



**INVENTAIRE PRELIMINAIRE DES OPPORTUNITES
CONCRETES DE DEVELOPPEMENT DE PROJETS MDP
DANS LE SECTEUR DE L'ENERGIE EN HAITI ET
MESURES A METTRE EN ŒUVRE POUR EXPLOITER CE
POTENTIEL.**

**VOLUME 2
Evaluation du potentiel de projets MDP en Haiti**



Massamba THIOYE
Consultant Banque Mondiale

Juillet 2008

TABLE DES MATIERES

I. Introduction

- I.1 La situation énergétique d'Haïti
- I.2 Le facteur d'émission carbone du réseau électrique Haïtien

II. Identification du potentiel de projets MDP dans le secteur de l'énergie en Haïti

- II.1 La production d'énergie travail et/ou d'énergie chaleur à partir de source d'énergie renouvelable
 - II.1.1. Développement de l'hydroélectricité en Haïti
 - II.1.2 Cogénération dans l'industrie utilisant la bagasse
 - II.1.3. Valorisation des résidus agricoles autres que la bagasse
- II.2 L'amélioration de l'efficacité énergétique
 - II.2.1. Récupération de chaleur dans les unités industrielles
 - II.2.2. Cogénération dans l'industrie utilisant des combustibles fossile
- II.3 Réduction des pertes à la distribution
- II.4 L'Amélioration de l'efficacité énergétique côté demande domestique
 - II.4.1. Utilisation des ampoules à basse consommation pour écrêter le pic de demande en électricité
- II.5 Potentiel de développement de projets en transport
 - II.5.1. La production durable de biocarburants
 - II.5.2. Projets d'amélioration de la fluidité du transport
- II.6 Projets de sécurisation de l'offre en combustible domestique
 - II.6.1. Réduction des émissions de méthane au cours du processus de carbonisation lors de la production du charbon
 - II.6.2. Remplacement du charbon de bois par des briquettes de charbon à base de résidus agricoles
 - II.6.3. Promotion de l'utilisation des foyers améliorés

III. Conclusion

Annexe 1 Versions préliminaires des 7 PINs préparées par les consultants locaux

I. INTRODUCTION

Haïti comme la plupart des pays pauvres est confronté à d'énormes défis de développement du secteur de l'énergie. Ce sont principalement:

- La garantie d'une offre d'énergie suffisante et fiable
- L'amélioration de l'accès des populations pauvres aux services énergétiques modernes ;
- La maîtrise de l'approvisionnement en énergie moderne par une diversification des combustibles primaires utilisés ;
- L'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- Le développement des énergies renouvelables ;
- L'amélioration des performances financières et techniques des compagnies d'électricité
- La satisfaction durable de la demande toujours croissante en énergie pour les ménages.

Le MDP pourrait être utilisé comme instrument pour aider à relever ces défis.

I.1. Situation énergétique du pays

La situation énergétique en Haïti est caractérisée par une crise des secteurs des combustibles domestiques et de l'électricité, avec des conséquences graves sur l'économie du pays et sur l'environnement.

La combinaison d'une situation de pauvreté extrême et d'une densité de population relativement importante ont conduit à une dégradation accélérée des forêts. Les besoins de terres pour une production agricole extensive et la nécessité de satisfaire la demande en énergie primaire largement dominée par le bois énergie ⁽¹⁾ (75% de la consommation nationale d'énergie primaire) ont conduit à une déforestation sévère du pays dont les surfaces forestières sont passées de 60% de la superficie du pays en 1923 à moins de 2% aujourd'hui. La pression sur la couverture végétale restante est intense. La déforestation de la forêt restante s'effectue au rythme de 0,6% par an.

Seule 25% de la population Haïtienne a accès à l'électricité et seule 12,2% sont régulièrement connectée avec un compteur. A Port-au-Prince, l'électricité est disponible entre 6 et 8 heures par jour avec seulement 45% de la population ayant accès à l'électricité.

¹ Haïti : Plan de développement du secteur de l'énergie 2007-2017 : Novembre 2006, Ministère des Travaux Publics, Transport et Communication

Le bilan énergétique 2005 du pays confirme la tendance décrite par les études antérieures. 1564 kTEP de bois énergie ont été consommées pour une consommation totale d'énergie primaire de 2238 kTEP, soit 70% de la consommation totale d'énergie. 140 kTEP de charbon de bois ont été produit à partir de 330 kTEP de bois énergie. Le rendement de carbonisation a donc été de 42%.

L'électricité a été produite en 2005/2006 à partir de centrales hydroélectriques (17,55 kTEP) et de centrale thermique (22,74 kTEP). Seul 23% du potentiel hydroélectrique a été exploité. Pour les centrales thermiques, 62,2 kTEP de diesel et 1,2 kTEP de FO ont été consommées pour la production des 22,74 kTEP d'électricité. Le rendement moyen de la production d'électricité à partir des combustibles fossiles a été de 35,85%. La presque totalité de la production thermique a été achetée à Alstom (11,3 kTEP) et Sogener (7,8 kTEP).

I.2. Facteur d'Emission Carbone du réseau

Le facteur d'émission carbone a été calculé en utilisant l'outil pour le calcul du facteur d'émission d'un réseau électrique ⁽²⁾ et les données énergétiques (Production d'électricité et consommation de combustibles du réseau pour l'année 2005/2006).

Le rapport électricité produite à partir de sources renouvelables sur électricité totale produite est de 44%. Ce rapport est inférieur à 50% si le calcul est basé sur une moyenne effectuée sur une plus longue durée comme le demande l'outil. Il est donc possible d'utiliser la méthode 'simple OM[w1]'.

Le facteur d'émission carbone du réseau est calculé comme le facteur d'émission moyen pondéré en tCO₂/MWh des centrales de EDH, de la centrale d'Alstom et de celle de Sogener. Sur cette base, il est calculé que le facteur du réseau est : 0,7367.

² Tool to calculate the emission factor of an electricity system

Tableau 1 : Facteur d'émission carbone du réseau électrique Haïtien

Production (GWH)	2005/2006				
Hydro	204,2676				
Thermique	41,97385				
Totale (EDH)	246,2415				
Achat d'energie(ALSTOM)	131,4834				
Achat d'energie(SOGENER)	90,90844				
Achat d'energie(TOTALE)	222,3919				
Totale (EDH+ACHAT)	468,6334				
	tonne	PCI TJ/1000t	TJ	FE tCO2/TJ	Emission en tCO2
Cosommation Gasoil	60095	43,33	2604	74,07	192869,60
Cosommation Mazout	1238	40,19	49,7	77,37	3845,12
Total					196714,72
FE tCO2/MWh					0,7367 OM
					0,7434 BM
					0,7400 CM[w2]

I.3 Les opportunités offertes par le Mécanisme pour un Développement Propre

Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) constitue une opportunité sans précédent qui pourrait être exploitée pour lever certaines des barrières (financières, institutionnelles et réglementaires) qui entravent le développement du secteur de l'énergie en Haïti. Depuis la ratification du protocole de Kyoto, des centaines de projets dans le secteur de l'énergie ont été enregistrés comme projets MDP, à travers le monde. Le MDP a stimulé l'émergence de projets dans le secteur de la production d'énergie propre et a participé efficacement à l'amélioration de la faisabilité technique et financière de ces projets au point qu'ils peuvent maintenant constituer des alternatives économiquement et financièrement viables des options conventionnelles de production d'énergie. Dans certain cas, la mise en œuvre de projets MDP a aussi transformé de grands consommateurs d'énergie (comme Barbancourt [w3] en Haïti) en producteurs nets d'énergie. Dans certains autres cas, les investissements peuvent être mobilisés pour l'acquisition de technologies propres et ne pourront pas l'être pour la mise en œuvre de projets basés sur les technologies conventionnelles. Les projets du secteur privé mais aussi ceux du secteur public peuvent bénéficier des opportunités offertes par le MDP. Haïti fait face à une demande en énergie moderne en forte croissance. Il en découle un écart important entre l'offre et la demande qu'il faut combler par la mise en œuvre de grands

projets énergétiques. Haïti disposera donc de projets[w4]. Des options à plus faible intensité d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) compatibles avec les objectifs de développement durable du pays peuvent être encouragées. Les importants investissements en unités de production d'énergie électrique planifiés dans les années à venir doivent donc être considérés comme une opportunité pour implanter en Haïti des technologies plus propres. Le retard technologique actuel du pays pourrait ainsi être transformé en opportunité par une implantation des technologies de dernière génération. Un exemple concret serait par exemple le passage de la non-utilisation de la bagasse (brûlée ou jetée) à l'utilisation de la bagasse ainsi que des feuilles de canne pour produire de l'électricité à partir de cycle à vapeur haute performance utilisant des chaudières haute pression haute température. L'adoption de ces cycles à ressurchauffe permettrait à Haïti de faire passer ses unités de traitement de la canne à sucre d'un niveau de performance très bas à un niveau de performance comparable à celui des installations de l'Ile Maurice. Il est plus facile de passer à ces technologies directement que de remplacer des installations existantes même si elles sont amorties.

II IDENTIFICATION DU POTENTIEL DE PROJETS MDP DANS LE SECTEUR DE L'ENERGIE EN HAÏTI

Il existe une variété d'options technologiques disponibles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans les installations du secteur énergétique. Elles ne sont pas toutes conformes aux approches stratégiques sectorielles conventionnelles dont l'objectif principal est d'assurer une offre d'énergie suffisante, fiable et à bas prix.

