

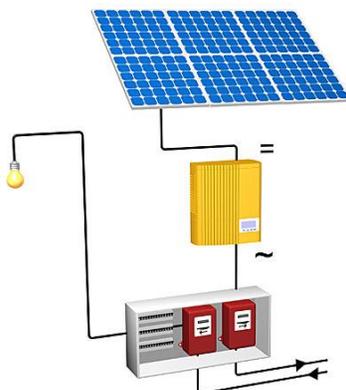
REPUBLIQUE DU BURUNDI



MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT

Projet EBT : « Evaluation des Besoins Technologiques pour l'Atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre »



**RAPPORT SUR L'IDENTIFICATION ET LA PRIORISATION DES
TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE
SERRE AU BURUNDI**

Bujumbura, Juin 2018

Avertissement

Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (en anglais Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde - Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA. Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable de l'UNEP DTU Partnership.

TABLE DES MATIERES

Avertissement	ii
Liste des annexes.....	v
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures	v
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vi
Préface.....	Erreur ! Signet non défini.
Résumé Exécutif	ix
CHAPITRE I. INTRODUCTION.....	1
1.1. Projet « Evaluation des Besoins Technologiques » (EBT)	1
1.2. Circonstances nationales	2
1.2.1. Situation géographique.....	2
1.2.2. Situation socio-économique.....	2
1.2.3. Politiques de développement et de lutte contre le changement climatique.....	4
1.3. Sélection des secteurs prioritaires	6
1.3.1. Contribution à la production ou à la réduction des émissions de GES.....	6
1.3.2. Contribution au développement socio-économique	9
1.3.3. Processus de sélection des secteurs et résultats	10
CHAPITRE II. ARRANGEMENTS INSTITUTIONNELS ET IMPLICATION DES PARTIES.....	11
PRENANTES.....	11
2.1. Arrangements institutionnels	11
2.2. Implication des parties prenantes	13
CHAPITRE III. PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE	13
SOUS SECTEUR RESIDENTIEL	13
3.1. Emissions et technologies existantes dans le sous-secteur résidentiel	13
3.2. Contexte de décision	15
3.3. Aperçu des options technologiques d'atténuation des émissions.....	16
3.3.1. Standardisation et optimisation des foyers améliorés	16
3.3.2. Méthanisation pour la production du biogaz	16
3.3.3. Standardisation, optimisation et diffusion des lampes à basse consommation énergétique .	16
3.3.4. Captage et valorisation électrique de l'énergie solaire photovoltaïque	17
3.3.5. Séchage solaire	18
3.3.6. Aérogénération et valorisation de l'énergie éolienne.....	18
3.3.7. Multiplication et optimisation des microcentrales hydroélectriques	18
3.3.8. Uniformisation et optimisation des systèmes de carbonisation	18
3.4. Critères et processus de priorisation des technologies	19
3.4.1. Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques	19
3.4.2. Notation et classement des options technologiques	20
CHAPITRE IV. PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DES DECHETS.....	20
4.1. Emissions et technologies existantes.....	20
4.2. Contexte de décision	22
4.3. Aperçu des technologies possibles d'atténuation.....	23
4.3.1. Méthanisation pour la production du biogaz	23
4.3.2. Optimisation des capacités des briquettes de biomasse.....	23

4.3.3.	Recyclage des déchets organiques industriels	24
4.3.4.	Compostage des déchets organiques	24
4.3.5.	Recyclage des déchets métalliques	24
4.3.6.	Valorisation des eaux usées à des fins agricoles	26
4.3.7.	Incinération des déchets biomédicaux	27
4.3.8.	Recyclage des déchets plastiques	27
4.3.9.	Récupération du méthane aux décharge contrôlée	28
4.3.10.	Epuration des eaux usées par lagunage	29
4.4.	Critères et processus de priorisation des technologies	31
4.4.1.	Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques	31
4.4.2.	Notation et classement des options technologiques	31
CONCLUSION.....		33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		35
ANNEXES.....		36
Annexe 1. Liste des membres du comité technique de pilotage du projet « Evaluation des Besoins Technologies pour l'atténuation des effets néfastes du changement climatique »		a
Annexe II. Liste des parties prenantes impliquées et leurs contacts.....		C

Liste des annexes

Annexe 1. Liste des membres du Comité de pilotage du Projet EBT

Annexe 2. Liste des parties prenantes

Liste des tableaux

Tableau n° 1. Synthèse des émissions de Gaz à Effet de Serre par type de gaz	viii
Tableau n° 2. Synthèse des émissions de Gaz à Effet de Serre par secteur	vii
Tableau n°3. Indicateurs de croissance	12
Tableau n°4. Répartition de la valeur ajoutée	12
Tableau n° 5. Liste des programmes et projets	14
Tableau n° 6. Profil des émissions de Gaz à Effet de Serre au Burundi entre 2005 et 2030	15
Tableau n° 7. Liste des technologies existantes	22
Tableau n° 8. Résultats du classement des technologies dans le Secteur de l'Energie	28
Tableau n° 9. Répartition des émissions sectorielles à l'horizon 2050	29
Tableau n°10. Bilan des émissions sectorielles à l'horizon 2050 en Gigagrammes d'Equivalent CO ₂ selon le scénario de référence	29
Tableau n°11. Liste des technologies existantes	29
Tableau n°12. Résultats du classement des technologies dans le Secteur des Déchets	39

Liste des figures

Figure 1. Structure d'une installation solaire photovoltaïque	i
Figure 2. Cadre institutionnel et organisationnel du Projet EBT	17
Figure 3. Arbres à critères d'évaluation des options technologiques	27

SIGLES ET ABREVIATIONS

AFRITAN	: Afrique Tannerie;
AFRITEXTILE	: Afrique Textile;
AJPE	: Association des Jeunes pour la Protection de l'Environnement;
Art	: Article
BRB	: Banque de la République du Burundi ;
BCS	:Burundi Cooking Stoves;
BCG	: Burundi Garbage Company;
Cdp	: Conférence des parties ;
DGAT	: Direction Générale de l'Aménagement du Territoire ;
CET	: Centre d'Enfouissement Technique ;
DGE	: Direction Générale de l'Energie ;
DBO5	: Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours :
FEM	: Fonds pour l'Environnement Mondiale ;
GEBT	: Guide pour l'Evaluation Technologique pour le changement climatique ;
Gg	: Giga gramme ;
HIMO	: Haute Intensité de Main d'œuvre ;
IMF	: International Monetary Fund ;
kWh	: Kilowattheure ;
LVMPII	: Lac Victoria Bassin Management Project II ;
LVWATSAN	: Lac Victoria Bassin Water Sanitation ;
MATET	: Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme ;
MATT	: Ministère de l'Aménagement du Territoire et du Tourisme ;
MW	: Mégawatt ;
NAI	: Non Annexe I ;
OMD	: Objectifs pour le Développement du Millénaire ;
ONU	: Organisation des Nations Unies ;
PIB	: Produit Intérieur Brut ;
PROSECEAU	: Programme Sectoriel Eau;

REDD+	: Réduction des Emissions dues à la Déforestation, à la Dégradation des forêts, la conservation des stocks de carbone et le renforcement des stocks de carbone ;
REGIDESO	: Régie de Distribution de l'Eau et de l'Electricité ;
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat ;
RN	: Ressources Naturelles ;
SAN	: Stratégie Agricole Nationale ;
SINELAC	: Société Internationale d'Electricité des Pays des Grands Lacs ;
SNEL	: Société Nationale d'Electricité ;
SIDA	: Syndrome d'Immuno- Défience Acquise ;
SOGEAB	: Société de Gestion de l'Abattoir de Bujumbura ;
TNA _{Assess}	: Technologies Needs Assessment;
Wc	: Watt crête.

PRÉFACE

Dans le but de contribuer au développement durable, le Burundi a placé dans ses priorités la recherche de solutions aux questions environnementales qui préoccupent la communauté internationale. C'est ainsi qu'il fait partie de plusieurs conventions internationales dont la Convention Cadre des Nations sur les changements climatiques qu'il a ratifiée, le 6 avril 1997.

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 4 de cette Convention, le Burundi a bénéficié d'un appui technique et financier du FEM pour réaliser un projet d'Evaluation des Besoins Technologiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre(EBT). Ce projet a été exécuté en trois étapes sous la coordination de l'Institut Géographique du Burundi. Le présent document qui présente les résultats dudit projet est le fruit d'une excellente collaboration entre le Ministère ayant l'Environnement dans ses attributions et le Partenariat FEM/UN environnement, l'UTD ainsi que le centre régional « ENDA Energie » et les différentes institutions nationales ayant disponibilisé les experts pour la fourniture des données et informations de base pour la rédaction du présent document.

Il montre les résultats de la première étape dudit projet dans les secteurs de l'Energie et la gestion des Déchets à savoir :

- (i) l'identification d'un cadre de mis en œuvre dudit projet, des potentialités et de l'état des technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- (ii) la priorisation des technologies ;
- (iii) La mise en évidence de l'importance des technologies priorisées pour la mise en œuvre de la Contribution Déterminée Nationale à la réduction des émissions mondiales(CDN).

Cependant, la mise en œuvre de ces technologies priorisées nécessite des moyens techniques et financiers que seul le Burundi ne pourrait mobiliser sans un appui de la communauté internationale qui est de ce fait interpellé pour un soutien à cet effet. Nous saluons à juste titre les différentes décisions prises par la Conférence des Parties pour avoir mis en place des mécanismes de financement d'appui aux pays en développement dans le domaine des changements climatiques.

Nous espérons que les efforts de tous et de chacun aideront le Burundi à contribuer à la mise œuvre des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre et particulièrement la CDN pour les générations actuelles et futures. Nous profitons de l'occasion qui nous est offerte aujourd'hui pour dire merci à tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation du présent document et particulièrement le FEM, le PNUE, le Comité de Pilotage du projet EBT et les différentes institutions régionales et internationales dont ENDA Energie.

LE MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ELEVAGE



Dr. Déo-Guide RUREMA (PhD).-

Résumé Exécutif

Au Burundi, les premières démarches pour l'évaluation des besoins technologiques pour la réduction des émissions anthropiques de gaz à effet de serre remontent à l'année 2001 avec l'élaboration de la Communication Nationale Initiale sur les changements climatiques (CNICC, 2001). En effet la première et la Seconde Communication Nationale sur les Changements Climatiques (SCNCC, 2010) montrent les secteurs générateurs d'émissions, les différentes sources d'émissions et les différentes mesures d'atténuation dont les technologies.

Les secteurs d'activités économiques couverts par les inventaires de gaz à effet de serre sont : le secteur des procédés industriels, de l'énergie, de l'agriculture, du changement d'affectation des terres et de la foresterie ainsi que celui des déchets. Les tableaux n°1 et 2 donnent respectivement la synthèse des émissions par type de gaz et la répartition des émissions par secteur en Gigagrammes d'Equivalent CO₂. Les émissions du secteur des procédés industriels ne sont pas mentionnées dans ces tableaux car elles sont très négligeables.

Tableau n° 1. Synthèse des émissions en Gigagrammes d'Equivalents CO₂ (GgECO₂) par type de gaz

Emissions	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Quantité émise	13166,37	584,57	25770,83	39521,77
Pourcentage	33,31	1,48	65,21	100

Source : Département de l'Environnement et du Changement Climatique, 2010

Tableau n° 2. Emissions sectorielles en GgECO₂

Secteur	Emissions	Pourcentage
Energie	366,07	0,90
Agriculture	25916,26	65,57
ATCATF	13049,42	33,01
Déchets	200,02	0,51
Total	39521,77	100

Source : Département de l'Environnement et du Changement Climatique, 2010

Le rapport national intitulé « Contributions Prévues Déterminées au niveau National (CPDN) présenté à la COP21, montre le niveau des émissions nationales de gaz à effet de serre, les engagements et les moyens à mettre en œuvre pour réduire ou maîtriser les émissions. Parmi ces moyens, le besoin en transfert des technologies d'atténuation est mis en évidence.

Les technologies d'atténuation identifiées dans ce cadre sont : (i) le reboisement ; (ii) la multiplication des microcentrales hydroélectriques ; (iii) la standardisation des fours de carbonisation

et l'optimisation de leurs capacités, (iv) la standardisation des foyers à bois et à charbon de bois et l'optimisation de leurs capacités ; (v) le compostage des déchets organiques.

Etant donné qu'elles détiennent des potentialités de contribution à l'accroissement des puits pour la séquestration du carbone et la réduction des sources d'émissions de gaz à effet de serre, la mise en œuvre des technologies ci-avant citées contribuera à la réalisation des activités prévues par la politique, stratégie et plan d'action du changement climatique.

Les principaux bénéfices attendus de la mise en œuvre de ces technologies sont : (i) la réduction des émissions nationales de gaz à effet de serre ; (ii) l'accroissement de la contribution du Burundi à la réduction des émissions mondiales ; (iii) la réduction des charges financières liées à la consommation des combustibles polluant l'environnement ; (iv) la réduction du chômage et de la pauvreté suite à l'exploitation des opportunités d'emploi liées à la disponibilité de l'énergie électrique; (v) l'amélioration des revenus des ménages suite à l'exploitation des activités génératrices de revenus rendues possibles ou appuyées par la disponibilité de l'énergie électrique; (v) l'accroissement de l'économie nationale et (vi) l'amélioration du cadre de vie de la population.

Le projet « Evaluation des Besoins en Technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre » constitue une des voies de solutions aux préoccupations de la communauté internationale en matière de transfert des technologies pour la mise en œuvre effective de la Convention « Cadre des Nations Unies sur les changements Climatiques ».

