



ETUDE DE FAISABILITE ECONOMIQUE SUR LE COMPOST ET LE BIOGAZ EN COTE D'IVOIRE



March 2021

Consultant : Dr Essé Fabrice OCHOU

SOMMAIRE

Sommaire	2
Liste des figures	3
Liste des tableaux	4
Sigles et abréviations	5
Remerciements	6
Résumé exécutif	7
Résultats clés	9
1. Contexte	11
2. Aperçu du cadre institutionnel de la gestion des déchets en Côte d'Ivoire	12
3. Etat des lieux et description de la chaîne des valeurs sur le compost et le biogaz en Côte d'Ivoire	14
3.1. Etat des lieux et description de la chaîne des valeurs du compost	14
3.2. Etat des lieux et description de la chaîne de valeur du Biogaz.	16
4. Cadre méthodologique et données	19
4.1. Le modèle implémenté d'Equilibre Générale Calculable	20
4.2. Données de l'étude	22
4.3. Calibrage du modèle	27
4.4. Plans des simulations	27
5. Résultats des simulations	28
5.1. Résultats pour le compost	29
5.2. Résultats pour le Biogaz	36
6. Comparaison entre les branches Compost et Biogaz	44
7. Conclusion et recommandations	46
Bibliographie	48
Annexes	49
Annexe 1 : Regroupement des branches	50
Annexe 2 : Clés de répartition	50
Annexe 3 : Calculs des émissions	51
Annexe 4 : Matrice de Comptabilité Sociale	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Cycle du Compostage	16
Figure 2 :	Impact des différents scénarios du compost sur la croissance économique	29
Figure 3:	Impact des différents scénarios sur la valeur du travail pour le compost	30
Figure 4:	Impact des scénarios du compost sur le nombre d'emplois	31
Figure 5:	Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur agricole	32
Figure 6:	Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'industrie	32
Figure 7:	Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'industrie	33
Figure 8:	Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'administration	33
Figure 9:	Impact des scénarios de compost sur la demande du capital	34
Figure 10:	Impact des scénarios de compost sur la demande domestique produite	35
Figure 11:	Impact des différents scénarios du biogaz sur la croissance économique	36
Figure 12:	Impact des différents scénarios sur la valeur du travail pour le biogaz	36
Figure 13 :	Impact des scénarios du biogaz sur le nombre d'emplois	38
Figure 14:	Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur agricole	38
Figure 15:	Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur industriel	39
Figure 16:	Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur des services	39
Figure 17 :	Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur de l'administration	40
Figure 18:	Impact des scénarios du biogaz sur la demande de capital	41
Figure 19:	Impact des scénarios du biogaz sur la demande domestique	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Récapitulatif des acteurs du compost	15
Tableau 2 :	Récapitulatif des acteurs du biogaz	17
Tableau 3 :	Consommation nationale d'électricité en 2018 et 2019	26
Tableau 4 :	Calcul de la part d'électricité consommée par chacun des secteurs provenant des déchets	26
Tableau 5 :	Répartition des salaires et nombre d'emplois pour le compost	30
Tableau 6 :	Nombre d'emplois générés selon les différents scénarios	32
Tableau 7 :	Effet des scénarios du compost sur le niveau de l'emploi par branche d'activité	34
Tableau 8 :	Impact sur les émissions de GES évitées pour le compost	35
Tableau 9 :	Répartition des salaires et nombre d'emplois pour le biogaz	37
Tableau 10 :	Nombre d'emplois générés selon les différents scénarios	37
Tableau 11 :	Effet des scénarios du biogaz sur le niveau de l'emploi par branche d'activité	40
Tableau 12 :	Impact sur les émissions de GES évitées pour le biogaz	43
Tableau 13 :	Comparaison des secteurs Compost et Biogaz	45
Tableau 14 :	Régroupement des branches au sein du TRE	50
Tableau 15 :	Clé de répartition pour les consommations intermédiaires	50
Tableau 16 :	Matrice de comptabilité sociale macro	52

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ADERCI :	Agence de Développement des Energies Renouvelables en Côte d'Ivoire	GWh :	Giga Watt Heure
ANADER :	Agence Nationale du Développement Rural	I2T :	Société Ivoirienne de Technologie Tropicale
ANAGED :	Agence Nationale de Gestion des Déchets	INS :	Institut Nationale de la Statistique
ANARE-CI :	Autorité Nationale de Régulation du secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire	IREN :	Institut de Recherche en Energie Renouvelable
ANDE :	Agence Nationale de l'Environnement	KWh :	Kilo Watt Heure
BID :	Banque Islamique du Développement	MCS :	Matrice de Comptabilité Sociale
BNI :	Banque Nationale d'Investissement	MEGC :	Modèle d'Equilibre Général Calculable.
BOAD :	Banque Ouest Africaine de	MINASS :	Ministère de l'Assainissement et de la Salubrité
CDN :	Contributions Déterminées au niveau National	MINEDD :	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
CES :	Elasticité de Substitution Constante	ONAD :	Office National De Drainage
CET :	Elasticité de transformation constante	PEP :	Partnership Economic Policy
CIAPOL :	Centre Ivoirien Anti-Pollution.	PIB :	Produit Intérieur Brut
CIE :	Compagnie Ivoirienne d'Electricité	PME :	Petite et Moyenne Entreprise
CI-ENERGIE :	Côte d'Ivoire Energies	PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
CNRA :	Centre National de Recherche Agronomique	SEI :	Stockholm Environmental Institute
COP21 :	Conference of Parties.	SITRADE :	Société Ivoirienne de Traitement des Déchets
CSRS :	Centre Suisse de Recherche Scientifique	TCEI :	Tableau des Comptes Économiques Intégrées
EDF :	Electricité De France	TRE :	Tableau des Ressources et Emplois
ENR :	Energies Renouvelables	UAO :	Université Alassane Ouattara
FBCF :	Formation Brute de Capital Fixe	UFHB :	Université Felix Houphouët Boigny
GES :	Gaz à Effet de Serre		
GIZ :	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié de l'appui sur les aspects méthodologiques de M. Kamagaté Tidiane, doctorant en Economie, Chef de division programmes et projets à l'Office Nationale de la Population, et de M. Dagbaud Ulrich, Master 2 en économie pour la collecte des données. Nos remerciements vont aussi à l'endroit de Dr Koné Tiangoua, coordonnateur du projet pour ses conseils et orientations avisés et de l'expert du PNUE pour ses commentaires qui ont permis d'améliorer le travail.

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Contexte

Les Contributions Déterminées nationales de la Côte d'Ivoire ont montré que le secteur des déchets contribue fortement aux émissions de Gaz à effet de serre. La valorisation efficace des déchets fait donc partie des préoccupations au niveau national. Dans ce cadre, le gouvernement du Canada, par le biais d'Environnement et Changement climatique Canada ainsi que le soutien technique du PNUE et de l'Institut de l'Environnement de Stockholm (SEI) appuient la Côte d'Ivoire dans le but de faciliter la réduction des émissions dans le secteur des déchets. L'un des éléments clés de cet appui est l'assistance technique pour l'installation et l'exploitation de l'usine de biogaz et de compost. Pour y arriver, une étude sur la faisabilité économique de ces secteurs est menée. Son objectif est d'élaborer un modèle économique qui montrera les impacts économiques du compost et du biogaz sur les indicateurs économiques clés.

Aperçu du Cadre institutionnel de la gestion des déchets

L'Agence Nationale de Gestion des Déchets, (ANAGED) est un Etablissement Public à caractère Industriel qui se charge de la gestion de tous types de déchets solides. Elle est sous la tutelle administrative du Ministère de l'Assainissement et de la Salubrité (MINASS) et la tutelle financière du Ministère chargé du Budget et du Portefeuille de l'Etat. Ses Missions et Objectifs sont globalement de participer à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique du Gouvernement en matière de gestion de tous types de déchets solides.

Etat des lieux et description de la chaîne des valeurs sur le compost et le biogaz en Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, il n'existe pas encore un cadre juridique clair pour encadrer les filières Compost et Biogaz. Des cadres institutionnels plus moins propices à leur essor existent.

La filière Compost reste peu développée malgré le gros potentiel de déchets organiques (ménagers et agricoles) non encore valorisés. Seules deux entreprises sont réellement impliquées dans la production continue de compost pour sa commercialisation. La chaîne des valeurs est quasi inexistante comme le confirme le rapport de la stratégie nationale sur le compost.

La filière Biogaz, tout comme celle du compost n'a pas encore de chaîne de valeur connue. De façon concrète, quelques rares entreprises produisent le biogaz en vue de la production de leur propre électricité, très peu d'initiatives concrètes existent ou ont échoué. Une centrale Biomasse est en cours de construction et devrait devenir la locomotive du secteur.

Cadre méthodologique et données.

Nous utilisons pour notre analyse un Modèle d'Equilibre Général Calculable qui a la capacité de prendre en compte les interrelations entre tous les secteurs de l'économie. Nous ajoutons à la Matrice de Comptabilité Sociale de la Côte d'Ivoire deux nouvelles branches à savoir le Compost et le Biogaz et deux nouveaux produits, les déchets ménagers et agricoles qui ne sont pas pris en compte dans la nomenclature nationale. Les données utilisées proviennent de divers documents de la littérature sur les déchets.

