



**ETUDE SUR L'APPROVISIONNEMENT DURABLE EN ÉNERGIE
DANS LES CAMPS DE REFUGIÉS
AU BURUNDI**

Rapport final

EGEE s.a.

Evaluation Environnementale, Géologie,
Energie et Eau

Bujumbura, Février 2018

Table des matières

Liste des acronymes et abréviations.....	2
Liste des tableaux.....	2
Liste des figures.....	2
0. Résumé exécutif.....	3
I. Introduction.....	6
II. Approche méthodologique.....	7
III. Situation de référence en matière d’approvisionnement et de l’utilisation finale de l’énergie dans les camps..	9
III.1 Description des conditions socio-économiques des camps.....	9
III.2 Demande et offre de l’énergie dans les camps.....	11
III.3 Constat sur l’utilisation de l’énergie dans les camps et équipements utilisés.....	12
III.4 Evaluation du potentiel de biomasse disponible au niveau des camps et pouvant être utilisé pour la production de briquettes pour la satisfaction des besoins en énergie pour la cuisson et le chauffage.....	16
III.5 Défis et contraintes en matière de satisfaction des besoins en énergies.....	17
IV. Projection des besoins en énergie dans les camps sur un horizon temporel de 10 ans.....	18
V. Identification des options d’approvisionnement et de satisfaire les besoins en énergie de façon durable.....	20
VI. Stratégie et plan d’action d’approvisionnement durable en énergie.....	32
VI.1 Vision.....	32
VI.2 Principes directeurs.....	32
VI.3 Objectifs stratégiques.....	33
VI.4 Activités clefs pour la mise en œuvre de la stratégie.....	34
VI.5 Plan d’action 2018-2028.....	35
VI.6 Chaine des résultats.....	38
VII. Conclusion et recommandations.....	40
Bibliographie.....	42
Annexes.....	43
Annexe 1 : Liste des personnes contactées.....	43
Annexe 2 : Termes de référence.....	45
Annexe 3 :Questionnaire d’enquête.....	49
Annexe 4 : Liste des Enquêteurs.....	57

Liste des acronymes et abréviations

°C	Degré centigrade
BQS	Burundi Quality Stoves
CH4	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO2	Dioxyde de carbone(Gaz Carbonique)
COPEDE	Conseil Pour l'Education et le Développement
EGEE	Evaluation Environnementale, Géologie et Environnement
g	Gramme
Ha	Hectare
HCR	Haut Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés
Kcal	Kilocalorie
Kg	Kilogrammes
Km	Kilomètre
MDP	Mécanisme de Développement Propre
OBPE	Office Burundais pour la Protection de l'Environnement
PH	Potentiel d'Hydrogène
T	Tonne
USAID	United States Agency for International Development
USAID	United States Agency for International Development

Liste des tableaux

Tableau 1	Evolution des besoins en combustibles à l'horizon 2028 en tonnes ((basées sur les consommations actuelles)
Tableau 2	Résultats des tests d'efficacité énergétique des foyers améliorés
Tableau 3	Effet du trempage sur la cuisson du haricot
Tableau 4	Potentiel de production de biogaz dans les camps des réfugiés
Tableau 5	Synthèse des options

Liste des figures

Figure 1	Evolution des besoins en combustibles à l'horizon 2028
Figure 2	Description schématique d'un digesteur à dôme encastré fonctionnant à partir de déjections animales et excréments humains

0. Résumé exécutif

Le présent rapport présente les résultats de l'étude pour approvisionner les camps de réfugiés en énergie de façon durable. Compte tenu du contexte de déficit en bois énergie au Burundi, les approches suivantes ont été privilégiées au cours de cette étude : (i) réduire la quantité des combustibles ligneux nécessaires pour cuisiner ; (ii) optimiser les structures de production, d'approvisionnement et de gestion des combustibles utilisés dans les camps ; (iii) fournir des combustibles et des technologies alternatifs qui renforcent l'efficacité énergétique ; (iv) fournir des combustibles à moindre coût.

L'étude couvre quatre camps congolais installés au Burundi à savoir : Musasa, Kinama, Kavumu et Bwagiriza avec une population totale de l'ordre de 40 500 personnes (7 425 ménages) répartie sur 227, 8 Ha et consommant 5 171 tonnes de briquettes par an (128 Kg/personne/an) pour couvrir leurs besoins en combustibles pour la cuisson. Ce nombre de réfugiés pourrait augmenter de façon substantielle et même doubler dans les prochaines années compte tenu des situations politiques dans la région des grands lacs et les besoins en combustibles devraient augmenter proportionnellement surtout qu'un autre camp, celui de Nyankanda, en province Ruyigi vient d'ouvrir ses portes.

Les enquêtes menées dans les camps des réfugiés ont permis d'identifier plusieurs options d'approvisionnement en énergie, mais le choix final des options dépend de plusieurs facteurs comme la disponibilité de la matière première, les coûts, les habitudes culinaires, l'accessibilité de la technologie, la culture etc. Les options que l'étude recommande pour l'approvisionnement en énergie sont reprises ci-après :

Options	Procédé	Justification et limitation
Briquettes	Presse mécanique	Les presses mécaniques ont l'avantage de produire beaucoup de briquettes par jour et peuvent répondre aux besoins des réfugiés. Toutefois elles nécessitent de l'énergie électrique et des quantités importantes de matières premières pour être rentables. Les villes de Gitega et Ngozi sont appropriées pour l'installation de telles unités afin de profiter de la parche de café produite par les usines de déparchage et des stations de lavage du café mais aussi de la balle de riz qui est disponible. L'installation de telles unités dans ces villes réduirait d'au moins de moitié les distances d'approvisionnement étant donné que toutes les briquettes consommées dans les camps proviennent de Bujumbura.
	Achat auprès des fournisseurs	L'achat auprès des briquettes auprès des fournisseurs de Bujumbura devra se poursuivre étant donné qu'ils ont la capacité aussi longtemps que les unités de Gitega et Ngozi ne seront pas installées et fonctionnelles. La composante transport doit influencer fortement le prix de la brique et l'état des voies d'accès affecte la régularité de l'approvisionnement.
Efficacité énergétique	Diffusion des foyers améliorés en céramique et sensibilisation à	Les foyers en céramiques encastrés ont un bon rendement énergétique et durent longtemps. L'utilisation généralisée dans tous les camps pourrait réduire la consommation des briquettes de 40 % par rapport à la consommation actuelle. Cette économie serait améliorée si la

Options	Procédé	Justification et limitation
	l'économie d'énergie	diffusion des foyers améliorés était couplée de mesures d'éducation et de sensibilisation à l'économie d'énergie.
Biogaz	Construction des digesteurs pour la biométhanisation des excréments humains des camps des réfugiés	C'est une option qui permet de réduire la consommation de l'énergie de l'ordre de 20% si tous les déchets des camps étaient biométhanisés pour produire le biogaz mais cette technologie se heurte à la rareté de l'eau dans les camps et l'incertitude sur la durée des camps. La fermeture de ces derniers arrêterait immédiatement le fonctionnement des installations faute de matière première.

La stratégie pour un approvisionnement durable en énergie des camps de réfugiés au Burundi a pour vision de : **«Permettre à toute la population des camps d'être en mesure de satisfaire leurs besoins en énergie pour la cuisson d'une manière sûre et viable sans crainte ni risque pour leur santé, leur bien-être et leur sécurité personnelle ».**

Cette stratégie est guidée par les principes directeurs suivants : protection ; équité ; accès ; durabilité ; âge, genre et diversité ainsi que ; l'adéquation et la fiabilité.

Deux objectifs stratégiques sous-tendent cette stratégie et consistent à : (i) approvisionner les camps en combustibles de façon efficiente et ; (ii) améliorer l'accès à des technologies économes en combustibles et aux énergies renouvelables.

Quatre objectifs spécifiques à court et moyen terme pour d'atteindre la vision sont les suivants :

Objectif spécifique 1 : D'ici 2019, l'approvisionnement en combustible pour la cuisson est assuré

Objectif spécifique 2 : D'ici 2020, tous les ménages des camps de réfugiés utilisent des foyers améliorés.

Objectif spécifique 3 : D'ici 2021, tous les camps de Muyinga, Ngozi, Cankuzo et Ruyigi sont dotés d'installations de biogaz

Objectif spécifique 4 : D'ici 2019, tous les ménages adoptent des techniques de cuisson qui permettent l'économie d'énergie.

Plan d'action 2018-2028

Les activités clés pour la mise en œuvre de cette stratégie sont notamment les suivantes : la poursuite de l'approvisionnement des camps en briquettes ; la généralisation de l'utilisation des foyers améliorés ; l'encadrement /sensibilisation pour le changement d'habitudes culinaires ; l'éducation et sensibilisation à l'économie d'énergie y compris la maintenance et la réparation des équipements et la valorisation des excréments humains par la biométhanisation.

Le plan d'action 2018-2028 s'articule autour de 4 objectifs spécifiques et comprend plusieurs activités qui permettraient de réduire la consommation d'énergie d'environ 50 % et dont le coût total est estimé à 12 827 000 Dollars des Etats Unis dont 10 000 000 Dollars pour maintenir l'approvisionnement en briquettes sur 10 ans.

Objectifs spécifiques	Coûts en US\$
Axe stratégique 1 : Approvisionner les camps en combustibles de façon efficiente et participative	
Objectif spécifique 1 : D'ici 2019, l'approvisionnement en combustible pour la cuisson est assuré	10 550 000
Axe stratégique 2 : Améliorer l'accès à des technologies économes en combustibles et aux énergies renouvelables	
Objectif spécifique 2 : D'ici 2020, tous les ménages des camps de réfugiés utilisent des foyers améliorés	80 000
Objectif spécifique 3 : D'ici 2021, tous les camps de Muyinga, Ngozi, Cankuzo et Ruyigi sont dotés d'installations de biogaz.	2 187 000
Objectif spécifique 4 : D'ici 2019, tous les ménages adoptent des techniques de cuisson qui permettent l'économie d'énergie	10 000
TOTAL	12 827 000

Les effets à long terme de ce plan d'action seront tels que la protection et la sécurité des réfugiés seront améliorées, les coûts de fourniture des briquettes aux réfugiés seront maîtrisés en même temps que la gestion durable de l'environnement pour l'énergie sera améliorée.

La réussite de ce plan d'action requiert très particulièrement l'engagement des réfugiés eux-mêmes dans l'appropriation des mesures d'efficacité énergétique.

I. Introduction

Au Burundi, la biomasse (bois et charbon de bois) constitue la principale source d'énergie. Les besoins en bois énergie augmentent proportionnellement à l'accroissement démographique.

Ainsi, la pénurie actuelle des énergies de la biomasse au Burundi entraîne un sérieux problème de déboisement qui a pour conséquence l'érosion et l'appauvrissement des sols et le déséquilibre entre l'offre et la demande.

L'existence de réfugiés risque de renforcer davantage ce déséquilibre dans la mesure où les besoins en énergie de ces derniers sont satisfaits par des combustibles provenant essentiellement de la biomasse.

Les problèmes d'approvisionnement durable de l'énergie dans les camps de réfugiés ont des conséquences sur plusieurs niveaux :

La dimension de la sécurité alimentaire: la nourriture crue qui est habituellement distribuée aux réfugiés est indigeste si elle n'est pas cuite faute de combustible ;

La dimension sanitaire: La combustion inefficace du bois engendre de la fumée qui pollue l'air intérieur et favorise les maladies respiratoires ;

La dimension économique: plus grand est le temps consacré à la préparation de la nourriture par manque de bons combustibles et d'équipements, moins il y a de temps à accorder aux distractions, aux activités génératrices de revenus ou à d'autres activités visant à améliorer les conditions de vie dans les camps des réfugiés ;

La dimension environnementale: la déforestation cause aussi un autre problème majeur qui est la dégradation générale de l'environnement. Elle se traduit par l'érosion terrestre, les inondations et la baisse conséquente des eaux souterraines. Les problèmes résultant de cette dégradation constituent un obstacle pour la gestion des camps dans un contexte comme celui du Burundi où la pression démographique est très grande sur les terres arables ;

La dimension conflictuelle : le Burundi souffre de la déforestation et de ses séquelles. En effet, si on considère la quantité de combustibles consommés chaque année, on constate que l'installation des réfugiés au Burundi provoque une déforestation importante qui n'est pas atténuée par des activités conséquente de reboisement.