Cependant, dans bien des cas, le MDP peut contribuer à l'atteinte des objectifs de développement du secteur de l'énergie en entraînant l'augmentation de l'offre d'énergie et dans certains cas en diminuant le coût de l'offre comparé aux alternatives conventionnelles qui n'intègrent pas le MDP. C'est le cas des projets de récupération et de valorisation de pertes énergétiques, du passage d'un cycle ouvert à un cycle combiné qui peut être plus rentable qu'un projet d'installation neuve de production d'électricité.

Le tableau 2 ci-dessous présente la synthèse des résultats de ce travail d'identification du potentiel de projets MDP dans le secteur de l'énergie à Haïti. Le détail des résultats et des calculs est disponible dans un fichier EXCEL annexé au rapport.

Table 2 : Synthesis of the estimate of the CDM projects potential in Haiti (details by technology are provided in an EXCEL sheet)

Country: Haiti	Récupération	Cogeneration	Cogeneration	Agricultural	Jatropha	Distribution	Lighting	Charcoal	Charcoal	Transport	Hydropower	Charcoal fuel switch
	de chaleur dans	Industries	Bagasse	residues		Efficiency		Carbonization	Stoves		plants projets	Charcoal/ residu
Unit	l'industrie	fossil fuels				Improvement						
Projects number	10	14	10	10	4	1	1	1	1	1	1	1
Annual emission reduction in tCO2 per year	79,666	72,395	147,150	328,736	127,452	21,609	32,022	174,516	103,826	140,163	126,072	311,477
Country GHG emissions in 2005	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000	6,430,000
Emissions reduction in percent of the country emissions	1%	6.17%	1.12%	5.11%	1.98%	0.34%	0.50%	2.62%	1.56%	2.10%	0.62%	4.67%
Reduction over project life (10 or 21 years)	796,657	3,964,942	722,926	3,287,355	2,676,497	216,093	320,218	3,664,840	2,180,340	2,943,418	2,647,512	6,541,020
Value of the emission reduction in dollars (base 10 US\$/tCO2)	7,966,573	39,649,417	7,229,262	32,873,554	26,764,973	2,160,930	3,202,178	36,648,399	21,803,399	29,434,180	26,475,120	65,410,198
Value of the emission reduction in dollars (base 05 US\$/tCO2)	3,983,286	19,824,709	3,614,631	16,436,777	13,382,487	1,080,465	1,601,089	18,324,199	10,901,700	14,717,090	13,237,560	32,705,099
Annual electricity generation of the project in GWh	0	321.562	81.337	504	158	48	39.631	0	0		170	0
Annual electricity generation of the country in GWh (base 2003)	477	477	477	477	477	477	477	477	477		477	477
Project electricity generation as % of the country electricity generation	0	67%	17%	106%	33%	10%	8%	0%	0%		36%	0%
Annual electricity consumption of the country in GWh (base 2003)	384	384	384	384	384	384	384	384	384		384	384
Additional power due to the project implementation (load factor = 90%) MW	0	36.71	9.29	57.53	18.01	5.44	4.52	0.00	0.00		19.41	0.00
Country installed power in MW	157	157	157	157	157	157	157	157	157		157	157
Additional power as a percent of the country power	0	23%	6%	37%	11%	3%	3%	0%	0%		12.35%	0%
Total cost of the project in million US\$	0	36.71	13.93	86	39		11	0.00	0.00		16.50	0.00

	TOTAL	power only	average capacity
Projects number	55	41	3.7
Annual emission reduction in tCO2 per year	1,665,084		
Country GHG emissions in 2005	6,430,000		
Emissions reduction in percent of the country emissions	28.03%		
Reduction over project life (10 or 21 years)	29,961,818		
Value of the emission reduction in dollars (base 10 US\$/tCO2)	299,618,183		
Value of the emission reduction in dollars (base 05 US\$/tCO2)	149,809,092		
Annual electricity generation of the project in GWh	1,322		
Annual electricity generation of the country in GWh (base 2003)	477		
Project electricity generation as % of the country electricity generation	277%		
Annual electricity consumption of the country in GWh (base 2003)	4,221		
Additional power due to the project implementation (load factor = 90%) MW	150.90		
Country installed power in MW	157		
Additional power as a percent of the country power	96%		
Total cost of the project in million US\$	203.59		

(only 60 MW effectively working in 2008, 56 MW being repaired and the rest with low probability of being repaired)

Charcoal fuel switch	Charcoal fuel switch
Charcoal / LPG	Charcoal/ Kerosene
1	1
195,118	193,698
6,665,961	6,665,962
2.93%	2.91%
4,097,481	4,067,661
40,974,813	40,676,610
20,487,407	20,338,305
0	0
477	477
0%	0%
384	384
0.00	0.00
157	157
0%	0%
0.00	0.00

II.1 La production d'énergie travail [w5] et/ou d'énergie chaleur à partir de source d'énergie renouvelable

II.1.1. Développement de l'hydroélectricité en Haïti

a. Evaluation technique du potentiel

Le potentiel le plus intéressant à exploiter est la réhabilitation du barrage Hydroélectrique de Péligre. Cette installation hydroélectrique est âgée de 37 ans. Elle est constituée par trois unités de 18 MW de puissance chacune. La capacité initiale de production du barrage hydroélectrique Péligre était de 320 GWh[w6]. Cette capacité a fortement baissée avec le temps pour atteindre 150 GWh en 2007[w7]. Cette baisse de capacité n'est pas due à un manque d'eau, mais à un faible taux de disponibilité des équipements très souvent en panne (l'une des trois turbines de 18 MW est en panne alors que la puissance des deux autres est limitée à 15 MW) et à une diminution de la capacité du réservoir ensablé. Depuis sa mise en service, la capacité du réservoir a diminué de moitié.

L'activité de projet identifiée est une réhabilitation de la centrale hydroélectrique pour un recouvrement de sa capacité de production annuelle initiale. Cela permettra en partie de répondre à la demande non satisfaite.



Le projet va consister à réparer la grille de protection qui protège la conduite et en la réhabilitation des trois turbines dont la disponibilité totale a diminué à cause des fréquentes pannes entraînant des arrêts pour réparations.

Pour atteindre cet objectif, les activités suivantes vont être mises en œuvre:

- Dragage du réservoir pour enlever le sable ainsi que les autres sédiments en vue d'augmenter sa capacité,

- Réhabilitation des turbines et des générateurs
- Protection du réservoir contre un autre ensablement dus aux sédiments venant du bassin versant.

Il est prévu qu'environ 170 GWh par an de capacité de production seront récupérés.

L'activité de projet proposé peut utiliser la méthodologie approuvée et consolidée ACM0002 version 7.

C'est le premier projet du genre réalisé sur une installation hydroélectrique en Haïti. Il nécessitera l'arrêt de cette installation très stratégique pendant un temps non négligeable et l'utilisation de générateurs électriques alternatifs pour faire face à la demande. Cela peut être un argument solide pour la démonstration de l'additionnalité du projet. En novembre 2008, le Brésil a annoncé son intention de financer la construction de la centrale Artibonite 4C.

D'autres barrages hydroélectriques totalisant une puissance de 121 MW sont dans le plan de développement électrique du pays.

Il s'agit des barrages suivants :

Tableau 3 : Sites potentiels de production d'hydroélectricité

Sites	Puissance
	en MW
Guayamouc	22
Lachapelle	56,6
Artibonite-3	12,6
Artibonite-4	29,5
Artobonite-4C	

b. Analyse quantitative du potentiel

Ce projet permet de réduire 126.000 tonnes de CO₂ par an. Cela représente environ 2% des émissions de gaz à effet de serre du pays évaluées à 6.400.000 tonnes de CO₂ par an. En 21 ans, il permettra de réduire 2.600.000 tonnes de CO₂. Vendus à 10 dollars la tonne, ces crédits de réduction d'émission vont induire des flux financiers additionnels évalués à 26.000.000 de dollar US.

Le projet va permettre la production supplémentaire de 170 GWh d'électricité, soit 36% de la

production actuelle d'électricité du pays. La puissance électrique additionnelle apportée par le projet est de 17 MW et représente 11% de la puissance installée actuelle du pays. Le coût total du projet est évalué à 16,5 millions de dollars.

c. Barrières spécifique à la mise en œuvre des projets hydroélectriques

La barrière suivante a été identifiée comme la principale à la mise en œuvre de projets hydroélectriques en Haïti :

Les infrastructures hydroélectriques demandent des investissements importants. L'état Haïtien ne dispose pas de tels moyens. Des prêts commerciaux à long terme de la part du secteur privé ne sont pas disponibles pour Haïti car ce type d'investissement dans ce pays est considéré comme étant à haut risque. Haïti est fortement endetté, avec une dette extérieure évaluée à 1,4 milliard de dollars en xx (xx% du PIB)[w8]. Le pays a été ajouté à l'initiative pour les pays fortement endettés par la Banque Mondiale et le Fond Monétaire International. Cependant, il n'est pas qualifié pour l'instant [w9]pour une annulation de la part de sa dette contractée auprès de la Banque Mondiale et du FMI. La Banque Inter-Américaine de Développement, qui est le principal prêteur d'Haïti avec une dette d'un montant d'un demi-milliard de dollars, ne fait pas partie de l'initiative d'allègement de la dette d'Haïti. Il est prévu une augmentation du paiement du service de cette dette dans les années à venir.