Résultats des simulations.

Les simulations ont été faites à partir de chocs d'offre supposés de la production de compost et de biogaz dans l'hypothèse de la mise en œuvre effective des stratégies et politiques nationales sur le Compost et le Biogaz. Les résultats nous montrent globalement un impact positif des chocs d'offre de compost et de biogaz sur la croissance économique, sur les emplois à l'intérieur des branches et dans les autres secteurs tels que l'agriculture, l'Industrie, les Services et l'Administration. Des impacts positifs ont été aussi constatés sur les besoins d'investissement et la demande locale. Ces résultats suggèrent donc que ces deux secteurs ont réellement un fort potentiel de contribution à l'économie ivoirienne. Enfin les deux secteurs ont une bonne contribution quant aux GES évités.

Comparaison des branches Compost et Biogaz

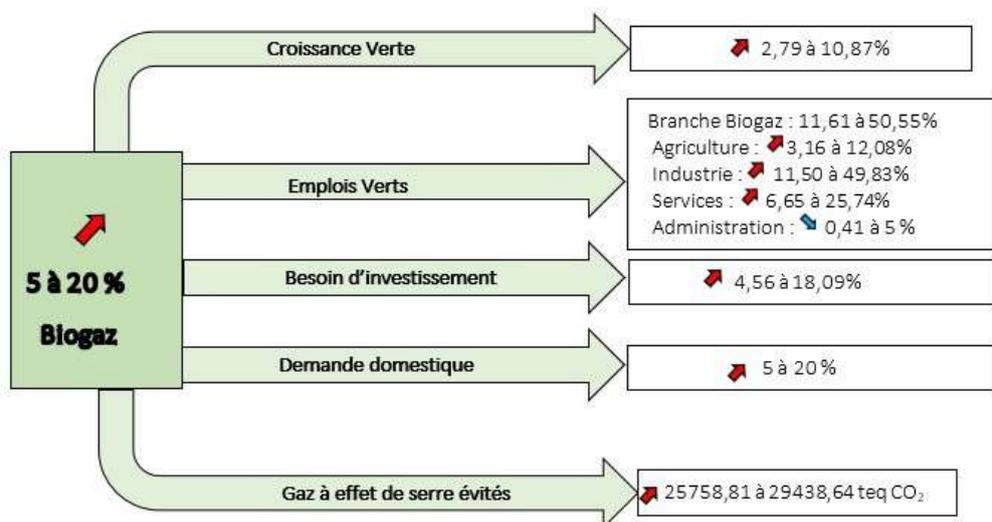
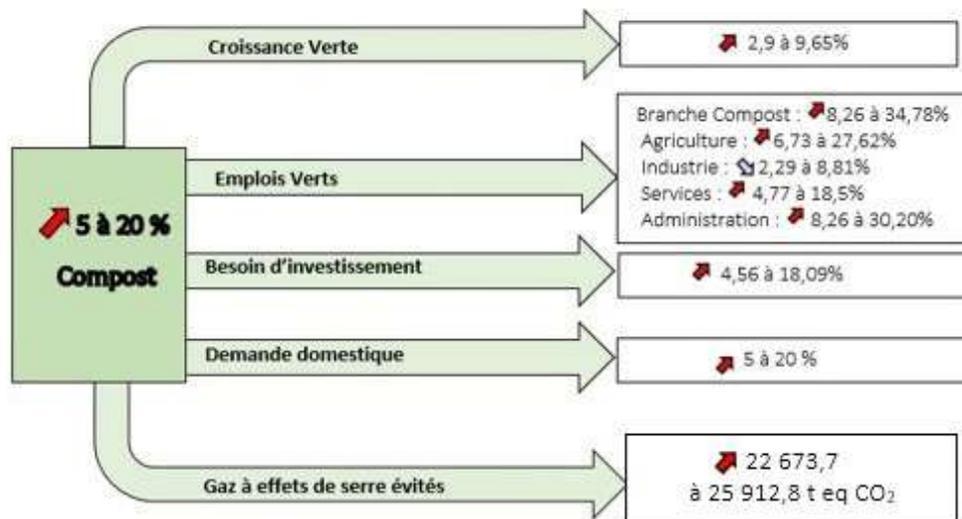
La contribution économique potentielle des deux branches est assez équilibrée. La contribution du biogaz à la croissance verte est légèrement plus importante que celle du compost. Le compost contribue le plus à l'emploi dans le secteur agricole et dans l'administration tandis que le Biogaz contribue le plus dans les secteurs de l'industrie et des services. Le besoin d'investissement est plus marqué dans le secteur du compost par rapport à celui du biogaz. La demande domestique de ces produits reste la même. Le biogaz permet selon nos calculs de mieux éviter les Gaz à effet de serre que le compost.

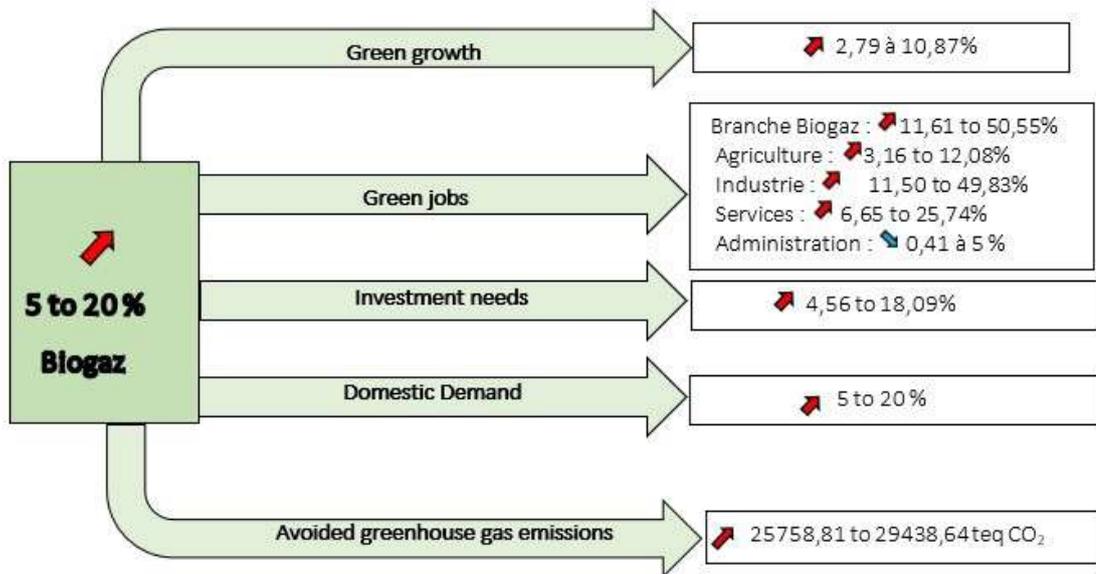
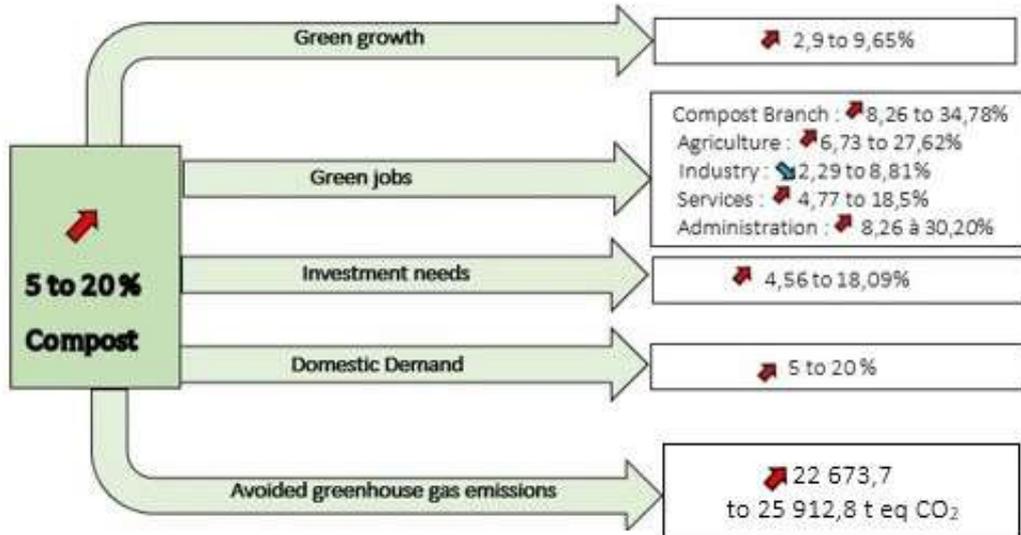
Conclusion et recommandations

Les résultats de l'étude suggèrent que le potentiel de déchets organiques ainsi que leur valorisation doivent être mises au cœur des priorités du gouvernement ivoirien. La contribution de ces secteurs surtout en matière de croissance verte et de création d'emplois est non négligeable. Nous faisons donc les recommandations suivantes sur la base de nos résultats :

- Mettre urgemment en place ou réactiver les structures chargées de la valorisation des déchets.
- Etudes pour le Diagnostic des causes d'échecs des projets liés au compost et au biogaz et les remettre en place
- Ajouter au cahier de charge des organismes chargés de la gestion des déchets ménagers la collecte et la valorisation des déchets agricoles.
- Prendre en compte de façon explicite le compost et le Biogaz dans le Plan National de Développement.
- Consentir une partie du budget national et multiplier les requêtes auprès des bailleurs de fonds pour le développement de ses deux filières.
- A partir des résultats sur les études de marché, financer des analyses de prévision des deux secteurs.
- Renforcer la collecte des données dans le secteur des déchets par les structures conventionnelles telles que l'institut National de la Statistique (INS)
- Subventionner ou exonérer de taxes les entreprises déjà installées ou qui désirent investir dans ces deux secteurs

RÉSULTATS CLÉS





1. CONTEXTE

La Côte d'Ivoire s'est pleinement engagée dans la lutte contre le changement climatique en proposant ses Contributions Déterminées Nationales (CDN) à la COP21 à Paris en 2015. Comme les autres signataires de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, elle est actuellement en train de renouveler ces CDN. Celles-ci ont montré que plusieurs secteurs contribuent aux émissions de gaz à effet de serre, dont les déchets.

