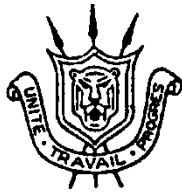


REPUBLIQUE DU BURUNDI



MINISTERE DE L'EAU,

PROGRAMME DES NATIONS UNIES

DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT

POUR L'ENVIRONNEMENT

DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME

Projet EBT : « Evaluation des Besoins Technologiques pour l'Adaptation au changement climatique et l'Atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre »

RAPPORT PHASE II: ANALYSE DES BARRIERES ET CADRE FAVORABLE

Par

Diomède NYENGAYENGE, Consultant

Janvier 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	I
LISTE DES ANNEXES.....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	IX
SIGLES ET ABREVIATIONS	X
RESUME EXECUTIF.....	XI
INTRODUCTION.....	1
Chapitre. I. Identification et analyse des barrières et mesures pour surmonter ces barrières dans le secteur de l'Energie	2
I .1.Approche méthodologique	2
1.2.Vision et objectifs principaux pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur de l'Energie	3
1.3.Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Optimisation et Standardisation des foyers améliorés et des mesures pour surmonter ces barrières	6
1.3.1.Description générale de la technologie de l'Optimisation et Standardisation des foyers améliorés ...	6
1.3.2.Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »	7
1.3.3.Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés ».....	8
1.3.3.1.Barrières économiques et financières	8
1.3.3.2.Barrières non financières.....	9
1.3.4.Analyse des mesures favorables à l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés.....	11
1.3.4.1.Mesures économiques et financières.....	11
1.3.4.2.Mesures non financières.....	12
1.3.4.3.Analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à l'optimisation et la standardisation des Foyers améliorés	12
1.4.1.Description générale de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »	15

1.4.2.Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ».	15
1.4.3.Analyse des barrières à l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques.....	16
1.4.3.1.Barrières économiques et financières	17
1.4.3.2.Barrières non financières.....	18
1.4.4.Analyse des mesures favorables à l'optimisation et à la multiplication des microcentrales hydroélectriques	18
1.4.4.1.Mesures économiques et financières	19
1.4.4.1.Mesures non financières.....	19
1.4.4.2.Analyse coûts/Bénéfices des mesures favorables à la technologie« l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »	20
1.5.Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Captage et valorisation de l'énergie solaire » et des mesures pour surmonter ces barrières.....	21
1.5.1.Description générale de la technologie « Captage et de la valorisation de l'énergie solaire »	21
1.5.2.Evaluation économique de la technologie« le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».....	22
1.5.3.Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « captage et à la valorisation de l'énergie solaire.....	23
1.5.3.1.Barrières économiques et financières	23
1.5.3.2.Barrières non financières.....	24
1.5.4.Mesures identifiées pour surmonter les barrières au transfert et à la diffusion du « Captage et valorisation de l'Energie solaire »	26
1.5.4.1.Mesures économiques et financières.....	26
1.5.4.2.Mesures non financières.....	27
1.5.4.3.Analyse des coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire »	28
1.6.Relations inter barrières.....	31
CHAPITRE II. CADRE FAVORABLE POUR SURMONTER LES BARRIÈRES DU SECTEUR DE L'ENERGIE.....	35
2.1.Cadre Politique	35
2.2.Cadre légal	37

2.3.Cadre institutionnel	38
2.4.Etat de la demande	40
CHAPITRE III. IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIÈRES ET DES MESURES DANS LE SECTEUR DES DÉCHETS	41
3.1.Vision et objectifs principaux pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur des Déchets41	
3.2. Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la méthanisation pour la production du biogaz et mesures pour surmonter ces barrières.....	43
3.2.1.Description générale de la technologie.....	43
3.2.2.Evaluation économique de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »	43
3.2.3.Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Méthanisation pour la production du biogaz »	45
3.2.3.1.Barrières non financières.....	46
3.2.4.Analyse des mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »	48
3.2.4.1.Mesures économiques et financières.....	48
3.2.4.2.L'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la méthanisation	50
3.3.Analyse des barrières et mesures favorables à l'optimisation des capacités debriquettes de biomasse.....	52
3.3.1.Description générale de la technologie.....	53
3.3.2.Evaluation économique de la technologie« l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ».....	53
3.3.3.Analyse des barrières à l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse.....	53
3.3.3.1.Barrières économiques et financières	53
3.3.3.2.Barrières non financières.....	54
3.3.4.Analyse des mesures favorables à l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse.....	56
3.3.4.1.Mesures économiques et financières.....	57
3.3.4.2.Mesures non financières.....	58
3.3.4.3.Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ».....	58

3.4. Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « compostage des déchets organiques » et des mesures pour surmonter ces barrières.....	61
3.4.1. Description générale de la technologie « compostage des déchets organiques »	61
3.4.2.Evaluation économique de la technologie « compostage des déchets organiques »	61
3.4.3.Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de technologie « Compostage des déchets organiques ».....	61
3.4.3.1.Barrières économiques et financières	62
3.4.3.2.Barrières non financières.....	62
3.4.4.Identification et analyse des mesures favorables au compostage des déchets organiques.....	64
3.4.4.1.Mesures économiques et financières.....	64
3.4.4.2.Mesures non financières.....	65
3.4.4.3.L'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « Compostage des déchets organiques ».....	66
3.5. Interrelations entre les barrières identifiées.....	69
CHAPITRE IV. CADRE FAVORABLE POUR SURMONTER LES BARRIÈRES DU SECTEUR DÉCHETS	72
4.1.Cadre Politique	72
4.2.Cadre légal	73
4.3.Cadre institutionnel	73
4.4.Etat de l'offre de la biomasse.....	74
CONCLUSION.....	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	76
ANNEXES	A

LISTE DES ANNEXES

- I. Avantages environnementaux
- II. Identification et analyse des barrières et des mesures pour surmonter ces barrières
- III. Analyse Coûts/bénéfices
- IV. Sélection et classement des barrières
- V. Liste des participants aux ateliers

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1. Objectifs du secteur de l'Energie.....	4
Tableau n°2.Evaluation économique de la technologie « Optimisation et Standardisation des foyers améliorés.....	g
Tableau n°3. Correspondances entre les barrières et les mesures pour la technologie « Optimisation et standardisation des Foyers améliorés ».....	12
Tableau n°4.Analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à l'optimisation et à la standardisation des foyers.....	kkk
Tableau n° 5. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques.....	i
Tableau n° 6. Correspondances entre barrières et mesures favorables à la technologie la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »....	19
Tableau n° 7.Analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques.....	mmm
Tableau n° 8.Evaluation économique de la technologie « le Captage et la valorisation de l'énergie solaire ».....	o
Tableau n° 9.Correspondances entre barrières et mesures analysées pour la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».....	26
Tableau n°10.Analyse coûts /bénéfices des mesures favorables à la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».....	ooo
Tableau n°11. Les différents projets biogaz.....	43
Tableau n°12.Evaluation économique de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz ».....	t
Tableau n° 13.Correspondances entre barrières et mesures analysées pour la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz ».....	49
Tableau n° 14.Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables à la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz.....	qqq
Tableau n° 15..Evaluation économique de la technologie « Evaluation économique de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse ».....	x
Tableau n° 16.Correspondances entre les barrières et mesures analysées pour la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ».....	57

Tableau n° 17. Analyse coûts /bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse.....	rrr
Tableau n° 18. Evaluation économique de la technologie « compostage des déchets organiques ».....	bb
Tableau n° 19. Correspondances entre les barrières et mesures analysées pour la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ».....	64
Tableau n°20. Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables au compostage des déchets organiques.....	uuu
Tableaux n°21 au 30. Résultats du classement et de catégorisation des barrières.....	zzz

LISTE DES FIGURES

Figure n°1. Relations entre le coût d'investissement et autres barrières.....	32
Figure n°2. Relations entre l'expertise nationale insuffisante et les autres barrières opposées à la promotion de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».....	33
Figure n°3. Relations entre la faible accessibilité au foyer amélioré et les autres barrières opposées à la promotion de la technologie « l'optimisation et standardisation des foyers améliorés ».....	34
Figure n°4. Relations entre le coût initial d'investissement et les autres barrières.....	69
Figure n° 5.Relations entre l'accès difficile au crédit et d'autres barrières.....	70
Figure n°6. Cartographie du marché de la technologie « la standardisation et l'optimisation des foyers améliorés.....	pp
Figure n°7. Cartographie de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque ».....	..rr
Figure n°8. Arbre à problèmes pour la technologie « Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques	tt
Figure n°9. Cartographie du marché de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »	uu
Figure n°10.Cartographie du marché de la technologie « Optimisation des capacités des briquettes de biomasse »	ww
Figure n°11. Cartographie du marché de la technologie « Compostage des déchets organiques	yy
Figure n°12.Cartographie du marché de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés.....	bbb
Figure n°13. Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques: arbre à solutions.....	ddd
Figure n°14. Cartographie de la technologie « le Captage et la valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque »	eee
Figure n° 15. Cartographie du marché de la technologie « méthanisation pour la production du biogaz ».....	fff
Figure n°16.Cartographie du marché de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse »	ggg
Figure n°17. Cartographie du marché de la technologie « Compostage des déchets organiques»	hhh

SIGLES ET ABREVIATIONS

1. ACQ : Assurance et Contrôle qualité ;
2. ALP : Analyse logique des problèmes ;
3. API : Agence de Promotion des Investissements ;
4. BQS: Burundi Quality Stoves ;
5. BRICOOP : Briquetting Cooperative ;
6. BSEE : Bénéfices socio-économiques et environnementaux ;
7. CEBEA : Centre d'études *burundais* des énergies alternatives ;
8. CCNUCC: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques ;
9. CDN : Contribution Déterminée à l'échelle Nationale ;
10. CEPGL : Communauté Economique des Pays des Grands Lacs ;
11. COMESA : Marché Commun des Pays de l'Afrique Australe et Orientale ;
12. Cop : Conférence des Parties ;
13. CRUEA : Centre Universitaire de Recherche en Energie Alternative ;
14. CSLPII : Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte Contre la Pauvreté de seconde génération ;
15. CTB : Coopération Technique Belge ;
16. DGAT : Direction Générale de l'Aménagement du Territoire ;
17. DGHA : Direction Générale de l'hygiène et de l'Assainissement ;
18. DGREA : Direction Générale des Ressources en Eaux et de l'Assainissement ;
19. DG SETEMU : Direction Générale des Services Techniques Municipaux ;
20. EAC : East Africa Community ;
21. EAPP: Eastern Africa Power Pool ;
22. EGL : Énergie Grands Lacs ;
23. FED : Fond Européen de Développement ;
24. GES : Gaz à Effet de Serre ;
25. GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernementaux sur l'Evolution du Climat ;
26. IBN : Initiative des Pays du Bassin du Nil ;
27. MEEATU : Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme ;
28. MEM : Ministère de l'Energie et Mines ;
29. OMD : Objectif du Millénaire pour le développement ;
30. ONATOUR : Office nationale de tourbe ;
31. PAST : Plan d'Actions et Stratégies ;
32. PFN : Politique Forestière Nationale ;
33. PNA : Politique Nationale d'Assainissement ;
34. R-PP: Readiness Preparation Proposal ;
35. SAN : Stratégie Agricole Nationale ;
36. TR : Temps de récupération ;
37. UNEP : Programme des Nations Unies pour l'Environnement ;
38. UPDEA : Union des Producteurs et de Distributeurs de l'Electricité ;
39. USD : Dollars Américains.

RESUME EXECUTIF

Le Burundi est l'un des pays Partie à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Dans le Cadre de la mise en œuvre de cette Convention, le Burundi a déjà publié deux communications nationales sur les changements climatiques, le rapport sur la proposition de préparation à la REDD+ **READINESS PREPARATION PROPOSAL** (R-PP), le rapport sur la contribution nationale aux efforts de réduction des émissions mondiales dénommé : « Contributions Prévue Déterminées au niveau National (CPDN).

Aujourd'hui, il est en train de préparer la troisième communication nationale sur les changements climatiques et réaliser parallèlement des études d'évaluation en technologies d'atténuation des effets du changement climatique dans le cadre du projet « Evaluation des besoins en technologie pour l'atténuation des effets du changement climatique ». En matière d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, les secteurs concernés sont l'Energie et la gestion des Déchets. Ces deux secteurs présentent un important intérêt pour le développement durable ; ils contribuent au développement socioéconomique et présentent un important potentiel de réduction d'émission.

En effet, l'analyse documentaire montre que 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, 2012, Vision « Burundi 2025, 2011 »).

Quant au secteur de gestion des Déchets, l'étude diagnostique du secteur de l'énergie au Burundi montre que le Burundi dispose d'un potentiel important de déchets valorisables (MEM, 2013). La valorisation de ces derniers constitue une source d'emplois et de revenus non négligeables pour un bon nombre de ménages et contribue à la réduction de la pollution et d'autres nuisances. Enfin, le deuxième rapport national d'inventaire de gaz à effet de serre montre que les deux secteurs émettent moins d'émissions de GES que le secteur de l'Agriculture.

La première phase du projet « Evaluation des besoins en technologie pour l'atténuation des effets du changement climatique » a abouti à la priorisation de trois technologies par secteur concerné par l'étude, soit six technologies pour les deux secteurs. Il s'agit de : (i) la standardisation et l'optimisation des foyers à bois et à charbon de bois ; (ii) la multiplication et l'optimisation des microcentrales hydroélectriques ; (iii) le captage et la valorisation des systèmes solaires photovoltaïques pour le secteur de l'Energie ainsi que (i) la méthanisation pour la production du biogaz ; (ii) l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ; et (iii) le compostage des déchets organiques pour le Secteur des Déchets.

Le présent rapport présente les résultats de la deuxième phase dudit projet. Cette dernière est consacrée à l'identification et l'analyse des barrières au transfert et la diffusion des technologies ci-haut citées et à proposer des mesures et un cadre favorable pour surmonter ces barrières.

Avant de procéder à l'analyse des barrières, les trois technologies priorisées ont été soumises à une analyse financière en vue d'évaluer leur rentabilité économique respective. Les critères considérés sont la Valeur Nette Actualisée (VNA) et le Taux de Rentabilité interne. Les résultats de cette analyse montrent que toutes les six technologies sont en général économiquement rentables. Les résultats montrent en outre des limites de cette rentabilité.

Les résultats de l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des technologies priorisées dans les secteurs de l'Energie et de la gestion des Déchets montrent qu'il existe des barrières spécifiques à chaque secteur et des barrières communes à tous les deux secteurs. Ces résultats montrent en outre qu'au sein d'un même secteur existent des barrières spécifiques à chaque technologie et des barrières communes à plusieurs technologies. Parmi les barrières communes à tous les deux secteurs on peut citer :

- i. le coût d'investissement élevé ;
- ii. l'accès au crédit limité à cause du taux d'intérêt sur prêt élevé et les lourdes garanties bancaires ;
- iii. le faible pouvoir d'achat de la population ;
- iv. l'expertise nationale insuffisante ;
- v. la méconnaissance des politiques et lois existantes ;
- vi. l'application insuffisante des lois et règlements ;
- vii. l'insuffisance d'information et de sensibilisation sur la technologie.

Quant aux barrières communes aux trois technologies du secteur de l'Energie, on peut citer :

- i. l'accès au crédit limité à cause du taux d'intérêt sur prêt élevé et les lourdes garanties bancaires ;
- ii. le faible pouvoir d'achat de la population ;
- iii. l'expertise nationale insuffisante ;
- iv. la méconnaissance des politiques et lois existantes.

Concernant le secteur de la gestion des Déchets, on peut citer :

- i. l'insuffisance d'information sur la technologie ;
- ii. le faible pouvoir d'achat de la population ;
- iii. l'inexistence des services technique et financier ;
- iv. la non intégration de la valorisation des déchets dans les politiques et lois nationales ;
- v. la méconnaissance des politiques et lois.

Dans le but de faciliter le choix et l'application des mesures en vue de surmonter les barrières, il a été établi des liens entre les principales barrières.

Sur base des résultats de l'analyse des barrières et des mesures, un cadre favorable au transfert des technologies a été établi. Dans le but de proposer des mesures efficaces et moins onéreuses, les mesures identifiées ont été soumises à une analyse coût-bénéfice. Pour ce travail, il a été utilisé le modèle fourni par l'UNEP 2015. Ainsi, les mesures proposées sont qualifiées plus efficace et moins onéreuses par rapport aux autres mesures identifiées. Il s'agit notamment de :

- i. Renforcer les capacités des organisations des artisans et des techniciens d'entretien et de maintenance des équipements ;
- ii. Organiser les campagnes d'information et de sensibilisation pour la mise en œuvre de la technologie ;
- iii. Renforcer l'encadrement de la population pour le développement et la promotion des activités génératrices de revenu ;
- iv. Encourager le partenariat public privé à investir au Burundi afin d'y installer une unité locale de production des équipements électriques ;
- v. Aménager les bassins versants pour installation de plusieurs microcentrales hydroélectriques plus performantes ;
- vi. Construire une microcentrale hydroélectrique modèle ;

- vii. Mettre en place une usine de production d'équipements solaires, des équipements pour la production du biogaz
- viii. Electrifier 1000 sites d'intérêts communautaires ;
- ix. Intégrer la méthanisation dans l'agriculture et dans le PNA ;
- x. Mener une étude comparative de l'efficacité énergétique des combustibles à briquettes ;
- xi. Mettre en place un plan de gestion environnementale et sociale.

L'analyse bibliographique et des observations sur terrain montrent que les technologies priorisées dans les deux secteurs ne sont pas encore diffusées à grande échelle à cause d'un certain nombre de barrières dont les plus importantes sont présentées dans ce rapport. Dans le but de remédier à cette situation, le présent rapport suggère la révision du cadre politique et légal en vue d'y intégrer lesdites technologies. Il suggère également l'amélioration du système financier en vue de faciliter l'accès au crédit. Ce rapport montre également la nécessité de renforcer les capacités du personnel et des institutions chargées de la mise en œuvre de ces politiques et lois.

Le franchissement de ces barrières est conditionné par la mise en œuvre intégrale des mesures proposées. Pour cela, l'engagement sans faille du Gouvernement pour l'amélioration de l'environnement des affaires en collaboration avec ses partenaires techniques et financiers est très sollicité.

INTRODUCTION

A l'issu de la première phase du projet « Evaluation des Besoins Technologiques pour l'atténuation des effets du Changement Climatique », le secteur de l'Energie et le secteur des Déchets ont été priorisés pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au Burundi. Pour chaque secteur, trois technologies ont été priorisées pour la mise en œuvre de cette action.

Il s'agit de : (i) la standardisation et l'optimisation des foyers à bois et à charbon de bois ; (ii) la multiplication et l'optimisation des microcentrales hydroélectriques ; (iii) le captage et la valorisation des systèmes solaires photovoltaïques pour le secteur de l'Energie.

Quant au secteur des Déchets, les technologies retenues sont : (i) la méthanisation pour la production du biogaz ; (ii) l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ;(iii) le compostage des déchets organiques.

La deuxième phase dudit projet a été consacrée à l'identification et l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des dites technologies priorisées ainsi que des mesures et un cadre pour les surmonter. Une étape préliminaire et importante de ce processus a consisté à la visite des institutions parties prenantes pour la mise en œuvre des technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Les visites effectuées ont été suivies de la revue documentaire des politiques, des stratégies et programmes ainsi que des lois afin d'identifier les barrières les plus pertinentes. Dans un second temps, il a été procédé à l'identification et à l'analyse des mesures pour surmonter les barrières identifiées et d'un cadre favorable à la mise en œuvre de ces mesures.

L'identification des mesures et des barrières a été facilitée par deux types d'outils à savoir : la cartographie du marché pour les technologies marchandes et l'arbre à problèmes pour les technologies non marchandes. Les barrières sélectionnées et priorisées ont été ensuite soumises à l'évaluation de la faisabilité économique au moyen des paramètres économiques utilisés généralement pour évaluer la rentabilité économique d'un projet, d'un programme ou d'une entreprise à savoir la Valeur Actuelle Nette (VAN) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI). De même les mesures sélectionnées et priorisées ont été soumises à une analyse coûts/bénéfices. Dans les deux cas, l'analyse a été facilitée par un modèle de calcul sous format Excel.

Dans le but d'enrichir le draft, des résultats de la revue documentaire, des ateliers ont été organisés respectivement en dates du 13 au 17 février 2017 et du 10 au 12 avril 2017. Ces ateliers regroupaient les deux consultants recrutés pour mener une étude sur l'évaluation des besoins en technologies de réduction des effets du changement climatique dans les domaines de l'atténuation et de l'adaptation, les experts sectoriels et les détenteurs de technologies. Le présent rapport présente les résultats de ce travail. Il s'articule autour de quatre chapitres.

Le premier chapitre porte sur l'identification et l'analyse des barrières et des mesures dans le secteur de l'Energie, le deuxième chapitre est consacré au développement du cadre favorable pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur de l'Energie, le troisième chapitre traite de l'identification et l'analyse des barrières et des mesures dans le secteur des Déchets et enfin le quatrième chapitre développe le cadre favorable pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur des Déchets.

Chapitre. I. Identification et analyse des barrières et mesures pour surmonter ces barrières dans le secteur de l'Energie

1 .1.Approche méthodologique

Le processus d'identification et d'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des technologies ainsi que des mesures pour surmonter ces barrières a suivi une approche consultative et participative. Elle comprend deux principales étapes à savoir : (i) la documentation ; (ii) l'organisation d'un atelier de consultation des parties prenantes pour la caractérisation de la technologie et le choix de l'outil méthodologique en vue de l'identification des barrières et des mesures pour surmonter ces barrières. La première étape comprend la revue documentaire, la consultation des parties prenantes. Le résultat de la première étape est une note descriptive et explicative de la méthodologie d'identification des barrières et des mesures.

La deuxième étape comprend l'organisation d'un atelier sur l'identification et l'analyse des barrières à la diffusion des technologies et des mesures pour les surmonter. Cet atelier regroupait les consultants chargés respectivement de l'évaluation des besoins en technologies pour l'atténuation des effets néfastes du changement climatique, les experts sectoriels, les détenteurs de technologies. C'est au cours de cet atelier qu'a été présentée la note descriptive et explicative de la méthodologie d'identification et d'analyse des barrières et des mesures pour surmonter ces barrières. La méthodologie d'évaluation économique de la technologie et d'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie a été également présentée à ce jour.

Cette présentation a été suivie par des travaux de groupes. Les principaux travaux de groupe sont libellés comme suit :

- la caractérisation des technologies ;
- le choix de l'outil méthodologique selon la catégorie à laquelle la technologie appartient ;
- l'évaluation économique des barrières ;
- l'identification et l'analyse des barrières et l'identification et l'analyse des barrières et des mesures pour les surmonter ;
- l'analyse coûts/bénéfices des mesures identifiées favorables au transfert et à la diffusion de la technologie.

L'exercice de caractérisation des technologies a abouti au classement des technologies priorisées pour l'atténuation des effets du changement climatique en deux catégories à savoir les technologies marchandes et les technologies non marchandes. L'évaluation économique des technologies et l'analyse financière des mesures jugées favorables à la technologie ont été facilitées par le modèle de feuille de calcul sous format fourni par le projet EBT. Concernant l'outil méthodologique pour l'identification des barrières et des mesures pour surmonter ces barrières, la cartographie du marché a été utilisée pour le cas de la catégorie des technologies marchandes.

Quant aux technologies non marchandes, c'est l'analyse logique des problèmes (ALP) qui a été utilisée. Cet outil fait partie de la méthode du Cadre Logique (Norad, 1999; AusAid, 2005). Il permet d'analyser les relations de causalité. L'objectif de l'ALP est d'hierarchiser les problèmes en fonction des causes à effet.

Le modèle de cartographie utilisé (Albu et Griffith, 2005, 2006), comprend trois composantes à savoir : (i) la chaîne de commercialisation ou de valeurs, (ii) l'environnement propice et (iii) les services d'appui. L'établissement de la cartographie a permis de visualiser, les principaux acteurs du marché, les facteurs d'influence et les services fournisseurs d'intrants.

Sur base de l'état des lieux de la cartographie du marché de chaque technologie marchande, il a été premièrement analysé les relations entre les acteurs de la chaîne de commercialisation et les obstacles à son fonctionnement depuis le producteur jusqu'au dernier consommateur.

Deuxièmement, il a été analysé et évalué les liens entre les acteurs du marché, les moyens et les capacités détenus par ces acteurs pris individuellement.

Troisièmement, il a été procédé à l'analyse du niveau d'influence de l'environnement des affaires sur la chaîne de commercialisation ainsi que l'état des lieux du cadre d'appui et son impact sur la chaîne de valeurs.

Les barrières identifiées au niveau de ces trois composantes ont été soumises à l'analyse et à la sélection grâce à un système de vote. Chaque membre du groupe de travail ayant participé à l'atelier a attribué une note comprise entre 1 et 5. Les barrières cotées sont ensuite classées selon l'ordre décroissant de la note moyenne obtenue. Les résultats de cet exercice sont présentés en annexe IV.

En outre, les barrières ont été ensuite classées en deux catégories à savoir les barrières financières et économiques et barrières non financières. Le même exercice a été fait pour l'identification, l'analyse et le classement des mesures. Les résultats de cet exercice sont présentés à la section consacrée à l'identification et l'analyse des mesures pour surmonter les barrières identifiées.

Comme pour les technologies marchandes, l'identification et l'analyse des barrières et des mesures ont été faits au sein d'un groupe de travail. Les barrières ont été identifiées selon le modèle ALP. L'utilisation de l'outil « ALP » a permis d'hierarchiser les problèmes en fonction des causes à effets. La barrière centrale est placée au-dessus de ses causes et en dessous de ces effets. Ainsi, la structure établie épouse la forme d'un arbre d'où le nom d'arbres à problèmes ou à barrières. Pour le cas des mesures où respectivement les problèmes sont transformés en mesures, les effets en résultats, on parle d'arbre à solutions ou mesures.

1.2.Vision et objectifs principaux pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur de l'Energie

Dans le secteur de l'Energie, l'objectif global de la vision Burundi 2025 est l'amélioration de l'accès aux sources d'énergie fiables, propres et à des prix compétitifs pour l'usage domestique et la fourniture d'énergie en quantité suffisante pour des activités industrielles, artisanales et minières. Dans le secteur de l'Energie, les objectifs spécifiques de cette vision sont fixés sur base des objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et sont présentés au tableau n°1.

Tableau n°1. Objectifs du secteur de l'Energie

Objectif du millénaire	Objectifs du Burundi
1. Réduire l'extrême pauvreté et la faim	Permettre 10% des populations pauvres des zones périurbaines et rurales non connectées au réseau électrique en 2011 d'accéder à l'électricité pour les usages domestiques et professionnels
2. Assurer l'éducation primaire pour tous	Desservir chaque année, 50 établissements sociaux et communautaires en (électricité, solaire, biogaz) pour des besoins d'éclairage, de réfrigération, d'information et de communication depuis 2011
3. Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes	Eliminer les disparités entre les sexes dans l'enseignement primaire et secondaire à tous les niveaux de 2011 à 2015 Permettre à au moins 15% des populations pauvres des zones rurales et périurbaines de réduire l'usage du bois de feu. Permettre à au moins 25% des mêmes populations d'accéder à un service énergétique fiable et moderne afin de satisfaire à ses besoins essentiels
4. Réduire la mortalité des enfants de moins de 5 ans	Porter le taux d'électrification des structures de santé existantes et à créer à 100% afin d'améliorer l'hygiène de la mère et de l'enfant ainsi que l'efficacité des services de proximité pour les enfants de jeune âge.
5. Améliorer la santé maternelle	Réduire de 20%, le taux de mortalité maternelle par l'accroissement de la couverture vaccinale et les conditions d'éclairage.
6. Combattre le VIH/SIDA et autres maladies	Le taux de séroprévalence est estimé à 10% (MEM, 2011). Dans le but de combattre le VIH/SIDA et autres maladies, l'objectif visé est de ramener le taux de séroprévalence à moins de 10% en l'an 2030 et maîtriser le paludisme et autres maladies. En guise d'appui à cet objectif, le secteur de l'énergie vise à favoriser la recherche, la sensibilisation et l'information ainsi que la prise en charge des malades à proximité des lieux de résidence
7. Assurer un environnement durable	En guise d'amélioration du taux d'accès à l'eau potable, les services énergétiques promettent de réduire de 50% le taux de la population sans accès à l'eau potable et l'amélioration de l'habitat d'ici 2020

Source : Stratégie sectorielle pour le secteur de l'Energie au Burundi, 2011

Cependant, une étude récente du secteur de l'énergie sur le diagnostic du secteur de l'Energie (MEM, 2013) indique que le taux de la population électrifiée estimé à 5% en 2013 passera respectivement à 13 % , 23.7% et à 30% à l'horizon 2020, 2025 et 2030. Cette étude indique en outre que la diffusion généralisée des foyers à bois et à charbon de bois pourrait amener à 50% la réduction de la consommation du bois.

Le transfert et la diffusion des technologies priorit  es dans le Secteur de l'énergie visent à appuyer la mise en œuvre de la CPDN et à répondre aux objectifs de la Vision Burundi 2025. Les objectifs et les résultats attendus du transfert et de la diffusion des technologies priorit  es dans ce secteur sont libellés comme suit :

1)« Optimisation et standardisation des foyers améliorés »

■Objectifs

Augmenter la production des foyers améliorés en vue de :

- remplacer les foyers traditionnels 200 000 foyers traditionnels dans les ménages et 1000 foyers traditionnels dans les institutions;
- réduire les dépenses financières liées à l'achat du bois ou du charbon de bois ;
- réduire le temps consacré à la collecte du bois de feu

■Résultats

Une   conomie de 35% du charbon de bois si foyer à charbon de bois amélioré remplaçait le foyer à charbon de bois traditionnel (BITORIROBE J. Claude et NDAYISHIMIYE J. Pierre, 1991) ;

- Une   conomie 50% du bois de feu si foyer à bois amélioré remplaçait le foyer à bois traditionnel ((DELEPLEIRE, K. KRISHNA, 1991) ;
- Une   conomie 72% du volume du bois sur pied et l'évitement d'émission de 2,508 tonnes de CO₂ par mètres cube de bois sur pied si les deux foyers sont appliqués à 100% (Coefficient de conversion ; 1,90 tonnes de matière sèche par mètre mètres cube selon GIEC, 1996).

2).Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques

■Objectifs

Augmenter la production hydroélectrique en vue de :

- rehausser le taux d'électrification et la contribution du secteur de l'électricité aux secteurs porteurs de croissance économique ;
- remplacer les sources d'énergie polluantes (Groupe électrogène);
- contribution à l'économie des devises par la réduction des importations du pétrole.

■Résultats attendus

- l'amélioration du cadre de vie de la population notamment par la réduction de la pollution de l'air et la réduction du chômage par la création de nouveaux emplois ;
- la promotion du développement des activités économiques, artisanales et industrielles ;
- l'amélioration de l'équilibre de la balance commerciale notamment par la réduction des importations des sources d'énergie dont les produits pétroliers (carburant, pétrole, bougies, etc) et partant les émissions y relatives ;

3).Captage et valorisation de l'Energie solaire

▪Objectif

- Promouvoir l'utilisation de l'énergie solaire en vue de
- contribuer à la réduction du déficit énergétique;
- contribuer à l'amélioration du cadre de vie ;
- éviter une émission de 600 tonnes de CO₂ par an sur une durée de 20ans ;
- électrification par système solaire décentralisé de 5000 ménages et 1000 sites d'intérêts communautaires ;
- contribuer à la substitution des sources d'énergie polluantes (pétrole lampant, bougie, Groupe électrogène, etc.).

▪Résultats attendus

- L'électrification d'au moins 5000 ménages ruraux et 1000 établissements à caractère social (écoles, centre de santé, communes, etc.) inaccessibles au réseau d'électrification basée sur l'énergie d'origine hydraulique (NYENGAYENGE, 2009).
- L'électrification des ménages urbains à faible revenu ;
- La réduction de l'utilisation des sources d'énergie polluantes (groupe électrogène, pétrole lampant, bougie, etc.)

1.3.Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Optimisation et Standardisation des foyers améliorés et des mesures pour surmonter ces barrières

Le déploiement et la diffusion des foyers optimisés et standardisés visent à limiter la déforestation et la dégradation forestière et par conséquent la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ils visent également la réduction des dépenses des ménages liées à la consommation du bois énergie.

1.3.1.Description générale de la technologie de l'Optimisation et Standardisation des foyers améliorés

Cette technologie consiste à concevoir des techniques, des méthodes et stratégies pour l'encadrement de la fabrication, la vulgarisation et la diffusion des fourneaux durables, économiseurs d'énergie et moins polluants. Elle est utilisée pour la production et la diffusion d'un bien de consommation « Foyer amélioré ».

Ce type de technologie est classé dans la catégorie des biens marchands sous-catégorie des biens de consommation (NYGAARD.I et al, 2015)¹. En effet, le marché sur lequel sont vendus les foyers est caractérisé par une longue chaîne d'approvisionnement comprenant les artisans et les vendeurs ainsi qu'un nombre important d'acheteurs dont les ménages, les collectivités et le groupe d'intérêt.

¹ Les technologies sont caractérisées non pas selon leurs propriétés mais selon les types de biens ou de services qu'elles produisent ou rendent et le type de marché sur lequel elles sont transférées et diffusées.

1.3.2. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »

A l'instar des programmes et/ou projets de développement, le déploiement de toute technologie de développement requiert au préalable un résultat d'étude de faisabilité économique. Il en est de même pour l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés. L'évaluation de la rentabilité économique de la promotion d'une technologie d'optimisation et de standardisation des foyers améliorés a été basée sur la comparaison des dépenses payées par un ménage qui utilise un foyer traditionnel pour cuire sa nourriture à celles qu'il dépenserait au cas d'utilisation du foyer amélioré.

Cet exercice vise à calculer le temps de récupération du capital investi (TR). Le TR est un des indicateurs de la rentabilité économique des projets généralement de courte durée.

Les combustibles mis en jeu pour mener cette évaluation sont le bois de feu et le charbon de bois. Tous les deux combustibles sont produits en milieu rural mais vendus aux centres urbains, le charbon étant le plus utilisé dans les centres urbains. Pour un ménage urbain à revenu moyennet ayant 5 enfants à charge, la consommation journalière est estimée à 3 kilogrammes s'il s'agit du charbon de meilleure qualité. Ce qui représente 18 kilogrammes de bois enlevé sur pied, car le rendement matière de la carbonisation dit amélioré est de 17%. L'analyse a porté sur la comparaison de la rentabilité de deux modèles de foyers.

Le premier modèle est un foyer traditionnel amélioré en ce qui concerne la réduction de la déperdition de la chaleur et la durabilité du foyer au moyen de la combinaison de deux matériaux à savoir l'argile et le métal. Le deuxième modèle est une variante du modèle originaire du Kenya (Kenya Ceramic Jico). Ce dernier modèle présente l'avantage d'utiliser alternativement le bois et le charbon de bois. Les résultats de cette analyse sont détaillés en annexe 2.1 au tableau n°2. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés ».

Les résultats du modèle utilisé pour évaluer la rentabilité économique de la technologie sont négatifs. Ces résultats montrent que la technologie est économiquement rentable. En effet, ces résultats montrent que les dépenses engagées pour l'utilisation du foyer traditionnel sont supérieures à celles occasionnées par l'usage du foyer amélioré. En effet, le prix d'achat du foyer amélioré revient certes à au moins 5 fois plus cher que le foyer traditionnel. Mais sa durée de vie (36 mois) est douze fois supérieure à celle du foyer traditionnel (3 mois).

Aussi au bout de trois ans, le bilan des dépenses engagées pour l'achat des 2 modèles de foyers montre que le foyer traditionnel coûte 2.5 fois plus cher que le foyer amélioré. Concernant la consommation du charbon de bois, elle vaut 43% de celle utilisée dans le cas du foyer traditionnel. Autrement dit, l'utilisation du foyer amélioré permet une économie de 57% du charbon de bois.

Quant au temps de récupération de l'investissement, le modèle de calcul utilisé affiche un résultat négatif. Cela voudrait dire que l'investissement consenti pour l'utilisation du foyer amélioré est très petite par rapport à l'investissement consenti pour l'utilisation du foyer traditionnel. Autrement dit, investir pour ce dernier c'est perdre. La substitution du foyer amélioré au foyer traditionnel est donc économiquement justifiée.

1.3.3. Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »

L'identification et l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés » ont été appuyées par la cartographie du marché (Annexe 2.2, figure n°6). Les barrières identifiées ont été ensuite cotées et classées selon l'ordre d'importance décroissante. Ces barrières ont été ensuite regroupées en deux catégories à savoir la catégorie des barrières économiques et financières et la catégorie des barrières non financières. Les tableaux n° 21 et 22 en annexe IV montrent les résultats obtenus. La principale barrière qui limite la diffusion des foyers améliorés est la faible compétitivité de ces foyers face aux foyers traditionnels. En effet, les foyers améliorés sont d'une part produits en petite quantité et coûtent plus chers que les foyers traditionnels alors que la population ont un faible pouvoir d'achat.

1.3.3.1. Barrières économiques et financières

1) l'accès aux crédits limité

Les principales causes de cette barrière sont :

(i) l'information insuffisante sur les mécanismes de financement innovateurs ; (ii) l'insuffisance d'information sur les systèmes d'octroi des crédits à des taux préférentiels ; (iii) trop d'exigences en matière de garanties ; (iv) et faibles capacités pour la mobilisation des fonds ;

2) le faible pouvoir d'achat de la population

Le pouvoir d'achat de la population continue à diminuer. En 2011, le CSLPII estime le pourcentage de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté à 67 %. en 2013, septante personnes sur 100 ont un revenu journalier inférieur à un dollar américain (MEM, 2013). Or, un foyer capable d'atteindre 50% de rendement pondéral coûte au moins 70 000 francs Burundais(BSC)², soit près de 42 dollars américains au taux de 1680FBU le dollar. Donc compte tenu des moyens financiers dont dispose la population burundaise, la majorité de cette dernière n'est pas capable de s'acheter un foyer amélioré à rendement pondéral estimé à 50%.

Les principales causes de cette barrière sont les sources de revenus limitées, la dévaluation continuelle de la monnaie et l'inflation.

3) L'inexistence d'appui financier

L'inexistence d'appui financier constitue un handicap au développement de la technologie « optimisation et standardisation des foyers améliorés ». En effet, les artisans ferblantiers œuvrant au Burundi disposent actuellement des moyens qui ne leur permettent pas d'avoir de meilleurs rendements aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. Cette situation constitue donc une entrave au développement et au transfert de cette technologie.

² Burundi Stoves Cooking

1.3.3.2.Barrières non financières

1) La faible compétitivité de la technologie vis –à vis des technologies traditionnelles

Sur le marché de foyers, les foyers améliorés ne parviennent pas à concurrencer les anciens foyers gaspilleurs d'énergie. D'abord parce que ces derniers sont vendus en grands nombre et à des bas prix par rapport aux foyers améliorés. D'autre part, bon nombre de ménages ne sont pas informés sur les différences de rendement entre les deux modèles de foyers ou sous-estiment ces différences.

Les principales causes étant : (i) le coût élevé des foyers améliorés; (ii) la vente du bois énergie issu des boisements publics à un prix inférieur à sa valeur économique réelle et (iii) l'ignorance du potentiel du bois énergie. Ce qui n'incite pas les usagers à utiliser les foyers améliorés aux fins de la réduction de la consommation du bois ainsi que (iv) le nombre limité de fabricants des foyers améliorés.

2) L'insuffisance d'information sur la technologie

Les principales causes de cette barrière sont liées : (i) la réticence à la diffusion des informations relatives aux techniques de fabrication du foyer (droit de propriété) et (ii) l'inexistence d'espaces médiatiques pour la vulgarisation des foyers améliorés.

l'analyse faite sur l'apport des services de vulgarisation en matière d'appui à la chaîne de valeurs en vue de la diffusion de la technologie, montre que l'insuffisance des moyens financiers et humains (quantité et qualité) constatés au sein des services en charge d'information constituent une contrainte à la diffusion de la technologie. En outre, il a été constaté que les messages communiqués par les media contiennent souvent peu d'information sur les foyers améliorés.

3) La qualité douteuse des foyers améliorés

Les foyers vendus sur le marché sont dits foyers améliorés par le simple fait qu'ils sont constitués d'au moins deux matériaux dont l'argile pour la conservation de la chaleur et un métal pour rendre solide le foyer. Mais ces derniers n'ont pas la même efficacité énergétique et par conséquent des qualités différentes. Dans ce cas, un acheteur non informé peut prendre pour un foyer amélioré, un foyer de qualité médiocre.

Les principales causes sont : (i) la faible implication des institutions de recherche et développement dans le domaine d'exploitation forestière; (ii) la faible capacité des artisans pour la fabrication des foyers de qualité ; (iii) formation insuffisante sur les techniques de construction des foyers améliorés et sur leurs utilisations.

4) L'inexistence de service de recherche sur les foyers améliorés

Les premières initiatives sur la recherche en matière d'efficacité énergétique des foyers à charbon de bois ont été menées par le Centre Universitaire de Recherche en Energie Alternative (CRUEA) vers 1981. Mais faute de moyens financiers, les recherches menées par le CRUEA ont été suspendues. Cependant, la politique nationale de l'énergie propose la poursuite de la recherche sur la problématique de l'application des foyers améliorés. Elle propose en outre la vulgarisation des foyers améliorés en vue de compenser le déficit en bois énergie.

Aujourd'hui l'analyse du cadre d'appui au transfert de la technologie « optimisation et standardisation des foyers améliorés » indique qu'il n'existe pas de service de recherche sur les foyers améliorés. Or, l'inexistence d'un service pour orienter le choix d'un modèle de foyers améliorés sur base des résultats de la recherche, constitue une lacune à la politique de promotion des foyers améliorés. C'est donc une situation qui entrave la diffusion de la technologie « optimisation et standardisation des foyers améliorés ».

5) L'inexistence de service d'assurance et de contrôle de qualité des foyers améliorés

Selon l'analyse menée sur le cadre favorable au transfert de la technologie liée aux foyers au Burundi, il n'existe pas de service chargé du contrôle et d'assurance de qualité faute d'information suffisante sur l'impact des foyers traditionnels dans les dépenses financières des ménages et la dégradation forestière.

6) L'inexistence d'appui technique

L'analyse menée dans le but d'identifier les moyens de fonctionnement des artisans de foyers montre que les assembleurs de matériaux pour le montage des foyers ne bénéficient d'aucun soutien technique. Si la technique n'est pas bien maîtrisée, l'inexistence d'un service pour cette action constitue une lacune dans la mesure où elle peut soit entraîner le mauvais assemblage ou le retard dans l'exécution du travail. Cette situation peut donc compromettre le développement de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés ».

7) La non intégration des foyers améliorés dans le code forestier

L'utilisation et la promotion des foyers améliorés dans les ménages au sens strict et large ainsi que dans le secteur des restaurants ont été identifiés comme l'un des meilleurs moyens possibles de réduction de la consommation du bois énergie. La politique forestière, outil politique principal pour la gestion du secteur des forêts et particulièrement les ressources forestières dont le bois énergie place l'usage des foyers traditionnels dans les problèmes qui handicapent le développement dudit secteur.

En matière de gestion rationnelle de la ressource bois, cette politique propose la vulgarisation et la diffusion des foyers améliorés. Mais le législateur du code forestier en vigueur n'a pas pris en compte les foyers améliorés. Cela constitue donc une lacune et un handicap à l'application dudit code pour la vulgarisation et la diffusion des foyers améliorés.