C'est dans l'objectif d'assurer un approvisionnement durable en énergie que la COPED a confié au Bureau EGEE, le mandat de mener une étude d'approvisionnement en énergie des camps des réfugiés se trouvant à l'Est et au Nord du Burundi(Ruyigi, Cankuzo, Muyinga et Ngozi) plus précisément les camps de Musasa en Province Ngozi dans la Commune Kiremba, le Camp de Kinama en province Muyinga dans la commune Gasorwe, le camp de Kavumu en province Cankuzo dans la commune Cankuzo et le Camp de Bwagiriza en province Ruyigi dans la commune Butezi. Les cartes des camps sont en annexe 1.

II. Approche méthodologique

L'approvisionnement en énergie des camps de réfugiés est fonction du contexte de la crise humanitaire à savoir : le cas d'extrême urgence dans le court terme, le cas des crises de longue durée et les situations transitoires qui nécessitent toutes deux des solutions durables. Compte tenu de la situation des camps de réfugiés et les raisons qui en sont à l'origine, il est important d'envisager des solutions durables car ce n'est pas demain que ces camps vont être fermés.

Pour approvisionner les camps de réfugiés en énergie de façon durable, les approches suivantes ont été privilégiées au cours de l'étude :

- réduire la quantité des combustibles ligneux nécessaires pour cuisiner.
- Optimiser les structures de production, d'approvisionnement et de gestion des combustibles utilisés dans les camps.
- fournir des combustibles et des technologies alternatifs qui renforcent l'efficacité énergétique
- Fournir les combustibles à moindre coût

Pour arriver à ces objectifs, le consultant a procédé d'abord à une mission de reconnaissance des camps et il a ensuite, sur base des besoins identifiés en information, élaboré un questionnaire d'enquête dans l'objectif de collecter les informations de base pour connaître la situation de référence en matière d'approvisionnement et de l'utilisation finale de l'énergie, mais aussi pour élaborer la stratégie et plan d'action pour l'approvisionnement en énergie des camps des réfugiés de façon durable. Dans l'élaboration du questionnaire, le consultant s'est aussi inspiré du Toolkit développé par USAID dans la mise en œuvre des programmes de foyers améliorés dans les camps des réfugiés.

Le Consultant a mobilisé une expertise variée pour mener cette étude. Cette expertise a été complétée par une équipe d'enquêteurs mais aussi a bénéficié de l'assistance de cadres du COPED déployés dans les camps des réfugiés et du personnel du HCR qui a fournis des informations très utiles pour l'établissement de la situation de référence. Le consultant a aussi rendu visite aux fournisseurs de briquettes pour voir la technologie utilisée mais aussi pour connaître les contraintes éventuelles en matière de production de briquettes et de leur commercialisation. Les entretiens avec les acteurs impliqués dans les programmes biogaz et les foyers améliorés, ont informé aussi le contenu de ce rapport comme il en est de même des informations collectées sur les sites internet des institutions actives dans les énergies domestiques. La liste des références et des personnes contactées est en annexe.

En plus de l'introduction et de la méthodologie décrite ci-dessus, le rapport de l'étude s'articule autour des chapitres suivants :

- Situation de référence en matière d'approvisionnement et de l'utilisation finale de l'énergie dans les camps
- Projection des besoins en énergie dans les camps sur un horizon temporel de 10 ans
- Identification des options d'approvisionnement et de satisfaire les besoins en énergie de façon durable
- Stratégie d'approvisionnement durable en énergie des camps de réfugiés

- Plan d'action d'opérationnalisation de la stratégie
- Conclusion et recommandations

III. Situation de référence en matière d’approvisionnement et de l’utilisation finale de l’énergie dans les camps

III.1 Description des conditions socio-économiques des camps

Population des camps et rapports avec les populations locales

Les documents officiels, consultés par nos enquêteurs, renseignent une population de l’ordre de 40500 réfugiés, répartie comme suit : 6653 dans le camp de Musasa sur une superficie de 31,8Ha, 7868 dans celui de Kinama d’une superficie de 28Ha, 17085 dans celui de Kavumu, le plus large ayant une superficie de 89 Ha et 8894 dans celui de Bwagiriza sur une superficie de 79 Ha.

On voit bien qu’il y a une certaine promiscuité dans les camps (photo 1), d’autant plus que cet effectif est sans cesse changeant, avec tendance générale vers l’accroissement, grâce à l’arrivée de vagues de nouveaux réfugiés et un taux de natalité élevé (4%-5% par an), qui compensent très largement les décès et les départs des camps pour une réinstallation dans des pays tiers. Par ailleurs, bien que les mouvements soient limités en dehors des camps, des cas de tricheries s’observent couramment. On constate notamment une forte affluence de réfugiés dans les camps, les jours des distributions de vivres ou de briquettes, et une diminution de la population des camps les jours d’après. Ce phénomène est beaucoup plus marqué dans les camps du nord, probablement facilité par la localisation de ces camps près d’un important axe routier Bujumbura-Muyinga.

Les réfugiés interagissent avec les populations locales qui leur offrent des maisons à louer, des terrains pour garder leurs troupeaux de vaches ou tout simplement pour cultiver, ainsi que d’autres services comme la main d’œuvre.

Les quelques étalages de charbon de bois, de bois de chauffe et divers consommables dans les camps témoignent aussi de cette interaction entre réfugiés et populations locales (photo 2).



Photo 1 : Maisonnettes de réfugiés disposées en rangées, camp Kinama



Photo 2 : Etalage de charbon de bois dans le camp de Kinama

Infrastructures dans les camps

La majorité des réfugiés sont logés dans des maisonnettes faites d'une ossature de perches en bois avec remplissage de terre creusée sur place, et rarement en briques adobes avec une toiture en tôles galvanisées (photo 3).

L'implantation de ces maisonnettes suit un schéma régulier avec disposition en rangées distantes de 3 à 5m où les maisons sont espacées d'environ 2m ou collées les unes aux autres.

Les camps sont organisés en plusieurs quartiers comprenant chacun 4 cellules et une cellule est constituée par 12 ménages (un ménage moyen compte 5 à 6 personnes). Chaque cellule dispose d'une cuisine commune (photo 4), tandis qu'il y a deux blocs de latrines au milieu de chaque quartier disposés à environ 20m des cuisines communes.



Photo 3 : maisonnettes avec ossature de perches et remplissage de terre, camp Kinama



Photo 4 : cuisine collective dans les camps du nord propres toilettes.

Les toilettes sont pour la plupart des toilettes mobiles à usage communautaire et disposées en blocs de 8 portes chacun (Photo 5 :). En particulier, le camp de Musasa compte quelques 81 blocs de latrines à fosses vidangeables d'une capacité de 32m³ chacune et vidangées tous les 6 mois. Les centres communautaires comme les écoles ou les centres de santé sont dotés eux aussi de leurs



Photo 5 : Blocs de latrines à 8 portes avec fosse vidangeable, camp Musasa

Un important point qu'il faut relever est que dans tous les camps de réfugiés, les eaux usées domestiques provenant des douches et des lessives sont canalisées vers des puisards bien séparés des latrines ou jetées dans les fosses à ordures.

Les voies d'accès pour les camps du nord (Musasa et Kinama) sont en bon état, et ne constituent pas un obstacle pour le ravitaillement des camps. Par contre les voies d'accès vers les camps de l'est (Kavumu et Bwagiriza) sont difficilement praticables après des pluies abondantes, ce qui influe sur la régularité des approvisionnements surtout en briquettes. L'aménagement des camps est relativement bien fait avec une circulation aisée entre les quartiers et un bon drainage pour les eaux pluviales (voir photo 1).

Chaque camp est également doté de centres communautaires tels que des écoles, un centre de santé et un poste de police.

Les ressources disponibles et accessibles

Les ressources naturelles disponibles pour les réfugiés sont en grande partie situées en dehors des camps hormis, la terre argileuse. Elles sont constituées de bois de construction, de la bouse de vache, des résidus agricoles, des végétaux et autres biomasses, ainsi que de l'argile. L'accessibilité du bois et de l'argile est néanmoins conditionnée par l'obtention des autorisations de la part des autorités provinciales habilitées et de l'OBPE.

De nombreuses compétences professionnelles sont disponibles dans la population des camps et dans les communautés locales avoisinantes. Ainsi on y trouve aussi bien des producteurs de briques, que des ferrailleurs, des potiers, des constructeurs de fours et des enseignants/formateurs.

III.2 Demande et offre de l'énergie dans les camps

Les combustibles utilisés dans les camps de réfugiés sont principalement les briquettes fournies par le HCR et distribuées par COPED. Compte tenu de la population des camps avoisinant 40 500 personnes soit environ 7425 ménages (moyenne de 5 personnes par ménage) et une distribution de 60 kg de briquettes /mois/ménage, la consommation de combustibles doit être de l'ordre de 5346 tonnes de briquettes/an.

La demande en énergie dans les camps est supposée être satisfaite presque exclusivement par la fourniture de briquettes, étant donné que le charbon de bois et le bois de chauffe y sont théoriquement interdits. Toutefois nous avons observé à même les camps, des étalages de charbon de bois en vente libre, tout comme des utilisations au grand jour de charbon de bois et de bois de chauffe, comme source d'énergie d'appoint dans les foyers lors des cuissons.

Ceci est un signe évident que les besoins en combustibles ne sont pas pleinement satisfaits: on a noté que la quantité de briquettes distribuées (60 Kg /ménage/mois) couvre à peine 3 semaines, ceci est encore compliqué des fois par une irrégularité dans les livraisons de briquettes, d'où le recours aux combustibles d'appoint.

Pour ainsi dire, les distributions de briquettes ne couvrent que $\frac{3}{4}$ des besoins des réfugiés qui peuvent être estimés à quelques 7128 tonnes /an.

III.3 Constat sur l'utilisation de l'énergie dans les camps et équipements utilisés

L'énergie fournie dans les camps est sensée servir pour les besoins de cuisson principalement dans les cuisines collectives et accessoirement dans les foyers secondaires des ménages, qui sont utilisés aussi bien pour les besoins de cuisine individuelle que pour les besoins de chauffage, d'éclairage et de socialisation en famille autour du feu.

Dans les camps, les réfugiés utilisent des foyers soit disant améliorés, fabriqués à base de terre argileuse trouvée sur place, mélangée avec l'eau et la bouse de vaches. Ces foyers ne sont pas très différents des foyers traditionnels à trois pierres sur le plan du rendement énergétique, notamment par les transferts de chaleur ou des déperditions de chaleur liés :

- aux matériaux utilisés dans la fabrication du foyer ;
- au design des foyers (trop grand volume de la chambre de combustion, tailles inadaptées des orifices pour l'alimentation biomasse/ air, hauteur sous marmite exagérée, fuites de chaleur importantes entre le foyer et la marmite sans rester concentré sur celle-ci.

III.3.1 Foyers utilisés dans les camps

Les réfugiés utilisent des foyers qu'ils fabriquent eux-mêmes en utilisant la terre argileuse trouvée à même les camps. Certains de ces foyers ne sont pas du tout différents des foyers traditionnels à trois pierres du point de vue du rendement énergétique (photo 6a)

Comme en témoignent les traces de suie noire sur les murs des cuisines et l'importante quantité de cendres les foyers utilisés dans les camps ont un rendement médiocre et partant une surconsommation de combustibles (photo 6b).



Photo 6a : Illustration du faible rendement des foyers dû à leur design; un grand volume de la chambre de combustion et une grande taille de la porte d'alimentation, camp kinama.

Dans les cuisines collectives, le type de foyer utilisé est également très inefficace sur le plan énergétique car ces foyers sont fabriqués à partir de terre argileuse, non réfractaire, et se caractérisent par un grand volume de la chambre de combustion et une grande taille de l'orifice pour l'alimentation biomasse/air, ainsi qu'une hauteur exagérée entre la marmite et le foyer (photo 7a, 7b), sans compter le bourrage du foyer résultant d'un chargement excessif de briquettes, dû à l'ignorance des réfugiés du processus de combustion (photo 7c).