La gestion et la valorisation durables des déchets restent donc une des clés pour les décideurs ivoiriens pour atteindre l'objectif ambitieux d'une réduction de 28% des GES en Côte d'Ivoire. C'est dans ce contexte que le gouvernement du Canada, par le biais d'« Environnement et Changement climatique Canada » ainsi que le soutien technique du PNUE et de l'Institut de l'Environnement de Stockholm (SEI) appuient la Côte d'Ivoire pour la mise en œuvre de ses CDN en soutenant l'élaboration de mesures politiques et le renforcement des capacités pour faciliter la réduction des émissions dans le secteur des déchets. Un élément clé de ce projet consiste à fournir une assistance technique aux pays pour l'installation et l'exploitation de l'usine de biogaz et de compost.

Pour atteindre cet objectif, une étude de faisabilité économique des secteurs compost et biogaz est menée afin d'analyser la contribution de ces deux secteurs à l'économie ivoirienne.

L'objectif de cette étude économique est de construire un modèle économique qui, tout en montrant les impacts et les avantages de la mise en œuvre du programme national de biogaz et de compost au niveau national en Côte d'Ivoire sur la croissance économique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et les moyens de subsistance, indiquera quelle technologie ou combinaison de technologies (biogaz ou compost) serait la plus viable et aurait le plus grand impact dans le pays.

Cette étude a aussi pour objectif de convaincre les décideurs ivoiriens par les résultats obtenus de procéder rapidement à la transformation structurelle de la valorisation des déchets en mettant désormais l'accent sur les produits tels que le biogaz et le compost qui ont certainement un impact intéressant sur les indicateurs économiques.

2. APERÇU DU CADRE INSTITUTIONNEL DE LA GESTION DES DÉCHETS EN CÔTE D'IVOIRE.

En Côte d'Ivoire, l'organisme qui se charge de la gestion des déchets est l'Agence Nationale de Gestion des Déchets, (ANAGED). C'est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial créé par décret n°2017-692 du 25 octobre 2017. Elle est dotée d'une personnalité administrative du Ministère de l'Assainissement et de la Salubrité (MINASS) et la tutelle financière du Ministère chargé du Budget et du Portefeuille de l'Etat.

Ses Missions et Objectifs sont de façon générale de participer à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique du Gouvernement en matière de gestion de tous types de déchets solides ; Plus précisément, l'ANAGED doit contribuer à l'élaboration et à la mise œuvre des Programmes de gestion de tous types de déchets solides en mettant l'accent sur la valorisation des déchets en vue de promouvoir une économie circulaire ; Contribuer à l'instauration de mécanismes et d'incitations économiques en vue de faciliter les investissements dans le cadre de la gestion de tous types de déchets solides ; Réguler la gestion de tous types de déchets solides ; Procéder à la délégation du service public de propreté incluant la collecte, le transport, la valorisation, l'élimination des déchets ainsi que le nettoyage dans les régions et communes de Côte d'Ivoire ; Conduire les opérations planification et de création des infrastructures de gestion de tous types de déchets solides ; Contrôler le service public de propreté éventuellement délégué aux collectivités territoriales ou personnes morales de droit privé, dans les conditions fixées par la législation en vigueur ; Assurer une assistance technique aux collectivités territoriales et au secteur privé dans le domaine de la gestion de tous types de déchets solides ; Assurer la maîtrise d'ouvrage délégué de tous travaux de construction, d'entretien et de réhabilitation des infrastructures de gestion de tous types de déchets solides ; Mobiliser les ressources financières nécessaires pour la gestion de tous types de déchets solides.

Il est aussi important de noter que l'ANAGED comprend 8 délégations régionales à savoir celle de Bouaké, Yamoussoukro, Korhogo, San Pédro, Bondoukou, Gagnoa, Grand Bassam et Man.

3.
**Etat des lieux et
description de la
chaine des valeurs sur
le compost et le biogaz
en Côte d'Ivoire**



3. ETAT DES LIEUX ET DESCRIPTION DE LA CHAINE DES VALEURS SUR LE COMPOST ET LE BIOGAZ EN CÔTE D'IVOIRE

Deux rapports importants sur les politiques nationales de développement du compost et du biogaz ont été élaborées. Ces documents dressent un état des lieux de la situation de ces deux produits, décrivent les politiques en cours ainsi que des propositions pour mettre en place une stratégie pertinente de développement du compost et du biogaz en Côte d'Ivoire.

3.1. ETAT DES LIEUX ET DESCRIPTION DE LA CHAINE DES VALEURS DU COMPOST

3.1.1. Etat des lieux

Plusieurs rapports dont ceux que nous venons de citer ont relevé que le cadre institutionnel et juridique sur le compost est quasiment inexistant, ce qui reste un vide à combler pour que ce marché puisse se développer sans ambiguïté.

Cependant, il existe quelques initiatives de compostage au niveau des entreprises, start-ups et des entreprises agroindustrielles.

Seulement deux start-ups et une entreprise, à ce stade de nos connaissances se partagent le marché ivoirien du compostage, GREEN COUNTRIES, LONOCI et BIOFERTIL. Dans le détail LONOCI accompagne techniquement les coopératives, agriculteurs et agro industries dans les initiatives de compostage par la proposition de machines. Elle ne se charge pas elle-même de composter. Le marché est donc composé en réalité de la Start up GREEN COUNTRIES et de l'entreprise BIOFERTIL. La start-up traite entre 200 et 500 tonnes de déchets par jour avec un prix d'environ 11 000 FCFA pour 50 Kg de compost et l'entreprise traite globalement 40 000 tonnes de déchets sur son site avec une moyenne de 14 000FCFA pour 50 Kg de compost. Dans le secteur agro-industriel, des initiatives de compostage existent mais se résument à quelques entreprises telles que SCB, NESTLE, UNILEVER, OLAM, ATOU SA et CARGILL. Il existe aussi des initiatives de collectivités locales (Abengourou, Tiassalé, Korhogo) et Etatiques par des projets pilotes (MINEDD, ANAGED, CSRS).

Le tableau suivant adapté du rapport de la stratégie du compost récapitule les différents acteurs du domaine.

¹Respectivement « Elaboration d'une stratégie nationale de développement du compostage », MINEDD 2019 et « Elaboration d'une politique nationale de développement du Biogaz », MINEDD 2020

Tableau 1 : Récapitulatif des acteurs du compost.

Types d'initiatives	Acteurs	Types d'activités
Entreprises et Start-ups	GREEN COUNTRIES	Récupère les déchets organiques, fabrique le compost et commercialise
	BIOFERTIL	Récupère les déchets organiques, fabrique le compost et commercialise
	LONOCI	Appui technique aux agriculteurs, coopératives et industries pour les machines de compostage
Agro industries	ATOUSA	Produit les déchets organiques, sous traite la fabrication de compost avec Green Countries
	NESTLE,	Produit les déchets organiques, sous traite la fabrication de compost avec Green Countries
	SCB	Produit les déchets organiques, sous traite la fabrication de compost avec LONOCI
	UNILEVER	Produit les déchets organiques, mais pas d'indication sur le fabricant de compost.
Collectivités	Abengourou (Mairie)	Projet « Tri et valorisation des déchets de ménages en compost pour les besoins de l'agriculture périurbaine »
	Tiassalé	Bénéficiaire du projet "Couplage de la gestion des déchets solides municipaux organiques (OMSWM en anglais) avec la production agricole par compostage : Une étude de cas à Tiassalé. Projet porté par Le CSRS, l'UFHB Abidjan et l'UAO de Bouaké
	Korhogo	Projet "fabrication et vulgarisation du compost à Korhogo, portée par l'entreprise IKN
Projet pilotes Etat / Centre de recherche	MINEDD	Projet valorisation des déchets issus de la riziculture, appuyé par l'ANADER
	CSRS	Acteur du projet "Couplage de la gestion des déchets solides municipaux organiques avec la production agricole par compostage : Une étude de cas à Tiassalé / Activités de recherche pour améliorer la qualité du compost en Côte d'Ivoire.

Source : Auteur, adapté de « Elaboration de la stratégie Nationale du Compostage », MINEDD 2019.