Par ailleurs les pertes commerciales dans le secteur de l'électricité en Haïti sont parmi les plus importantes au monde. L'électricité facturée représente moins de 50% de l'électricité produite. Ceci a mis EDH dans une situation financière difficile qui ne lui permet ni d'acheter le combustible nécessaire pour la production de l'électricité ni de payer les producteurs indépendants d'électricité.

d. Recommandations pour lever les barrières

Seul des fonds publics en provenance des institutions financières internationales d'aide au développement pourraient être mobilisés pour aider le secteur de l'énergie haïtien à sortir de sa crise. Cependant, une restructuration de l'entreprise pour assurer sa viabilité semble être un préalable à tout appui financier.

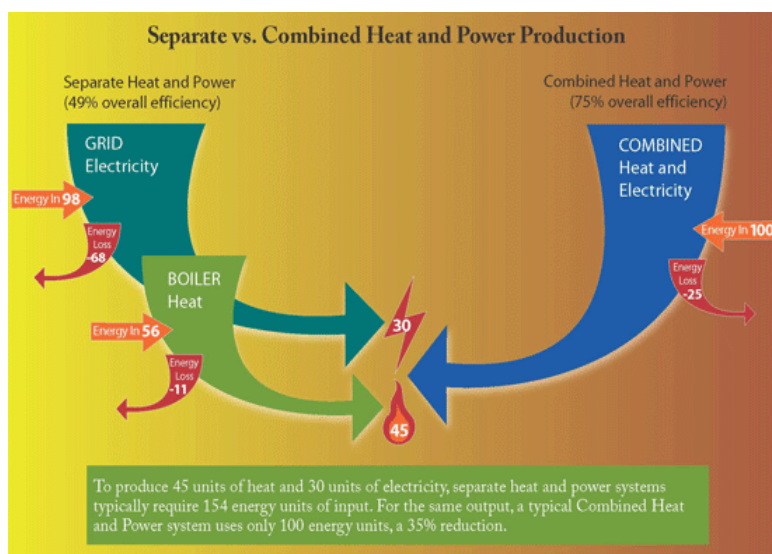
II.1.2 Cogénération dans l'industrie utilisant la bagasse

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie AM0007 'Biomass co-generation' ou la méthodologie ACM0006 : 'Consolidated methodology for grid-connected electricity generation from biomass residues'.

Le détail des calculs se trouve dans le fichier Excel.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP de cogénération à partir de bagasse

La canne à sucre présente de nombreux avantages comme biomasse énergie. En plus de son utilisation pour produire du sucre et de la mélasse qui peut être transformée en éthanol, la canne à sucre pousse plus vite que la plupart des autres plantes et produit plus de biomasse que la plupart des plantes énergétiques. Elle produit deux types de biomasse résidu qui peuvent être utilisées comme combustibles. Les déchets de plantation composés des feuilles et de l'extrémité de la canne et la bagasse qui est le résidu d'usine obtenu après le processus de pressage de la canne pour extraire le sirop. Le système énergétique de la plupart des unités de traitement de canne à sucre ('unités de production de sucre, distilleries,...) en Haïti n'est pas intégré. La satisfaction des besoins en chaleur se fait indépendamment de la satisfaction des besoins en énergie électrique. Généralement, du fuel lourd est utilisé pour produire de la vapeur à partir d'une chaudière basse pression fonctionnant entre 10 et 20 bars. Cette vapeur après détente à la pression d'utilisation au niveau du processus de l'unité de production, assure le chauffage. Les besoins en énergie électrique sont couverts soit à partir du réseau, soit à partir d'un générateur propre à l'unité, alimenté en diésel, soit par une combinaison de ces deux options. Cette configuration est inefficace, conduit à des pertes énergétiques énormes et augmente l'intensité carbone des processus de l'unité de production. Le passage à la cogénération permet de réduire ces pertes énergétiques puisqu'il fait passer le rendement de l'installation de production énergétique séparé de 50% à environ 75%.



Cependant, des pays comme Haïti doivent tirer avantage du fait que les unités n'ont pas de système de cogénération pour sauter l'étape de la cogénération de première génération et passer à celle de la deuxième génération. Dans ce cas, le projet MDP va consister à la mise en œuvre d'un cycle à ressurchauffe haute pression haute température en lieu et place du cycle de Hirn classique. Il utilisera une chaudière haute pression (82 bars) et une turbine à condensation avec extraction de la vapeur de chauffe à la pression désirée. Cette configuration énergétique combinée avec l'utilisation des feuilles et extrémités de la canne comme combustible permet de faire passer la production d'électricité de 50 kWh par tonne de canne traitée pour une simple cogénération basée sur des chaudières de basse à moyenne pression à 120 kWh par tonne de canne traitée pour le passage au système de seconde génération. Cependant, pour évaluer le potentiel dans le secteur, nous considérerons pour être conservatif, une cogénération classique à partir de chaudière basse à moyenne pression.

b. Analyse quantitative du potentiel

17 projets de cogénération de la taille de celui que la distillerie Barbancourt veut mettre en œuvre peuvent voir le jour en Haïti. L'augmentation de la production d'électricité due à la mise en œuvre de ces projets est évaluée à 87 GWh. Elle représente 18% de la production nationale d'électricité. 147.000 tonnes de CO₂ par an seront réduites par ces projets. Vendus à 10 dollars la tonne, ces crédits de réduction d'émission vont engendrer des revenus estimés à 14,7 millions de dollars durant la période de comptabilisation du projet estimée à 10 ans. 12 MW de puissance additionnelle seront installés par le projet.

c. Barrières spécifiques à la cogénération

Le développement de la cogénération en Haïti fait face à des barrières de communication, des barrières financières, réglementaires et technologiques.

La plupart des PME en Haïti ignore le principe de la cogénération et les opportunités qu'elle peut leur offrir en améliorant la rentabilité et la compétitivité de leur production.

La mise en œuvre de la cogénération demande des investissements non négligeables. Seules les entreprises industrielles ayant une bonne santé financière pourront investir dans la cogénération dans un contexte financier comme celui d'Haïti où il est très difficile de trouver un crédit pour des projets à moyen ou long terme.

La cogénération implique une production d'électricité qui dans la plupart des cas excède les besoins en interne parce qu'elle est conçue d'abord pour satisfaire les besoins en chauffe.

Aussi, il est indispensable que les entreprises industrielles qui veulent mettre en œuvre la cogénération soient en mesure de vendre leur excès d'électricité à un prix qui assure la rentabilité de leur investissement. Pour l'instant, le cadre légal et réglementaire ne garantit pas cela.

d. Recommandations pour lever les barrières

Ces différentes barrières peuvent être levées par une attitude proactive des décideurs au niveau de l'administration et l'appui des institutions financières internationales pour garantir les prêts contractés au niveau des banques. L'exemple de la Tunisie peut être adopté. Le gouvernement a fortement incité les entreprises qui disposent d'un potentiel de cogénération à l'exploiter. Comme mesure d'accompagnement, il leur a facilité l'accès à des crédits. Le cadre des dialogues sectoriels peut être utilisé par les institutions internationales pour convaincre les décideurs en Haïti à mettre en place le cadre légal et réglementaire approprié. Il s'agira principalement de l'adoption d'une loi sur les tarifs de cession d'électricité des auto-producteurs à EDH.

II.1.3. Valorisation des résidus agricoles autres que la bagasse

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie approuvée et consolidée : 'ACM0006 : Consolidated methodology for grid-connected electricity generation from biomass residues'

Dans la méthodologie ACM0006, la biomasse et les résidus de biomasse sont ainsi définies :

Biomasse

La biomasse est une matière organique biodégradable et non fossilisée ayant comme origine les plantes, les animaux et les microorganismes. Cette définition inclut les produits, les sous-produits, les résidus et les déchets agricoles, les déchets du secteur de la foresterie et des industries connexes ainsi que les fractions organique biodégradable et non fossilisé des déchets industriels et municipaux. La biomasse inclut aussi les gaz et les liquides récupérés à partir de la décomposition de matière organique biodégradable et non fossilisée.

Résidus de biomasse

C'est de la biomasse qui est un sous-produit, un résidu ou un déchet de l'agriculture, de la foresterie ou des industries connexes. N'en font pas partie les déchets municipaux ou les autres types de déchets qui contiennent de la matière fossilisée et/ou non biodégradable (petite fraction de matière organique inerte comme le sol, le sable). Il est à noter qu'en cas de résidu

de biomasse solide, la quantité de résidu de biomasse dont il est question dans tous les calculs dans la méthodologie concerne le poids sec du résidu.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Les résidus agricoles considérés dans le cadre de cette étude sont listés au tableau 3.