Au Burundi, ce projet arrive à point nommé. En effet, depuis l'élaboration de la première communication sur les changements climatiques en 2001 et même dans d'autres cadres, le Burundi a toujours exprimé le besoin en évaluation des besoins en technologies tant pour la mise en œuvre des programmes que pour l'exécution des projets, mais il n'y avait jamais eu de suite favorable.

La venue dudit Projet, coïncide avec la phase de préparation de la mise en œuvre des grands programmes d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre où les technologies sont très indispensables. Il s'agit notamment du programme REDD⁺, la CPDN, etc.

Comme les études d'atténuation et l'analyse des Contributions Prévues Déterminées à l'échelle Nationale (CPDN), l'Evaluation des Besoins en Technologies d'atténuation des émissions de GES s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la CCNUCC. Son objectif principal est la mise en évidence des options technologiques pour l'atténuation des émissions de GES qui répondent aux besoins nationaux en matière de développement socio-économique.

Le présent rapport qui s'inscrit aussi dans la mise en œuvre de la CCNUCC s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre porte sur la présentation du projet « EBT », le contexte national, les politiques de développement socio-économique et la sélection des secteurs. Cette dernière activité a abouti au retenu de deux secteurs à savoir le secteur de l'Énergie et celui des Déchets.

Le deuxième chapitre porte sur les arrangements nationaux et l'implication des parties prenantes pour l'Evaluation des Besoins Technologiques pour le développement et la mise en œuvre du projet « EBT ».

Le troisième et le quatrième chapitre sont consacrés à la priorisation des technologies d'atténuation des émissions de GES. L'identification des critères pour le choix des technologies d'atténuation des émissions de GES a tenu compte des priorités nationales exprimées dans les principaux outils nationaux de planification dont la vision « Burundi 2025 » et le CSLPII ainsi que dans les politiques et stratégies sectorielles dont la politique et stratégie nationale sur le changement climatique. Cette

identification a également tenu compte des engagements pris par le Gouvernement du Burundi dans le cadre de la CPDN.

Ainsi, sur une vingtaine de technologies recensées dans les deux secteurs sélectionnés, six seulement sont retenues. Dans le secteur de l'Energie, les technologies prioritaires sont par ordre d'importance décroissante : (i) la standardisation et l'optimisation des foyers à bois et à charbon de bois ; (ii) la multiplication et l'optimisation des microcentrales hydroélectriques ; et (iii) le captage et la valorisation des systèmes solaires photovoltaïques.

Dans le secteur des Déchets, les technologies prioritaires sont : (i) la méthanisation pour la production du biogaz ; (ii) l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ; (iii) et le compostage. Pour chaque technologie, il a été élaboré une fiche technologique qui servira de base pour l'élaboration des projets et programmes visant à faciliter l'accès et le transfert des technologies au titre de la CCNUCC.

CHAPITRE I. INTRODUCTION

1.1. Projet « Evaluation des Besoins Technologiques » (EBT)

Comme tout programme, la mise en œuvre d'un programme d'atténuation des émissions nationales nécessite toujours une évaluation préalable des besoins. Ces derniers comprennent entre autres les moyens financiers, humains, matériels et techniques. Pour le cas d'espèce, il s'agit des besoins pour le développement et le transfert des technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Le thème « transfert des technologies » est l'un des cinq piliers du plan de Bali (1Cdp13, 2007), un des principaux documents d'orientation pour mener des négociations sur les changements climatiques. Le transfert des technologies est l'un des thèmes qui fait objet de grands débats au cours de ces négociations étant donné son importance en matière d'atténuation des émissions de GES.

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), l'un des trois accords multilatéraux internationaux sur l'Environnement issus de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), (Barbier, 2004), constitue la principale base desdites négociations. Elle a été signée par 192 pays lors du Sommet de la Terre tenu à Rio (Brésil) en 1992. Le Burundi l'a ratifiée le 6 avril 1996. Ainsi, ces pays dont le Burundi se sont engagés à stabiliser la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (CCNUCC, Art4).

Les efforts déjà consentis dans ce cadre ont abouti entre autres à l'élaboration et la publication de deux communications nationales sur le changement Climatique respectivement en 2001 et 2010. Ces publications comprennent principalement des résultats d'études d'atténuation et de vulnérabilité ainsi que des informations sur les besoins en technologies pour la mise en œuvre de cette Convention.

La nécessité d'évaluer les besoins en technologies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique est également exprimée pour la mise en œuvre de la CDN et les programmes REDD+. Parmi les engagements pris dans le cadre de la CDN, on peut citer (i) l'accroissement du taux de couverture forestière ; (ii) la substitution des foyers et fours traditionnels gaspilleurs d'énergie par des foyers et fours modernes économiseurs d'énergies ; (iii) l'amélioration du cadre de vie par la multiplication des centrales hydroélectriques. Tel qu'exprimé dans le document de la CPDN, l'atténuation des émissions de GES requiert le renforcement des capacités financières, humaines, matérielles et technologiques.

Le projet d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) s'inscrit dans le cadre du Programme stratégique de Poznań sur le transfert des technologies. Il vise à appuyer les Pays parties en voie de développement à identifier et à analyser leurs besoins technologiques prioritaires en vue d'établir un Plan d'Action Technologique facilitant le transfert des technologies vertes et l'accès au savoir-faire pour la mise en œuvre de l'article 4.5 de la CCNUCC.

Dans le domaine d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, les secteurs couverts par ce projet sont l'Energie et la Gestion des déchets. Les domaines d'interventions sont l'efficacité énergétique et la valorisation des énergies renouvelables dans le secteur de l'Energie ainsi que la valorisation des déchets dans le secteur gestion des déchets.

L'institution nationale principale responsable de la mise en œuvre de ce projet est le Ministère en charge de l'Environnement. Dans cette tâche, elle est appuyée au premier niveau par des institutions publiques impliquées dans les programmes d'inventaire et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Au deuxième niveau, sont interpellées les autres institutions publiques et les organisations non gouvernementales susceptibles d'être affectées par le projet ou ayant des influences positives ou négatives sur la mise en œuvre dudit projet ainsi que tous les partenaires au développement socio-économique et à la lutte contre le changement climatique.

1.2. Circonstances nationales

1.2.1. Situation géographique

Le Burundi est un pays montagneux d'Afrique à relief très varié. Son altitude varie de 774 à 2600 mètres. Il est situé dans l'hémisphère Sud entre 2°20' et 4°27' de latitude sud et entre 28°50' et 30°53' de longitude Est et couvre 27 834 km² dont 25 200 Km² représentant la superficie terrestre.

Une grande partie des frontières du Burundi est formée des lacs et des rivières. A l'Ouest, il est bordé par le lac Tanganyika et la rivière Rusizi et au Sud-Est par la rivière Malagarazi. Tandis qu'au nord, ce sont la rivière Akanyaru et les lacs Cohoha et Rweru qui constituent les limites du Pays. Les pays limitrophes du Burundi sont la République Démocratique du Congo à l'Ouest et au Sud –Ouest, La République du Rwanda au Nord et la République Unie de Tanzanie à l'Est et au Sud-Est.

De par sa situation géographique, le Burundi jouit d'un climat tropical tempéré par l'altitude. Il bénéficie d'une insolation importante qui augmente avec la diminution de la nébulosité, des températures moyennes modérées et d'une bonne pluviométrie. Les régions de basses altitudes connaissent une longue durée d'ensoleillement, une brise du lac Tanganyika assez forte et régulière.

1.2.2. Situation socio-économique

1.2.2.1. Economie

L'analyse de la situation économique du Burundi a été basée dans un premier temps sur les contributions sectorielles à la croissance en termes de PIB et a été en deuxième temps élargie sur d'autres indicateurs de croissance.

Les principaux secteurs économiques actuellement exploités sont l'Agriculture, l'Industrie et l'Artisanat, la Foresterie et l'Energie. Les secteurs de l'Agriculture, de la Foresterie contribuent respectivement à 40% et à 2% pour la formation du PIB (Burundi, 2012). Les secteurs de l'industrie et de l'énergie contribuent respectivement à 18,3% (Banque mondiale, 2014) et à plus ou moins 4.6 % (1% par l'électricité) pour la formation du PIB (BRB, 2011).

Concernant l'offre d'emploi, l'Agriculture contribue à 90% pendant que la Foresterie ne contribue qu'à 2% (Burundi, 2012). Quant aux recettes issues de l'exploitation des sources d'énergie, sa répartition se présente comme suit : produits pétroliers (75%), le bois et le charbon de bois (20,7%), l'hydroélectricité (3,2%) et la tourbe (0,6%) (DGEE, 2008).

Par rapport aux autres produits, les produits pétroliers sont plus commercialisés. Mais l'influence de leur contribution à la croissance économique est réduite par le coût d'importation qui grève fortement le budget national. Concernant le bois énergie, il joue certes un rôle très important dans la satisfaction des besoins énergétiques, mais sa contribution à la croissance économique paraît faible si l'on compare les recettes financières issues de la commercialisation de cette ressource au nombre de ménages consommateurs de cette denrée.

Quant à l'hydroélectricité, elle est peu commercialisée ; sa consommation est de l'ordre de 25kWh /hab/an quand la moyenne africaine dépasse 500 kWh/hab/an (Parlement Burundais, 2012). Cette faible consommation d'électricité justifie la faible contribution du sous secteur de l'électricité à la croissance économique. S'agissant de la tourbe, son haut degré d'humidité et son niveau élevé de pollution constituent un frein à sa commercialisation ; c'est pourquoi sa contribution à la croissance économique est négligeable.

Concernant l'analyse élargie sur plusieurs indicateurs, les tableaux n° 3 et 4 montrent respectivement les indicateurs de croissance et la répartition des contributions au PIB. Le tableau n°3 indique que toutes les valeurs d'indicateurs économiques évoluent positivement entre 2012 et 2014. Les chiffres présentés dans lesdits tableaux montrent que la croissance économique est en augmentation. Mais le taux du PIB oscille entre 4 et 4,7. Il reste inférieur à 7%, un taux préconisé pour réduire la pauvreté (CSLPII). Ceci conclut que la croissance économique reste faible malgré les augmentations enregistrées entre 2012 et 2014.

Tableau n° 3. Indicateurs de croissance

Indicateurs de croissance	Année				
	2012	2013	2014	2015	2016
PIB (Mrd USD)	2,51	2,72	3,09	2,97	3,25
PIB (croissance annuelle en %, prix constant)	4	4,5	4,7	-7,2	5,2
PIB par habitant (USD)	286	303	336	315	337
Endettement de l'état	37,1	31,8	30,5	33,7	29,6
Taux d'inflation en %	18,2	7,9	4,4	7,4	6,2
Balance de transactions courantes (Mrd USD)	-0,43	-0,50	-0,55	-0,34	-0,31
Balance des transactions courantes en (% du PIB)	-17,3	-18,4	-17,6	-11,3	-9,7

Source: IMF-World Economic Outlook Database-2014

Note : (e) Données estimées.

Concernant le PIB au prix courant du marché évalué à 2,51 milliards de dollars en 2012, il faut noter qu'il est composé des contributions réparties comme suit : secteur primaire (43%) ; secteur secondaire (16%) et secteur tertiaire (35%). La plus grande contribution est fournie par le secteur primaire.

Tableau n° 4. Répartition de la valeur ajoutée

Répartition de l'activité économique	Agriculture	Industrie	Services
Valeur ajoutée (% du PIB)	3,9	18,3	42,4
Valeur ajoutée (croissance annuelle en %)	3,3	8,0	4,4

Source: Banque Mondiale, 2014

Le tableau n°4 indique que le secteur des services a une part importante dans la contribution à la croissance économique. Ce secteur prend le dessus sur les secteurs secondaires et primaires en matière de contribution à la croissance économique. Autrement dit, le secteur tertiaire est en expansion par rapport aux autres secteurs.

L'analyse de ce qui précède montre que le secteur tertiaire est aujourd'hui plus actif que les autres (tableau n° 3). En outre, elle montre que le secteur primaire dominé par l'Agriculture reste la base de développement économique compte tenu de sa contribution à la formation du PIB et à l'offre d'emploi. Dans ces conditions, l'économie Burundaise restera toujours fragile et vulnérable ; ce qui place le Burundi dans la catégorie des pays moins avancés.

Les principales causes de cet état étant l'irrégularité des productions agricoles, la faible industrialisation, le mauvais état des infrastructures d'énergies et de communication ainsi que l'insuffisance des technologies de transformation de la matière première et les variations des cours mondiaux.

Dans le but d'accéder à un développement durable, le Gouvernement du Burundi vise à porter à 10% la croissance économique à l'horizon 2025. Pour atteindre cet objectif, il compte entre autres renforcer les capacités contributrices des secteurs porteurs de croissance dont l'agriculture, les mines, les services, le transport, la communication et l'énergie. Il compte également sur l'implication effective du secteur privé.

1.2.2.2. La population et ses impacts sur l'environnement

Le Burundi est l'un des pays les plus peuplés d'Afrique. Avec un taux d'accroissement annuel estimé à 3,2%, cette population aurait atteint 9 823 828 habitants en 2015 (ISTEEBU, 2013)¹.

Cet accroissement extrêmement rapide entraîne la croissance de la demande en ressources naturelles (terres, eaux et forêts, etc.) pour l'habitat, l'agriculture, l'énergie pendant que l'amélioration des technologies de conservation des produits agricoles et de transformation de la matière première ne suit pas le même rythme. Cette situation a pour conséquence la dégradation de l'environnement et de ses ressources, l'accroissement des déchets et des dépenses financières.

Pour faire face à cette situation, le Gouvernement du Burundi vise à porter de 2,4 à 2%, le taux annuel de croissance démographique en 2025(CSLPII). En matière d'hygiène et d'assainissement, il vise à faciliter l'accès aux services de santé tout en réservant une attention particulière à la réduction de la vulnérabilité notamment par l'amélioration de la salubrité du milieu, de l'accès à l'eau potable, etc.