Il ressort donc que la filière reste peu développée mais avec un très gros potentiel puisque qu'une grande partie des déchets organiques (ménagers et agricoles) ne sont pas encore valorisés. De plus, seules deux entreprises sont réellement impliquées dans la production continue de compost pour sa commercialisation.

3.1.2. Chaîne de valeur du compost

Le rapport sur la stratégie nationale du compost a montré que l'une des faiblesses du secteur est qu'il est très peu développé en Côte d'Ivoire. L'orientation stratégique pour y remédier est de créer une chaîne de valeur autour du compost. Cela signifie même si certains acteurs, notamment des start-ups commercialisent le compost, des acteurs clairs et distincts doivent être identifiés. La chaîne de valeur n'existe donc quasiment pas ou est très peu organisée.

Cependant, la chaîne de valorisation des déchets depuis la pré collecte jusqu'à la fabrication du compost peut nous indiquer comment cette chaîne de valeur, si elle est mise en place. Elle se présente brièvement de la manière suivante :

Le cycle du compostage décrit dans la figure ci-dessous montre quels peuvent être les différentes étapes à valoriser jusqu'à des débouchés marchands. Cependant, la promotion du compost doit être soutenue par une demande locale en termes de marché plus accessible pour les agriculteurs ivoiriens.

Figure 1: Cycle du Compostage



Source : Projet Africompost , 2015

3.2. ETAT DES LIEUX ET DESCRIPTION DE LA CHAÎNE DE VALEUR DU BIOGAZ

3.2.1. Etat des lieux

Le rapport sur l' « Elaboration d'une politique nationale de développement du biogaz » (MINEDD 2019) montre que le cadre juridique de la Côte d'Ivoire ne régit pas de façon formelle, en dehors de quelques références dans le code de l'environnement, les sources d'énergie dans l'option du développement propre. Des textes réglementaires précis n'existent donc pas encore pour encadrer la production du biogaz.

Cependant, au niveau institutionnel, le cadre existe. Le ministère en charge de l'Energie assure en collaboration avec le ministère en charge de l'environnement la mise en œuvre et le suivi de la politique du gouvernement en matière d'économie et de promotion des

Le Projet Africompost est un projet financé par l'Agence Française de Développement (AFD) et le Fonds Français pour l'Environnement Mondial. Il vise à appuyer les opérateurs locaux de compostage qui travaillent en collaboration avec les collectivités locales.

énergies renouvelables. Plus précisément, la direction de l'énergie est chargée de tous les projets liés aux énergies renouvelables. Cette direction comprend le Bureau des Economies d'Énergies et la Sous-Direction de la maîtrise des Energies Renouvelables.

Le rapport sur le biogaz indique aussi qu'il n'existe pas un cadre règlementaire particulier pour les projets d'investissement dans les ENR qui sont soumis aux mêmes procédures que les autres types de projets, c'est-à-dire le cadre existant piloté par le Centre de Promotion des Investissements en Côte d'Ivoire.

Une mise en place rapide d'un cadre juridique formel, une collaboration entre les différents ministères en charge de l'Énergie, de l'Environnement et de la Salubrité devraient amorcer plus facilement le développement de la filière Biogaz puisque cette dernière abrite déjà plusieurs agences et entreprises de valorisation des déchets telles que la SITRADE, l'ADERCI, la SIFCA et plusieurs autres PME et ONGs du secteur des déchets.

Plusieurs acteurs sont impliqués dans le secteur du biogaz. Il s'agit des acteurs du cadre institutionnel (MINEDD, MINASS, Ministère en charge de l'Énergie, CIAPOL, ONAD, ANAGED, ANDE, ANARE-CI et CI-ENERGIE), les collectivités décentralisées (Districts Autonomes, Conseils généraux, Mairies), les institutions financières (Banque Mondiale, BNI, BOAD, BID), les sociétés de valorisation de déchets (SITRADE, ADERCI, SIFCA, PALMCI, SIVTA, GIZ), les universités et Instituts de recherche (Les universités publiques et privées ivoiriennes, le CNRA, l'I2T, l'IREN, l'ANADER, etc). Le tableau suivant récapitule les acteurs impliqués ainsi que leurs rôles.

Tableau 2 : Récapitulatif des acteurs du biogaz

Types d'initiatives	Acteurs	Rôles
Structures Etatiques/ Ministères	MINEDD, MINASS, CIAPOL, ONAD, ANAGED, ANDE, ANARE-CI et CI-ENERGIE, ANADER	Gèrent les aspects institutionnels liés à l'environnement, encadrent ou doivent la valorisation des déchets
Collectivités décentralisées	Districts Autonomes, Conseils généraux, Mairies	Portent des projets liés au biogaz, accueillent les projets pilotes, encadrent une partie de la collecte des déchets.
Institutions	Banque Mondiale, BNI, BOAD, BAD, BID etc	Financent et accompagnent techniquement les projets dans le secteur du biogaz
Entreprises, sociétés ou Institutions	SITRADE, ADERCI, SIFCA, PALMCI, SIVTA, GIZ, Bio-éco, SIVEBIO	Valorisent une partie des déchets en biogaz ou portent des projets dans ce sens. (projets pilotes, projets avenir, projets échoués, valorisation interne etc)
Instituts de recherche, Universités publiques et privées	CNRA, l'I2T, l'IREN, CNS-CI	Recherche pour une meilleure valorisation des déchets en Biogaz.

Source : Auteur, adapté de « Elaboration d'une politique nationale de développement du biogaz », MINEDD 2020.

Il est constaté dans la réalité, qu'à part la société de production d'huile de palme (PALMCI) et Bio-éco et SIVEBIO qui produisent le biogaz en vue de la production de leur propre électricité, très peu d'initiatives concrètes existent. En effet, plusieurs projets de valorisation des déchets en vue du biogaz (Projet de la SITRADE pour traitement en vue du biogaz à Bingerville avec objectif d'éviter 71000 teq CO2 par an ; Projet ADERCI qui consistait pour récupération des gaz émis par la décharge d'Akouédo avec pour objectif d'éviter 3,7 millions de teq CO2 en 7 ans) avaient vu le jour mais ont « échoué » pour diverses raisons. (Manque de financement, mauvais suivi, non finalisation des travaux de construction etc).

Cependant, un projet d'envergure, la construction de la plus grande centrale Biomasse Afrique de l'Ouest est en cours de réalisation. Plus précisément, le groupe Français EDF, Meridiam et le groupe Sifca, via sa filiale Biokala, ont signé un contrat de concession de 25 ans avec le gouvernement ivoirien pour réaliser la plus grande centrale biomasse d'Afrique de l'Ouest à 100 kilomètres d'Abidjan dans la région d'Aboisso. A l'issue de 25 années, l'Etat Ivoirien en deviendra propriétaire. La centrale d'une capacité annoncée de 46 MW permettra d'alimenter en énergie environ 1,7 millions de personnes par an. Elle sera mise en service d'ici la mi-2023 .

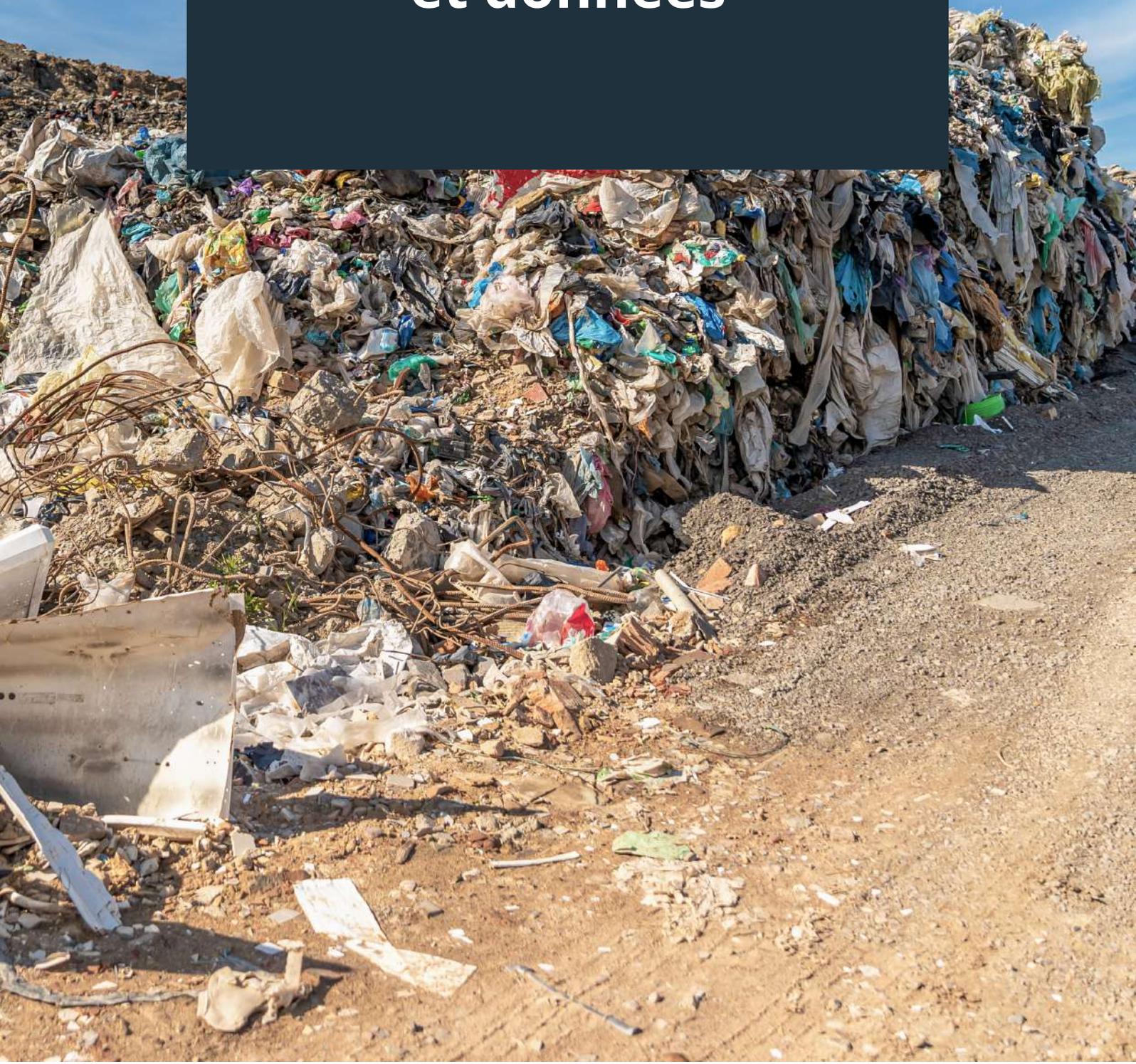
L'état des lieux des secteurs Compost et biogaz montrent que très peu d'acteurs s'engagent réellement sur le terrain. Concernant le compost, le désintéressement, le manque de confiance et la méconnaissance du produit par les agriculteurs qui devraient être les principaux acheteurs rendent difficiles les débouchés pour les entreprises. Concernant le biogaz, la technologie à mettre en place et les coûts d'investissement, et la méconnaissance des opportunités ne favorisent pas l'essor du secteur.