8) La méconnaissance du code des investissements

Le code des investissements établit un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements des capitaux aussi bien pour les nationaux que pour les étrangers dans les secteurs de production et de services. Pour ce faire, il devrait être porté à la connaissance de tout le monde et particulièrement les parties prenantes pour la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés ». Mais l'analyse du cadre propice pour le transfert de cette technologie montre que cette loi n'est pas très connue. Ce qui constitue donc une lacune pour le transfert de cette technologie

9) La méconnaissance du code de commerce

Le code du commerce détermine les conditions de commerce y compris les droits et les obligations. Ainsi toute personne physique ou morale désireuse d'entreprendre une activité commerciale doit se renseigner pour se conformer à ces conditions sous peine de s'exposer à de sanctions prévues par cette loi ou par d'autres lois applicables dans ce domaine. Mais force est de constater que cette loi n'est pas très connue.

La méconnaissance de cette loi a été identifiée comme barrière au transfert et à la diffusion de la technologie

1.3.4. Analyse des mesures favorables à l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés

Les mesures sont des solutions aux problèmes identifiées ci-dessus. Elles sont regroupées en deux catégories à savoir les mesures économiques et financières ainsi que les mesures non financières.

Comme pour les barrières, l'identification et l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés » ont été facilitées par la cartographie du marché. Celle-ci est représentée en annexe 2.3 par la figure n°12. Le tableau n°3 donne les correspondances entre les barrières et les mesures proposées pour surmonter ces barrières.

Tableau n°3.Correspondance entre barrières et mesures pour la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »

Barrières identifiées	Mesures économiques et financières
L'accès aux crédits limité	Renforcer les capacités des associations d'artisans de foyers améliorés en matière de mobilisation des financements en vue d'accroître leurs connaissances sur les mécanismes de financements et les procédures d'octroi des crédits.
Le faible pouvoir d'achat de la population	Renforcer l'encadrement de la population du milieu rural pour le montage et l'exécution de petits projets agro-sylvo-zootechnique (la fruiticulture, l'apiculture et la myciculture) en vue de réduire d'au moins 50% le nombre de personnes à revenu journalier inférieur à un dollar (CSLP II, 2006).
	Promouvoir l'encadrement de la population urbaine pour la mise en place des petites coopératives commerciales en vue de réduire d'au moins de moitié le taux de pauvreté (CSLP II, 2006)
L'inexistence d'appui financier	Renforcer les capacités des associations d'artisans de foyers améliorés en matière de mobilisation des financements en vue d'accroître les capacités financières.
La faible compétitivité de la technologie	Mener une campagne d'information élargie sur les avantages socio-économiques et environnementaux de la technologie.
	2. Renforcer les capacités humaines et financières pour accroître la production des foyers améliorés en vue de remplacer au moins 60% des vieux foyers gaspilleurs d'énergie en vue de contribuer à la résorption du déficit énergétique
La méconnaissance du code des investissements	Mener une campagne élargie de vulgarisation et de diffusion du code des investissements afin qu'au moins 60% des fabricants et commerçants de foyers améliorés disposent d'une information authentique sur le cadre légal régissant les procédures d'investissement pour des projets de fabrication des foyers améliorés
La méconnaissance du code du commerce	Mener une campagne élargie de vulgarisation et de diffusion du code de commerce afin qu'au moins 60% des commerçants de foyers améliorés disposent d'une information authentique sur le cadre légal régissant le

	commerce des foyers améliorés.
Barrières identifiées	Mesures non financières
L'accès aux crédits limité	Organiser les artisans de foyers améliorés en associations afin d'alléger les exigences liées aux de garanties bancaires
L'inexistence d'appui financier	Elaborer le plan d'action de mise en œuvre de la CDN et y intégrer la technologie en vue de bénéficier de l'appui prévu par la décision 1/COP16 au titre de la CCN UCC (Art4, paragraphe 3) Faire le plaidoyer auprès des partenaires publics et privés afin de susciter leurs interventions pour de renforcer l'appui financier
L'insuffisance d'information sur la technologie	Elaborer une stratégie de sensibilisation et de conscientisation des détenteurs de la technologie afin d'améliorer la communication des informations sur la technologie
La qualité douteuse des foyers améliorés	Intégrer les activités de recherche sur la qualité des foyers améliorés dans le plan d'action de la CDN afin de bénéficier de l'assistance financière et technique prévues par les Parties à la CCNUCC selon la décision 1/COP16
L'inexistence de service de recherche sur les foyers améliorés	Intégrer la recherche sur les foyers améliorés dans les programmes des services de recherche existants afin de responsabiliser ces services pour le développement de la recherche sur foyers améliorés.
	Intégrer la technologie dans le plan d'action de la CDN afin de bénéficier de l'assistance financière prévue par les Parties à la CCNUCC selon la décision 1/COP16
L'inexistence de service d'assurance et de contrôle de qualité des foyers améliorés	Intégrer les normes de qualité des foyers dans plans d'actions des unités de fabrication des foyers améliorés en vue d'améliorer la qualité de ces foyers.
	Intégrer les foyers améliorés dans les programmes des services d'assurance et de contrôle de qualité des produits consommables au Burundi afin de responsabiliser ces services dans l'assurance de qualité des foyers.
L'inexistence d'appui technique	Intégrer la technologie dans le plan d'action de la CDN afin de bénéficier de l'assistance technique prévue par les Parties à la CCNUCC selon la décision 1/COP16.
La non intégration des foyers améliorés dans le code forestier	Réviser le code forestier pour y intégrer les foyers améliorés en vue de réduire la pression sur la ressource forestière et honorer les engagements pris par le Gouvernement du Burundi au titre de la Contribution du Burundi à l'atténuation des effets mondiaux du changement climatique.

1.3.4.3. Analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à l'optimisation et la standardisation des Foyers améliorés

Dans le but de vérifier la rentabilité des mesures proposées en vue de surmonter les barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés », une analyse des coûts et bénéfices liées à la mise en application de ces mesures a été menée. Les mesures qui ont fait objet de cette analyse concourent à l'exécution d'un programme de substitution des foyers améliorés aux foyers traditionnels. Elles sont mentionnées au tableau n°4.1.

Cette analyse a été facilitée par un modèle de calcul. Les hypothèses émises pour le calcul des émissions évitées et les résultats détaillés de cette analyse sont respectivement présentées en annexe III, au tableau n°4.1 et au tableau n°4 également en annexe 2.1. Mais les principaux résultats sont présentés au tableau n°4.2, ci-dessous.

Tableau n° 4.2. Principaux résultats de l'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à l'optimisation et à la standardisation des foyers améliorés

A	B	C		D
Mesures	Coût x10 ⁶ USD	Bénéfices socio-environnementaux(BSE)		Coûts inhérents aux avantages (USD) par unité
1. Subvention des coûts d'investissement	0,05	Nouveaux unités de personnes employées sur dix ans	58765 personnes	107,09 par personne sur cinq ans
2. Renforcement de l'équipement des associations d'artisans	0,1	Réduction des émissions en tonnes de CO ₂ sur dix ans.	3 878000 tonnes de CO ₂	1,62 par tonne de CO ₂ en cinq ans
3. Renforcer l'encadrement de la population	2,1			
4. Renforcement de l'équipement des associations d'artisans	0,1			
5. Intégrer la technologie dans CDN	0,1			
6. Elaborer la stratégie de sensibilisation	0,05			
7. Organisation d'une campagne de vulgarisation et sensibilisation	0,5			
8. Renforcement des capacités des artisans par la formation	0,2			
9. Intégrer les foyers améliorés dans les services de recherche	0,00			
10 Révision du code forestier afin d'y intégrer la technologie	0,1			
11. Frais de gestion du programme	0,2			

Coût total du programme	4,7			
-------------------------	-----	--	--	--

Le tableau n°4.2 est un extrait du tableau n°4. Il comprend 4 colonnes et représente les principaux résultats de l'analyse des coûts et des bénéfices liés à la mise en œuvre d'un programme de substitution des foyers améliorés aux foyers traditionnels pendant dix ans. Les principales composantes de ce programme ou les mesures mise en œuvre et les coûts de leur mise en œuvre sont respectivement présentés aux colonnes A et B.

La valeur nette actuelle du coût total de ce programme est estimée à 4 700 000 dollars américains. La composante qui coûte plus chère est le renforcement de l'encadrement de la population en vue d'accroître son pouvoir d'achat à travers le développement et la promotion des activités génératrices de revenus et accroître le volume des ventes des foyers améliorés. La troisième mesure importante est l'organisation de la campagne de vulgarisation et de sensibilisation de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés ».

La subvention du coût des équipements et l'intégration des foyers améliorés dans les services de recherche sont les mesures les moins coûteuses par rapport aux autres mesures. La valeur de la subvention d'un foyer est le produit du taux de subvention du coût de l'importation des équipements et le coût d'investissement initial pour équiper 4 unités de production des foyers améliorés divisé par le nombre de foyers. Le coût d'investissement et le nombre de foyers sont respectivement estimés à 374 000 dollars américains et 324 000 foyers.

L'estimation des coûts des autres mesures a été basée sur les coûts des activités antérieures similaires. Quant au coût lié à la gestion du programme, il représente le dixième de la somme des coûts des autres mesures ici présentées.

Les bénéfices réalisés en cinq ans sont présentés dans la colonne C. Ils comprennent 58 765 emplois supplémentaires et la réduction de 3 878 000 tonnes CO₂.

La colonne D montre les coûts du personnel supplémentaire estimés à 107,09 dollars américains par personne supplémentaire sur une période de cinq ans. Cette colonne indique aussi la valeur du coût de réduction d'émission. Elle est estimée à 1,62 dollars américains par tonnes de CO₂ séquestrée.

Conclusion

Eu égard aux coûts des mesures mises en œuvre et la valeur économique des résultats obtenus, on peut dire que le programme de substitution des foyers améliorés est rentable aussi bien sur le plan environnemental qu'économique. En effet, il contribue d'une part au développement socio-économique et à la réduction de la pauvreté à travers l'accroissement du nombre d'emplois. En outre, les foyers produits et les émissions de gaz à effet de serre évitées peuvent être vendus et procurer des revenus.

Sur le plan environnemental, le programme contribue à la limitation de la dégradation forestière et partant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à travers la réduction de la consommation du bois énergie. Par cette action, il contribue à l'assainissement du milieu et partant à l'amélioration du cadre de vie à travers la sécurité sanitaire.

1.4.1.Description générale de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »

L'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques visent à accroître la production de l'électricité afin de rehausser le taux d'accès à l'énergie et ainsi contribuer à la croissance économique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Cette technologie consiste à concevoir des techniques, des méthodes et stratégies pour l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ; elle fait partie des biens achetés via le processus d'appel d'offre. Ce type de technologie est classé dans la catégorie des biens non marchands fournis par les institutions publiques. Bien que la demande en cette technologie soit forte, son offre est très rigide.

1.4.2.Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ».

Dans le but de rehausser le taux d'électrification, le présent rapport propose le transfert et la diffusion de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ». Un préalable à ce programme très ambitieux est l'évaluation économique de cette la technologie. Les critères considérés pour bien juger de la rentabilité de cette technologie sont la valeur actuelle nette(VAN) et le taux de rentabilité interne(TRI) de l'investissement. Le temps de retour d'investissement (TR) a été également considéré.

Les principaux paramètres utilisés sont : la valeur de l'investissement consenti pour la mise en œuvre d'un projet de production d'électricité, la capacité de production, le taux d'inflation, le taux d'intérêt et le prix de l'électricité par unité, la maintenance et l'entretien des équipements, etc. La méthodologie de calcul consiste à introduire les valeurs de ces paramètres dans le modèle de feuille de calcul annexé au présent rapport. Les valeurs de VAN, le TIR et le TR ainsi obtenus renseignent sur la rentabilité du projet. En effet, le projet est rentable si VAN est positive. Il ne l'est pas dans le cas contraire. Les résultats de cette analyse sont présentés au tableau n°5 et 5 bis en annexe 2.1, au présent rapport.

Les principales hypothèses retenues sont l'existence d'une subvention des coûts d'investissement estimée à 37 % (CI³) ou l'inexistence d'une subvention des coûts d'investissement, le maintien du taux d'inflation à 7%, la réduction du rendement de la production estimé à 0%, etc.

Etant donné l'impact de la subvention sur l'investissement, le calcul des paramètres d'évaluation de la rentabilité doit tenir compte de deux situations. La première est caractérisée par un investissement non subventionné. La deuxième tient au fait que l'investissement est subventionné à la hauteur de 37%⁴ du coût total d'investissement. Les tableaux n°5.1 et 5.2 donnent respectivement les résultats obtenus dans deux situations.

Tableau n°5.1. Variation des paramètres d'évaluation de la rentabilité en fonction du taux d'intérêt et en cas d'inexistence de la subvention

Taux d'intérêt	VAN	TR (ans)	TRI en %
7	162264	13.4	9
8	83205	13.4	9
9	15476	13.4	9

³ Code des investissements

⁴ Code des investissements

10	-42691	13.4	9
----	--------	------	---

Les résultats du tableau n°5.1 indique que 7% est le taux favorable, il permet l'obtention d'une VAN plus élevée par rapport aux autres taux. Ces résultats montrent que l'intervalle d'accès au crédit se situe entre 7 et 9 %. 7% représente la limite inférieure et 9% la limite supérieure. En deçà de 7%, la banque n'accorde pas de crédit. Tandis qu'au-delà de 9%, la VAN diminue jusqu'à devenir négative à partir de 10%.

Tableau n°5.2. Variation des paramètres d'évaluation de la rentabilité en fonction du taux d'intérêt et quand la subvention est égale à 37% du total coût des investissements

Taux d'intérêt	VAN		TR (ans)	TRI en %
7	420861		8,28	15
8	339407		8,28	15
9	269328		8,28	15
10	208848		8,28	15
14	36919		8,28	15
15	6662		8,28	15
16	-19891		8,28	15

S'il y a subvention, la VAN est positif pour des taux d'intérêts compris entre 0 et 15 %. L'intervalle d'accès au crédit se situe entre 7 et 15 %. 7% représente la limite inférieure et 15% la limite supérieure. En deçà de 7%, la banque n'accorde pas de crédit, car elle ne gagnerait pas. Au-delà de 15% la VAN devient négative. En ce cas, on travaillerait à perte.

Conclusion

Dans les deux situations, il a été également analysé l'effet du prix unitaire de vente de l'électricité. Les résultats de cette analyse montrent que le prix unitaire est un facteur très influant sur la rentabilité du programme ou projet. En effet, il a été constaté que plus, le prix unitaire de l'électricité augmente, plus VAN et TRI augmente et plus TR diminue.

Qu'il existe ou n'existe pas de subvention, 7% d'intérêt sur prêt représente un taux favorable à l'investissement pour le cas de cet exercice. En effet, il permet d'obtenir la plus grande VAN. Toutefois, pour un même taux d'intérêt, la subvention permet d'augmenter la VAN et le TRI et de réduire le TR. Sur base de ces résultats, on peut conclure que le taux d'intérêt élevé, le bas prix unitaire de l'électricité, constituent des principales barrières économiques au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ». En effet, la hausse du taux d'intérêt est liée entre autres à la hausse de l'inflation et elle est une des causes principales de la hausse du coût d'investissement.

1.4.3. Analyse des barrières à l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques

L'analyse des barrières au transfert et à la diffusion de cette technologie a été guidée par l'outil dit « arbre à problèmes ». Les résultats de ce travail sont présentés à l'annexe 2.2. II, figure 8. Cette figure montre que la barrière centrale est le coût de production de l'électricité élevé. Cette barrière se décompose en deux barrières à savoir le coût d'investissement élevé qui est la principale barrière et le coût d'exploitation élevé. Les principaux facteurs de la hausse du coût d'investissement sont l'absence d'unité locale de production d'équipements hydroélectriques et

la faible expertise nationale. L'annexe IV (tableaux n° 23 et 24) montre le classement des barrières identifiées et développées ci-dessous. Il s'agit de :

1.4.3.1.Barrières économiques et financières

1)le coût d'investissement élevé

- l'inexistence d'unité locale de production d'équipements hydroélectriques

Suite à l'inexistence d'unité de production d'équipements hydroélectriques au Burundi, ce dernier doit importer de l'étranger tous les équipements requis. Ces équipements arrivent donc plus chers au Burundi notamment à cause des frais qui n'auraient pas été payés si ces équipements étaient produits au Burundi. Il s'agit notamment des frais de transport, de transit et de douane, etc.

- la faible expertise nationale

Aujourd'hui, le Burundi ne dispose pas d'experts capables de mener des études et réaliser un projet d'hydroélectricité. Pour mener ces travaux, il doit faire à appel à une expertise étrangère notamment pour (i) la conception du projet et (ii) la réalisation des études comprenant l'évaluation des coûts et des avantages socio-économiques et environnementaux ainsi que l'exécution du projet.

2)le coût d'exploitation et de maintenance élevé

Le Burundi dispose d'une expertise nationale insuffisante aussi bien pour l'exploitation que pour la maintenance des microcentrales hydroélectriques. Dans les deux cas, il peut utiliser une main d'œuvre abondante afin de compenser la qualité par la quantité pour essayer de produire plus d'électricité d'où la hausse du coût d'exploitation.

Mais, il existe des cas où les travaux de maintenance requièrent des niveaux de compétences indisponibles au Burundi. En ce cas, il doit recruter un expert international notamment pour l'entretien, la réparation des équipements et le remplacement des pièces usées ou endommagées. Il est à noter que les pannes des équipements à cause des variations répétitives du niveau d'eau dans les lacs de retenue engendrent des dépenses supplémentaires au coût de maintenance prévu.

3)le coût de compensation des pertes (socio-économiques et environnementales) élevé

Les frais d'indemnisation ou de compensation des pertes sociales, économiques et environnementales liées à l'exécution d'un projet hydroélectrique sont généralement payés par le Pays. Or, souvent, le montant de ces frais dépasse les moyens de l'Etat. Ce qui peut retarder le démarrage du projet.

4) la fluctuation du niveau d'eau dans les cours d'eau

Le niveau d'eau dans le lac de retenu d'eau varie en fonction du niveau d'eau dans le cours d'eau. Si ce dernier descend jusqu'à son niveau d'étiage, le lac de retenu n'est plus alimenté et le fonctionnement de la centrale hydroélectrique est suspendu. En d'autres termes la centrale ne fonctionne qu'en temps de pluie. Cependant les crues provoquent des inondations qui peuvent perturber le fonctionnement de la centrale.

5) la dégradation forestière et la déforestation

De par l'interception des gouttes de pluie par le couvert forestier formé de houppier, feuillages branches et tronc d'arbre et de couverture morte, les forêts atténuent la vitesse de l'eau de pluie et ainsi favorisent son infiltration dans le sol. L'eau infiltrée dans le sol réapparaît en bas de collines sous forme de ruisseaux qui à leur tour se rassemblent pour former des rivières et lacs. L'infiltration accrue de l'eau de pluie dans le sol permet la stabilité des débits des cours d'eau et des rivières.

Selon la politique forestière nationale, la dégradation forestière et la déforestation ont été identifiées comme principaux problèmes qui handicapent le développement du secteur forestier. Si ces problèmes persistent, la stabilité des débits des cours d'eau et des rivières est compromise car l'infiltration de l'eau dans le sol est réduite. Ceci a pour conséquence la chute du niveau d'eau dans le lac de retenue d'eau et partant la suspension du fonctionnement de la centrale.

6) la faible durabilité des pratiques actuelles de gestion des sols

Certaines pratiques agricoles et modes de constructions des habitats constituent des contraintes à la protection de l'environnement et particulièrement la production de l'eau. De ce fait. Cette situation compromet le fonctionnement de la centrale hydroélectrique dans la mesure où il contribue à la réduction du niveau d'eau dans le lac de retenue.

1.4.3.2. Barrières non financières

1) L'habitat dispersé

L'existence d'un relief compartimenté et l'attachement de la population à l'agriculture ont depuis longtemps obligé la plupart de la population à opter pour un habitat dispersé. Malheureusement, ce mode d'habitat ne facilite pas l'extension du réseau hydroélectrique à un grand nombre de ménages. Il constitue donc une barrière à la diffusion de la technologie.

2) Les habitudes culinaires

Il existe des burundais qui consomment des aliments secs comme le haricot sec et le maïs. Pour qu'ils ne perdent leur qualités organoleptiques respectives, ces aliments doivent être cuits pendant un long temps et à petit feu. Or, l'usage de l'électricité permet de raccourcir le temps de cuisson mais altère la qualité des aliments. C'est pourquoi, le bois est donc préférable à l'électricité ; car il permet de préserver la qualité des aliments. De ce fait, les habitudes culinaires constituent une barrière à la multiplication des microcentrales hydroélectriques dans la mesure où elles contribuent à la limitation du nombre d'utilisateurs de courant électrique.

1.4.4. Analyse des mesures favorables à l'optimisation et à la multiplication des microcentrales hydroélectriques

L'approche utilisée pour l'identification des mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie « l'Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques » est l'arbre à solutions représenté par la figure n°13 en annexe 2.3 du présent rapport. Le tableau n°6 montre les correspondances entre les barrières et les mesures proposées pour la technologie « l'Optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ».

Tableau n° 6.Correspondances entre barrières et mesures financières et économiques pour la barrière « l’optimisation et à la multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Barrières identifiées	Mesures économiques et financières
L’inexistence d’unité locale de production des équipements	Installation et équipement d’une unité locale modèle pour la production d’équipement
La faible expertise locale en technique d’installation, d’exploitation et de maintenance de la centrale hydroélectrique	Renforcer l’expertise nationale en technique d’installation, d’exploitation et de maintenance de la centrale hydroélectrique.
Fluctuation du niveau des cours d’eau	
a. dégradation forestière et déforestation	Reboiser les crêtes et les flancs de collines surplombant les sites de captage des eaux de pluie afin d’améliorer l’infiltration de l’eau dans les sols et ainsi éviter l’assèchement des rivières
b. la faible durabilité des pratiques actuelles de gestion des sols	Protéger les lacs de retenue d’eau contre l’envasement par des actions de lutte antiérosive dans les exploitations agricoles et habitations ainsi que sur les pistes, routes et rivières.
Les habitudes culinaires	Organiser des séances d’information et de sensibilisation sur les techniques culinaires permettant de préserver la qualité organoleptique des aliments
Barrières identifiées	Mesures non financières
L’inexistence d’unité locale de production des équipements	Encourager le partenariat public privé à investir au Burundi afin d’y installer une unité locale de production des équipements Intégrer la construction d’unité de production d’équipements hydroélectriques dans le plan d’action de mise en œuvre de la CDN.
Insuffisance d’investissement pour compensation des pertes sociales, économiques et environnementales	Réviser l’ordonnance ministérielle n° /2009 portant fixation des barèmes d’indemnisation afin de tenir compte de la valeur réelle des biens socio-économiques et environnementaux.
L’habitat dispersé	Encourager la population à se regrouper en villages afin de réduire le coût des moyens de raccordement (la longueur des câbles, le nombre de poteaux, etc.).
Les habitudes culinaires	Informar la population sur les modes de cuissons à la cuisinière électrique permettant de préserver la qualité organoleptique des aliments

1.4.4.1. Analyse coûts/Bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Les résultats de l'analyse de la rentabilité d'un projet d'installation d'une microcentrale en vue de substituer les groupes électrogènes sont présentés au tableau n°7. Le détail des calculs se trouvent au tableau n°7 en annexe III. au présent rapport. Les tableaux n°7.1, et 7.2. (Annexe III.) donnent respectivement le résumé des résultats obtenus, les hypothèses retenues et les paramètres utilisés pour l'analyse cout-bénéfices des mesures identifiées.

Tableau n°7. Résultats de l'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales

A	B	C		D
Mesures	Coût (x10 ⁶)	Bénéfices socio-environnementaux (X 10 ³)		Coûts inhérents aux avantages (USD) par unité
Subventionner le coût d'investissement (37%)	203,5	Nouveaux emplois sur 10 ans	10,4	4537USD par personne par an
Réaliser les études d'impacts environnementaux et sociaux	174,7	Réduction des émissions en tonnes de CO ₂ sur 20 ans de durée de vie de la centrale.	85	279 USD par tonne par an
Renforcer l'expertise nationale par la formation	88, 6			
Installer et équiper une unité locale de production d'équipement	2,7			
Construire une centrale hydroélectrique	0,2			
Aménager les bassins versants	2,2			
Coût total du programme	471,9			

Le tableau n°7 comprend 4 colonnes et représente les principaux résultats de l'analyse des coûts et des bénéfices liés à la mise en œuvre d'un programme de substitution des centrales hydroélectriques aux groupes électrogènes pendant vingt ans. Les mesures mise en œuvre et les coûts de leur mise en œuvre sont respectivement présentés aux colonnes A et B.

La valeur nette actuelle du coût total de ce programme est estimée à 471 900 000 dollars américains. La mesure qui coûte plus chère est la subvention ; son coût revient à 174 700 000 dollars américains soit près de 43% du coût total du programme. La réalisation des études d'impacts environnementaux et

sociaux qui occupe la deuxième place représente 37, 02%. Une autre mesure importante est le renforcement de l'expertise nationale. Cette dernière coûte près de 19% du coût total du programme.

Quant au coût lié à l'installation et à l'équipement d'une unité locale de production d'équipement hydroélectrique, il revient à 2700 000 dollars américains, soit 0,6% du coût total du programme quand le coût d'installation d'une centrale hydroélectrique revient à 200 000 dollars américains, soit 0,04% du coût total du programme.

Les bénéfices réalisés en dix ans sont présentés dans la colonne C. Ils comprennent 10 400 d'emplois supplémentaires pendant les dix premières années et la réduction de 85 000 tonnes d'émission de gaz à effet de serre pendant vingt ans.

La colonne D montre les coûts actualisés des bénéfices et avantages. Ces derniers comprennent les frais de prestation et le coût de réduction des émissions de CO₂. Ces frais sont estimés à 4537 dollars américains par personne supplémentaire sur une période de dix ans. Tandis que le coût de réduction des émissions de CO₂ est évalué à 279 dollars américains par tonne d'émission évitée pendant toute la durée de vie de la centrale (20ans).

Conclusion

La subvention du coût des investissements des équipements à la hauteur de 37% tel que prévu par le code des investissements encouragera les bailleurs de fonds à investir dans le secteur Energie pour la production de l'électricité. Ainsi, l'offre en énergie hydroélectrique pourra augmenter.

Ledit programme qui prend en charge la réalisation des études d'impacts environnementaux et sociaux liés à l'installation et à l'exploitation d'une centrale hydroélectrique, le renforcement de l'expertise nationale à travers la formation pour divers besoin en énergie hydroélectrique, l'installation et l'équipement d'une unité de production d'équipements hydroélectrique en vue de réduire le coût d'investissement, la construction d'une centrale hydroélectrique et l'aménagement des bassins versants ont pour effet l'accroissement de l'accès à l'énergie hydroélectrique à travers l'augmentation du nombre de microcentrales hydroélectriques plus performantes. Le programme prévoit la mise en place d'au moins 16 microcentrales hydroélectriques en vingt ans.

1.5.Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Captage et valorisation de l'énergie solaire » et des mesures pour surmonter ces barrières

La technologie de captage et de valorisation de l'énergie solaire est un des meilleurs outils des actions de mise en œuvre de la politique nationale de l'énergie visant l'accroissement du taux d'accès à l'énergie propre et partant contribuer à la croissance économique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

1.5.1.Description générale de la technologie « Captage et de la valorisation de l'énergie solaire »

La technologie consiste à concevoir des techniques, des méthodes et stratégies permettant d'optimiser l'interception et le stockage du rayonnement solaire aux fins de la production d'électricité. Deux modes d'électrification sont préconisés à savoir : (i) l'électrification décentralisée au moyen d'un kit solaire photovoltaïque en faveur des ménages isolés ou agglomérés, des communautés et des institutions et (ii)

l'électrification centralisée via la connections de la centrale de production d'énergie solaire au réseau central de distribution d'électricité.

1.5.2.Évaluation économique de la technologie« le captage et la valorisation de l'énergie solaire »

Comme ce fut pour les technologies évaluées précédemment, l'évaluation économique de la technologie « Captage et valorisation de l'énergie solaire a été menée en vue d'analyser la faisabilité économique de cette technologie. Les paramètres d'évaluation et la méthodologie utilisés sont les mêmes que ceux utilisés pour la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ».

Deux situations à avantages inégaux ont été considérés à savoir la situation où l'investissement est subventionné et la situation contraire. Les valeurs de la VAN, TIR et de TR ont été utilisées pour évaluer la faisabilité économique de la technologie« le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».

Les résultats de cette analyse sont présentés aux tableaux n°8 et n°8 bis en annexe 2.1 de ce rapport. Ces derniers montrent que la technologie présente une rentabilité limitée à la fois par le faible accès au taux d'intérêt bancaire et à la faible probabilité de bénéficier d'une subvention.

Les tableaux n° 8.1 et 8.2 montrent les variations de la VAN, TR et TRI en fonction du prix et de la subvention

Tableau 8.1. Variation de la VAN, TRI et TR en fonction du prix si une subvention est nulle

Prix	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.34
VAN	négative	négative	négative	négative	négative	négative	négative	positive
TR	17	16	15.5	14.24	14	12.85	12.26	10.34
TRI	3	4	5	5	6	7	8	10

Tableau 8.2. Variation de la VAN, TRI et TR en fonction du prix si une subvention est fixée à 37%

Prix	0.24	0.25	0.26	0.27	0	0.29	0.3	0.34
VAN	négative	négative	négative	positive	positive	positive	positive	positive
TR	17	16	15.5	14.24	14	12.85	12.26	10.34
TRI	8	9	10	11	12	13	14	17

NB: Qu'il y ait subvention ou pas, le prix unitaire de la vente de l'électricité estimé à 0.24 USD ne permet pas de gagner. En cas d'inexistence de la subvention, VAN est positive à partir du prix de vente de l'électricité fixé à 0.34 USD. Pour un prix unitaire de l'électricité fixé à 0.27USD, VAN devient négative s'il n'y a pas de subvention. Dans le cas contraire, elle est positive. Quant aux paramètres TR et TRI, leurs valeurs sont respectivement estimées à 14 ans et 3 mois (14.24 ans) et 11%.

Cependant, il est à noter que si le prix unitaire de vente de l'électricité est fixé à 0.34 USD, VAN devient positif même en l'absence de subvention à condition que le taux d'intérêt soit inférieur à 11%. (Voir figure n°8 bis en annexe). Quant aux TR et TRI, les résultats de l'analyse montrent que les valeurs de TR restent les mêmes ; elles sont estimées à 14 ans et 3 mois (14.24 ans). Tandis que celles de TRI sont respectivement estimées à 10% et 17%.

En cas de subvention de l'investissement, la vente de l'électricité à 0.27USD le KWh peut procurer des bénéfices. Mais si l'investissement n'est pas subventionné, Il serait intéressant d'investir quand le prix de vente du kWh atteigne 0.34USD le KWh, sinon, il y aurait des pertes.

1.5.3. Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « captage et à la valorisation de l'énergie solaire »

Les barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Captage et valorisation de l'Energie solaire » développées ci-après résultent des travaux en groupe réalisés dans un atelier y relatif. Après identification, les barrières ont été analysées, classées et catégorisées par ordre d'importance décroissante et regroupées en deux catégories à savoir les barrières économiques et financières. Cette analyse montre que la barrière principale est liée au coût. Il s'agit du coût d'investissement. Les principales causes de cette barrière sont présentées ci-dessous. Les résultats du processus d'identification, de classement et de catégorisation sont présentés en annexe IV (tableaux n° 25 et 26). L'identification et l'analyse des barrières ont été appuyées par la cartographie du marché (voir graphique n°7 en annexe 2.2).

1.5.3.1. Barrières économiques et financières

1) le coût initial d'investissement élevé

Les principales causes sont : (i) l'inexistence d'unité locale de production des équipements solaires; (ii) le droit de propriété ; (iii) le faible pouvoir d'achat ; le taux d'intérêt élevé (17 à 18%) ; (iii) le taux d'inflation élevé (5 à 7%).

2) l'accès au crédit limité

Les principales causes sont : (i) les exigences de garanties (valeur supérieure au montant du prêt), (ii) taux d'intérêt élevé (17 à 18%) ; (iv) la méconnaissance de mécanismes financiers innovants ; (v) la faible capacité de mobilisation des ressources financières.

3) le faible pouvoir d'achat de la population

Les principales causes du faible pouvoir d'achat sont : (i) les principales causes de cette barrière sont les sources de revenus limitées et (ii) la dévaluation continue de la monnaie et l'inflation

4) le coût de maintenance des équipements solaire photovoltaïques très élevé

D'une part le manque d'information sur le mode d'emploi des équipements solaires entraîne leur utilisation au-delà de leur capacité. Cela a pour conséquence, le mauvais fonctionnement ou l'arrêt de fonctionnement de ces équipements.

D'autre part certains appareils constituant l'équipement peuvent être endommagés suite au manque d'entretien. Dans les deux cas, la remise en état de fonctionnement normal de l'équipement requiert des dépenses financières souvent inattendues.

5)l'inexistence d'un système d'appui financier pour l'achat, montage et entretien des équipements solaires

L'inexistence des mécanismes financiers pour faciliter l'accès aux équipements solaires constitue un obstacle au développement de cette technologie au Burundi.

1.5.3.2.Barrières non financières

1)l'expertise locale insuffisante

Les principales causes sont : (i) l'absence d'un programme ou d'un centre de formation en énergie solaire au niveau national ; (ii) insuffisance du personnel local qualifié en énergie solaire ; (iii) insuffisance des capitaux pour financer la formation à l'extérieur.

2)l'insuffisance d'information sur la qualité des équipements

Pour les consommateurs des équipements solaires, il existe une inquiétude sur la qualité des équipements. En effet ces derniers proviennent de plusieurs sources variées alors que le Burundi ne dispose pas de service de contrôle de qualité. Les équipements sont soit achetés localement comme ils sont vendus sans pouvoir vérifier leur efficacité énergétique soit ils sont importés de l'extérieur.

3)l'inexistence d'unité locale de production d'équipement

Les principales causes de l'inexistence d'unité locale de production d'équipements solaires sont l'inexistence de la matière première au niveau national, l'insuffisance d'information sur les besoins en équipements solaires, l'inexistence d'initiatives et l'insuffisance des capitaux. Les principales conséquences de cette inexistence d'usine de production d'équipements solaires est la cherté de ces derniers car, ils doivent provenir de l'extérieur.

4)la faible disponibilité des équipements solaires

Les causes principales de l'indisponibilité des équipements solaires sont : l'insuffisance de devises pour l'importation de ces équipements, les longues procédures administratives et l'enclavement géographique qui ne facilite pas le marché de ces équipements.

5)l'inexistence d'un service de recherche en matière de valorisation de l'énergie solaire

Dans le cadre de la promotion des énergies alternatives, il fut créée au sein de l'université du Burundi vers les années 80, un centre de recherche dénommée centre de recherche universitaire sur les énergies alternatives (CRUEA, 1982). Les activités de ce centre étaient centrées sur les mesures d'insolation. Faute de moyens financiers, ce centre ne fonctionne plus.

Aujourd'hui, l'analyse de la cartographie du marché de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire » a montré qu'il n'existe plus de service de recherche pour appuyer le transfert de cette technologie. Les principales raisons sont l'insuffisance des ressources financières et humaines. Cette inexistence de service de recherche est qualifiée de barrière au transfert de la technologie.

6)l'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des équipements solaires photovoltaïques

L'analyse du cadre favorable au transfert de la technologie liée au captage et valorisation de l'énergie solaire indique que les équipements solaires ne sont pas soumis aux procédures de contrôle et d'assurance qualité faute d'expertise nationale suffisante. Cette situation peut compromettre l'achat de ces équipements dans la mesure où il y a un doute sur leur qualité.

7)l'insuffisance dans les services d'information et de vulgarisation

l'analyse faite sur l'apport des services de vulgarisation en matière d'appui à la chaîne de valeurs en vue de la diffusion de la technologie, montre que l'insuffisance des moyens financiers et humains (quantité et qualité) constatés au sein des services en charge d'information constituent une contrainte à la diffusion de la technologie.

8)la Politique Nationale de l'Energie peu explicite sur l'énergie solaire

L'analyse de l'influence de la politique nationale de l'énergie sur la diffusion de la technologie « captage et valorisation de l'énergie solaire » a montré que cette politique a une faible influence, car, elle est peu explicite sur l'énergie solaire.

9)la méconnaissance de la Politique Nationale du Changement Climatique

Parmi les technologies d'atténuation des effets du changement climatique proposé par la Politique Nationale du Changement Climatique figure la valorisation des énergies propres dont l'énergie solaire. Mais cette politique n'est pas encore vulgarisée à grande échelle ; elle a été promulguée en 2014. Elle a donc peu d'influence sur la diffusion de la technologie « captage et valorisation de l'énergie solaire », car, elle n'est pas connue.

10)la méconnaissance du Code des investissements

Le code des investissements établit un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements des capitaux aussi bien pour les nationaux que pour les étrangers dans les secteurs de production et de services. Pour ce faire, il devrait être porté à la connaissance de tout le monde et particulièrement les parties prenantes pour la technologie « captage et valorisation de l'énergie solaire ». Mais l'analyse du cadre propice pour le transfert de cette technologie montre que cette loi n'est pas très connue. Ce qui constitue donc une lacune pour le transfert de cette technologie.

11)la méconnaissance du Code de commerce

Le Code du commerce détermine les conditions de commerce y compris les droits et les obligations. Ainsi toute personne physique ou morale désireuse d'entreprendre une activité commerciale doit se renseigner pour se conformer à ces conditions sous peine de s'exposer à des sanctions prévues par cette loi ou par d'autres lois applicables dans ce domaine. Mais force est de constater que cette loi n'est pas très connue. La méconnaissance de cette loi a été identifiée comme barrière au transfert et à la diffusion de la technologie.

12)l'enclavement géographique

L'inexistence d'accès direct à la mer constitue une entrave au mouvement des personnes et des biens. La voie la plus empruntée pour le transport des marchandises est la voie terrestre. Par cette voie, les marchandises sont obligées de transiter dans des pays limitrophes. Alors qu'elles arrivent à destination avec retard, ces marchandises peuvent être endommagées ou volées dans les dépôts de transit ou en cours de route.

Pour réduire le manque à gagner, les commerçants majorent, le prix de vente unitaire de l'équipement. Ce dernier arrive alors à destination à un prix de vente parfois supérieur au pouvoir d'achat du client d'où la mévente de l'équipement.

1.5.4.Mesures identifiées pour surmonter les barrières au transfert et à la diffusion du « Captage et valorisation de l'Energie solaire »

L'identification et l'analyse des mesures pour surmonter les barrières au transfert et la diffusion de la technologie «le Captage et la valorisation de l'énergie solaire » ont été appuyées par la cartographie du marché représentée par la figure n°14 en annexe 2.3.

Les principales mesures identifiées et analysées pour surmonter les barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Captage et valorisation de l'Energie solaire sont représentées au tableau n°9.

Tableau n°9. Correspondance entre barrières et mesures analysées pour la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire »

Barrières à surmonter	Mesures économiques et financières
Le coût d'investissement initial élevé	Encourager le développement des unités locales de production des équipements solaires par la réduction de 37% du crédit d'impôt et de 5% du taux d'imposition (⁵ application de la loi).
	Renforcer les capacités d'au moins 60 % des infrastructures communautaires et des organisations de la population en matière de mobilisation des financements
L'accès au crédit limité	Renforcer les capacités d'au moins 60 % des infrastructures communautaires et des organisations de la population en matière de mobilisation des financements
Le faible pouvoir d'achat de la population	Renforcer l'encadrement de la population pour la promotion et le développement des activités génératrices de revenu en vue de réduire d'au moins de moitié le taux de pauvreté (CSLP II, 2006).
Le Coût de maintenance élevé	Renforcer l'expertise nationale en technique de maintenance des équipements solaires
	Renforcer les capacités d'au moins 60 % des infrastructures communautaires et des organisations de la population en matière de

⁵ Loi N°1/23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages légaux prévus par la Loi n° 1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements du Burundi.

	mobilisation des financements
L'inexistence d'un système d'appui financier pour l'achat, montage et entretien des équipements solaires	Renforcer les capacités de mobilisation des financements pour l'appui l'achat, montage et entretien des équipements solaires
L'expertise locale insuffisante	Renforcer les capacités d'au moins 70% des techniciens de maintenance et d'entretien d'équipement solaires PV
L'insuffisance d'informations sur la qualité des équipements	Dispenser une formation en matière d'examen de la qualité des équipements solaires à l'intention d'au moins 60% des techniciens œuvrant dans le sous-secteur de l'énergie solaire.
L'inexistence d'unité locale de production des équipements solaires	Encourager le développement des unités locales de production des équipements solaires par la réduction de 37% du crédit d'impôt et de 5% du taux d'imposition (⁶ application de la loi).
	Renforcer les capacités opérateurs économiques du sous-secteur des énergies nouvelles en matière d'évaluation des besoins en équipements solaires afin de les inciter à investir dans la construction d'une unité locale de production des équipements solaires
La faible disponibilité des équipements solaires	Alléger les procédures d'importation et des conditions de commercialisation des équipements solaires.
L'insuffisance dans les services d'information et de vulgarisation	Renforcer les capacités des cadres d'au moins 50% des cadres relevant des ministères en charge des énergies nouvelles afin d'améliorer les connaissances en matière d'énergie solaire
La méconnaissance de la Politique Nationale du Changement Climatique	Mener une large campagne de diffusion et de vulgarisation de la Politique Nationale du Changement Climatique
La méconnaissance du Code des investissements et du code de commerce	Mener une large campagne de diffusion et de vulgarisation du code des investissements et du code de commerce
Barrières à surmonter	Mesures non financières
Coût d'investissement élevé	1 Organiser les importateurs en associations afin de leur faciliter l'accès au crédit solidaire à taux d'intérêt peu élevé par rapport au crédit individuel
La Politique Nationale de l'Energie peu explicite sur l'énergie solaire	Réviser le document de politique Nationale de l'Energie afin de mieux élucider les aspects liés à l'énergie solaire
L'accès au crédit limité	Faire le plaidoyer auprès des bailleurs de fonds en vue de susciter leur appui financier dans le cadre de la mise en œuvre de la CDN à travers la substitution des sources d'énergie polluante par l'énergie solaire
	Appuyer les utilisateurs potentiels d'énergie solaire à s'organiser en associations afin d'accéder facilement aux crédits solidaires

⁶ Loi N°1/23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages légaux prévus par la Loi n° 1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements du Burundi.

