Hadj Raïmi	X
54	SOULE YADI	SOULE YADI	X
55	SOUMAILA	AROUNA Soumaïla	X
56	MACHOUDOU	IDRISSOU B. Machoudou	X
57	BROUTANI	BROUTANI B. Moussa	X
58	OROU SIKA	OROU SIKA	X
59		OROU SIKA Abdoulaye	X
60	ALFA KANKARA	ALFA KANKARA Iman	X
61	ALFA TAKPA	ALFA TAKPA Aboubakar	X
62	GADO	ElHadj SEIDOU	X
63	MORTOROU	GARBA SAÏ	X
64	FAROU	FAROU Moussa	X
65	ALASSANE BOURE LEGAN	ALASSANE Bouré	X

66	ZIME Salifou	ZIME Salifou	X
67	YAROU	YAROU LAFIA Sabi	X
68		LAFIA Sabi Yacou-bou	X
69	MANOU	MOUMOUNI Zoukaneri	X
70	PROUNA Soulé	AROUNA Soulé Délé-gue	X
71	CENTRE DE SANTE	Centre de Santé	X
72	Bureau de l'arrondissement	Bureau de l'arrondissement	X
73	ISSIFOU (Ayaï)	ISSIFOU (Ayaï)	X
74	AMADOU TAÏ BIO Djenima	AMADOU TAÏ Abdou-laye	X
75	SEKO SOUNUN	SEKO SOUNON Issia-kou Raïmi	X
76	GUERA MEDIA	GUERA Médjida	X
77	AKPEDOÏ	BIO Aboubakar	X
78	BIO GANDAMME	BONI GUININ BIO Gendarme	X
79	SANI DEMON CROU S.	OROU SOI SANI Dé-mon	X
80	AMADOU BAROUKA	BAROUKA Amadou	X

81	MAMOUDOU Bordorou	KIZOUMARE Mamoudou	X
82	SEKO Souhanrou	IMOROU SEKO Sahan-rou	X
83	BENARD	OBOGNON Bernard Mécanicien	X
84	OSSENI Abou Soibou	ABOU Soibou	X
85	GONI MAMA	MOUHAMADOU Oumarou	X
86	ASSOUMI Alasane	SAMARI Garba	X
87	ADAM GARBA	ZIME BONI Gouda	X
88	ZIME BONI Gouda	MADOUGOU Bio	X
89	MADOUGOU Bio	MADOUGOU TAMIMOU	X
90	TAFFA TAÏROU	TAFFA TAÏROU	X
91	AROUNA SOUMAÏLA	AROUNA Soumaïla	X
92		AROUNA Soulé	X
93		AROUNA Alassane	X
94	SOULE SENI	SOULE SENI	X
	ETC….	Etc…	

Annexe 15 RAPPORT DES ANALYSES DE TIGES DE COTON

Ankur Scientific Energy Technologies Pvt. Ltd.

Proximate Analysis Report

Serial No.: Ankur/R&D/Lab/ DATE: 29/06/08

Sample Name	**Customer Name**	Receiving **Date**	**Referred by**
Cotton Stalk	Iltis Gmbh **Rottenburg Germany**	**29/0508**	Dr. B.C. Jain Managing Director

Parameters Cotton Stalk	
Moisture, %	**10.52**
Ash, % of dry wt.	**5.51**
Volatile, % of dry wt.	**65.90**
Bulk density, kg/m3	**450**
Ash fusion test	No Ash fusion at 1200°C
Disintegration of sample in water	NA
Ignition test	Burns Easily
Flow ability test	clean, cut pieces flow easily, Fibres generally create a problem in smooth flow of the material. This is why we recommend briquting or clean, cut pieces with 15 mm diameter.
Calorific Value, MJ/kg	**21.3**
Oil content %	**NM**
Ash content, raw %	4,80
Sulphur total, raw %	0,20
Hydrogen, raw %	4,80
Carbon, raw %	41,50
Nitrogen, raw %	0,90