3.2.2. Chaîne de valeur de la filière biogaz

L'état des lieux a montré que la filière Biogaz doit se mettre progressivement en place en commençant par un cadre réglementaire précis, une bonne communication et des investissements de l'Etat. De ce fait, la filière Biogaz, tout comme celle du compost n'a pas encore de chaîne de valeur connue. La plupart des entreprises (surtout agroindustrielles) produisent pour leur propre consommation. Le projet ivoirien de la plus grande centrale Biomasse décrit précédemment devrait donner des pistes. Cependant, les unités domestiques ou industrielles de plus petite échelle devraient être vulgarisées.

³Il faut noter qu'une société dénommée Société Ivoire Biogaz et de Gestion Environnementale, société créée en 2018 a pour activité l'installation des biodigesteurs de Biogaz.

4. Cadre méthodologique et données



4.1. LE MODÈLE IMPLÉMENTÉ D'EQUILIBRE GÉNÉRALE CALCULABLE

L'étude du potentiel de création d'emploi dans les secteurs du compost et du biogaz de même que leur potentiel dans la dynamique et la croissance économique nous emmène à opter pour un modèle de type Equilibre Général afin mettre en relief les interrelations entre les acteurs et secteurs de l'économie et les impacts pouvant en découler. Ainsi, l'étude s'appuie particulièrement sur un modèle de type équilibre général calculable (MEGC) en économie ouverte. Le modèle de base sur lequel nous nous appuyons dans le cadre de cette analyse est inspiré des travaux de (Decaluwé et al. (2011) plus particulièrement le modèle PEP 1-1 V2. C'est un modèle relativement standard pour l'étude d'une économie nationale dont la structure est multi-sectorielle et les composantes sont agrégées sous forme d'ensembles représentatifs. Cette structure peut être décrite comme suit :

Production

Le comportement du producteur est déterminé à partir de fonctions imbriquées. À travers une fonction de production de Leontief, la valeur ajoutée et la consommation intermédiaire sont combinées pour déterminer la production sous l'hypothèse de fixité des coefficients techniques dans une branche donnée.

$$VA_j = v_j XST_j$$

$$CI_j = io_j XST_j$$

VA_j : Valeur ajoutée de la branche j ; CI_j : consommations intermédiaires de la branche j

XST_j : production totale de la branche j ; v_j et io_j les paramètres

Dans chaque industrie, une entreprise représentative maximise les profits soumis à une technologie de production. Dans chaque secteur, le partage de la valeur ajoutée entre rémunération du travail et rémunération du capital s'opère suivant une fonction d'élasticité constante de la substitution (CES) l'inscrit dans une logique d'optimisation. A cet effet, les entreprises sont amenées à résoudre le système suivant :

$$VA_j = B_j^{VA} \left[\beta_j^{VA} LD_j^{-\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_j^{VA}) KD_j^{-\rho_j^{VA}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}}$$

$$LD_j = \left[\frac{\beta_j^{VA} RC_j}{(1 - \beta_j^{VA}) WC_j} \right]^{\sigma_j^{VA}} KD_j$$

LD_j : demande de travail dans la branche j ; KD_j : demande de capital de la branche j ;

WC_j : taux de rémunération du travail dans la branche j ; RC_j : taux de rémunération du capital dans la branche j ; B_j^{VA} , β_j^{VA} , σ_j^{VA} et ρ_j^{VA} des paramètres.

Agents économiques

Quatre groupes d'agents économiques sont pris en compte dans le modèle : les ménages, les entreprises, le gouvernement et le reste du monde.

Nous considérons un seul ménage représentatif, car les questions de distribution de revenu et de pauvreté ne sont pas analysées. Ce dernier maximise sa fonction d'utilité sous la contrainte de son revenu disponible qu'il tire de la rémunération du travail, du capital et des transferts reçus du reste du monde et du Gouvernement à qui il verse des impôts sur ses revenus. De plus, l'épargne du ménage est une fonction linéaire de son revenu disponible (le revenu net d'impôts).

Au niveau des entreprises, le niveau de la production est déterminé par la maximisation de leur fonction de profit sous les contraintes technologiques de production existantes. Comme dans le cas des ménages, nous considérons une entreprise représentative dont le revenu est composé, d'une part, des revenus du capital et, d'autre part, des transferts reçus d'autres agents (y compris la partie transfert des intérêts sur la dette à la consommation). Elles paient aussi à l'Etat des impôts et taxes liés aux biens et services qu'elles produisent et/ou commercialisent de même que sur les profits qu'elles réalisent. Ainsi, le revenu total des entreprises diminué des transferts au bénéfice de l'Etat, des ménages et au reste du monde constitue le revenu disponible de l'entreprise. L'épargne est considérée comme le résidu qui reste après la soustraction des transferts aux autres agents du revenu disponible.

Le gouvernement tire l'essentiel de son revenu des impôts et taxes collectés auprès des agents économiques résidents. Le revenu du gouvernement est ainsi composé de l'impôt sur le revenu des ménages et des entreprises, des taxes sur les produits, sur les importations et les exportations et d'autres taxes sur la production. Par ailleurs, en plus des recettes fiscales, il reçoit des revenus provenant des revenus du capital, mais aussi des flux de transferts d'autres agents économiques résidents et non-résidents. L'excédent ou le déficit budgétaire du gouvernement (épargne positive ou négative) est la différence entre ses revenus et ses dépenses. Ces derniers comprennent les transferts aux agents et les dépenses courantes en biens et services.

Le reste du monde est représenté par un compte unique avec un revenu composé des paiements pour la valeur des importations, une partie du revenu du capital et des transferts des agents nationaux. En contrepartie, l'économie nationale reçoit du reste du monde à travers leurs dépenses la valeur des exportations et les transferts aux agents nationaux. La différence entre les recettes et les dépenses étrangères constitue le montant de l'épargne du reste du monde, qui est égale en valeur absolue au solde du compte courant, mais de signe opposé.

Prix

Le modèle supposé est celui d'une petite économie ouverte sans aucune influence sur les prix internationaux des importations et des exportations, qui restent exogènes. Les prix à la consommation contribuent à garantir l'équilibre entre l'offre et la demande. C'est une fonction des prix intérieurs, y compris les taxes et les prix et taxes à l'importation. Le prix d'investissement est une moyenne géométrique des prix des biens composites.

Demande

La demande globale de biens et services comprend les dépenses de consommation des ménages, la consommation intermédiaire, les dépenses d'investissement, la demande des administrations publiques et la demande exprimée dans les marges de transport ou de commerce. La structure de la consommation finale des ménages découle de la maximisation d'une fonction d'utilité Stone-Geary dont dérive la fonction LES sous réserve de la contrainte budgétaire. La demande d'investissement comprend à la fois la Formation Brute de Capital Fixe (FBCF) et les variations des stocks.

Commerce extérieur

La production de chaque secteur est partagée entre les marchés nationaux et les marchés d'exportation au moyen d'une fonction d'élasticité de transformation constante (CET), qui décrit la facilité de passer d'un marché à un autre. Le modèle du commerce extérieur est basé sur l'hypothèse d'Armington pour une petite économie avec une substitution

d'élasticité constante entre les biens importés et domestiques. Néanmoins, pour le cas spécifique des exportations, l'hypothèse de la petite économie est écartée dans la mesure où un producteur local peut avoir une part accrue du marché mondial en offrant un prix avantageux par rapport au prix mondial exogène.