1.2.3. Politiques de développement et de lutte contre le changement climatique

Dans le but de bien planifier et suivre le développement socio-économique tout en veillant à l'atténuation des effets néfastes du changement climatique, le Burundi s'est doté d'outils politiques dont les plus importants sont la vision « Burundi 2025 » et le Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté, deuxième génération, (CSLPII, 2012). Ce dernier étant une traduction de Vision Burundi 2025 en projets et programmes à moyen et à court terme.

La Vision « Burundi 2025 » identifie les principaux défis et fixe les grandes orientations de la politique nationale du Burundi en matière de développement durable. Sa mise en œuvre est

¹ Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi, Rapport des projections démographiques, 2013

opérationnalisée par le Cadre Stratégique de lutte contre la Pauvreté(CSLPII) à travers les politiques et stratégies sectorielles.

Parmi les politiques de développement socio-économique et du changement climatique figurent des politiques et stratégies qui interviennent dans la gestion des secteurs identifiés prioritaires pour l'évaluation des besoins technologiques d'atténuation à savoir l'énergie et les déchets.

1.2.3.1. Secteur de l'énergie

Les politiques présentant des orientations stratégiques sur le secteur de l'énergie sont mentionnées au niveau des documents de politique qui suivent :

- a) la vision « Burundi 2025 » ;
- b) le Cadre Stratégique de lutte contre la Pauvreté CSLPII;
- c) la politique de l'énergie ;
- d) la politique nationale de diffusion des énergies renouvelables ;
- e) la politique forestière et
- f) la Politique nationale sur le changement climatique (transversale).

1.2.3.2. Secteur des déchets

Les politiques qui interviennent dans la gestion des déchets sont : le CSLPII, la Politique nationale d'assainissement et la Politique nationale sur le changement climatique (transversale).

- a) la vision « Burundi 2025 » ;
- b) le Cadre Stratégique de lutte contre la Pauvreté CSLPII;
- c) la Politique Nationale d'Assainissement ;
- d) la Politique nationale sur le changement climatique (transversale).

1.2.3.3. Programmes et projets d'atténuation

Dans le cadre de la mise en œuvre des politiques ci-haut citées, le Burundi a entrepris la conception et la mise en œuvre des programmes et projets de développement durable. Le tableau n° 5 cite quelques exemples et montre leur l'état d'exécution.

Tableau n° 5. Programmes et projets d'atténuation

Secteur	Liste des programmes et projets	Etat
Energie	Electrification décentralisée par système solaire photovoltaïque	Prévu
	Amélioration de l'efficacité énergétique par le développement et la promotion des équipements électroménagers	En cours d'exécution
	Construction de nouvelles centrales hydroélectriques	En cours d'exécution
	Réhabilitation et extension du réseau électrique	Prévu
	Programmes régionaux d'électrification régionale	Prévu

	Promotion et diffusion des fours et foyers à économie d'énergie	Prévu
	Conversion des chaudières à gasoil (Brarudi) et à bois en chaudières électriques	Prévu
Déchets	Développement des unités technologiques propres de gestion des déchets	Prévu
	Extension du réseau d'assainissement des eaux usées	Prévu
	CTB Burundi Programme Pavage Projet « assainissement, développement social et économique par le pavage /HIMO Volet : gestion et valorisation des déchets, compostage des déchets	Phase d'achèvement
	Projet ORIO : Clean and Waste Free Bujumbura (compostage, recyclage)	En cours
	Projet LVEMPII (Mwaro, Gitega, Karusi, Kirundo) : récupération des déchets	En cours
	Projet LVWATSAN (Kayanza, Ngozi, Muyinga : Compostage et récupération des boues de vidange	En cours
	Projet sur la gestion des déchets des centres urbains	En cours
	Projet de construction des incinérateurs « Monfort » dans le cadre de la GDBM infectieux	En cours

1.3. Sélection des secteurs prioritaires

La première action du processus de sélection des secteurs prioritaires pour l'Evaluation des Besoins en Technologies d'atténuation des émissions de GES fut le cadrage de la sélection. Ainsi, il a été convenu de considérer les secteurs couverts par les inventaires de gaz et les études d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit : du secteur des procédés industriels, de l'Energie, de l'Agriculture, de l'Affectation et des Changements d'Affectation des Terres et de la Foresterie ainsi que le secteur des Déchets.

Cette action a été suivie par la comparaison et classement de ces secteurs par rapport à leur niveau de contribution respective au développement socio-économique et aux émissions nationales de GES.

1.3.1. Contribution à la production ou à la réduction des émissions de GES

En matière d'émission de gaz à effet de serre, les résultats des inventaires de gaz à effet de serre déjà réalisés montrent que la contribution du Burundi aux émissions mondiales est encore négligeable ; les émissions par habitant sont estimées à 1721 kg de CO₂ par an (NYENGAYENGE.D, 2009). Toutefois, cette contribution peut augmenter, car l'accroissement continu de la population est l'une des causes principale de la dégradation des forêts et des terres et partant de l'accroissement des émissions de GES.

En outre, l'accroissement des activités économiques surtout en l'absence des technologies de transformation performantes conduit à l'accroissement de la production des déchets ; qui est encore une source d'émissions de GES tant au niveau des ménages qu'au niveau des industries.

L'analyse du bilan des émissions nationales montre que les émissions liées à la production des déchets augmentent à un rythme rapide et ont plus que doublé entre 2000 et 2010. Mais l'analyse comparative des contributions sectorielles aux émissions nationales de GES montre que le secteur de l'Agriculture occupe la première place ; elle est responsable de la plus grande part des émissions. Quant aux secteurs de l'Energie, des Déchets, et des Procédés Industriels, ils occupent respectivement la deuxième, la troisième et la quatrième position. Tandis que le secteur d'Affectation des Terres et Foresterie est un puits (tableau n° 6).

Tableau n° 6. Profil des émissions de GES au Burundi entre 2005 et 2030

Source	Emissions en Gg ECO ₂	
	2005	2030
Procédés industriels	-	-
Energie	356,07	9,1
Agriculture	25916,26	61033
Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie	-15176,36	+1366
Déchets	200,2	385,23
Total	11295,99	62793,33

Source : Département de l'Environnement et du Changement Climatique, Rapport synthèse des études d'atténuation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, 2009

Certes, la contribution du secteur des déchets est encore faible. Mais, elle est susceptible d'accroître ; elle dépend de l'accroissement de la population et des activités économiques qui évolue en l'absence de technologies propres et performantes.

Aujourd'hui, les secteurs de la Foresterie et de l'Energie sont encore à la fois émetteurs et puits de gaz à effet de serre. Mais par rapport au potentiel d'atténuation des émissions de GES, le secteur de l'Energie peut être classé avant celui de la Foresterie ; son potentiel est supérieur à celui du secteur de la Foresterie.

Certes, de par les capacités de captage et séquestration du CO₂ des forêts et des autres types de plantation d'arbres qu'il détient, le secteur forestier constitue jusqu'aujourd'hui, un puits important du gaz carbonique, mais les capacités de séquestration du gaz carbonique dont disposent naturellement ces formations forestières tendent à diminuer suite à la régression des superficies boisées (NYENGAYENGE D, 2009).

Quant au secteur de l'Energie, son potentiel d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre est détenu par plusieurs sources à savoir l'hydroélectricité ; l'énergie solaire ; l'énergie éolienne ; la géothermie ; la biomasse et déchets organiques.

1.3.1.1. Potentiel Hydroélectrique

Le Burundi dispose d'un potentiel Hydroélectrique très important. En effet, selon les études bibliographiques récentes (MEM, 2013), le potentiel actuel peut avoir une capacité supérieure à celle estimée 1700 MW en 1983.

1.3.1.2. Un gisement solaire

De par sa situation géographique, le Burundi bénéficie d'une insolation importante qui augmente avec la diminution de la nébulosité. Il bénéficie aussi des températures moyennes modérées. Les régions de basses altitudes connaissent une longue durée d'ensoleillement. L'ensoleillement moyen reçu annuellement est estimé à 2000kWh/m² (MEM, 2013). Par ailleurs des mesures d'insolation effectuées de 4 à 11 ans sur neuf stations indiquent que l'insolation s'élève en moyenne à 4-5kWh par jour par m² (CRUEA, 1982) et (MEM, 2013).

1.3.1.3. Un gisement éolien

Vers les années 80, certains centres de recherche sur les énergies alternatives dont l'éolienne ont été créés à savoir notamment le CRUEA et le CEBEA et des éoliennes de pompage de l'eau ont été installées en altitude et dans la plaine de la Ruzizi, mais aucune étude n'a encore confirmé l'exploitabilité du vent à des fins énergétiques industrielles (MEM, 2012). Selon l'atlas SWERA, le gisement éolien au Burundi est inférieur à 4,8 m/s.

1.3.1.4. Un potentiel géothermique

La présence des eaux thermales et la vallée du rift au Burundi, une zone géologique à potentialités géothermiques constituent des indicateurs des potentialités d'existence de l'énergie géothermique au Burundi.

1.3.1.5. Disponibilité de Biomasse

La biomasse constitue une éventuelle source d'énergie potentielle. Elle comprend notamment le bois énergie, la tourbe, les déchets organiques ménagers organiques industriels. Les technologies existantes pour la valorisation de ces déchets sont peu performantes et donc constituent aussi un facteur de pollution de l'environnement et de production des émissions de GES.

Les déchets urbains sont valorisés à des fins énergétiques par des organisations d'opérateurs privés qui n'ont pas assez de moyens pour produire de l'énergie sans causer des dommages à l'environnement. Concernant les déchets agricoles, la société sucrière de Moso (SOSUMO) dispose d'une centrale électrique alimentée par la bagasse. C'est une unité de cogénération de 2 x 2 MW alimentée à partir de la bagasse (déchet de la canne à sucre).

L'autre moyen de valorisation des déchets agricoles non important est la méthanisation (biogaz). En effet, pour ses différents avantages et sa facilité de production, le biogaz est une source d'énergie pertinente à vulgariser.

Au niveau du secteur de Gestion des déchets proprement dit, le Burundi dispose d'un potentiel important de déchets valorisables. Ces derniers se répartissent en déchets issus des activités ménagères, industrielles, activités commerciales, municipales, etc.

En Marie de Bujumbura, la production moyenne des ordures ménagères est estimée à 0,52Kg par habitant par jour (CTB Burundi, 2013) et 25 % seulement sont évacués vers le site de décharge de Buterere. Si en 2016, la population urbaine est estimée à 600 000 habitants, on aurait une production annuelle de l'ordre de 112 320 tonnes. Ceci pourrait générer plus de 4 Gigrammes de CH₄ dans la décharge soit plus de 86 Gg ECO₂.

1.3.2. Contribution au développement socio-économique

L'analyse menée sur la contribution des cinq secteurs couverts par les inventaires nationaux à la production et à l'atténuation des émissions de GES montre que les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre détenus respectivement par le secteur de l'énergie et celui des déchets sont supérieurs aux potentiels détenus respectivement par les autres secteurs.

De ce fait et pour des raisons exprimées ci-après, le secteur de l'énergie et celui de la Gestion des Déchets ont été retenus pour servir de champs d'application pour l'évaluation des besoins en technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, de développement socioéconomiques et d'amélioration du cadre de vie.

Concernant la contribution à la croissance économique, les résultats de l'analyse des contributions sectorielles à la croissance économique présentés dans la partie consacrée à la description de la situation économie montrent que les contributions les plus élevées sont respectivement fournies par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie. Tandis que la connaissance parfaite des contributions des secteurs de l'Energie et celui des Déchets nécessite une étude complémentaire.

Toutefois, parmi les contraintes à la croissance économique solide et résiliente indiquées par l'analyse figure l'insuffisance d'énergie. Cette analyse conclut que sans énergie suffisante et disponible, les secteurs porteurs de croissance voire l'agriculture ne pourront pas se développer et par conséquent il n'y aura pas de croissance économique.

En effet, le secteur de l'Energie constitue à la fois un facteur de croissance économique et un appui au développement des secteurs productifs et porteurs de croissance tels que l'agriculture, le secteur minier, l'artisanat, l'industrie, la communication, (CSLP II, 2012, Vision « Burundi 2025, 2011 »).

A cause de sa contribution potentielle à la croissance économique et à la lutte contre la pauvreté, le secteur de l'énergie est l'un des secteurs choisis par le Burundi pour servir de champs d'application des mesures de développement durable et de l'atténuation des effets du changement climatique dans le cadre de la mise en œuvre de la CPDN.

S'agissant des Déchets, ils sont considérés comme un handicap majeur au développement du Pays et au bien-être de la population (PNA, 2013) et partant un handicap au développement durable. La situation actuelle du secteur de Gestion des Déchets solides et liquides est caractérisée par un manque criant en infrastructures, équipements et moyens. Cette dernière met donc en risque les ressources en eau et la santé des populations humaines. C'est pourquoi, tenant compte de l'ampleur des défis à relever, le Gouvernement du Burundi place l'assainissement dans les priorités nationales (PNA, 2013).

Bien que la PNA ne mette pas en évidence les possibilités de valorisation des déchets, l'analyse de l'état des lieux montre qu'il existe des déchets valorisables et qui de ce fait constituent une source de

revenu et donc de richesse en témoignent les entreprises nationales qui fonctionnent à base du recyclage ou de la valorisation des déchets.

Au Burundi ou ailleurs, la valorisation des déchets a un double avantage. En effet, elle constitue d'abord une source d'emploi et de revenus non négligeables pour un bon nombre de ménages au Burundi. En outre, ne fût-ce que par réduction du volume des déchets, la valorisation des déchets contribue à la réduction de la pollution et d'autres nuisances.