Photo 6b : Illustration de la mauvaise combustion d'un foyer intérieur mal ventilé, camp Kavumu



Photo 7a : Inefficacité du foyer dû à la hauteur exagérée entre la marmite et le foyer, camp kinama



Photo 7b : Déperdition de chaleur dû aux espaces vides entre la marmite et le foyer, camp Kinama



Photo 7c : Foyer montrant le bourrage de briquettes lors de la cuisson, camp Musasa

Nous avons observé, dans l'entrepôt de COPED du camp Kavumu, un important stock de foyers améliorés (800) plus efficaces que COPED compte diffuser dans les camps de réfugiés de l'est. Ces foyers sont de plus petite taille (fabriqués en céramique à partir d'une argile réfractaire), le volume de la chambre de combustion et la hauteur sous marmite sont très réduits, si bien que les pertes par transfert de chaleur vont être significativement diminuées, et la flamme du foyer va être rapidement en contact avec la marmite pour un meilleur rendement (photo 8).



Photo 8 : Foyers améliorés en céramique fabriqués par BQS et en stock au camp de Kavumu

III.3.2 Combustibles utilisés dans les camps

Concernant les combustibles, dans les environs immédiats des camps de réfugiés, il n'y a plus d'arbres qui puissent servir de bois de chauffe, seuls les résidus agricoles pourraient éventuellement servir comme combustibles locaux.

Dès lors, les combustibles utilisés par les réfugiés sont principalement des briquettes de biomasse, distribuées par COPED et fournies par deux principaux fournisseurs ayant contracté avec le HCR (photo 9). Leur composition varie selon le fournisseur, mais elles sont principalement constituées de 60-70% de parches de café ou de sciures et copeaux de bois, 20% de balles de riz et 10-20% de bouse de vaches ou de mélasses qui servent de liant.



Photo 9 : Briquettes utilisées dans les camps du nord

Ces briquettes, selon les affirmations des fournisseurs, ont un pouvoir calorifique comparable à celui du bois de chauffe sec (autour de 4000 Kcal/kg).

Toutefois, ces briquettes se désagrègent très facilement lors du transport engendrant beaucoup de rebuts (4 à 6%) non utilisables par les réfugiés et plus particulièrement quand elles sont mouillées ou exposées à la pluie.

Les rebuts des briquettes sont supposés être retournés chez le fournisseur pour leur remplacement en équivalents de briquettes, mais nous avons observés que les réfugiés les utilisent plutôt comme épandage dans les champs.

L'approvisionnement en briquettes est irrégulier particulièrement dans les camps de l'est où les voies d'accès sont problématiques en saison des pluies. A cela s'ajoute que les quantités distribuées aux réfugiés, 60 kg par mois pour le ménage moyen de 5 personnes restent insuffisantes pour couvrir tout le mois, et couvrent au grand max 21 jours, d'où le recours aux combustibles d'appoint comme le bois de chauffe qui s'observe dans les camps (photo 10).



Photo 10 : Utilisation du bois de chauffe comme combustible d'appoint, camp Kinama

III.3.3 Pratiques et habitudes culinaires des réfugiés

Les pratiques et les habitudes culinaires des réfugiés contribuent également à aggraver le faible rendement énergétique des foyers utilisés dans les camps.

Bien qu'il y ait des cuisines collectives dans les camps, la plupart des foyers se trouvent à l'intérieur des maisons ou dans des cuisinettes faisant extension de la maison principale, généralement dans des endroits mal ventilés avec des murs de cuisine couverts de suie, et ces foyers sont presque exclusivement construits en terre argileuse et non en argile réfractaire. En général les réfugiés préparent un repas majeur par jour que ce soit pour cuire le haricot ou pour cuire la pâte de maïs et éventuellement une préparation légère pour les légumes ou réchauffer la nourriture selon les besoins.



Photo 11 : Utilisation du pot traditionnel dans la cuisson, camp Musasa

Les habitudes culinaires font que certains réfugiés utilisent encore le pot ou la marmite traditionnelle (photo 11) en argile, qui n'est pas réputé être un grand conducteur de la chaleur, au lieu d'utiliser les

casserolles fournies par le HCR, mieux adaptées pour une cuisson rapide et partant économiser les combustibles.

La déperdition de la chaleur est encore aggravée par les habitudes d'utilisation des casseroles sans couvercle pour la cuisson des haricots ou l'utilisation des pots traditionnels (voir photos 10 et 11).

Des aliments à cuisson facile sont distribués aux réfugiés, mais ceux-ci tiennent toujours à leur diète basée sur la cuisson de haricots. Les réfugiés ont été encouragés à utiliser des dispositifs permettant d'économiser le combustible (par exemple faire tremper les haricots la veille pendant au moins 12 heures avant de les cuisiner, utiliser des couvercles sur les casseroles, faire chauffer l'eau au soleil avant de l'utiliser pour la cuisson, etc.), mais leurs habitudes culinaires constituent un frein à l'adoption de ces mesures d'économie de combustible.

III.4 Evaluation du potentiel de biomasse disponible au niveau des camps et pouvant être utilisé pour la production de briquettes pour la satisfaction des besoins en énergie pour la cuisson et le chauffage.

Les résidus agricoles, végétaux et autres biomasses, susceptibles de servir comme combustibles et qui sont disponibles à proximité ou dans les régions aux alentours des camps sont constitués de balles de riz, parche de café, paille de riz, sciures et copeaux de bois, paille de haricots, de sorgho, de maïs, et pulpe de café.

Des menuiseries ou scieries ont été identifiées dans le voisinage des camps de Musasa et de Kinama et leur production a été estimée à quelques 148.5 tonnes/an à Musasa et 84.5 tonnes/an à Kinama. Certaines de ces menuiseries répertoriées vendent leurs sciures et copeaux (500 -800 Fbu/sac) aux fabricants de briquettes de Bujumbura ou les brûlent sur place ou encore laissent les gens du voisinage les ramasser gratuitement.

Quelques unités de départage du café ont également été répertoriées dans le voisinage des camps des réfugiés du nord. Pour les usines de lavage du café, la production de parche estimée à environ 105 tonnes/an dans les alentours du camp de Musasa et 8 tonnes/an pour celui de Kinama, concerne les produits issus du vannage. La production de parche de l'usine de départage « Ikawa Nziza » (environ 100T) est vendue à un acheteur de Bujumbura qui les utilise pour la fabrication de briquettes, tandis que les autres usines brûlent purement et simplement leurs produits de départage pour éviter que la population ne les mélange avec les autres graines de café.

Les camps de réfugiés du nord sont situés à proximité de deux grandes vallées rizicoles, les vallées de Buyongwe et de Nyamuswaga. Plusieurs unités de décorticage du riz sont opérationnelles, dans un rayon n'excédant pas 20 Km et leur production annuelle de balle de riz est estimée à 85 tonnes/an autour du camp de Musasa et de 107 tonnes /an aux alentours de celui de Kinama.

Ici il faut remarquer que les unités de décorticage actuellement en opération n'arrivent pas à satisfaire la demande émanant des riziculteurs et de nouvelles unités sont en voie d'être installées.

Les balles de riz produites sont considérées comme des déchets encombrants et sans valeur qui sont gratuitement offerts à qui veut les ramasser, si elles ne sont pas brûlées.

La paille de riz est abondante même s'il est difficile d'estimer le tonnage produit par an, elle n'est pas vendue, elle est principalement utilisée dans le paillage des caféiers, comme litière de bétail, mais elle est surtout abandonnée dans les rizières après la récolte.

Dans les camps de l'est, le potentiel en sciures et copeaux de bois, ou en parches de café, les principaux ingrédients pour la fabrication de briquettes, est pratiquement inexistant, seules les balles de riz et les pailles de riz sont présentes.

III.5 Défis et contraintes en matière de satisfaction des besoins en énergies

La population de réfugiés utilise du bois-énergie et des briquettes pour satisfaire ses besoins en énergie domestique, souvent de manière non durable et en utilisant des foyers inefficaces.

Les besoins en combustibles de biomasse, pour le type de foyer utilisé dans les camps, sont généralement estimés autour de 4Kg/jour avec une efficacité énergétique variant entre 5% et 15%, suivant le type de biomasse¹. Dès lors, une distribution de 60Kg de briquettes par mois, comme c'est le cas actuellement pour un ménage moyen de 5 personnes, cela revient à 2Kg/jour/foyer.

Ce déficit en combustibles est davantage aggravé, car ces foyers des camps connaissent d'importantes fuites de chaleur pour les raisons suivantes :

1. La grande distance entre la marmite et le lit du foyer (une profondeur de plus de 30 cm), fait que le transfert de chaleur à la marmite est considérablement réduit ;
2. Les grands espaces ouverts entre la marmite et le foyer entraînent une fuite importante de flux de gaz chauds sans entrer en contact avec la marmite, réduisant ainsi le transfert de chaleur par convection ;
3. L'alimentation en air frais n'atteint généralement pas le fond du foyer, d'où une quantité considérable de combustibles qui se consomment avec forte émission de fumées mais sans dégager une chaleur adéquate pour la cuisson.

La diffusion de foyers améliorés est reconnue comme un moyen efficace pour réduire les consommations de combustibles utilisés pour satisfaire les besoins en énergie des camps de réfugiés, et ainsi réduire la déforestation et améliorer les conditions sanitaires des utilisateurs par la réduction des émissions de fumées et de particules fines.

Le succès, d'une telle diffusion dépendra des facteurs comme la compatibilité des paramètres techniques des foyers avec les attentes sociales, la consistance avec les besoins et la culture des réfugiés bénéficiaires. Les foyers améliorés, sont à même d'assurer une plus grande efficacité dans l'utilisation

¹ Improved cookstove and biogas programmes in Bangladesh, *M.M. Golam Hossain*; Energy for Sustainable Development, Volume VII No. 2
• June 2003

des combustibles de biomasse, et permettent de faire un gain substantiel du temps de cuisson. Le foyer amélioré en céramique a une efficacité énergétique de l'ordre de 40% ² et permet d'économiser environ 50% de combustibles et de temps de cuisson comparativement aux foyers actuellement utilisés dans les camps.

Les problèmes d'approvisionnement durable de l'énergie dans les camps de réfugiés se trouvant à l'Est et au Nord du Burundi sont quasi identiques et se heurtent à la rareté de la biomasse adéquate pour la fabrication de briquettes dans les camps et aux alentours immédiats des camps.

Par contre, le potentiel de bio méthanisation est réel, surtout dans les camps du nord, mais malheureusement inexploité, les déjections dans les latrines en rangées sont purement et simplement vidangés tous les six mois pour être disposés dans les fausses à ordures et servir de fumier plus tard.

Des expériences conduites au Bangladesh, ont montré la faisabilité de petites unités de biogaz familiales avec des digester de 6.3m³ et d'un réservoir de gaz d'une capacité de 2.3m³.

L'approvisionnement durable de l'énergie des camps de réfugiés, doit être soigneusement pensé, planifié et géré, de façon à éviter des conséquences dommageables sur plusieurs niveaux, économique, la santé et le bien être des réfugiés, ainsi que l'environnement.