Bouclage du modèle

L'équilibre du modèle consiste à vérifier que l'égalité entre l'offre et la demande de bien soit assurée pour le marché des biens et services ou le marché des facteurs. La fermeture du modèle PEP consiste à rendre exogènes les variables suivantes : la consommation minimale de chaque produit des ménages, les dépenses publiques en biens et services, les prix à l'importation et à l'exportation exprimés en monnaie étrangère, le volume des variations de stocks, la production de compost et la production de biogaz. Le numéraire de notre implémentation est l'indice des prix à la consommation.

4.2. DONNÉES DE L'ÉTUDE

L'application du modèle PEP au cas de la Côte d'Ivoire est basée sur une Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) construite à partir des données de la Comptabilité nationale ivoirienne pour l'année 2013, en l'occurrence le Tableau des Ressources et Emplois (TRE) et le Tableau des Comptes Économiques Intégrées (TCEI), fournies par l'Institut Nationale de la Statistique (INS). Cette MCS sert de base de données cohérente et complète pour nos exercices de simulation. Le choix de cette année se justifie essentiellement par la disponibilité des comptes nationaux.

Par ailleurs, les valeurs des paramètres structuraux pour l'application sont obtenues, soit par calcul direct à partir des données, soit par imputation à partir de la littérature ou de l'étalonnage.

La section suivante présente une brève description de la structure de cette MCS suivie d'une analyse descriptive des données qui y sont consignées.

4.2.1. Les comptes de la MCS

Les MCS présentent généralement six principaux comptes :

□ **Compte des Facteurs de production**

La MCS construite prend en compte les facteurs classiques de production que sont le travail et le capital qui sont représentés en termes de « rémunération du travail » et « rémunération du capital ». Le compte des facteurs de production (capital, travail) enregistre la rémunération des facteurs (recettes) et l'utilisation qui est faite de la rémunération (dépenses). Dans la mise en œuvre, une seule catégorie de main-d'œuvre et une seule catégorie de capital ont été retenues.

□ **Compte des Agents**

Quatre agents économiques représentatifs sont pris en compte dans le modèle : les ménages, les entreprises, le gouvernement et le reste du monde. Aucune désagrégation n'a été effectuée surtout du côté des ménages où un seul ménage représentatif a été considéré dans la mesure où les questions de distribution de revenu et de pauvreté ne sont pas analysées.

□ **Compte des branches d'activité**

Le compte des branches d'activité donne en colonne, pour chaque branche d'activité, la ventilation du coût de production de la branche c'est-à-dire la quantité de capital, travail, consommation intermédiaire utilisée lors de la production. En ligne dans ce compte, nous retrouvons l'utilisation faite de la production de chaque branche c'est-à-dire la demande intérieure et les exportations.

La MCS élaborée reprend la structure de l'économie ivoirienne définie par 6 branches d'activités composées de 4 branches d'activités classiques obtenus à partir de la nomenclature des branches d'activités des comptes nationaux (cf annexe 1, tableau 14). Ce sont :

- Agriculture et autres industries primaires;
- Industries manufacturières et Construction ;
- Services marchands;
- Administration & Services non marchands.

En plus de ces 4 branches classiques, 2 autres branches ont été ajoutées pour les besoins de l'étude à savoir celles du compost et du biogaz.

□ **Compte des produits**

Le compte des produits composites qui enregistre en ligne les recettes du compte provenant des dépenses de consommation des agents, de la demande intermédiaire de produits par les branches d'activités et des accumulations ou demande d'investissement. Les accumulations représentent la partie non utilisée du produit composite ; ils constituent donc une formation de capital en bien. Les dépenses de ce compte, enregistrées en colonne, sont constituées des impôts indirects liés à la production et versés au gouvernement, des importations provenant du reste du monde et les achats faits auprès des branches d'activité. Ces achats correspondent à la production vendue sur le marché national. Le total de ce compte représente la demande intérieure totale.

Dans la MCS élaborée, les produits issus sont intimement liés aux branches d'activités. Cependant, la production de compost et de biogaz nécessite les déchets agricoles et déchets ménagers. Ces deux produits ont donc été intégrés dans la MCS. Dans le cadre de cette étude, il a été considéré que les déchets agricoles sont issus en grande partie de la branche agriculture et une infime partie des industries de transformation des produits agricoles donc de la branche industrie. En ce qui concerne les déchets ménagers, l'hypothèse pour leur prise en compte dans la MCS est faite à partir des branches Industries et services.

□ **Compte des produits exportés**

Ce compte enregistre la production exportée vers le reste du monde et la taxe à l'exportation versée au gouvernement. Ses dépenses sont celles du reste du monde.

□ **Compte des accumulations**

Ce dernier compte est celui des accumulations. Il enregistre l'épargne de chaque agent et le total de cette épargne constitue le niveau d'investissement dans l'économie.

4.2.2. Spécificité des nouveaux produits et branches rajoutés pour les besoins de l'études

La MCS de base a été construite sur la base du TRE et du TCEI. Cependant, l'économie ivoirienne ne prend pas encore explicitement en compte les déchets ménagers et agricoles dans ces tableaux de même que les productions de compost et de biogaz. Cela a ainsi nécessité de faire appel à d'autres base de données et hypothèses pour leur intégration dans la MCS tout en prenant soin de conserver l'équilibre de la MCS de base.

4.2.3. Collecte des données et situation de référence.

4.2.3.1. Sources de la collecte.

Les données collectées proviennent essentiellement de plusieurs documents référencés dans la bibliographie sur le secteur des déchets en Côte d'Ivoire.

4.2.3.2. Situation de référence et méthode de calcul pour chacune des données

Les données collectées en vue de la formalisation de notre MCS et ensuite du MECG présentent la situation de référence. Il s'agit en effet des données actuelles que nous utiliserons pour nos calculs. Comme indiqué précédemment, Le compost et le biogaz ont été ajoutés comme des branches et produits faisant partie intégrante de l'économie ivoirienne. Le but est d'observer avec les données actuelles et au moyen de simulation les impacts que ces secteurs pourraient avoir.

Il convient de noter que la littérature mentionne qu'une grande partie des déchets agricoles n'est pas récupérée sans préciser de taux réels.

Nous faisons donc l'hypothèse pour nos calculs que seulement 30% des déchets agricoles sont récupérés et valorisables. Ainsi nous prendrons 30% de toutes les quantités de

déchets agricoles. De plus, plusieurs documents, en essayant d'estimer les quantités de déchets agricoles ou ménagers valorisables pour chaque secteur, ne mentionnent pas que les quantités disponibles de déchets agricoles et ménagers (fermentescibles) ne sont pas toutes valorisables à la fois. Autrement dit, il n'est pas possible de considérer pour une même étude que toute la quantité de déchets organiques sera utilisée à la fois soit pour le biogaz, soit pour le compost. Nous faisons donc aussi l'hypothèse que 50% des déchets organiques récoltés (ménagers ou agricoles) sont utilisés pour le compost et l'autre partie pour le biogaz.

Pour construire notre MCS incluant le compost et le biogaz, nous avons collecté les données pour les 20 variables suivantes :

- Valeur monétaire éventuelle des déchets agricoles issus de l'agriculture:

En nous basant sur le rapport GIZ, 2020 nous additionnons les quantités de déchets issues des cultures disponibles dans le document. Le total donne environ 31 613 306 tonnes. En appliquant le taux de 30%, on obtient 9 483 991,8 tonnes. Généralement, les déchets sont gratuits dans leur utilisation. Cependant, les déchets issus du riz ou du coton peuvent varier de 30 à 150 f le kilo. Nous prendrons donc une valeur moyenne comme prix de base pour le kilogramme de déchets agricoles : 90 FCFA. Sur cette base, la valeur des déchets agricoles pourrait être estimée à environ 853 559 262 FCFA.

- Valeur monétaire possible des déchets agricoles produits par le secteur industriel

Selon GIZ, 2020, les données sur les déchets agricoles issus de la transformation du cacao, potentiel de biomasse rejeté par l'agro-industrie est de 43 760 tonnes. Il est à préciser que cette donnée ne prend en compte que les résidus de la transformation du cacao uniquement. Cette seule donnée est utilisée car les résidus pour les autres cultures ne sont pas disponibles à ce stade de nos connaissances. Il faut aussi noter que les principaux acteurs utilisent ces résidus pour alimenter les chaudières. (Par exemple Barry Callebaut) La quantité disponible est donc très faible. En appliquant la valeur de 30% avec le coût unitaire de 90F, on obtient 1 181 520 FCFA.