	Intégrer la technologie dans le plan d'action CDN en vue de faciliter les procédures d'accès au financement
L'inexistence d'un système d'appui financier pour l'achat, montage et entretien des équipements solaires	Faire le plaidoyer auprès des partenaires publics et privés en vue de susciter leur appui financier
Insuffisance d'information sur la technologie	Mettre en place un système de normes de qualité et d'un système de certification des équipements solaires.
L'expertise locale insuffisante	Faire le plaidoyer auprès des partenaires publics et privés en vue de susciter leur appui financier pour la création d'un centre local de formation en énergie solaire
L'inexistence d'unité locale de production d'équipements solaires	Intégrer l'établissement d'une unité de production des équipements solaires dans le plan d'action CDN en vue de faciliter les procédures d'accès au financement
L'inexistence d'un service de recherche en matière de valorisation de l'énergie solaire	Intégrer la recherche sur l'énergie solaire dans les programmes des services de recherche existants afin de responsabiliser ces services pour le développement de la recherche sur l'énergie solaire et éviter les coûts supplémentaires qui seraient liés à la création de nouveaux services.
	Intégrer les services de recherche dans le plan d'action de mise en œuvre de la technologie « Captage et valorisation de l'énergie solaires » afin de renforcer les moyens de mise en œuvre de la technologie sur l'énergie solaire
L'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des équipements solaires photovoltaïques	Mettre en place un cadre de collaboration entre les services nationaux d'assurance et de contrôle de qualité et les entreprises de fabrication des équipements solaires en vue de renforcer les moyens pour veiller au respect des normes de qualité des équipements à utiliser
	Intégrer la fabrication et le montage et l'exploitation des équipements solaires dans les programmes des services d'assurance et de contrôle de qualité afin de responsabiliser ces services dans l'assurance de qualité des équipements solaires
L'enclavement géographique	Faire des négociations pour demander la réduction des frais de transport et de transit des équipements solaires

Source : Résultats des travaux de l'atelier sur l'analyse des barrières, mesures et cadre favorable, 2017

1.5.4.1. Analyse des coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ».

L'analyse coûts-bénéfices d'une installation et de l'exploitation d'une centrale solaire a porté sur l'évaluation des impacts du programme de diffusion de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ». Ce programme vise à substituer les groupes électrogènes et autres sources d'énergie polluante par l'accroissement de la production d'énergie propre.

Pour cela les mesures suivantes sont proposées. Il s'agit de : (i) la subvention du coût d'investissement, (ii) renforcement des capacités des techniciens de maintenance et d'entretien des équipements solaires ; (iii) la mise en place d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des équipements ; (iv) l'électrification de 5000 ménages et 1000 sites d'intérêt communautaire par système photovoltaïque et la mise en place et l'équipement d'une usine de montage et de production des équipements solaires. L'analyse des impacts de ces actions donne des résultats positifs. Donc, les plaques solaires pour l'éclairage sont préférables par rapport au groupe électrogène en matière de production d'énergie pour l'éclairage. Le tableau n°10 en annexe III, un des modèles d'analyse financière montre les formules utilisées et les résultats obtenus. Toutefois pour faciliter la lecture du rapport, ces résultats sont reproduits au tableau n°10.1. Tandis que le tableau n°10.2 (annexe III), montre les paramètres et les hypothèses utilisés pour l'évaluation des impacts dudit programme.

Tableau n°10.1.Résultats de l'analyse coûts-bénéfices des mesures favorables à la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire »

A	B	C		D
Mesures	Coût (USD) x106	Bénéfices socio-environnementaux(BSE)		Coûts inhérents aux avantages (USD par unité)
Subvention des coûts d'investissement (37%)	2518	Nouveaux emplois	46800 personnes	75594 par personne en dix ans
Electrification de 1000 sites d'intérêt communautaire	39,6	Réduction des émissions de CO ₂	94 186 800 000 Tonnes de CO ₂	0,04 par tonne de CO ₂
Renforcer la capacité des experts nationaux	74, 6			
Mettre en place d'un service Assurance et contrôle qualité des équipements	0,6			
mettre en place d'une usine de production d'équipements solaires	49,6			
Organiser une campagne d'information sur la technologie	0,5			
Gestion du programme	854,9			
Total coût	3537,8			

Source : Enquête des experts sectoriels, 2017

Le tableau n°10.1, comprend 4 colonnes A, B, C et D. Il présente les principaux résultats de l'analyse des coûts et bénéfices liés à la mise en œuvre d'un programme de substitution de l'énergie solaire aux groupes électrogènes pendant vingt ans. Les composantes de ce programme sont les mesures identifiées pour surmonter les barrières liées à la diffusion de la technologie « le captage et la valorisation de l'Energie solaire ». Les mesures et les couts y afférant sont respectivement présentés aux colonnes A

et B. La subvention et le renforcement de la capacité des experts nationaux ont principalement pour effet la réduction du coût d'investissement.

La valeur nette actuelle du coût total de ce programme est estimée à 3 537 800 000 dollars américains. Les résultats de l'analyse coût/bénéfices montrent que les mesures visant à lever la barrière principale (coût d'investissement) sont les plus chères. Il s'agit de la subvention et du renforcement de la capacité des experts nationaux. Car ces deux mesures coûtent 73,21% du coût total du programme dont 71,2% revient à la subvention du coût des équipements importés. La gestion du programme qui occupe la deuxième place représente 24,2 %. Selon ce programme, la mise en œuvre des autres mesures coûtent moins chères ; elles coûtent 2,5% du coût total. Il s'agit notamment de l'installation d'une unité de production des équipements solaires et l'électrification.

Les bénéfices à tirer de ce programme sont présentés dans la colonne C. Ils comprennent 48 600 emplois supplémentaires pendant les dix premières années de la durée de vie d'un système solaire photovoltaïque et l'évitement d'une émission de 94 186 800 000 tonnes de gaz carbonique pendant vingt ans.

La colonne D montre les coûts unitaires actualisés des bénéfices et avantages. Ces derniers sont estimés à 75 594 dollars américains par personne supplémentaire sur une période de dix ans. Cette colonne indique le coût réduction des émissions de CO₂. Ce dernier est estimé à 0,04 dollars américains par tonne d'émission évitée sur une durée de vingt ans.

Conclusion

Selon les taux de répartition des coûts entre les différentes composantes du programme de substitution de l'énergie solaire aux groupes électrogènes, la réalisation dudit programme dépend fortement de l'application de la loi portant mesure de subvention du coût des équipements solaires et du renforcement des capacités des experts nationaux. Ces deux mesures peuvent être qualifiées de mesures stratégiques.

Une fois appliquée, cette mesure encouragera les bailleurs de fonds à investir dans le secteur Energie pour la production de l'électricité. En effet, la subvention est une des mesures qui contribue à la réduction du coût d'investissement identifié comme barrière principale à la diffusion de la technologie « Le captage et la valorisation de l'énergie solaire ». Le renforcement de la capacité des experts nationaux est aussi important ; il contribue aussi à la réduction du coût d'investissement notamment à travers la réduction des coûts liés à l'expertise étrangère. Cette dernière mesure constitue aussi une stratégie pour garantir la durabilité des équipements à travers notamment les travaux d'entretien et de maintenance.

Concernant les coûts et bénéfices, il y a lieu de constater que la valeur des émissions évitées est de loin supérieure au coût de réduction des émissions ajouté au coût de prestation de service.

Sur le plan socio-économique, la création des emplois, la vente du carbone stocké, la réduction des dépenses liées à l'utilisation des produits pétroliers contribueront à l'accroissement des revenus des ménages et partant à l'accroissement du pouvoir d'achat de la population et à la croissance économique. Ainsi, le volume de vente des panneaux solaires photovoltaïques sera majoré.

Sur le plan environnemental, les émissions liées à l'utilisation des produits pétroliers seront réduites. Enfin, vu les avantages socio-économiques de la mise en œuvre du programme de substitution des panneaux solaires photovoltaïques aux groupes électrogènes et autres sources d'énergie

polluante, la quantité d'émissions évitées et le montant des investissements consentis (le coût des emplois et de la réduction des émissions), il y a lieu de conclure que ledit programme est rentable.

1.6.Relations inter barrières

L'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des différentes technologies priorisées a permis d'identifier différentes catégories de barrières. Celles-ci comprennent des barrières spécifiques à la technologie et des barrières communes à toutes les technologies. Dans le but de faciliter l'application des mesures identifiées pour surmonter ces barrières, des relations inter barrières ont été établies.

Pour le cas de la technologie « l'optimisation et de la multiplication des microcentrales hydroélectriques », les barrières spécifiques sont classées suivant les relations de cause à effet où l'on voit au milieu, un problème central.

Les barrières générales agissent sur toutes les technologies. En effet, les barrières liées à la politique ou à la législation peuvent être à l'origine des barrières techniques et financières spécifiques à la diffusion d'une technologie. Parmi ces barrières spécifiques, on peut citer : la hausse du prix d'un produit, la baisse du pouvoir d'achat de la population, la diminution du taux d'accès au crédit, la hausse de l'inflation monétaire, la faible expertise nationale, etc. A titre indicatif la politique nationale de l'Energie a une influence sur le coût de l'électricité. Tandis que la politique financière a une grande influence sur le pouvoir d'achat de la population, l'accès au crédit et l'inflation.

L'inexistence d'un service de contrôle de qualité constitue une lacune en matière garantie sur la qualité des produits. La méconnaissance du code des investissements peut être une cause de la réduction des importations d'où arrêt ou l'inexistence du produit sur le marché local.

Quant aux barrières liées à l'appui technique comme l'inexistence d'un service de recherche, l'insuffisance d'information sur la technologie, elles peuvent favoriser la faible acceptabilité du produit. Les Figures n°1, 2,3, illustrent respectivement les liens existant entre les autres barrières identifiées pour les technologies « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques », le captage et la valorisation de l'énergie solaire ainsi que l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés.

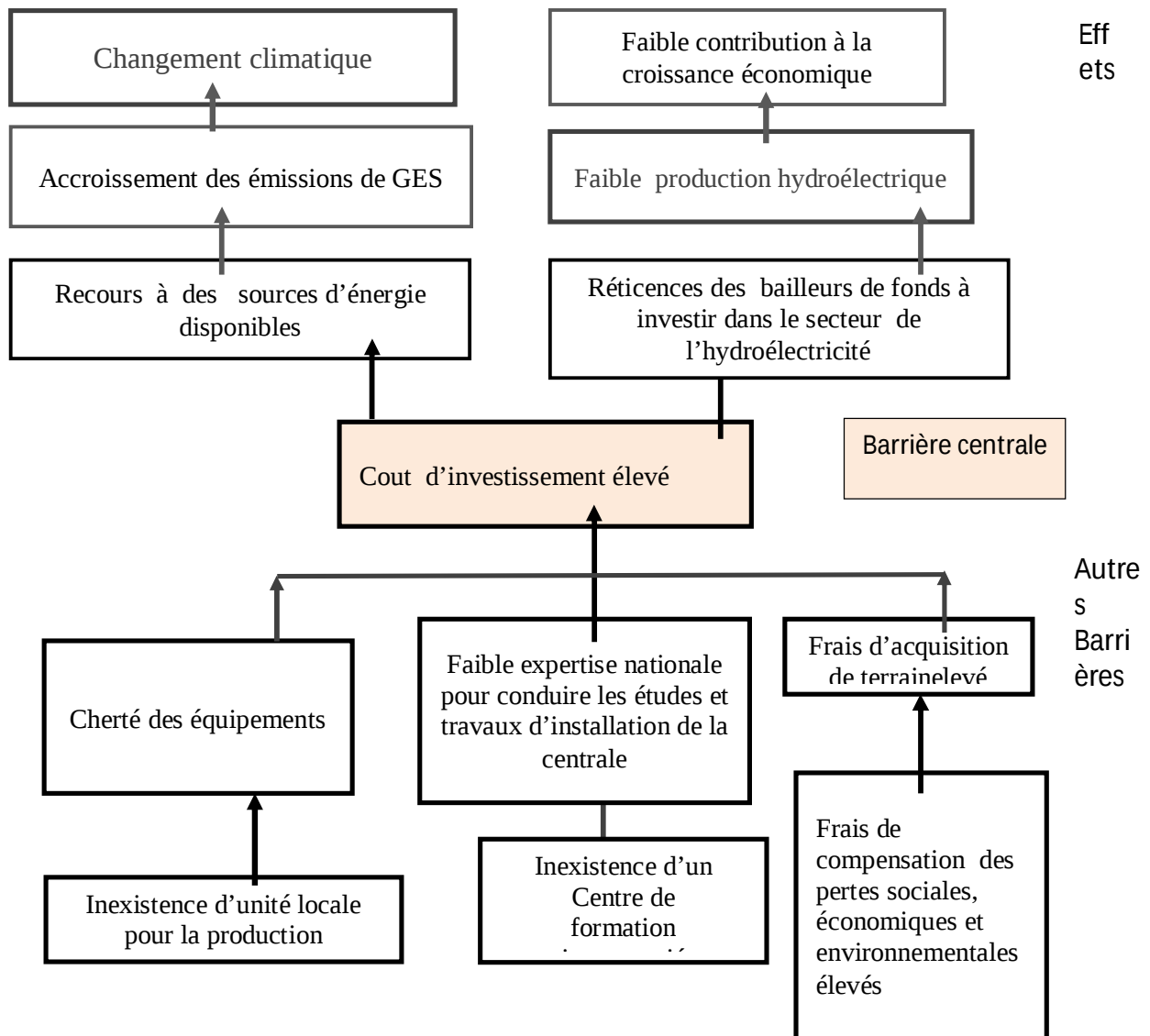


Figure n°1. Relations entre le coût d'investissement et les autres barrières ».Cliquez ici pour taper du texte.

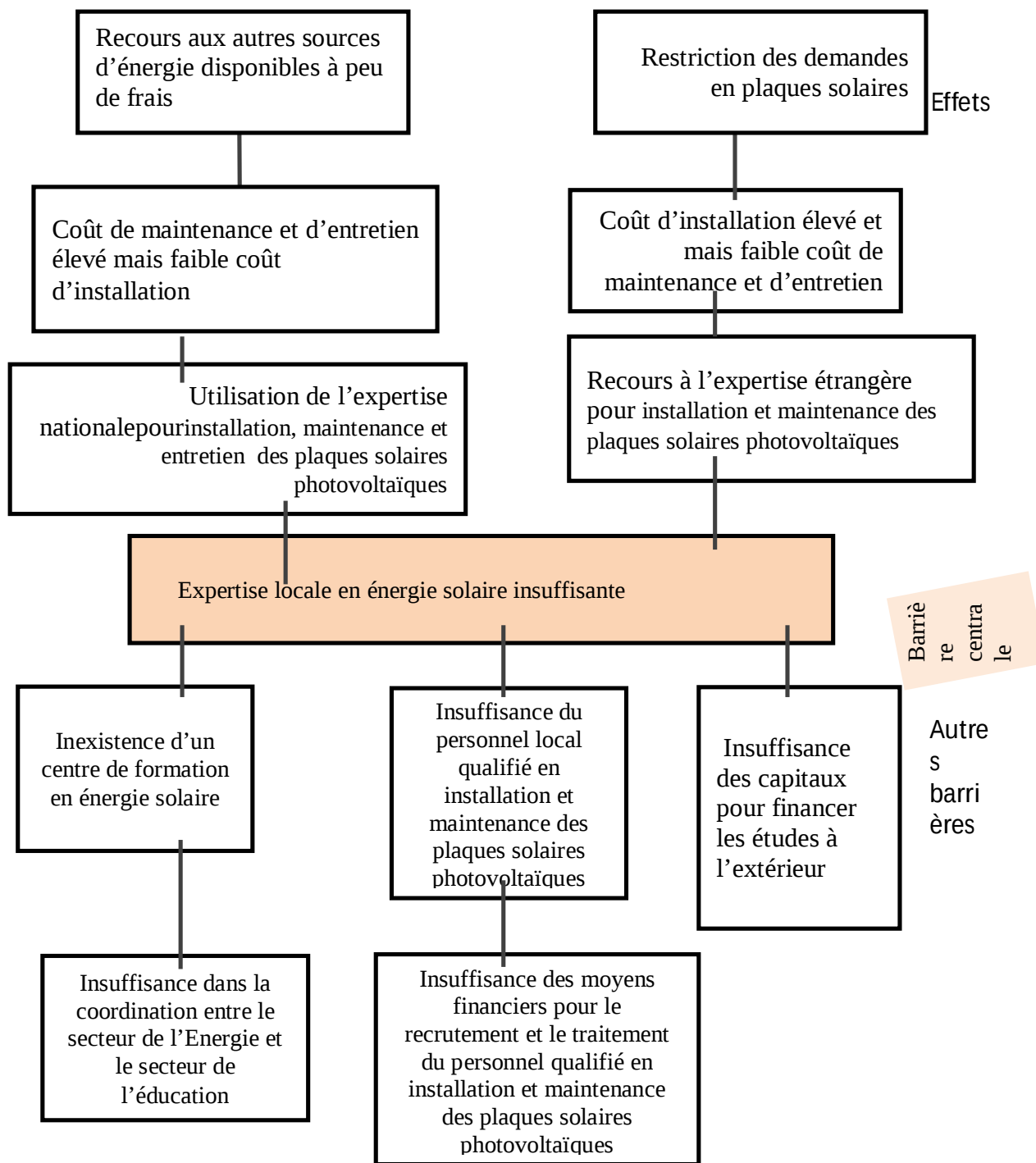


Figure n°2. Relations entre l'expertise nationale insuffisante et les autres barrières opposées à la promotion de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire ». Cliquez ici pour taper du texte.

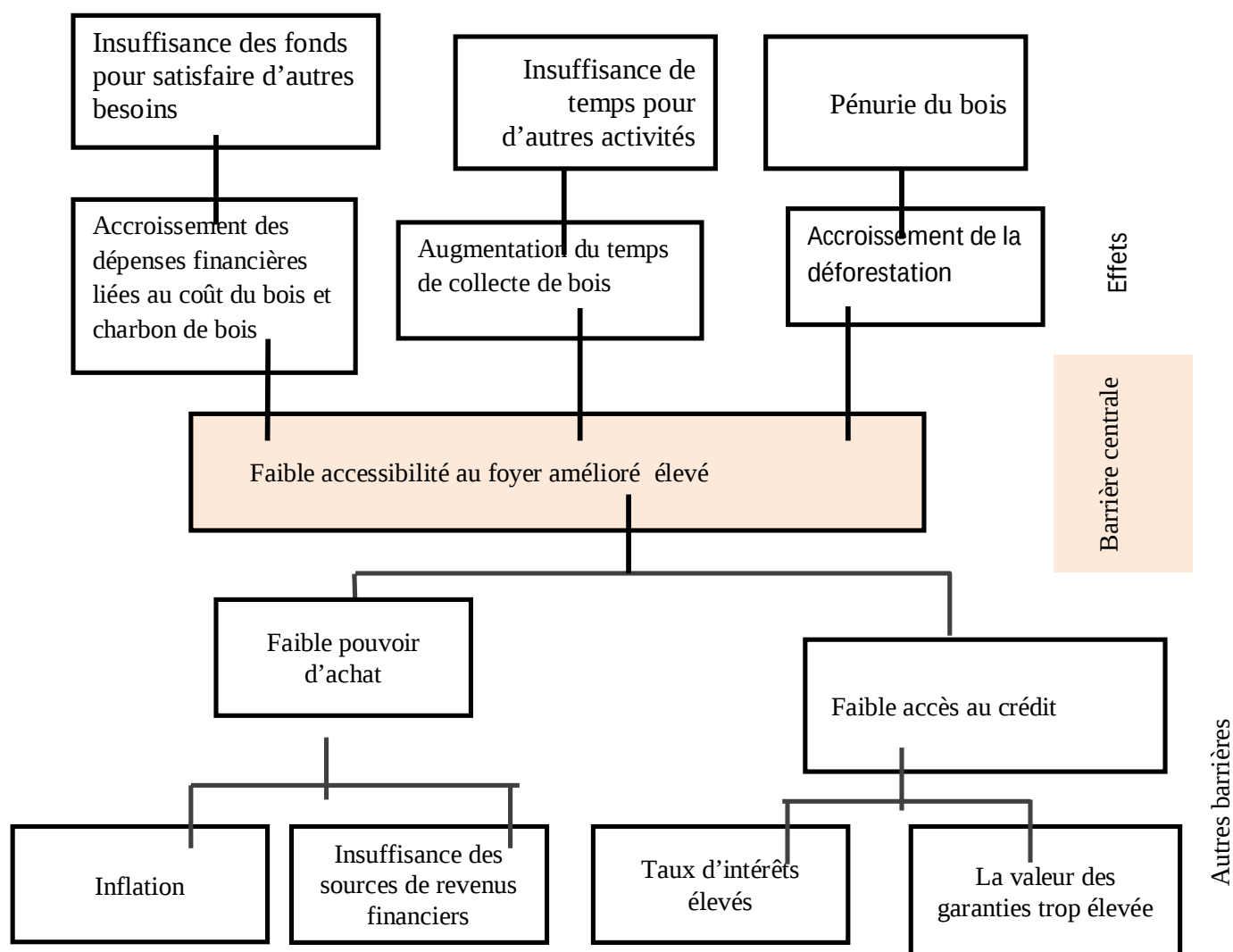


Figure n°3. Relations entre la faible accessibilité au foyer amélioré et les autres barrières opposées à la promotion de la technologie « l'optimisation et standardisation des foyers améliorés ».

Chapitre II. Cadre favorable pour surmonter les barrières du Secteur de l'Energie

Le secteur de l'Energie est un secteur vital. Il 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, (CSLPPII, 2012, Vision « Burundi 2025, 2011 »). Mais, après l'Agriculture, l'Energie occupe la deuxième position en matière d'émission de GES (SCNCC, 2010). L'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'Energie nécessite la mise en œuvre des technologies appropriées.

Le premier rapport sur l'Evaluation des Besoins Technologiques montre trois technologies prioritaires d'atténuation. Ces technologies sont déjà expérimentées au Burundi pour divers usages (pompage d'eau, éclairage, chauffage, cuisson, réfrigération, etc).

Mais ces dernières ne sont pas encore diffusées à grande échelle à cause d'un certain nombre de barrières dont les plus importantes sont : le coût d'investissement élevé, le faible accès au crédit, le faible pouvoir d'achat de la population, l'expertise locale insuffisante et l'information insuffisante sur la technologie. La diffusion et le transfert de ces technologies sont donc conditionnés par la mise en œuvre effective d'un cadre politique, légal et institutionnel qui permettrait la suppression ou l'atténuation des effets de ces barrières.

2.1.Cadre Politique

Les principales politiques existantes au Burundi sont : la (i) Vision Burundi 2025, (ii) CSLPPII, (iii) la Politique Nationale sur le Changement Climatique, (iv) la Politique Nationale de l'Energie, (v) la Politique Nationale d'Assainissement et (vi) Politique Nationale de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de la Technologie.

i.La Vision Burundi 2025

En matière d'énergie, la politique nationale exprimée à travers la vision Burundi 2025 et le CSLPPII sont favorables à la diffusion et au transfert des technologies relatives à la production d'énergie propre. En effet, elles visent à accroître le taux d'accès à l'énergie propre et fiable à l'horizon 2025 pour la satisfaction des besoins domestiques et la promotion des activités artisanales, minières et industrielles à travers la mise en œuvre des politiques sociales et économiques (MEM, 2011).

ii.La Politique Nationale sur le Changement Climatique

L'existence d'une politique sur le Changement Climatique constitue un atout pour le transfert et la diffusion des technologies priorisées dans le secteur de l'Energie. En effet, elle vise la promotion des technologies d'atténuation des effets du Changement Climatique et le développement d'un partenariat stratégique entre les acteurs nationaux et régionaux afin d'améliorer la recherche et le transfert des technologies. Mais elle est aujourd'hui sans effet en ce qui concerne le transfert et la diffusion des technologies ; elle est encore méconnue. Pour lever cette lacune, le Gouvernement du Burundi organisera une campagne de vulgarisation de cette technologie et de sensibilisation des pouvoirs publics et de la population en vue de sa mise en œuvre effective

iii. La Politique Nationale de l'Energétique

La mise en œuvre de la Politique Nationale de l'Energie constitue la principale stratégie pour le transfert et la diffusion des technologies priorisées dans le secteur de l'Energie. En effet, à travers cette politique, le Gouvernement du Burundi vise à réhabiliter les centrales existantes et la construction de nouvelles installations et la diffusion d'informations sur les sources d'énergies alternatives (COMESA, 2011). A travers la stratégie sectorielle du secteur de l'Energie, la Politique Nationale de l'Energie vise l'élargissement du parc énergétique, son ouverture aux capitaux privés (IPP), sa diversification et son extension aux zones rurales (MEM, 2011)

Les principaux axes de la stratégie sectorielle du secteur de l'énergie comprennent des actions de mise en œuvre des objectifs visés par les deux principaux documents de planification à savoir la Vision Burundi 2025 et le CSLPII.

Cependant, sur les trois technologies priorisées dans le secteur de l'Energie, la Politique Nationale de l'Energie est inégalement développée. En effet, elle est plus détaillée sur l'hydroélectricité que sur les foyers améliorés et est peu explicite sur l'énergie solaire. Pour combler ces lacunes, le Gouvernement du Burundi procédera à la révision de cette Politique.

iv. Politique Forestière Nationale

Dans le but d'atténuer la pression humaine sur la ressource forestière, la Politique Forestière Nationale édicte en son axe 3 du premier objectif, l'exploration des sources alternatives au bois pour la satisfaction des besoins énergétiques des ménages et des communautés. Tandis qu'en son axe 4 de l'objectif 3, elle propose la valorisation et la diffusion des foyers améliorés en vue d'une utilisation rationnelle du bois. Cette politique propose la promotion des technologies visant la limitation de la déforestation. Mais, le Gouvernement du Burundi organisera une campagne de vulgarisation des foyers améliorés et de sensibilisation des pouvoirs publics et de la population afin que ces derniers s'en approprient pour la facilité du transfert et de la diffusion de ces technologies.

v. Politique Nationale de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de la Technologie

La Politique Nationale de Recherche Scientifique et de l'innovation de la Technologie vise à contribuer à la promotion des technologies d'énergies renouvelables. Certes, la Politique Nationale de la Recherche Scientifique et de l'innovation de la Technologie cadre bien avec la diffusion et le transfert de la technologie. Mais, elle est encore méconnue, d'où la nécessité d'organiser une campagne de sa vulgarisation. En outre pour que cette politique soit effectivement favorable à la diffusion et au transfert des technologies, le Gouvernement du Burundi mettra en place un cadre légal de la mise en application de cette politique.

vi. Politique Financière Nationale

Dans le but d'améliorer l'accès au financement, le Gouvernement mettra en place un Fonds National du Changement Climatique fédérant les différents bailleurs nationaux, bilatéraux et multilatéraux. Dans le même cadre les banques et établissements financiers seront associés dans l'approvisionnement dudit Fonds en vue de faciliter le financement des projets et programmes du changement climatique.

vii. Plan d'Actions et Stratégies de mise en œuvre de la Politique Nationale de Recherche Scientifique et de l'innovation de la Technologie

La mise en œuvre du Plan d'Actions et Stratégies (PAST) de mise en œuvre de la Politique Nationale de Recherche Scientifique et de l'innovation de la Technologie constitue une des meilleures stratégies pour le transfert et la diffusion des technologies prioritaires dans le secteur de l'Energie. En effet, le PAST prévoit entre autres la réalisation des activités suivantes :

- confectionner des atlas de sites d'installation des microcentrales hydroélectriques ;
- Mener une étude sur la dissémination des Foyers améliorés ;
- Etablir un atlas sur l'insolation. Comme pour la politique, il y a nécessité de vulgariser ce PAST.

2.2. Cadre légal

Le Burundi dispose d'une série de textes de lois favorables aux investisseurs. On peut citer notamment: (i) la loi n°1/014 du 11 août 2000 portant libéralisation et réglementation du secteur de l'Eau et de l'Electricité ; (ii) d'une loi n°1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements ainsi que les avantages y afférant ; (iii) la loi n°1/ 23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages fiscaux ; (iv) La loi n°1/01 du 16 janvier 2015 portant révision de la loi n°1/07 du 26 avril 2010 portant code de commerce ; (v) La loi n°1/ 19 du 30 mai 2011 portant code des sociétés privées et à participation du public

i. Loi n°1/014 du 11 août 2000 portant libéralisation et réglementation du secteur de l'Eau et de l'Electricité

L'existence d'une loi portant libéralisation du secteur de l'Energie constitue un des atouts pour faciliter le transfert et la diffusion des technologies dans le dit secteur. En effet, cette loi prévoit un certain nombre de dispositions favorables aux investisseurs privés. Parmi ces dernières, on peut citer :

- le transfert des services publics aux privés selon diverses modalités (dont l'affermage ou la concession) ;
- l'autorisation de l'autoproduction incluant le transport et la distribution ;
- la création des lignes de transport pour approvisionner les tiers dans les zones où le service public est absent ;
- l'autorisation de l'exportation de l'énergie autoproduite.

Cependant, cette loi ne sera effectivement favorable au transfert et à la diffusion des technologies que si elle est largement mise en application. Or, cette loi est nouvelle, elle est encore méconnue et il n'existe pas des textes d'application de cette loi pour faciliter son exécution. Pour lever cette lacune, le Gouvernement du Burundi procédera à l'élaboration et à l'adoption de ces textes et à l'organisation d'une campagne de vulgarisation de cette loi et de ses textes d'application.

ii. Loi n°1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements

Le législateur du Code des investissements avait pour objectif principal l'établissement d'un environnement des affaires favorable aux investissements dont les investissements dans le domaine ou en matière de technologies. En effet, le code des investissements prévoit des garanties à toute personne désireuse d'installer une entreprise sur le territoire Burundais, la liberté d'établissement et d'investissement des capitaux(Art7) ainsi que des avantages et des garanties y relatifs (Art4). En effet, l'article 14 du présent code dispose que les investissements ouvrent droit à un crédit d'impôt (Art14).

Cependant, suite à la méconnaissance du Code des investissements, tous les investisseurs potentiels ne bénéficient pas de ces avantages ci-haut cités. Pour lever cette lacune, le Gouvernement du Burundi organisera une campagne de vulgarisation du code des investissements.

iii.Loi n°1/ 23 du 24 septembre 2009déterminant les avantages fiscaux

La loi portant sur la détermination des avantages fiscaux précise et détaille les dispositions prévues par la loi portant Code des investissements. En son article 3, la loi n°1/ 23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages fiscaux dispose que les investissements relatifs au transfert des technologies font partie des investissements éligibles à ces dits avantages.

En son article 4, cette loi prévoit une exonération sur les droits de mutation et un crédit d'impôt sur les biens amortissables ainsi qu'une réduction d'imposition sur les bénéfices dont le taux varie en fonction de l'effectif du personnel Burundais employé par l'entreprise. Toutefois, comme pour la loi portant Code des investissements, une campagne de vulgarisation de cette loi est nécessaire afin que toutes les parties prenantes soient informés des avantages et devoirs liés aux investissements pour le développement et la promotion des technologies d'atténuation des effets du changement climatique.

iv.La loi n°1/01 du 16 janvier 2015portant révision de la loi n°1/07 du 26 avril 2010 portant code de commerce

Le législateur du Code de Commerce avait pour objectif principal la réglementation du commerce des biens et services. En effet, ce Code invite toute personne physique ou morale désireuse de faire du commerce sur le territoire Burundais à se conformer à la législation en la matière(Art2). Concernant les agents et mandataires publics et les étrangers, cette disposition précise que le commerce est soumis aux dispositions particulières. Dans le but d'éviter des barrières liées à la méconnaissance de cette loi, le Gouvernement du Burundi organisera une campagne élargie de vulgarisation du Code de Commerce.

v.La loi n°1/ 19 du 30 mai 2011portant code des sociétés privées et à participation du public

Cette loi renseigne sur les formalités de constitution, de fonctionnement et de gestion d'une société privée, publique ou à participation du public. Comme pour le Code de Commerce, le Gouvernement du Burundi organisera une campagne élargie de vulgarisation du Code des sociétés privées et à participation du public afin de lever les barrières liées à la méconnaissance de cette loi.

2.3. Cadre institutionnel

Le Burundi dispose d'un cadre institutionnel de mise en œuvre de ces outils politiques et juridiques ci-haut cités. Les principales institutions qui composent ce cadre sont : (i) les institutions nationales chargées respectivement de l'Energie, de l'Environnement et du changement climatique, de la facilitation des échanges commerciaux et des investissements commerce ainsi que les Organisation régionales.

L'analyse de l'état des lieux des institutions principales institutions concernés par la mise en œuvre des technologies priorisées dans le secteur de l'Energie montre que dans l'ensemble, les moyens disponibles sont insuffisants par rapport aux besoins exprimés en ce qui concerne le développement et la promotion desdites technologies. C'est pourquoi des propositions d'amélioration ont été formulées à l'endroit de chaque institution.

i. La Direction Générale de l'Energie

La Direction Générale de l'Energie a entre autres pour mission, la conception d'un développement durable dans le secteur de l'Energie. Ce qui sous-entend le développement et la promotion des énergies propres. Cependant, comme pour les autres institutions étatiques impliquées dans la diffusion et le transfert des technologies priorisées dans le secteur de l'Energie, il a été constaté qu'elle dispose des capacités insuffisantes pour la vulgarisation desdites technologies. Pour lever cette barrière, le Gouvernement du Burundi s'emploiera à disponibiliser des moyens nécessaires pour garantir un renforcement des capacités institutionnelles et humaines à travers notamment la création d'un Fonds National de l'Energie.

ii. La Direction Générale de l'Office Burundais pour la protection de l'Environnement

L'office Burundais pour la Protection de l'Environnement est un établissement public placé sous tutelle du Ministère en charge de l'Environnement et du Changement Climatique. Ses missions comprennent entre autres la mise en place des mécanismes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et le suivi de la mise en œuvre des accords et conventions internationaux relatifs à l'environnement auxquels le Burundi a souscrit. Dans le cadre de cette étude, cette institution a l'obligation de vulgariser et promouvoir les technologies liées à la réduction de la consommation du bois. Pour qu'elle s'acquitte convenablement de cette action, le Gouvernement lui dotera des moyens financiers conséquents notamment à travers la mise en place d'un Fonds Forestier National, d'un Fonds National du Climat ou d'un Fonds de l'Environnement.

iii. Banques et établissements financiers

Au Burundi, il existe des banques commerciales et des micro-finance qui accordent des crédits pour le développement des projets socio-économiques. Les taux d'intérêt et les garanties exigées diffèrent selon le montant et la durée du projet. Cependant, ces institutions ne disposent pas d'assez de capitaux pour financer les gros projets à longue durée comme la construction d'une centrale hydroélectrique ou une centrale solaire. Pour réaliser ces grands projets qui exigent des moyens dont le Burundi ne dispose pas, le Gouvernement du Burundi fera recours à l'appui extérieur.

iv. Les services d'assurance et de contrôle de la qualité

Au Burundi, il n'existe pas des services de contrôle et d'assurance de qualité des équipements énergétiques. Pour combler cette lacune, le Gouvernement cherchera des moyens pour assurer une formation des cadres et techniciens du secteur de l'Energie et de l'Environnement. En outre, il mettra en place et équipera un service de contrôle et d'assurance de qualité desdits équipements.

v. L'Agence de Promotion des Investissements

L'Agence de Promotion des Investissements (API) constitue un important atout pour la facilitation des procédures administratives. Elle est créée par décret N° 100/177 du 19 octobre 2009. Sa mission générale est de promouvoir l'investissement et l'exportation au Burundi notamment par la fourniture d'information nécessaire à l'investissement et l'exportation ainsi par l'assistance aux investisseurs et exportateurs pour l'obtention des documents et l'accomplissement des formalités exigées.

L'API accorde des appuis et incitations financières et non financières aux investisseurs potentiels. De ce fait, elle contribue à la facilitation au transfert et à la diffusion des technologies dans la mesure où elle lève la barrière liée à l'accès aux financements. Toutefois, sa vulgarisation élargie s'avère nécessaire.

Pour ce faire, le Gouvernement du Burundi en collaboration avec ses partenaires mettra en place des moyens de communication et d'information adéquats afin de rendre accessibles toutes les informations sur le financement sur le transfert et la diffusion des technologies.

vi.les Organisations Internationales

L'intégration du Burundi aux organisations régionales comme la COMESA, l'EAC, l'IBN et la CEPGL constitue une opportunité pour la facilitation des échanges commerciaux et du transfert des technologies dans le secteur des énergies renouvelables. Une autre opportunité à valoriser c'est l'intégration du Burundi à l'Eastern Africa Power Pool (EAPP). Pour y parvenir, le Gouvernement s'emploiera à l'adaptation des procédures de transfert et de diffusion des technologies d'atténuation des émissions de GES aux mécanismes de coopération en vigueur.

2.4. Etat de la demande

Le Burundi dispose d'un grand marché potentiel pour les énergies renouvelables (énergie hydroélectrique et solaire). Les secteurs les plus demandeurs sont l'habitat urbain, l'industrie, le transport (voie ferrée), la pêche, l'agriculture, le commerce et artisanat, la santé, l'éducation et le tourisme en ce qui concerne l'hébergement dans les zones isolées et la promotion du tourisme écologique (MEM, 2012). Mais, lors de l'analyse de l'état de diffusion et du transfert des technologies, il a été constaté qu'il y a une insuffisance d'information sur les technologies. Pour lever cette lacune, le Gouvernement organisera une campagne d'information sur l'existence et la performance des technologies prioritaires.

Chapitre III. Identification et analyse des barrières et des mesures dans le Secteur des Déchets

3.1. Vision et objectifs principaux pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur des Déchets

En matière de lutte contre la pollution et l'assainissement des milieux, le Gouvernement vise à porter de 38% à 60%, le taux d'accès à un assainissement adéquat en milieu urbain entre 2009 et 2010. Pour la même période, il vise à rehausser de 35% à 50%, le taux de la population ayant accès à un assainissement en milieu rural (CSLP II, 2012).

La Politique Nationale d'Assainissement (PNA, 2013) quant à elle vise un état où la protection de l'environnement, la préservation des ressources naturelles et le cadre de vie des populations sont améliorés grâce aux meilleures pratiques d'assainissement et de gestion des déchets.

Le transfert et la diffusion des technologies priorisées dans le Secteur Déchets répondent à ces objectifs du Gouvernement et à la vision de la PNA à travers notamment la substitution de certaines sources d'énergie polluante (pétrole rampant, bois énergie, tourbe, etc), la réduction des dépôts de déchets, la limitation de la déforestation et l'amélioration de la fertilité des sols.

Les objectifs et résultats attendus du transfert et de la diffusion des trois technologies priorisées dans le secteur des Déchets sont libellés technologie comme suit :

a) «Méthanisation pour la production du biogaz»

❖ Les objectifs

- réduire les déchets qui constituent une nuisance environnementale aussi bien dans les ménages que dans les collectivités ;
- produire du biogaz pour substituer une partie des produits pétroliers et du bois énergie dans les domaines de l'éclairage et du chauffage ;
- compenser le déficit hydroélectrique dans le domaine d'éclairage;
- substituer une partie des fertilisants artificiels par des digestats.

❖ Résultats attendus

- la réduction du montant de la facture liée au payement des frais d'évacuation des dits déchets et à l'achat d'engrais ;
- la réduction des dépenses liées aux importations
- l'évitement d'émission CO₂ (annexe I) ;
- la sauvegarde des boisements (annexe I) ;
- la baisse du volume des importations du pétrole rampant
- la réduction volume des déchets à évacuer à la décharge

b) Optimisation des briquettes de biomasse

❖ Objectifs

- réduire les déchets à évacuer à la décharge et les dépenses y relatives ;
- substituer les briquettes de biomasse au bois de feu et charbon de bois dans le domaine du chauffage ;
- créer des emplois ;
- réduire la pression humaine sur la ressource bois

❖ Résultats attendus

- la réduction du chômage;
- la réduction des dépenses liées à l'usage des combustibles chers ;
- la réduction des dépenses liées à l'évacuation des déchets ménagers ;
- l'accroissement de la production piscicole et halieutique suite à l'assainissement des lieux;
- la promotion du tourisme suite à l'hygiène et la salubrité des lieux ;
- l'amélioration des revenus des ménages œuvrant dans les unités de production de briquettes ou utilisant les briquettes.
- la préservation annuelle d'une superficie de boisement variant de 6.7 hectares et 1514 hectares selon que la production et l'utilisation annuelle de briquettes est 143 tonnes (CTB avec une seule machine) ou 32 400 tonnes (BQS avec trois machines), (annexe I) ;
- l'évitement d'une émission annuelle de CO₂ estimée à 18 ou 267300 tonnes, selon la quantité de briquettes utilisées (annexe I).
- l'amélioration de la protection des écosystèmes et de la biodiversité ;
- réduction des maladies respiratoires liées aux fumées du charbon de bois ;
- réduction des émissions du méthane à travers de la réduction de la matière organique.

c) Compostage des déchets organiques

Dans le cadre de la Contribution Prévue Déterminée, il est prévu de remplacer progressivement à 100% à l'horizon 2030, les engrais minéraux. Selon les études antérieures, la mise en œuvre de ce programme permettrait d'avoir des résultats ci-après : Un évitement de 97% des émissions liées à l'utilisation des engrais minéraux azotés.

❖ Objectifs :

- mettre en œuvre de l'engagement pris par le Gouvernement du Burundi dans le cadre de la CDN tel que stipulé mentionné ci-dessus
- réduire les déchets à évacuer à la décharge ;
- Créer des emplois ;
- Réduire les émissions du méthane ;
- restituer la matière organique dans les sols.

❖ Résultats attendus

- La réduction des dépenses liées à l'évacuation des déchets ;
- L'accroissement des revenus des ménages œuvrant dans les unités de production du compost ;
- L'accroissement des revenus des ménages en milieu rural ;
- L'accroissement de la production agricole ;
- L'accroissement de l'économie des devises suite à la réduction des importations d'engrais minéraux ;
- l'accroissement de la production piscicole et halieutique ;
- la réduction de l'insalubrité publique et amélioration de l'hygiène et de la propreté ;
- la réduction des émissions liées à l'utilisation des engrais minéraux ;
- la réduction de la pollution et des émissions de GES ;
- l'amélioration de la protection des écosystèmes et de la biodiversité ;
- l'amélioration du cadre de vie.

3.2. Analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la méthanisation pour la production du biogaz et mesures pour surmonter ces barrières

L'élevage du bétail, les usines de transformations agroalimentaires (brasseries, huileries et abattoirs, etc) ainsi que les déchets ménagers constituent un potentiel considérable pour l'approvisionnement de la méthanisation en matière première.

L'analyse bibliographique indique que différents types de substrats (fumier, résidus de récolte, eaux usées) ont été testés sur les différents modèles de digesteurs où la diffusion des digesteurs ciblait les ménages, les établissements collectifs (maison communautaire, école, prison et autres institutions). Mais force est de constater que cette technologie n'est pas suffisamment connue.

L'expérience Burundaise dans le domaine du biogaz remonte au début des années 1980. Les programmes réalisés résultent de la collaboration du Burundi avec ses partenaires financiers notamment la Belgique, la GTZ, la Chine. La coopération régionale à travers EGL (Énergie Grands Lacs) a fait bénéficier le Burundi de 18 installations. Cependant, des expérimentations de système biogaz à grande échelle n'ont pas été développées. Le tableau n°10 montre les différents projets de biogaz déjà exécutés au Burundi, les sources de financement et les institutions de d'exécution.

Tableau n°11. Les différents projets biogaz

Programme	Période	Financement	Réalisations	Institution
Projet gaz méthane	1982-1993	Belge	10	DRS
Biogaz Cankuzo	1984-1994	GIZ	57	
CBEA Projet Biogaz	1983-1990	Chine	46	
Programme spécial Energie	1989-1993		54	DGE
EGL			18	EGL
Privé			8	
MEM	1996-2005		29	DGEE

3.2.1. Description générale de la technologie

Cette technologie consiste à concevoir les techniques, les équipements et les méthodes permettant de valoriser les déchets fermentescibles pour la production du biogaz et des fertilisants organiques. Elle consiste également à concevoir et appliquer de nouvelles approches et outils de sensibilisation de la population et des pouvoirs publics. L'application de cette technologie vise à réduire la consommation du bois de feu, du pétrole lampant. Elle contribue également à compenser le déficit hydroélectrique en ce qui concerne l'éclairage.