Dans la plupart des cas, ces résidus sont coûteux à collecter. C'est ce qui explique qu'ils n'ont pas été jusqu'ici largement utilisés dans beaucoup de pays comme Haïti pour la production d'énergie. Le fait que la biomasse incluant les résidus agricoles puisse être une source énergétique de valeur est cependant démontré par la place qu'elle occupe dans le bilan énergétique de pays comme les Etats-Unis. Pendant l'année 2000, la biomasse, définie comme bois, déchets de bois, résidus agricoles ou la biomasse cultivée, a contribué à la couverture d'environ 3 % de la consommation d'énergie totale américaine (Administration de l'Information sur l'Énergie (EIA) (Revue Annuelle de l'Énergie 2000). Les résidus agricoles en Haïti, malgré les difficultés associées à leur collecte, peuvent aussi servir de différentes façons comme sources d'énergie primaire. Secs, ils peuvent être brûlés comme un combustible après une légère transformation comme un broyage ou un hachage et servir à la cogénération de chaleur et d'électricité dans le secteur industriel; Humide, ils peuvent être transformés en biogaz. L'utilisation des résidus agricoles comme combustible domestique est aussi une application intéressante en Haïti du fait de la demande croissante en énergie de cuisson et de la faiblesse de l'offre en bois énergie. Pour l'instant, l'utilisation de la biomasse comme combustible reste très peu développée en Haïti.



Paille



Tiges

b. Analyse quantitative du potentiel

10 projets MDP peuvent être élaborés basés sur la valorisation énergétique des résidus agricoles en Haïti.

Le calcul des quantités de résidus agricoles produites en Haïti est basé sur les statistiques ⁽³⁾ de production agricole du pays en 2005 données par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et sur la détermination des taux de résidus pour les différents produits agricoles. Le taux de résidu généré (en tonnes de résidu par tonne de produit noble) ainsi que le PCI (en MJ/kg) du résidu sont donnés par le tableau suivant ^(4,5) :

Tableau 4 : Taux de résidus et PCI des différents produits agricoles

Produits	PN/Résidu	Taux résidu	PCI résidu MJ/kg
Coton tige	4,25	0,235	17,2
Coton coque		0,189	16,3
Arachide paille	2,3	0,126	17,8
Arachide coque	0,5	0,582	17,8
Maïs tige	2,25	0,444	17,4
Maïs rafle	0,225	4,444	17,3
Millet paille	2	0,500	10,2
Riz paille	1,75	0,571	10,2
Riz balle		0,200	14,5
Sorgho tige	2	0,500	17
Noix de Coco bourres	3	0,333	14,8
Noix de Coco coques	0,9	0,526	15
Palmier à huile fibre	18	0,180	9,6
Palmier à huile rafle	0,25	0,240	4,4
Manioc tige	2,7	0,370	17
Cacao		0,500	17
Café		0,357	18,3

La feuille de calcul du résidu agricole sur le fichier Excel (Potentiel de développement de projets MDP dans le secteur de l'énergie en Haïti) donne pour Haïti en 2005 en milliers de tonnes les produits agricoles dont les résidus peuvent être utilisés pour la production d'énergie électrique, les quantités de résidus agricoles générées ainsi que leur contenu énergétique. La bagasse n'est pas prise en compte parce qu'elle est traitée à part.

3 Source FAO: Major food and agriculture commodities and producers; World Agricultural production, United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Office of global analysis, Circular Series WAP 05-07 May 2007; BCEAO, Comité de convergence, Commission UEMOA, Avril 2005.

4 Olivier Squilbin, UCL-GEB, Yaoundé, EREC 2002

⁵ Auke Koopmans and Jaap Koppejan, Agricultural and forest residues generation, utilization, and availability: Regional consultation on modern application of Biomass, 6-10 January 1997, Kuala Lumpur, Malaysia

La quantité totale de résidu agricole s'élève à 386 milliers de tonnes. Le potentiel net de résidu disponible est déterminé en enlevant des quantités de résidus calculées et fournies au niveau des tableaux en annexe sur les feuilles de calcul, les quantités de résidus actuellement utilisées à d'autres fins ou qui le seront au cours des dix prochaines années. Ainsi, la paille d'arachide, la paille de millet et la paille de riz ne seront pas prises en compte parce qu'elles ont d'autres utilisations comme l'alimentation du bétail. Seul 30% des tiges de sorgho et 50% des tiges de manioc sont considérées comme disponibles. Les émissions de CO₂ des projets et des fuites liées à l'utilisation de la biomasse ont aussi été prises en compte. Elles sont présentes à la collecte de la biomasse, à son transport, à son séchage, à son broyage et à son stockage. Les émissions liées à la production de résidus agricoles ne sont pas prises en compte car elles sont fatales [w10]et non liées au projet de valorisation de la biomasse. Une consommation énergétique de 0,6 GJ/ tonne de résidu sec valorisé est proposé par O. Squilbin ⁽⁶⁾. Les résidus valorisés à travers les 10 projets vont induire des émissions égales à 18.000 tonnes de CO₂ par an.

Environ 5.500 TJ/an équivalent nets de résidus agricoles sont disponibles en Haïti. S'ils sont valorisés pour produire de l'énergie électrique, ils permettent d'éviter 330.000 tonnes nettes de CO₂ par an. Les réductions d'émissions ont été déterminées en considérant qu'un combustible propre comme le GPL aurait été utilisé à la place des résidus agricoles pour fournir la même quantité d'énergie. Elles représentent 5% des émissions de GES du pays.

Si la tonne de CO₂ est vendue à 5 US\$, ces réductions d'émissions de GES vont engendrer des revenus additionnels de 16,5 Millions de US\$ en 10 ans et 33 Millions de US\$ en 10 ans pour la tonne de CO₂ vendue à 10 US\$.

Avec l'utilisation d'une production centralisée d'électricité en co-combustion ou à cycle à gaz, un rendement moyen de 33% est réaliste. Le nombre de projets a été déterminé en prenant pour chaque projet MDP une unité d'une puissance maximale de 7 MW. Les 10 projets MDP permettront une production supplémentaire 504 GWh/an. Cela représente plus que la production actuelle d'Electricité d'Haïti (EDH) estimée à 477 GWh. En considérant un facteur de charge (facteur de capacité multiplié par facteur d'utilisation du temps) de 90%, cette production énergétique correspond à une puissance supplémentaire de 71MW.

c. Barrières spécifiques

⁶ O. Squilbin, UCL-GEB, Filière biomasse énergie au Cameroun

Le développement de la bio-électricité en Haïti fait face à d'importantes barrières malgré son potentiel intéressant. Ces barrières sont d'ordre technologique, financier, réglementaire, et sont également liées à la dispersion de la biomasse.

La principale barrière technologique à l'utilisation de la biomasse pour produire de l'énergie est sa difficulté d'exploitation en l'état, comme combustible. Le large éventail des caractéristiques des différents types de biomasse (granulométrie, densité, degré hygrométrique) peut nécessiter une première transformation permettant d'obtenir des combustibles plus usuels. Pour utiliser la biomasse afin d'alimenter des moteurs, des chaudières ou des turbines, cette transformation peut faire appel à des technologies qui peuvent être complexes comme les techniques de conversion thermochimiques de la biomasse faisant intervenir la gazéification, la fluidisation ou les techniques de conversion biochimiques comme la bio-méthanisation pour la production de biogaz à partir de biomasse humide.

A l'investissement, le coût du MW de puissance installé est plus élevé pour la production d'électricité à partir de la biomasse comparé au coût de production du MW à partir d'installations classiques brûlant des combustibles fossiles. Aussi, l'Etat Haïtien sera moins enclin à développer la bioélectricité dans un contexte d'écarts important entre l'offre et la demande électrique. Seuls des investisseurs privés pourraient être tentés par la rentabilité de tels projets. Les fonds carbones font partie de ces investisseurs tout indiqués.

La faible densité énergétique des résidus agricoles, leur présence en campagne, dans des zones souvent difficiles d'accès du fait des infrastructures routières faiblement développées dans le pays, la saisonnalité de leur disponibilité et leur dispersion les pénalisent comme source de production de bioélectricité à cause de la barrière à l'approvisionnement. De même, les coûts de collecte, de transport, et de transformation obèrent les coûts de production et handicapent le développement des filières de valorisation à grande échelle de cette source d'énergie renouvelable. Cela rend la production de bioélectricité à partir des résidus agricoles très souvent non compétitive comparée aux technologies classiques utilisant des combustibles d'origine fossile.

d. Recommandations pour lever les barrières

La barrière technologique liée à la complexité des technologies de conversion de la biomasse peut être résolue par le MDP en tant qu'instrument de coopération Nord/Sud facilitant le transfert technologique^[w11].

La production de bioélectricité dans les zone de production des résidus agricoles ainsi que la disponibilité de revenus additionnels tirés de la vente de crédits de réduction d'émissions certifiés pourraient aider à réduire, éliminer voir inverser l'handicap lié à la dispersion et aux coûts de collecte.

Le cadre réglementaire doit être approprié à la production privée d'électricité et définir des coûts de cession de l'électricité produite qui puissent faciliter l'émergence de ces types projets.

II.2 L'amélioration de l'efficacité énergétique

II.2.1. Récupération de chaleur dans les unités industrielles

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie ACM0012 : "Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions for waste gas or waste heat or waste pressure based energy system".

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Ce potentiel est présent au niveau des unités industrielles qui ont des besoins en énergie chaleur à satisfaire et qui produisent leur propre électricité comme Brana ou qui utilisent des processus qui rejettent des fumées à des températures supérieures à 300°C. Le projet MDP va consister à récupérer la chaleur contenue dans les fumées rejetées. Deux options s'offrent pour ce type de projet : utiliser l'eau d'alimentation des chaudières comme fluide caloporteur pour récupérer la chaleur des fumées au moyen d'un échangeur de chaleur ou bien envoyer les fumées chaudes directement à la chaudière.