C'est dans le souci d'exploiter ce double avantage qu'offre la valorisation des déchets et la mise en œuvre effective de la politique nationale d'assainissement que le secteur de Gestion des Déchets est retenu pour servir de champ d'application de l'évaluation des besoins technologiques d'atténuation des émissions de GES et de développement durable.

1.3.3. Processus de sélection des secteurs et résultats

Prenant référence au processus d'élaboration de la CPDN burundaise, la concertation entre différents acteurs impliqués dans la lutte contre le changement climatique a été privilégiée.

En effet, à l'issue d'une concertation entre le Ministère Point Focal Climat, comité national climat et les responsables des institutions impliquées directement dans la lutte contre le changement climatique, il a été mis en place un comité technique du projet EBT.

Ensuite, tenant compte des contributions respectives des secteurs couverts par les inventaires de GES au développement socio-économique du Pays, à l'offre d'emploi, aux émissions de GES ainsi que leurs potentiels d'atténuation des émissions de GES, ces deux comités ont décidé de retenir deux secteurs pour servir de domaines d'études d'identification des options technologiques d'atténuation des émissions de GES. Il s'agit du secteur de l'Energie et du secteur de Gestion des Déchets.

Pour le secteur de l'Energie, l'étude porte précisément sur l'évaluation des besoins des technologies d'atténuation des émissions de GES dans le sous secteur résidentiel. Les principaux domaines couverts par l'étude sont : l'efficacité énergétique, la production et l'extension d'énergie hydroélectrique et la valorisation des sources d'énergies renouvelables.

Concernant le secteur de Gestion des Déchets, il s'agit d'évaluer les besoins technologiques de recyclage ou de valorisation énergétique des déchets. Les principaux domaines couverts par l'étude sont l'Energie, l'Agriculture, l'Eau, l'Environnement, Santé, Industrie et Artisanat, etc.

2.1.1. Comité Technique du projet EBT

Le comité EBT est chargé d'assurer le suivi et la validation des rapports produits par les consultants en adaptation et en atténuation du changement climatique. La liste des membres est se trouve en annexe 1 du présent rapport.

2.1.2. Coordonnateur du projet

La mission principale du Coordonnateur est d'assurer la gestion du processus EBT et faciliter la communication entre les membres du comité technique national EBT, les consultants et les experts sectoriels.

2.1.3. Equipe de Consultants

Pour mener des études d'évaluation des Besoins en technologies dans le cadre du projet EBT, deux consultants ont été recrutés, l'un pour l'atténuation et l'autre pour l'adaptation.

En collaboration avec le coordinateur national du projet, le comité national EBT et les groupes de travail sectoriels ainsi qu'avec le consultant en charge de l'adaptation, le consultant en charge de l'atténuation appuie le processus de l'EBT depuis l'engagement des parties prenantes, l'identification des besoins en technologies et leur priorisation jusqu'à la transmission des rapports finaux du Pays en passant par le développement du Plan d'action technologique (PAT).

Il est responsable de la mise à disposition des outils et conseils sur les procédures et approches méthodologiques au comité national EBT pour la mise en place du PAT en conformité avec les objectifs et priorités de développement du Burundi.

Son appui comprend aussi l'assistance au coordinateur EBT en ce qui concerne la communication et la sensibilisation de toutes les parties prenantes, la formation des groupes de travail, la collecte d'informations ainsi que la coordination et la dissémination des produits du projet.

2.1.4. Equipe d'experts sectoriels

Le rôle des Experts sectoriels est d'apporter l'appui aux consultants dans la collecte des données technologiques disponibles ou à chercher dans les différents secteurs déjà identifiés ou non par le comité technique national du Projet EBT.

Sous la présidence du Point Focal Climat, le Coordonnateur du Projet EBT a organisé un atelier de lancement du projet « Evaluation des Besoins Technologiques(EBT) en date du 17 Novembre 2015 à l'Hôtel « Le Chandelier ». Cet atelier qui avait connu la participation du comité technique EBT et des consultants visait deux principaux objectifs à savoir : (i) informer les participants sur le contenu et le fonctionnement du projet « EBT » ; (ii) identifier les institutions détentrices de données et un groupe d'experts sectoriels pour faciliter la collecte des données.

Les informations fournies par le coordonnateur dans sa communication sur le Projet et les résultats des échanges organisées en plénière et en commissions ont permis aux participants de mieux comprendre le bienfondé et la pertinence de l'évaluation des besoins technologiques ainsi que la nécessité de contribuer à sa réalisation.

Ainsi à l'issu des travaux en commissions, furent identifiés six experts sectoriels dont trois dans le domaine de l'atténuation, un pour le secteur de l'Energie et deux autres pour le secteur de Gestion des Déchets.

Ces experts du domaine « atténuation » ont été invités à coopérer avec ceux du domaine « adaptation » pour complémentarité dans la collecte des données en ce qui concerne particulièrement les secteurs transversaux comme le secteur « Gestion des Déchets ».

2.2. Implication des parties prenantes

Les parties prenantes jouent un rôle central dans le processus EBT car elles sont étroitement impliquées dans sa mise en œuvre. (Voir annexe 2). Le processus d'engagement des parties prenantes a été officiellement enclenché par l'organisation d'un atelier de lancement du projet « EBT ».

Les premières actions d'engagement des parties prenantes comprennent la formation d'un comité technique EBT multisectoriel issu des institutions impliquées dans la communication nationale sur le changement climatique et d'un groupe d'experts sectoriels dont les membres sont également issus de ces structures ainsi que l'implication de ce comité dans des réunions d'organisation des activités du projet.

L'engagement des parties prenantes est également marqué par l'implication du groupe d'experts sectoriels dans l'identification des technologies et de leurs détenteurs et / ou d'utilisateurs respectifs. Ces derniers comprennent les institutions publiques, les organisations privées et les individus. Les parties prenantes ont également participé au processus de priorisation des technologies ouvert le 19 avril 2016 par un atelier.

CHAPITRE III. PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE SOUS SECTEUR RESIDENTIEL

La priorisation des technologies s'est déroulé en 5 principales étapes comprenant les actions suivantes : (i) l'analyse de l'état des lieux des émissions de GES et des Technologies ; (ii) la détermination du contexte de décision ; (iii) l'identification des options technologiques potentiels de réduction d'émission; (iv) le choix des critères d'évaluation des performances des technologies et processus de priorisation de priorisation des technologies; (v) examen et présentation des résultats de la priorisation des options technologiques.

3.1. Emissions et technologies existantes dans le sous-secteur résidentiel

3.1.1. Emissions de gaz à effet de serre

En matière d'inventaire de GES et d'atténuation des émissions correspondantes, les secteurs des industries énergétiques et manufacturées, du commerce et des institutions ainsi que l'ensemble agriculture-pêche et forêt sont considérés comme des sous secteurs du module « Energie ».

Les émissions issues de la combustion de la biomasse sont estimées à 9914,34 Gg de CO₂ (DGEE, 2008).

Selon le même auteur, la combustion d'autres combustibles n'a généré que 169,49 Gg CO₂ dont 1,88 proviennent du sous secteur résidentiel soit 1,11%. Il précise en outre que le sous secteur résidentiel contribue respectivement à 99,3%, 100% et 89% des émissions de CH₄, N₂O et NO_x. Enfin, ce rapport indique que presque la totalité des émissions du secteur énergie provient du sous-secteur résidentiel et plus précisément de la combustion de la biomasse. En effet, sur un total d'émission de CO₂ estimé à 10.083,83Gg, 98,32% sont générées par la combustion de la biomasse.

3.1.2. Aperçu sur les technologies existantes

La revue documentaire et la consultation des parties prenantes du Secteur de l’Energie ont permis d’améliorer la connaissance d’état des lieux des technologies utilisées dans ledit secteur. Ainsi une liste des principales technologies d’atténuation déjà expérimentées est reprise au tableau n° 7.

Tableau n° 7. Liste des technologies existantes

Sous secteur	Options technologiques	Référence bibliographique/entreprise responsable
Biomasse	1. Fabrication, vulgarisation et diffusion des foyers améliorés	Seconde Communication Nationale sur le Changement Climatique
	2. Vulgarisation et diffusion des techniques de production et d’exploitation du biogaz	
	3. Diffusion et vulgarisation à grande échelle des foyers améliorés à bois et à charbon de bois	Identification des besoins en technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre au Burundi
	4. Amélioration du système de carbonisation	
	5. Vulgarisation et diffusion des techniques de production et d’exploitation du biogaz	
	6. Fabrication, vulgarisation et diffusion des fourneaux et foyers améliorés	Etude de la filière bois au Burundi (Ch. ADAM et al, 1990)
	7. Amélioration des techniques de carbonisation	
	8. Fabrication et vulgarisation du charbon de biomasse	
Électricité	9. Intensification de la production de l’hydroélectricité ou la multiplication des microcentrales hydroélectriques	Seconde Communication Nationale sur les Changements Climatiques
	10. Conversion des chaudières à gasoil en chaudières électriques (Brasserie, Bragita, BTC)	
	11. Augmentation de la production et de l’utilisation de l’hydroélectricité	Identification des besoins en technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre (MATET, 2002)
Energies alternatives renouvelables	12. Promotion de l’Energie solaire pour l’éclairage, le séchage et la cuisson	Seconde Communication Nationale sur le Changement Climatique

	13. Promotion de l'Énergie éolienne pour le pompage de l'eau	
	14. Electrification des ménages ruraux par kits solaires photovoltaïques	Identification des besoins en technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre

3.2. Contexte de décision

Malgré un potentiel hydroélectrique si important, le Burundi reste déficitaire en énergie. L'offre fournie ne permet pas de satisfaire la demande qui ne cesse de croître.

En effet, la production d'énergie d'origine hydroélectrique reste insuffisante. Les pertes sont estimées à 20 % (Se4ALL, 2013) Tandis que le taux d'électrification est inférieur à 5%. Il a passé de 2,9 à 4,7 entre 2005 et 2012 (REGIDESO, 2012). Les produits pétroliers quant eux, ils sont tous importés et constituent un fardeau économique pour le pays.

Le bois énergie contribue à plus de 96% pour la satisfaction des besoins énergétique mais son exploitation excessive entraîne la déforestation et la dégradation et partant la dégradation de l'environnement. Quant aux sources d'énergie modernes comme l'énergie solaire, le biogaz et l'éolienne, ils restent sous exploitées.

Pour faire face à cette situation, la politique nationale énergétique vise à accroître la production énergétique et améliorer l'accès du plus grand nombre de la population aux sources d'énergie moderne.

Son plan d'action et la stratégie sectorielle indiquent les actions prioritaires dont les activités urgentes pour la mise en œuvre cette Politique nationale. Parmi les actions urgentes mentionnées dans la stratégie (MEM, 2011), on peut citer :

1. développer la production de l'hydroélectrique ;
2. développer les ressources solaires connectables au réseau ;
3. développer le réseau de transport et de distribution d'électricité ;
4. réduire les pertes techniques ;
5. électrification des sites d'intérêt social par des panneaux solaires photovoltaïques ;
6. électrification des villages isolés par des microcentrales hydroélectriques ;
7. conception et vulgarisation des foyers à petite, moyenne taille selon le demandeur est le ménage, le restaurateur boulanger ou autres.

En matière de changement climatique, le Burundi contribue à atténuer développe les émissions de gaz à effet de serre à travers la mise en œuvre des actions ci-haut citées, des programmes et projets REDD+ ainsi que des projets de mise en œuvre de la CPDN(tableau n°4).

Dans le but d'améliorer la qualité des résultats attendus des projets en cours ou futurs, il convient d'évaluer les performances des technologies utilisées et éventuellement proposer des technologies appropriées compte tenu des objectifs fixés par la politique énergétique nationale et des engagements pris par le Burundi notamment dans le cadre de la mise en œuvre de la CCNUCC.

C'est dans ce contexte qu'intervient la priorisation des technologies. Eu égard aux objectifs ci-avant cités, le Burundi a besoin des technologies qui permettraient de résoudre le problème énergétique et contribuer à l'atténuation des émissions de GES à travers notamment la valorisation du potentiel hydroélectrique et la promotion de l'exploitation des énergies alternatives. Des technologies pour

l'amélioration de l'efficacité énergétique et la limitation de l'utilisation des sources d'énergies polluantes, sont également nécessaires pour réaliser les mêmes objectifs.

3.3. Aperçu des options technologiques d'atténuation des émissions

La revue documentaire complétée par des rapports des experts sectoriels permet de dresser une liste des principales technologies susceptibles de réduire les émissions de GES. Il s'agit de :

3.3.1. Standardisation et optimisation des foyers améliorés

Il existe plusieurs variantes de foyers améliorés à bois et à charbon de bois et beaucoup d'intervenants non coordonnés dans la fabrication des foyers améliorés. Par rapport aux foyers traditionnels, les plus intéressants permettent respectivement une économie de 50% (LEPELEIRE G et al, 1981) et 20% (BITORIROBE et al, 1991).

Cette réduction de la consommation du bois a entre autres pour conséquences : (i) l'économie d'énergie ; (ii) la réduction des dépenses familiales ; (iii) la limitation de la dégradation forestière ; (iv) l'allègement du travail aux femmes et jeunes filles du milieu rural habituellement chargées de la collecte du bois ; (v) la réduction de la pollution dans les ménages, etc.

En outre, l'application de ces deux types de foyers à 100% permettraient d'éviter respectivement les émissions de 200 et 1109 Gigagrammes de CO₂ soit au total 1309 Gigagrammes de CO₂. (DGAT, 2001).