3.2.2. Evaluation économique de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Comme pour le secteur de l'Energie, l'analyse de la rentabilité des technologies priorisées dans le secteur des Déchets a été appuyée par un modèle de feuille de calcul sous format Excel. Les paramètres utilisés sont toujours VAN et TIR. Cependant, en ce qui concerne la méthanisation, l'évaluation a porté non pas sur la production de l'électricité, mais sur la production des équipements destinés à la production du biogaz à savoir les digesteurs.

Premièrement, l'exercice a consisté à calculer la rentabilité d'un projet de production et de vente de deux mille digesteurs à biogaz en dix ans sans intervention d'une subvention des coûts d'abord. Deuxièmement la rentabilité a été calculée en tenant compte de l'intervention du Gouvernement par l'octroi d'une subvention de 37% du montant total de l'investissement. Encore une fois, les résultats de l'analyse montrent que la VAN décroît quand le taux d'intérêt augmente. Ils montrent en outre que pour un même taux d'intérêt, la VAN est élevée en cas de subvention. Mais la subvention n'a pas d'influence ni sur TRI ni sur TR. En outre, il est constaté que pour un même taux d'intérêt, l'accroissement du prix de vente unitaire entraîne l'accroissement de VAN et de TR. Mais le TRI diminue (Tableau n° 12.2 et 12.4.). Les résultats détaillés de l'évaluation sont présentés au tableau n°12 en annexe 2.1 au présent rapport.

Tableau n°12.1. Les valeurs de la VAN en fonction de la variation du taux d'intérêt.

Taux d'intérêt	VAN	TR (ans)	TRI en %
7	15102804	1,98	57
8	13426980	1,98	57
9	11972522	1,98	57
10	1070962	1,98	57
14	7024159	1,98	57
15	635841	1,98	57
16	767631	1,98	57
18	4772241	1,98	57

Tableau n°12.2. Les valeurs de la VAN en fonction de la variation du prix de vente des produits

Taux d'intérêt : 7%

Prix d'un digesteur	VAN	TR (ans)	TRI en %
5000	15102804	1,98	57
4000	11364486	2,55	46
3000	7626168	3,56	35
2000	3887850	5,9	23
1000	149533	17,5	8

Avec subvention: 37%

Tableau n°12.3. Les valeurs de la VAN en fonction de la variation du taux d'intérêt.

Taux d'intérêt	VAN	TR (ans)	TRI en %
7	15766729	1,98	87
8	14084758	1,98	87
9	12624265	1,98	87
10	11251780	1,98	87
14	7647317	1,98	87
15	6976190	1,98	87
16	6380045	1,98	87
18	5374275	1,98	87

Tableau n°12.4. Les valeurs de la VAN en fonction de la variation du taux d'intérêt.

Taux d'intérêt : 7%

Prix d'un digesteur	VAN	TR (ans)	TRI en %
5000	15766729	1,98	87
4000	12028411	2,55	69
3000	8290093	3,56	52
2000	4551776	5,9	34
1000	813458	17,25	13

3.2.3. Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Méthanisation pour la production du biogaz »

L'approche utilisée pour l'identification et l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz » est la cartographie du marché représentée par la figure n°9 en annexe 2.2 du présent rapport.

La principale barrière à la diffusion et au transfert de la méthanisation pour la production du biogaz est l'insuffisance de la matière première essentiellement constituée essentiellement de la bouse de vache. Barrières économiques et financières

1) le coût initial d'investissement élevé

Le coût initial d'investissement comprend l'achat d'équipement dont les matières premières viennent de l'extérieur et qui de ce fait deviennent très chers comparativement au pouvoir d'achat de la population. Aussi pour mieux exploiter un digesteur destiné à fournir de l'énergie pour faire la cuisson et éclairer la maison d'un ménage, il faut au minimum disposer de deux vaches laitières pour produire du fumier (la société Biogaz du Burundi, 2014). Or, ceci aussi n'est pas accessible à toute la population. Le coût d'investissement initial est donc une barrière ; il est supérieur au pouvoir d'achat de la plupart de la majorité de la population Burundaise.

2) l'accès difficile au crédit

Les crédits sont octroyés par les banques commerciales moyennant paiement d'intérêts et garanties. La construction d'un digesteur à biogaz est assimilée à l'établissement d'un petit équipement. Dans les deux cas, les crédits octroyés par les banques font partie de la même catégorie de crédits. On parle de « crédits pour petit équipement ». Ce sont de petits crédits remboursables à court terme avec des taux d'intérêt très élevés (17 à 21%). Ceci constitue donc un handicap pour la mise en œuvre du projet biogaz ; le digesteur n'est pas directement producteur une fois la construction terminée. La durée de l'attente de production peut même aller au-delà de l'année.

3) le faible pouvoir d'achat de la population

Par manque d'emploi ou autres sources de revenus, la situation économique continue à se détériorer. Si à cela s'ajoute la réduction de la production dont la production agricole, la situation économique se détériore davantage. Dans ce dernier cas, la monnaie est dévaluée. Actuellement, on estime le taux d'inflation à 7%. Donc, la majorité de la population n'est pas en mesure de s'acheter le minimum d'équipement pour la production du biogaz.

4)l'inexistence d'unité locale de production des équipements

L'inexistence d'unité locale de production des équipements pour la construction des digesteurs est un des facteurs qui fait accroître le coût d'équipements. En effet, si les équipements proviennent de l'extérieur, ils doivent coûter plus chers à cause des frais divers qui s'ajoutent au coût fixé au lieu de production.

5)l'inexistence des services financiers pour appuyer les vendeurs, les producteurs et les importateurs d'équipements.

L'inexistence des mécanismes financiers pour le soutien des vendeurs, des producteurs et des importateurs des équipements pour la méthanisation constituent un obstacle au développement de cette technologie au Burundi

3.2.3.1.Barrières non financières

1)l'expertise locale insuffisante

Le Burundi dispose de peu de connaissances et d'experts en matière de conception, de construction, d'entretien et d'exploitation des digesteurs. Cette situation constitue une barrière au développement des projets biogaz au Burundi dans la mesure où il faut toujours faire recours à l'expertise étrangère qui coûte très chère.

2)la non intégration de la technologie dans PNA

Lors des ateliers consacrés à l'analyse des barrières, la Politique Nationale d'Assainissement a été considérée comme une des politiques susceptibles d'influencer la gestion du Secteur des Déchets. A l'occasion d'autres études, il a été constaté que la méthanisation pour la production du biogaz est un des moyens pour améliorer l'assainissement du milieu et partant la protection de l'Environnement. La méthanisation répond donc aux objectifs de cette politique.

Malheureusement, l'éditeur de cette politique n'a pas intégré dans cette dernière la méthanisation comme outil d'assainissement du milieu. Donc cette politique est muette sur la technologie et le biogaz.

3)le nombre limité d'opérateurs économiques dans la chaîne de commercialisation

Le nombre d'opérateurs sur le marché est généralement un indicateur de la quantité de l'offre et/ ou de la demande. S'il est réduit, la taille de la marge de manœuvre pour la négociation du prix d'un bien est réduite. Dans ce cas un bien peut être vendu à un prix supérieur à sa valeur réelle si la demande est forte ou un prix inférieur dans le cas contraire. Pour le cas d'espèce, il s'agit du monopole. Donc dans ces conditions, l'achat est fait par quelques clients souvent mal informés du marché.

4)l'insuffisance d'information sur la technologie

Malgré qu'elle soit introduite au Burundi, il y a bientôt trente ans, la méthanisation est très peu connue au Burundi. Elle est encore moins maîtrisée. En d'autres termes, elle est introduite et est restée au niveau des laboratoires, elle n'a pas été suffisamment vulgarisée. Cette barrière peut être la conséquence de la faible sensibilité des pouvoirs publics et/ ou des faibles capacités des institutions de vulgarisation.

5)la faible vulgarisation de la Politique Nationale de l'Energie en matière de méthanisation

La politique nationale de l'Energie comme la stratégie sectorielle du secteur de l'Energie propose la promotion de la méthanisation pour la production de l'Energie. Mais par rapport à ce qui se dit sur l'Energie hydroélectrique, cette technologie n'est pas suffisamment vulgarisée.

6)la méconnaissance du Code des investissements

Le Code des investissements prévoit un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements des capitaux aussi bien pour les nationaux que pour les étrangers dans les activités de production et de prestation de service. Bien qu'il ait été publié et souvent commenté à la radio et dans les journaux, ce code est généralement connu par les grands investisseurs. En effet, l'analyse du cadre propice pour le transfert de la technologie liée à la production du biogaz montre que cette loi n'est pas très connue. Ce qui constitue donc un blocage au transfert de cette technologie.

7)l'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité.

Lors de l'analyse du niveau d'influence des services d'assurance et de contrôle de la qualité des produits de la méthanisation, les détenteurs de cette technologie ont affirmé qu'ils ne connaissent pas ces services. Autrement dit, les dits produits ne sont pas inscrits sur la liste des produits devant faire objet d'assurance et de contrôle de qualité au Burundi. Cette situation peut compromettre l'acceptabilité de ces produits dans la mesure où leur qualité est douteuse.

8)l'inexistence des services d'assurance maladies

L'inexistence d'une assurance de sécurité sanitaire restreint l'attraction des personnes pour les emplois liés à la manipulation des déchets organiques. Ce qui constitue un handicap à la méthanisation pour la production du biogaz.

9)l'inexistence des services de vulgarisation et de sensibilisation des consommateurs de biogaz

Selon les détenteurs de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz », la méthanisation est une des technologies pratiquées depuis longtemps au Burundi. Mais le niveau de sensibilisation et de vulgarisation auprès des consommateurs n'a pas beaucoup évolué faute de services en charge de la vulgarisation et de sensibilisation de cette énergie ont-ils affirmés ces détenteurs.

10)l'insuffisance dans la recherche sur la méthanisation

Alors que la recherche sur la méthanisation au Burundi remonte à l'année 1980 Les recherches n'ont pas évolué, faute de moyens matériels et financiers. Actuellement, la recherche à l'université du Burundi (Faculté de Chimie) est limitée au test de digestibilité méthanique des différents déchets organiques. Les résultats définitifs de ces tests ne sont pas encore publiés. . Quant aux producteurs, ils essaient de combiner divers déchets organiques y compris les déchets bio-latrines. Mais jusqu'à présent le substrat qui procurerait un meilleur rendement n'est pas encore connu .Ceci constitue donc une contrainte à la promotion de la matière première pour la production du biogaz et en conséquence le développement de la méthanisation.

3.2.4. Analyse des mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Les mesures proposées pour surmonter les barrières au transfert et à la diffusion de la méthanisation pour la production du biogaz sont de plusieurs ordres. Mais, dans le cadre de cette étude, elles sont regroupées en mesures économiques et financières et mesures non financières. La cartographie du marché utilisée pour l'identification et l'analyse des mesures favorables à la méthanisation pour la production du biogaz est représentée par la figure n° 15 en annexe 2.3 du présent rapport.

Tableau n°13. Correspondance entre barrières et mesures analysées pour la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Barrières identifiées	Mesures économiques et financières
Le coût initial d'investissement élevé	Encourager le développement des unités locales de production du biogaz existantes par la réduction de 37% du crédit d'impôt et de 5% du taux d'imposition (⁷ application de la loi).
L'accès difficile aux crédits	Renforcer les capacités d'au moins 60% des unités de production du biogaz en matière de mobilisation des ressources financières
L'inexistence des services financiers pour appuyer les vendeurs, les producteurs et les importateurs d'équipements	Appuyer les vendeurs, des producteurs et des importateurs des équipements pour la méthanisation dans le renforcement des capacités en matière de mobilisation des financements.
Le faible pouvoir d'achat de la population	Subventionner le coût des équipements pour la production du biogaz afin de les rendre facilement accessibles à la population
	Relever le pouvoir d'achat de la population par la promotion de l'élevage du caprin en stabulation permanente selon l'approche dite « chaîne de solidarité ».
L'inexistence d'unité locale de production des équipements pour la construction des digesteurs	Exonérer les unités de production du biogaz du paiement des droits de douane sur l'importation des équipements destinés à la production du biogaz afin d'encourager la multiplication de ces unités
	Faciliter l'octroi des crédits afin d'encourager l'établissement des unités locales de production des équipements pour la construction des digesteurs à biogaz.
L'expertise locale insuffisante	Renforcer les connaissances des experts nationaux en méthanisation pour la production du biogaz dans au moins 70% des unités de production
L'information insuffisante sur la technologie	Elaborer une stratégie de promotion et de vulgarisation du compostage des déchets organiques

⁷ Loi N°1/23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages légaux prévus par la Loi n° 1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements du Burundi.

Le nombre limité d'opérateurs dans la chaîne de marché de la méthanisation .	Etendre le marché du compost par la promotion des projets agricoles visant la valorisation du compost afin de majorer d'au moins 40% le nombre de vendeurs de compost
	Renforcer les moyens de communication et d'information afin de majorer d'au moins 50%, le nombre de personnes disposant actuellement d'une information sur la technologie
La méconnaissance du Code des investissements	Mener une campagne de diffusion et vulgarisation du code des investissements à au moins 80% des unités de production du biogaz
	Planifier et exécuter un programme de renforcement des capacités existantes et de formation d'au moins cinq nouveaux cadres par an et par unité de production du biogaz
L'insuffisance dans la recherche sur la méthanisation	Renforcer les capacités des services de recherche afin d'améliorer les connaissances sur les niveaux de digestibilité méthanique des différentes biomasses -substrats susceptibles d'être utilisés pour la production du biogaz et autres produits méthaniques
L'inexistence des services de vulgarisation et de sensibilisation des consommateurs de biogaz	Intégrer le biogaz dans les programmes et stratégies des services de vulgarisation existants au Ministères ayant respectivement l'agriculture et l'Energie dans leurs attributions
Barrières identifiées	Mesures non financières
L'accès difficile aux crédits	Appuyer les importateurs et les producteurs locaux ainsi que les techniciens d'installation et de maintenance d'équipements pour « méthanisation » à s'organiser en associations afin d'accéder facilement aux crédits solidaires.
L'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité.	Intégrer les services d'assurance et de contrôle de qualité dans les plans d'actions des unités de production du compost afin d'impliquer ces services dans le contrôle de la qualité du compost.
L'inexistence des services d'assurance maladies	Mette en place un cadre légal fixant les procédures d'adhésion des projets de production du compost au système d'assurance maladie et autres risques.
La faible vulgarisation de la Politique Nationale de l'Energie en matière de méthanisation	Revoir les thèmes de vulgarisation de la politique nationale de l'Energie afin de renforcer le développement des thèmes relatifs à la méthanisation
Le non intégration de la méthanisation dans la Politique Nationale d'Assainissement(PNA)	Réviser la PNA afin d'intégrer la méthanisation et faire adopter au Gouvernement, la PNA révisée

3.2.4.1.L'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la méthanisation

L'analyse coûts/bénéfices porte sur la mise en œuvre d'un programme visant à substituer le biogaz au bois de feu à travers l'installation et l'exploitation de 200 digesteurs. Les résultats détaillés de l'analyse coûts/ bénéfices sont présentés au tableau n°14 en annexe III au présent rapport. Mais les principaux résultats sont repris au tableau n°14.1. Les Hypothèses et paramètres utilisés pour le calcul de la rentabilité de ces mesures sont indiqués au tableau n°14.2, en annexe III au présent rapport.

Tableau n°14.1. Résultats de l'analyse coûts /bénéfices des mesures favorables à la méthanisation

A	B	C		D
Mesures	Coût x10⁶USD	Bénéfices socio-environnementaux(BSE)		Coût des avantages (USD par unité)
Subvention du coût d'investissement	0,6	Nouveaux emplois (personnes)	59551	1804 par personne en dix ans
Intégration de la méthanisation dans PNA	0,1	Réduction des émissions en tonnes de CO ₂	5 325 000	20 par tonne sauvegardée pendant dix ans
Etablissement des unités de production des équipements de biogaz	13,4			
Renforcement de l'expertise nationale par la formation	0,2			
Promotion de l'élevage pour soutenir la méthanisation	91			
campagne de sensibilisation	1,7			
Frais de gestion du programme	0,4			
Total coût	107,4			

Source : Enquête des experts sectoriels, 2017

Le tableau n°14.1, comprend 4 colonnes A, B, C et D. Il présente les principaux résultats de l'analyse des coûts et bénéfices liés à la mise en œuvre de ce programme. La colonne A comprend un ensemble de mesures sélectionnées parmi les mesures identifiées pour surmonter les barrières au transfert et à la diffusion de la méthanisation. Il s'agit de ;(i) la subvention ; (ii) la campagne d'information et de sensibilisation sur la technologie, (iii) l'établissement des unités locales de production des équipements de méthanisation, (iv) la recherche et le renforcement des capacités, (v) l'intégration de la technologie dans les systèmes de production agricole à travers notamment la promotion de l'élevage en stabulation permanente en vue d'accroître la production de la bouse, meilleur catalyseur de la décomposition des déchets grâce aux bactéries méthanogènes qu'elle contient.

L'exécution de ce programme nécessitera la mise en œuvre des ressources financières, humaines et matérielles. Mais, il générera des avantages exprimés en termes d'emplois et de réduction d'émission de gaz à effet de serre. Les coûts de mise en œuvre de ce programme sont présentés aux colonnes B. La valeur nette actuelle du coût total de ce programme est estimée à 107 400 000 dollars américains.

Les résultats présentés à la colonne B montrent que les mesures les plus coûteuses sont la promotion de l'élevage pour soutenir la méthanisation et l'établissement des unités de production des équipements pour la production du biogaz. Ces deux mesures sont très importantes pour la production du biogaz ; elles coûtent 97,21 % du coût total du programme. La première présente beaucoup d'intérêts parmi lesquels, on peut citer : la levée de la principale barrière à travers l'accroissement de la production de la bouse ; l'accroissement de la production agricole et l'amélioration de l'état nutritionnel de la population ; l'accroissement des revenus des ménages et l'accroissement de contribution de l'agriculture à l'économie du Pays ; etc. Cette mesure contribuera également à lever la barrière liée au faible pouvoir d'achat des digesteurs.

Quant à la seconde mesure, elle contribuera à réduire le coût d'investissement pour l'achat des équipements ; car les équipements seront désormais fabriqués sur place.

Les cinq autres mesures sont moins chères, mais aussi importantes ; elles se partagent seulement 2,79 % du coût total du programme. L'introduction d'un programme de subventions sur cinq ans au taux de 37% prévue par le Code des investissements permettra de réduire les coûts des équipements. Quant au renforcement de l'expertise nationale, il permettra de réduire le coût d'investissement via la réduction de l'utilisation des experts étrangers qui coûtent chers.

Les bénéfices à tirer de ce programme sont présentés dans la colonne C. Ils comprennent 59551⁸ emplois supplémentaires pendant les dix premières années de la durée de vie d'un système solaire photovoltaïque et l'évitement d'une émission de 5 325 000⁹ tonnes de gaz carbonique pendant dix ans. Les coûts unitaires de ces bénéfices sont présentés à la colonne D. Le nombre d'emplois est le résultat de la multiplication du

Les coûts unitaires sont respectivement le quotient du coût total du programme par le nombre d'emplois supplémentaires et le quotient du même coût par la quantité totale du gaz carbonique réduite. La valeur de ce quotient peut augmenter ou diminuer selon que le numérateur est supérieur ou inférieur au dénominateur. Pour le cas d'espèce, les quotients sont respectivement estimés à 1804 dollars américains par personne supplémentaire sur une période de dix ans et à 20 dollars américains par tonne d'émission évitée sur une durée de dix ans.

Conclusion

Selon les taux de répartition des coûts entre les différentes composantes du programme de substitution de du biogaz au bois de feu, la réalisation dudit programme dépend principalement de la mise en œuvre de la promotion de l'élevage pour soutenir la méthanisation et l'établissement des unités de production des équipements pour la production du biogaz. En effet, la mise en œuvre de ces mesures permettra de disponibiliser la matière première et les équipements pour la production du biogaz. Cette mesure incitera

⁸ Nombre de digesteurs construits x nombre de personnes utilisées pour construire un digesteur

⁹ Nombre de digesteurs utilisés x le nombre de tonnes de gaz carbonique réduites par digesteur utilisé

les opérateurs économiques et les consommateurs de bois de feu comme les établissements scolaires à régime d'internat, les collectivités à investir dans le secteur des déchets pour la production du biogaz.

La hausse du pouvoir d'achat de la population due à la mise en œuvre des projets d'élevage lié à la première mesure incitera la population à substituer le biogaz au bois de feu. Ainsi le marché de la méthanisation sera agrandi ; car le nombre de producteurs et d'acheteurs auront augmenté.

Quant au coût de réduction d'émission de CO₂ et de l'emploi, il est constaté que ces derniers varient en fonction du coût des mesures. Ils coûtent chers quand les coûts des mesures sont élevés et moins chers dans le cas contraire.

3.3. Analyse des barrières et mesures favorables à l'optimisation des capacités de briquettes de biomasse

Le Burundi a acquis une expérience considérable en matière de briquetage à travers quatre initiatives. La première initiative portait sur la carbonisation des briquettes à base de coques de café et de l'amidon du manioc comme liant. Le bio charbon ainsi mis sur le marché se vendait à 28 FBU le kg et présentait beaucoup de similitude avec le charbon de bois. Malgré l'acquisition gratuite de la matière première, la commercialisation du bio charbon n'a pas prospéré, les revenus ne couvraient pas les charges d'exploitation.

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

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

L'avant dernière initiative concerne les expériences réalisées par les coopératives privées en l'occurrence BRICOOP qui emploient une large gamme de biomasses (tiges de coton, rafles de palmiers, litière de pin, copeaux de bois et sciures, bouses de vache) dont l'approvisionnement est assuré par des agents collecteurs ruraux. Les briquettes de diamètre 90 mm et de longueur variant entre 50 et 500 mm, ont un pouvoir calorifique inférieur dépassant celui du bois de chauffage. Elles ne sont pas carbonisées et sont directement conditionnées dans des sacs de 50 kg ou transportées en vrac dans des camions. La coopérative met à la disposition de sa clientèle un modèle de fourneau avec cheminée dont le prix d'achat est fixé à 400 000 Francs Burundais. L'usine a une capacité de production avoisinant 30 tonnes par jour et emploi à temps plein 150 personnes et 30 journaliers. Depuis 2011, cette entreprise porte le nom de Burundi QualityStoves (BQS). Elle emploie 121 personnes permanentes et 50 temporaires. Elle dispose de trois machines pouvant produire 90 tonnes par jour, soit près de 324 000 tonnes par an.

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

et d'acceptabilité sociale permettrait de mieux adapter le produit et les appareils aux exigences des consommateurs. L'insuffisance de communication sur le produit pénalise les ventes.

3.3.1.Description générale de la technologie

La fabrication des briquettes de biomasse à des fins énergétiques est une des initiatives pour réduire la pression sur la ressource bois et en même temps créer des emplois et améliorer la salubrité du milieu. La technologie consiste à concevoir des techniques et des équipements ainsi que des stratégies pour optimiser les capacités de ces briquettes en termes de rendement énergétique. Cette technologie fait partie des technologies marchandes ; elle s'adresse à la masse.

3.3.2.Evaluation économique de la technologie« l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse »

Les résultats de l'évaluation économique (Tableau n°15 en annexe 2.1) montrent que la technologie est économiquement rentable. En effet, pour un taux d'intérêt le plus élevé, VAN est respectivement estimé à 30 789 367 en cas de subvention et à 28 912 721 USD dans le cas contraire. Dans le premier cas, le taux de rentabilité interne et le temps de retour sont respectivement estimés à 141% et 0,75 ans. Dans le second cas, les taux de rentabilité interne et le temps de retour sont respectivement estimés à 91% et à 1,19 an. Sur base de ces résultats, on peut conclure ce qui suit :

- a)La subvention n'est pas nécessaire pour la mise en œuvre cette technologie ;
- b)Le taux d'intérêt ne constitue pas une barrière au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse » ;
- c)Les facteurs les plus déterminants pour la rentabilité de cette technologie sont la disponibilité de la matière première, la disponibilité du marché de briquettes (réduction de la production du charbon de bois, la hausse du pouvoir d'achat de la population).

3.3.3.Analyse des barrières à l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse

Comme pour les technologies marchandes décrites ci-avant, l'approche utilisée pour l'identification et l'analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse » est la cartographie du marché représentée par la figure n°10 en annexe 2.2 du présent rapport.

La principale barrière à la diffusion et au transfert de cette technologie est la faible compétitivité de la brique de biomasse face au charbon de bois à cause de son faible pouvoir calorifique.

3.3.3.1.Barrières économiques et financières

1)le coût initial d'investissement élevé

Comme pour les autres technologies les différents équipements utilisés pour la fabrication des briquettes proviennent de l'extérieur et par conséquent coûtent chers. Les autres facteurs de la hausse du coût d'investissement sont les taxes, les impôts, etc. Quand donc le coût d'équipement dépasse les capacités financières de la population, ce dernier devient invendable.

2)l'inexistence d'unité de production des équipements

L'inexistence d'unité de production est l'un des facteurs de la hausse du prix d'équipement. Cela a été identifié comme barrière au transfert et à la diffusion de la technologie. En effet, les équipements importés exigent des coûts supplémentaires liés notamment aux frais de transport, de transit, etc. Une fois arrivés à destination ces équipements pour leur adaptation au montage nécessitent parfois des frais de transformation.

3)l'insuffisance d'appui financier des structures de la chaine de commercialisation

Comme c'est dit ci-haut, les entreprises de production des briquettes de biomasse ont des âges différentes, parmi les plus anciennes, il y en a qui ont changé de nom par exemple BRICOOP qui est devenu BQS et ceux qui ont disparu. En matière de financement, la plupart de ces entreprises sont appuyées par les ONG nationales ou internationales ou organismes internationaux comme la GIZ, la CTB, etc.

Mais face au volume de déchets à valoriser afin de contribuer à l'assainissement du milieu et en même temps substituer le charbon de bois, les financements octroyés s'avèrent insuffisants.

4)le coût de maintenance des équipements élevé

La plupart des unités de production des briquettes de biomasse emploient une main d'œuvre d'un niveau faible de formation et peu expérimentée notamment en matière de manipulation des machines. Suite à cette situation les machines comme les presses tombent souvent en panne. Pour continuer à fonctionner, les responsables de ces usines font faire réparer les pannes ou remplacer les pièces endommagées. Ce qui générerait un coût parfois élevé.

5)organisation de la collecte de matière première

Aujourd'hui, la manière dont la collecte de matière première est organisée compromet la qualité et le rendement de la matière première. En effet, les déchets sont collectés en vrac et sont vendus sous cette forme à l'entreprise de fabrication des briquettes. Pour améliorer la qualité des déchets et le rendement à la transformation, l'entreprise est obligée de faire le triage. Cette action engendre le paiement des frais supplémentaires. Pour éviter le manque à gagner, l'entreprise majore le coût du produit alors que le revenu du client ne l'a pas été. Cette majoration entraîne la réduction du volume des ventes.

3.3.3.2.Barrières non financières

1)la faible acceptabilité du produit de la technologie

L'exigence du changement des foyers traditionnels, la réticence au changement et le faible pouvoir calorifique des briquettes par rapport au charbon de bois sont les principales causes du rejet des briquettes.

2)la méconnaissance de la qualité des briquettes de biomasse

La technologie est récente. La plupart d'associations productrices de briquettes de biomasse se cherchent encore, elles ne connaissent pas encore les matériaux les plus rentables et ne maîtrisent pas encore les techniques de fabrication et de conditionnement. Cette situation, souvent principale cause des pertes ou la production des briquettes de faible rendement énergétique, rend méfiants les utilisateurs de combustibles pour le chauffage.

3)l'existence des foyers non adaptés aux briquettes de biomasse

La plupart des foyers traditionnels ne sont pas adaptés au charbon de biomasse sous forme de briquettes ; car leurs paniers de réception du combustible sont juste dimensionnés en fonction de la quantité minimale de charbon de bois requise pour cuire un aliment quelconque.

Pour utiliser les briquettes, ou bien il faudra augmenter leur pouvoir calorifique afin qu'elles soient utilisés par les foyers conçus pour le charbon de bois ou bien, il faudra concevoir des foyers adaptés à ces briquettes.

4)la faible performance des équipements

Les équipements utilisés pour la production des briquettes de biomasse sont pour la plupart artisanaux et ne permettent donc pas de réaliser de bons rendements. Cette situation a pour conséquence une faible diffusion des produits sur le marché.

5)l'insuffisance d'expertise en matière de carbonisation des déchets organiques

La carbonisation est par définition une combustion incomplète de la matière organique. C'est un procédé préféré pour la production des briquettes de biomasse car il permet d'avoir des produits facilement stockables et transportables et par conséquent hautement valorisables. Le produit de la carbonisation est une poudre de charbon « char ».Mais l'obtention de ce produit requiert de la formation et de l'expérience en carbonisation; or la plupart des artisans organisés en association pour la production des briquettes de biomasse n'ont pas cette formation ou ont une expérience insuffisante. Cette situation constitue donc une contrainte à la production des briquettes de biomasse de qualité et partant à la diffusion de la technologie.

6)la faible capacité des services de recherche

L'analyse de la cartographie du marché de la technologie « Optimisation des briquettes de biomasse » a montré que la chaine de valeurs n'est pas bien appuyée dans le domaine de la recherche. Les principales raisons sont l'insuffisance des ressources financières et humaines. Cette insuffisance d'appui constitue une barrière au développement des structures de la chaine de valeurs et partant au transfert de la technologie.

7)l'insuffisance des services de vulgarisation des briquettes de biomasse

L'analyse faite sur l'apport des services de vulgarisation en matière d'appui à la chaine de valeurs en vue de la diffusion de la technologie, a relevé des faiblesses liées à l'insuffisance du personnel (quantité et en qualité) et des moyens de travail. Cette analyse conclut que ces faiblesses constituent une contrainte à la diffusion de la technologie.

8)l'information insuffisante sur la technologie

Une insuffisance d'information sur la technologie est aussi des obstacles à sa diffusion. Cette technologie est très récente et est pratiquée uniquement à Bujumbura. Elle n'est pas suffisamment vulgarisée.

9)la non prise en compte de la valorisation des déchets dans la Politique Nationale d'Assainissement(PNA)

Aujourd'hui, la politique nationale d'assainissement telle qu'elle est, ne favorise pas le transfert des technologies de fabrication des briquettes à base des déchets ; elle est muette en ce qui concerne la valorisation des déchets.

10)La non intégration de la technologie dans la Politique Forestière Nationale (PFN)

En matière de réduction de la consommation du bois énergie, les briquettes de biomasse constituent une des alternatives au charbon de bois. Mais, la Politique forestière, outil politique principal pour la gestion du secteur des forêts en particulier les ressources forestières dont le bois énergie ne propose pas la promotion et la vulgarisation des briquettes de biomasse. Ce qui constitue à la fois une lacune et une contrainte à la diffusion de la technologie.

11)la non intégration de la technologie dans le Code Forestier

Le législateur du code forestier en vigueur n'a pas pris en compte les briquettes de biomasse, car cela n'est pas proposé par la politique dont le code forestier est le principal instrument de mise en œuvre.

12)la méconnaissance du code des investissements

Le Code des investissements établit un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements des capitaux aussi bien pour les nationaux que pour les étrangers dans les activités de production et de prestation de service. Il importe donc que cette loi soit portée à la connaissance de tout le monde et particulièrement les opérateurs économiques. Mais l'analyse du cadre propice pour le transfert de la technologie liée à la fabrication des briquettes de biomasse montre que cette loi n'est pas très connue. Ce qui constitue donc une lacune pour le transfert de cette technologie.

13)l'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des briquettes de biomasse

L'analyse du cadre favorable au transfert de la technologie liée à la fabrication des briquettes de biomasse indique que ces dernières ne font pas encore partie de la liste des produits faisant objet d'assurance et de contrôle de qualité au Burundi. Cette situation peut compromettre l'achat de ces briquettes dans la mesure où il y a un doute sur leur qualité.

14)l'inexistence d'un service d'assurance de sécurité sanitaire du personnel manipulant les déchets organiques

L'inexistence d'une assurance de sécurité sanitaire limite les demandes d'emplois liés à la manipulation des déchets organiques. Ce qui constitue une entrave à l'accroissement de la production des briquettes et limite donc la compétitivité de ces dernières.

3.3.4.Analyse des mesures favorables à l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse

Les mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse » sont regroupées en mesures économiques et financières et mesures non financières. Le tableau n° 16 montre la correspondance entre les barrières et les mesures. Comme pour les barrières,

l'identification et l'analyse des ont été guidées par la cartographie du marché. La cartographie du marché utilisée pour l'identification et l'analyse des mesures favorables à la méthanisation pour la production du biogaz est représentée par la figure n° 16 en annexe 2.3 du présent rapport.

Tableau n°16. Correspondances entre les barrières et mesures analysées pour la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse »

Barrières identifiées	Mesures économiques et financières
Le coût initial d'investissement élevé	Appuyer le développement des unités locales de production des briquettes de biomasse existantes par la réduction de 37% du crédit d'impôt et de 5% du taux d'imposition (¹⁰ application de la loi).
L'inexistence d'unité locale de production d'équipement	Exonérer les unités de production des briquettes de biomasse du paiement des droits de douane sur l'importation des équipements destinés à la fabrication des briquettes de biomasse
L'insuffisance d'appui financier	Appuyer les structures de la chaîne de commercialisation des briquettes de biomasse dans le renforcement des capacités en matière de mobilisation des financements
Le coût de la maintenance des équipements élevé	Faciliter l'accès aux crédits afin de permettre aux entreprises de production des briquettes de remplacer au moins 60% des équipements peu performants afin d'améliorer le rendement des équipements
La faible acceptabilité du produit de la technologie	Sensibiliser et conscientiser au moins 60% des ménages, des collectivités et organisations d'artisans utilisant le charbon de bois et le bois de feu comme source d'énergie pour la cuisson des aliments et autres usages
	Planifier et exécuter un programme de substitution d'au moins 50 % des foyers traditionnels par des foyers améliorés adaptés aux briquettes
La méconnaissance de la qualité des briquettes de biomasse	Planifier et mener une étude comparative de l'efficacité énergétique d'au moins trois types de matières organiques utilisés pour la fabrication des briquettes de biomasse et vulgariser les résultats obtenus.
L'existence des foyers non adaptés aux briquettes de biomasse	Vulgariser et diffuser des foyers améliorés et adaptés aux briquettes dans au moins 50% des ménages utilisant les foyers améliorés non adaptés aux briquettes de biomasse
La faible performance des équipements	Faciliter l'accès aux crédits pour le remplacement d'au moins 60% des équipements peu performants
L'insuffisance d'expertise en matière de carbonisation des déchets organiques	Renforcer les connaissances des artisans en matière de carbonisation des déchets organiques dans au moins 70% des unités de production des briquettes
La faible capacité des services de recherche	Planifier et exécuter un programme de renforcement des capacités existantes (équipements, matériels et personnel) en matière de recherche sur les briquettes de biomasse et de formation d'au moins deux nouveaux cadres par an et par unité de production de production des briquettes de

¹⁰ Loi N°1/23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages légaux prévus par la Loi n° 1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements du Burundi.

	biomasse
L'insuffisance des services de vulgarisation des briquettes de biomasse	Planifier et exécuter un programme de renforcement des capacités existantes et de formation d'au moins cinq nouveaux cadres par an et par unité de production des briquettes de biomasse.
L'information insuffisante sur la technologie	Organiser une campagne d'information sur les avantages et les désavantages de la technologie.
La non prise en compte de la valorisation des déchets dans la Politique National d'Assainissement	Réviser la PNA afin d'intégrer la valorisation des déchets et faire adopter au Gouvernement, la PNA révisée.
La non intégration de la technologie dans la Politique Forestière Nationale (PFN)	Réviser la politique Forestière Nationale afin d'y intégrer la technologie et faire adopter au Gouvernement, la PFN révisée
La non intégration de la technologie dans le Code Forestier	Réviser le Code Forestier afin d'y intégrer la technologie, faire adopter au Parlement et au Sénat le Code Forestier révisé et faire promulguer au Président de la République, le Code Forestier adopté par le Parlement et le Sénat.
La méconnaissance du code des investissements	mener une diffusion et vulgarisation du code des investissements à au moins 80% des unités de production des briquettes de biomasse
Barrières	Mesures non financières
L'insuffisance des services de vulgarisation des briquettes de biomasse	Intégrer la vulgarisation des briquettes de biomasse dans les programmes des services chargés de vulgarisation des techniques et technologies d'économie d'énergie(MEEATU&MEM
L'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des briquettes de biomasse	Intégrer les activités relatives au contrôle de qualité des briquettes de biomasse dans les programmes des services d'assurance et de contrôle de qualité
L'inexistence d'un service d'assurance de sécurité sanitaire du personnel manipulant les déchets organiques	Faire assurer tout le personnel œuvrant dans la technologie de fabrication des briquettes de biomasse

3.3.4.1. Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse ».

Dans le but de tester la rentabilité des mesures identifiées en vue de surmonter les barrières qui font obstacles au développement et à la promotion de la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse », l'application d'un certain nombre de mesures a été assimilée à la mise en œuvre d'un programme de valorisation des déchets organiques dont l'objectif est la substitution des briquettes de biomasse au charbon de bois. Les mesures dont l'application est payante sont reprises au tableau n°17.1 avec des coûts correspondants. Cependant, comme les résultats de l'évaluation économique de la technologie montrent que cette dernière est rentable même si l'investissement n'est pas subventionné, l'analyse coûts/bénéfices a tenu compte de l'existence ou non de la subvention. Les résultats de cette analyse sont présentés aux tableaux n°17 et 17 bis en annexe III.

Les hypothèses et les paramètres utilisés pour calculer les coûts/ bénéfices liés à l'application de ces mesures sont présentés au tableau n°17.2 (annexe III) et à l'annexe I au présent rapport. Le tableau n°17.1 présente les résultats si l'investissement n'est subventionné. Tandis que le tableau n°17.3 montre les principaux résultats d'analyse coût/bénéfice si la subvention est égale à 37% de l'investissement.

Tableau n° 17.1. Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse »

A	B	C		D
Mesures	Coût x10 ⁶ USD	Bénéfices socio-environnementaux(BSE)		Coût des avantages (USD par unité)
Subvention des coûts d'investissement	0	Nouveaux emplois	8064250	0,26 USD/par/dix ans
Intégration des procédures d'assurance et Contrôle qualité (ACQ)	0,03	Réduction des émissions de CO ₂	2661 Tonnes	0,8 USD par tonne de CO ₂ en dix ans.
Amélioration de l'information sur la technologie	1,1			
Etude comparative de l'efficacité énergétique des combustibles à briquettes	0,03			
Renforcement des unités de production +formation	0,2			
Campagne de vulgarisation et de sensibilisation	0,1			
Frais de gestion	0,6			
Coût total	2,1			

Tableau n° 17.3. Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse »

A	B	C		D
Mesures	Coût x10 ⁶ USD	Bénéfices socio-environnementaux(BSE)		Coût des avantages (USD par unité)
Subvention des coûts d'investissement	1632,3	Nouveaux emplois	8064250	202,67USD/par/dix ans
Amélioration assurance et Contrôle qualité (ACQ)	0,03	Réduction des émissions de CO ₂	2661Tonnes	614,17 USD par tonne de CO ₂ , en dix ans

Amélioration de l'information sur la technologie	1,1			
Etude comparative de l'efficacité énergétique des combustibles à briquettes	0,03			
Renforcement des unités de production +formation	0.2			
Campagne de vulgarisation et de sensibilisation	0.1			
Frais de gestion	0,6			
Coût total	1634,4			

Comme les cas précédents, le tableau d'analyse des coûts et des bénéfices liés à la mise en œuvre du programme de substitution des briquettes au charbon de bois est divisé en quatre colonnes A, B, C et D. Les coûts des mesures à mettre en œuvre sont présentés à la colonne B.

Les bénéfices à tirer de ce programme sont présentés dans la colonne C. Ils comprennent emplois¹¹ supplémentaires pendant les dix premières années de la durée de vie d'un système solaire photovoltaïque et l'évitement d'une émission tonnes de gaz carbonique pendant dix ans. Les coûts unitaires de ces bénéfices sont présentés à la colonne D.

Les coûts unitaires sont respectivement le quotient du coût total du programme par le nombre d'emplois supplémentaires et le quotient du même coût par la quantité totale du gaz carbonique réduite¹². La valeur de ce quotient peut augmenter ou diminuer selon que le numérateur est supérieur ou inférieur au dénominateur.

En comparant les résultats des deux tableaux (17.1. et 17.3), on constate que la subvention augmente le coût du programme (1634,4 millions contre 2.1 millions) et par conséquent les couts unitaires (614,17 contre 0,8) par tonne de CO₂ sauvegardée.

C'est une mesure indispensable pour les technologies dont la mise en œuvre requiert de gros investissements. Pour le cas de l'optimisation des capacités des briquettes, les résultats de l'évaluation économique montrent que cette mesure n'est pas nécessaire. Donc, il vaut mieux renforcer les moyens de mise en œuvre des mesures visant l'amélioration de la qualité des briquettes en l'occurrence le pouvoir calorifique. C'est pourquoi, il faut considérer les résultats du tableau n°17.1.

¹¹ Nombre de briquettes vendues x nombre de personnes utilisées pour la production et la vente d'une briquette

¹² Nombre de tonnes de briquettes vendues x nombre de tonnes de gaz carbonique sauvegardé par tonne de briquette vendue

3.4. Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « compostage des déchets organiques » et des mesures pour surmonter ces barrières

3.4.1. Description générale de la technologie « compostage des déchets organiques »

La technologie « compostage des déchets organiques » consiste à concevoir les techniques et les méthodes permettant de valoriser les déchets produits par l'homme tout en protégeant l'environnement. Elle fait partie des technologies marchandes. Sa vulgarisation vise la mise en application des engagements pris par le Burundi lors de la Conférence des Nations Unies sur le Climat tenu à Paris en novembre 2015 dans le cadre de la CDN.

3.4.2. Evaluation économique de la technologie « compostage des déchets organiques »

Pour faciliter la compréhension de l'évaluation de la rentabilité économique de la technologie « Compostage des déchets organiques ». Cette technologie est assimilée à une entreprise ou une organisation qui veut investir dans la production du compost. Avec un investissement de 1091790USD pour 10ans. Cette entreprise compte produire 60 tonnes de compost par jour à raison de 3 hommes jour par tonne. Dans les meilleures conditions, la production annuelle peut atteindre 21600 tonnes. Outre, le montant de l'investissement et la quantité produite, d'autres paramètres financiers à tenir en considération sont présentés au tableau n°18 en annexe2.1 au présent rapport. Les paramètres utilisés pour évaluer la rentabilité de cette entreprise sont la VAN et le TRI.

Les résultats de cette évaluation (Tableau n°18 en annexe 2.1) montrent que la technologie est économiquement rentable. En effet, pour un taux d'intérêt le plus élevé, VAN est respectivement estimé à 3221 463 en cas de subvention et à 28 876196 USD dans le cas contraire. Dans le premier cas, le taux de rentabilité interne et le temps de retour sont respectivement estimés à 85% et 1,28an. Dans le second cas, les taux de rentabilité interne et le temps de retour sont respectivement estimés à 56% et à 2,04 ans. Sur base de ces résultats, on peut conclure ce qui suit :

- a) La subvention n'est pas nécessaire pour la mise en œuvre cette technologie ;
- b) Le taux d'intérêt ne constitue pas une barrière au transfert et à la diffusion de la technologie « Compostage des déchets organiques », car même jusqu'au paiement des intérêts de 56% du capital, VAN est réduite à 352 USD et le TRI à 56% ;
- c) Les facteurs les plus déterminants pour la rentabilité de cette technologie sont la disponibilité de la matière première, la disponibilité du marché du compost (développement de l'élevage pour la production du fumier, la hausse du pouvoir d'achat de la population) ;
- d) le gain est intéressant pour les petits taux d'intérêt (7%).