Générateur d'électricité à BRANA

b. Analyse quantitative du potentiel

Ce type de projet MDP permet de réduire en Haïti 80.000 tonnes de CO₂ à travers une dizaine de projets de même taille que celui qui est prévu à la BRANA. Cela représente 1,24% des émissions de gaz à effet de serre du pays. La vente des crédits de réduction d'émission associés permettrait de disposer de revenus carbone additionnelles estimés à 8 millions de dollars.

c. Barrières spécifiques

La principale barrière est d'ordre financier, car l'investissement initial est élevé. Cependant, ce type de projet est très rentable avec des temps de retour sur investissement inférieur à deux ans.

d. Recommandations pour lever les barrières

Les entreprises industrielles qui ne disposent pas de beaucoup de moyens financiers peuvent mettre en œuvre le projet en plusieurs tranches en utilisant plusieurs échangeurs en série installés les uns après les autres en fonction des disponibilités financières.

II.2.2. Cogénération dans l'industrie utilisant des combustibles fossile

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Le détail des calculs est contenu à la page cogen du fichier Excel.

Le système énergétique Haïtien est non-intégré. Au sein d'une même unité industrielle, la satisfaction des besoins de chauffe se fait indépendamment de la satisfaction des besoins en énergie électrique. Le schéma le plus souvent observé est l'utilisation de combustibles fossiles pour générer de la vapeur au niveau de chaudières moyenne pression (entre 10 et 20 bars). Cette vapeur est ensuite utilisée après détente pour chauffer les processus de production industrielle. Les besoins en énergie électrique sont satisfaits à partir du réseau électrique, de groupes électrogènes brûlant du diesel ou par une combinaison de ces deux options. Cette configuration de ces systèmes énergétiques les rend très peu performants, induit un énorme gaspillage énergétique et augmente l'intensité carbone des processus de production industrielle.

Les consommations nationales de produits pétroliers sont déterminées pour l'année 2005 à partir du bilan énergétique. La consommation de produit pétrolier par l'industrie pour satisfaire ses besoins de chauffe a été évaluée à 4350 TJ/an. Comme il n'y a ni cimenterie ni fonderie en Haïti, nous avons considéré que les produits pétroliers consommés au niveau des

unités industrielles servent principalement à la production de vapeur basse pression de chauffe.

Le rendement des chaudières a été estimé à 90%. 3900 TJ/an d'énergie sous la forme de vapeur générée sont utilisée dans le scénario de ligne de base pour le chauffage. Dans le scénario des projets MDP, des chaudières à 45 bars et 450 °C sont prévues pour générer la vapeur surchauffée destinée à la production combinée d'énergie électrique et de chaleur. Cette vapeur va alimenter des turbines à contrepression dont l'échappement, réglé à 5 bars va alimenter les processus de chauffage. Le rapport entre la quantité d'énergie utilisée pour la production d'électricité et celle utilisée pour la production de chaleur est donné par le rapport des chutes enthalpiques de la vapeur au niveau de la turbine à contrepression et au niveau des processus de chauffage estimés respectivement à 0,43 GJ/tonne et 2,21 GJ/tonne. Dans le scénario des projets MDP, 690 TJ/an d'énergie électrique ou 0,19 TWh/an seront produites combinées avec 3900 TJ/an d'énergie chaleur destinée au chauffage dans le scénario de ligne de base.

b. Analyse quantitative du potentiel

Cette production additionnelle d'électricité représente 40% de la production du pays en 2005. En supposant un facteur de charge de 90%, une puissance égale à 27 MW devra être installée correspondant à des investissements de 27 Millions de dollars. En supposant un rendement de cycle pessimiste de 85% pour la cogénération dans le scénario des projets MDP et un rendement de cycle optimiste de 35% pour la production séparée des 0,19 TWh/an dans le scénario de ligne de base, les économies de produits pétroliers non brûlés pour le même service rendu dans les scénarios de projet et de ligne de base sont estimées à 1015 TJ/an. Ceci correspond à une réduction d'émissions de GES de 72.400 tonnes de CO₂ équivalent/an, qui serait répartie entre 10 projets. Le critère de détermination du nombre de projets repose sur une hypothèse de projets de taille égale à 7.000 t CO₂ équivalent de réduction d'émissions. Pour un prix de vente de 10 dollars la tonne, les revenus carbone seront de 7,2 millions de dollars durant la période de comptabilisation du projet.

Les réductions d'émission de GES induites par les projets de cogénération représentent 1% des émissions du pays en 2005.

c. Barrières spécifiques à la cogénération

Les mêmes barrières que celles de la cogénération de biomasse s'appliquent.

d. Recommandations pour lever les barrières

Les mêmes recommandations que pour la cogénération de biomasse s'appliquent.

II.3 Réduction des pertes à la distribution

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie de projets de petite taille AMS II A : ‘Supply side energy efficiency improvements – transmission and distribution’.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Les pertes considérées ici sont les pertes techniques sur les réseaux de transport et de distribution de l’électricité. Elles ont été évaluées à 18% ⁽⁷⁾.

La valeur standard ciblée des pertes sur les réseaux par les projets MDP est de 8%. Des actions sur les lignes de distribution, les transformateurs et une réduction de l’énergie réactive qui transite sur les lignes devraient permettre de passer de 18% de taux de perte à 8% de taux de pertes en Haïti.

La démarche suivante a été utilisée :

- La production d’énergie électrique à partir de combustibles d’origine fossile en GJ par an, est obtenue à partir du bilan énergétique 2005.
- Le contenu énergétique des combustibles utilisés pour produire cette quantité d’électricité est calculé en divisant la production d’électricité par le rendement de 0,33 qui est en moyenne celui des installations de production d’électricité. Cette opération a été nécessaire à cause des incohérences sur le bilan énergétique 2005.
- Les économies de combustibles en GJ par an sont déterminées en multipliant le contenu énergétique des combustibles utilisés par la différence entre la perte moyenne sur les réseaux qui est de 18% et la perte ciblée par les projets MDP qui est de 8%.
- Les réductions d’émission de CO₂ sont calculées en multipliant les économies de combustibles réalisées par le coefficient carbone moyen des combustibles utilisés en Haïti.

b. Analyse quantitative du potentiel

⁷ BME, EDH, AIEA : Plan de Développement du Secteur de l’Energie 2007-2017, Haïti, paragraphe 43, page 7, Novembre 2006

Un projet pourrait être envisagé sous la forme de programme d'activités (PoA). La réduction de la consommation énergétique ayant une incidence sur les réductions d'émission de GES sera de 290 TJ et les réductions des émissions de GES seront de 21.600 tonnes de CO₂ par an. Vendues à 10 US\$ la tonne de CO₂ réduite, ces revenus vont s'élever à 2,2 millions US\$. La réduction des pertes liées à la distribution de l'électricité de 18 à 8 % va augmenter l'énergie électrique disponible de 10%. Ce sont 48 GWh supplémentaires qui seront disponibles.

c. Barrières spécifiques à la mise en œuvre du projet de réduction des pertes électrique en Haïti

Il n'y a plus de barrière spécifique à la mise en œuvre de ce projet car il est actuellement financé par la BID et la Banque mondiale. La dimension MDP pourrait être prise en compte à travers l'élaboration par EDH d'un projet de petite taille.

II.4 L'Amélioration de l'efficacité énergétique côté demande domestique

Ces projet peuvent utiliser la méthodologie de petite taille AMS II C : 'Demand-side energy efficiency activities for specific technologies'. Un programme d'activité à travers le pays entier semble être l'option la plus appropriée.

II.4.1. Utilisation des ampoules à basse consommation pour écrêter^[w12] le pic de demande en électricité

Ce projet MDP a pour objectif d'assurer la continuité du projet actuellement mis en œuvre de distribution de 2,6 millions de Lampe à Basse Consommation (LBC) offertes par le gouvernement Cubain en assurant, à la fin de la durée de vie des lampes distribuées par le projet en cours, la distribution de 2 millions de LBC. EDH pourrait être le porteur de ce projet. Les revenus carbone seront utilisés pour subventionner les Lampes à Basse Consommation.



a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

La quantité d'énergie consommée pour l'éclairage a été déterminée à partir de l'information sur le nombre de LBC distribuées. 2 millions de LBC ont été distribuées en Haïti. Cette démarche est plus proche de la réalité car elle permet de prendre en compte les ménages qui ne sont pas raccordés au réseau d'EDH. L'utilisation des données du réseau n'aurait pas permis de prendre en compte ces consommateurs. La quantité d'électricité économisée EE du fait de l'utilisation des LBC a été déterminée à partir du nombre de LBC et de l'énergie que chaque LBC permet d'économiser par an. Le nombre d'heures de marche des LBC a été estimé à 4 heures par jour.

$$EE = NLBC \cdot (40-8) \cdot 4 \cdot 365 / 1000000$$

NLBC = Nombre de LBC distribués (2.000.000)

40 W - 8 W : différence de puissance entre les lampes à incandescence et les LBC

4 : Nombre moyen d'heures de marche par jour des ampoules à incandescence

Les réductions d'émission de gaz à effet de serre ont été calculées en supposant que seule de l'électricité produite à partir de combustible d'origine fossile est déplacé (l'hydroélectricité qui représente 40% de la puissance disponible fonctionne en base). Cette électricité est supposée être produite avec un rendement de 33%.