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Oxygen, raw %	36,80

Assessment:

The basic properties of Cotton stalk analyzed here indicate that these can be used as feedstock for gasification. Cotton stalk is a very common material in India and many of our systems have been run in the field with a combination of cotton stalk and wood.
Cotton stalk contain higher quantity of fines which may cause flow problem. Fibres generally create a problem in smooth flow of the material. This is why we recommend clean, cut pieces.
We generally recommend the use of cleanly cut, round pieces with a minimum diameter of 15 mm and if the material could be prepared in this manner, it is quite usable in our WBG series.

Risk:

Large amount of fines leads to heavy pressure drop in the gasifier and requires larger discharges. Dust in the feed is not desirable as it could lead to clinkering.

Solution:

Briqueting Cotton stalk would avoid these risks or cleanly cut, round pieces with a minimum diameter of 15 mm

Annexe 16 RAPPORT DES ANALYSES DE COQUES PALMISTES

Ankur Scientific Energy Technologies Pvt. Ltd.

Proximate Analysis Report Serial No.: Ankur/R&D/Lab/08-09/11 **DATE: 13/05/08**

Sample Name	Customer Name and Address	Receiving Date	Referred by
Fruits and Shells	Mr. Doudou Sagna Unit 19,Villa No.211 Parcelles Assainies, SENEGAL	29/04/08	Dr. B.C. Jain Managing Director

Parameters	Fruit	Shells
Moisture, %	4.93	8.93
Ash, % of dry wt.	2.07	3.21
Volatile, % of dry wt.	80.65	67.73
Fixed carbon, % of dry wt.	17.28	29.06
Bulk density, kg/m3	791.5	691.85
Ash fusion test	No Ash fusion at 1200°C	No Ash fusion at 1200°C
Shape & Size, %	Spherical	
<0.5 mm		0.66
< 1 mm		1.66
< 2 mm		9.96
< 3 mm		23.25
> 5 mm		64.45
Disintegration of sample in water	NA	NA
Ignition test	Burns Easily	Burns Easily
Flow ability test	Flows Easily	Flows Easily
Calorific Value, kcal/kg	NM	NM
Oil content %	NM	NM

© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Analyst: Mitesh Baria **Checked by**: Dr. G. P. Nagori

Assessment: The basic properties of both fruit and shells analyzed here indicate that these can be used as feedstock for gasification. Shells contain higher quantity of fines which may cause flow problem. However, as such type of materials have not been used in our gasifiers, a trial in our gasifier is necessary.