3.4.3. Identification et analyse des barrières au transfert et à la diffusion de technologie « Compostage des déchets organiques »

Les barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « Compostage des déchets organiques » sont classées en deux catégories. La première catégorie regroupe les barrières économiques et financières, la seconde englobe les barrières non financières. L'outil méthodologique utilisé pour appuyer l'identification et l'analyse de ces barrières est la cartographie du marché. Celle-ci est représentée par la figure n° 11 en annexe 2.2 du présent rapport. La principale barrière au transfert et à la diffusion de cette

technologie est la faible compétitivité du compost face aux engrais minéraux à cause de l'insuffisance d'information sur le compost.

3.4.3.1.Barrières économiques et financières

1)le coût d'exploitation élevé

Le coût d'exploitation élevé est la barrière très importante au transfert et à la diffusion de la technologie « Compostage des déchets organiques ». Les principales causes de la hausse dudit coût sont les frais de transport, le coût de la main d'œuvre et un long processus de transformation de la matière première.

2)le faible pouvoir d'achat de la population

Le faible pouvoir d'achat de la population constitue une barrière à l'achat de ceux dont elle a besoin. Ceci est aussi constaté quand il s'agit d'acheter du compost pour la fertilisation des champs.

3.4.3.2.Barrières non financières

1)la faible disponibilité du terrain

La faible disponibilité de terrain pour le compostage est notamment liée à la démographie galopante, la non prise en compte de la technologie dans la Politique Nationale d'Assainissement du milieu et dans le code foncier.

2)un nombre limité de vendeurs du compost

Un nombre limité de vendeurs du compost (BQS et CTB) alors que la demande est forte constitue une barrière à plus d'un niveau. D'abord sur le plan informationnel, le produit n'est pas suffisamment connu faute de vulgarisation. Deuxièmement, le nombre limité de vendeurs constitue une barrière à la vente au grand nombre de clients ou réduit la superficie du territoire à couvrir.

Troisièmement, la taille de marge de manœuvre pour négocier le prix est très réduite. Cette situation favorise les vendeurs au détriment du producteur et du consommateur. Mais dès lors que les deux derniers acteurs se rendent compte qu'ils payent chers au profit du vendeur, ils rejeteront la technologie.

3)l'insuffisance d'informations sur la technologie

Comme pour une entreprise commerciale, la publicité d'une technologie est l'une des stratégies pour la visibilité de cette dernière et de l'écoulement de ses produits. Pour le cas de la technologie du compost, il a été constaté une lacune en cette matière, la nouvelle technologie n'est pas suffisamment connue.

4)l'emplacement des unités de production du compost éloigné des consommateurs

La distance est un des principaux paramètres qui entre en jeu dans la fixation du prix de transport des biens et des personnes. Plus la distance augmente plus le coût du transport augmente. Si la route est défectueuse, la facture est majorée ou la course n'a pas lieu si le transporteur estime que l'état de la route est très dangereux. En conséquence le coût du produit transporté augmente à cause des frais de transport et s'il est trop élevé, il n'y a pas d'achat.

5)la non intégration de la technologie dans Politique Nationale d'Assainissement

L'absence d'intégration de la technologie de compostage dans la politique nationale d'assainissement est relevée comme lacune. Cette situation peut handicaper l'application de la technologie même si cette dernière est prescrite par la politique nationale agricole.

6) la vulgarisation insuffisante de la politique nationale agricole sur la valorisation des déchets organiques

Certes, la Politique Nationale Agricole exprimée à travers la Stratégie Agricole Nationale (SAN) recommande l'usage du compost en complément du fumier de ferme, mais les messages souvent diffusés surtout lors du lancement de la campagne agricole sont dominés par la problématique d'acquisition des engrais minéraux. Cette situation peut inciter la population à recourir plutôt plus aux engrais minéraux qu'au compost. Ce qui conduit à une mévente du compost dans un premier temps et plus tard à l'abandon de sa production.

7) la méconnaissance du Code des investissements

Le Code des Investissements a instauré un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements de capitaux tant nationaux qu'étrangers dans les activités de production et de prestations de services. Il prévoit des garanties nécessaires à la sécurisation des investissements réalisés. Mais cette loi n'est pas suffisamment vulgarisée. Ceci constitue donc une barrière à l'investissement et donc au transfert et à la diffusion de la technologie.

8) la méconnaissance du Code du commerce

Le Code du Commerce régit les commerçants, les actes de commerce et le contentieux. De ce fait, il détermine les conditions de travail, les droits et les obligations. Toute personne désireuse d'entreprendre le commerce a à la fois le droit et l'obligation de connaître le contenu de cette loi. La méconnaissance de cette loi a été identifiée comme barrière au transfert et à la diffusion de la technologie.

9) l'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des produits de compostage.

Au Burundi, il n'existe pas de service chargé d'assurance et de contrôle de qualité des produits du compostage. Cette situation ne tranquillise pas les consommateurs en ce qui concerne la qualité desdits produits. Dans ce cas les ventes ne sont pas garanties. L'existence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité constitue donc une contrainte au transfert et à la diffusion de la technologie.

10)l'inexistence d'un service d'assurance maladies

L'inexistence d'un service chargé d'accorder une assurance qui couvre les maladies et risques liés à la manipulation des déchets limite l'attraction au compostage des déchets organiques. Ceci a pour conséquence la faible production du compost. C'est donc une barrière au transfert et à la diffusion de la technologie.

11)l'inexistence d'appui financier

L'appui financier est l'un des facteurs de production pour toute entreprise. S'il fait défaut, l'entreprise ne peut pas fonctionner de manière durable, en témoignent les entrepreneurs interrogés au sujet du fonctionnement de leurs unités de production respectives. L'inexistence d'appui financier constitue donc une barrière au transfert et à la diffusion de la technologie.

12)l'insuffisance dans la vulgarisation des acquis de la recherche en matière des déchets.

Lors de l'atelier sur l'identification des barrières, il a été constaté que les acquis de la recherche sur le compostage des déchets n'ont pas été suffisamment vulgarisés. Or, la restriction des informations utiles à la connaissance de la technologie devient une barrière à la promotion et au développement de cette dernière. L'insuffisance dans la vulgarisation des acquis de la recherche est donc identifiée comme barrière à la technologie de compostage des déchets organiques.

3.4.4. Identification et analyse des mesures favorables au compostage des déchets organiques

La cartographie du marché utilisée pour l'identification et l'analyse des mesures favorables au compostage des déchets organiques est représentée par la figure n° 17 en annexe 2.3 du présent rapport. Le tableau n°19 montre la correspondance entre ces barrières et mesures.

Tableau n°19. Correspondance entre barrières et mesures analysées pour la technologie « compostage des déchets organiques »

Barrières identifiées	Mesures économiques et financières
Le faible pouvoir d'achat	Subventionner le coût du compost au taux accessible à au moins 60% des ménages agricoles dans le cadre de la mise en œuvre des objectifs fixés par le Gouvernement du Burundi dans le cadre de la CPDN en matière de réduction progressive de l'utilisation des engrais minéraux (100% à l'horizon 2030)..
	Promouvoir le système d'octroi des crédits collectifs à des taux préférentiels afin de permettre à au moins 60% des organisations de producteurs agricoles d'avoir accès facile au compost
L'inexistence d'un service d'appui financier	Renforcer les capacités de tous les acteurs de la chaîne de valeurs de la technologie « compostage des déchets organiques » pour la

	mobilisation des financements
Le nombre de vendeurs de compost limité	Etendre le marché du compost par la promotion des projets agricoles visant la valorisation du compost Mettre en place des mesures incitatives afin de majorer d'au moins 40%, le nombre de vendeurs du compost actuels
L'insuffisance d'information sur la technologie	Renforcer les moyens de communication et d'information afin de majorer d'au moins 50%, le nombre de personnes disposant actuellement d'une information sur la technologie
L'emplacement des unités de production du compost éloigné de ses consommateurs	Réduire la distance entre le site de production du compost et son lieu d'application par la mise en place d'au moins deux sites de compostage par commune par an et près d'une exploitation agricole.
La méconnaissance du code des investissements	Mener une diffusion et vulgarisation du code des investissements à au moins 80% des unités de production du compost
La méconnaissance du code du commerce	Mener une diffusion et vulgarisation du code de commerce à au moins 80% des unités de production, 50% des commerçants du compost et 50% des utilisateurs du compost
L'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité des produits de compostage	Intégrer la production du compost dans les programmes des services d'assurance et de contrôle de qualité élargis à l'échelle géo Figure et matérielle
L'inexistence d'un service d'assurance maladies	Mette en place un cadre légal fixant les procédures d'adhésion des projets de production du compost au système d'assurance maladie et autres risques pour le personnel œuvrant dans la technologie du compostage des déchets organiques
L'insuffisance dans la vulgarisation des acquis de la recherche en matière de valorisation déchets organiques	Renforcer les moyens de communication et de sensibilisation des chercheurs et détenteurs des technologies en matière de valorisation des déchets organiques afin d'améliorer le niveau des connaissances sur les acquis de la recherche en cette matière en vue d'un développement durable.
Barrières identifiées	Mesures non financières
Le coût d'exploitation élevé	Organiser les producteurs du compost en associations en vue de faciliter l'obtention des crédits pour l'amélioration des connaissances d'au moins 50% du personnel et le remplacement d'au moins 60% des équipements peu performants aux fins de la réduction du coût de la main d'œuvre et du temps mis pour la transformation des divers déchets organiques en compost

	Intégrer la technologie dans le système de production agricole afin de réduire le coût (prix d'achat + frais de transport) de la matière première.
La faible disponibilité de terrain	Organiser les producteurs de compost en association afin de leur faciliter l'accès aux crédits pour l'achat des terrains aux fins de la mise en œuvre des projets de production du compost.
	Réviser le PNA et le Code foncier en vue d'y intégrer les dispositions relatives à la disponibilité de terrain pour la production du compost en tenant compte des engagements du Gouvernement Burundais dans le cadre de la CPDN selon lesquels, il vise à remplacer progressivement à 100% les engrais minéraux par de la fumure organique, d'ici 2030
La non intégration de la technologie dans la politique nationale d'assainissement (PNA)	Réviser la PNA afin d'y intégrer la technologie de compostage en tant que facteur d'amélioration de la salubrité du milieu et de développement socio-économique et faire adopter au Gouvernement la PNA révisée.
La vulgarisation insuffisante de la politique agricole nationale (PAN) sur la valorisation des déchets organiques	Réviser la Stratégie Agricole Nationale (SAN) afin d'y intégrer le volet « valorisation des déchets organiques » et procéder à sa vulgarisation à toutes les parties prenantes en général et en particulier les agriculteurs et décideurs politiques.

3.4.4.1.L'analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « Compostage des déchets organiques »

Comme, il est dit ci-haut, le transfert et la diffusion de la technologie « compostage des déchets organiques » visent à valoriser les déchets produits par l'homme en veillant à la protection du personnel qui manipule ses déchets et au respect de l'environnement. C'est pourquoi un certain nombre de mesures doivent être prises au préalable. Parmi celles-ci, on peut citer : (i) la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social et la mise en œuvre d'un plan de gestion environnemental et social (PGES); (ii) la promotion des systèmes d'octroi des crédits collectifs, (iii) l'intégration de la technologie dans le système de production agricole afin de réduire les frais liés à l'achat de la matière première (iv) la sensibilisation et la conscientisation de la population pour une large utilisation du compost ; (v) le renforcement des capacités en matière de compostage et (vi) le renforcement des connaissances sur les politiques et lois régissant le développement et le déploiement de la technologie.

La mise en application de ces mesures nécessitera des ressources humaines, techniques et financières. Cette application générera aussi des avantages socio-économiques et environnementaux. Dans ce cas, une analyse coût bénéfice est indispensable afin d'en déduire les mesures les plus rentables.

Les résultats détaillés de cette évaluation sont présentés au tableau n°20 en annexe III au présent rapport. Les tableaux n°20.1 et n°20.2 (annexe III), présentent respectivement les principaux résultats obtenus et les hypothèses et paramètres utilisés pour effectuer l'analyse coût bénéfice de la technologie « Compostage des déchets organiques ».

Le tableau n°20.1 présente les résultats de l'analyse où la subvention est nulle. Tandis que le tableau n°20.1 bis présente les résultats de l'analyse coût/bénéfice au cas où la subvention est égale à 37% du coût d'investissement.

Tableau n°20. 1. Principaux résultats des mesures favorables au compostage

A	B	C		D
Mesures	Coût x1000 USD	Bénéfices socio-économiques et environnementaux(BSEE)		Coût des avantages socio- économiques et environnementaux (USD par unité)
Subvention des coûts d'investissement	0	Nouveaux emplois	641261	7,46USD/personne/dix ans
Mise en place d'un PGES	100	Réduction des émissions de CO2	12000 Tonnes	383,79 USD par tonne de CO ₂ dans dix ans
Promotion des crédits collectifs	100			
Intégration de la technologie dans le système agricole	800			
Campagne de vulgarisation et sensibilisation	1600			
Renforcer les capacités en compostage par la formation	1400			
Améliorer les connaissances sur les outils de gestion de la technologie	700			
Frais de gestion du programme	40			
Total coût	4800			

Tableau n°20. 1. bis. Principaux résultats des mesures favorables au compostage

A	B	C		D
Mesures	Coût x1000 USD	Bénéfices socio-économiques et environnementaux(BSEE)		Coût des avantages socio- économiques et environnementaux (USD par unité)
Subvention des coûts d'investissement	1048700	Nouveaux emplois	641261	1642,79 USD/personne/ dix ans
Mise en place d'un PGES	100	Réduction des émissions de CO2	12000 Tonnes	84486,77 USD par tonne de CO ₂ dans dix ans
Promotion des crédits collectifs	100			
Intégration de la technologie dans le système agricole	800			
Campagne de vulgarisation et sensibilisation	1600			
Renforcer les capacités en compostage par la formation	1400			
Améliorer les connaissances sur les outils de gestion de la technologie	700			
Frais de gestion du programme	40			
Total coût	1053500			

En comparant les résultats des deux tableaux (20.1. et 20.1 bis), on constate que la subvention augmente beaucoup le coût du programme (1 053 500 000 contre 4 800 000). Il représente 99,54 % du coût total. Ceci a des impacts aussi bien sur le coût de l'emploi que sur le coût de réduction des émissions de gaz à effet. Concernant l'emploi, le coût unitaire a passé de 7,46 à 1642,79 USD. Quant au coût de réduction d'émission de GES, le coût unitaire a passé de 383,79 à 84486,77 USD. Comparée au prix de vente d'une tonne de CO₂ (estimée à 8 dollars en 2016), ce coût de réduction d'émission est très énorme. La subvention n'est donc pas une mesure appropriée pour la mise en œuvre des mesures pour la diffusion et

le transfert de la technologie « Compostage des déchets organiques ». Par ailleurs, les résultats de l'évaluation de la rentabilité économique de la technologie, montrent que la subvention n'est pas nécessaire. C'est pourquoi cette mesure ne serait prioritaire.

Les meilleures mesures à recommander sont les mesures visant le renforcement de la compétitivité du compost vis-à-vis des engrais minéraux. Pour ce faire, il faut organiser et exécuter des campagnes d'information et de sensibilisation sur la technologie, renforcer les capacités des entreprises de production du compost à travers la formation, la dotation de ces entreprises en équipements appropriés et l'intégration de la technologie dans les systèmes de production agricole.

3.5. Interrelations entre les barrières identifiées

L'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des différentes technologies priorisées a permis d'identifier les liens existant entre elles. Parmi les barrières identifiées, il y en a qui sont spécifiques à la technologie et d'autres qui sont communes à plus de deux technologies. Dans ce dernier cas, il s'agit des barrières financières (l'accès difficile au crédit, faible pouvoir d'achat de la population, etc), des barrières politiques et juridiques. Les barrières financières ont une grande influence directe sur le fonctionnement de la technologie. Cependant, les barrières politiques et juridiques bien qu'elles influent indirectement sur le transfert et la diffusion de la technologie, dans certains cas, elles constituent un facteur limitant.

En effet, si par exemple la politique monétaire et de change ne parvient pas à stabiliser les prix, notamment à cause des insuffisances institutionnelles ou légales, l'inflation monétaire s'installe. Si cette dernière augmente, les banques commerciales et les établissements financiers rehaussent leurs taux d'intérêts respectifs. Ce qui a pour conséquence la hausse du Coût d'investissement. La figure ci-dessous indique les liens entre le Coût d'investissement et les autres barrières de biogaz.

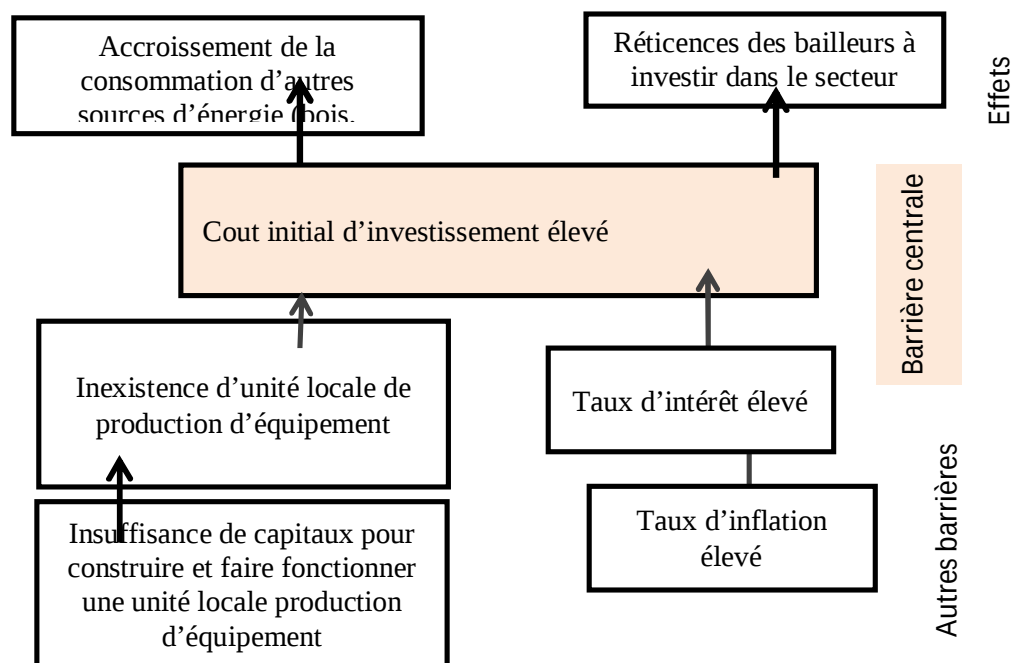


Figure n°. 4. Relations entre le coût initial d'investissement et les autres barrières

L'évaluation économique menée dans le cadre de cette étude a montré que pour toutes les technologies, le coût d'investissement est une barrière dominante. Comme le montre le Figure n°5, le coût d'investissement est surtout influencé par le taux d'intérêt. Or, ce dernier est un facteur déterminant pour avoir accès ou non au crédit (voir Figure n°). En d'autres termes, si on parvient à abaisser ce taux, le problème lié au coût d'investissement serait atténué.

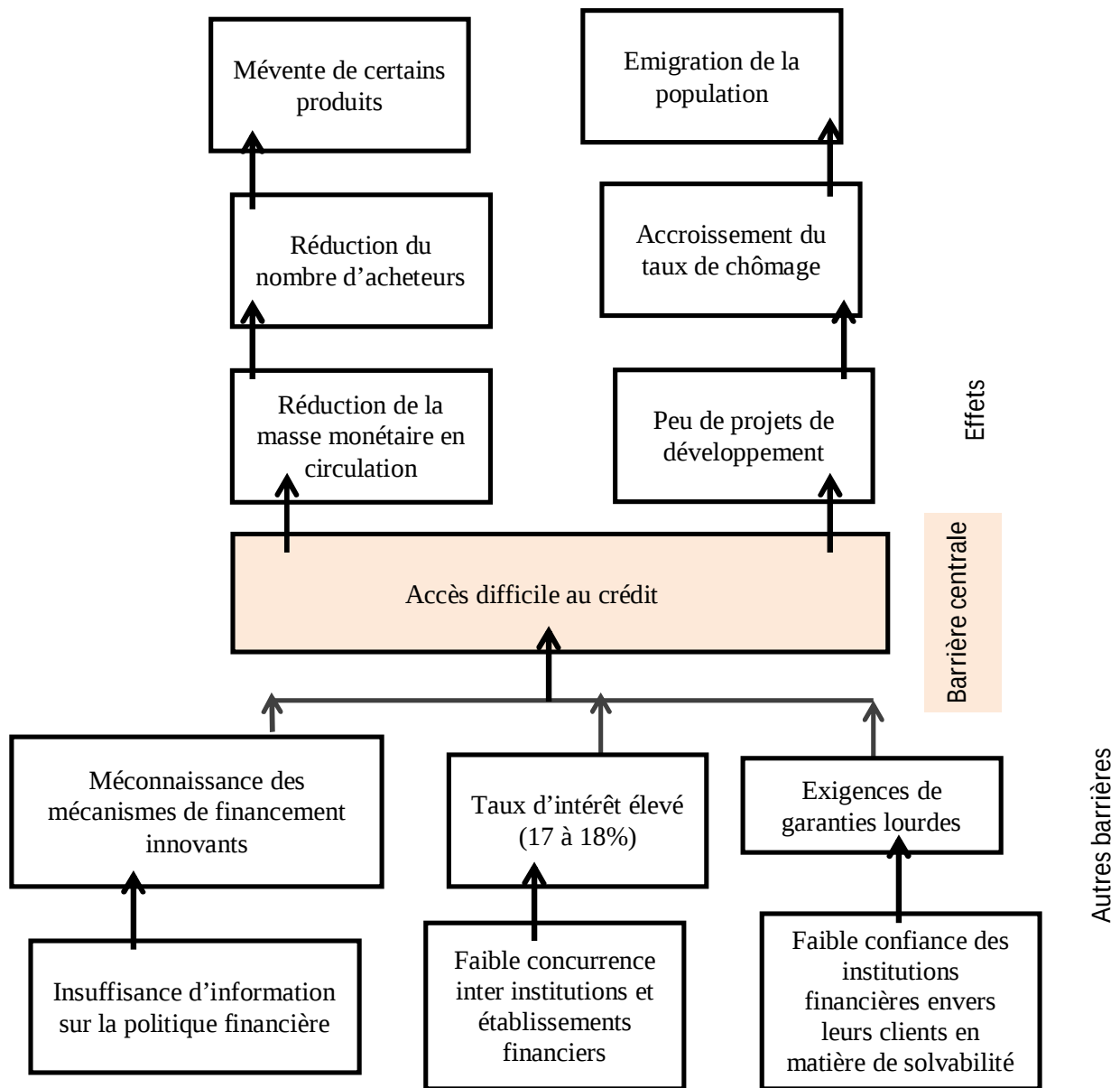


Figure n°5. Relations entre l'accès difficile au crédit et d'autres barrières

Les barrières transversales liées notamment à la Politique Nationale d'Assainissement, Politique Nationale Agricole, Politique Nationale de l'Energie, Politique Forestière Nationale, les services d'assurance et contrôle de qualité, Code des investissements, ont aussi des liens.

En effet, la Politique Nationale Agricole qui n'encourage pas la production du fumier à travers l'élevage en stabulation permanente constitue une barrière à la promotion de la méthanisation pour la production du biogaz. Inversement la promotion de l'élevage en stabulation permanente constitue une opportunité pour lever les barrières liées à l'insuffisance de la matière première pour la production du biogaz et du compost.

Les solutions aux barrières liées à la politique d'assainissement sont des opportunités pour lever certaines barrières liées aux technologies de production des sources d'énergie comme le biogaz et les briquettes de charbon de bois. Une bonne application de la politique nationale de l'Energie constitue une opportunité pour la réalisation des objectifs de la politique forestière.

Le mauvais fonctionnement ou l'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité d'un produit compromet l'acceptabilité de ce dernier.

La nature et le montant des taxes sur les activités ou sur les revenus ont une influence sur les variations des coûts des produits. Ce qui peut conduire au renoncement de la consommation de ces produits si leurs coûts dépassent le pouvoir d'achat de la population.

Le manque d'information sur le contenu du code des investissements peut handicaper l'importation des équipements d'où arrêt manque du produit sur le marché local. Quant aux barrières liées à l'appui technique comme l'absence d'un service de recherche, d'information sur la technologie, elles peuvent favoriser la faible acceptabilité du produit.

Il existe aussi des barrières à solution commune. Par exemple la solution aux barrières liées au développement de l'Energie propre, devient une solution aux barrières liées à la protection de l'Environnement. En d'autres termes, la résolution des problèmes liés à la politique énergétique entraîne la suppression des problèmes du secteur de l'Energie liées à la politique forestière. Concrètement, s'il advenait qu'on dispose de l'énergie propre permettant de remplacer le bois de feu et le charbon de bois, les forêts seraient préservées et la pollution de l'Environnement serait atténuée.

Les barrières liées à l'appui financier compromettent le fonctionnement de toute la chaîne de commercialisation depuis le producteur jusqu'au consommateur en passant par les assembleurs ou transformateurs. En effet, sans moyens financiers, il n'y a ni production ni achat.

Chapitre IV. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur Déchets

Le rapport sur l'identification des besoins en technologies d'atténuation des émissions de GES dans le Secteur des Déchets au Burundi a montré qu'il existe des déchets valorisables. Mais, les technologies existantes au Burundi ne sont pas diffusées à grande échelle. Les principales barrières sont : le coût d'investissement et/ou d'exploitation élevé, l'expertise locale faible, l'accès au crédit difficile, l'information sur la technologie insuffisante, le faible pouvoir d'achat de la population, le cadre politique lacunaire, le cadre légal méconnue et le cadre institutionnel inadéquat. Comme pour le Secteur de l'Energie, la diffusion et le transfert de ces technologies à grande échelle est indispensable pour répondre aux objectifs de la Vision Burundi 2025 et aux objectifs sectoriels liés notamment à l'assainissement, la réduction de la déforestation, l'amélioration du cadre de vie, etc. C'est pourquoi le cadre politico-légal et institutionnel doit être adapté en vue de faciliter le transfert et la diffusion des technologies prioritaires.

4.1. Cadre Politique

Les principales politiques susceptibles d'influencer le transfert et la diffusion des technologies sont : la (i) Vision Burundi 2025, (ii) CSLPII, (iii) la Politique Nationale sur le Changement Climatique, (iv) la Politique Nationale de l'Energie et (v) la Politique Nationale d'Assainissement.

i. Vision Burundi 2025

La politique nationale exprimée à travers la vision Burundi 2025 et le CSLPII, vise à prévenir les maladies liées à l'insalubrité consécutive à la prolifération des déchets (CSLPII). Cette promesse du Gouvernement est traduite en objectifs dans la politique nationale sur le changement climatique et les politiques sectorielles développées ci-dessous.

ii. Politique Nationale sur le Changement Climatique

En matière de politique sur le Changement Climatique, les objectifs visés sont la promotion des technologies d'atténuation des effets du Changement Climatique et le développement d'un partenariat stratégique entre les acteurs nationaux et régionaux afin d'améliorer la recherche et le transfert des technologies. Cependant, l'atteinte de cet objectif requiert la mise en œuvre effective de cette politique. Pour cela, le Gouvernement organisera une campagne de vulgarisation de cette politique et de sensibilisation des pouvoirs publics et de la population afin que ces derniers s'approprient de cette politique en vue de sa mise en œuvre effective.

iii. Politique Nationale d'Assainissement

L'objectif spécifique de la Politique Nationale d'Assainissement(PNA) est l'augmentation du taux d'accès à un meilleur service public d'assainissement. Cet objectif est sous-tendu par huit axes stratégiques dont cinq concourent à l'amélioration de la gestion des déchets. Il s'agit de (i) amélioration de la gestion des déchets liquides ; (ii) amélioration de la gestion des déchets solides ; (iii) amélioration de la gestion des déchets spéciaux ;(iv) réduction de la pollution atmosphérique et (v) amélioration de la gestion des eaux pluviales.

La mise en œuvre des actions qui constituent ces axes est une des voies d'application des technologies d'atténuation des émissions de GES identifiées dans le Secteur de Gestion des Déchets. Cependant, la

PNA ne propose rien en ce qui concerne les technologies priorisées dans le secteur des déchets. Pour lever cette lacune, le Gouvernement du Burundi procédera à sa révision afin d'y intégrer ces technologies. En outre, il organisera une campagne de vulgarisation et de sensibilisation pour une mise en œuvre effective de cette politique afin de faciliter le transfert et la diffusion desdites technologie dont la méthanisation pour la production du biogaz.

iv. Politique Forestière Nationale

La Politique Forestière Nationale (PFN) propose la promotion des sources d'énergie alternatives au bois. Mais, elle ne propose rien en ce qui concerne la technologie liée à l'optimisation des capacités des briquettes de biomasse. Pour combler cette insuffisance, le Gouvernement procédera à la révision de cette politique afin d'y intégrer cette technologie. Il procédera également à la vulgarisation de cette politique une fois révisée et à sa sensibilisation pour une large application.

v. Politique Agricole Nationale

Alors qu'elle devait encourager la promotion d'une agriculture durable, sa vulgarisation en matière de valorisation des déchets organiques reste insuffisante. Pour lever cette insuffisance, le Gouvernement du Burundi procédera à la révision de la Stratégie Agricole Nationale afin d'y intégrer le volet « Valorisation des déchets organiques ». Il procédera en outre à sa vulgarisation à grande échelle.

vi. Politique Nationale de l'Energie

En matière de politique énergétique, le Gouvernement du Burundi vise à diffuser l'information sur les sources d'énergies alternatives, diversifier et ouvrir le parc énergétique aux capitaux privés (IPP). (Lettre de politique énergétique, 2011). Mais cette politique est faiblement vulgarisée en matière de méthanisation. Il y a donc une nécessité de revoir les thèmes de vulgarisation de cette politique afin d'y intégrer la méthanisation en vue de faciliter le transfert et la diffusion de cette technologie. Pour ce faire, le Gouvernement du Burundi s'emploiera à pérenniser la disponibilité des Partenaires au Développement en la mobilisant, autour de la problématique de l'énergie, à travers des consultations régulières

4.2. Cadre légal

Les observations faites pour le secteur de l'Energie en ce qui concerne le transfert et la diffusion des technologies priorisées dans ledit secteur sont aussi valables pour le secteur des Déchets car le cadre légal qui régit le transfert et la diffusion des technologies priorisées dans les deux secteurs est le même. Il s'agit d'une série de textes de lois favorables aux investissements. On peut citer notamment: (i) la loi n°1/014 du 11 août 2000 portant libéralisation et réglementation du secteur de l'Eau et de l'Electricité ; (ii) d'une loi n°1/24 du 10 septembre 2008 portant Code des investissements ainsi que les avantages y afférant ; (iii) la loi n°1/ 23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages fiscaux ; (iv) La loi n°1/01 du 16 janvier 2015 portant révision de la loi n°1/07 du 26 avril 2010 portant code de commerce ; (v) La loi n°1/ 19 du 30 mai 2011 portant code des sociétés privées et à participation du public.

4.3. Cadre institutionnel

Le Burundi dispose d'un cadre institutionnel de mise en œuvre de ces outils politiques et juridiques ci-haut citées. Les principales institutions qui composent ce cadre sont : (i) la Direction Générale des

Services Techniques Municipaux (DG SETEMU) ; (ii) la Direction Générale des Ressources en Eaux et de l'Assainissement(DGREA) ; (iii) la Direction Générale de l'hygiène et de l'Assainissement (DGHA) ; (iv) l'Agence de Promotion des Investissements.

i.la Direction Générale des Services Techniques Municipaux(DGSETEMU)

Les services techniques municipaux sont réalisés par un établissement dénommé SETEMU à gestion autonome sous tutelle du Ministère de l'Intérieur et de la Mairie de Bujumbura.

Selon le décret N° 100/162 du 12 juillet 1983, sont confiés au SETEMU, l'étude, la réalisation et l'exploitation de tous les services techniques. Ces derniers comprennent la collecte, l'évacuation et le traitement des déchets solides municipaux. Mais suite à l'insuffisance des moyens financiers, cet établissement ne parvient plus à accomplir ses missions. Pour combler ces lacunes, un renforcement des capacités s'avère obligatoire.

ii.la Direction Générale des Ressources en Eaux et de l'Assainissement

La Direction Générale des Ressources en Eaux et de l'Assainissement est une des institutions publiques qui relèvent du Ministère en charge de l'Environnement et du Changement Climatique. Elle a entre autres pour missions l'élaboration, le suivi de la mise en œuvre de la politique nationale d'Assainissement en vue de limiter la pollution de l'environnement. Pour qu'elle s'acquitte convenablement de ses missions, elle a besoin d'être renforcée en moyens humains, matériels et financiers.

iii.l'Agence de Promotion des Investissements

L'Agence de Promotion des Investissements (API) constitue un important atout pour la facilitation des procédures administratives. Elle est créée par décret N° 100/177 du 19 octobre 2009. Sa mission générale est de promouvoir l'investissement et l'exportation au Burundi notamment par la fourniture d'information nécessaire à l'investissement et l'exportation ainsi par l'assistance aux investisseurs et exportateurs pour l'obtention des documents et l'accomplissement des formalités exigées. L'API accorde des appuis et incitations financières et non financières aux investisseurs potentiels.

4.4. Etat de l'offre de la biomasse

Le Burundi dispose d'un grand marché potentiel pour la valorisation de la biomasse. Les secteurs les plus demandeurs sont l'habitat rural et urbain, l'agriculture, le commerce et artisanat (MEM, 2012).

Concernant le potentiel de l'offre en matière de biomasse, l'analyse documentaire indique que le Burundi dispose d'un potentiel important de déchets valorisables. Ces derniers se répartissent en des déchets issus des activités ménagères, industrielles, activités commerciales, municipales, etc.

En raison du nombre d'activités variées pratiquées en Mairie de Bujumbura et une grande concentration de la population y résidant, la production des déchets y est plus élevée qu'ailleurs dans les autres villes du Pays. Une étude menée dans le cadre de l'évaluation de la production des déchets en Mairie de Bujumbura indique que la production moyenne de déchets en Mairie de Bujumbura est estimée à 0,52Kg par habitant par jour (CTB Burundi, 2013).

CONCLUSION

L'analyse des barrières au transfert et à la diffusion des technologies a été menée conjointement par les experts sectoriels, les détenteurs des technologies et le consultant en atténuation sous la coordination du Coordonnateur du projet et la supervision du Président du Comité Technique National du Projet.

Les résultats de cette analyse révèlent que les principales barrières sont d'ordre : économique, financier, politique, légal, réglementaire et technique. Cette analyse montre en outre qu'il existe des barrières communes à plusieurs technologies. Parmi celles-là, on peut citer :

- i. le coût des équipements élevé;
- ii. le faible pouvoir d'achat de la population ;
- iii. le taux d'intérêt sur prêt élevé ;
- iv. l'expertise nationale insuffisante ;
- v. la méconnaissance des politiques et lois existantes;
- vi. l'application insuffisante des lois et règlements ;
- vii. l'insuffisance d'information et de sensibilisation sur la technologie.

Le franchissement des barrières identifiées comme obstacles au transfert et à la diffusion des technologies prioritaires en vue d'atténuer les émissions de GES et de promouvoir le développement socio-économique du Burundi est conditionné par la mise en œuvre intégrale des mesures proposées.

Pour cela, l'engagement sans faille du Gouvernement est très sollicité étant donné sa responsabilité en matière de développement socio-économique et de lutte contre le changement climatique. Dans ce cas, il interviendra notamment pour l'amélioration de l'environnement des affaires (cadre propice).

Mais étant donné les moyens limités dont dispose le Gouvernement, lui seul ne pourra pas réussir cette mission. C'est pourquoi, un appui des partenaires techniques et financiers est indispensable pour la mise en œuvre effective et durable des mesures proposées et partant le transfert et la diffusion durables des technologies identifiées.

Concernant, les technologies non marchandes à coût très élevé comme « l'Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques », leur mise en œuvre ne sera possible sans l'appui des partenaires techniques et financiers. Dans ce cas, un renforcement du partenariat public et privé est donc requis.

Quant aux technologies marchandes, outre l'amélioration de l'environnement des affaires, le Gouvernement peut intervenir pour faciliter les relations entre les acteurs du marché et les services d'appui technique et financier. Il s'agit notamment d'adapter le cadre politique et légal afin, d'alléger les procédures administratives, organiser le marché, faciliter l'accès au financement, etc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1.Burundi, Loi n°1/ 19 du 30 mai 2011 portant code des sociétés privées et à participation du public (mai 2011).74P ;
- 2.Burundi, Politique Financière (taxe, impôt et autres redevances,
- 3.Burundi, Code de commerce (2015), 113p ;
- 4.Burundi, Code des investissements (2008), 3p ;
- 5.Burundi, Loi n°1/ 23 du 24 septembre 2009 déterminant les avantages fiscaux(2009); 4p
- 6.Burundi, Loi n°1/014 du 11 août 2000 portant libéralisation et réglementation du secteur de l'Eau et de l'Electricité ;
- 7.Burundi, Rapport de la Commission d'analyse des prix des loyers et du charbon de bois (juin 2013), 29p ;
- 8.MEEATU, Politique du Changement Climatique (Nov. 2014), 63p ;
- 9.MEEATU, Politique Forestière Nationale (mars 2012), 55p ;
- 10.MEM, Elaboration de la Stratégie sectorielle pour le secteur de l'énergie au Burundi, (2011), 149p ;
- 11.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 ;
- 12.MEM, Lettre de Politique énergétique nationale (2011), 35p ;
- 13.MEM, Swera, Opportunités dans le secteur des énergies renouvelables au Burundi, (octobre 2012), 52p ;
- 14.NYGAARD. I et al, « Surmonter les barrières au transfert et à la diffusion des technologies dans le secteur du Climat : seconde édition (2015) », 97 p ;
15. Smith et al (AEA Technology), Waste Management Options and Climate Change, Final report to the European Commission, DG Environment, 2001-
16. Boldrin et al Composting and compost utilization: accounting of greenhouse gases and global warming contributions, 2009;
- 15.Université du Burundi, Plan d'action et stratégie de mise en œuvre de la Politique Nationale de Recherche Scientifique de l'Innovation de la technologie(2014), 124p
- 16.Université du Burundi, MIZERO,M, Contribution à l'élaboration d'une stratégie de gestion des déchets en milieu urbain : cas de la ville de Bujumbura
- 17.Université du Burundi, Politique Nationale de Recherche Scientifique et de l'Innovation de la technologie (2014), 62p ;
- 18.UPDEA, Etudes comparatives des tarifs d'électricité en Afrique (2009) ;

ANNEXES

Annexe I. Avantages environnementaux

Avantages environnementaux liés à la mise en œuvre des technologies

Préservation des bois par la mise en œuvre des technologies prioritaires dans le secteur des déchets

1.« Méthanisation pour la production du biogaz »

❖Résultats attendus

Dans une école de 400 élèves à régime d'internat, l'utilisation d'un digesteur d'une contenance de 10m^3 et d'une capacité de production de 40m^3 par jour permet d'éviter la consommation d'un stère de bois de feu par jour (420kg). Ce qui permet préserver au moins deux hectares par an et éviter une émission de 0.77 tonne de CO_2 par jour ou 277 tonnes de CO_2 par an.

Base de calcul

a.Nombre d'hectares préservés

Un digesteur d'une capacité de production de 40m^3 permet d'épargner 420 kg de bois de feu par jour.

Un stère est égal à 0.7mètres cube sur pied (MCSP)

Un hectare de boisement public contient 145 MCSP (ESMAP, 1989).

La superficie préservée annuellement est estimée à $0.7 \times 360 \text{ jours} / 145 = 1.73 \text{ ha}$

b.Emissions évitées

Une tonne de bois contient plus ou moins 500kilogrammes de carbone. 420 kilogrammes contiennent 210kilogrammes de carbone. Or, Un kilogramme de carbone peut générer 3.66kilogrammes de CO_2 , donc 210 kilogrammes de carbone génèrent 770 kilogrammes de CO_2 . En une année, il y a $770 \times 360 = 277.200$ tonnes de CO_2 . Soit 0.7 tonnes par élève et par an.

2. Optimisation des briquettes de biomasse

•Nombre d'hectares préservés

a.La carbonisation d'un hectare par application de la technologie traditionnelle (rendement matière de 10%), permet de produire 9.63 tonnes de charbon de bois dans un hectare de boisement âgé de 10 ans.

b.le PCI de la briquette et du charbon de bois sont respectivement estimées à 13.5 et 30 MJ/Kg (MIZERO, 2011).

c.La production annuelle BQS : 32400 tonnes

d.La production annuelle CTB : 143 tonnes

Si on considère la production de BQS , l'équivalent en charbon de bois préservés est 14580 tonnes ($32400 \times 13.5 / 30$)

La superficie du boisement qui sera annuellement préservée est obtenue par $32400 \times 13.5 / 30 / 9.63 = 1514$ hectares. D'autres sources citent un rendement à la carbonisation de 17%. En ce cas, le charbon de bois qui serait préservée est $9.63 \times 17 / 100 : 1,6371$ tonnes.

•Emissions évitées

Les émissions évitées proviennent de la préservation du bois ; elles sont estimées comme suit :

32400 tonnes de briquettes permettent une économie de 14580 tonnes de charbon de bois ($32400 \times 13.5 / 30$), soit l'équivalent de 85765 ($14580 \times 100 / 17$) tonnes de bois sur pied. Les émissions évitées dans ce cas sont estimées à 267300 tonnes de CO₂ ($85765 \text{ tonnes} \times 0,5 \times 44 / 12$). Donc l'utilisation d'une tonne de briquelette permet d'éviter une émission de 8.25 ($267300 / 32400$) tonnes de CO₂.

Annexe II. Identification et analyse des barrières et mesures pour surmonter ces barrières

Annexe2.1. Evaluation économique des technologies

Secteur de l'Energie

Tableau n°2. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »

	cellule d'entrant		
USD	Foyer traditionnelle	Foyer amélioré (FA)	
Investissement	277	125	
Duree de vie	0.25	3	
Rendement	15%	35%	
Consommation de bois par jour (kg)	18	7.714285714	
Prix partonne	3.7	3.7	
Frais de bois par an	24.309	10.42	
Investissementsupplementaire pour FA			-152
Réduction de frais de combustible par an			13.89
Période de recuperation (ans)			-10.94

Désignation	Année1			Année2			Année3			Total 3ans
	Quantité	CU (FBU)	CT(FBU)	Quantité	CU (FBU)	CT(FBU)	Quantité	CU (FBU)	CT(FBU)	
Achat foyer traditionnel	4	3000	12000	4	3090	12360	4	3180	12720	7.482352941
Achatcharb de bois	1080	400	432000	1080	412	444960	1080	424	457920	269.3647059
Investissement total FT			444000			457320			470640	276.8470588
Achat foyer amélioré	1	15000	15000	1	15450	15450	1	15900	15900	9.352941176
Achatcharb de bois	462.96	400	185184	462.96	412	190739.52	462.96	424	196295.04	115.4676706
Investissement total FA			200184			206189.52			212195.04	124.8206118

Avec la méthode actuelle de carbonisation, on produit 17 kilogrammes de charbon de bois dans 100 kg de bois sur pied.