Le combustible utilisé pour la production d'électricité est du gasoil à 90% et du Mazout à 10%. Le facteur d'émission carbone est pris égal à 20,2 tC/TJ.

b. Analyse quantitative du potentiel

Ce projet permet de réduire 68.000 tonnes de CO₂ par an. Ces crédits carbone vendu à 10 US\$ la tonne permettent de générer des revenus égaux à 6,8 millions de dollars durant la période de comptabilisation du projet fixée à 10 ans. Le coût total du projet est estimé à 16 millions de US\$.[w13] Le projet permet de réduire la consommation annuelle d'électricité de 84 GWh.

Le pic de la demande en énergie électrique en Haïti est dû à l'éclairage et se situe entre 19h et 23h. Cela confère aux projets de remplacement des ampoules incandescentes par des ampoules à basse consommation une importance particulière. Leur généralisation peut contribuer à réduire de 80% l'intensité du pic de la demande en énergie électrique. En Haïti où EDH n'arrive pas à satisfaire les besoins en énergie électrique et où les délestages entre 19 et 23h sont courants, ces projets ont un impact social et économique important. Ils peuvent contribuer à garantir l'accès à l'électricité dans les moments où la population en a le plus besoin pour des raisons de sécurité, l'éclairage contribuant à la réduction de la criminalité. En permettant de réduire la facture électrique des ménages dans un contexte de réduction du

pouvoir d'achat, il contribue à ralentir la paupérisation des couches moyennes et à éviter les tensions sociales qui peuvent en découler.

c. Barrières spécifiques à la diffusion des LBC

Le projet de diffusion des LBC fait face à une seule barrière : le pouvoir d'achat trop faible des populations qui seront enclines à acheter des lampes à incandescence sans aucun système incitatif[w14].

d. Recommandations pour lever les barrières

Les revenus MDP seront utilisés pour subventionner partiellement la différence entre le prix de la LBC et le prix de la lampe à incandescence.

II.5 Potentiel de développement de projets biocombustible

II.5.1. La production durable de biocombustibles

Méthodologie utilisable: Aucune méthodologie n'est pour l'instant applicable à ce type de projets.

Les projets biocarburant en Haïti présentent un bon profil pour proposer des méthodologies spécifiques qui pourraient être approuvées. Les barrières auxquelles sont confrontées les méthodologies déjà proposées concernent trois points essentiellement :

- La démonstration de l'utilisation d'une terre dégradée qui n'aurait pas pu être utilisée pour une autre activité. Ceci permet de prouver que l'activité de projet MDP n'a pas nécessité au préalable un déboisement comme ça a été le cas en Malaisie où de riches forêts ont été détruites pour planter des palmiers à huile
- La démonstration de la non-utilisation de terres précédemment destinées à la production alimentaire. En effet, cela risque d'entraîner un déboisement ailleurs pour déplacer l'activité pré-projet ou une pénurie de denrée alimentaire comme c'est le cas au Mexique où le prix de la tortilla, aliment de première nécessité fait à base de maïs a connu une importante hausse à cause de l'utilisation énergétique du maïs.
- Une preuve que le biocarburant produit par le projet MDP ne sera pas exporté vers un pays Annexe I.

En Haïti, il est possible de proposer des projets qui respectent ces critères.

Par exemple, la production d'huile de Jatropha contribue efficacement à lutter contre la pauvreté. Même si les porteurs de projets se dotent de plantations pour assurer un minimum de matière première pour leur installation de traitement, ils vont acheter la plupart de ces graines auprès de communautés de paysans qui exploitent des superficies comprises entre 100 et 1000 ha. L'activité va donc contribuer à créer des revenus en milieu rural défavorisé.

Les producteurs d'huile de Jatropha sont aussi de potentiels exploitants de concession pour l'électrification rurale. Ils peuvent utiliser l'huile issue de leurs unités de production pour alimenter des groupes électrogènes. En donnant aux ruraux un pouvoir d'achat et en facilitant au concessionnaire l'accès à l'énergie primaire, l'activité de production d'huile de Jatropha devient un des leviers les plus efficaces pour le développement de l'électrification rurale. Ce projet peut [w15]servir à développer les plateformes multifonctionnelles qui sont actuellement en application dans certains pays Africains.

Au niveau des grandes plantations, cette activité va créer des emplois pour les jeunes et les femmes des zones défavorisées (régions à terre dégradée). Ceci contribuera à réduire le flux migratoire vers les centres urbains ou vers les pays développés et à lutter contre l'immigration clandestine en s'attaquant à ses causes premières.

L'engrais issu de la production d'huile de Jatropha peut permettre d'intensifier la production céréalière et d'aller vers l'autosuffisance alimentaire.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Pour la nature des sols utilisés pour la production de Jatropha, Haïti dispose de sols dégradés, impropres à l'agriculture sans irrigation. La principale barrière au développement de la culture irriguée dans ces espaces est la disponibilité d'énergie pour le pompage de l'eau. Le développement de la culture de biocombustible comme le Jatropha, très peu exigeant en matière de consommation d'eau, ne rentre pas en compétition avec les cultures alimentaires au niveau de ces terres dégradées. On peut dès lors envisager des projets de production agricole de ces types de plantes pouvant être utilisées pour la production de biocombustible. Ces projets pourraient aussi utiliser une partie du biocombustible ainsi produit pour la production de l'énergie mécanique nécessaire pour le pompage de l'eau.

Le biocombustible produit peut être exclusivement vendu à l'entreprise d'électricité EDH et être utilisé pour approvisionner les centrales de production d'électricité. Ceci permettra de faciliter l'élaboration et la mise en œuvre du plan de surveillance de l'activité de projet MDP. Elle peut aussi être vendue à un grand distributeur de carburant.

Quelles sont les surfaces disponibles en Haïti utilisables pour la culture du Jatropha ?

Le *Jatropha curcas* ou plante pourghère n'est pas exigeante et peut facilement pousser dans la plupart des sols, qu'ils soient arides ou humides. Il accepte un climat avec des précipitations entre 500 et 1200 mm d'eau et des températures moyennes mensuelles entre 18 et 34°C. Il aime les sols pauvres bien que des rendements plus élevés soient obtenus si des fertilisants à faible teneur en éléments nutritifs sont utilisés. L'utilisation des terres dégradées d'Haïti pour cultiver le *Jatropha* comme biocombustible a donc l'avantage socio-économique de ne pas entrer en compétition avec les cultures alimentaires et de lever les barrières à l'enregistrement des projets comme projet MDP [w16] et l'avantage environnemental de ne pas entraîner la destruction des forêts et de contribuer à la régénération de ces sols.

Le *Jatropha* peut aussi être utilisé comme levier pour atteindre les objectifs des programmes d'électrification rurale d'Haïti à travers la mise en place de plateformes multifonctionnelles.

b. Analyse quantitative du potentiel

Le rendement moyen en huile de *Jatropha curcas* est de 1890 litres d'huile par hectare et par an et des rendements 4 à 5 fois supérieurs ont été enregistrés notamment au Ghana. Cependant nous considérerons de façon conservatrice un rendement d'huile de *Jatropha* égal à 1590 kg par ha et par an ⁽⁸⁾. La surface disponible pour la culture du *Jatropha* a été estimée égale à 1% des terres du pays. Dans ces conditions, la production annuelle sera de 44.100 tonnes par an pendant plus de 40 ans. Une période de comptabilisation des réductions d'émission de GES de 21 ans sera considérée. La réduction annuelle des émissions de GES liée au remplacement du Gasoil par l'huile de *Jatropha* peut se faire à travers environ 4 projets de taille moyenne et sera de 127.000 tonnes de CO₂ par an. Ces réductions d'émissions de GES représentent en moyenne 2% des émissions de GES du pays, évaluées en 2005. Vendue à 10 US\$ la tonne, ces crédits de réduction de GES liés au remplacement du gasoil vont générer des revenus globaux de 27 millions de US\$ en 21 ans.

L'investissement nécessaire pour ces projets de plantation de *Jatropha* s'élève à un million de US\$ pour une production de 1590 tonnes d'huile par an, réalisé sur une superficie de 1000 ha. Pour la même superficie, les revenus générée par la vente à 10 US\$ la tonne des crédits de réduction d'émission des projets de substitution de combustible et de séquestration de carbone s'élèvent à 220.000 US\$ par an. Cela veut dire que la vente de ces crédits de réduction d'émission à elle seule permettrait un retour sur investissement en moins de 5 ans.

⁸ Les huiles végétales par l'Institut Français des Huiles Végétales Pures : <http://institut.hvp.free.fr>

Le projet de production de Jatropha est particulièrement rentable. L'exploitation de 1000 ha de plantation de pourghère permet une production de 1590 tonne d'huile de Jatropha par an qui génèrent des revenus égaux à 675.134 US\$ /an, 4.450 tonnes d'engrais de très bonne qualité qui génèrent des revenus égaux à 1.442.800 US\$ par an et 159 tonnes de glycérine qui génèrent des revenus égaux à 95.300 US\$ par an. Ce sont donc au total 2,213 millions de dollars US par an de revenu qui peuvent être tirés de la commercialisation des produits issus de la plantation de 1000 ha de Jatropha et 0,22 millions de US\$ par an de la vente des crédits carbone.

c. Barrières spécifiques à la mise en œuvre des projets Jatropha

Le développement de la production de Jatropha curcas en Haïti fait face à certaines barrières. La plus importante est liée au manque de moyens financiers. Il y a un nombre importants d'organisations Haïtienne (ONG, entreprises privées) qui ont compris les enjeux liés au développement du Jatropha et qui manifestent un intérêt à investir dans ce secteur. Cependant, ils font face au manque de moyens financiers. Il faut un investissement entre 700 et 1000 Euros pour planter un hectare de Jatropha.