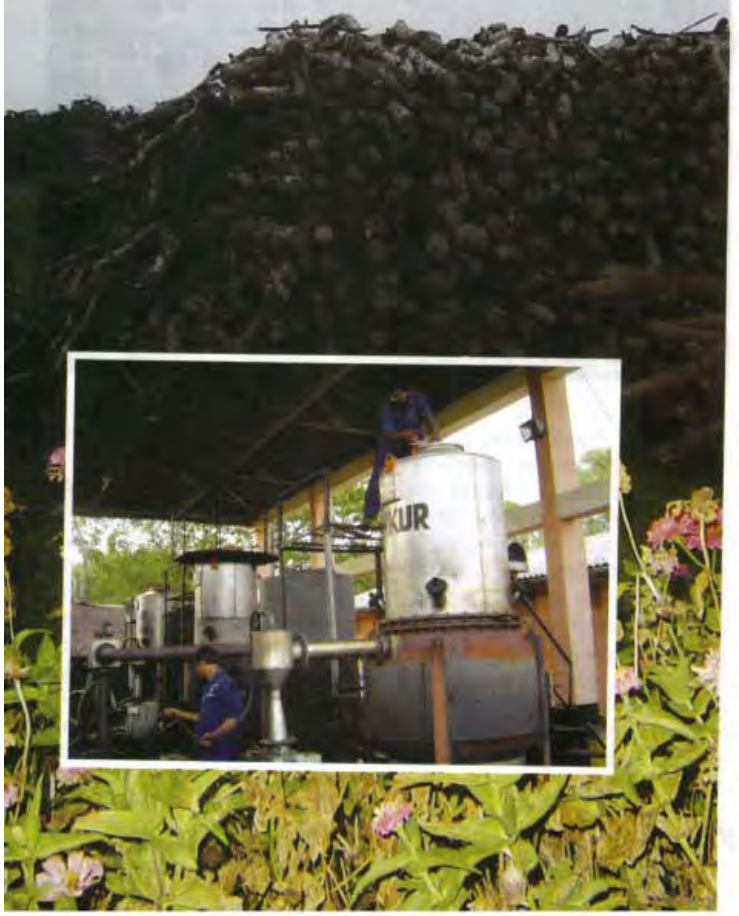
© ILTIS GmbH
joerg.fingas@iltis.de

Annexe 17 : Gosaba Islands, Report rural electrification

Equipment Supply & Project Implementiation
by
Ankur Scientific, Baroda

BIOMASS GASIFIER illuminates Gosaba Island, Sundarbans

Subrata Kumar Mondal
Divisional Engineer
West Bengal Renewable Energy Development Agency



Success Story

Introduction

Electricity is a vital input for the overall development of the society. Out of many forms of renewable energy, bio-energy could solve the village energy need to a great extent.

The Government of West Bengal created WBREDA (West Bengal Renewable Energy Development Agency) in the year 1993. WBREDA is now known throughout the country for its wonderful performance in the renewable and non-conventional energy movement. Off-grid rural electrification model based on renewable sources of energy has been recognized as a model in the country.

Sundarbans

Sundarban literally means a 'beautiful forest'. But the life of people living in the remote areas of Sundarbans is far from beautiful due to the absence of electricity. The Sundarban Delta comprises a region nursed by rivers and rivulets. There are a total of 104 islands of which only 54 are inhabited. The inhabited area is spread over 19 blocks and 2 districts namely North 24 Parganas and South 24 Parganas, having a total population of about 40 lakh. Wildlife sanctuaries and reserve forests comprise the remaining islands. Farming and fishing constitute the main occupation of the people of Sundarbans. The cropping pattern depends almost completely on the monsoon, and the area is low line. Country boats and motorized launches are the only modes of transport for islands. The added cost of

plex,
rative
743 370
District,

and
Sonakhali
en
iesel
ats operate
e about
hali

e medicine
tock of all
ugs due to
r facility to
ition. As a
he inhabit-
that period
o use grills
depended
s not possi-
power, life
after dark.
to preserve

fish as a result of which fishermen were forced to sell fish at a low price to the local retailers of fish.

Installation of a biomass gasifier power plant: the scene later

After surveying the rural scenario, the Gosaba Biomass Gasifier Power Plant was conceived in the year 1996 to electrify Gosaba Island. WBREDA decided to set up the country's largest biomass gasifier power plant for village electrification at Gosaba Island. The plant was commissioned on 20 June 1997 under the joint collaboration of the state and central government. Tree branches, twigs, barks, etc., are the basic fuel as an alternative to coal, and diesel is the support fuel. Local people called it the wood-electricity plant. Some interesting experiences have been reproduced in the article to relate the various events, which took place before and after setting up of the power plant.

Awareness among villagers

After surveying the rural scenario, it was concluded that it would not be possible to run the wood-electricity plant without involving local people. However, it entailed the necessity to impart training to the local boys. Door-to-door visits were made, and complete briefing about the various aspects of the project was given to the local panchayat representatives, who in turn further briefed the local people about it. A series of meetings was organized to generate awareness on the technology, its limitations, advantages, need for energy plantation, etc.