IV. Projection des besoins en énergie dans les camps sur un horizon temporel de 10 ans

Les besoins en énergie dans les camps vont évoluer avec l'augmentation de la population. A l'heure actuelle le taux de naissance varie entre 4 et 6 pourcent par an. Le taux de croissance de la population des camps qui est fonction des naissances est réduit par le nombre de départs vers les pays d'installation définitive des réfugiés comme l'Angleterre et les Etats unis d'Amérique. Toutefois vu la géopolitique dans la région des grands lacs, on peut raisonnablement estimer que la population des camps continuera à augmenter tout au-moins en fonction des naissances étant entendu que les départs seront toujours compensés par les nouvelles arrivées. Pour les prévisions, trois scénarii ont été analysés. Le premier scénario considère que la population des camps reste constante car les naissances sont compensées par les départs. Dans ces conditions, les besoins en combustibles resteront les mêmes pendant toute la période de projection. Le deuxième scénario suppose que compte tenu de la conjoncture mondiale, il n'y aura pas de départs et la population des camps va augmenter par rapport à la moyenne des naissances (moins les décès). Ce taux est estimé à 5% par an. Le troisième scénario qui est le plus optimiste et qui tient compte des circonstances du moment suppose que compte tenu des situations politiques dans la région des grands lacs, le nombre de réfugiés va doubler d'ici 2020 et puis se stabiliser. Cette hypothèse est soutenue par le fait que le HCR envisage maintenant d'ouvrir un autre camp à Nyankanda en province Ruyigi. Les besoins en combustibles sont calculés dans le tableau ci-dessous :

² Plateforme R&D foyers améliorés Caractérisation et optimisation des performances énergétiques des foyers améliorés et analyses des émissions de gaz lors de la cuisson, S. Tanoh, J. Blin, F. Pinta, N. Kpai, J. Collin Centre Commun de Recherche Énergie et Habitat Durables (CCREHD); Éditions Sud Sciences et Technologies collection cahiers des innovations n°01 - Juin 2013

Tableau 1- Evolution des besoins en combustibles à l'horizon 2028 en tonnes ((basées sur les consommations actuelles)

An Sc	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171	5.171
2	5.171	5.244	5.314	5.381	5.445	5.505	5.562	5.614	5.662	5.704	5.741
3	5.171	5.688	6.205	6.723	7.240	7.757	8.274	8.791	9.308	9.825	10.342

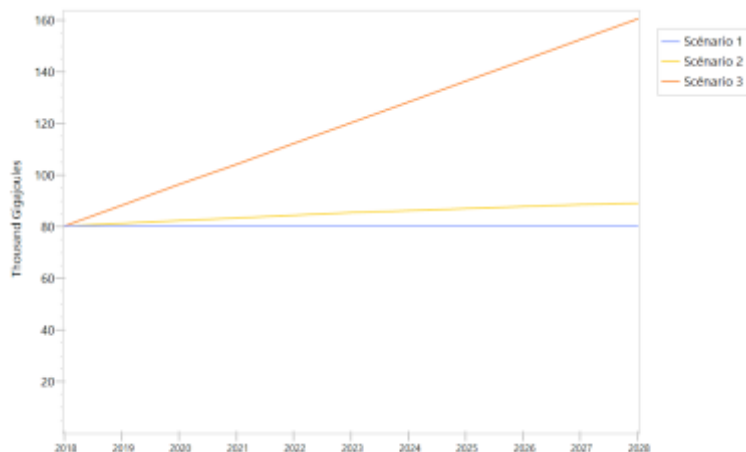


Figure 1 : Evolution des besoins en combustibles à l'horizon 2028

Dans le dernier scénario, les besoins en combustibles vont doubler. La question est de savoir si la fourniture des briquettes pourra suivre si les besoins en combustibles doivent continuer à être couverts par les briquettes. Le chapitre suivant analyse les différentes options alternatives pour fournir de l'énergie de cuisson.

V. Identification des options d'approvisionnement et de satisfaire les besoins en énergie de façon durable

Les enquêtes menées dans les camps de réfugiés ont permis d'identifier plusieurs options d'approvisionnement en énergie mais le choix final des options dépend de plusieurs facteurs comme la disponibilité de la matière première, les coûts, les habitudes culinaires, l'accessibilité de la technologie, la culture etc. Les sections ci-après décrivent les options identifiées.

Le bois de chauffe

Le bois de chauffe comme combustible pour la cuisson est la source d'énergie la plus utilisée au Burundi. L'utilisation de cette ressource accélère la déforestation avec toutes ses conséquences sur l'environnement et le taux de reboisement n'a jamais pu compenser le taux de déforestation. Le bois de chauffe est devenu de plus en plus rare non seulement dans les environs des camps mais aussi lorsque les camps étaient encore approvisionnés en bois, les apporteurs de bois devaient parcourir de longues distances pour s'approvisionner, jusque dans les provinces du sud du pays. De plus, l'utilisation du bois était source de conflit entre les réfugiées et les populations riveraines des camps.

L'utilisation de bois n'est pas une option à encourager dans les camps même si les réfugiés recourent encore à cette ressource pour compenser le déficit en combustibles.

La tourbe

Des réserves en tourbe existent en quantité non négligeable d'environ 100 millions de tonnes dont 57 millions sont considérées comme économiquement exploitables. Toutefois, l'utilisation de la tourbe comme combustible au niveau domestique est source de pollution nocive pour l'homme. En effet, la combustion de la tourbe à l'état brut dégage une quantité très importante de fumée.

L'énergie solaire

La cuisson par énergie solaire est faite grâce au poêles solaires qui captent et concentrent les rayons du soleil pour chauffer des aliments et des liquides à la température désirée. Les résultats varient grandement selon la latitude et de l'exposition, mais les principaux avantages de ces poêles se trouvent dans leur portabilité et l'autonomie. Les cuiseurs solaires sont plus efficaces lors des jours ensoleillés mais le vent, les intempéries et les ombres réduisent considérablement leur utilisation. Des essais ont été faits au Burundi mais ce sont révélés non concluant car fonctionnant avec le rayonnement direct alors qu'une grande partie de l'année le ciel est nuageux constituant ainsi un obstacle au rayons du soleil. Cette option ne peut donc pas constituer une option fiable la cuisson dans les camps.

Les briquettes

Actuellement, le combustible utilisé presque exclusivement dans les camps pour la cuisson est la briquette. Cette briquette n'est pas carbonisée et elle est produite par densification des déchets ligneux cellulosiques comme la parche de café, la balle de riz, etc... dans des proportions variables et selon les saisons (photo 12). La bouse est utilisée comme liant et ne représente pas plus de 10 pour cent. La bagasse est aussi utilisée et quand elle est disponible, elle sert aussi de liant.



Photo 12 : Machine utilisée pour la fabrication des briquettes chez BQS

Analyse des possibilités de production des briquettes dans les camps

D'après les quantités renseignées dans les sections présentes soit 553 tonnes de déchets ligneux cellulosiques produits annuellement dans les provinces qui hébergent les camps, il s'avère qu'il y a un manque de matière pour produire des briquettes pour les camps et par les réfugiés. La seule matière disponible en grande quantité surtout dans les provinces de Ngozi et Muyinga est la paille de riz mais celle-ci ne peut pas être utilisée seule pour la production des briquettes. Elle contient beaucoup de silice et produit beaucoup de cendre en brûlant. Aussi, les agriculteurs l'utilisent comme litière en vue d'avoir du compost ou l'enfouir directement lors du labour pour améliorer la productivité du sol. Même pour avoir ces quantités renseignées ci-dessus, il faut parcourir des distances allant jusqu'à cinquante Km des camps pour accéder à la matière première.

Malgré les petites quantités disponibles, le consultant a aussi analysé la possibilité de produire quelques briquettes densifiées au niveau des camps par les réfugiés eux-mêmes. Parmi les déchets disponibles pour la fabrication manuelle de briquettes on trouve les balles de riz et la sciure, mais on rencontre des difficultés liées à la faible pression et à la disponibilité du liant. En effet, la principale limite à la production des briquettes avec des presses manuelles est la disponibilité du liant puisque la farine de manioc ou de riz qui peut être utilisée constitue l'aliment de base des réfugiés et son utilisation pour produire des briquettes ne saurait être acceptée par la population. Aussi, même si le problème de liant était résolu, il faudra pouvoir organiser un système de collecte de déchets et les amener aux camps ce qui rendra

l'opération onéreuse et très peu compétitive par rapport au système d'approvisionnement en place. De plus, en discutant avec les encadreurs dans les camps, il s'avère que les réfugiés ne sont pas enclins aux travaux car même lors de la distribution des vivres, ils recourent aux services des personnes des environs des camps pour le transport même pour de petites quantités

Toutefois, compte tenu du fait que les producteurs de briquettes basés à Bujumbura viennent collecter la parche de café aux usines de déparchage de Ngozi(SIVCA), Kayanza(Horamama) et Masanganzira(Ikawa Nziza) des contrats d'exclusivité, il y a lieu d'envisager l'installation d'une petite unité de production des briquettes à Ngozi et ainsi profiter de la parche produite par ces usines et des sciures et copeaux de bois disponibles dans ces localités (photo 13).



Photo 13 : Amas de sciures et copeaux de bois ACOMEBU- MASANGANZIRA

Dans un premier temps, une unité pouvant produire jusqu'à 3000 tonnes devrait être envisagée et cela pourrait réduire le coût des briquettes qui est actuellement de 425 Fbu/Kg livré dans les camps.

Les briquettes carbonisées

Les briquettes carbonisées sont obtenues par la thermochimie en subissant une carbonisation contrairement aux briquettes non carbonisées qui sont obtenues par la densification directe des résidus. La fourniture des briquettes carbonisées aux camps permettrait de résoudre un problème de pollution due à l'utilisation des briquettes non densifiées.

Les foyers améliorés et Mesures d'efficacité énergétique

Il s'agit de la mise à disposition et de l'incitation à l'utilisation de matériels ou de pratiques culinaires destinés à optimiser la consommation énergétique. Parmi les équipements pouvant contribuer à l'efficacité énergétique au niveau domestique, il y a notamment le foyer amélioré. Plusieurs types de foyers améliorés existent dans les pays en développement mais dans la sous région, des tests ont été menés pour caractériser les différents types de foyers en utilisation. Les résultats de ces tests sont repris dans le tableau n°2 ci-dessous :

Type de foyer	Paramètres	Tests d'ébullition de l'eau			Moyenne
		Démarrage à froid	Démarrage à chaud	Simmer	
trois pierre(3-Pierres)	Temps jusqu'à l'ébullition (min)	39	27	45	37,00
	Rendement thermique(%)	9	9,33	16	11,44
	consommation spécifique du combustible(g/Litre)	265	211	205	227,00
Foyer en céramique	Temps jusqu'à l'ébullition (min)	27	22	45	31,33
	%-différence de temps d'ébullition par rapport au 3-pierres	31	19	0	16,67
	Rendement thermique(%)	26	29	31	28,67
	%-différence de rendement par rapport versus. 3-Pierres	65	68	48	60,33
	consommation spécifique du combustible(g/Litre)	94	77	140	103,67
	%-différence de consommation v. 3-Pierres	65	64	32	53,67
Foyer en céramique installé	Temps jusqu'à l'ébullition (min)	28	24	45	32,33
	%-différence de temps d'ébullition par rapport au. 3-pierres	28	11	0	13,00
	Rendement thermique(%)	21	21,67	23	21,67
	%-différence de rendement par rapport versus. 3-Pierres	57	57	30	47,67
	consommation spécifique du combustible(g/Litre)	94	86	201	127,00
	%-différence de consommation v. 3-Pierres	65	59	2	42,00
Foyer en céramique avec enveloppe métallique	Temps jusqu'à l'ébullition (min)	19	24	45	29,33
	%-différence de temps d'ébullition par rapport au. 3-pierres	51	11	0	20,67
	Rendement thermique(%)	23,38	22,33	23,83	23,18
	%-différence de rendement par rapport versus. 3-Pierres	62	58	33	51,00
	consommation spécifique du combustible g/Litre)	75	80	192	115,67
	%-différence de consommation v. 3-Pierres	72	62	6	46,67

Tableau 2 –Résultats des tests d'efficacité énergétique des foyers améliorés

Source : EnDev Tanzania: Tanzania Improved Cook Stoves Water Boiling Test (WBT) Results for Large Sized Matawi Stoves (Jan.2015)

Il ressort du tableau ci-dessus que le foyer en céramique a un rendement thermique de plus de quarante pourcent. Il est facile à fabriquer et peut se présenter sous plusieurs formes comme le montre la figure ci-dessous. Il est semblable au Matawi Stove en utilisation dans l'Afrique de l'est et est facile à fabriquer. L'Entreprise BQS (Burundi Quality Stove) en produit en nombre suffisant. Ces foyers peuvent même être fabriqués par les réfugiés eux-mêmes avec un peu de formation et sont les mieux adaptés au contexte socio-économique des camps de réfugiés. Pour réduire leur fragilité, le modèle encastré est plus recommandable même si le rendement est faible par rapport au modèle non encastré car il présente plus

d'avantages (photo 14). Comme il est fixe, il dure plus longtemps et les cuisiniers préparent facilement la nourriture et surtout la pâte avec.

Changement d'habitudes culinaires

La ration alimentaire qui est distribuée aux réfugiés est faite essentiellement de haricot. Ce haricot est dur et prend beaucoup de temps et de combustible être cuit. Bien que les populations des camps n'aient pas le trempage des haricots, on devrait les sensibiliser afin qu'elles adoptent cette pratique qui permet de réduire la consommation des



Photo 14 : Foyer amélioré encastré dans une maçonnerie en briques cuites pour améliorer sa durabilité et maniabilité

briquettes de 28,6 pourcent. Pour ne pas altérer le goût du haricot trempé, il faut cuire le haricot dans la même eau dans laquelle il était trempé. Cela revient à laver d'abord le haricot avant de le tremper.