Une autre barrière est le manque d'assistance aux agriculteurs qui font toujours une agriculture extensive, sans grande attention aux rendements. Par exemple, la disponibilité de semences pour cultiver des espèces à rendement élevé est un problème de même que la disponibilité d'engrais. Généralement, les Etats des pays en développement importent des semences tout venantes [w17]et sauf dans de rares cas, il n'y a pas une politique de constitution d'une banque de semence avec des caractéristiques connues. La recherche devrait être soutenue pour la mise au point de semences à fort rendement, bien que le Jatropha ne soit pas exigeant.

- Enfin, il n'y a pas une communication efficace pour inciter les acteurs économiques à investir dans les biocarburants.

d. Recommandations pour lever les barrières

Une plus grande implication des institutions financières locales avec des garanties fournies par les institutions financières internationales pourrait contribuer à lever la barrière financière. La création de centres de compétence, spécialisés dans le montage de projets de biocombustibles et l'accompagnement des porteurs de projets pourraient aussi aider à développer ce secteur très stratégique pour le développement durable d'Haïti.

Par ailleurs, l'Etat Haïtien devrait mettre à la disposition des investisseurs potentiels les réponses aux questions suivantes :

- Où trouver des terres utilisables pour la culture du Jatropha et quelles sont les modalités d'acquisition ;
- Quels sont les possibilités de financement disponibles ;
- Où trouver les semences et à quel prix ;
- Quel est le matériel d'extraction de l'huile le plus adapté, où le trouver et à quel prix ;

Quels sont les marchés potentiels et à quel prix pourrait-on vendre l'huile de Jatropha.

II.5.2. Projets d'amélioration de la fluidité du transport

L'objectif de ce projet est de réduire la consommation de combustible dans le secteur du transport. Il consiste à:

Décongestionner et améliorer la qualité des routes à travers:

- La promotion des transports en commun
- L'extension du réseau routier ainsi que la construction de ponts au niveau des grands carrefours
- La promotion de l'utilisation des deux roues grâce à une politique de subvention du vélo

Promouvoir l'utilisation de voiture énergétiquement efficace à travers :

- Un appui financier pour le renouvellement du parc de véhicules utilisés pour le transport en commun
- Un appui financier pour le renouvellement des taxis. Des voitures neuves pourraient être proposées contre l'arrêt des vieux taxis avec un remboursement journalier sur une longue période.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Ce projet pourrait entraîner la réduction d'au moins 10% de la consommation de combustible dans le secteur du transport. Un projet identique prévu au Kenya ambitionne de réduire la consommation du secteur transport de 37%⁽⁹⁾.

⁹ UNEP: Integrated assessment of the energy policy with the focus on the transport and the household energy sector, page 26-38 table 8, projected GHG emissions Kenya. 2006

La consommation de combustible du secteur transport de l'année 2005 a servi de base de calcul. Elle a été tirée du bilan énergétique corrigé 2005 de Haïti. 96.000 TEP d'essence et 136.000 TEP de gasoil ont été consommées.

b. Analyse quantitative du potentiel

Le projet pourrait entraîner la réduction de 140.000 tonnes de CO₂ par an. Cela représente environ 2% des émissions du pays. Vendus à 10 dollars la tonne de CO₂, les crédits de réduction d'émission associés vont générer 29 millions de dollars de revenus carbone durant la période de comptabilisation du projet estimée à 21 ans.

c. Barrières spécifiques à la mise en œuvre des projets transport

La décongestion et l'amélioration de la qualité des routes demandent des moyens financiers importants. Cela peut constituer une barrière à la mise en œuvre de ces projets.

d. Recommandations pour lever les barrières

Une assistance des institutions de financement internationales semble indispensable pour la mise en œuvre de ce type de projet.

II.6 Projets de sécurisation de l'offre en combustible domestique

II.6.1. Réduction des émissions de méthane au cours du processus de carbonisation lors de la production du charbon

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie : AM0041 'Mitigation of methane emissions in the wood carbonization activity for charcoal production' ou la méthodologie de projets de petite taille AMS III K: 'Avoidance of methane release from charcoal production by shifting from traditional openended methods to mechanized charcoaling process'. Ils seront mis en œuvre sous la forme d'un PoA.

Avec le bois de feu, le charbon de bois est l'une des principales ressources énergétiques utilisées en Haïti. La consommation de combustible ligneux est très élevée et Haïti dépend encore fortement du bois pour la satisfaction de ses besoins énergétiques de base. Les combustibles ligneux constituent environ 72% de la consommation de ressources énergétiques primaires ⁽¹⁰⁾ en Haïti, dont 65% sont consommés au niveau des ménages ⁽⁹⁾. La

¹⁰ BME : Bilan énergétique Haïti 2005

consommation de combustible ligneux est l'une des principales causes de déforestation en Haïti. Elle est aussi une source d'émission de GES. L'utilisation des combustibles ligneux pose un problème majeur de protection de l'environnement local et global. Aussi, la gestion du processus de production de combustibles ligneux ainsi que la gestion de la demande constituent l'un des plus importants défis du secteur énergie en Haïti. Elle doit être prise en compte par les politiques de gestions forestières ainsi que les stratégies de réduction de GES du pays.

Parmi les combustibles ligneux, le charbon de bois se substitue de plus en plus au bois de feu dans les villes, pour couvrir les besoins de chauffe, principalement la cuisson des aliments. Cette substitution a un impact social positif. Elle protège des maladies respiratoires la femme à qui sont dévolues les tâches de cuisson. La production et la commercialisation du charbon de bois ont aussi une importante valeur économique en Haïti. Elles procurent un revenu à beaucoup de ménages. Avec l'urbanisation du pays, le charbon de bois est appelé à jouer un rôle capital en tant que ressource énergétique, mais aussi à cause de son impact économique, social et environnemental.



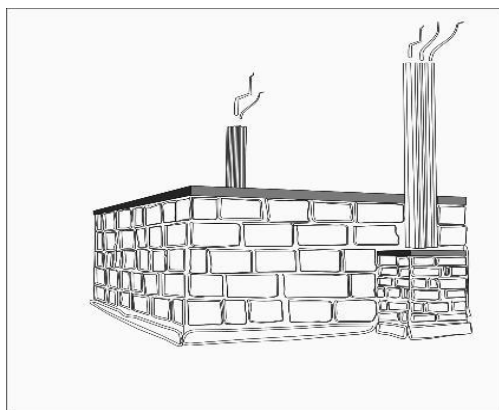
Four traditionnel

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Haïti dispose d'un important potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique du processus de production du charbon de bois. La technique traditionnelle de production de charbon de bois est peu performante. Elle émet 41,2 tonnes de méthane par 1000 tonne de charbon de

bois produits. Son remplacement par des techniques plus performantes permet de réduire les émissions de 0,95⁽¹¹⁾ tonne équivalent CO₂ par tonne de charbon de bois produit.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est calculée à partir de la production annuelle de charbon de bois et du facteur d'émission de méthane du processus traditionnel utilisé en Haïti.



Four Adams

b. Analyse quantitative du potentiel

Le projet d'amélioration de la carbonisation permet de réduire 175.000 tonnes de CO₂ équivalent par an. Cela représente 2,6% des émissions de GES du pays. Commercialisé à 10 dollars la tonne, les réductions d'émission vont générer des revenus carbone évalués à 37 millions de dollars durant la période de comptabilisation du projet estimée à 21 ans.

c. Barrières spécifiques aux projets d'amélioration de la carbonisation

Le charbon de bois joue un rôle énergétique, social et économique très important pour Haïti. Cependant, les procédés de carbonisation actuellement utilisés restent encore très rudimentaires. Les procédés améliorés ont des coûts relativement élevés et ne sont pas accessibles pour la plupart des producteurs.

Un programme de production durable de charbon de bois exige la planification prudente des ressources aussi bien que la maîtrise des technologies de transformation. La capacité limitée de l'Etat Haïtien à analyser, planifier, mettre en œuvre, contrôler, évaluer et corriger les différentes étapes des programmes de gestion durable des ressources forestières constitue une barrière significative et n'encourage pas le développement de projets d'optimisation de la production de charbon de bois.

¹¹ UNEP: Integrated assessment of the energy policy with the focus on the transport and the household energy sector, page 40 table 10, projected GHG emissions Kenya. 2006

L'introduction et le succès de la technologie de production améliorée de charbon de bois exige qu'une politique volontariste appropriée du gouvernement soit mise en place. Elle pourrait mettre en place une réglementation sur la production de charbon : quand celle-ci dépasserait un certain niveau de capacité, les grands producteurs seraient obligés d'utiliser des procédés performants de carbonisation. Se posera alors le problème du contrôle, dans la mesure où la production de charbon évolue dans un cadre informel en Haïti.

d. Recommandations pour lever les barrières

Comme mesure incitative à l'endroit des petits producteurs, le gouvernement Haïtien pourrait encourager le financement de l'acquisition de ces procédés performants à cause de leur impact positif sur l'environnement local et global. Les grands producteurs de charbon ne font pas face à cette barrière financière. Cependant, le cadre institutionnel manque de moyens pour développer des stratégies de mise en œuvre d'une politique de production de charbon de bois efficace d'un point de vue énergétique, rentable, et protectrice de l'environnement local et global.