- Valeur monétaire possible des déchets ménagers issus de l'industrie

N'guettia (2010) estime la part de l'industrie dans les déchets ménagers à 10, 17%. De plus la plupart des documents s'entendent sur le chiffre d'environ 1 650 000 tonnes de déchets ménagers pour la ville d'Abidjan. GIZ, 2020 estime aussi que la part des fermentescibles dans la quantité totale des déchets est de 45%. Ainsi, la valeur des déchets ménagers issus de l'industrie sera calculée de la manière suivante : $10,17\% * 45\% * 1650000 = 75512,25t$. N'guettia (2010) calcule aussi un coût moyen de la tonne de déchets ménagers de 1994 à 2007 et l'estime à environ 9895FCFA la tonne. Sur cette base, la valeur probable est de 747 193 714 FCFA

- Valeur monétaire possible des Déchets ménagers produits par le secteur des services

Trois approches différentes ont été explorées pour calculer cette valeur.

i) En utilisant la taxe d'enlèvement des ordures ménagères de la CIE qui a une fourchette de 200 F à environ 5550 FCFA et en la multipliant par le nombre de ménages qui paye cette taxe pour les ordures, il est possible d'avoir une estimation de la valeur perçue par l'Etat via la CIE pour l'enlèvement des ordures. Or il est difficile de connaître le nombre de ménages par niveau de paiements. Cette approche n'est finalement pas retenue.

ii) La CIE indexe la taxe d'enlèvement des ordures ménagères à 2,5 FCFA par KWh d'électricité à Abidjan et 1 FCFA par KWh pour les autres communes. Or selon le rapport CIE, 2019, la consommation nationale brute était de 7640 GWh, soit 7 640 000 000 KWh, d'où la valeur globale d'enlèvement est d'environ 19 100 000 000 FCFA. Dans le calcul, tous les abonnés à la CIE payent 2,5 FCFA, ce qui n'est pas le cas. N'ayant pas les chiffres sur le nombre d'abonnés de l'intérieur du pays, ce chiffre n'est finalement pas retenu.

iii) L'hypothèse faite est que le secteur des services, c'est à dire des précollecteurs et des collecteurs "produisent" les déchets, puisqu'ils les détiennent après collecte. La valeur qu'on peut leur attribuer pourrait être indexée sur la base d'un prix au Kg donné généralement par les précollecteurs. Ce prix, après interrogation de quelques pré collecteurs pourrait s'avoir voisin à 500FCFA le Kg. L'estimation de la quantité de déchets ménagers étant connue,

la valeur des déchets ménagers du secteur des services pourrait être de 850 000 000 FCFA

Même si elle doit encore s'améliorer et semble discutable, cette méthode est finalement retenue car elle est plus proche de la réalité comparativement à un calcul indexé sur la consommation électrique.

- Valeur de la quantité de compost vendue ou qui peut être potentiellement vendue

Pour obtenir cette valeur, nous calculons d'abord la quantité de compost qui est ou qui peut être produite selon nos données.

Le compost peut être produit à partir de déchets ménagers (fermentescibles) et agricoles.

L'estimation des déchets ménagers est d'environ 1,7 millions de tonnes dont seulement 45% sont fermentescibles, donc valorisables en compost. L'on obtient donc $0,45 \times 1,7$ millions = 765000 tonnes de déchets ménagers compostables. Or, comme expliqué précédemment, si nous utilisons l'ensemble de la quantité des déchets ménagers, cela suppose que le total est uniquement consacré au compost. La littérature n'est pas précise sur le taux d'utilisation des déchets ménagers en compost ou biogaz. Nous supposons donc que 50% de la quantité de déchets ménagers fermentescibles, est utilisée pour le compost aussi et l'autre pour le biogaz). Cela donne 382500 tonnes de déchets ménagers valorisables en vue du compost.

En ce qui concerne la quantité de déchets agricoles valorisables en compost, nous nous appuyons sur GIZ, 2020. Comme estimé précédemment, la quantité totale de déchets agricoles donne environ 31 613 306 tonnes. Or les déchets agricoles issus de l'hévéa et du coton ne sont quasiment pas compostables. Ainsi, en soustrayant les quantités de déchets agricoles du coton et de l'hévéa, on obtient 30 248 306 tonnes de déchets agricoles compostables. Quand on applique le fait que 30% sont récupérables et que 50% seront utilisés pour le compost ; nous obtenons $30\,248\,306 \text{ tonnes} \times 30\% \times 50\% = 4\,537\,245,9$ tonnes de déchets agricoles compostables.

Ainsi, la quantité totale de déchets organiques compostables est de 382500 tonnes + 4 537 245,9 tonnes = 4 919 745,9 tonnes

Or, selon Gevalor, 2015, on estime à 32% le pourcentage par rapport au tonnage composté. Autrement dit, 32% des déchets compostés (ménagers + agricoles) donnent approximativement du compost.

Par conséquent, le compost éventuel qui peut être obtenu est de $4\,919\,745,9 \text{ tonnes} \times 32\% = 1\,574\,318,688$ tonnes

Les prix éventuels pour la tonne du compost diffèrent dans la littérature. Ils oscillent entre 5000FCFA et 64000F la tonne (entre 5 FCFA et 64 FCFA le Kilogramme) selon, GIZ, 2020. Dans la réalité, le rapport sur la stratégie nationale du compost indique que le prix pratiqué par les deux entreprises de compost est de 11000 FCFA les 50 Kg, soit 220000 FCFA la tonne pour la première et 14 500 FCFA les 50 Kg, soit 290 000 FCFA la tonne pour la seconde. On pourrait être tenté d'utiliser le prix des deux entreprises existantes. Seulement elles sont en situation de quasi-monopole et le prix fixé est indexé à la quantité qu'elles sont capables de composter ainsi que des coûts de production. De plus, nous n'avons pas de critère pour choisir le prix entre 5000 FCFA et 64000FCFA la tonne. Une dernière option est mentionnée dans le document Gevalor, 2015. En effet, ce document estime à partir de calculs détaillés le coût de la recette pour le compost à 3600 par tonne. Nous utilisons donc cette option car le calcul est fait en prenant en compte tous les éléments du fonctionnement d'une unité de production de compost. Nous obtenons donc $1\,574\,318,688 \text{ tonnes} \times 3600 = 5\,667\,544\,800$ FCFA qui représentera la valeur éventuelle du compost.

- Valeur du biogaz qui est ou qui peut être potentiellement vendue

Selon Gevalor, 2015, la recette potentiellement issue du biogaz peut être estimée à 5000 FCFA la tonne. De plus, selon le même document, seulement 36% de la quantité totale de déchets organiques pourra produire du biogaz. Nous multiplions donc la totalité de déchets organiques par ce montant. D'abord on calcule la quantité de déchets qui pourra être réellement transformée en biogaz, soit $4\,919\,745,9 \text{ tonnes} \times 0,36 = 1\,771\,108,524$ tonnes et nous multiplions ensuite cette quantité par 5000. Nous obtenons 8 855 542 620 FCFA comme valeur monétaire potentielle du biogaz.

- Calcul des consommations intermédiaires.

Le calcul des consommations intermédiaires requiert de trouver des clés de répartition. Autrement dit, il s'agit de trouver les différentes parts des valeurs de production du compost et du biogaz utilisées comme consommation intermédiaire dans l'économie.

Dans le cas du compost, nous faisons l'hypothèse que toute la production est destinée au secteur Agricole. Ainsi, on peut reproduire la même valeur de compost vendue dans la branche compost. La Valeur de la part de compost en tant que consommation intermédiaire dans l'agriculture est donc de 5 667 544 800 FCFA. Compte tenu de cette hypothèse, la Valeur de la part de compost en tant que consommation intermédiaire dans l'industrie et la Valeur de la part de compost en tant que consommation intermédiaire dans les services prennent la valeur 0. La conséquence est que la Valeur de la part de biogaz en tant que consommation intermédiaire dans l'agriculture est aussi de 0

Dans le cas du biogaz en tant que consommations intermédiaires dans l'industrie et les services, nous avons recours au calcul de clés de répartition. En effet, le principe d'une MCS est que la somme des différentes branches sera égale à la valeur totale de la production.

Pour y arriver, nous effectuons les calculs à partir des documents de la littérature.

Prenons l'exemple de la Valeur de la part de biogaz en tant que consommation intermédiaire dans le secteur de l'industrie et du service. Ceci correspond à la valeur de biogaz utilisée dans ces deux secteurs.

Le Rapport Rapid Assessment Gap Analysis Côte d'Ivoire, 2012 mentionne que 26,4% des ventes d'électricité en Côte d'Ivoire sont destinées à l'industrie et 36,6 % au secteur des services. Selon le rapport annuel de la CIE, 2019 la consommation nationale d'électricité se présente comme suit.

Tableau 3 : Consommation nationale d'électricité en 2018 et 2019

Année	2018	2019
Vente en Gwh	6695	7640

Source: Rapport CIE, 2019

De plus, d'après les données de l'International Energy Agency , la Côte d'Ivoire a produit 61 Gwh d'électricité grâce aux déchets soit 0,91% (61/6695) de sa production en 2018. On calcule donc la part d'électricité consommée par chacun des secteurs qui provient des déchets ainsi que la valeur monétaire en appliquant le prix de vente de l'électricité qui est de 69,09 FCFA /Kwh.