Un ménage à revenu moyen consomme 3 kilogrammes par jour s'il utilise le foyer traditionnel. Ces trois kilogrammes proviendraient de 18 kilogrammes de bois sur pied selon la formule ci-après: $X \times 100 / 17$ où X est la quantité de charbon consommée par jour et 17 le rendement matière de la carbonisation traditionnelle.

Tableau n° 5. Evaluation économique de la technologie « Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Investissement (USD)	747,835	Production par an (kWh)	871200	Subvention	0%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.0625	Réduction du rendement	2.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Operation et maintenance	0.17%	Taux d'intérêt	10.0%
Période de calcul	20	Réinvestissement	299134	Durée du prêt	20

Année	Production annuelle (kWh)	Revenu	Operation de maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Paiement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 747,835			- 747,835			
1	871,200	58,262	- 1,360		56,901	- 13,057	- 74,784	- 30,939
2	853,776	61,093	- 1,456		59,637	- 14,363	- 73,478	- 28,203
3	836,700	64,062	- 1,557		62,505	- 15,799	- 72,042	- 25,336
4	819,966	67,176	- 1,666		65,509	- 17,379	- 70,462	- 22,331
5	803,567	70,440	- 1,783		68,657	- 19,117	- 68,724	- 19,183
6	787,496	73,864	- 1,908		71,956	- 21,028	- 66,812	- 15,885
7	771,746	77,453	- 2,041		75,412	- 23,131	- 64,709	- 12,428
8	756,311	81,218	- 2,184		79,033	- 25,444	- 62,396	- 8,807
9	741,185	85,165	- 2,337		82,828	- 27,989	- 59,852	- 5,013
10	726,361	89,304	- 2,501		86,803	- 30,788	- 57,053	- 1,037
11	711,834	93,644	- 2,676	299134	-	-	-	-

					208,166	33,866	53,974	296,006
12	697,597	98,195	- 2,863		95,332	- 37,253	- 50,588	7,491
13	683,645	102,967	- 3,064		99,904	- 40,978	- 46,862	12,063
14	669,972	107,972	- 3,278		104,694	- 45,076	- 42,764	16,853
15	656,573	113,219	- 3,508		109,711	- 49,584	- 38,257	21,871
16	643,441	118,722	- 3,753		114,968	- 54,542	- 33,298	27,128
17	630,573	124,491	- 4,016		120,476	- 59,996	- 27,844	32,635
18	617,961	130,542	- 4,297		126,245	- 65,996	- 21,845	38,404
19	605,602	136,886	- 4,598		132,288	- 72,595	- 15,245	44,448
20	593,490	143,539	- 4,920		138,619	- 79,855	- 7,985	50,779

Délai de récupération du capital		13.14
Valeur Actualisée Net (VAN)	-	
Taux de Rendement Interne (TRI)	157,929	7%

Tableau n° 5 bis. Evaluation économique de la technologie « Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Investissement (USD)	747,835	Production par an (kWh)	871200	Subvention	37%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.0625	Réduction du rendement	2.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Operation et maintenance	0.17%	Taux d'intérêt	10.0%
Période de calcul	20	Réinvestissement	299134	Durée du prêt	20

Année	Production annuelle (kWh)	Revenu	Operation de maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Paiement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		-471,136			-471,136			
1	871,200	58,262	- 1,360		56,901	- 8,226	- 47,114	1,562
2	853,776	61,093	- 1,456		59,637	-9,048	-46,291	4,298
3	836,700	64,062	- 1,557		62,505	- 9,953	- 45,386	7,165
4	819,966	67,176	- 1,666		65,509	- 10,949	- 44,391	10,170
5	803,567	70,440	- 1,783		68,657	- 12,043	- 43,296	13,318
6	787,496	73,864	- 1,908		71,956	- 13,248	- 42,092	16,616
7	771,746	77,453	- 2,041		75,412	- 14,573	- 40,767	20,073
8	756,311	81,218	-2,184		79,033	- 16,030	- 39,310	23,694
9	741,185	85,165	- 2,337		82,828	- 17,633	- 37,707	27,488
10	726,361	89,304	- 2,501		86,803	- 19,396	- 35,943	31,464
11	711,834	93,644	- 2,676	299134	-208,166	- 21,336	- 34,004	- 263,505

12	697,597	98,195	- 2,863		95,332	- 23,469	- 31,870	39,992
13	683,645	102,967	-3,064		99,904	- 25,816	- 29,523	44,564
14	669,972	107,972	-3,278		104,694	- 28,398	- 26,942	49,354
15	656,573	113,219	- 3,508		109,711	- 31,238	- 24,102	54,372
16	643,441	118,722	- 3,753		114,968	- 34,361	- 20,978	59,629
17	630,573	124,491	- 4,016		120,476	- 37,798	- 17,542	65,136
18	617,961	130,542	- 4,297		126,245	- 41,577	-13,762	70,905
19	605,602	136,886	- 4,598		132,288	- 45,735	- 9,604	76,949
20	593,490	143,539	- 4,920		138,619	- 50,309	- 5,031	83,280

Délai de récupération du capital	8.28
Valeur Actualisée Net (VAN)	93,615
Taux de Rendement Interne (TRI)	13%

Tableau n°5.2. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques ».

Investissement (USD)	747,835	Production par an (kWh)	871200	Subvention	37%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.0625	Réduction du rendement	0.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Operation et maintenance	0.17%	Taux d'intérêt	10.0%
Période de calcul	20	Réinvestissement	299134	Duré du prêt	20

Anné	Production annuelle (kWh)	Revenu	Operation et maintenance	Réinvestis sement	Bénéfice avant impôt	Payement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 471,136			-471,136			
1	871,200	58,262	-1,360		56,901	-8,226	-47,114	1,562
2	871,200	62,340	-1,456		60,884	- 9,048	- 46,291	5,545
3	871,200	66,704	- 1,557		65,146	- 9,953	- 45,386	9,807
4	871,200	71,373	- 1,666		69,706	- 10,949	- 44,391	14,367
5	871,200	76,369	- 1,783		74,586	- 12,043	- 43,296	19,246
6	871,200	81,715	- 1,908		79,807	- 13,248	- 42,092	24,467
7	871,200	87,435	- 2,041		85,393	- 14,573	- 40,767	30,054
8	871,200	93,555	- 2,184		91,371	- 16,030	- 39,310	36,031
9	871,200	100,104	- 2,337		97,767	- 17,633	- 37,707	42,427
10	871,200	107,111	- 2,501		104,611	- 19,396	- 35,943	49,271
11	871,200	114,609	- 2,676	299134	- 187,201	- 21,336	- 34,004	- 242,540
12	871,200	122,632	- 2,863		119,769	- 23,469	- 31,870	64,429
13	871,200	131,216	- 3,064		128,152	- 25,816	- 29,523	72,813
14	871,200	140,401	- 3,278		137,123	- 28,398	- 26,942	81,784

15	871,200	150,229	- 3,508		146,722	- 31,238	- 24,102	91,382
16	871,200	160,745	- 3,753		156,992	- 34,361	- 20,978	101,653
17	871,200	171,997	- 4,016		167,982	- 37,798	- 17,542	112,642
18	871,200	184,037	- 4,297		179,740	- 41,577	- 13,762	124,401
19	871,200	196,920	- 4,598		192,322	- 45,735	- 9,604	136,983
20	871,200	210,704	- 4,920		205,785	- 50,309	- 5,031	150,445
					Délai de récupération du capital			8.28
					Valeur ActualiséeNette (VAN)			208,848
					Taux de Rendement Interne (TRI)			15%

Source de données : Enquête des experts sectoriels, 2017

NB : Le modèle de calcul est fourni par l'UNEP 2015

Tableau n°8 . Evaluation économique de la technologie « le Captage et la valorisation de l'énergie solaire »

Investissement (USD)	24,000,000	Production par an (kWh)	8500000	Subvention	0%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.34	Réduction du rendement	1.00%		
Tauxd'inflation	7.00%	Maintenance	3.00%	Tauxd'intérêt	10.0%
Période de calcul	25	Réinvestissement	14,400,000	Duré du prêt	20

Année	Production annuelle (kWh)	Revenu	Maintenance	Réinvestis- sement	Bénéfice avantimpôt	Payement du principal	Intérêt	Résultatannuel
0		-24,000,000			-24,000,000			
1	8,500,000	3,092,300	- 770,400		2,321,900	-419,031	-2,400,000	-497,131
2	8,415,000	3,275,673	- 824,328		2,451,345	-460,934	-2,358,097	-367,686
3	8,330,850	3,469,921	- 882,031		2,587,890	-507,028	-2,312,003	-231,141
4	8,247,542	3,675,687	- 943,773		2,731,914	- 557,730	-2,261,301	-87,117
5	8,165,066	3,893,655	- 1,009,837		2,883,818	-613,503	-2,205,528	64,787
6	8,083,415	4,124,549	- 1,080,526		3,044,023	-674,854	-2,144,177	224,992
7	8,002,581	4,369,135	- 1,156,163		3,212,972	-742,339	-2,076,692	393,941
8	7,922,555	4,628,225	- 1,237,094		3,391,131	-816,573	-2,002,458	572,100
9	7,843,330	4,902,678	- 1,323,691		3,578,988	-898,230	-1,920,801	759,957
10	7,764,897	5,193,407	- 1,416,349		3,777,058	-988,053	-1,830,978	958,027
11	7,687,248	5,501,376	- 1,515,493	14400000	-10,414,117	-1,086,858	-1,732,173	-13,233,148

12	7,610,375	5,827,608	- 1,621,578		4,206,030	-1,195,544	-1,623,487	1,386,999
13	7,534,271	6,173,185	- 1,735,088		4,438,097	-1,315,099	-1,503,932	1,619,066
14	7,458,929	6,539,255	- 1,856,545		4,682,710	-1,446,609	-1,372,422	1,863,679
15	7,384,339	6,927,033	- 1,986,503		4,940,530	-1,591,270	-1,227,761	2,121,499
16	7,310,496	7,337,806	- 2,125,558		5,212,248	-1,750,396	-1,068,635	2,393,217
17	7,237,391	7,772,938	- 2,274,347		5,498,591	-1,925,436	- 893,595	2,679,560
18	7,165,017	8,233,873	- 2,433,551		5,800,321	-2,117,980	- 701,051	2,981,290
19	7,093,367	8,722,141	- 2,603,900		6,118,242	-2,329,778	- 489,253	3,299,211
20	7,022,433	9,239,364	- 2,786,173		6,453,192	-2,562,755	- 256,276	3,634,161

Délai de récupération du capital	10.34
Valeur Actualisée Net (VAN)	252,005
Taux de Rendement Interne (TRI)	10%

Tableau n°8 bisX2Evaluation économique de la technologie « le Captage et la valorisation de l'énergie solaire »

Investissement (USD)	24,000,000	Production par an (kWh)	8500000	Subvention	0%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.34	Réduction du rendement	1.00%		
Tauxd'inflation	7.00%	Maintenance	3.00%	Tauxd'intérêt	7.0%
Période de calcul	25	Réinvestissement	14,400,000	Duré du prêt	20

Anné	Production annuelle (kWh)	Revenu	Mainte-nance	Réinves-tissement	Bénéficeavantimpôt	Payement du principal	Intérêt	Résultatannuel
0		- 24,000,000			- 24,000,000			
1	8,500,000	3,092,300	- 770,400		2,321,900	- 585,430	-1,680,000	56,470
2	8,415,000	3,275,673	- 824,328		2,451,345	- 626,410	-1,639,020	185,915
3	8,330,850	3,469,921	- 882,031		2,587,890	- 670,259	-1,595,171	322,460
4	8,247,542	3,675,687	- 943,773		2,731,914	- 717,177	-1,548,253	466,484
5	8,165,066	3,893,655	- 1,009,837		2,883,818	- 767,380	-1,498,051	618,388
6	8,083,415	4,124,549	- 1,080,526		3,044,023	- 821,096	-1,444,334	778,593
7	8,002,581	4,369,135	- 1,156,163		3,212,972	- 878,573	-1,386,857	947,542
8	7,922,555	4,628,225	- 1,237,094		3,391,131	- 940,073	-1,325,357	1,125,700
9	7,843,330	4,902,678	- 1,323,691		3,578,988	- 1,005,878	-1,259,552	1,313,557
10	7,764,897	5,193,407	- 1,416,349		3,777,058	- 1,076,290	-1,189,141	1,511,628
11	7,687,248	5,501,376	- 1,515,493	14400000	- 10,414,117	- 1,151,630	-1,113,800	- 12,679,547
12	7,610,375	5,827,608	- 1,621,578		4,206,030	- 1,232,244	-1,033,186	1,940,600
13	7,534,271	6,173,185	- 1,735,088		4,438,097	- 1,318,501	- 946,929	2,172,666
14	7,458,929	6,539,255	- 1,856,545		4,682,710	- 1,410,796	- 854,634	2,417,280
15	7,384,339	6,927,033	- 1,986,503		4,940,530	- 1,509,552	- 755,878	2,675,100
16	7,310,496	7,337,806	- 2,125,558		5,212,248	- 1,615,220	- 650,210	2,946,818
17	7,237,391	7,772,938	- 2,274,347		5,498,591	- 1,728,286	- 537,144	3,233,160

18	7,165,017	8,233,873	- 2,433,551		5,800,321	- 1,849,266	- 416,164	3,534,891
19	7,093,367	8,722,141	- 2,603,900		6,118,242	- 1,978,714	- 286,716	3,852,811
20	7,022,433	9,239,364	- 2,786,173		6,453,192	- 2,117,225	- 148,206	4,187,761

0.24 12 2.88

Délai de récupération du capital	10.34
Valeur Actualisée Net (VAN)	6,900,522
Taux de Rendement Interne (TRI)	10%

Investissement (USD)	24,000,000	Production par an (kWh)	8500000	Subvention	37%
Prix de l'électricité (USD/kWh)	0.34	Réduction du rendement	1.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance	3.00%	Taux d'intérêt	17.0%
Période de calcul	25	Réinvestissement	14,400,000	Durée du prêt	20

Année	Production annuelle (kWh)	Revenu	Maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Payement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 15,120,000			- 15,120,000			
1	8,500,000	3,092,300	- 770,400		2,321,900	- 116,278	-2,570,400	- 364,778
2	8,415,000	3,275,673	- 824,328		2,451,345	- 136,046	-2,550,633	- 235,333
3	8,330,850	3,469,921	- 882,031		2,587,890	- 159,173	-2,527,505	- 98,788
4	8,247,542	3,675,687	- 943,773		2,731,914	- 186,233	-2,500,446	45,236
5	8,165,066	3,893,655	- 1,009,837		2,883,818	- 217,892	-2,468,786	197,140
6	8,083,415	4,124,549	- 1,080,526		3,044,023	- 254,934	-2,431,744	357,345
7	8,002,581	4,369,135	- 1,156,163		3,212,972	- 298,273	-2,388,405	526,294
8	7,922,555	4,628,225	- 1,237,094		3,391,131	- 348,979	-2,337,699	704,452
9	7,843,330	4,902,678	- 1,323,691		3,578,988	- 408,306	-2,278,373	892,309

10	7,764,897	5,193,407	- 1,416,349		3,777,058	- 477,718	-2,208,961	1,090,380
11	7,687,248	5,501,376	- 1,515,493	14400000	- 10,414,117	- 558,930	-2,127,749	- 13,100,795
12	7,610,375	5,827,608	- 1,621,578		4,206,030	- 653,948	-2,032,731	1,519,352
13	7,534,271	6,173,185	- 1,735,088		4,438,097	- 765,119	-1,921,560	1,751,418
14	7,458,929	6,539,255	- 1,856,545		4,682,710	- 895,189	-1,791,489	1,996,032
15	7,384,339	6,927,033	- 1,986,503		4,940,530	- 1,047,371	-1,639,307	2,253,852
16	7,310,496	7,337,806	- 2,125,558		5,212,248	- 1,225,424	-1,461,254	2,525,570
17	7,237,391	7,772,938	- 2,274,347		5,498,591	- 1,433,746	-1,252,932	2,811,912
18	7,165,017	8,233,873	- 2,433,551		5,800,321	- 1,677,483	-1,009,195	3,113,643
19	7,093,367	8,722,141	- 2,603,900		6,118,242	- 1,962,655	- 724,023	3,431,563
20	7,022,433	9,239,364	- 2,786,173		6,453,192	- 2,296,306	- 390,372	3,766,513

0.24

Délai de récupération du capital	10.34
Valeur Actualisée Net (VAN)	11,450
Taux de Rendement Interne (TRI)	17%

Secteur des déchets

Tableau n° 12. Evaluation économique de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Investissement (USD)	1,920,000	Production par an (unité)	200	Subvention	0%
Prix d'un digesteur (USD/unité)	5,000.00	Réduction du rendement	0.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance	5.00%	Taux d'intérêt	7.0%
Période de calcul	20	Réinvestissement		Duré du prêt	10

An né	Produ ction annuel le (unité)	Revenu	Mainte nance	Réinves tissement	Bénéfice avant impôt	Payement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 1,920,000			- 1,920,000			
1	200	1,070,000	- 102,720		967,280	- 138,965	- 134,400	693,915
2	200	1,144,900	- 109,910		1,034,990	- 148,692	- 124,672	761,625
3	200	1,225,043	- 117,604		1,107,439	- 159,101	- 114,264	834,074
4	200	1,310,796	- 125,836		1,184,960	- 170,238	- 103,127	911,595
5	200	1,402,552	- 134,645		1,267,907	- 182,155	- 91,210	994,542
6	200	1,500,730	- 144,070		1,356,660	- 194,905	- 78,459	1,083,295
7	200	1,605,781	- 154,155		1,451,626	- 208,549	- 64,816	1,178,262
8	200	1,718,186	- 164,946		1,553,240	- 223,147	- 50,218	1,279,876
9	200	1,838,459	- 176,492		1,661,967	- 238,767	- 34,597	1,388,602
10	200	1,967,151	- 188,847		1,778,305	- 255,481	- 17,884	1,504,940
11	200	2,104,852	- 202,066		1,902,786	-	-	1,902,786
12	200	2,252,192	- 216,210		2,035,981	-	-	2,035,981
13	200	2,409,845	- 231,345		2,178,500	-	-	2,178,500
14	200	2,578,534	- 247,539		2,330,995	-	-	2,330,995
15	200	2,759,032	- 264,867		2,494,165	-	-	2,494,165
16	200	2,952,164	- 283,408		2,668,756	-	-	2,668,756
17	200	3,158,815	- 303,246		2,855,569	-	-	2,855,569
18	200	3,379,932	- 324,473		3,055,459	-	-	3,055,459
19	200	3,616,528	- 347,187		3,269,341	-	-	3,269,341
20	200	3,869,684	- 371,490		3,498,195	-	-	3,498,195

Délai de récupération du capital	1.98
Valeur Actualisée Net (VAN)	15,102,804
Taux de Rendement Interne (TRI)	57%

Tableau n° 12 bis Evaluation économique de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz biomasse »

Investissement (USD)	1,920,000	Production par an (unité)	200	Subvention	37 %
Prix d'un digesteur (USD/unité)	5,000.00	Réduction du rendement	0.00 %		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance	5.00 %	Taux d'intérêt	18.0 %
Période de calcul	20	Réinvestissement		Durée du prêt	10

Année	Production annuelle (unité)	Revenu	Maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Payement Du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 1,209,600			- 1,209,600			
1	200	1,070,000	- 102,720		967,280	- 51,426	- 217,728	698,126
2	200	1,144,900	- 109,910		1,034,990	- 60,682	- 208,471	765,836
3	200	1,225,043	- 117,604		1,107,439	- 71,605	- 197,549	838,285
4	200	1,310,796	- 125,836		1,184,960	- 84,494	- 184,660	915,806
5	200	1,402,552	- 134,645		1,267,907	- 99,703	- 169,451	998,753
6	200	1,500,730	- 144,070		1,356,660	- 117,650	- 151,504	1,087,507
7	200	1,605,781	- 154,155		1,451,626	- 138,826	- 130,327	1,182,473
8	200	1,718,186	- 164,946		1,553,240	- 163,815	- 105,338	1,284,087
9	200	1,838,459	- 176,492		1,661,967	- 193,302	- 75,852	1,392,813
10	200	1,967,151	- 188,847		1,778,305	- 228,096	- 41,057	1,509,151
11	200	2,104,852	- 202,066		1,902,786	-	-	1,902,786
12	200	2,252,192	- 216,210		2,035,981	-	-	2,035,981
13	200	2,409,845	- 231,345		2,178,500	-	-	2,178,500
14	200	2,578,534	- 247,539		2,330,995	-	-	2,330,995
15	200	2,759,032	- 264,867		2,494,165	-	-	2,494,165

16	200	2,952,164	- 283,408		2,668,756	-	-	2,668,756
17	200	3,158,815	- 303,246		2,855,569	-	-	2,855,569
18	200	3,379,932	- 324,473		3,055,459	-	-	3,055,459
19	200	3,616,528	- 347,187		3,269,341	-	-	3,269,341
20	200	3,869,684	- 371,490		3,498,195	-	-	3,498,195
					Délai de récupération du capital			1.98
					Valeur Actualisé e Net (VAN)			5,374,275
					Taux de Rendement Interne (TRI)			87%

Tableau n° 15. Evaluation économique de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse »

Investissement (USD)	5, 807,772	Production par an (tonne)	32400	Subvention	0%
Prix des briquettes ab usine (USD/ton)	176.0	réduction de rendement	0.00%		
Tauxd'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Tauxd'intérêt	17.0%
Combustible par tonne de brique	0.85	Man d'œuvre par tonne de briquettes	25		
Période de calcul	20	Réinvestissement	6000000	Duré du prêt	10

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Mainten- nance	Réinves- tissement	Bénéfice avant impôt	Paiement du principal	Intérêt	Résultat ann uel
0		- 5,807,772					- 5,807,772			
1	32,400	6,101,568	- 866,700	- 29,468	- 310,716		4,894,684	- 259,355	- 987,321	3,648,008
2	32,400	6,528,678	- 927,369	- 31,531	- 332,466		5,237,312	- 303,446	- 943,231	3,990,636
3	32,400	6,985,685	- 992,285	- 33,738	- 355,739		5,603,924	- 355,032	- 891,645	4,357,248
4	32,400	7,474,683	- 1,061,745	- 36,099	- 380,640		5,996,199	- 415,387	- 831,290	4,749,522
5	32,400	7,997,911	- 1,136,067	- 38,626	- 407,285		6,415,933	- 486,003	- 760,674	5,169,256
6	32,400	8,557,765	- 1,215,592	- 41,330	- 435,795		6,865,048	- 568,623	- 678,053	5,618,372
7	32,400	9,156,808	- 1,300,683	- 44,223	- 466,301		7,345,601	- 665,289	- 581,388	6,098,925
8	32,400	9,797,785	- 1,391,731	- 47,319	- 498,942		7,859,794	- 778,388	- 468,288	6,613,117
9	32,400	10,483,630	- 1,489,152	- 50,631	- 533,868		8,409,979	- 910,714	- 335,962	7,163,303
10	32,400	11,217,484	- 1,593,393	- 54,175	- 571,238		8,998,678	- 1,065,536	- 181,141	7,752,001
11	32,400	12,002,708	- 1,704,930	- 57,968	- 611,225	-6000000	3,628,585	-	-	3,628,585
12	32,400	12,842,897	- 1,824,275	- 62,025	- 654,011		10,302,58	-	-	10,302,586

							6			
13	32,400	13,741,900	- 1,951,974	- 66,367	- 699,792		11,023,767	-	-	11,023,767
14	32,400	14,703,833	- 2,088,613	- 71,013	- 748,777		11,795,431	-	-	11,795,431
15	32,400	15,733,101	- 2,234,816	- 75,984	- 801,191		12,621,111	-	-	12,621,111
16	32,400	16,834,419	- 2,391,253	- 81,303	- 857,275		13,504,589	-	-	13,504,589
17	32,400	18,012,828	- 2,558,640	- 86,994	- 917,284		14,449,910	-	-	14,449,910
18	32,400	19,273,726	- 2,737,745	- 93,083	- 981,494		15,461,404	-	-	15,461,404
19	32,400	20,622,887	- 2,929,387	- 99,599	- 1,050,198		16,543,702	-	-	16,543,702
20	32,400	22,066,489	- 3,134,444	- 106,571	- 1,123,712		17,701,761	-	-	17,701,761

Délai de récupération du capital	1.19
Valeur Actualisée	
Net (VAN)	28,952,721
Taux de Rendement Interne (TRI)	91%

150,000 1700 88.23529412

Evaluation des besoins pour un projet d'optimisation des capacités des briquettes

Désignation	quantité	Coût unitaire en FBU	Coût total en FBU	USD
I. Equipement et matériel				
1.1.Achat terrain (ha)	10	50000000	500000000	29411764.71
1.2. Construction d'un bureau+ hangar (pce)	1	100000000	100000000	5882352.941
Total I			600000000	35294117.65
II. Equipement bureau (pce)			0	0
2.1.Achat microordinateur	2	4000000	8000000	470588.2353
2.2.Achat imprimante	1	2500000	2500000	147058.8235
2.3. Achat photocopieuse	1	3000000	3000000	176470.5882
Total II			13500000	794117.6471
III. Achat matériel de terrain (pce)			0	0
3.1.Achat véhicule de liaison	2	20000000	40000000	2352941.176
3.2.Achat benne	2	150000000	300000000	17647058.82
3.3. Autres matériels	1		0	0

331.presse rotor haitiennemanue	5	200000	1000000	58823.52941
332. Motopompe	5	800000	4000000	235294.1176
333.Autres	1	2000000	2000000	117647.0588
TotalIII			7000000	411764.7059
IV. Salaires				
4.1. Main d'œuvre (Hj)				
(n hj/tonnes * nb tonnes)	972000	9000	8748000000	5145882.353
4.2. Chef d'entreprise	1	8400000	8400000	4941.176471
4.3.Secrétaire comptable	1	6000000	6000000	3529.411765
4.4. chauffeur Benne	2	4200000	8400000	4941.176471
4.4.Chauffeurcte véhicule de liaison	2	3600000	7200000	4235.294118
4.5.veilleur	2	1800000	3600000	2117.647059
4.6.planton	1	960000	960000	564.7058824
TotalIV			8782560000	5166211.765
TotalIà IV			9403060000	5531211.765
Frais de gestion (5% de Total I à IV)			470153000	276560.5882
Total général			9873213000	5807772.353

Tableau n° 18. Evaluation économique de la technologie « Compostage des déchets organiques biomasse »

Investissement (USD)	1, 091,790	Production par an (tonne)	21600	Subvention	0%
Prix du compost ab usine (USD/ton)	30.0	réduction de rendement	0.00%		
Tauxd'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Tauxd'intérêt	10.0%
Combustible par tonne de compost	0.3	Man d'œuvre par tonne de compost	4		
Période de calcul	20	Réinvestissement	10000	Duré du prêt	10

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Maintenance	Réinves-tissement	Bénéficeavantimpôt	Payement du principal	Intérêt	Résultatannuel
0		- 1,091,790					- 1,091,790			
1	21,600	693,360	- 92,448	- 6,934	- 58,411		535,568	- 68,505	- 109,179	357,884
2	21,600	741,895	- 98,919	- 7,419	- 62,500		573,057	- 75,355	- 102,329	395,374
3	21,600	793,828	-105,844	- 7,938	- 66,874		613,171	- 82,891	- 94,793	435,488
4	21,600	849,396	-113,253	- 8,494	- 71,556		656,093	- 91,180	- 86,504	478,410
5	21,600	908,854	-121,180	- 9,089	- 76,565		702,020	- 100,298	- 77,386	524,336
6	21,600	972,473	-129,663	- 9,725	- 81,924		751,161	- 110,328	- 67,356	573,478
7	21,600	1,040,546	-138,740	- 10,405	- 87,659		803,743	- 121,360	- 56,323	626,059
8	21,600	1,113,385	-148,451	- 11,134	- 93,795		860,005	- 133,496	- 44,187	682,321
9	21,600	1,191,322	-158,843	- 11,913	- 100,361		920,205	- 146,846	- 30,838	742,521
10	21,600	1,274,714	-169,962	- 12,747	- 107,386		984,619	- 161,531	- 16,153	806,935
11	21,600	1,363,944	-181,859	- 13,639	- 114,903	- 10,000	1,043,543	-	-	1,043,543
12	21,600	1,459,420	-194,589	- 14,594	- 122,946		1,127,291	-	-	1,127,291
13	21,600	1,561,580	-208,211	- 15,616	- 131,552		1,206,201	-	-	1,206,201
14	21,600	1,670,890	-222,785	- 16,709	- 140,761		1,290,635	-	-	1,290,635
15	21,600	1,787,852	-238,380	- 17,879	- 150,614		1,380,979	-	-	1,380,979

16	21,600	1,913,002	-255,067	- 19,130	- 161,157		1,477,648	-	-	1,477,648
17	21,600	2,046,912	-272,922	- 20,469	- 172,438		1,581,083	-	-	1,581,083
18	21,600	2,190,196	-292,026	- 21,902	- 184,509		1,691,759	-	-	1,691,759
19	21,600	2,343,510	-312,468	- 23,435	- 197,424		1,810,182	-	-	1,810,182
20	21,600	2,507,556	-334,341	- 25,076	- 211,244		1,936,895	-	-	1,936,895

Délai de récupération du capital	2.04
Valeur Actualisée Net (VAN)	5,898,430
Taux de Rendement Interne (TRI)	56%

Investissement (USD)	1,091,790	Production par an (tonne)	21600	Subvention	37%
Prix du compost ab usine (USD/ton)	30.0	réduction de rendement	0.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Taux d'intérêt	10.0%
Combustible par tonne de compost	0.3	Man d'œuvre par tonne de compost	4		
Période de calcul	20	Réinvestissement	10000	Durée du prêt	10

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Paiement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 687,828					- 687,828			
1	21,600	693,360	- 92,448	- 6,934	- 58,411		535,568	- 43,158	- 68,783	423,627
2	21,600	741,895	- 98,919	- 7,419	- 62,500		573,057	- 47,474	- 64,467	461,117
3	21,600	793,828	-105,844	- 7,938	- 66,874		613,171	- 52,221	- 59,720	501,231
4	21,600	849,396	-113,253	- 8,494	- 71,556		656,093	- 57,443	- 54,497	544,153
5	21,600	908,854	-121,180	- 9,089	- 76,565		702,020	- 63,188	- 48,753	590,079
6	21,600	972,473	-129,663	- 9,725	- 81,924		751,161	- 69,506	- 42,434	639,221
7	21,600	1,040,546	-138,740	- 10,405	- 87,659		803,743	- 76,457	- 35,484	691,802
8	21,600	1,113,385	-148,451	- 11,134	- 93,795		860,005	- 84,103	- 27,838	748,064
9	21,600	1,191,322	-158,843	- 11,913	- 100,361		920,205	- 92,513	- 19,428	808,264
10	21,600	1,274,714	-169,962	- 12,747	- 107,386		984,619	- 101,764	- 10,176	872,678
11	21,600	1,363,944	-181,859	- 13,639	- 114,903	- 10,000	1,043,543	-	-	1,043,543
12	21,600	1,459,420	-194,589	- 14,594	- 122,946		1,127,291	-	-	1,127,291
13	21,600	1,561,580	-208,211	- 15,616	- 131,552		1,206,201	-	-	1,206,201
14	21,600	1,670,890	-222,785	- 16,709	- 140,761		1,290,635	-	-	1,290,635
15	21,600	1,787,852	-238,380	- 17,879	- 150,614		1,380,979	-	-	1,380,979
16	21,600	1,913,002	-255,067	- 19,130	- 161,157		1,477,648	-	-	1,477,648

17	21,600	2,046,912	-272,922	- 20,469	- 172,438		1,581,083	-	-	1,581,083
18	21,600	2,190,196	-292,026	- 21,902	- 184,509		1,691,759	-	-	1,691,759
19	21,600	2,343,510	-312,468	- 23,435	- 197,424		1,810,182	-	-	1,810,182
20	21,600	2,507,556	-334,341	- 25,076	- 211,244		1,936,895	-	-	1,936,895

Délai de récupération du capital	1.28
Valeur Actualisée Net (VAN)	6,265,668
Taux de Rendement Interne (TRI)	85%

Pour un taux d'intérêt variant de 7 à 17% sans subvention, la VAN reste positive. Mais diminue avec l'accroissement du taux d'intérêt. Elle est respectivement estimée à 8 330 906, 5 898 430, 3 493 734 et 2 876 196 USD. Pour tous ces taux, les valeurs de TR et TRI restent maintenues respectivement à 2.04 et 56%. S'il y a subvention, les valeurs de tous les trois paramètres augmentent beaucoup. Ainsi pour un taux d'intérêt fixé à 10%, les valeurs de VAN, TR et TRI deviennent respectivement 6265668, 1.28 et 85%.

Cette analyse indique que la non application ne constitue pas une barrière. Les problèmes qui pourraient handicaper la promotion de cette technologie sont probablement : la faible disponibilité de la matière première ou la mévente du marché du compost ou l'insuffisance de production.

Investissement (USD)	1,091,790	Production par an (tonne)	21600	Subvention	
Prix du compost ab usine (USD/ton)	30.0	réduction de rendement	0.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Taux d'intérêt	
Combustible par tonne de compost	0.3	Man d'œuvre par tonne de compost	4	Duré du prêt	
Période de calcul	20	Réinvestissement	10000		

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Maintenance	Réinvestissement	Bénéfice avant impôt	Paiement du principal	Intérêt	Résultat
0		- 1,091,790					- 1,091,790			
1	21,600	693,360	- 92,448	- 6,934	- 58,411		535,568	- 48,756	- 185,604	301,208
2	21,600	741,895	- 98,919	- 7,419	- 62,500		573,057	- 57,044	- 177,316	338,692
3	21,600	793,828	- 105,844	- 7,938	- 66,874		613,171	- 66,742	- 167,618	378,811
4	21,600	849,396	- 113,253	- 8,494	- 71,556		656,093	- 78,088	- 156,272	421,733
5	21,600	908,854	- 121,180	- 9,089	- 76,565		702,020	- 91,363	- 142,997	467,658
6	21,600	972,473	- 129,663	- 9,725	- 81,924		751,161	- 106,894	- 127,466	516,801
7	21,600	1,040,546	- 138,740	- 10,405	- 87,659		803,743	- 125,066	- 109,294	569,383
8	21,600	1,113,385	- 148,451	- 11,134	- 93,795		860,005	- 146,327	- 88,032	625,646

9	21,600	1,191,322	- 158,843	- 11,913	- 100,361		920,205	- 171,203	- 63,157	685,84
10	21,600	1,274,714	- 169,962	- 12,747	- 107,386		984,619	- 200,308	- 34,052	750,25
11	21,600	1,363,944	- 181,859	- 13,639	- 114,903	- 10,000	1,043,543	-	-	1,043,54
12	21,600	1,459,420	- 194,589	- 14,594	- 122,946		1,127,291	-	-	1,127,29
13	21,600	1,561,580	- 208,211	- 15,616	- 131,552		1,206,201	-	-	1,206,20
14	21,600	1,670,890	- 222,785	- 16,709	- 140,761		1,290,635	-	-	1,290,63
15	21,600	1,787,852	- 238,380	- 17,879	- 150,614		1,380,979	-	-	1,380,97
16	21,600	1,913,002	- 255,067	- 19,130	- 161,157		1,477,648	-	-	1,477,64
17	21,600	2,046,912	- 272,922	- 20,469	- 172,438		1,581,083	-	-	1,581,08
18	21,600	2,190,196	- 292,026	- 21,902	- 184,509		1,691,759	-	-	1,691,75
19	21,600	2,343,510	- 312,468	- 23,435	- 197,424		1,810,182	-	-	1,810,18
20	21,600	2,507,556	- 334,341	- 25,076	- 211,244		1,936,895	-	-	1,936,89

Délai de récupération du capital	
Valeur Actualisée Net (VAN)	2,876,196
Taux de Rendement Interne (TRI)	

Investissement (USD)	1,091,790	Production par an (tonne)	21600	Subvention	
Prix du compost ab usine (USD/ton)	30.0	réduction de rendement	0.00%		
Tauxd'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Tauxd'intérêt	
Combustible par tonne de compost	0.3	Man d'œuvre par tonne de compost	4		
Période de calcul	20	Réinvestissement	10000	Duré du prêt	

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Maintenance	Réinves-tissement	Bénéficeavantimpôt	Payement du principal	Intérêt	Résultat
0		- 687,828					- 687,828			
1	21,600	693,360	- 92,448	- 6,934	- 58,411		535,568	- 30,716	- 116,931	387
2	21,600	741,895	- 98,919	- 7,419	- 62,500		573,057	- 35,938	- 111,709	425
3	21,600	793,828	- 105,844	- 7,938	- 66,874		613,171	- 42,047	- 105,600	465
4	21,600	849,396	- 113,253	- 8,494	- 71,556		656,093	- 49,195	- 98,452	508
5	21,600	908,854	- 121,180	- 9,089	- 76,565		702,020	- 57,558	- 90,088	554
6	21,600	972,473	- 129,663	- 9,725	- 81,924		751,161	- 67,343	- 80,303	603
7	21,600	1,040,546	- 138,740	- 10,405	- 87,659		803,743	- 78,792	- 68,855	656
8	21,600	1,113,385	- 148,451	- 11,134	- 93,795		860,005	- 92,186	- 55,460	712
9	21,600	1,191,322	-	- 11,913	- 100,361		920,205	-	-	772

			158,843					107,858	39,789	
10	21,600	1,274,714	- 169,962	- 12,747	- 107,386		984,619	- 126,194	- 21,453	836
11	21,600	1,363,944	- 181,859	- 13,639	- 114,903	- 10,000	1,043,543	-	-	1,043
12	21,600	1,459,420	- 194,589	- 14,594	- 122,946		1,127,291	-	-	1,127
13	21,600	1,561,580	- 208,211	- 15,616	- 131,552		1,206,201	-	-	1,206
14	21,600	1,670,890	- 222,785	- 16,709	- 140,761		1,290,635	-	-	1,290
15	21,600	1,787,852	- 238,380	- 17,879	- 150,614		1,380,979	-	-	1,380
16	21,600	1,913,002	- 255,067	- 19,130	- 161,157		1,477,648	-	-	1,477
17	21,600	2,046,912	- 272,922	- 20,469	- 172,438		1,581,083	-	-	1,581
18	21,600	2,190,196	- 292,026	- 21,902	- 184,509		1,691,759	-	-	1,691
19	21,600	2,343,510	- 312,468	- 23,435	- 197,424		1,810,182	-	-	1,810
20	21,600	2,507,556	- 334,341	- 25,076	- 211,244		1,936,895	-	-	1,936

Délai de récupération du capital	
Valeur Actualisée Net (VAN)	3,221,4
Taux de Rendement Interne (TRI)	

Investissement (USD)	1,091,790	Production par an (tonne)	21600	Subvention	0%
Prix du compost ab usine (USD/ton)	30.0	réduction de rendement	0.00%		
Taux d'inflation	7.00%	Maintenance (% d'investissement)	5.00%	Taux d'intérêt	57.0%
Combustible par tonne de compost	0.3	Man d'œuvre par tonne de compost	4		
Période de calcul	20	Réinvestissement	10000	Duré du prêt	10

Année	Production annuelle (tonnes)	Revenu	Man d'œuvre	Combustible	Maintenance	Réinvestisse- ment	Bénéfice avant im- pôt	Payement du principal	Intérêt	Résultat annuel
0		- 1,091,790					- 1,091,790			
1	21,600	693,360	- 92,448	- 6,934	- 58,411		535,568	- 6,915	- 622,320	- 93,668
2	21,600	741,895	- 98,919	- 7,419	- 62,500		573,057	- 10,857	- 618,379	- 56,178
3	21,600	793,828	- 105,844	- 7,938	- 66,874		613,171	- 17,046	- 612,190	- 16,064
4	21,600	849,396	- 113,253	- 8,494	- 71,556		656,093	- 26,762	- 602,474	26,858
5	21,600	908,854	- 121,180	- 9,089	- 76,565		702,020	- 42,016	- 587,220	72,784
6	21,600	972,473	-	- 9,725	- 81,924		751,161	-	-	121,926

			129,663					65,965	563,270	
7	21,600	1,040,546	-138,740	- 10,405	- 87,659		803,743	-103,565	-525,670	174,507
8	21,600	1,113,385	-148,451	- 11,134	- 93,795		860,005	-162,598	-466,638	230,769
9	21,600	1,191,322	-158,843	- 11,913	- 100,361		920,205	-255,278	-373,957	290,969
10	21,600	1,274,714	-169,962	- 12,747	- 107,386		984,619	-400,787	-228,449	355,384
11	21,600	1,363,944	-181,859	- 13,639	- 114,903	-10,000	1,043,543	-	-	1,043,543
12	21,600	1,459,420	-194,589	- 14,594	- 122,946		1,127,291	-	-	1,127,291
13	21,600	1,561,580	-208,211	- 15,616	- 131,552		1,206,201	-	-	1,206,201
14	21,600	1,670,890	-222,785	- 16,709	- 140,761		1,290,635	-	-	1,290,635
15	21,600	1,787,852	-238,380	- 17,879	- 150,614		1,380,979	-	-	1,380,979
16	21,600	1,913,0	-255,067	- 19,130	- 161,157		1,477,648	-	-	1,477,648

		02								
17	21,600	2,046,912	- 272,922	- 20,469	- 172,438		1,581,083	-	-	1,581,083
18	21,600	2,190,196	- 292,026	- 21,902	- 184,509		1,691,759	-	-	1,691,759
19	21,600	2,343,510	- 312,468	- 23,435	- 197,424		1,810,182	-	-	1,810,182
20	21,600	2,507,556	- 334,341	- 25,076	- 211,244		1,936,895	-	-	1,936,895

Délai de récupération du capital	2.04
Valeur Actualisée Net (VAN)	- 13,519
Taux de Rendement Interne (TRI)	56%

Tableau. 18 bis Evaluation des besoins pour un projet de compostage des déchets organiques

Désignation	quantité	Coût unitaire en FBU	Coût total en FBU	USD
I. Equipement et matériel				
1.1.Achat terrain (ha)	10	50000000	500000000	29411764.71
1.2. Construction d'un bureau+ hangar (pce)	1	100000000	100000000	5882352.941
TotalI			600000000	35294117.65
II. Equipement bureau (pce)			0	0
2.1.Achat microordinateur	2	4000000	8000000	470588.2353
2.2.Achat imprimante	1	2500000	2500000	147058.8235
2.3. Achatphotocopieuse	1	3000000	3000000	176470.5882
TotalII			13500000	794117.6471
III. Achat matériel de terrain(pce)			0	0
3.1.Achat véhicule de liaison	2	20000000	40000000	2352941.176
3.2.Achat benne	2	150000000	300000000	17647058.82
33.matériels divers	1	2000000	2000000	117647.0588
TotalIII			342000000	20117647.06
IV. Salaires				
4.1. Main d'œuvre (Hj)				
(n hj/tonnes * nb tonnes)	86400	9000	777600000	457411.7647
4.2. Chef d'entreprise	1	8400000	8400000	4941.176471
4.3.Secrétaire comptable	1	6000000	6000000	3529.411765
4.4. chauffeur Benne	2	4200000	8400000	4941.176471
4.4.Chauffeurcte véhicule de liaison	2	3600000	7200000	4235.294118
4.5.veilleur	2	1800000	3600000	2117.647059
4.6.planton	1	960000	960000	564.7058824
TotalIV			812160000	477741.1765
TotalIà IV			1767660000	1039800
Frais de gestion (5% de Total I à IV)			88383000	51990
Total général			1856043000	1091790