Une taxe spéciale prélevée sur la production de charbon pourrait être utilisée pour doter l'Etat de moyens pour contrôler l'accès au bois et l'application de la réglementation sur les procédés de production. Les revenus MDP peuvent aussi être utilisés à cette fin. Ils pourront ainsi participer à lever les barrières à la mise en œuvre de ces projets.

II.6.2. Remplacement du charbon de bois par des briquettes de charbon à base de résidus agricoles

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie des projets de petite taille AMS I E : 'Switch from Non-Renewable Biomass for Thermal Applications by the User'

La méthodologie est utilisée en considérant les briquettes de charbon réalisées à partir de résidus agricoles comme une biomasse renouvelable qui remplace une biomasse non renouvelable. Ces projets seront mis en œuvre sous la forme d'un PoA à l'échelle nationale.

a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Bien qu'il soit possible de les utiliser en l'état, beaucoup de résidus agricoles ont de très faible densité, ce qui rend difficile le contrôle de leur combustion. Les convertir en une forme plus dense comme les briquettes pourrait permettre de disposer d'un combustible qui est plus facile à brûler. La mise en brique est principalement un processus mécanique qui demande un

investissement pour acquérir les équipements et une formation des intervenants pour assurer un produit de qualité raisonnable, capable de satisfaire les attentes des utilisateurs. Cependant, si le combustible doit être utilisé pour se substituer au charbon de bois, il est nécessaire de procéder d'abord à une carbonisation suivi d'une extrusion pour disposer de briquettes de charbon qui ne fument pas.

Pour déterminer les réductions d'émission, la formule donnée dans la méthodologie AMS I E est utilisée :

$$RE_y = B_{\text{subs},y} * f_{\text{bnr},y} * PCI_{\text{biomasse}} * FE_{\text{comb. fossile}}$$

RE : Réduction d'émission en tonne de CO2 par an.

B_{subs,y} : Quantité de biomasse substituée.

f_{bnr,y} : fraction représentant la part de biomasse non renouvelable dans la biomasse totale.

PCI biomasse : Pouvoir Calorifique Inférieur du charbon de bois

FE comb. Fossile : Facteur d'Emission du combustible fossile qui a la plus grande probabilité de remplacer la biomasse non renouvelable à cas d'indisponibilité (GPL ou Kérosène).

La production de charbon de 2005 sert de base de calcul. Nous faisons l'hypothèse que la production de charbon est égale à la consommation de charbon et que 30% de la consommation de charbon pourrait être remplacée avec les briquettes de résidu agricole.

140.000 TEP de charbon équivalentes à 184.000 tonnes de charbon ont été produites en 2005⁽¹²⁾.

b. Analyse quantitative du potentiel

Ces projets permettent de réduire 311.000 tonnes de CO2 par an. Cela représente environ 4,7% des émissions de gaz à effet de serre du pays. La vente des crédits de réduction d'émission associés à 10 US dollars la tonne permet de générer 65 millions de dollars de revenu carbone durant la période de comptabilisation du projet estimée à 21 ans.

c. Barrières spécifiques aux projets de production de briquettes

La technologie de réalisation des briquettes de charbon est coûteuse et nécessite un savoir-faire.

¹² BME : Bilan énergétique 2005

d. Recommandations pour lever les barrières

Le MDP peut améliorer la compétitivité de cette technologie grâce aux revenus carbone. Il peut aussi faciliter le transfert de technologie ainsi que l'acquisition du savoir faire.

II.6.3. Promotion de l'utilisation des foyers améliorés

Ces projets peuvent utiliser la méthodologie des projets de petite taille AMS I E : 'Switch from Non-Renewable Biomass for Thermal Applications by the User'

Ils seront mis en œuvre sous la forme d'un PoA à l'échelle nationale.

Le foyer amélioré Haïtien appelé MIRAK est réalisé à partir de la tôle de récupération ou de la tôle neuve (dans le cas des kits) et peut être fabriqué aisément par le secteur artisanal existant, sous réserve de la fourniture de gabarits et d'une formation « légère ». Ils ont une durée de vie de un à deux ans (la grille peut être changée si besoin).

Le réchaud amélioré est composé des éléments suivants : une chambre de combustion où l'air et les gaz sont mélangés, une grille, aménagée de façon à faciliter un passage optimal de l'air à travers le lit de feu et pour l'évacuation des cendres et une porte d'entrée d'air qui permet à l'utilisateur de contrôler l'intensité de la combustion suivant la phase de cuisson.



a. Evaluation technique du potentiel de développement de projets MDP

Pour déterminer les réductions d'émission, la formule donnée dans la méthodologie AMS I E est utilisée :

$$RE_y = B_{eco,y} * f_{bnr,y} * PCI_{biomasse} * FE_{comb. fossile}$$

RE : Réduction d'émission en tonne de CO₂ par an.

B_{eco,y} : Quantité de biomasse économisée.

f_{bnr,y} : fraction représentant la part de biomasse non renouvelable dans la biomasse totale.

PCI biomasse : Pouvoir Calorifique Inférieur du charbon de bois

FE comb. Fossile : Facteur d'Emission du combustible fossile qui a la plus grande probabilité de remplacer la biomasse non renouvelable à cas d'indisponibilité (GPL ou Kérosène).

La production de charbon de 2005 sert de base de calcul. Nous faisons l'hypothèse que la production de charbon est égale à la consommation de charbon et que 30%^[w18] de la consommation de charbon de bois pourrait être économisée grâce à l'utilisation des foyers améliorés ⁽¹³⁾.

140.000 TEP de charbon équivalentes à 184.000 tonnes de charbon ont été produites en 2005⁽¹⁰⁾.

b. Analyse quantitative du potentiel

Les projets de diffusion des foyers améliorés permettent de réduire 61.000 tonnes de CO₂ par an. Cela représente environ 1% des émissions de gaz à effet de serre du pays. La vente des crédits de réduction d'émission associés à 10 US dollars la tonne permet de générer 13 millions de dollars de revenu carbone durant la période de comptabilisation du projet estimée à 21 ans.

c. Barrières spécifiques à la promotion des foyers améliorés

Il y a une barrière à l'investissement lié au faible pouvoir d'achat des populations.

Ces foyers améliorés n'ont pas fait l'objet d'une promotion continue. Il y a eu des projets de diffusion du MIRAK dans le passé, mais ces projets ont été menés de manière sporadique, au gré des financements disponibles, et ont souvent été de courte durée.

Enfin, le réseau de distribution n'est pas approprié^[w19].

d. Recommandations pour lever les barrières

Il faudrait que le porteur du projet MDP travaille en étroite collaboration avec des associations de femme et une structure de micro crédit. Des prêts de petit montant remboursable en quelque mois peuvent être octroyés aux clients. Les associations de femmes auront en charge de faire la promotion du MIRAK et de gérer les microcrédits. Elles vont aussi se charger de la distribution à travers leurs réseaux.

III. Conclusion

Haïti dispose d'un potentiel non négligeable de développement de projets MDP à fort impact sur le développement durable du pays. 49 projets et 6 programmes d'activité peuvent y être réalisés. Ces projets et PoA permettent de réduire 1,7 millions de tonnes de CO₂, soit 25% des

¹³ Mise au point d'une gamme de foyers améliorés et réchauds et préparation à leurs diffusions: Philippe Laura Mars 2001

émissions du pays. 300 millions de dollars de revenu carbone peuvent être générés par ces projets. Cela représente des entrées non négligeables de devises.

Plus que les émissions qu'ils permettent de réduire, ces projets ont l'avantage d'avoir un important impact positif sur le développement du secteur de l'énergie. Au total, ces projets permettent de produire 1300 GWh d'électricité, soit près de 3 fois la production actuelle d'électricité.

Les principales barrières à la mise en œuvre de ces projets sont financières et aussi liées au cadre légal et réglementaire. La disponibilité de ligne de financement et la réglementation du tarif de l'électricité achetée par la compagnie d'électricité auprès des auto-producteurs peuvent contribuer à la levée de ces barrières.

ANNEX I - Technologies

1. Renewables
 - 1a. Biomass
 - 1b. Biogas
 - 1c. Bagasse
 - 1d. Wind
 - 1e. Hydro
 - 1f. Geothermal
 - 1g. Photovoltaic
 - 1h. Solar Thermal
2. Fossil Fuel Switch
3. Energy Efficiency
 - 3a. Cement Efficiency Improvement
 - 3b. Construction material
 - 3c. District heating
 - 3d. Steel Gas Recovery
 - 3e. Other Energy Efficiency
4. Waste Management
 - 4a. Landfill Gas recovery/utilization
 - 4b. Composting
 - 4c. Recycling
 - 4d. Biodigestor
 - 4e. Wastewater Management
5. Coalmine/Coalbed Methane
6. Oil and Gas Sector
 - 6a. Flared Gas Reduction
 - 6b. Reduction of technical losses in distribution system
7. N₂O removal
8. HFC23 Destruction
9. SF₆ Recovery
10. Transportation
 - 10a. Fuel switch
 - 10b. Modal switch
11. Others