Resistance from the local diesel suppliers

Apprehending the discontinuation of their meagre income, the local diesel operators initially opposed the setting up of the power plant. A few people, of course, remarked that such a project will not be successful, and added that they should be informed whenever the infrastructure material were contemplated to be sold out as scrap on kilogram basis. Later, those experienced among them were employed as operators in the power plant. The land (five *bigha*) for setting up of the power plant was granted by the Panchayat Committee and the Gosaba Hamilton Trust.

Energy security

Local power distribution lines (high tension and low tension) have been drawn to facilitate locality-wise production and distribution, and it has resulted in less distribution losses. In this power arrangement, the strength of

Biomass gasifier power plant at Gosaba

power supply is kept uniform, that is, power is available daily at a stretch for 14 hours and does not go on and off erratically. In the remaining period, solar home power supplying systems are being used by the many inhabitants. In other words, a new system of alternative electric power has been introduced in the region by involving local people.

Confidence of the island people for new technology

Initially, the power plant had only 25 customers. In the beginning due to non-availability of more customers, the machine was operated using dump load. The local people, later, were surprised to learn that branches of a tree can be used as an alternative fuel to coal. The experience of fellow locals with the new power system and the practical utility of it, made the remaining people subscribe within a year. Gradually, there was pressure on extension of local mini-grid.

Rural energy cooperative

WBREDA, as a first step, formed the Gosaba Rural Energy Development Cooperative Society Ltd in the year 1996. There are 13 board members: 6 elected members and 7 nominated members. All the prospective consumers became members of the cooperative society, and with that they got a voting right. The first Board of Directors was nominated by the government. Subsequently, after three years, elections took place, and the consumers elected the Board of Directors.

The Rural Energy Cooperative in their meeting decides which area should get priority for the distribution line and requests WBREDA to draw the distribution line accordingly. It also decides the tariff. Generally, they review the tariff according to the interest of the plant. The lines are cut on non-receipt of payment of a bill from a customer, and re-connection is granted only when the customer pays an amount of Rs 100 for such connection. The monthly power bill from all individual customers is collected (as per energy reading in the individual meter) by the cooperative, and it is a matter of pride that there has been no instance of theft of electricity from this power plant, as also defaulters. The management under the earlier as well as the incumbent chairman of this cooperative has managed, or is managing the day-to-day affairs of the power plant with great skill. WBREDA remained in the background as a technical service provider.

Captive energy plantation

Biomass gasifier plants consume high quality of woody biomass. As such, supply of woody biomass

Transmission lines from the gasifier plant

is to be ensured for sustainability of the power plant. Sufficient wasteland is required nearby the biomass gasifier power plant. At Gosaba, energy plantation work was taken up right from the planning stage of the power plant. Trees were planted in 71 hectares of low-line river bank silt beds (charr-land) under the tutelage of the local *Panchayat Samiti*, Block Development Officer, and Chairman of the Cooperative so that no scarcity occurred in securing the stock of the main fuel ingredient (wood). Generally, it takes five years for harvesting of captive energy plantation. The initial three years are the load growth period as the number of consumers is less. Biomass consumption during that period is comparatively low. However, this is to be arranged locally. The trees planted are also playing a stellar role in controlling floods by checking soil erosion in the region, and are helping to maintain the ecological balance of the region by releasing sufficient amount of oxygen into the environment. This could be called an energy plantation system. A gasifier plant gives proper diesel replacement provided the machine is fully loaded. The average replacement is the key issue for economic viability. Only proper load management can give better economies.