3.3.2. Méthanisation pour la production du biogaz

La technologie de biogaz est une méthode de valorisation énergétique des déchets biodégradables se traduisant par la production d'un gaz combustible (le biogaz) par l'action bactérienne en l'absence de l'air. Elle présente une excellente alternative aux combustibles de cuisine particulièrement dans les régions où le bois énergie est insuffisant.

Cette technologie est particulièrement intéressante pour le désenclavement énergétique et la contribution à la sauvegarde de l'environnement par la réduction de la consommation du bois utilisé pour la cuisson et du pétrole utilisé pour l'éclairage. Les ménages ruraux éloignés du réseau hydroélectrique seraient les premiers bénéficiaires du projet biogaz.

La technologie du biogaz a été introduite au Burundi au cours des années 1980 par le biais d'un projet biogaz. De 1983 à 1995, plus de 300 digesteurs étaient déjà installés un peu partout dans le pays. Ce projet visait à contribuer à la résolution du problème d'approvisionnement de l'énergie et de l'assainissement en milieu rural. La matière première pour le fonctionnement des premières installations à biogaz était constituée par des déchets d'animaux. Le biogaz produit servait principalement à la cuisson et à l'éclairage. Mais, la crise socio - politique de 1993 n'a pas permis la poursuite de développement de cette technologie.

3.3.3. Standardisation, optimisation et diffusion des lampes à basse consommation énergétique

L'adoption et la mise en œuvre d'une politique d'amélioration d'efficacité énergétique au Burundi dans le secteur résidentiel constituerait une stratégie importante pour l'économie d'énergies et des moyens financiers ainsi que pour la réduction d'émissions de GES.

Les principales causes de cette inefficacité sont dues à la fuite d'énergie liée à la vétusté du réseau électrique, aux faibles performances des équipements ménagers et électriques ou non. La standardisation, l'optimisation et la diffusion des lampes à basse consommation dans le sous secteur résidentiel contribuerait à la réduction des fuites d'énergie et des dépenses des moyens financiers.

Avec le financement de la Banque mondiale, la Direction Générale de l'Energie a initié un projet d'efficacité énergétique basé sur le remplacement des ampoules électriques à incandescence par des ampoules à basse consommation d'énergie (200 000 unités) dans les centres urbains de Bujumbura, Gitega et Ngozi. Mais le projet n'a pas donné de bons résultats, car, il n'a pas été possible d'éliminer le stock des anciennes ampoules qui était déjà constitué ni arrêter les nouvelles importations.

Dans le cadre dudit projet, la Direction Générale de l'Energie a fait réaliser des audits énergétiques aux grands consommateurs d'énergie à savoir : l'Université du Burundi ; les hôpitaux (l'Hôpital militaire de Kamenge, l'Hôpital Roi Khaled), la Brasserie du Burundi(BRARUDI), la Société SAVONOR, la Banque de la République du Burundi, le Club du lac Tanganika, etc.

Dans le même cadre, elle a mis en place un service de conseils juridiques et institutionnels et a entrepris l'élaboration d'un projet de lois portant révision des taxes sur les importations des équipements énergétiques et l'étiquetage des équipements.

3.3.4. Captage et valorisation électrique de l'énergie solaire photovoltaïque

Le Burundi est aujourd'hui tributaire de l'extérieur en matière d'approvisionnement en sources d'énergie dont l'électricité et les produits pétroliers. Pourtant il dispose d'un potentiel non négligeable de production d'électricité à partir de l'énergie solaire. L'approvisionnement en énergie électrique importée reste insuffisant et cher. Tandis que les produits pétroliers pèsent lourdement sur la balance commerciale.

L'utilisation de l'énergie à base des produits pétroliers importés et du bois énergie et ou autres biomasses constituent un handicap au développement durable. Dans le but d'atténuer les émissions et la facture liées à cette utilisation et ainsi contribuer au Développement durable, la politique du Gouvernement en matière d'énergie vise comme priorité principale, le développement des énergies modernes (CSLPII, 2012).

L'utilisation de l'énergie solaire permet d'éviter les irrégularités et les insuffisances dans la fourniture de l'énergie d'origine hydraulique. Ceci a pour conséquence l'allongement du temps de travail surtout en milieu rural où on n'a pas accès à l'énergie hydraulique. L'énergie solaire permet également de réduire la pollution liée à l'utilisation des sources d'énergies polluantes comme le pétrole, le bois, la bougie, etc. Le rendement énergétique actuel de l'énergie solaire est de l'ordre de 15 à 20%.

Au Burundi, l'énergie solaire fait partie des énergies propres. Il utilise des panneaux photovoltaïques fabriqués ailleurs. Or, le peu d'émission observé dans ce domaine est générée à la phase du processus de fabrication des panneaux. C'est pourquoi, l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque au Burundi est recommandable.

Des installations solaires ont vu le jour au Burundi vers les années 80 grâce à la coopération bilatérale respectivement entre le Burundi et la Belgique ou entre le Burundi et la Chine, d'abord sous forme de projets pilotes.

Le Ministère de l'Energie et des Mines (MEM) à travers la Direction Générale de l'Energie (DGE) a repris les travaux d'installations des systèmes solaires photovoltaïques et d'électrification des centres de santé, des collèges communaux depuis 2006 sur le budget du Gouvernement du Burundi et sur financement des partenaires. Depuis lors, le MEM à travers la DGE a poursuivi les travaux d'électrification rurale par systèmes solaire photovoltaïques.

3.3.5. Séchage solaire

Outre la cuisson des aliments, l'éclairage et le chauffage des maisons, l'énergie thermique est utilisée pour le séchage de certains produits alimentaires afin d'améliorer leur conservation et conditionnement. Il s'agit notamment du poisson, du grain, des feuilles de thé, etc.

La forme d'énergie la plus utilisée dans les domaines de la cuisson et du chauffage est le bois énergie. Or, l'exploitation excessive de ce dernier entraîne la dégradation de l'environnement et constitue une source importante d'émission de gaz à effet de serre. Sa substitution par l'énergie solaire thermique constituerait une meilleure option technologique d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

L'utilisation généralisée des séchoirs solaires rendue possible par la disponibilité de l'énergie solaire thermique aura pour principaux impacts la réduction des pertes économiques, l'amélioration de la salubrité publique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

En effet, les séchoirs solaires contribueront à la réduction des pertes des produits agricoles et halieutiques liées à l'insuffisance d'ensoleillement et d'équipement de conservation desdits produits au froid.

En outre, ils contribuent à l'amélioration de la salubrité publique notamment à travers la réduction des déchets jetés dans la nature et des émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation du bois énergie pour la conservation du poisson par fumage et le séchage du thé. Dans ce dernier cas, les séchoirs solaires peuvent remplacer le bois énergie.

3.3.6. Aérogénération et valorisation de l'énergie éolienne

L'énergie éolienne fait partie des énergies nouvelles. C'est une forme d'énergie propre et alternative aux énergies traditionnelles. Elle peut contribuer à la compensation du déficit en énergie hydraulique. L'accroissement de l'accès à l'énergie éolienne est essentiel pour assurer le développement socio-économique.

3.3.7. Multiplication et optimisation des microcentrales hydroélectriques

La construction et l'exploitation de nouvelles centrales hydroélectriques est l'une des actions de la mise en œuvre de la politique du Gouvernement en matière d'énergie. La construction de 3 microcentrales hydroélectriques fait partie des principales options de technologies de réduction des émissions de GES proposées dans le cadre la CPDN. En effet, à travers le remplacement du bois énergie et des produits pétroliers, l'hydroélectricité permettrait sans doute de réduire les émissions liées à la combustion de ces combustibles.

3.3.8. Uniformisation et optimisation des systèmes de carbonisation

La méthode traditionnelle de fabrication de charbon de bois utilisée au Burundi à plus de 99.6% est la méthode de meule en terre, son rendement pondéral est très faible ; il est de l'ordre de 10%. Cette technique qui occasionne une grande perte de matière première contribue ainsi à l'augmentation de la pression humaine sur la ressource forestière et partant à l'accroissement des émissions des gaz à effet de serre.

Afin de faire face à cette situation, l'usage du four amélioré est requis. A titre d'exemple le modèle «*Four cornu de Cotonou* » à rendement pondéral supérieur ou égal à 25% comparé au four traditionnel Burundais permet une économie de bois (masse) de 60% soit 73.17% du volume de bois sur pied c'est-à-dire 1 214 443 m³ ; ceci permet de récupérer au moins 1 622 gigagrammes de CO₂ à raison d'un gigagramme de CO₂ pour 748.520 m³ de bois exploité (NYENGAYENGE D, 2009).

3.4. Critères et processus de priorisation des technologies

Cette étape comprend la détermination des critères d'évaluation des performances et les procédures de classement des technologies.

3.4.1. Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques

L'évaluation a pour objet de sélectionner les technologies à faible coût mais permettant de maximiser les bénéfices en termes de développement socio-économique et de réduction d'émissions de GES. Les critères sont des mesures de performances selon lesquelles, les technologies sont jugées (GEBT, 2010).

Après établissement d'une liste des options technologiques pour l'atténuation des émissions de GES, il a été ensuite procédé à l'identification des critères d'évaluation des performances de ces options. La figure n°3 indique les relations hiérarchiques entre les critères d'évaluation des performances de technologies. Il s'agit des avantages pour le développement durable et la faisabilité de la technologie.

3.4.1.1. Avantages sur le développement durable

3.4.1.1.1. Importance économique : l'influence de la technologie sur le produit intérieur brut(PIB), produit d'exportation (PE) ;

3.4.1.1.2. Importance sociale : lutte contre la pauvreté(LP), la création d'emploi(CE) ;

3.4.1.1.3. Protection de l'environnement : assainissement lutte contre la pollution et la dégradation des forêts (ALP&DF).

3.4.1.2. Caractéristiques technologiques ou faisabilité de la technologie

3.4.1.2.1. potentiel de réduction des émissions de GES (PRE) ;

3.4.1.2.2. maturité technologique : sécurité (S) liée à la manipulation ou l'utilisation de la technologie ;

3.4.1.2.3. fiabilité technologique (F) et sécurité ;

3.4.1.2.4. Coût de la technologie (C).

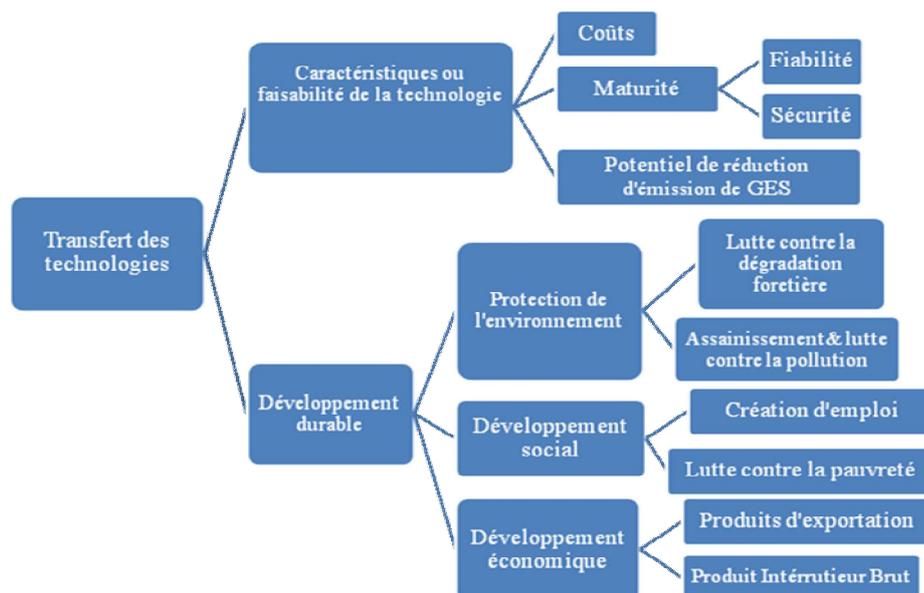


Figure 3. Arbre à critères d'évaluation des options technologiques

3.4.2. Notation et classement des options technologiques

Sur base des critères d'évaluation et par la méthode d'analyse multicritère (AMC) appuyée par le logiciel TNAssess², les technologies identifiées ont notées et classées selon le niveau de leur contribution au développement durable. Les résultats obtenus sont présentés au tableau n° 8. Seules les technologies classées respectivement première, deuxième et troisième sont priorisées.

Tableau n° 8. Résultat du classement des technologies dans le Secteur de l'Energie

N°	Technologie	Note obtenue sur 100
1	Standardisation et optimisation des Foyers améliorés	74,3
2	Multiplication et optimisation des microcentrales hydroélectriques	66,6
3	Captage et valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque	60,5
4	Méthanisation pour la production du biogaz	51,5
5	Standardisation et optimisation des fours de carbonisation	35,3
6	Standardisation, optimisation, adaptation et diffusion des lames à basse consommation	33,1
7	Génération et valorisation énergétique de l'énergie éolienne	32,1
8	Séchage solaire	29,7

CHAPITRE IV. PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DES DECHETS

Comme pour le secteur de l'Energie, la priorisation des technologies a été organisé et exécuté en 5 principales étapes comprenant les principales actions suivantes : (i) l'analyse de l'état des lieux des émissions de GES et des Technologies ; (ii) la détermination du contexte de décision ; (iii) l'identification des options technologiques ; (iv) le choix des critères d'évaluation des performances des technologies et processus de priorisation de priorisation des technologies; (v) examen et analyse de la sensibilité des résultats de la priorisation des options technologiques.

4.1. Emissions et technologies existantes

4.1.1. Les émissions de gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre émis par ces déchets sont : le méthane (CH₄), le gaz carbonique (CO₂) et l'oxyde nitreux (N₂O). Les tableaux n° 9 et 10 montrent respectivement la répartition des émissions par secteur et le bilan des émissions sectorielles à l'horizon 2050.