La synthèse des résultats des tests menés sur l'effet du trempage du haricot sur la consommation des combustibles et le temps de cuisson est reprise dans le tableau ci-dessous :

	Haricot sec cuit sans bicarbonate	Haricot sec trempé pendant 12h dans l'eau puis cuit sans bicarbonate
Quantité de haricot (en kg)	1kg	1kg
Quantité de briquettes engagées (en kg)	10kg	7kg
Quantité de briquettes restantes (en kg)	1kg	0kg
Quantité de briquettes consommées (en kg)	9kg	7kg
Durée de l'opération (en kg)	6h46	5h51

Tableau 3- Effet du trempage sur la cuisson du haricot

Le biogaz (construction de digesteurs)

Environ 60% de méthane en volume peut être produit par dégradation bactérienne anaérobie (sans oxygène) des matières fécales avec une valeur thermique de 25MJ/kg. Cette digestion anaérobie produit également environ 40% de CO₂. Le biogaz est donc un mix de ces 2 gaz.

Selon les différentes études menées en matière de production du biogaz ; une personne adulte peut produire une moyenne de 200 g de matières fécales qui peuvent générer 50 litres de méthane par jour si la biométhanisation se fait dans des conditions optimales de température (La digestion anaérobie mésophile (25–40 °C) représente la plage optimale pour la production de biogaz) , le PH (Les bactéries impliquées dans la digestion anaérobie supporte des pH variant entre 6 et 8, avec une activité optimale autour de 7), l'agitation du régulière du digesteur anaérobie pour renforcer l'activité méthanogène. Aussi pour rendre les déchets biométhanisables, il faut avoir suffisamment d'eau.

Il y a plusieurs types de digesteurs pour la biométhanisation des déchets et plus particulièrement la matière fécale. Le type de digesteur à dôme encastré, comme illustré par la figure 2 est de loin le plus répandu.

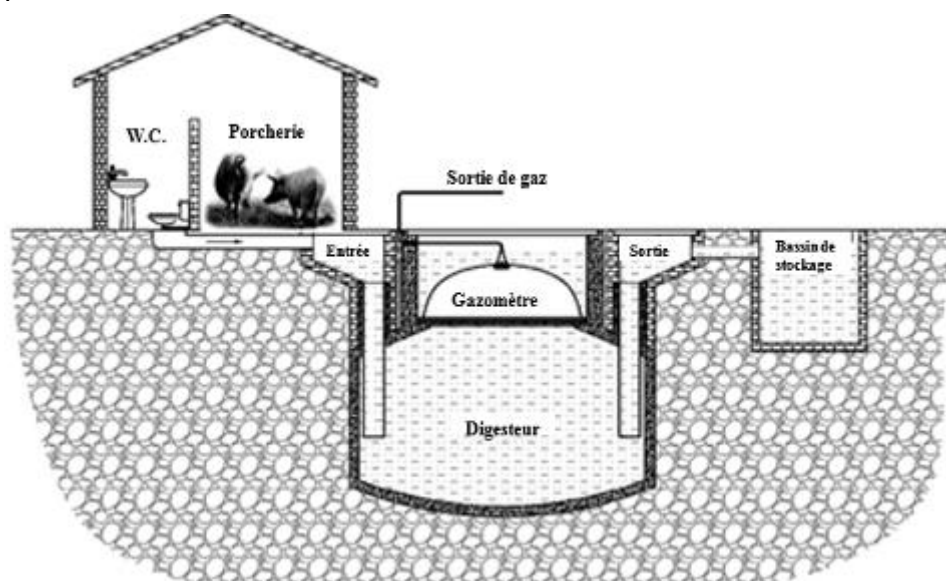


Figure 2- Description schématique d'un digesteur à dôme encastré fonctionnant à partir de déjections animales et excréments humains (source : Puxin (2009))

Le succès de ce type de digesteur est dû à la disponibilité locale des matériaux de construction, aux coûts d'installation relativement faibles, à l'absence de composants amovibles et d'acier corrodable, à une longue durée de vie dans le cas où il a été bien construit et bien entretenu, une économie de l'espace liée à sa construction souterraine, etc. Dans les camps de réfugiés, l'existence des toilettes communautaires permet de collecter les excréments humains pour alimenter les digesteurs. L'eau est aussi disponible pour favoriser le processus de production du biogaz.

Si l'on tient compte de la population des camps des réfugiés, on évalue le potentiel de production du biogaz par jour dans le tableau suivant :

Camp	Population	Déchets fécaux	Biogaz pouvant être produit(m3)	Energy en Kwh	Quantité d'énergie équivalente (KJ)	Quantité de bois en Kg correspondant	Besoins en combustibles couverts (%)
Musasa	7500	1500	375	2250	8100000	562,5	22%
Kinama	8950	1790	447,5	2685	9666000	671,25	21%
Kavumu	17085	3417	854,25	5125,5	18451800	1281,375	27,8%
Bwagiriza	8894	1778,8	444,7	2668,2	9605520	667,05	17,3%

Tableau 4- Potentiel de production de biogaz dans les camps des réfugiés

Il ressort du tableau ci-haut que des économies substantielles de bois peuvent être enregistrées si toute ou une partie des excréments humains des camps des réfugiés pouvait servir pour la production du biogaz. Toutefois, si la construction des digesteurs à biogaz était retenue, il faudra commencer par les camps du nord à savoir Kinama et Musasa et pour les camps de Kavumu et Bwagiriza, le faire uniquement dans les quartiers avec des toilettes communautaires.

Dans le cadre d'une analyse économique de faisabilité de la mise en œuvre de la technologie de méthanisation, des considérations bénéfiques d'ordre environnemental, socio-économique, ainsi que certaines externalités devraient être prises en compte, en termes de bénéfices quantifiables en contrepartie des coûts de construction, d'installation et de fonctionnement. En effet, quelques-uns de ces bénéfices sont repris ci-dessous :

- Le biogaz produit à partir des excréments humains constitue une alternative aux combustibles fossiles et ligneux pour la cuisson par des procédés relativement simples, facilitant l'accès à l'énergie et réduisant la déforestation et la pollution de l'air et leurs implications sur la santé et la vie humaine.
- la méthanisation des déchets fermentescibles permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et peut donc être classée parmi les projets MDP (Mécanisme de Développement Propre) financés dans le cadre du système de crédit carbone ;
- la matière organique digérée lors de la méthanisation représente un amendement organique amélioré (les organismes pathogènes ont été détruits) et enrichi susceptible de générer un revenu supplémentaire car pouvant être vendu aux agriculteurs comme fumier organique;
- les différentes étapes de la construction, la mise en opération, le fonctionnement et le suivi de digesteurs anaérobies rudimentaires, sont génératrices d'emplois ;
- la réutilisation de la matière organique conduit à une réduction des gisements de déchets des camps et augmentation de la durée d'utilisation des centres d'enfouissement ;
- la méthanisation des déchets organiques permet de réduire les coûts externes liés à la pollution de l'air en particulier par l'émission du CH₄, gaz à effet de serre 21 fois plus puissant que le CO₂, et à la pollution des eaux souterraines par la percolation des acides organiques, au niveau des décharges non contrôlées. En effet, la pratique actuelle d'enfouissement des excréments génère des émissions de méthane qui contribue au réchauffement global provoquant ainsi le changement climatique.

Toutefois malgré les avantages ci-dessus énumérés, une étude détaillée de faisabilité technico-financière devrait être menée en vue de mettre en œuvre un programme de construction des digesteurs dans les camps de réfugiés. Cette étude devrait porter notamment sur l'acceptabilité de la technologie dans les camps et la disponibilité de la main d'œuvre. Pendant les enquêtes, il a été constaté que même pour les petits travaux qui demande très peu d'effort et qui profitent aux réfugiés, on fait recours à une main d'œuvre en dehors du camp. S'il n'y a pas d'appropriation de la part des bénéficiaires, le programme ne pourra pas réussir. Dans le cas où le programme serait retenu, il faudra prévoir la construction des réservoirs d'eau de pluie afin que cette dernière puisse être utilisée pour l'alimentation des digesteurs.

Tableau 5- Synthèse des options

Options		Avantages	Inconvénients	Observations	Recommandations
Bois de feu		Le bois constitue un bon combustible à haut rendement énergétique	La ressource bois n'est pas disponible en quantité suffisante dans les communes où se situent les camps. Risque d'accélérer le déboisement avec ses conséquences sur l'environnement.	Option non envisageable	Non recommandable
Briquettes	Avec presse manuelle dans les camps	Ne requiert pas d'énergie	Pas de matière première dans les camps (parche de café, copeaux et sciures, balles de riz, liant ,etc ...) Faible capacité de production Briquettes très fragiles	Option non envisageable car même si la matière première était disponible, les réfugiés ne sont pas enclins aux travaux manuels	Non recommandable
	Presse mécanique dans les camps	Grande quantité de briquettes pouvant être produites. Création d'emplois pour les réfugiés et de revenus Amélioration de la salubrité du milieu	Pas de matière première en quantité suffisante pour justifier la production de briquettes. Coûts élevés des presses mécaniques. Demande de l'énergie électrique non disponible dans les camps Problème de gestion d'approvisionnement de la matière première	Option non envisageable	Non recommandable
	Presse mécanique en dehors des camps	Grande quantité de briquettes pouvant être produites	Production de briquettes reste limitée (environ 3 000 tonnes /an)	Option à envisager notamment à Ngozi	Recommandable

Options		Avantages	Inconvénients	Observations	Recommandations
		Création d'emplois pour les la population locale Matière première disponible dans les villes comme Ngozi	Demande un investissement élevé Concurrence avec les autres consommateurs de briquettes		
	Briquettes carbonisées	Combustible à haut rendement.	Technologie coûteuse Consomme de l'énergie Nécessite une carbonisation préalable de la matière première	Option non envisageable	Non recommandable
	Achat auprès des fournisseurs	Les producteurs ont une capacité suffisante pour répondre aux besoins des camps (briquettes disponibles) Contrôle facile	Prix de revient des briquettes rendus dans les camps élevé notamment à cause du coût du transport. Livraison peut être irrégulière Longues distances à parcourir	Option à poursuivre Négocier de bons prix Maintenir un bon stock de sécurité dans les camps pour éviter les ruptures	recommandable
Efficacité énergétique	Foyers en céramique	Bon rendement énergétique Coût accessible (5 000 FBU/pièce) Technique de fabrication et de cuisson facile à maîtriser par les réfugiés.	Manipulation délicate, peut être cassée facilement.	A encourager la fabrication sur place	A initier dans tous les camps
	Foyers en céramique encastrés	Bon rendement énergétique Technique de fabrication et de cuisson facile à maîtriser. Facile à installer.	Coût d'installation (environ 10 000 FBU)	A encourager la fabrication sur place	A poursuivre car déjà en cours dans les camps
	Foyers en céramique avec enveloppe métallique	Bon rendement énergétique	Coût un peu élevé (15 000 FBU) Technique de fabrication exige l'utilisation du métal importé et des artisans un peu spécialisés		Pas recommandable

Options		Avantages	Inconvénients	Observations	Recommandations
	Foyer avec cheminée	Rendement énergétique élevé Hygiène dans la maison parce que les fumées sont évacuées par une cheminée.	Coût d'installation élevé. Sa construction nécessite des artisans spécialisés.		Pas recommandable
	Education/sensibilisation	Possibilité de réduire la quantité de combustible utilisée. Personnel de COPED pour la formation/sensibilisation disponible au niveau des camps	Nécessité de renforcer préalablement les capacités du personnel de COPED qui encadre les camps des réfugiés.	Option à privilégier	Action urgente
	Changement d'habitudes culinaires	Réduction de la quantité de combustible utilisée.	Réticence dans le changement d'habitude et nécessité de faire des démonstrations	Option à privilégier	Action urgente
Biogaz		Procure de l'énergie propre. Améliore l'assainissement des camps. Possibilité de valoriser les effluents sous forme de fumure organique vendue aux populations environnantes. Création d'emplois rémunérés lors de l'installation.	Coût d'installation élevé (5 000 000 Fbu/ M ³) Installation faite par une entreprise spécialisée. Nécessite beaucoup de soins pour la maintenance La quantité de biogaz pouvant être produite ne peut pas couvrir tous les besoins domestiques des ménages des camps.	Option à envisager.	Procéder rapidement à une évaluation technico-financière pour les installations pilotes
Cuiseurs solaires		Energie disponible	Ensoleillement irrégulier donc non fiable	Pas compatible avec les habitudes culinaires surtout quand il faut cuire le haricot	Pas recommandable

Options	Avantages	Inconvénients	Observations	Recommandations
		Technologie non maîtrisée localement		

VI. Stratégie et plan d'action d'approvisionnement durable en énergie.

L'option d'utilisation des ressources ligneuses (bois et charbon de bois) pour assurer un approvisionnement en énergie de cuisson des camps de réfugiés du Nord et de l'Est du Burundi a été écartée depuis longtemps et c'est l'option d'utilisation des briquettes qui a été privilégiée. C'est donc pour cette raison que la présente stratégie mise sur l'économie dans l'utilisation des briquettes ainsi que le développement d'autres sources d'énergie alternative.