Annexe2.2. identification et analyse des barrières

I.1.1. Analyse des barrières «Optimisation et standardisation des foyers améliorés »

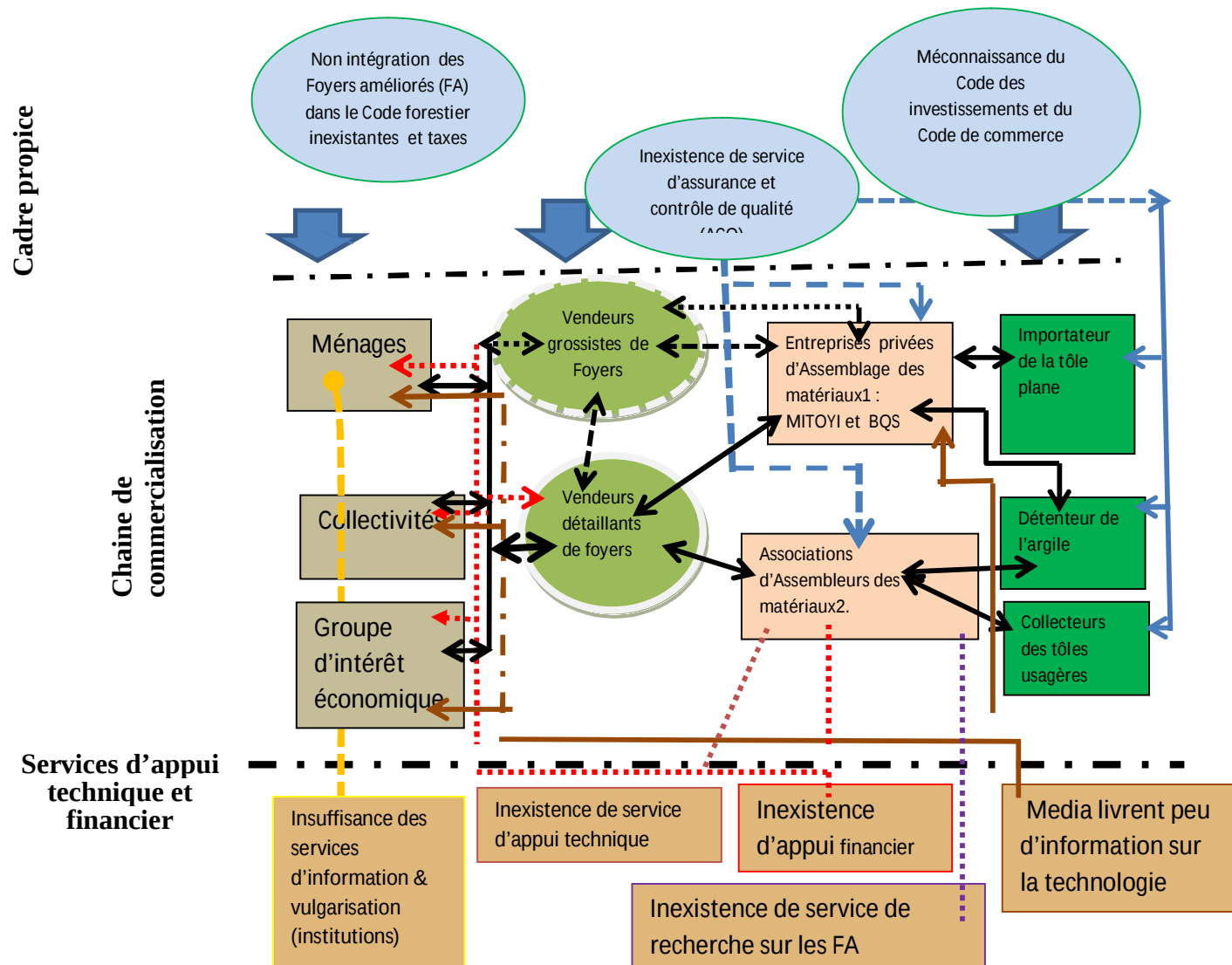


Figure n°6. Cartographie du marché de la technologie « la standardisation et l'optimisation des foyers améliorés »

Légende :

La cartographie du marché comprend trois composantes : (i) la chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs ; (ii) l'environnement propice aux affaires et (iii) les services d'appui technique et financiers.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché.

i. la chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation du foyer amélioré depuis l'importation et/ou la production des matériaux de base jusqu'au consommateur final, en passant par les services d'assemblage et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'approvisionnement et d'assemblage des matériaux de base à savoir la tôle et l'argile. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et oranger. La troisième et la quatrième colonne segment représentant respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii. L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs.

iii. Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

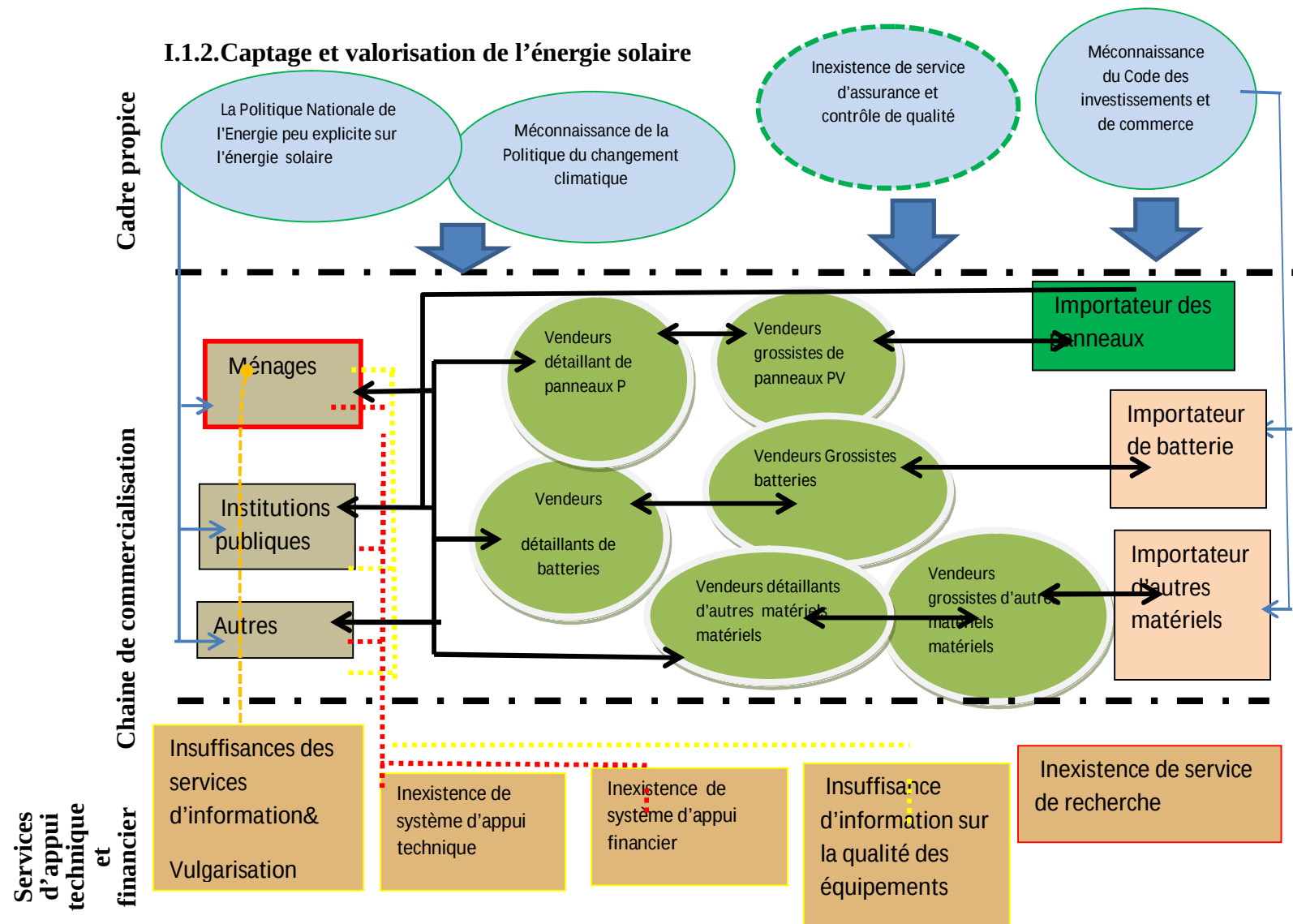


Figure n°7. Cartographie de la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque »

Légende :

La cartographie du marché comprend trois composantes : (i) la chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs ; (ii) l'environnement propice aux affaires et (iii) les services d'appui technique et financiers.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché.

i. La chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation du matériel et équipements solaires depuis l'importation jusqu'au consommateur final, en passant par les services d'assemblage et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'approvisionnement et d'assemblage des matériaux de base à savoir les plaques, les onduleurs, les batteries, les câbles, etc. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et oranger. La troisième et la quatrième colonne segment représentant respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii. L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs.

iii. Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

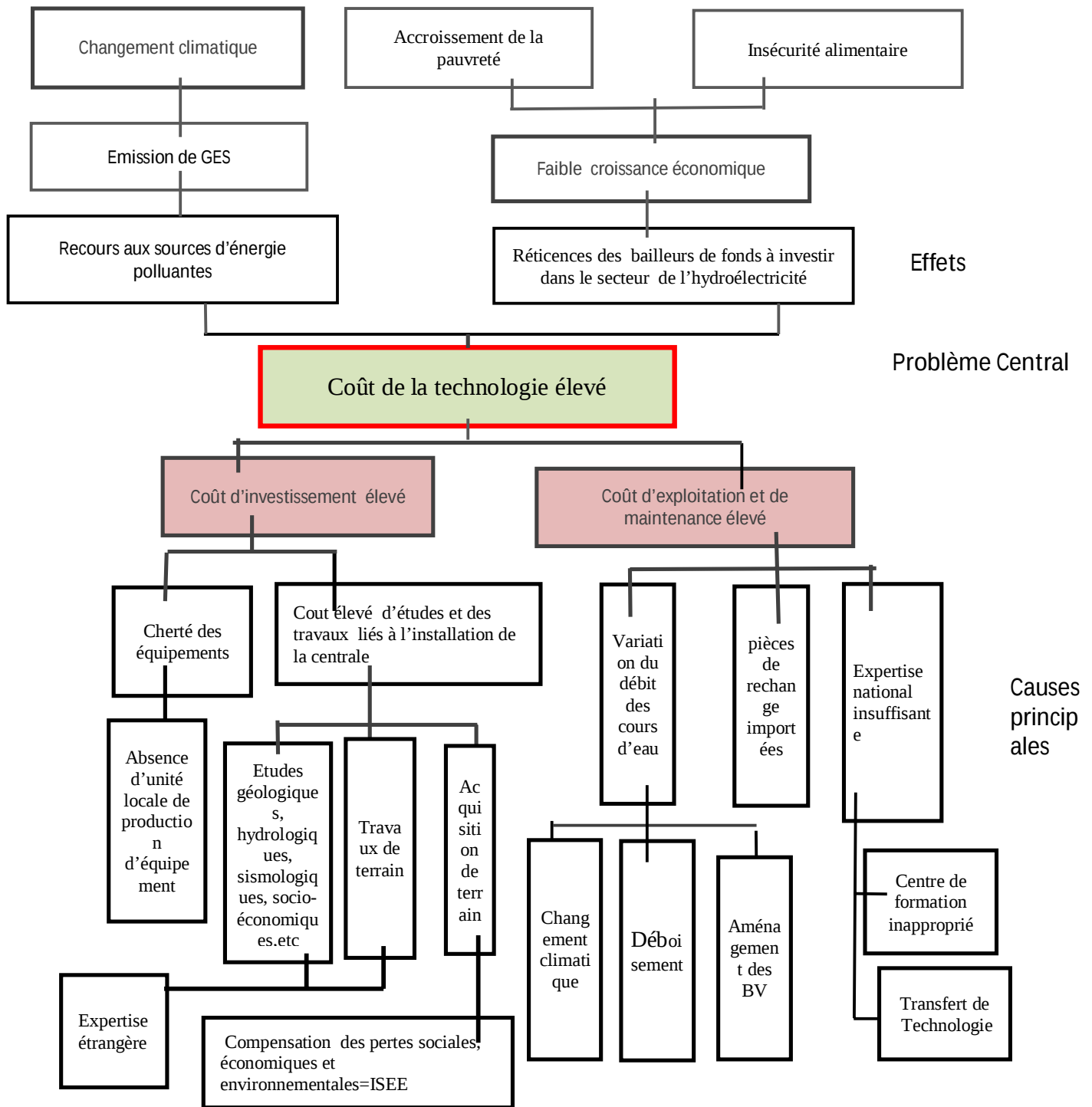
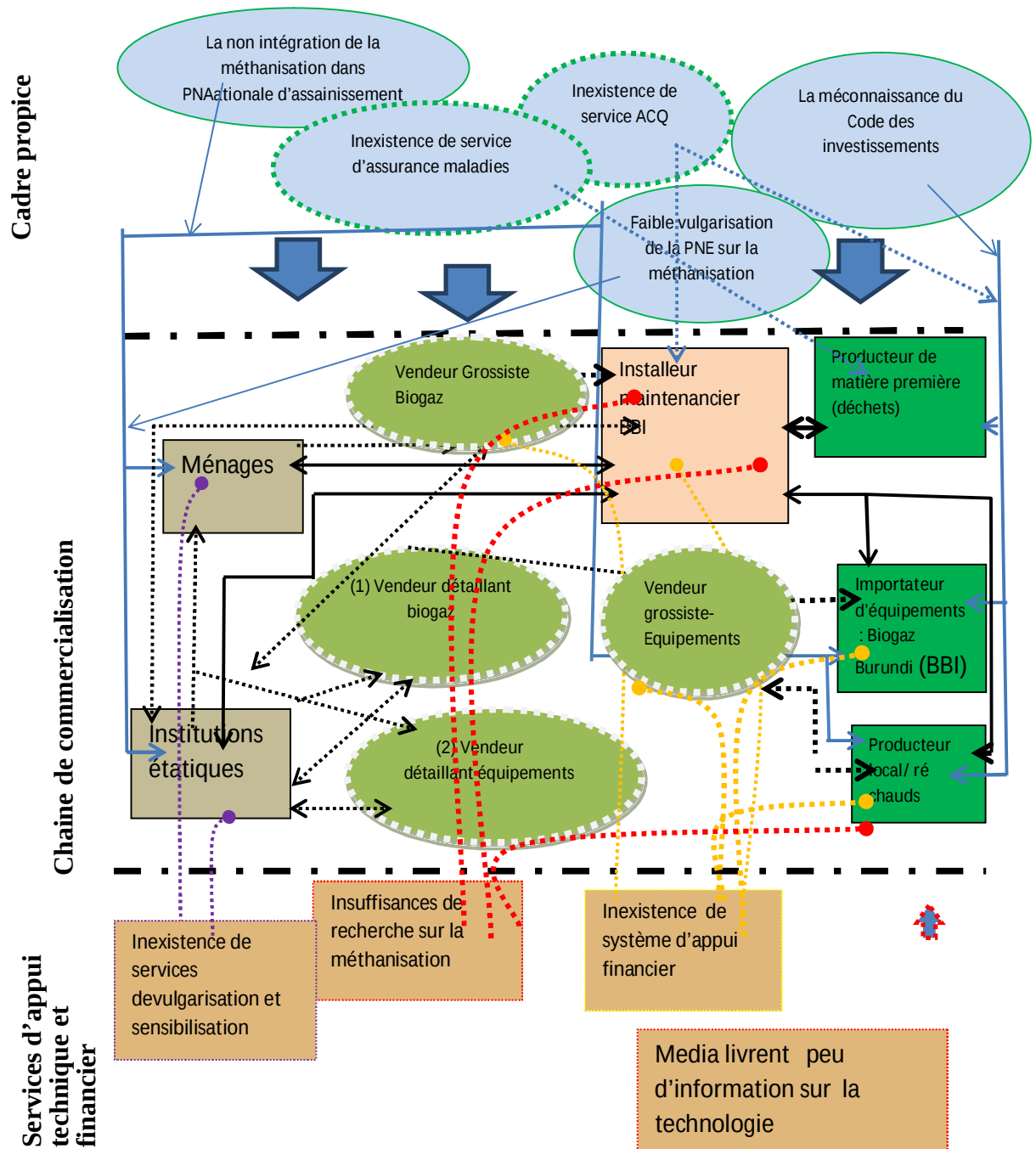


Figure n°8. Arbre à problèmes pour la technologie « Optimisation et multiplication des microcentrales »

I.1.4. Méthanisation pour la production du biogaz



Graphique n°9. Cartographie du marché de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Légende :

La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation des équipements et matière première pour la production du biogaz depuis l'importation et/ou la production des matériaux de base jusqu'au consommateur final, en passant par les services d'assemblage et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché. Les lignes pointillées indiquent les liens potentiels.

i. La chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'importation, de production et d'installation des équipements. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et orange clair. La troisième et la quatrième colonne représentant respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii. L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs. Les lignes en pointillées entourant les boîtes correspondant respectivement aux services d'assurance et d'assurance et contrôle qualité indiquent que ces services sont indispensables mais n'existent pas.

iii. Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

I.1.5. Optimisation des briquettes de biomasse

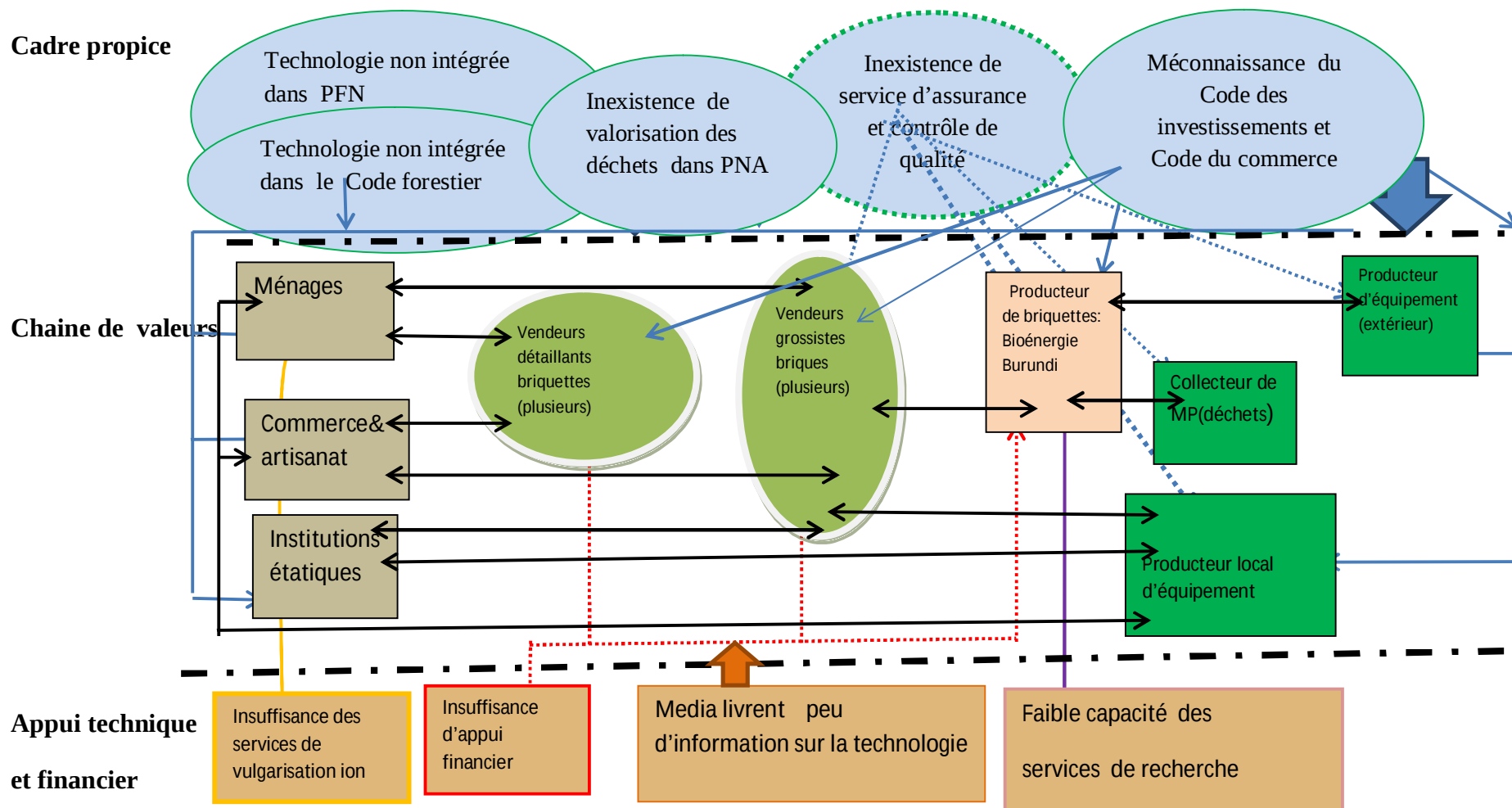


Figure n°10. Cartographie du marché de la technologie « Optimisation des capacités des briquettes de biomasse »

Légende :

La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation des équipements pour la production des briquettes de biomasse ainsi que les briquettes de biomasse depuis la production à l'extérieur jusqu'au consommateur final, en passant par les services de production et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché. Les autres lignes pointillées de couleur variées indiquent les liens potentiels.

i. La chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'installation des équipements et de production. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et oranger clair. La troisième et la quatrième colonne représentent respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii. L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs. Les lignes en pointillées entourant les boîtes correspondant respectivement aux services d'assurance et contrôle qualité indiquent que ces services sont indispensables mais n'existent pas.

iii. Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

I.1.6. Compostage des déchets organiques

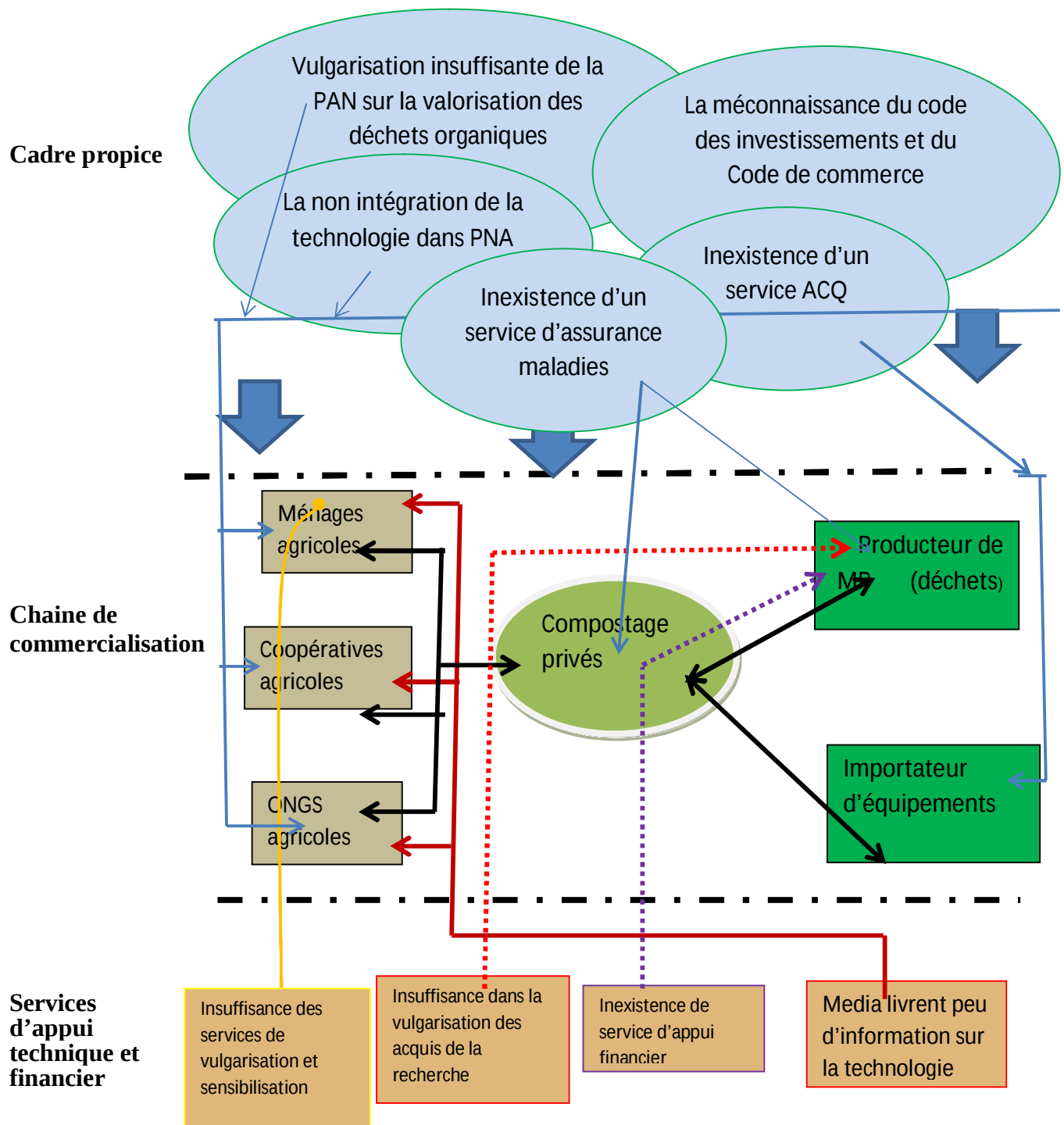


Figure n°11. Cartographie du marché de la technologie « Compostage des déchets organiques »

Légende :

La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation des équipements et matière première pour la production du biogaz depuis l'importation et/ou la production des matériaux de base jusqu'au consommateur final, en passant par les services d'assemblage et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché. Les lignes pointillées indiquent les liens potentiels.

i.La chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'importation, de production et d'installation des équipements. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et oranger clair. La troisième et la quatrième colonne représentant respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii.L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs. Les lignes en pointillées entourant les boîtes correspondant respectivement aux services d'assurance et d'assurance et contrôle qualité indiquent que ces services sont indispensables mais n'existent pas.

iii.Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

Annexe2.3. Identification et analyse des mesures pour surmonter les barrières identifiées

2.1. Cartographie du marché de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés »

Cadre propice

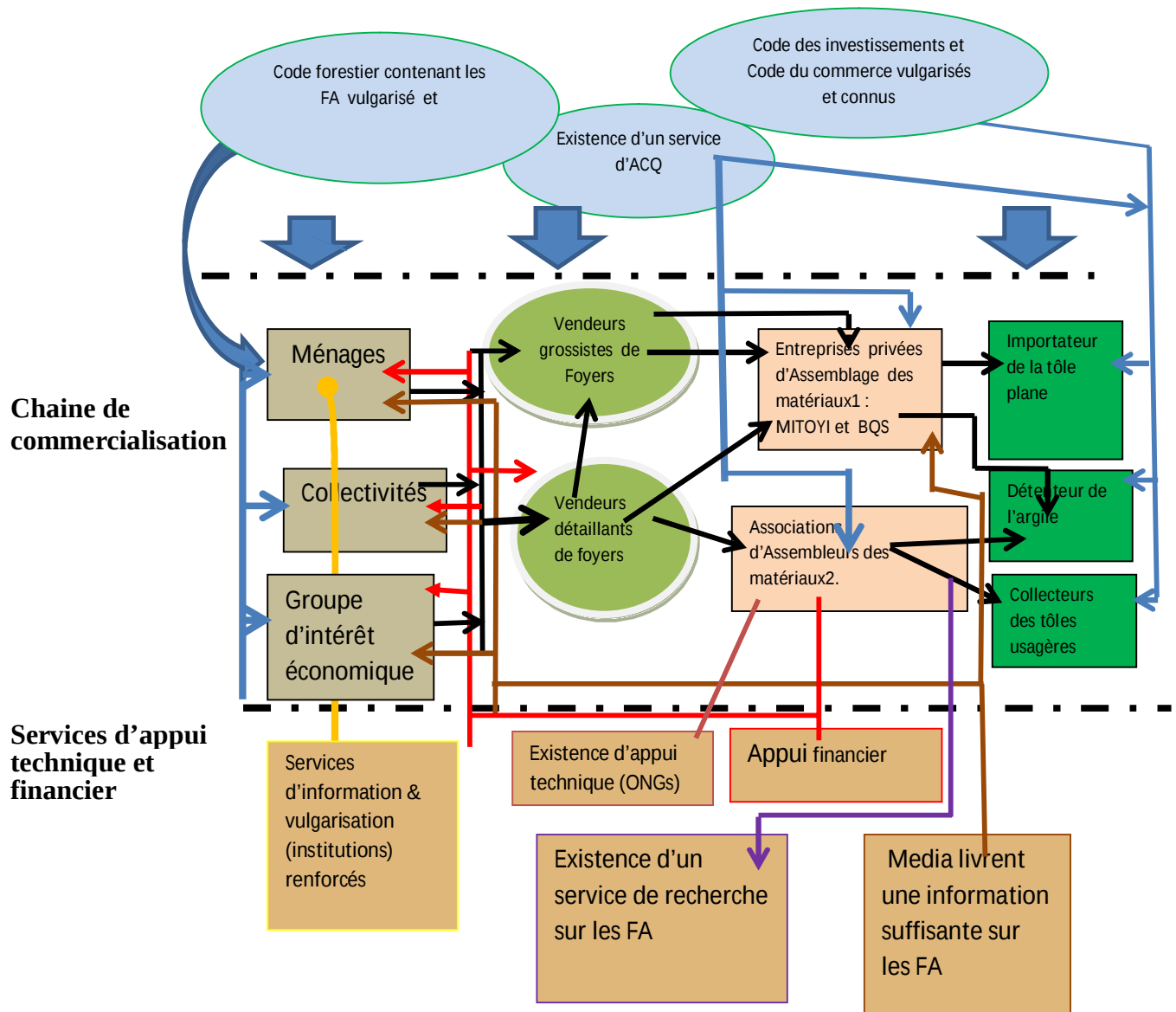


Figure n°12. Cartographie du marché de la technologie « l'optimisation la standardisation des foyers améliorés »

Légende :

La carte ci-dessus montre les principaux acteurs économiques qui participent à la chaîne de commercialisation des équipements et matière première pour la production du biogaz depuis l'importation et/ou la production des matériaux de base jusqu'au consommateur final, en passant par les services d'assemblage et de commercialisation. Cette carte montre en outre les liens entre les différents acteurs.

Les lignes pointillées horizontales en noir indiquent les limites de séparation des trois composantes de la cartographie du marché. Les lignes pointillées indiquent les liens potentiels.

i.La chaîne de commercialisation ou chaîne de valeurs

L'élément central de la cartographie du marché est la chaîne de valeurs. Sur la carte, cette chaîne est subdivisée en quatre colonnes parallèles et perpendiculaires à l'axe séparant les trois éléments de la cartographie du marché de la technologie.

La première et la deuxième colonne comprennent respectivement les services d'importation, de production et d'installation des équipements. Ces services sont respectivement illustrés par les boîtes rectangulaires de couleur vert foncé et oranger clair. La troisième et la quatrième colonne représentant respectivement, les services de vente et d'achat du produit fini, ils sont respectivement illustrés par des boîtes sphériques ou ovales de couleur vert clair et des boîtes rectangulaires de couleur brune.

Les liens entre les différents acteurs du marché sont illustrés par des flèches noires pleines si le lien existe ou flèches en pointillé s'il s'agit d'un lien potentiel.

ii.L'environnement propice aux affaires

Sur la carte, les boîtes de forme ovale et de couleur bleu représentent la cartographie des facteurs qui influent l'environnement des affaires et le fonctionnement de la chaîne de valeurs. Les lignes en pointillées entourant les boîtes correspondant respectivement aux services d'assurance et d'assurance et contrôle qualité indiquent que ces services sont indispensables mais n'existent pas.

iii.Les services d'appui

Les boîtes de forme rectangulaire et de couleur orange clair représentent les services d'appui technique et/ou financier. Les liens entre les services de soutien et les acteurs du marché sont illustrés par des flèches rouges, jaunes et violettes.

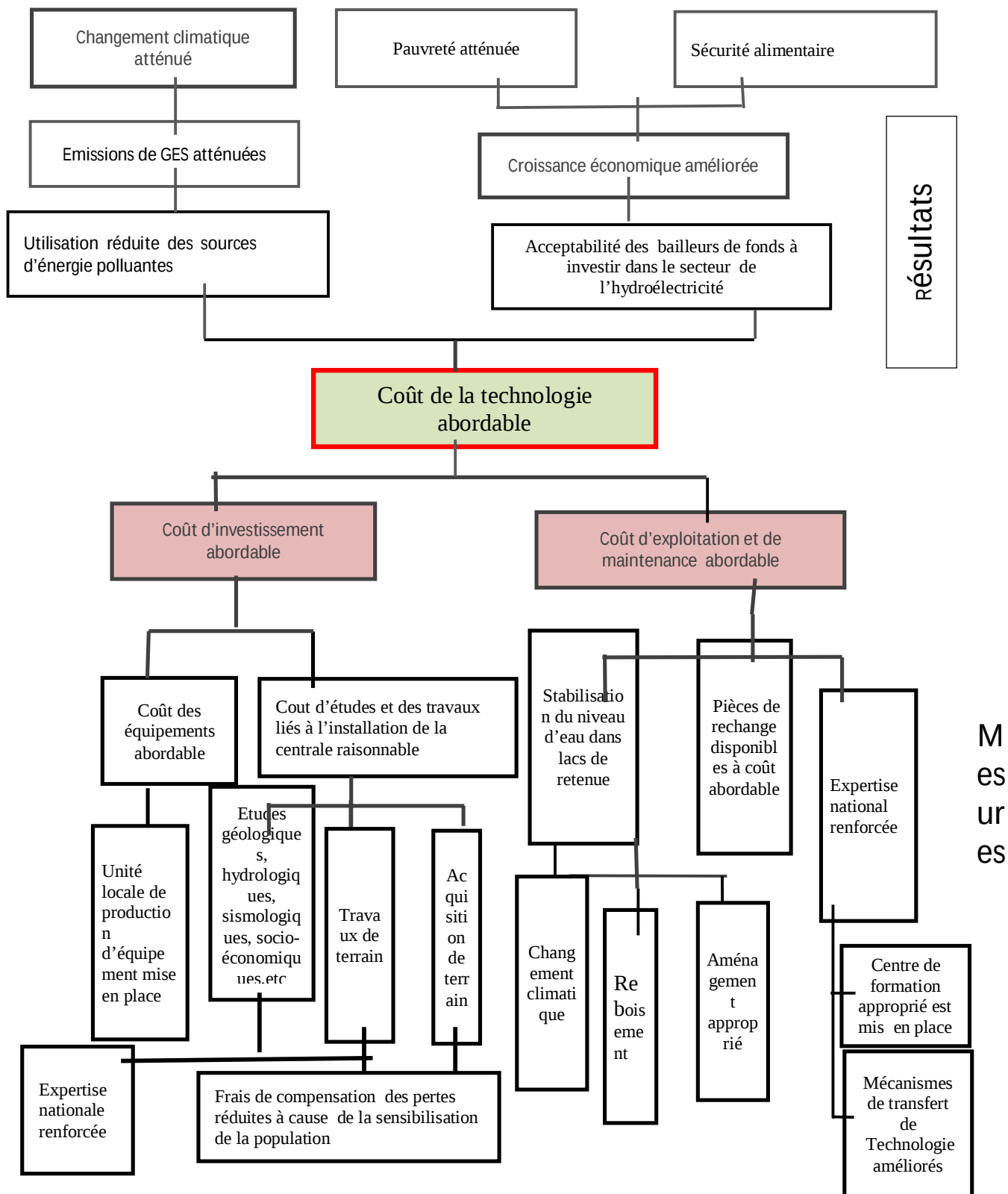


Figure n°13. Optimisation et multiplication des microcentrales hydroélectriques: arbre à solutions

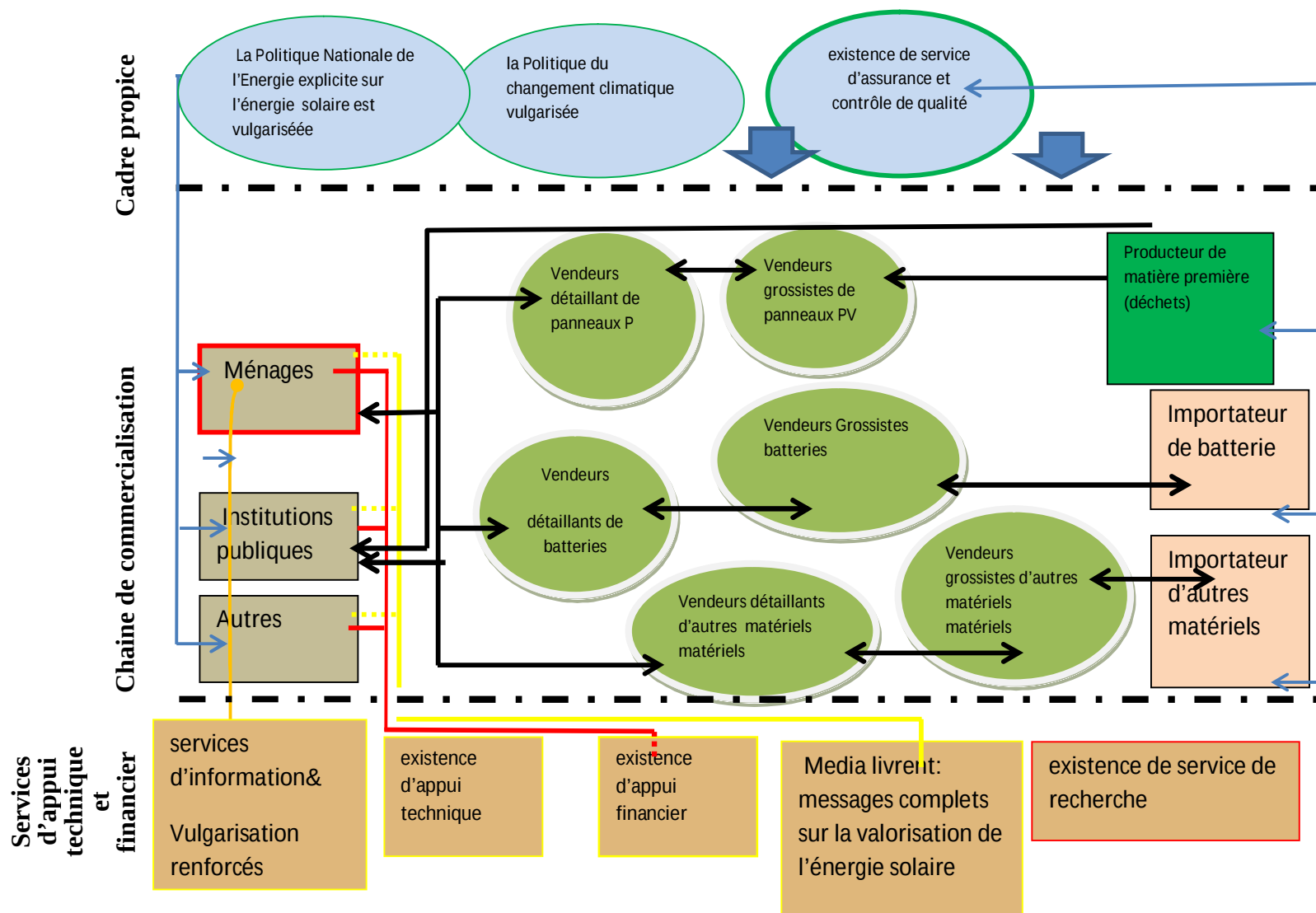


Figure n°14. Cartographie de la technologie « le Captage et la valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque »

I.2.4. Méthanisation pour la production du biogaz

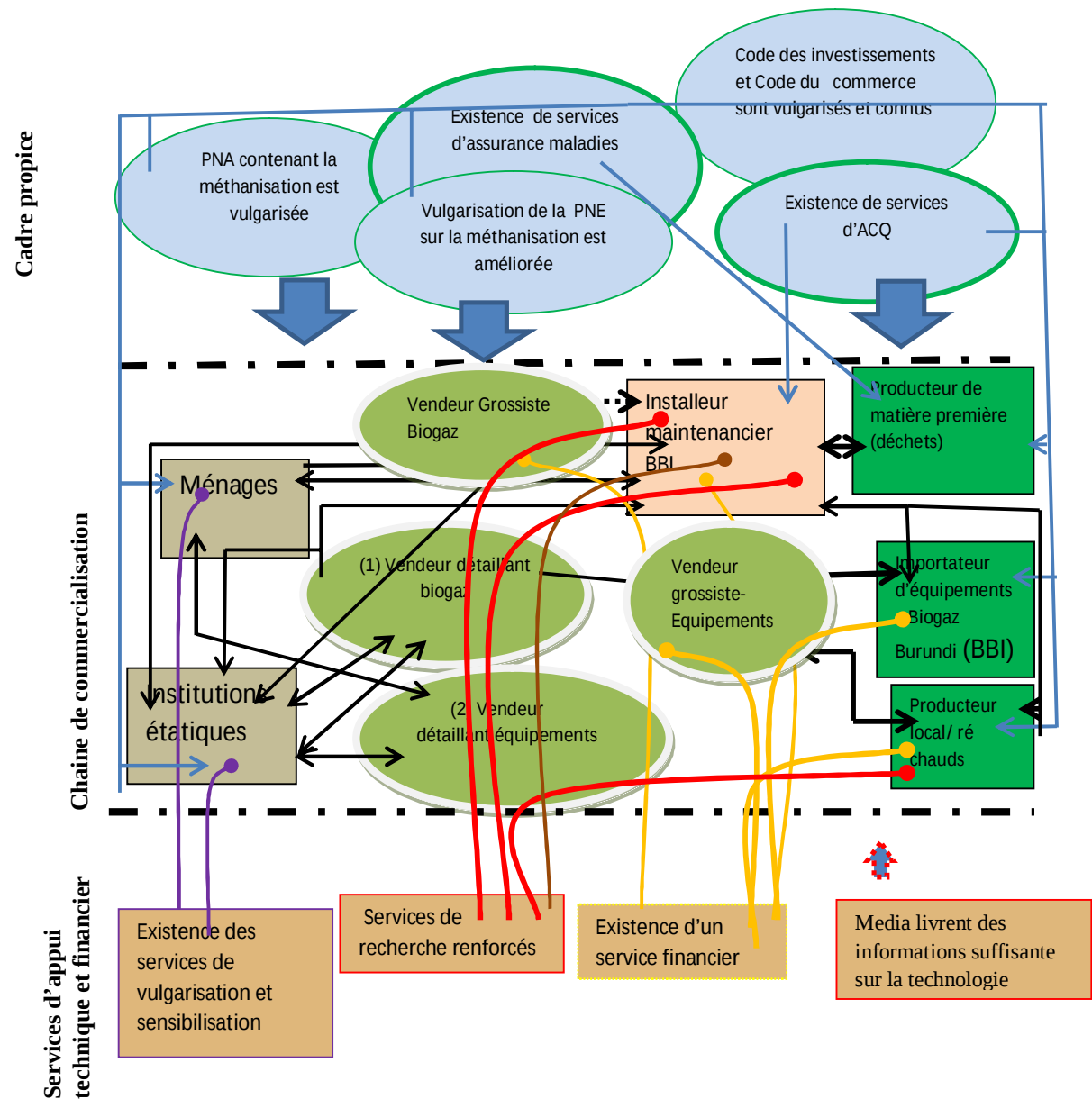


Figure n°15. Cartographie du marché de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz ».