² Logiciel d'Evaluation des besoins en technologies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique

Tableau n° 9. Répartition des émissions sectorielles en équivalent CO₂ pour l'année 2005

Secteur	Quantité en Gg ECO ₂	Pourcentage
énergie	356,07	0,90
Agriculture	25916,26	65,57
ATCATF	13049,42	33,01
Déchets	200,02	0,51
	39521,77	100

Source : Département de l'Environnement, Rapport synthèse des études d'atténuation des émissions anthropiques de Gaz à effet de serre, 2009

Tableau n° 10. Bilan des émissions sectorielles à l'horizon 2050 en Gigagrammes d'Equivalent CO₂ Selon le scénario de référence

Année	Emissions en Gigagrammes d'Equivalent CO ₂					Emissions nettes	pourcentage
	Procédés industriels	énergie	Agriculture	ATCATF	Déchets		
2010	0,17	61	33922	-10869	223,99	23338,16	0,959759
2015	0,19	81	44549,2	-8108	256,03	36778,42	0,696142
2020	0,20	107,1	58985	-4769	292,58	54615,88	0,535705
2025	0,22	140,6	60436,1	-1837	337,31	59077,23	0,570964
2030	0,23	183,9	61092,1	+1366	385,23	63027,46	0,61121
2035	0,24	239,6	61732,1	+4378	438,63	66788,57	0,656744
2040	0,26	310,9	6256,1	+7506	501,24	70874,5	0,707222
2045	0,27	401,9	63601,6	+10331	587,04	74921,81	0,783537
2050	0,29	517,7	649927,8	+13693	670,79	79809,58	0,840488

Source : Département de l'Environnement, Rapport synthèse des études d'atténuation des émissions anthropiques de Gaz à effet de serre, 2009.

4.1.2. Les technologies existantes

L'analyse documentaire complétée par les résultats de la consultation des parties prenantes du secteur des déchets ont permis de dresser une liste des technologies utilisées dans ledit secteur. Le tableau n°11 montre les principales technologies d'atténuation déjà expérimentées ou utilisées.

Tableau n° 11. Liste des technologies existantes

Sous-secteur	Options technologiques	Référence bibliographique/Entreprise Responsable
Valorisation des déchets	1.Compostage des déchets	Seconde Communication Nationale sur le changement Climatique
	2.Transformation de la bagasse en énergie électrique	Seconde Communication Nationale sur le changement Climatique

	3. Fabrication des briquettes de biomasse à des fins énergétiques	Burundi Cooking Stove (BCS); Agence Belge de Développement, CTB Burundi-Programme pavage
	4. Recyclage des déchets métalliques	Entreprise IRON&STEEL
	5. Recyclages des déchets plastiques	AKSHAR KRUPA & SAVONOR
Assainissement	6, Prétraitement des eaux usées (bassins de prétraitement)	Seconde Communication Nationale sur le changement Climatique
	7, Incinération des déchets biomédicaux	Ministère de la santé publique

4.2. Contexte de décision

Bien que les déchets constituent une source de pollution de l'environnement et qui de ce fait dégradent l'environnement et détériorent le cadre de vie, ils constituent une source de revenus pour ceux qui disposent des technologies de valorisation.

Cela est justifié par la prolifération des associations pour la collecte et le traitement des déchets en plus de la régie des Services Techniques Municipaux « SETEMU. Parmi celles-là, on peut citer : Burundi Family Cleaning ; AJPE, BGC, EAMCO et la Bioénergie, etc.

Un autre important élément de preuve c'est la naissance des entreprises qui s'occupent du recyclage des déchets. Parmi celles-là, on peut citer « AKSHAR et KRUPA SAVONOR » qui s'occupent du recyclage des déchets plastiques, l'entreprise « IRON & STEEL » et la société Biogaz du Burundi qui s'occupe respectivement du recyclage des déchets métalliques et déchets organiques.

Malheureusement, ni ces associations, ni ces entreprises ni la régie des « SETEMU », aucune organisation ne dispose des moyens suffisants pour garantir la protection de l'environnement et la préservation du cadre de vie en ce qui concerne les problèmes et les risques liés aux déchets.

Néanmoins, la Politique Nationale d'Assainissement prévoit la dotation des moyens suffisants pour une meilleure gestion du secteur de Gestion des déchets. Parmi les principaux objectifs fixés dans ce cadre, on peut citer : (i) la hausse du taux d'accès des ménages urbains à un assainissement amélioré à 90 % et à 80 % pour les ménages ruraux en ce qui concerne la gestion des déchets liquides domestiques ; (ii) la hausse du taux de collecte des ordures ménagères jusqu'à desservir 50% à 80% des ménages selon la densité de la population et (iii) la mise en place des CET équipés pour le stockage et le traitement des déchets solides domestiques.

L'analyse des documents de politiques relatives à l'assainissement et de l'état des lieux de la gestion des déchets interpelle les gestionnaires dudit secteur à disponibiliser des moyens pour concevoir et appliquer les technologies appropriées pour la maîtrise de la gestion et la valorisation des déchets. C'est dans ce contexte qu'intervient la priorisation des technologies d'atténuation des émissions de GES.

En effet, dans le secteur de Gestion des Déchets interviennent plusieurs acteurs utilisant des technologies différentes dont les unes (brulage) ont des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Il convient alors de procéder au choix quitte à garder les technologies efficaces et non dégradantes de l'environnement et du cadre de vie. Ces technologies doivent permettre au Burundi de satisfaire les objectifs de développement durable et de réduction des émissions de GES à travers la valorisation des déchets.

Les principaux objectifs de valorisation des déchets sont : (i) l'intégration des déchets dans le circuit de production (énergie, matière organique, etc) ; (ii) la création d'emploi et l'amélioration des revenus des ménages ; (iii) la réduction des émissions de GES.

La réalisation de ces objectifs permettra au Burundi d'honorer ses engagements pris notamment dans le cadre de la mise en œuvre de la CCNUCC et particulièrement la CDN dans la mesure où elle contribuera à la production d'énergie propre(i) et à la réduction de la consommation du bois énergie (i & iii) ainsi qu'à la substitution des engrais minéraux par du compost(i).

Dans le but de mieux gérer le secteur des déchets, le Gouvernement du Burundi a mis en place un cadre institutionnel et lui a doté des instruments politiques et juridiques et techniques. Mais étant donné la transversalité du secteur des déchets, les responsabilités dans la gestion dudit secteur sont partagées entre plusieurs acteurs publics et privés.

4.3. Aperçu des technologies possibles d'atténuation

4.3.1. Méthanisation pour la production du biogaz

La technologie de biogaz est une méthode de valorisation énergétique des déchets biodégradables se traduisant par la production d'un gaz combustible (le biogaz) en l'absence de l'air, par l'action bactérienne.

En outre, le sous produit de la biométhanisation (digestat) est utilisé comme engrais en substitution des fertilisants artificiels considérés comme matière réputés dégradante de l'environnement.

Les candidats potentiels pour l'utilisation de cette technologie sont : les ménages ruraux isolés et/ ou regroupés en villages ainsi que les collectivités rurales dont les centres de santé, les hôpitaux, les camps militaires et policiers, les écoles à régime d'internat, etc.

4.3.2. Optimisation des capacités des briquettes de biomasse

La fabrication des briquettes de charbon à base des déchets organiques est une autre option technologique qui est actuellement préconisée, d'une part pour la réduction des émissions de méthane (CH₄) produit à partir des déchets solides mis dans les sites de décharge, et d'autre part pour la réduction de la pression sur les formations forestières qui constituent un puits de gaz à effets de serre.

En effet, l'adoption de cette technologie a un double avantage : la réduction des émissions de méthane (CH₄) et la séquestration des émissions de dioxyde de carbone (CO₂).

Les briquettes de biomasse sont jusqu'aujourd'hui fabriquées en Mairie de Bujumbura par de petites entreprises, associations et projets privés dont les sociétés Bioénergie Burundi, Burundi Quality Stoves (BQS), Association pour le Développement et la Lutte contre la Pauvreté (ADLP), le projet « Assainissement, développement socio-économique pour le pavage HIMO », etc. Les utilisateurs potentiels du charbon de biomasse sont les ménages et les camps militaires de la Mairie de Bujumbura.

4.3.3. Recyclage des déchets organiques industriels

4.3.3.1. Introduction

La quantité de déchets varie avec la nature et la quantité de la matière et les performances technologiques utilisées pour la production d'un bien. Plus les déchets deviennent nombreux, plus il sera difficile de les gérer. Il convient donc que les industries prennent des précautions dans le processus de valorisation des déchets afin d'éviter des éventuels dangers liés à ces derniers mais surtout promouvoir l'économie nationale.

4.3.3.2. Etat des lieux au Burundi

La décharge contrôlée et la station d'épuration des eaux usées disponibles au Burundi sont sous exploitées, faute d'approvisionnement en déchets. Pour la décharge, le problème posé est l'insuffisance au niveau des techniques de collecte. En effet, les déchets collectés en vrac et déposés comme tels se décomposent difficilement et deviennent ainsi encombrants pour une décharge à capacité limitée. Ainsi, les déchets devenus excédentaires sont déposés en dehors de la décharge.

Quant à la station, elle reçoit moins de matière faute de raccordements aux sources d'approvisionnement. S'agissant de la technologie de recyclage, il y a lieu de se féliciter de l'initiative prise par la Société sucrière du Moso (SOSUMO). Cette société produit de l'électricité à base des déchets de canne à sucre (bagasse).

4.3.4. Compostage des déchets organiques

Le compostage de déchets organiques est une des options technologiques de gestion des déchets pour la réduction des émissions liés aux déchets solides. Il est d'autant plus intéressant dans la mesure où il permet à la fois la réduction des émissions du méthane et la production du compost. Le compostage peut se faire à l'échelle nationale. Mais, il est plus intéressant à la campagne qu'en ville.

4.3.5. Recyclage des déchets métalliques

4.3.5.1. Introduction

La production du matériel génère toujours des déchets ; le rendement à la transformation n'a jamais atteint 100%, car les technologies ne sont jamais performantes à 100%. Les déchets peuvent aussi provenir de l'usure du matériel.

Les principales conséquences visibles de la prolifération des déchets sont l'insalubrité publique entraînant toutes les formes de pollution pouvant aboutir à la dégradation de l'environnement et du cadre de vie.

Par ailleurs suite à l'insuffisance énergétique et la rareté de la matière première, le coût de production ou de transformation d'un bien continue à augmenter. Alors pour concilier le développement économique et la préservation du cadre de vie, il conviendrait de concevoir un système permettant à la fois l'économie d'énergie et le développement durable. C'est dans ce cadre que le recyclage des déchets solides est proposé.

4.3.5.2. Définition et processus

4.3.5.2.1. Définition

Le recyclage consiste à soumettre les déchets aux procédés de transformation afin d'en tirer un nouveau produit.

4.3.5.2.2. Processus

Le processus comprend la collecte, le triage, le nettoyage, le broyage ainsi d'autres procédés physico-chimiques. Les moyens de base nécessaires sont une source d'alimentation en énergie, un moteur pour la transformation de l'énergie disponible en énergie utilisable.

4.3.5.3. Etat des lieux au Burundi

Au Burundi, il existe une entreprise de production des fers à béton par le recyclage des déchets métalliques. Cette entreprise qui fonctionne, il y a au moins trois ans, s'appelle IRON & STEEL.

Les premières phases du processus de recyclage comprennent la collecte, le triage, le pesage et le transport ainsi que le dépôt des déchets métalliques à l'usine. Les secondes étapes comprennent la mise en format de la fonte et le dimensionnement des bars de fers.

4.3.5.4. Principaux impacts

Les principaux impacts du recyclage des déchets métalliques sont :

1. La réduction des importations du métal (fer) ;
2. La création d'emploi;
3. L'amélioration du revenu des ménages travaillant dans l'usine;
4. La réduction des dépenses liées à l'achat du fer ;
5. La réduction de la pollution liée à l'entassement des déchets d'origine métallique ;
6. La limitation de la dégradation forestière par la substitution du bois par le fer dans le domaine de la construction.

4.3.5.5. Potentiel de réduction des émissions de GES

Si l'entreprise de production des objets métalliques était développée au Burundi, elle contribuerait à la réduction des émissions liées à l'utilisation du bois. Si par substitution du bois de construction par du métal, elle parvenait à réduire de moitié par exemple la consommation du bois d'œuvre (0,04 m³/hab/an) et de service (0,75m³/hab/an) estimée à 0,115 m³/hab/an pour une population estimée à 9 000 000 d'habitants, on aura évité une émission près de 778 Gigagrammes de CO₂ par an.

4.3.5.6. Coût

Le coût des équipements avoisinent sept milliards (7 000 000 000 FBU) soit 3,5 millions de dollars américains, Le coût de l'énergie pour faire fonctionner l'usine est estimé à plus ou moins six cent millions de francs Burundais par an (600 000 000FBU) soit trois cent mille dollars américains par an.

4.3.6. Valorisation des eaux usées à des fins agricoles

4.3.6.1. Introduction

La faible fertilité des sols associés au manque de fumure organique obligent les agriculteurs à recourir aux différents intrants dont les engrais minéraux, le fumier de ferme, le compost, les eaux usées, etc. Malheureusement, les engrais minéraux coûtent très chers en termes de moyens financiers pour leur acquisition et pour la réparation des dégâts éventuels causés à l'environnement.

Quant aux eaux usées, elles sont aussi des sources d'émission de GES. En cas de protection de l'environnement, elles coûtent très chers en termes de gestion. Mais, après un traitement approprié, elles peuvent remplacer les engrais minéraux. Pour éviter d'éventuels problèmes environnementaux et des coûts d'intrants trop élevés, il devient intéressant de concevoir un système de valorisation des eaux usées.