VI.1 Vision

- **Vision : «Permettre à toute la population des camps d'être en mesure de satisfaire leurs besoins en énergie pour la cuisson d'une manière sûre et viable sans crainte ni risque pour leur santé, leur bien-être et leur sécurité personnelle ».**

VI.2 Principes directeurs

La stratégie proposée est sous tendue par les principes directeurs suivants :

Protection : Les ressources énergétiques pour la cuisson sont parmi les besoins fondamentaux des réfugiés. Assurer durablement leur disponibilité sans affecter les conditions de vie des populations environnantes est un acte de protection des réfugiés parce que permettant une vie en harmonie avec ces dernières.

Équité : Dans le souci de créer/entretenir une coexistence pacifique entre les réfugiés et les populations vivant dans les environs des camps, la promotion de certaines technologies telles que la production et l'utilisation des foyers améliorés et les énergies renouvelables devrait être étendue dans les deux milieux dans des proportions à définir.

Accès : La stratégie préconise l'accès de tous les ménages aux ressources énergétiques et des technologies efficaces. A cet effet, la contribution des partenaires dans l'assistance aux réfugiés est importante afin que ces derniers vivent dans la dignité.

Durabilité : Le souci de la stratégie est de proposer des options de réponses durables aux besoins en énergie des réfugiés basées sur les ressources disponibles localement et les capacités existantes ou à créer.

Participation : Il est important que les options proposées soient, dans la mesure du possible, auto-entretenues par les bénéficiaires eux-mêmes pour qu'elles soient durables. Ainsi, la production de foyers améliorés en céramiques ainsi que la maintenance des installations pour les énergies renouvelables devront être assurés par les utilisateurs eux-mêmes aussitôt que possible.

Âge, Genre et Diversité (AGD) : Pour rendre durable les systèmes d'approvisionnement en énergie, toute intervention devrait tenir compte du genre et des besoins spécifiques des différents groupes/catégories de la communauté de réfugiés.

Adéquation et fiabilité : Comprendre les besoins des réfugiés et y répondre avec les meilleures solutions énergétiques durables, tenant en compte les facteurs socio-économiques, culturels et environnementaux

VI.3 Objectifs stratégiques

Deux objectifs stratégiques sont visés. Il s'agit de :

1. **Approvisionner les camps en combustibles de façon efficiente et participative**
2. **Améliorer l'accès à des technologies économes en combustibles et aux énergies renouvelables**

VI.1.1 Approvisionner les camps en combustibles de façon efficiente et participative

Objectif : D'ici 2019, l'approvisionnement en combustible pour la cuisson est assuré sans interruption

Résultat escompté : Tous les ménages des camps des réfugiés utilisent les briquettes pour répondre à leurs besoins de cuisson

Indicateur : Le pourcentage des besoins en énergie de cuisson satisfaits par l'utilisation des briquettes

VI.1.2 Améliorer l'accès à des technologies économes en combustibles et aux énergies renouvelables

Objectif 1 : D'ici 2020, tous les ménages des camps de réfugiés utilisent des foyers améliorés.

Résultat escompté : Le nombre de ménages utilisant les foyers améliorés à haut rendement est accru.

Indicateur : La consommation des briquettes est réduite de 30 %

Objectif 2 : D'ici 2021, tous les camps de Muyinga, Ngozi, Cankuzo et Ruyigi sont dotés d'installations de biogaz.

Résultat escompté : Le nombre de ménages utilisant le biogaz est accru

Indicateur : La consommation de briquettes est encore réduite de 10% grâce au biogaz

Objectif 3 : D'ici 2019, tous les ménages adoptent des techniques de cuisson qui permettent l'économie d'énergie (ex. tremper le haricot avant la cuisson, couvrir les marmites, éteindre le feu après la cuisson, etc....)

Résultat escompté : Réduction des combustibles consommés pour la cuisson

Indicateur : La consommation de briquettes est encore réduite de 10% grâce aux changements de techniques de cuissons

Le choix du foyer amélioré à diffuser a été déjà fait. Il s'agit du foyer en céramique testé en Tanzanie et dont le rendement atteint 42 % . Il peut être utilisé isolé ou encastré dans une maçonnerie en briques réfractaires.

L'adoption de la technologie du biogaz pourra également contribuer à la réduction de la quantité de briquettes utilisées par les ménages. Elle permettra également de produire du fumier à partir des effluents issus des digesteurs et qui pourra être utilisé par les réfugiés et vendu aux agriculteurs dans les environs des camps.

VI.4 Activités clés pour la mise en œuvre de la stratégie

Pour la mise en œuvre de la stratégie, les activités clés sont notamment :

- La poursuite de l'approvisionnement des camps en briquettes
- La généralisation de l'utilisation des foyers améliorés
- La valorisation des excréments humains par la biométhanisation
- L'encadrement /sensibilisation pour le changement d'habitudes culinaires
- L'éducation et sensibilisation à l'économie d'énergie y compris la maintenance et la réparation des équipements

VI.5 Plan d'action 2018-2028

Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Responsable	Partenaires	Coût (en US\$)
Axe stratégique 1 : Approvisionner les camps en combustibles de façon efficiente et participative					
Objectif 1 : D'ici 2019, l'approvisionnement en combustible pour la cuisson est assuré	Réhabiliter et entretenir les pistes d'accès aux camps des réfugiés de Ruyigi et de Cankuzo	Pistes d'accès aux camps de Kavumu et Bwagiriza (pour environ 30 Km) sont utilisables par des grands camions de transport en toute saison.	Administration communale	Direction Générale des Routes, HCR	150 000
	Poursuivre l'approvisionnement des camps en briquettes.	Les besoins mensuels des ménages en briquettes sont couverts.	COPED	HCR	10 000 000
	Implanter deux unités de production de briquettes à Ngozi et à Gitega d'une capacité de 3 000t par an chacune.	Environ 3 000 t de briquettes sont produites à Ngozi	Privé		400 000
	Interdire l'utilisation des ustensiles en argile pour la cuisson (Pots traditionnels)	Pas d'utilisation des pots en argile pour la cuisson.	COPED	HCR	-
Sous total 1					10 550 000
Axe stratégique 2 : Améliorer l'accès à des technologies économes en combustibles et aux énergies renouvelables					
Objectif 2 : D'ici 2020, tous les ménages des camps de réfugiés utilisent des foyers améliorés.	Fournir les foyers améliorés en céramique à tous les ménages des camps des réfugiés	Tous les ménages des camps ont reçu des foyers améliorés	COPED	HCR	43000
	Identifier dans les alentours des camps de réfugiés les sites d'argile pouvant être utilisés pour la fabrication des foyers améliorés	Des gisements de bonne argile pour la production de foyers améliorés sont identifiés dans les alentours des camps	COPED	HCR	5000
	Former des réfugiés à la fabrication des foyers améliorés et à la technique de cuisson.	20 artisans producteurs de foyers améliorés sont formés dans chaque camp de réfugiés	COPED	HCR	10 000
	Encadrer (sensibiliser) les ménages à utiliser les foyers améliorés en céramique	Tous les ménages adoptent l'utilisation des foyers améliorés	COPED	HCR	10 000

Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Responsable	Partenaires	Coût (en US\$)
	Appuyer les ménages à installer les foyers améliorés chez eux (foyers encastrés dans un cadre en maçonnerie)	Tous les foyers utilisés sont encastrés dans un cadre en maçonnerie	COPEP	HCR	2000
	Encadrer les ménages de manière à ce qu'ils changent progressivement leurs habitudes culinaires (ex, tremper les haricots avant de les cuire, couvrir les casseroles, etc....)	La consommation de briquettes par ménage diminue de 15 %	COPEP	HCR	10 000
Sous total 2					80 000
Objectif 3: D'ici 2021, tous les camps de Muyinga, Ngozi, Cankuzo et Ruyigi sont dotés d'installations de biogaz.	Elaborer une étude de faisabilité technique et financière pour l'installation des infrastructures de biogaz dans les camps des réfugiés par quartier	Plans et coûts d'installation des équipements pour la production de biogaz	COPEP	HCR	20 000
	Construire et faire fonctionner les installations pilotes de biogaz dans les camps (entreprises privées)	Installations pilotes de biogaz fonctionnelles dans les camps de Kinama et Musasa (2 par camp)	COPEP	HCR	150 000
	Aménager des <i>compostières</i> pour le stockage des effluents pour la production du fumier	Nombre de compostières aménagées et bien entretenues	Ménages des réfugiés	COPEP	3 000
	Former les ménages à l'utilisation du biogaz	Biogaz utilisé rationnellement	COPEP	HCR	3000
	Introduire une requête de financement auprès des bailleurs(MDP) pour la généralisation du biogaz dans les camps	Requête formulée et introduite auprès des bailleurs de fonds	COPEP	HCR	8000
	Construire 55 installations de biogaz dans tous les quartiers des 4 camps de réfugiés	Installations de biogaz construites et fonctionnelles	COPEP	Bailleurs (MDP), HCR	2 000 000
	Mettre en place dans chaque camp un Comité de maintenance des installations de biogaz	Comités mis en place et fonctionnels	COPEP	HCR	3000
Sous total 3					2 187 000
Objectif 4 : D'ici 2019, tous les ménages adoptent des techniques de cuisson qui permettent l'économie d'énergie (ex. tremper le haricot avant la cuisson, couvrir	Encadrer les ménages à adopter des techniques d'économie d'énergie dans la cuisson y compris l'élaboration d'un dépliant	La consommation des combustibles est réduite de 10%	COPEP	HCR	10 000

Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Responsable	Partenaires	Coût (en US\$)
les marmites, éteindre le feu après la cuisson, etc....)					
Sous total 4					10 000
Total					12 827 000

VI.6 Chaîne des résultats

Impacts (effets à long terme)	La protection et la sécurité des réfugiés sont améliorées		Les coûts de fourniture des briquettes aux réfugiés sont maîtrisés		La gestion durable de l'environnement pour l'énergie est améliorée	
Outcome (résultats à moyen terme)	La fourniture des briquettes aux camps est améliorée		Revenus pour les artisans producteurs des foyers en céramique et les agriculteurs des environs des camps sont améliorés.		La consommation des briquettes diminue	
Outputs (résultats à court terme)	Les pistes d'accès aux camps des réfugiés sont praticables en toute saison.	Des briquettes sont produites non loin des camps	Programme de formation et de sensibilisation pour une gestion efficace de l'énergie est élaboré et mis en œuvre de manière à couvrir tous les ménages		Disponibilité de fumure organique pour les agriculteurs des environs des camps accrue	Technologie du biogaz testée pour une mise en œuvre durable à grande échelle
			La technologie de fabrication des foyers améliorés en céramique par les réfugiés et les populations environnantes est maîtrisée	L'accès aux foyers améliorés en céramique et aux ustensiles de cuisson appropriés est accru	Les capacités locales de maintenance des installations de biogaz sont accrues	Quatre (4) Installations pilotes de biogaz installées et fonctionnelles dans les camps

Activités	<ul style="list-style-type: none"> • Réhabiliter et entretenir les pistes d'accès aux camps des réfugiés de Ruyigi et de Cankuzo • Poursuivre l'approvisionnement des camps en briquettes. • Elaborer une étude de faisabilité pour l'implantation d'une unité de production de briquettes à Ngozi • Implanter une usine de production de briquettes à Ngozi d'une capacité de 3 000t par an 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir les foyers améliorés en céramique à tous les ménages des camps des réfugiés • Identifier dans les alentours des camps de réfugiés les sites d'argile pouvant être utilisés pour la fabrication des foyers améliorés • Former des réfugiés à la fabrication des foyers améliorés et à la technique de cuisson. • Encadrer (sensibiliser) les ménages à utiliser les foyers améliorés en céramique • Appuyer les ménages à installer les foyers améliorés chez eux (foyers encastrés dans un cadre en maçonnerie) • Fournir à tous les ménages des camps des réfugiés des ustensiles de cuisines appropriés nécessaires • Encadrer les ménages à adopter des techniques d'économie d'énergie dans la cuisson y compris l'élaboration d'un dépliant 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborer une étude de faisabilité technique et financière pour l'installation des infrastructures pilotes de biogaz dans les camps des réfugiés. • Construire et faire fonctionner les installations pilotes de biogaz dans les 4 camps (entreprises privés) • Aménager des <i>compostières</i> pour le stockage des effluents pour la production du fumier • Mettre en place dans chaque camp un Comité de maintenance des installations de biogaz • Construire d'autres infrastructures de biogaz pour traiter tous les déchets humains des camps (1 installation pour 400 habitants)
Inputs (Finances, personnel, matériel)	Inputs du HCR Inputs des bailleurs Inputs des partenaires		

VII. Conclusion et recommandations

L'approvisionnement en énergie de façon durable des camps des réfugiés dans un contexte de déficit énergétique comme celui du Burundi présente beaucoup de défis.