Characteristics of Gosaba gasifier plant

- Capacity of the power plant : 5 x 100 kW
- Type of gasifier : AG 100
- Capacity of engine : 154 BHP, 1500 RPM, Crompton Greaves make
- Alternator : 125 kVA, 1500 RPM, Power Factor: 0.8 Crompton Greaves make
- Total project cost : Rs 100 lakh
- No. of consumers : 1185, as in November 2005
- Type of consumers : Domestic / commercial / industrial
- Duration of operation : 10 a.m. to 12 [illegible]
- Tariff structure : Rs 5 / kWh for domestic Rs 5.50 / kWh for commercial Rs 6.0 / kWh for industrial (telephone exchange is the only industrial consumer)
- Generation voltage : 415 volts, 50 Hz
- Distribution voltage : 11 000 volts
- Length of the distribution line : High tension: 20.25 km (approx.) Low tension: 18.67 km (approx.)
- Type of transformer
  Step up : 2 x 315 kVA, 0.400/11 kV, 3 phase, 50 Hz
  Step down : 4 x 100 kVA, 11 kV/400, 3 phase, 50 Hz

For distribution of power

- Switch gears : 11 kV manually operated GO switch and drop out fuse
- Energy plantation area : 71 hectares
- Species : *Byne, Kakra, Garjan*, etc.
- Typical fuel consumption pattern under full-load condition
  A) Biomass - 0.9 kg to 1 kg per unit
  B) Diesel - 100 ml per unit
- Operational agency : Gosaba Rural Energy Development Cooperative Society Ltd
- Main technical backup unit : WBREDA

Biomass gasification

Air is required for any fuel to undergo combustion. About six kg of air is required for the combustion of one kg of combustible material. Gasification is the process of burning any combustible material (wood, rice husk, grain dust, waste materials, etc.) in a specific machine, in presence of a proportionate quantity of air. In terms of this, almost 1.5 kg air is required to burn 1 kg of combustible material. The gas generated due to this process is called 'producer gas', which is a mixture of CO (carbon monoxide) and H_2 (hydrogen). Producer gas could be utilized to generate electricity in distributed mode ensuring energy supply security in remote areas. This gas is combustible gas. Diesel (80% gas + 20% diesel) is mixed to this gas to run the

Names of the electrified hamlets

JL no.	Village	Area (hectares)	No. of households	Population		
				Male	Female	Total
82	Gosaba	379	1113	2887	2601	5488
83	Arampur	477	1264	3320	3046	6366
92	Rangabelia	527	650	1852	1735	3587

engine to generate electricity. The diesel replacement is totally dependent on the load.

Socio-economic development of Gosaba after electrification

- The availability of electricity has allowed students to study at night and secure good results in examinations
- Small-scale industries – lathe machine units, boat-repairing works, and grill welding – and domestic iron implements sharpening machines, and machines to grind spices like chilli and turmeric, using automated electricity-operated machinery have been established in the region
- Establishment of Xerox machines in shops has facilitated photocopy of costly study books. It has become easy to make copies of important documents like deeds.
- An operation theatre has been made functional in the Government Health Centre in the Island. With the availability of refrigerators it has become possible to store life-saving vaccines or medicines.
- Water from ponds is being drawn with the help of electricity-operated pump motors for the purpose of irrigation and cultivation of crops
- Availability of electricity has given way to entertainment. People are able to watch sports and other programmes on cable television, which were not thought to be possible earlier. Cinema shows are being organized by the local video parlours.
- A computer-training institute has started in Gosaba. Nowadays people need not go to Canning for any printing press-related jobs, or sizing the lens of spectacles. Time is being saved, and the expenditure and risk of travelling has reduced.

Electric sewing machines are being used to manufacture fishing nets for the fishermen. Tailoring shops are using electric press. The local shopkeepers and traders have been able to decorate their shops and establishments through strategic illuminations to attract customers. Presently, the income levels have also increased due to increase of sales. Ice creams and cold drinks are available in sweet shops. Electronic goods shops have proliferated in the region where all kinds of electrical goods are available. There is a huge demand for ceiling and table fans. Many telephone booths have been established. The scope of work has also increased for people of the region, and there has been a huge improvement in the communications system.

The use of wood-generated electricity has upgraded manpower resources, and led to an overall development of the region. The biomass gasifier power plant has been a boon for the people of Gosaba. It has brought about an overall development in their lives.

Gosaba gasifier power plant at night: illuminated in its own light