4.3.6.2. Définition et fonctionnement

La valorisation consiste à mettre en valeur un produit non exploité ou à rentabiliser davantage un produit sous exploité.

4.3.6.3. Etat des lieux au Burundi

Moyennant traitement approprié, les eaux usées peuvent servir à l'irrigation des cultures. En effet, si bien traitées, les eaux usées peuvent servir à l'irrigation des plantations installées en aval de certains établissements publics comme les écoles, les hôpitaux, les prisons et les camps militaires. Concernant les boues, le constat est qu'elles sont peu valorisées.

La régie des SETEMU dispose d'une station d'épuration des eaux usées. La technique d'épuration consiste à séparer l'eau des éléments solides et gazeux. L'eau épurée est retournée au canal principal d'écoulement vers le lac Tanganika. Tandis que la boue est rejetée alors qu'elle pourrait servir à la fertilisation des cultures et ainsi contribuer à l'accroissement de la production agricole.

4.3.6.4. Principaux impacts

Les principaux impacts attendus de la valorisation des eaux usées sont :

- 4.3.6.4.1. l'accroissement de la production agricole ;
- 4.3.6.4.2. l'économie des devises suite à la réduction des importations d'engrais minéraux ;
- 4.3.6.4.3. la réduction des émissions de GES liées à l'utilisation des engrais minéraux ;
- 4.3.6.4.4. la contribution à l'amélioration de la salubrité publique par épandage de la boue.

4.3.6.5. Potentiel de réduction d'émission de GES

Si toutes les eaux usées épurées sont valorisées, les émissions réduites sont égales aux émissions évitées ou potentielles.

4.3.6.6. Coût

Les principaux facteurs variables du coût sont la quantité utilisée et la distance à parcourir. La quantité étant variable en fonction de la superficie à irriguer ou fertiliser.

4.3.7. Incinération des déchets biomédicaux

4.3.7.1. Introduction

Les déchets biomédicaux font partie des déchets dangereux. Outre les effets probables de contamination, ils génèrent des émissions de gaz à effet de serre. La gestion de ces émissions passe aujourd'hui par l'élimination des dits déchets. Or, cette activité requiert beaucoup de moyens d'investissement dont l'achat d'un incinérateur. Dans le but de réduire ces dépenses et accroître la production énergétique, il convient de concevoir un système de valorisation énergétique des produits de l'incinération.

4.3.7.2. Principaux impacts

Les principaux impacts comprennent la production d'électricité dont la vente peut compenser les dépenses liées aux dépenses inhérentes au brûlage des déchets et appuyer les activités génératrices des revenus. L'incinération prévient l'insalubrité publique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

4.3.8. Recyclage des déchets plastiques

4.3.8.1. Introduction

Avec la réduction des espaces libres et le développement des activités commerciales entraînant l'accroissement des mouvements des gens parfois sur des longues distances, la tendance est de produire des objets en plastiques moins encombrants en remplacement des objets lourds ou fragiles difficiles à transporter. Malheureusement, la plupart de ces plastiques ne sont pas biodégradables. Par conséquent, ils posent des problèmes à l'environnement dont certaines nuisent à la santé humaine.

Par ailleurs le coût de matière première pour fabriquer ces objets continue à augmenter, ce qui fait que le coût d'un nouvel objet plastique devient cher. C'est dans le but de faire face à cette situation que la mise en place d'un système de récupération, de recyclage et de réutilisation des déchets plastiques s'avère indispensable.

L'usage des sachets au Burundi est récent. Mais, elle s'amplifie rapidement surtout dans les centres urbains très importants à savoir, Bujumbura, Gitega, Ngozi. L'usage des bouteilles en plastiques a été amplifié par la naissance des usines de traitement de l'eau d'alimentation.

Concernant la technologie « RRR », il existe deux entreprises privées qui recyclent les déchets plastiques à savoir AKSHAR KRUPA et SAVONOR qui traitent respectivement les déchets de la catégorie de polyéthylène à basse densité (LDPE) et polychlorure de vinyle (PVC).

4.3.8.2. Principaux impacts

Les principaux impacts de la technologie sont la création des activités génératrices de revenus, l'économie des devises à travers notamment la réduction des importations des emballages en plastiques. D'autres impacts sont l'amélioration de la salubrité publique et l'évitement des émissions de GES notamment par l'interdiction du brûlage et du tassement des déchets plastiques.

4.3.8.3. Coût

Le Coût d'investissement est estimé à trois milliards de francs Burundais

4.3.9. Récupération du méthane aux décharge contrôlée

4.3.9.1. Introduction

La récupération du méthane est une des alternatives à l'hydroélectricité pour la production d'énergie électrique. Cette technologie permet à la fois de limiter les émissions du méthane et d'accroître la production électrique. Il serait alors intéressant de généraliser ses applications dans les pays en voie de développement afin de réduire le déficit énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.

4.3.9.2. Définition et fonctionnement

Par mot « récupérer », il faut entendre « retrouver ». Dans le cas d'espèce, il s'agit de la valorisation du produit naturel longtemps laissé dans la nature où il posait probablement des problèmes alors qu'il est utile notamment dans le domaine de l'énergie. La technologie consiste donc à concevoir un système permettant de capter et valoriser le méthane produit dans les décharges.

4.3.9.3. Etat des lieux au Burundi

Cette technologie n'existe pas au Burundi.

4.3.9.4. Principaux impacts

Les principaux impacts comprennent :

- 4.3.9.4.1. la réduction des frais d'importation des produits pétroliers d'où la réalisation d'une économie de devises ;
- 4.3.9.4.2. la création des activités génératrices de revenus notamment les activités artisanales d'où
- 4.3.9.4.3. l'accroissement des revenus des ménages;
- 4.3.9.4.4. la réduction de la facture sur les dépenses des ménages en ce qui concerne les produits pétroliers et le bois énergie,
- 4.3.9.4.5. la réduction des émissions du méthane ;
- 4.3.9.4.6. la réduction de la dégradation forestière ;
- 4.3.9.4.7. la réduction des émissions liées aux produits pétroliers et bois énergie.

Une fois appliqué au Burundi, la technologie de récupération du méthane à la décharge permettrait de réduire les émissions produites à la décharge, C'est-à-dire 0,78Gg de méthane prévu pour l'année 2020(Département de l'Environnement, 2007) soit 16,38 Gg ECO₂.

4.3.9.5. Coût

Les frais pour la construction d'une décharge contrôlée et de son fonctionnement sont estimés à 13 000 000³ de dollars américains.

³ SCNCC, 2010

4.3.10. Epuration des eaux usées par lagunage

4.3.10.1. Introduction

Alors qu'elles deviennent de plus en plus une ressource valorisable à des fins diverses dans la plupart des pays, au Burundi, les eaux usées sont encore considérées comme des déchets ; car ces dernières menacent l'homme, les écosystèmes et l'environnement.

Ces menaces sont d'autant plus redoutables qu'elles affectent le lac Tanganika, un écosystème d'intérêt mondial (INECN, 2013). L'absence des mesures effectives de protection de ce lac peut entre autres entraîner la dégradation de l'environnement, la disparition irréversible de certaines espèces végétales et animales, la chute de l'économie nationale et la dégradation du cadre de vie.

C'est pourquoi, il importe de proposer une technologie de traitement des eaux usées en vue de contribuer à l'amélioration de l'assainissement de la ville de Bujumbura et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

4.3.10.2. Définition et description des procédures et techniques de la technologie

1. Définitions

– Le terme « eaux usées » désigne toutes les eaux usées provenant des ménages, des collectivités, des entreprises commerciales et industrielles. Ces eaux sont polluées. Elles sont une source d'émission du méthane (CH_4) et de l'hémioxyde d'azote (N_2O). Elles peuvent contaminer les cours d'eau et les lacs et contribuer ainsi à l'accroissement des émissions de GES et des autres nuisances.

– Le lagunage est un procédé naturel d'épuration des eaux usées permettant de séparer les éléments solides des éléments liquides par sédimentation et d'épurer biologiquement ces eaux par action bactérienne.

2. Description des procédures et techniques de la technologie

Le système d'épuration comprend en général 3 bassins dont un bassin de réception appelé aussi bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation. Le bassin anaérobie est connecté au réseau des canaux d'évacuation des eaux usées à partir des lieux de production de ces dernières.

Par phénomène physique « décantation », les éléments lourds dont la boue s'accumulent au fond du premier bassin. Tandis que la partie organique dégradée par les bactéries libère des éléments nutritifs. Dans le second bassin, il y a développement du phytoplancton et des bactéries. Enfin dans le troisième bassin, il y a développement du zooplancton qui se nourrit du phytoplancton et des bactéries produits dans le second bassin.

4.3.10.3. Etat des lieux de la technologie

Le Burundi dispose d'une station d'épuration des eaux usées dans la ville de Bujumbura. Celle-ci est localisée dans la région naturelle de l'Imbo à moins de 1000 m d'altitude et aux abords du lac Tanganika. Elle est située en aval des collines à très forte pente de la région du Mumirwa, la région la plus exposée aux risques d'érosion hydraulique.

Dans le but de faire face au problème d'assainissement, le Gouvernement du Burundi a mis en place par décret N° 100/162 du 12 juillet 1983, une institution chargée des travaux municipaux dénommée régie des Services Techniques Municipaux, « SETEMU » en sigle.

Plus tard en mars 1990, dans le cadre du projet « Plan de collecte des déchets de toilette dans la mairie de Bujumbura », il fit mettre en place un système de collecte et de traitement des eaux usées comprenant une station d'épuration située au nord du lac Tanganika dans la commune de Buterere. Cette station est fonctionnelle depuis 1993. Sa gestion est remise à la SETEMU en 2000 par GkW.

Actuellement, 4100 entités dont 3 à 3,5% des ménages sont connectées au réseau d'évacuation des eaux usées (PROSECEAU,) et SETEMU gère près de 145 kilomètres du réseau primaire et secondaire et 40 kilomètres du réseau tertiaire.

Les plus importantes entreprises raccordées à ce réseau sont des industries agroalimentaires et usines qui traitent respectivement des peaux d'animaux et du textile. Il s'agit respectivement de la Brasserie du Burundi (BRARUDI), de l'abattoir de Bujumbura (SOGIAB), la tannerie (AFRITAN) et l'usine à textile (AFRITEXTILE).

Concernant les stations de pompage, la SETEMU gère actuellement 4 stations de pompage des eaux usées (SP) qui travaillent en série (SP2 et SP3 vers SP1 vers SP4). La station de pompage N° 4 est située à la station d'épuration (STEP).

Faute de raccordement aux sources d'eaux usées, la station est sous exploitée, car le volume d'eau traitée reste inférieur à sa capacité. En conséquence, les problèmes liés à l'assainissement et au changement climatique restent posés. Le tableau ci-après montre la capacité de la station d'épuration des eaux usées gérée par les SETEMU.

Capacités de la station d'épuration gérée par les SETEMU

Désignation	Capacité nominale	Capacité réalisée
Charge hydraulique	60 000 m ³ /j	40 000 m ³ /j
Charge organique (DBO5)	14733 kg/j	9 822 kg/j
Equivalent habitants (EH)	368 325 EH	245 550 EH

4.3.10.4. Principaux impacts sont :

1. l'amélioration de la production halieutique ;
2. le développement du tourisme ;
3. l'accroissement du trafic maritime ;
4. l'accroissement de la production agricole grâce à l'utilisation des boues récupérées du processus d'épuration ;
5. l'amélioration de la salubrité du milieu ;
6. la préservation des écosystèmes et de la biodiversité par la réduction des polluants physiques, liquide et gazeux.

4.3.10.5. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre présenté par la technologie

Le traitement des eaux usées par lagunage permet d'atténuer les émissions liées aux eaux usées dont les principaux sont le gaz méthane (CH₄) et l'hémioxyde d'azote (N₂O). En effet, la technologie est conçue pour créer des conditions défavorables à la production du méthane et pour oxyder l'hémioxyde d'azote(N₂O). Les émissions d'hémioxydes d'azote sont respectivement estimées à 276,20, 318,62 et 364,02 Gg ECO₂ pour les années 2020,2025 et 2030 (NYENGAYENGE D, 2009).

4.3.10.6. Coût à affecter à cette technologie

Le montant du coût dépendra des frais de conception du modèle de station à mettre en place, des frais de construction et de gestion du système mis en place.

4.4. Critères et processus de priorisation des technologies

4.4.1. Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques

L'évaluation a pour objet de sélectionner les technologies à faible coûts mais permettant de maximiser les bénéfices en termes de développement et de réduction d'émissions de GES. Les critères sont des mesures de performances selon lesquelles, les technologies sont jugées ou évaluées (GEBT, 2010).

Le travail préliminaire a consisté à l'établissement d'une liste des options technologiques pour l'atténuation des émissions de GES. En deuxième temps, il a été procédé à l'identification des critères d'évaluation des performances de ces options. La figure n°3 indique les relations hiérarchiques entre les critères d'évaluation des performances des technologies.

4.4.2. Notation et classement des options technologiques

Comme pour le secteur de l'Energie, les technologies identifiées dans le secteur des déchets ont notées et classées selon le niveau de leur contribution au développement durable. Les résultats obtenus sont présentés au tableau n° 12. Seules les technologies classées respectivement première, deuxième et troisième sont priorisées.