Les problèmes d'approvisionnement durable de l'énergie dans les camps de réfugiés se trouvant à l'Est et au Nord du Burundi sont quasi identiques et se heurtent à la rareté de la biomasse adéquate pour la fabrication de briquettes dans les camps et aux alentours immédiats de ces derniers.

L'approvisionnement en briquettes à partir des producteurs de Bujumbura devra se poursuivre car il n'y a pas d'alternative pouvant se substituer à cette forme d'énergie. Toutefois, pour réduire les coûts de la briquette, des unités de production devraient être envisagées dans les provinces de Ngozi et Gitega pour profiter de la disponibilité de la matière première dans ces provinces au lieu de continuer à dépendre des fournisseurs basés à Bujumbura.

La diffusion de foyers améliorés pourrait réduire dans l'ordre de 40% la consommation des combustibles utilisés pour satisfaire les besoins en énergie des camps de réfugiés. Cela aura pour conséquence la réduction de la déforestation et l'amélioration des conditions sanitaires des utilisateurs par la réduction des émissions de fumées et de particules fines.

Le succès d'une telle diffusion dépendra des facteurs comme la compatibilité des paramètres techniques des foyers avec les attentes sociales, la consistance avec les besoins et la culture des réfugiés bénéficiaires. Les foyers améliorés sont à même d'assurer une plus grande efficacité dans l'utilisation des combustibles de biomasse et permettent de faire un gain substantiel du temps de cuisson.

Le potentiel de biométhanisation est réel, surtout dans les camps du nord, mais malheureusement inexploité. Les déjections dans les latrines en rangées sont purement et simplement vidangées tous les six mois pour être disposés dans les fausses à ordures et servir de fumier plus tard. Ce potentiel devrait être exploité afin de produire du biogaz. Toutefois, les installations du biogaz étant pérennes (15 à 25 ans) il faudra tenir compte du temps de séjours des réfugiés avant d'envisager la mise en œuvre de cette technologie.

L'approvisionnement de l'énergie des camps de réfugiés doit être soigneusement pensé, planifié et géré de façon participative et inclusive avec l'objectif de garantir les résultats d'une manière durable. L'éducation et l'encadrement des bénéficiaires pour les bonnes pratiques en matière d'utilisation de l'énergie devraient être privilégiés quelle que soit l'option énergétique.

Recommandations

- Continuer à assurer l'approvisionnement des réfugiés des camps en briquettes comme combustibles pour la cuisson ;

- Pour éviter des ruptures d'approvisionnement en briquettes dans les camps, négocier avec les fournisseurs pour qu'ils maintiennent dans les camps un stock de sécurité pouvant couvrir deux mois de consommation ;
- Afin d'améliorer la qualité des briquettes et plus particulièrement la réduction de la fumée, instruire les fournisseurs pour limiter l'utilisation de la bouse de vache comme liant ;
- Diffuser les foyers améliorés en céramique et former les réfugiés à les fabriquer eux-mêmes ;
- Entreprendre une étude de dimensionnement des digesteurs pilotes dans les camps de Musasa et Kinama ;
- Elaborer un projet de construction de digesteurs à Biogaz à soumettre aux bailleurs de fonds dans le cadre du Mécanisme de Développement Propre ;
- Former et encadrer les réfugiés dans les pratiques d'utilisation rationnelle de l'énergie ;
- Installer deux unités de production de briquettes dans les provinces de Ngozi et Gitega pour exploiter la matière première disponible et réduire la dépendance vis-à-vis de Bujumbura.

Bibliographie

- Koala Lamoussa, Fabrication Manuelle de Briquettes de balles de Riz et Evaluation des Performances du Foyer Amélioré à balles de Riz, Mémoire de fin de Cycle, Juillet 2012
- Proposed plan for a sewerage system, and for the disposal of sewage", PDF, Samuel M. Gray (1884)
- Programme Biogaz Haïti : Stratégie 2010 – 2012, Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
- Joaneson Lacour. Valorisation de la fraction organique de résidus agricoles et autres déchets assimilés à l'aide de traitements biologiques anaérobies. Autre. INSA de Lyon, 2012.
- Cookstoves Performance Evaluation Report – 27th October 2011, Kenya Industrial Research and Development Institute (KIRDI) P O Box 30650-00100, GPO Nairobi, Kenya
- EnDev Tanzania: Tanzania Improved Cook Stoves Water Boiling Test (WBT) Results for Large Sized Matawi Stoves (Jan.2015) Prepared by: Hassan Bussiga, EnDev Tanzania TICS Technical Lead
- Stratégie Programme Pour l'accès sur aux Combustibles et à l'énergie (SAFE), Une stratégie du HCR pour le Tchad 2015-2018
- Etat des Lieux sur L'utilisation des Foyers Améliorés au BURKINA , Réseau Climat Développement
- Marie Sandrine DUSABE : Etude de Faisabilité Technique et Financière de la Valorisation des Déchets Ménagers Organiques, Papiers et Cartons pour la Fabrication des Briquettes Combustibles à Bujumbura, Burundi, Mémoire pour l'Obtention du Master en Ingénierie de L'Eau et de l'Environnement, Institut International d'Ingénierie , BURKINA FASO.
- H. Nusura, R. Sibomana, B. Habonimana, J. Bigirimana : Impacts des pratiques rizicoles en vigueur au Burundi sur l'environnement , Université du Burundi, Faculté des Sciences Agronomiques ,Burundi.
- Improved cookstove and biogas programmes in Bangladesh, *M.M. Golam Hossain*;Energy for Sustainable Development ,Volume VII No. 2 ¶June 2003
- Plateforme R&D foyers améliorés Caractérisation et optimisation des performances énergétiques des foyers améliorés et analyses des émissions de gaz lors de la cuisson, S. Tanoh, J. Blin, F. Pinta, N. Kpai, J. Collin Centre Commun de Recherche Énergie et Habitat Durables (CCREHD); Éditions Sud Sciences et Technologies collection cahiers des innovations n°01 - Juin 2013

Annexes

Annexe 1 : Liste des personnes contactées

Nom et prénom	Fonction	Contact tél.
Abbé Emile NDAYIZEYE	Directeur COPED	22 24 46 27
Abbé Laurent NINDEREYE	Directeur technique COPED	75 825 330
Emmanuel NDUWAMUNGU	Cadre COPED	22 24 46 27
Espérance IRADUKUNDA	Cadre COPED	22 24 46 27
Jean Marie Vianney NDAGIJIMANA	Chef d'antenne COPED (Muyinga)	79 918 111
Christophe HATUNGIMANA	Encadreur COPED (camp Musasa)	79 338 286
Valentin NDIKUMANA	Encadreur COPED (camp Musasa)	79 759 722
Boniface NIBAYUBAHE	Encadreur COPED (camp kinama)	71 464 918
Adeline MUSAMIRANA	Encadreur COPED (camp kavumu)	79 979 466
Saturnin MUDENDE	Encadreur COPED (camp Bwagiriza)	79 747 705
Polycarpe MANIRAHU	Encadreur COPED (camp Bwagiriza)	79 401 641
Vital NYABENDA	Encadreur COPED (camp Bwagiriza)	69 141 086
Jean Fleury NDIKUMAGENGE	Encadreur COPED (camp Bwagiriza)	61 420 681
Egide MANIRAKIZA	Field associate officer UNHCR (Ruyigi)	71 777 874
Zaid MUNYANKINDI	Field assistant officer UNHCR (Muyinga)	
Pascal RWEMERA	Management BQS	76 660 334
Claver NDIZEYE	Management BQS	76 602 600

Pascal NSABIMANA	Encadreur BQS (camp Kavumu)	79 095 495
Abbé Gérard	Responsable des énergies renouvelables, centre agro-pastoral de Mutwenzi (Kirundo)	7 1739 927
Jérémie NDAYISHIMIYE	Direction générale de l'énergie	68 757 582

**ETUDE SUR L'APPROVISIONNEMENT DURABLE EN ÉNERGIE DANS
LES CAMPS DE REFUGIÉS AU BURUNDI**

Termes de référence

I. INTRODUCTION

Au Burundi, la biomasse (bois et charbon de bois) constitue la principale source d'énergie. Les besoins en bois énergie augmentent proportionnellement à l'accroissement démographique avec parfois des risques de déséquilibre entre l'offre et la demande. L'existence de réfugiés risque de renforcer ce déséquilibre dans la mesure où les besoins en énergie de ces derniers sont satisfaits par des combustibles provenant essentiellement de la biomasse.

Les problèmes d'approvisionnement durable de l'énergie dans les camps de réfugiés ont des conséquences sur plusieurs niveaux :

La dimension de la sécurité alimentaire: la nourriture crue qui est habituellement distribuée aux réfugiés est indigeste si elle n'est pas cuite faute de combustible

La dimension sanitaire: les problèmes liés à l'énergie de cuisson s'ajoutent à ceux liés à la malnutrition qui est très répandue dans les camps. De plus, la combustion inefficace du bois engendre de la fumée qui pollue l'air intérieur. Cela favorise les maladies respiratoires qui jouent sur le dynamisme des personnes, voire leur coûtent la vie, d'autant que les médecins sont peu disponibles dans la plupart des camps de réfugiés.

La dimension économique: plus grand est le temps consacré à la préparation de la nourriture par manque de bons combustibles et d'équipements, moins il y a de temps à accorder aux distractions, aux activités génératrices de revenus ou à d'autres activités visant à améliorer les conditions du ménage et de la communauté.

La dimension environnementale: la déforestation cause aussi un autre problème majeur qui est la dégradation générale de l'environnement. Elle se traduit par l'érosion terrestre, les inondations et la baisse conséquente des eaux souterraines. Les problèmes résultant de cette dégradation constituent un obstacle pour la gestion des camps et affectent encore plus les réfugiés qui déjà font face à des problèmes liés aux ressources naturelles et à l'insuffisance des terres arables.

La dimension conflictuelle : le Burundi souffre aussi de la déforestation et de ses séquelles. En effet, si on considère la quantité de combustibles consommés chaque année, on constate que l'installation des réfugiés au Burundi provoque une déforestation importante qui n'est pas atténuée par des activités conséquente de reboisement.

L'approvisionnement en énergie des camps de réfugiés est fonction du contexte de la crise humanitaire à savoir : le cas d'extrême urgence dans le court terme, le cas des crises de longue durée et les situations transitoires qui nécessitent toutes deux des solutions durables. Compte tenu de la situation des camps de réfugiés et les raisons qui en sont à l'origine, il est important d'envisager des solutions durables car ce n'est pas demain que ces camps vont être fermés.

Pour approvisionner les camps de réfugiés en énergie de façon durable, COPED voudrait recourir aux services d'un bureau de consultant en vue de l'élaboration d'une étude pour l'approvisionnement en énergie durable des camps de réfugiés se trouvant dans trouvant à l'Est et au Nord du Burundi(Ruyigi, Cankuzo, Muyinga et Ngozi).