I.2.5.Optimisation des briquettes de biomasse

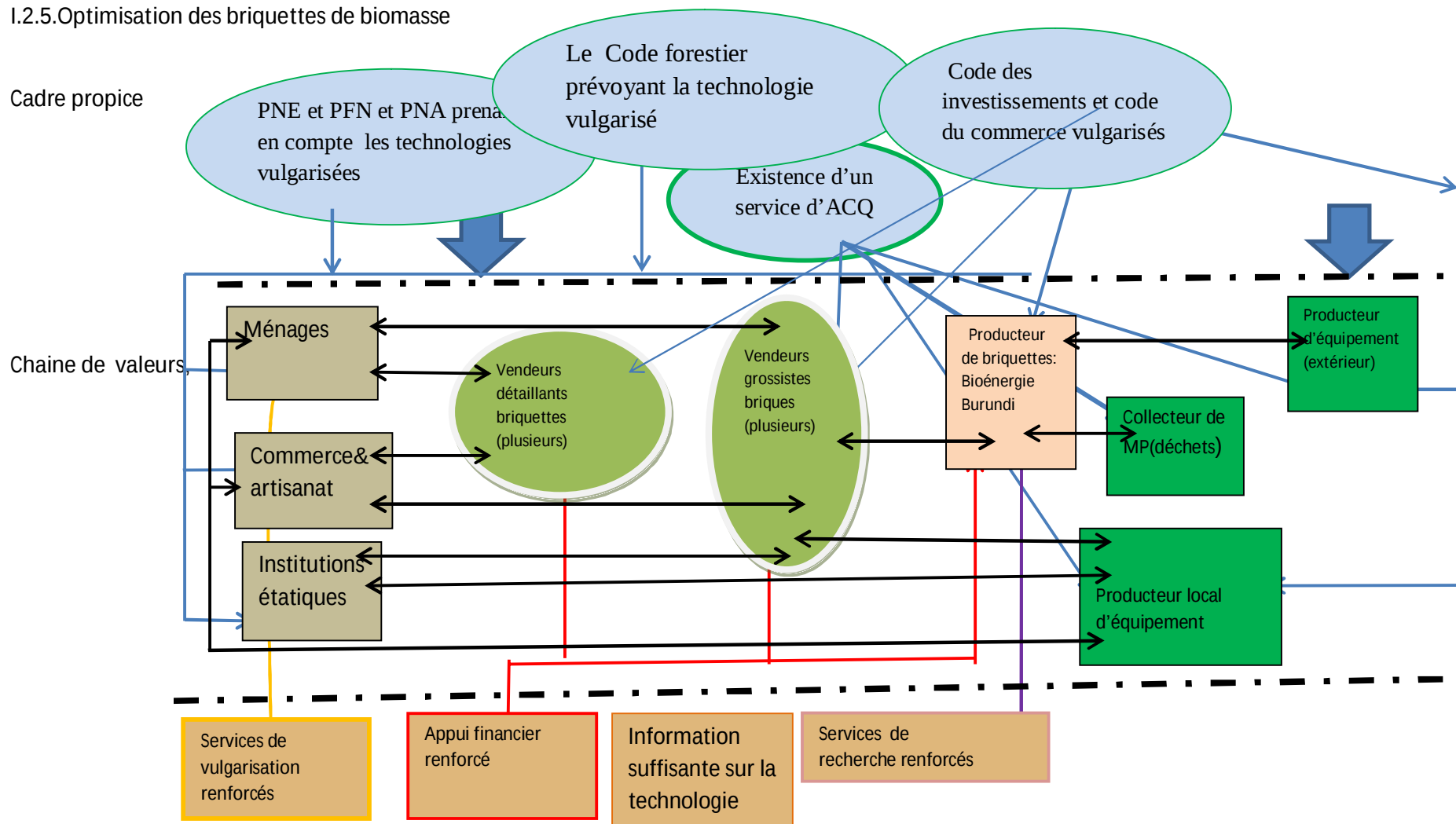


Figure n°16. Cartographie du marché de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse »

Compostage des déchets organiques

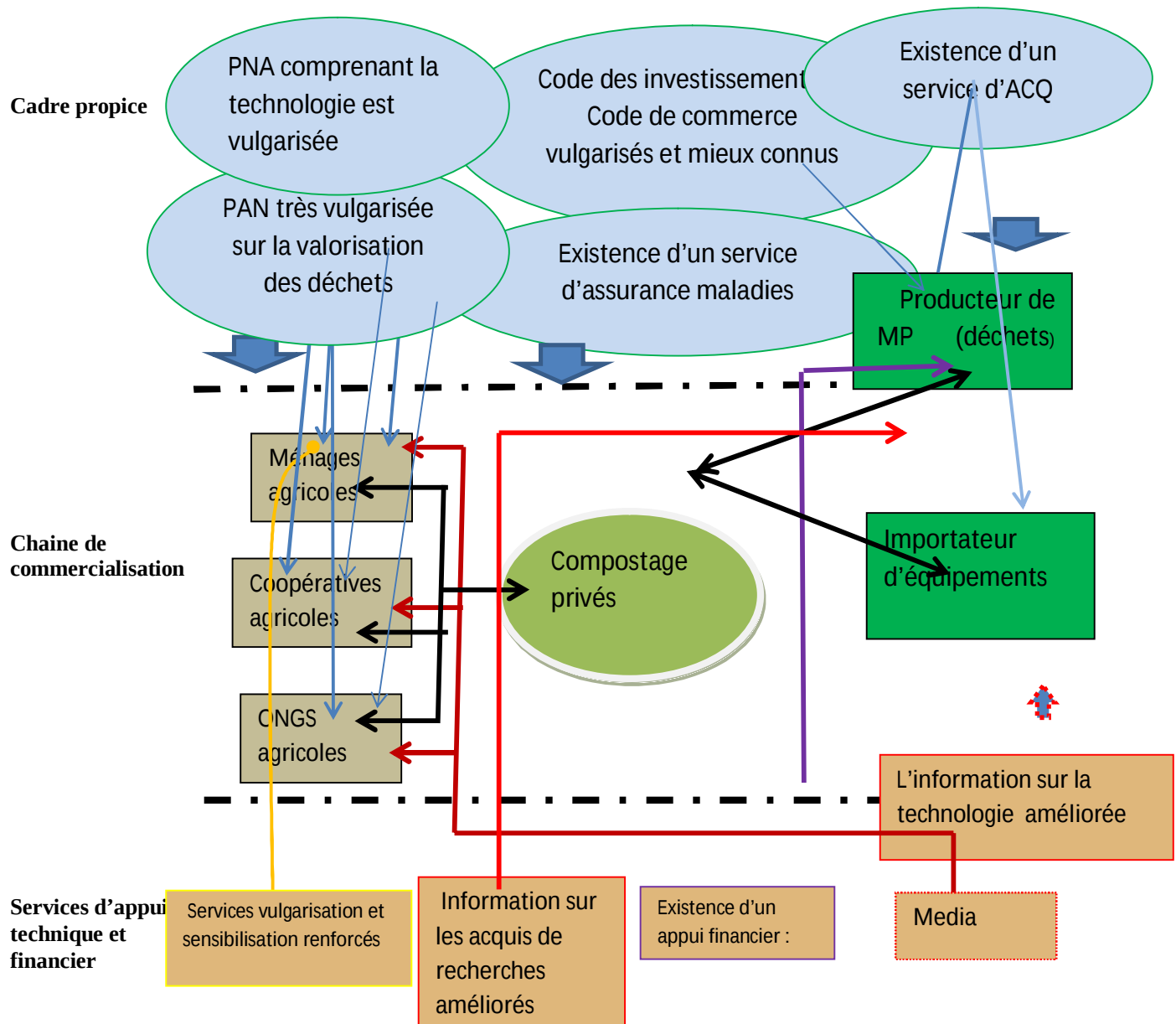


Figure n°17. Cartographie du marché de la technologie « Compostage des déchets organiques »

Annexe III. Analyse Coûts/bénéfices

Tableau n°4. Analyse coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés

Réduction des émissions du CO ₂ lié à l'utilisation du foyer amélioré comparé au foyer traditionnel	0,006 tonnes/foyer	Investissement	374.000 USD				
Nombre d'employés pour fabrication des foyers	0,5 hommes/jours/ foyer	Production	162000 foyers améliorés en cinq ans				
réduction du CO ₂ /en 5 ans (durée de vie)	0,033 tonnes/foyer en 5 ans	Taux d'escompte	5%				
		Subvention par foyer amélioré	0,37*374 000 USD/162.000=0,85USD				
Désignation	Unité	Total 5 ans	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5
Impacts							
Production de foyers améliorés/année de référence	(1000)	43,87	7,64	8,06	8,69	9,84	9,64
Production de foyers améliorés (programme)	(1000)	161,4	30	32	32,4	33	34
Impact - du programme /an	(1000)	117,53	22,36	23,94	23,71	23,16	24,36
Coût du Programme		VAN					0
Subvention par unité	USD		0,85	0,85	0	0	0
Subvention	M USD	0,0	0,0255	0,0272	0	0	0
Renforcement de l'équipement des associations d'artisans	M USD	0,1	0,06	0	0	0	0
Renforcer l'encadrement de la population	M USD	2,1	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2
Intégrer la technologie dans CDN	M USD	0,1	0,1	0	0	0	0
stratégie de sensibilisation et de conscientisation	M USD	0,1	0,1	0	0	0	0
Intégrer les foyers améliorés recherche	M USD	0,0	0,05	0	0	0	0
Organisation d'une campagne de vulgarisation et sensibilisation	M USD	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0
Renforcement des capacités des artisans par la formation	M USD	0,2	0,06	0,06	0,06	0,017052	0,017052
Révision du code forestier afin d'y intégrer la technologie	M USD	0,1	0,1				
Gestion du programme	M USD	1,1	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Coût total du programme (VAN)	M USD	6,3	2,8	2,0	1,0	0,6	0,5
Coût moyen par foyer supplémentaire	USD	54	125	83	43	27	22
Avantages/Bénéfices en termes d'emplois (personnes)	persons	58 765	11 180	11 970	11 855	11 580	12 180
Avantages/Bénéfices en termes de réduction d'émission	1000 T	3 878	738	790	782	764	804
Coût des avantages							
Réduction du CO ₂	1,62USD/tonnes CO ₂			Avantages sur Emplois		107,09 USD/personne/5 ans	

Hypothèses :

Un foyer traditionnel à rendement égal à 15% consomme 3kg de charbon de bois par jour (Burundi, 2013). Ce qui correspond à 18 kg de bois sur pied, car le rendement carbonisation est 17% (NYENGAYENGE, 2009). Un foyer amélioré proposé (modèle KCJ) à rendement égal 35% permet d'économiser 20% de la consommation. Ceci permet d'éviter une émission de 6,6kg ou 0,0066 tonnes de CO₂ par foyer amélioré utilisé.

La fraction de carbone dans le bois est estimée à 0,5. Les valeurs des poids moléculaire du carbone et du CO₂ sont respectivement égales à 12 et 44.

. Les émissions évitées sont calculées par la formule suivante :

Emissions évitées = $18 \times 20 / 100 \times 0,5 \times 44 / 12 \times 32400000$ foyers par an $\times 5$ ans

Concernant le nombre d'unités de personnes à employer dans ce programme de production et de diffusion des foyers améliorés. La norme est actuelle est évaluée à 4 foyers améliorés par personne par jour. Donc pour produire et diffuser un foyer 4 foyers, il faut compter 2 personnes dont une pour la production et une autre pour la diffusion, soit 0,5 hj par foyer.

Tableau n°4.1 .Hypothèses retenues et paramètres utilisés pour le calcul de la réduction des émissions du CO₂ sont estimées comme suit :

Paramètre	Unité de mesure	Valeur ou quantité
Nombre de foyers à produire et diffuser par an	Nombre	324000
Ratio journalière de consommation du bois	en kg	18
Rendement à la carbonisation	%	17
Rendement matière du foyer amélioré	%	15
Rendement matière du foyer amélioré	%	35
Taux de carbone dans le bois	%	50
Le poids moléculaire du carbone		12
Le poids moléculaire du CO ₂		44

En vue de contribuer à l'atténuation des effets du changement climatique, les mesures proposées comprennent la production et la diffusion des foyers améliorés. La production annuelle est estimée à 324000 foyers améliorés de type KCJ. Les actions d'évitement d'émission de CO₂ exigent des dépenses. Mais, elles procurent des avantages socio-économiques et environnement. Ainsi, cette technologie permet d'éviter une émission de 3 878 000 tonnes de CO₂ et de recruter 58 765 personnes supplémentaires. Les coûts occasionnés par ces dépenses sont respectivement estimés à 1,62 dollar américain par tonne de CO₂ sauvegardé et 107,09dollars par personne supplémentaire en 5 ans. Le coût total du programme revient à 4 700 000 dollars américains

Tableau n°7. Analyse Coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Les caractéristiques requises pour qu'une centrale hydroélectrique soit performante

Réduction du CO ₂ par rapport au diesel		0,887 T/MWh				Investissement				557 000 000 USD			
Emplois		13 000 personnes par centrale				Production				596 670 kWh/an			
Réduction du CO ₂ pendant 20 ans		10 584,9258 tonnes				Taux d'escompte				7%			
Désignation	Unité	Total 10 ans	an1	an2	an3	an4	an5	an6	an7	an 8	an9	an10	
Installations/année de base	(1000)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Installations (programme)	(1000)	0,008	0	0,001	0,002	0,002	0,003	0	0	0	0	0	
Impact - installations/an	(1000)	0,008	0	0,001	0,002	0,002	0,003	0	0	0	0	0	
Coût du Programme		VAN											
Subvention par centrale installée à 37%	USD		61827000	51522500	41218000	30913500	20609000	0	0	0	0	0	
Subventionner le coût de la centrale	M USD	203,5	0	51,5225	82,436	61,827	61,827	0	0	0	0	0	
Réalisation des études d'impact environnemental	M USD	174,7	70,5	63	56,25	10,25	0	0	0	0	0	0	
Renforcement de l'expertise local	M USD	88,6	0	28	28	28	28	0	0	0	0	0	
installation d'une unité locale de production d'équipements		2,7	2,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Construire la centrale hydroélectrique	M USD	0,2	0,12	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aménagement des bassins versants	M USD	2,2	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	

Total programme cost (VAN)	M USD	471,9	74,7	143,8	166,7	100,1	89,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coût moyen par centrale supplémentaire	USD	58 984510		143782500	83343000	50038500	29942333	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Avantages												
prestation de services (personnes)	persons	10 400	-	1 300	2 600	2 600	3 900	-	-	-	-	-
réduction total du CO ₂	1000 T	85	-	11	21	21	32	-	-	-	-	-
Coût des avantages												
réduction du CO ₂	5 572,50 USD par tonne en 20 ans						prestation de services: 45 373 en dix ans					

Coûts inhérents aux avantages :

1. Coût de la réduction des émissions de CO₂: 5572,50USD par tonne sur une durée de vie de vingt ans, soit 279USD par tonne par an.
2. Coût de l'emploi : 45373 USD par personne en dix ans soit 4537 par personne par an.

Tableau n° 10 .Analyse Coûts/bénéfices des mesures favorables à la technologie « le captage et la valorisation de l'énergie solaire »

Réduction du CO ₂ par rapport au diesel	16,2 T/MWh
Emplois	52Hommes jour/kWh
Réduction du CO ₂ pendant 20 ans	104652000 tonnes
Investissement	86000000 USD
Production	323000 000kWh/an
Taux d'escompte	7%

Désignation	Unité	Total 10 10 ans	an 1	an 2	an 3	an 4	an 5	an 6	an 7	an 8	an 9	an 10
Impact												
Installations/année de référence	(1000)	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
Installations (programme)	(1000)	0,9	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Impacts - installations/an	(1000)	0,9	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coût du Programme		VAN		20000000				24000000		2100000	2100000	
Subvention par unité	USD		0	7400000	8880000	7770000	7770000		0			0
Subventionner le coût d'investissement	M USD	2,518,0	0	740	888	777	777	0	0	0	0	0
électrifier 1000 sites par PV	M USD	39,6	5	5,3	6	7,5	8	5,5	5,4	5,3	5,2	2
Renforcer les capacités des experts	M USD	74,6	0	28	0	0	0	28	0	28	28	0
mettre en place et équiper un service « Assurance Contrôle qualité »	M USD	0,6	0	0,7								
Mettre en place une usine de montage équipements	M USD	49,6	0	20	30	10						
Faire la publicité de la technologie	M USD	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gérer le programme	M USD	854,9	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72	121,72
Coût total du programme (VAN)	M USD	3 537,8	127,2	915,7	1045,7	916,2	906,7	155,2	127,1	155,0	154,9	123,7
Coût moyen par système PV supplémentaire	USD	3 930 862	#DIV/0!	9 157	10 457	9 162	9 067	1 552	1,271	1 550	1 549	1 237

Bénéfices												
prestation de services (personnes)	persons	46800	-	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200
réduction totale du CO ₂	MT	94 187	-	10 465	10 465	10 465	10 465	10 465	10465	10465	10465	10465
Coût des avantages												
réduction du CO ₂ reduction	0,04 USD par tonne de CO2 réduite pendant 20 ans					prestation de services: 75594 USD par personne pendant 10 ans						

Secteurs des Déchets

Tableau n°14. Analyse coûts/ bénéfiques des mesures favorables à la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz

Désignation	Unité	Total 10 ans	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10
Impact												
Situation reference	(1000)	0,079	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,01	0,009	0,008	0,007
Situation programme	(1000)	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Impact - installations/an	(1000)	1,921	0,195	0,194	0,193	0,192	0,191	0,19	0,19	0,191	0,192	0,193
Coûts du programme		VAN										
Subvention par unité	USD		1065,6	888	710,4	532,8	355,2	0	0	0	0	0
Subvention	M USD	0,6	0,21312	0,1776	0,14208	0,10656	0,07104	0	0	0	0	0
intégration de la méthanisation dans la PNA	M USD	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Encouragement de l'établissement des unités de production d'équipements	M USD	13,4	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Renforcement des capacités en méthanisation	M USD	0,2	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
promotion de l'élevage pour soutenir la méthanisation	M USD	91,0	60	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Campagne de sensibilisation	M USD	1,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0
Frais de gestion du programme	M USD	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Coût total du programme	M USD	107,4	66,0	50,8	0,6	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coût moyen par digesteur supplémentaire	USD	55 909	338 447	261 658	3244	2 555	1859	442	442	440	438	435
Bénéfice												
Emplois créés (personnes)	Nombre	59 551	6 045	6 014	5 983	5952	5921	5890	5890	5921	5952	5983
Réduction totale du CO2	1000 T	5 325	541	538	535	532	529	527	527	529	532	535
Coût des avantages												
Réduction des émissions du CO ₂	20 USD par tonne de CO ₂ sauvegardée				Coût par emploi supplémentaire: 1804 USD/ personne /dix ans							

14.2. Hypothèses retenues pour l'analyse du coût bénéfice

Réduction du CO ₂ lié à l'utilisation du bois de feu	0,77 Tonnes/ digesteur/jour
Emplois	31 hommes jour/digesteur
Réduction du CO ₂ pendant 10 ans	2772 tonnes/digesteur/10 ans
Investissement	1920 000 USD
Investissement par digesteur	9600 USD
Subvention par digesteur	3552 USD
Production	200 digesteur/an
Capacité d'un digesteur 10m ³	40 m ³
Taux d'escompte	7%

Tableau n°17. Analyse coûts /bénéfices des mesures favorables à la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse »

Substituer les briquettes au charbon de bois pour la réduction du CO₂ : sans subvention

Réduction des émissions du CO ₂ à travers la substitution des briquettes au charbon de bois.	Réduction de CO ₂ par tonne de briquette utilisée par an					Unité	Quantité	Production : 32400 briquettes par an				
						Tonne	8,25	Investissement : 50 000 USD				
	Emplois par tonne de briquette utilisée					Homme jour	25	Taux d'escompte : 5%				
Désignation	Unité	Total 10 ans	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
Impacts												
Production de briquettes en tonnes/année de référence	(1000)	1,43	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
Production de briquettes en tonnes (programme) par an	(1000)	324	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
Impact - du programme	(1000)	322,57	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257

Coût du Programme		NPV										
Subvention par unité	USD		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subvention	M USD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
intégration des procédures d'ACQ	M USD	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
améliorer l'information sur la technologie		1,1	0,75	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
campagne de vulgarisation et sensibilisation	M USD	0,1	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0	0	0	0	0
Etude d'efficacité énergétique des matières organiques utilisées dans la brique		0,1	0,03	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
Renforcement des capacités des unités de production + formation des artisans	M USD	0,2	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Frais de gestion	M USD	0,6	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Coût total du programme (VAN)	M USD	2,1	1,0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coût moyen par tonne de brique	USD	7	29	18	5	4	4	3	3	3	3	3
Avantages /Bénéfices												
Emplois (persons)	persons	8064250	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425
Réduction totale des émissions de CO ₂	1000 T	2 661	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
Coût des avantages												
Réduction du CO ₂ : 0,8 USD/tonne de CO ₂						Avantages sur Emplois : 0,26 USD/personne en dix ans						

Tableau n°17 bis. Analyse coûts/ bénéfices mesures favorables à l'optimisation des briquettes

Substituer les briquettes au charbon de bois pour la réduction du CO₂ : cas de subvention

Réduction des émissions du CO ₂ à travers la substitution des briquettes au charbon de bois.	Unité	Réduction de CO ₂ par tonne de briquelette utilisée par an		Unité		Quantité		Production : 32400 briquettes par an				
		Emplois par tonne de briquelette utilisée		Tonne		82,5		Investissement : 50 000 USD				
				Homme jour		25		Taux d'escompte : 5%				
Désignation	Unité	Total 10 ans	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
Impacts												
Production de briquettes en tonnes/année de référence	(1000)	1,43	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
Production de briquettes en tonnes (programme) par an	(1000)	324	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
Impact - du programme	(1000)	322,57	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257	32,257
Coût du Programme		NPV										
Subvention par unité	USD		18500	18500	18500	33,3	133,2	11988	0	0	0	0
Subvention	M USD	1632,3	599,4	599,4	599,4	0	0	0	0	0	0	0
intégration des procédures d'ACQ	M USD	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
améliorer l'information sur la technologie		1,1	0,75	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
campagne de vulgarisation et sensibilisation	M USD	0,1	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0	0	0	0	0
Etude d'efficacité énergétique des matières organiques utilisées dans la briquelette	M USD	0,1	0,03	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
Renforcement des capacités des unités de production + formation des artisans	M USD	0,2	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Frais de gestion	M USD	0,6	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Coût total du programme (VAN)	M USD	1634,4	600,4	600,0	599,6	1,2	4,4	388,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Coût moyen par tonne de briquelette	USD	5067	18 611	18 600	18587	37	138	12044	3	3	3	3
Avantages /Bénéfices												
Emplois (persons)	persons	8064250	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425	806425
Réduction total des émissions du CO ₂ reduction	1000 T	2661	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
Coût des avantages												
Réduction du CO ₂ : 614,17USD/tonnes CO ₂ en dix ans							Avantages sur emplois : 202,67USD/personne/ dix ans					

Tableau n°20. Analyse coûts/ bénéfices des mesures favorables au compostage des déchets organiques

Premier cas : sans subvention

réduction du CO ₂ /tonne/jour	-	Investissement: 50 000 USD										
emplois pour le compostage	3 Hommes jours par tonne de compost	Production:21 600 tonnes										
réduction du CO ₂ /tonne de déchets humides	0,035 Tonnes ECO2											
Rendement Compost/Déchet	0.6											
réduction du CO ₂ /tonne de compost	0,05883 Tonnes ECO2	Tauxd'escompte: 7%										
Désignation	Unité	Total 10 ans	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
Impacts												
Production de briquettes en tonnes/année de référence	(1000)	2,2464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464
Production de briquettes en tonnes (programme) par an	(1000)	216	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
Impact - du programme	(1000)	213,753 6	21,37536	21,3753 6	21,37536	21,3754	21,3753 6	21,3754	21,3753 6	21,3754	21,3754	21,375
Coût du Programme		VAN										
Subvention par unité	USD		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subvention	M USD	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La mise en place et le suivi de l'application d'un PGES	M USD	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
la promotion d'octroi des crédits collectifs à des taux préférentiels		0,1	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l'intégration dela technologie dans les systèmes de production agricole		0,8	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0

l'organisatin d'une campagne de sensibilisation et de conciantisation	M USD	1,6	1	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0
le renforcement des capacités en compostage des déchets	M USD	1,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
le renforcement des connaissances en matière d'outils de gestion en matière de gestion du transfert et de la diffusion de la technologie,		0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
les Frais de gestion	M USD	0,04	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Coût total du programme (VAN)	M USD	4,8	2,0	1,2	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Coût moyen par tonne de compost	USD	22	92	57	29	15	15	15	15	15	15	15
Avantages /Bénéfices			-									
Emplois (persons)	persons	641261	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126
Réduction total des émissions du CO ₂ réduction	1000 T	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coût des avantages												
Réduction du CO ₂ : 3 83,79 USD/tonnes CO ₂						Avantages sur Emplois : 7,4626 USD/personne/an						

Deuxième cas : avec subvention égale à 37% du Coût d'investissement

Désignation	Unité	Total 10 ans	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
Impacts												
Production de briquettes en tonnes/année de référence	(1000)	2,2464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464	0,22464
Production de briquettes en tonnes (programme) par an	(1000)	216	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
Impact - du programme	(1000)	213,7536	21,37536	21,37536	21,37536	21,3754	21,37536	21,3754	21,37536	21,3754	21,3754	21,375
Coût du Programme		VAN										
Subvention par unité	USD		18500	18500	18500	0	0	0	0	0	0	0
Subvention	M USD	1048,7	399,6	399,6	399,6	0	0	0	0	0	0	0
La mise en place et le suivi de l'application d'un PGES	M USD	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
la promotion d'octroi des crédits collectifs à des taux préférentiels		0,1	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l'intégration de la technologie dans les systèmes de production agricole		0,8	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
l'organisation d'une campagne de sensibilisation et de conscientisation	M USD	1,6	1	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0
le renforcement des capacités en	M USD	1,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

compostage des déchets												
le renforcement des connaissances en matière d'outils de gestion en matière de gestion du transfert et de la diffusion de la technologie,		0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Frais de gestion	M USD	0,04	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Coût total du programme (VAN)	M USD	1 053,5	401,6	400,8	400,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Coût moyen par tonne de compost	USD	4 928	18,786	18,751	18,723	15	15	15	15	15	15	15
Avantages /Bénéfices			0,995									
Emplois (persons)	persons	641 261	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126	64126
Réduction total des émissions du CO ₂ reduction	1000 T	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coût des avantages												
Réduction du CO ₂ : 84 486,77 USD/tonnes CO ₂						Avantages sur Emplois : 1 642,79831 USD/personne/ dix ans						

Tableau n° 20.2. Hypothèses formulées pour la mise en application des mesures favorables au transfert et à la diffusion de la technologie « Compostages des déchets organiques »

Hypothèses retenue	unité	Quantité
1. Investissement	USD	50 000
Taux d'intérêt	USD	
2. Production potentielle de déchets organiques à Bujumbura (CTB, 2013) par an	tonne	936
3. Quantité de déchets évacués à la décharge publique municipale (40% de 2.)	tonne	374,4
2. Production de compost (CTB) par an	tonne	21 600
Prix de vente d'une tonne de compost	USD	
Coût de maintenance	%	5
3. Taux d'escompte	%	7
4. Evitement des émissions		
4.1. rendement compost/déchet (CTB)	%	60
4.2. réduction des émissions du CO ₂ par tonne de déchets organiques humides	tonne	0,035 ¹³
5. Le nombre de personnes pour produire une tonne de compost(CTB)	Homme jour	3

¹³ Smith et al 2001, Boldrin et al 2009

IV. Sélection et classement des barrières

Tableau n°21. Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés

Barrières identifiées	Note attribuée				%age	Ordre de Classement
	A	R	E	J		
1. L'accès aux crédits limité	4	5	4	5	90	1
2. Le faible pouvoir d'achat de la population	4	4	5	4	85	2
3. L'inexistence d'appui financier	4	4	4	4	80	3
4. La faible compétitivité de la technologie	3	5	4	3	75	4
5. L'insuffisance d'information sur la technologie	3	4	4	3	70	5
6. La qualité douteuse des foyers améliorés	3	4	3	4	65	6
7.L'inexistence d'un service de recherche sur les foyers améliorés	3	4	3	3	60	7
8. L'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des foyers améliorés	3	3	3	3	55	8
9.L'inexistence d'appui technique	3	3	2	3	50	9
10.La non intégration des foyers améliorés dans le code forestier	3	2	2	2	45	10
11.La méconnaissance du code des investissements	2	3	2	1	40	11
12.La méconnaissance du code de commerce	2	2	1	2	35	12

Toutes ces barrières concourent à rendre peu compétitifs les foyers améliorés par rapport aux foyers traditionnels, car d'une part la production des foyers améliorés est faible, d'autre part ils coutent plus chers que les foyers traditionnels alors que la population a un faible pouvoir d'achat. En conséquence, cette situation favorise la surproduction des foyers traditionnels au détriment des foyers améliorés.

Tableau n° 22. Catégorisation des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation et la standardisation des foyers améliorés

A. Barrières économiques et financières
L'accès aux crédits limité
Le faible pouvoir d'achat de la population
L'inexistence d'appui financier
B. Barrières non financières
La faible compétitivité de la technologie
L'insuffisance d'information sur la technologie
La qualité douteuse des foyers dits améliorés
L'inexistence d'un service de recherche sur les foyers améliorés
L'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des foyers améliorés
L'inexistence d'appui technique
La non intégration des foyers améliorés dans le code forestier
La méconnaissance du code des investissements
La méconnaissance du code de commerce

Tableau n°23. Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'Optimisation et la multiplication des microcentrales hydroélectriques »

Barrières identifiées	Note attribuée				%age	Ordre de Classement
	A	R	E	J		
1. Le coût d'investissement élevé					92.5	1
1.1. l'inexistence d'unité locale de production des équipements hydroélectriques	5	5	4	5	95	1
1.2. la faible expertise locale	4	5	5	4	90	2
2. le coût d'exploitation et de maintenance	4	4	5	4	85	3
3. le coût de compensation des pertes (socio-économiques et environnementales) élevé	3	5	4	4	80	4
4. la fluctuation du niveau des cours d'eau	4	4	4	3	75	5
4a) la dégradation forestière et la déforestation	4	3	3	4	70	
4b). la faible durabilité des pratiques actuelles de gestion des sols	4	5	3	4	80	

Tableau n°24. Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « le captage et la valorisation de l'Energie solaire »

Barrières identifiées	Note attribuée				%age	Classement
	A	R	E	J		
Le coût d'investissement initial élevé	4	5	4	5	90	1
L'accès au crédit limité	4	5	4	4	85	2
Le faible pouvoir d'achat de la population	4	4	4	4	80	3
L'inexistence d'unité locale de production d'équipement	3	4	4	4	75	4
Le prix de vente unitaire très bas	4	3	4	3	70	5
L'inexistence d'un système d'appui financier pour l'achat, montage et entretien des équipements solaires	4	3	3	3	65	6
L'expertise locale insuffisante	3	3	4	2	60	7
Le coût de maintenance et d'entretien des équipements solaire photovoltaïques très élevé	2	3	3	3	55	8
L'insuffisance d'informations sur la qualité des équipements	3	2	3	2	50	9
L'inexistence d'un service de recherche en matière de valorisation de l'énergie solaire	2	2	2	3	45	10
L'inexistence d'un service d'assurance et de contrôle de qualité des équipements solaires photovoltaïques	2	2	2	2	40	11
L'insuffisance dans les services d'information et de vulgarisation	2	2	1	2	35	12
La Politique Nationale de l'Energie peu explicite sur l'énergie solaire	1	2	1	2	30	13
La méconnaissance de la Politique Nationale du Changement Climatique	1	1	2	1	25	14
La méconnaissance du Code des investissements et du code de commerce	1	1	1	1	20	15
L'enclavement géographique	0	1	1	1	15	16

Tableau n°25. Résultats de la catégorisation des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie »le captage et la valorisation de l'Energie solaire ».

Barrières économiques et financières
le coût d'investissement initial élevé
l'accès au crédit limité
Le faible pouvoir d'achat
inexistence d'unité locale de production d'équipement
l'indisponibilité d'équipements solaires
l'inexistence d'un service d'appui financier
Barrières non financières
expertise locale insuffisante
Peu d'information sur la qualité des équipements
le coût élevé de maintenance et d'entretien des équipements solaire photovoltaïques
le tarif bas d'électricité
l'enclavement géographique
les faibles capacités du cadre institutionnel de gestion du secteur de l'Electricité
La faible expertise des services d'assurance et de contrôle de qualité
l'inexistence de laboratoire d'analyse des
L'inexistence d'un services de recherche
méconnaissance de la loi portant libéralisation du secteur de l'énergie
la méconnaissance du code des investissements
la méconnaissance du code de commerce
l'information insuffisante sur la Politique Nationale du changement climatique en matière de valorisation de l'Energie solaire
l'information insuffisante sur la Politique Nationale de l'Energie en matière de valorisation de l'énergie solaire
les diffusions des media incomplètes
les services de vulgarisation insuffisamment outillés

Tableau n°. 26 .Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Barrières identifiées	Note attribuée				%age	Odre de Classement
	A	R	E	J		
1.Coût initial d'investissement	5	5	4	5	95	1
2.l'accès difficile aux crédits	4	5	4	5	90	2
3.l'inexistence des services financiers pour appuyer les vendeurs, les producteurs et les importateurs d'équipements	5	4	3.2	5	86	3
4.le faible pouvoir d'achat	4	3.8	4	5	84	4
5.l'inexistence d'unité locale de production des équipements pour la construction des digesteurs	3	4.2	5	4	81	5
6.la non intégration de la méthanisation dans PNA	4	3	5	3	75	6
7.l'expertise locale insuffisante	4	3	4.4	3	72	7
8.le nombre d'opérateurs limité dans la chaine du marché de méthanisation	4	3	3	3.8	69	8
9.information insuffisante sur la technologie	3	3	3	4	65	9
10.faible vulgarisation de la Politique Nationale d'Energie en matière de méthanisation	2.6	3	3	4	63	10
11.la méconnaissance du Code des investissements	3	3	3	3	60	11
12.l'inexistence des services d'Assurance et de contrôle de qualité	3	2	3	3	55	12
13.l'inexistence des services d'assurance maladies	3	2	3	2	50	13
14.l'inexistence des services de vulgarisation et de sensibilisation des consommateurs du biogaz	2	2	3	2.4	47	14
15.l'insuffisance dans la recherche sur la méthanisation	2	2	2	3	45	15

Tableau n°. 27. Résultats de la catégorisation des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « de la technologie « la méthanisation pour la production du biogaz »

Barrières économiques et financières
1.Coût initial d'investissement
2.l'accès difficile aux crédits
3.l'inexistence des services financiers pour appuyer les vendeurs, les producteurs et les importateurs d'équipements
4.le faible pouvoir d'achat
5.l'inexistence d'unité locale de production des équipements pour la construction des digesteurs
6.Barrières non financières
1.la non intégration de la méthanisation dans PNA
2.l'expertise locale insuffisante
3.le nombre d'opérateurs limité dans la chaine du marché de méthanisation
4.information insuffisante sur la technologie
5.faible vulgarisation de la Politique Nationale d'Energie en matière de méthanisation
6.la méconnaissance du Code des investissements
7.l'inexistence des services d'Assurance et de contrôle de qualité
8.l'inexistence des services d'assurance maladies
9.l'inexistence des services de vulgarisation et de sensibilisation des consommateurs du biogaz
10.l'insuffisance dans la recherche sur la méthanisation

Tableau n°28. Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse»

Barrières identifiées	Note attribuée				% age	Ordre de classement
	A	R	E	J		
1.le coût d'investissement initial élevé	5	5	4.2	5	96	1
2.l'inexistence d'unité locale de production d'équipement	5	4	4.2	5	92	2
3.l'insuffisance d'appui financier	4	5	4	5	90	3
4.le coût de maintenance des équipements élevé	3	4.2	5	5	87	4
5.la faible acceptabilité du produit de la technologie	4	4	4	5	85	5

6.la méconnaissance de la qualité des briquettes de biomasse	4	4	4.4	3.2	78	6
7.l'existence des foyers non adaptés aux briquettes de biomasse	4	3	4	4	75	7
8.la faible performance des équipements	3.4	3	3.2	4	68	8
9.la non intégration de la technologie dans la PNA	3	3	3	4	65	9
10.l'insuffisance d'expertise en matière de carbonisation des déchets organiques	3	3	3.4	3	62	10
11.la faible capacité des services de recherche	3	2.8	3	3	59	11
12.l'insuffisance des services de vulgarisation des briquettes de biomasse	3	2.5	3.5	2	55	12
13.l'information insuffisante sur la technologie	2	2.2	3	2.4	48	13
14.la non prise en compte de la valorisation des déchets dans la Politique National d'Assainissement	2	3	2	2	45	14
15.l'expertise locale insuffisante	2	2	2	2.4	42	15
16.la non intégration de la technologie dans la Politique Nationale Forestière	2	2	2	2	40	16
17.la non intégration de la technologie dans le Code forestier	2	2	1.4	2	37	17
18.la méconnaissance du Code des investissements	1.8	1.6	2	1	34	18
19.l'inexistence des services d'Assurance et de contrôle de qualité des briquettes de biomasse	1	1.6	2	1.8	32	19
20.l'inexistence des services d'Assurance de sécurité sanitaire du personnel manipulant les déchets organiques	1	1.5	2	1.5	30	20

Tableau n°29. Résultats de la catégorisation des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « l'optimisation des briquettes de biomasse »

Barrières économiques et financières
1.le coût d'investissement initial élevé
2.l'inexistence d'unité locale de production d'équipement
3.l'insuffisance d'appui financier
4.le coût de maintenance des équipements élevé
Barrières non financières
5.la faible acceptabilité du produit de la technologie
6.la méconnaissance de la qualité des briquettes de biomasse
7.l'existence des foyers non adaptés aux briquettes de biomasse
8.la faible performance des équipements
9.la non intégration de la technologie dans la PNA
10.l'insuffisance d'expertise en matière de carbonisation des déchets organiques
11.la faible capacité des services de recherche
12.l'insuffisance des services de vulgarisation des briquettes de biomasse
13.l'information insuffisante sur la technologie
14.la non prise en compte de la valorisation des déchets dans la Politique National d'Assainissement
15.l'expertise locale insuffisante
16.la non intégration de la technologie dans la Politique Nationale Forestière
17.la non intégration de la technologie dans le Code forestier
18.la méconnaissance du Code des investissements
19.l'inexistence des services d'Assurance et de contrôle de qualité des briquettes de biomasse
20.l'inexistence des services d'Assurance de sécurité sanitaire du personnel manipulant les déchets organiques

Tableau n°30. Résultats du classement des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « le compostage des déchets organiques»

Barrières identifiées	Note attribuée				%age	Ordre de Classement
	A	R	E	J		
1.le coût d'exploitation élevé	5	4,5	4,5	4,8	94	1
2.le faible pouvoir d'achat	5	4,2	4,2	5	92	2
3.l'inexistence d'un service d'appui financier	5	5	4	4	90	3
4.la faible disponibilité de terrain	3,9	4	4,5	5	87	4
5.le nombre de vendeurs de compost limité	4	5	4	4	85	5
6.l'insuffisance d'information sur la technologie	4	4,6	4	3	78	6
7.l'emplacement des unités de production du compost éloigné de ses consommateurs	4	3,5	4	3,5	75	7
8.la non intégration de la technologie dans la politique nationale d'assainissement (PNA)	3,4	3,2	3,2	3,8	68	8
9.la vulgarisation insuffisante de la politique agricole nationale (pan) sur la valorisation des déchets organiques	3	4	3	3	65	9
10.la méconnaissance du code des investissements	3	3	3,4	3	62	10
11.la méconnaissance du code du commerce	3	2,8	3	3	59	11
12.l'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité des produits de compostage	3	2,5	3,5	2	55	12
13.l'inexistence d'un service d'assurance maladies	2,5	2	3	2,1	48	13
14.l'insuffisance dans la vulgarisation des acquis de la recherche en matière de valorisation déchets organiques	2	2	2	3	45	14

Tableau n°31. Résultats de la catégorisation des barrières au transfert et à la diffusion de la technologie « le compostage des déchets organiques»

Barrières économiques et financières
1.le coût d'exploitation élevé
2.le faible pouvoir d'achat
3.l'inexistence d'un service d'appui financier
Barrières non financières
1.la faible disponibilité de terrain
2.le nombre de vendeurs de compost limité
3.l'insuffisance d'information sur la technologie
4.l'emplacement des unités de production du compost éloigné de ses consommateurs
5.la non intégration de la technologie dans la politique nationale d'assainissement (PNA)
6.la vulgarisation insuffisante de la politique agricole nationale (pan) sur la valorisation des déchets organiques
7.la méconnaissance du code des investissements
8.la méconnaissance du code du commerce
9.l'inexistence des services d'assurance et de contrôle de qualité des produits de compostage
10.l'inexistence d'un service d'assurance maladies
11.l'insuffisance dans la vulgarisation des acquis de la recherche en matière de valorisation déchets organiques

Annexe V. Liste des participants à l'atelier de validation du rapport sur l'AB et le CF des technologies d'atténuation aux émissions de GES

LISTE DES PARTICIPANTS A L'ATELIER DE VALIDATION DU RAPPORT AB ET CF DES TECHNOLOGIES D'ATTENUATION AUX CC PROJET EBT/TNA BUJUMBURA, Le 02/05/2017 CHEZ ANDRE						
N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	KAYOBEKE Claire	MEATV	Coordonnatrice	Buja	74381896, clakey@meatv.org	
2	MASHARABU Tatiou	UB	Directeur de la recherche et de l'innovation	BTM	75582603, tatiou.masharabu@ub.edu.tz	
3	NKURAKIYE Amel	MEATV	Coordonnatrice	Arbica	79900109, amel@meatv.org	
4	NIYONZIMA Bonde	IGEBU	Coordinateur	BUTA	7499449, niyonzima@igebu.org	
5	UNIMANA Richard	MEM	chef de SE	Buja	71562803, unimana@mem.org	
6	KAMEYA Ferdinand	IBRU-GH2	Coordinateur	Bujumbura	7046607, kameya@ibru.org	
7	NISIMWEKE Ange	BTM	Chef de SE	BUTA	70525520, nisimweke@btm.org	
8	BIGIRIMANA Remvar	MPBP	Directeur	BUTA	79246882, bigirimana@mpbp.org	
9	ABEYIMANA Theodosie	MEM	conseillère	BUTA	750132451, abeyimana@mem.org	
10	Joseph NUNZIRIWA	MEM	Chef de SE	Buja	750132451, nunzirirwa@mem.org	
11	BIRIMWEYE Sergi	HCTT	Directeur	Buja	750132451, birimweye@hctt.org	