Tableau n° 12. Résultat du classement des technologies dans le Secteur des Déchets

N°	Technologie	Note obtenue sur 100
1	Méthanisation pour la production du biogaz	90,4
2	Optimisation des capacités des capacités briquettes de biomasse	78,3
3	Compostage des déchets organiques	70,5
4	Epuration des eaux usées par lagunage	52,3
5	Récupération du gaz méthane à la décharge	51,8
6	Recyclage des eaux usées pour l'irrigation et la fertilisation des sols	41,3
7	Incineration des déchets métalliques	37,8

8	Incinération des déchets biomédicaux	32,7
9	Recyclage des déchets organiques industriels pour la production d'énergie	29,7
10	Recyclage des déchets plastiques	29,7

CONCLUSION

Le Présent rapport est le résultat d'une revue documentaire complétée par des contributions des parties prenantes aussi bien du secteur privé que du secteur public intervenues soit au cours des ateliers, des travaux en commissions et des interviews organisées à cet effet. Guidé par des documents nationaux dont les communications nationales sur le changement climatique, le choix des secteurs identifiés prioritaires dans ce rapport a tenu compte de leurs contributions respectives au développement socio-économique et aux émissions nationales de GES ainsi qu'à leurs potentialités de réduction d'émission de GES.

Les technologies ont été choisies sur base de leur importance en matière de développement socio-économique notamment à travers l'amélioration de l'accès aux services d'énergie, d'hygiène et de santé. Le choix des technologies a également tenu compte de leur importance en matière de préservation de l'environnement et de l'atténuation des effets du changement climatique particulièrement en ce qui concerne les engagements du Burundi dans le cadre de la mise en œuvre de la CPDN.

S'agissant de la priorisation des technologies, sur base des critères répondant aux objectifs de développement durable, de la faisabilité de la technologie et du contexte de décision, une méthodologie d'analyse multicritère appuyée par un logiciel TNAssess a été utilisée. Le choix de ces critères avait pour objectif de prioriser les technologies susceptibles de mieux répondre à la fois aux objectifs du millénaire pour le développement et de l'atténuation des émissions de GES.

Comme pour le choix des secteurs et des technologies, la priorisation a été effectuée par le consultant, le groupe sectoriel et d'autres parties prenantes sous la coordination du Coordonnateur National du projet EBT et la supervision du Président du Comité technique du Projet. Cette priorisation guide le choix des projets susceptibles de contribuer à l'atténuation des émissions de GES et de répondre aux impératifs de développement socio-économique.

Pour le secteur de l'Énergie, les technologies priorisées et retenues sont par ordre d'importance décroissante (i) la standardisation et l'optimisation des foyers à bois et à charbon de bois ; (ii) la multiplication et l'optimisation des microcentrales hydroélectriques ; et (iii) le captage et la valorisation des systèmes solaires photovoltaïques.

Pour le secteur des déchets, il s'agit : (i) de la méthanisation ; (ii) de l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ; (iii) et du compostage. Toutes ces technologies sont susceptibles de répondre à la fois aux besoins de développement durable et de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Dans l'ensemble l'application des technologies classées prioritaires pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre permettra de faire face aux problèmes énergétiques constatés au Burundi et contribuera à l'amélioration du cadre de vie de la population notamment à travers l'augmentation des revenus des ménages et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'application des foyers améliorés standardisés à capacités optimisées et le captage et la valorisation des systèmes solaires photovoltaïques contribuera d'une part à la résorption du déficit énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'autre part.

Quant à la multiplication et l'optimisation des microcentrales hydroélectriques, l'objectif premier est l'accroissement de la production énergétique pour améliorer la croissance économique.

L'application des technologies priorisées dans le secteur des déchets contribuera aussi à la résorption du déficit énergétique par la valorisation des déchets existant au niveau national, à l'assainissement et à la réduction des

émissions de gaz à effet de serre et particulièrement le méthane et l'hémioxyde d'azote, gaz à pouvoir de réchauffement supérieur à celui du CO₂ et dont les effets sont difficiles à atténuer.

Toutefois l'application de la méthanisation et le compostage intervient aussi bien dans le Secteur de l'Energie que dans le Secteur de l'Agriculture où elle contribuera à l'accroissement de la production agricole par utilisation des fertilisants produits par ces technologies dont le compost et le digestat.

Comme elles sont identifiées et priorisés conformément aux politiques de développement durable et du changement climatique par les différentes parties prenantes provenant des secteurs divers, il en serait de même pour la mise en œuvre des technologies retenues. C'est pour quoi, les parties prenantes y compris le Gouvernement devraient s'en approprier. Pour cela, ils doivent rester dans le processus jusqu'au stade de la mise en œuvre. En d'autres termes, il faut que ces parties prenantes comprennent qu'ils ont intérêt à capitaliser les acquis du projet.

Cependant le renforcement des capacités s'avère une condition sine qua none pour le développement, la mise en œuvre et le suivi des projets sur base de ces technologies. En effet, suite au changement éventuel des politiques, il est probable que certaines technologies ne s'appliquent pas surtout celles qui coûtent très chers ou qui ne sont pas familières à la population. Par ailleurs, au cas où certaines technologies (méthanisation) seraient mal appliquées, elles poseront plus de problèmes qu'elles n'en résoudraient.

Aussi pour une meilleure réussite d'atténuation des émissions, il faudra envisager et mettre en œuvre des mesures d'accompagnement en tenant compte des technologies qui n'ont été retenue faute de scores alors qu'elles ont un potentiel d'atténuation très élevé. C'est notamment le cas de la carbonisation.

Il en est de même pour les technologies dont les contributions au développement économique sont importantes mais qui n'ont pas été retenues à cause de leurs faibles potentiels de réduction d'émission. Il s'agit notamment du recyclage des déchets métalliques, du séchage solaire, etc.

Ceci pour dire finalement que le système d'analyse et de classification utilisé basé sur le logiciel TNAssess est trop rigoureux, En effet, le fait de fixer à 3 le nombre de technologies à retenir pour chaque secteur limite les opportunités offertes pour l'atténuation des émissions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Barbier C, SILVA ET Réseaux d' Arbres Tropicaux, Désertification et forêts, (2004),
2. BITORIROBE JC et al, Ministère de l'énergie et des Mines, Gestion rationnelle du bois énergie, rapport final, (1997) ;
3. Burundi, Assemblée Nationale, Commission Bonne Gouvernance et Privatisation, (2012), Rapport d'information sur la problématique de l'énergie et de l'eau au Burundi, 63p ;
4. Burundi, Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la pauvreté, (2012), 216p ;
5. Burundi, Communication nationale initiale sur les changements, (2001), 145p;
6. Burundi, Contribution Prévue Déterminée à l'échelle Nationale, 14p ;
7. Burundi, Seconde Communication Nationale sur les Changements Climatiques, (2010), 153p;
8. Burundi, Vision Burundi 2025, (2011), 104p ; LEPELEIRE G, KRISHNA K, Nairobi (1984), Guide technique des fourneaux à bois ; 375P
9. MEEATU, identification des besoins en technologies pour la réduction des émissions des émissions de gaz à effet de serre au Burundi, MATET (novembre, 2002), 31p ;
10. MEEATU, Politique forestière nationale, (mars 2012), 55p ;
11. MEEATU, Politique nationale d'Assainissement, (mars 2013), 67p ;
12. MEEATU, Politique sur nationale sur le Changement climatique, (Nov 2014), 63p
13. MEM, Direction Générale de l'eau et de l'énergie, (2008), Rapport du second inventaire national des gaz a effet de serre du module « énergie », 84p ;
14. MEM, élaboration de la Stratégie sectorielle pour le secteur de l'énergie, (2011), 33p ;
15. MEM, Etude diagnostique du secteur de l'Energie au Burundi dans le cadre de l'Initiative du Secrétaire Général des Nations Unies sur l'Energie durable pour tous, juin2013, 55p ;
16. MEM, lettre de politique énergétique nationale, (2006) ,35p ;
17. MEM, Politique minière du Burundi, (2013), 39p ;
18. MEM, Swera, Opportunités dans le secteur des énergies renouvelables au Burundi, (octobre 2012) ,52p ;
19. MINAGRI, PNIA, (2012), 55p
20. Ministère de l'Aménagement du Territoire et du Tourisme, Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, Analyse d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, (2001), 132p ;
21. Ministère des finances et de la planification du développement, rapport des projections démographiques, (2013), 174p ;
22. NYENGAYENGE D, MEEATU, (2009), Rapport synthèse des études d'atténuation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, 152p,
23. PNUD, 1UN Plaza, New York, NewYork10017, USA, (2010), Guide pour l'évaluation des besoins technologiques pour le changement climatique, 172p,

ANNEXES

Annexe 1. Liste des membres du comité technique de pilotage du projet « Evaluation des Besoins Technologies pour l'atténuation des effets néfastes du changement climatique »

Institutions	Membres
Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme : Institut Géographique du Burundi (IGEBU)	Madame NDAYISHIMIYE Rénilde, Directeur Général de l'Institut Géographique du Burundi et Point Focal National de la CCNUCC-Président Tel. : 79910486 ; e-mail : renildend@gmail.com
Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE)	Monsieur POLISI Alphonse, Directeur de l'Environnement et du changement climatique - Vice-Président ; Tel. : 71455457 ; e-mail : alphonsepolisi4@gmail.com
Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme : Institut Géographique du Burundi	Monsieur NINDAMUTSA Astère, Coordonnateur du Projet « Evaluation des besoins technologiques » -Secrétaire ; Tel. : 79431939 ; e-mail : nntiharirizwa@gmail.com
Ministère de l'Energie et Mines : Département de la Planification et Etudes de Projets	Monsieur NKESHIMANA Adrien, Directeur de la Planification et Etudes de projets Electriques : Tel. : 77806774 ; e-mail : nkeshimanaadr@yahoo.com
Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage -Direction Générale de l'Agriculture et de l'Elevage : Département de la Fertilisation et Protection des Sols	DODIKO Prosper, Directeur de la Fertilisation et Protection des Sols ; Tel. : 79938685 ; e-mail : doprosper2002@yahoo.fr
Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme : Département de l'Assainissement et du Contrôle de la Qualité de l'Eau	Madame NKUNZIMANA Jeanne Francine, Directeur de l'Assainissement et du Contrôle de la Qualité de l'Eau ; Tel. 77779769 ; e-mail : njeannefrancine@yahoo.com
Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Tourisme : Département du Développement Industriel	Monsieur BIRIZANYE Serge, Directeur du Développement Industriel ; Tel. : 79923092 ; e-mail : sergebirizanye@yahoo.fr
Ministère de l'Education, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique : Département de la Recherche scientifique	Monsieur MASHARABU Tatien Directeur de la Recherche à l'Université du Burundi ; Tel. : 79987605 ; e-mail : masharabin@yahoo.fr
Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi(ISABU)	Monsieur KAMEYA Ferdinand, Chef de Service Recherche et changement climatique à l'ISABU Tel. : 79446917 ; e-mail : fkameya@yahoo.fr
Ministère des Transports, des Travaux Publics et de l'Équipement : Département des Transports intérieurs	Madame TABU Aline, Directeur des Transports Intérieurs ; Tel. : 79947953 e-mail : tabualine@yahoo.fr

Institut Géographique du Burundi : Département de l'Hydrométéorologie et Agro météorologie	Monsieur RURANTIYE Aloys, Directeur de l'Hydrométéorologie et Agro météorologie ; Tel. : 79957912 ; e-mail : arurantije@yahoo.fr
Ministère de la Santé et de Lutte contre le SIDA : Département de la Promotion de la Santé, Hygiène et Assainissement	Monsieur MISAGO Léonidas, Directeur de la Promotion de la Santé, Hygiène et Assainissement ; Tel. : 79389288 ; e-mail : misagoleo11@yahoo.fr
Ministère de l'Intérieur et de la Formation Patriotique : Services Techniques Municipaux (SETEMU) en MARIE de Bujumbura	Monsieur CIZA Sadiki, Directeur Général des SETEMU ; Tel. : 71375324 ; e-mail : nijimbere_alice@yahoo.fr
Ministère des Finances, du Budget et de la Planification du Développement : Département de la Planification Nationale	BIGIRIMANA Rénovât, Directeur ai de la Planification Nationale ; Tel. : 77794461 e-mail : renovatbigirimana@yahoo.fr
Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme	Madame Claire KAYOBOKE, Conseillère au Cabinet du MEEATU Tel. : 79321896 ; e-mail : clakayoboke@yahoo.fr
Partenariat National de l'Eau	NKURIKIYE Anicet, Président du Partenariat National de l'Eau. Tel. : 79900709 ; e-mail : nkurianicet@yahoo.fr

Annexe II. Liste des parties prenantes impliquées et leurs contacts

Nom	Désignation	Organisation	Contact	
			Téléphone	e-mail
1. BARINDOGO Venant	Spécialiste en carbonisation	Association des artisans fabricants des foyers améliorés	79849606	vebarindogo@gmail.com
2. NKUNZIMANA Joseph	Conseiller	Ministère de l'Energie et des Mines	79211504	nkunzimanajoseph@yahoo.fr
3. UWIMANA Richard	Chef de service Promotion des énergies renouvelables	Ministère de l'Energie et des Mines	79962801	Uwichard2@gmail.com
4. DUSABE Wilbert	Directeur Exécutif Gérant	Société Biogaz Burundi	71019319	wilbert@biogaz.bi
5. CISHAHAYO Ernest	Consultant indépendant en gestion et valorisation des déchets	associations des artisans pour le recyclage des déchets végétaux	79179164 ou 69695932	Ernest.cishahayo@gmail.com
6. NIJIMBERE Alice	Chef de service Assainissement	Services Techniques Municipaux	71325324	Nijimbere_alice@yahoo.fr
7. MUYUKU Prosper	Chef de Service National d'Hygiène et Assainissement	Direction de la Promotion de la Santé	-	misagoleo11@yahoo.fr
8. MINANI Bonaventure	Consultant indépendant	Institut des sciences Technologiques Environnementales	75789420	minanibony@yahoo.fr