II. Objectifs de la consultation

L'objectif principal de la consultation est d'élaborer une stratégie assortie d'un plan d'action pour l'approvisionnement en énergie des camps de réfugiés se trouvant à l'Est et au Nord du Burundi(Ruyigi, Cankuzo, Muyinga et Ngozi). Les objectifs spécifiques sont déclinés ci-dessous :

- réduire la quantité de bois-énergie ou tout autre combustible nécessaire pour cuisiner.
- Optimiser les structures d'approvisionnement et de gestion en combustibles.
- fournir des combustibles et des technologies alternatifs qui renforcent l'efficacité énergétique
- Fournir les combustibles à moindre coût

III. Tâches du consultant

Dans le cadre de cette étude, le consultant réalisera les tâches suivantes :

- Etablissement de la situation de référence en matière d'approvisionnement et de l'utilisation finale de l'énergie dans les camps
 - Evaluer le potentiel des ressources ligneuses disponibles au niveau des provinces abritant les camps et pouvant être exploitées pour le bois énergie
 - Evaluer le potentiel de biomasse disponible au niveau des camps et pouvant être utilisé pour la production de briquettes à utiliser dans la cuisson.
 - Analyse des conditions socio-économiques dans les camps
- Evaluation des besoins en énergie dans les camps sur un horizon temporel de 10 ans
- Identification des options d'approvisionnement et de satisfaire les besoins en énergie de façon durable
 - Analyser la possibilité d'utilisation du biogaz (construction de digesteurs)
 - Evaluer la performance des foyers actuellement utilisés pour la cuisson
 - Analyser la performance des foyers actuellement expérimentés avec l'appui de certains partenaires (GIZ,)
 - Analyser la performance des technologies à haut rendement actuellement expérimentées en rapport avec la préparation du charbon de bois.
 - Analyser la possibilité de produire des briquettes pour la cuisson non loin des camps pour diminuer les frais de transport actuels (briquettes produites à Bujumbura) ;
- Optimisation des options et proposition des solutions à moindre coût en tenant des technologies et des ressources
- Elaboration de la stratégie d'approvisionnement durable en énergie des camps de réfugiés
- Plan d'actions d'opérationnalisation de la stratégie
- Elaboration du rapport de l'étude.

IV . Qualifications du consultant

Le consultant devra proposer les experts ci-après ayant un niveau de licence au minimum et une expérience d'au moins 10 ans dans les domaines suivants:

1. Expert en énergie, chef de mission
2. Expert socio-économiste
3. Expert en environnement
4. Expert en technologies pour l'efficacité énergétique dans l'utilisation finale de l'énergie au niveau des ménages

Le consultant pourra s'adjoindre d'autres experts dont la participation dans l'étude est jugée pertinente.

V. Durée de l'étude : 1(un) mois calendrier

VI - Rapports

Le Consultant fournira au COPED les rapports suivants :

- un rapport préliminaire sur la situation de référence une semaine après le démarrage de l'étude ;
- un rapport provisoire de l'étude à soumettre quinze (15) jours après la date de dépôt du rapport sur la situation de référence ;
- un rapport final intégrant les observations du COPED intégrant les observations des parties prenantes

VII. Négociation du contrat

La négociation du contrat devra se baser sur l'offre technique du consultant comprenant une offre technique assortie d'une méthodologie pour mener l'étude, les experts à aligner, le calendrier de l'étude et une offre financière détaillée.

Annexe 3 : Questionnaire d'enquête

DESCRIPTION DU CAMP

Nom du Camp :

1) Population du camp

- a. Population totale _____
- b. Nombre de ménages _____
- c. Taille moyenne des ménages _____

2) Depuis combien de temps ce camp existe-t-il?

- a. Est-ce que la population est (Cocher un(1): STABLE AUGMENTE DIMINUE
- b. Quel est le nombre de naissance par an ? _____
- c. Quel est le nombre décès par an _____
- d. Quel est le nombre de personnes qui quittent le camp par an ? Donner les raisons et les destinations _____

3) Dans quelle mesure les personnes peuvent se déplacer librement en dehors du camp? (Cocher tout ce qui est applicable)

- Libre mouvement
- Mouvement limité en dehors du camp
- Autre (Expliquer) _____

4) Que lest le type d'abris/logement trouve-t-on dans les camps? (Cocher tout ce qui est applicable)

- sheeting plastique
- tentes
- Biomasse
- Pisée
- Briques ou blocs ciments
- Combinaison (lister les matériaux) _____
- Autres _____

5) Comment les abris sont-ils arrangés? (cocher un qui décrit mieux la situation)

- un contre l'autre(collé)
- Séparé d'un à deux mètres
- Plus de trois mètres
- Pas de façon régulière

6) Est-ce que les toilettes sont communautaires ou individuelles ?(Prière en faire une description détaillée et leur dispositions et si c'est possible demander un plan de masse du camp)

7) Comment les déchets sont-ils évacués ?

8) Si les toilettes sont communautaires, prière indiquer leur distance par rapport aux cuisines(mesurer la distance en mètres), est ce que les douches sont séparées des toilettes ?

OUI NON _____

9) Est-ce qu'il pleut abondamment?

a. Si oui, à quel période(préciser les mois)? _____

b. Quel est la période où il fait froid ?

Est-ce qu'il y a un foyer utilisé pour le chauffage? OUI NON

LOGISTIQUE LOCALE

10) Est-ce que les voies d'accès à l'intérieur et à l'extérieur du camp sont en bon état?? OUI NON

11) Est-ce qu'il y a des mesures sécuritaires à envisager pour le transport des personnes et des biens? _____

12) Est-ce que les conditions météorologiques peuvent conditionner le transport des biens et des personnes (pluies , glissement, etc.)? OUI NON

si OUI, donner des détails: _____

13) Quels sont les ressources naturelles disponibles et accessibles? (Cocher ce qui est applicable)

bois de chauffe

Bouse

Résidues agricoles

Végétaux et autres biomasses

Argile

Autres _____

14) Quelles sont les résidus agricoles qui sont disponibles localement dans un rayon de moins de 10 Km ? (Cocher ce qui est applicable)

balles de riz

parche de café

paille de riz

sciures et copeaux de bois

Autres(décrire) _____

15) Quelles sont les menuiseries ou scieries qui existent dans les différentes provinces où sont situés les camps? (compléter le tableau et si nécessaire ajouter des pages additionnelles).

Nom de la menuiserie ou scierie	Nom et contact du propriétaire(Tel, email)	Adresse physique/localisation	Distance par rapport au camp (en Km)	Quantité de sciure ou copeaux de bois produite par an

- 16) Est-ce que la sciure ou/et copeaux sont vendu ? OUI NON
Si OUI à combien ?(Ici il faut préciser l'unité de vente et le prix)

- 17) Quelles sont les unités de déparchage du café qui existent dans les différentes provinces où sont situés les camps? (compléter le tableau et si nécessaire ajouter des pages additionnelles).

Nom et contact du propriétaire(Tel, email)	Adresse physique/localisation	Distance par rapport au camp (en Km)	Quantité de parche produite par an

- 18) Est-ce que la parche est vendue ? OUI NON

Si OUI à combien ?(Ici il faut préciser l'unité de vente et le prix)

- 19) Quelles sont les unités de décortilage du riz qui existent dans les différentes provinces où sont situés les camps de réfugiés? (compléter le tableau et si nécessaire ajouter des pages additionnelles).

Nom et contact du propriétaire(Tel, email)	Adresse physique/localisation	Distance par rapport au camp (en Km)	Quantité de balle de riz produite par an

20) Est-ce que la sciure ou/et copeaux sont vendu ? OUI NON

Si OUI à combien ?(Ici il faut préciser l'unité de vente et le prix)

21) Est-ce qu'on pratique la riziculture dans la région du camp ? OUI NON

Si OUI à quoi sert la paille de riz ?(Ici il faut préciser toutes les utilisations de la paille de riz par la population)

Si la paille est vendu, combien coûte-t-elle ? (Ici il faut préciser l'unité de vente et le prix)

LE MARCHÉ

22) Quelles sont les compétences disponibles en termes de mains d'œuvre dans la population du camp et les communautés autour du camp? (Cocher tout ce qui est applicable)

Producteurs de briques

Ferrailleurs

Potiers

Constructeurs de fours

Enseignants/formateurs

Autres (i.e., artistes, musiciens, etc) _____

23) Est-ce qu'il y a des foyers en vente dans le marché local ou régional? (Lister tous les types; ajouter d'autres lignes en cas de besoin)

Type 1 _____

Type 2 _____

Type 3 _____

Type 4 _____

24) Est-ce qu'il y a des personnes qui achètent des foyers améliorés dans le marché local? OUI
 NON

25) Combien coûte-t-il? (Lister les coûts des foyers repris dans la réponse à la question 23)

a. Type 1 _____ Coût _____ BIF _____

b. Type 2 _____ Coût _____ BIF _____

c. Type 3 _____ Coût _____ BIF _____

d. Type 4 _____ Coût _____ BIF _____

26) Où se trouve le marché?

Dans le camp

dans un marché à proximité du camp

dans un centre éloigné

Autre _____

27) Quels sont les moyens de locomotion pour aller au marché? (Cocher tous les modes utilisés)

A pied

Bicyclette

Véhicule propre

Transport gratuit

Transport payant

Autre _____

28) Quels types de combustibles peut-on acheter localement? (cocher tout ce qui est applicable)

Charbon

bois de chauffe

Briquettes

Biomasse (Résidues agricoles, déchets végétaux)

Liquefied petroleum gas (LPG)

Pétrole lampant

29) Combien coûtent les combustibles? (Lister les coûts des combustibles repris dans la question 17)

- a. Charbon: (indiquer l'unité et le coût en BIF) _____
- b. Bois de chauffe: (indiquer l'unité) _____
- c. Briquettes(indiquer l'unité) _____
- d. Bouse: (indiquer l'unité) _____
- e. Biomasse (Résidues agricoles, déchets végétaux) (indiquer l'unité) _____
- f. Liquefied petroleum gas (LPG): (indiquer l'unité) _____
- g. Pétrole lampant: (Biomasse (Résidues agricoles, déchets végétaux)) _____

30) Est-ce que la ration alimentaire est distribuée? OUI NON

si OUI:

i. Selon quelle fréquence? _____

ii. Quelle est sa composition? (indiquer le type d'aliment et les quantités distribuées)

31) Est-ce que les ustensiles sont distribués? OUI NON

Si OUI:

Si les casseroles sont distribuées, ont-elles les mêmes dimensions ? OUI NON

Est-ce qu'elles sont suffisantes pour la population cible? OUI NON

Quelles sont les autres ustensiles distribués?

32) Est-ce qu'il y a eu un programme de foyers améliorés dans le camp? OUI NON

Si OUI, par qui? _____

Est-ce qu'il y a des rapports disponibles? OUI NON

33) Est-ce qu'il y a un programme de foyers améliorés en cours de mise en œuvre actuellement?
OUI NON

si OUI:

b. Est-ce qu'il y a des rapports disponibles? OUI NON

c. Quel type de foyers améliorés en cours de promotion? _____

d. Comment sont-ils distribués?

Distribution libre

Construite par les bénéficiaires sous l'encadrement des instructeurs du programme

Vendu par le programme(Indiquer le coût) _____

e. Combien de ménages utilisent-ils les foyers améliorés?

COMBUSTIBLES

34) Quels sont les types de combustibles utilisés dans les camps? (cocher les deux les plus utilisés)

Bois de chauffe

Charbon

bouse

déchets végétaux

Briquettes

LPG

Autres _____

- 35) **Comment la population s’approvisionne-t-elle en combustibles?** (cocher tout ce qui est applicable)
- achat au marché
 - collecter dans les environs du camp
 - Distribution
 - Autre _____

- 36) **Est-ce qu’il y a des barrières culturelles quant à l’utilisation des combustibles?.** OUI NON

Si OUI, les décrire en détail :

- 37) **Est-ce que les gens rencontrent des problèmes avec les combustibles actuellement utilisés?** OUI NON (si OUI, cocher tout ce qui est applicable)
- Prix élevé
 - Qualité médiocre
 - Rareté de combustibles
 - Longue distance pour collecter les combustibles
 - Fluctuations saisonnières dans la disponibilité des combustibles
 - Compétition avec les autres groupes pour obtenir les combustibles
 - Autres _____

- 38) **Quelles est la composition des briquettes utilisées actuellement?** (Lister la matière première et sa composition en terme de pourcentage)

Matière première	Pourcentage	Commentaires

- 39) **Quelle est le pourcentage des rebuts à la livraison et dans les ménages ?**
- a. A la livraison _____
 - b. Dans les ménages _____

Annexe 4 : Liste des Enquêteurs

Nom et prénom	Fonction	Contact tél.
Apollinaire NTAKIYICA	Enquêteur	61 389 361
Huguette GAHIMBARE	Enquêteur	79 976 867
Marie Jessy CIZA	Enquêteur	61 339 644
Frédence IKIZAKUBUNTU	Enquêteur	79 295 490