Tableau 4 : Calcul de la part d'électricité consommée par chacun des secteurs provenant des déchets

Année	Industrie	
	2018	2019
Consomation Industrie en Gwh * % biogaz	16,104	18,37708
Conso Indus Kwh * % biogaz	16 104 000	18 377 080
Valeur monétaire en FCFA	1 112 625 360	1 269 672 457
	Services	
Conso Service Gwh* % biogaz	22,326	25,47732
Conso Service Kwh* % biogaz	22 326 000	25 477 320
Valeur monétaire en FCFA	1 560 400	1 760 228 039

Source: Auteur

Nous utilisons les chiffres de 2019. Les valeurs de consommations intermédiaires respectivement pour l'industrie et les services sont de 1 269 672 457 FCFA et 1 760 228 039 FCFA. Ces deux valeurs sont censées représenter la consommation totale du biogaz. Nous pouvons donc en déduire la part pour chacun des secteurs dans le total. Ainsi, la part de l'industrie sera de : $[1\ 269\ 672\ 457 / (1\ 269\ 672\ 457 + 1\ 760\ 228\ 039)] * 100 = 42\%$. Sur le principe que toute la production du biogaz est utilisée par ces deux secteurs, nous déduisons aussi que la part pour le secteur des services est de 58%. La valeur totale calculée de production du biogaz étant de 8 855 000 000 FCFA, alors les Valeurs de la part de biogaz en tant que consommation intermédiaire dans le secteur de l'industrie et des services seront respectivement de 3 719 100 000 FCFA et de 5 135 900 000 FCFA.

Les mêmes méthodes sont utilisées pour le reste des données concernant les consommations intermédiaires. (Voir annexe 2, tableau 15 pour les clés de répartition obtenues et les valeurs calculées)

4.3. CALIBRAGE DU MODÈLE

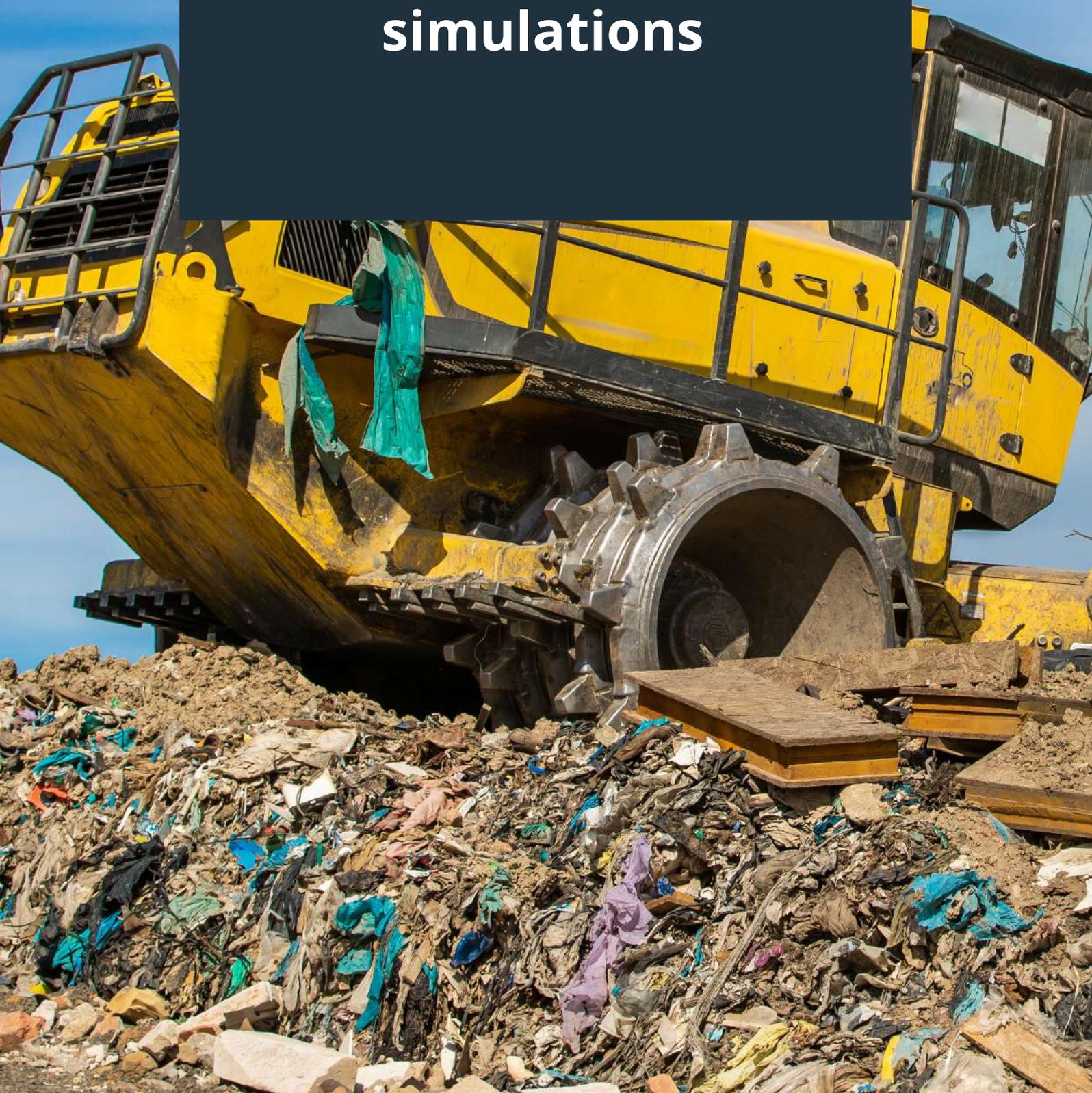
En plus des données issues directement de la MCS, le modèle nécessite d'autres paramètres relatifs aux relations économiques, notamment ceux qui ont trait aux équilibres comptables.

Certains paramètres surtout ceux ayant trait aux comportements proviennent de la littérature sur les MEGC et des études empiriques réalisées dans d'autres économies en développement. On note les valeurs des paramètres des fonctions CES et CET de même que la sensibilité du taux de chômage aux variations du taux de salaire dans chaque catégorie et la sensibilité de chaque branche à la variation des dépenses publiques productives. Ce qui nous permet de déterminer automatiquement les autres paramètres en reliant les inputs et les outputs dans les différentes branches d'activité au sein de la MCS. La procédure de calibrage utilisée est celle implémentée au sein du modèle PEP 1-1 qui assure sans grande difficulté la reproduction du scénario de référence par le modèle.

4.4. PLANS DES SIMULATIONS

L'objectif de cette étude étant de mettre en relief le potentiel de création d'emploi du secteur du compost et du biogaz de même que leur potentiel en termes de création de croissance, de demande de capital etc. Les simulations ont essentiellement consisté en des chocs de productivité positive de compost et de biogaz. Ainsi, trois chocs sur la production ont été réalisés pour chacun des secteurs compost et biogaz à savoir la hausse de la production de 5%, 10% et 20%.

5. Résultats des simulations



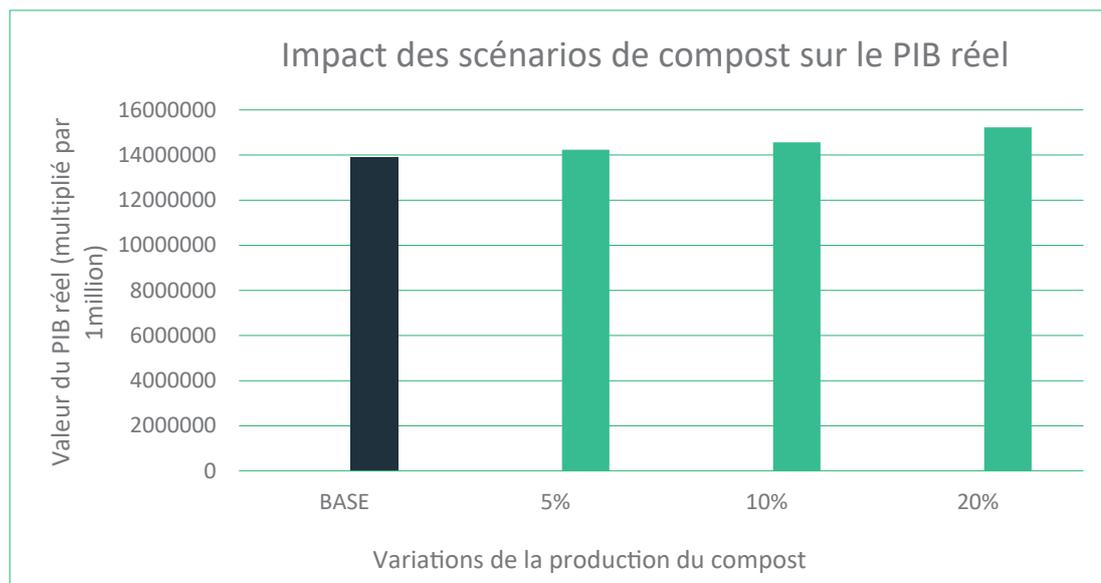
Comme indiqué dans le plan de simulation, nous faisons l'hypothèse que la production du compost et du biogaz augmente 5%, 10% et 20% dans l'optique de la mise en œuvre des politiques nationales du compost et du biogaz.

5.1. RÉSULTATS POUR LE COMPOST

5.1.1. Impacts des simulations sur la croissance

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur la croissance économique de la Côte d'Ivoire.

Figure 2 : Impact des différents scénarios du compost sur la croissance économique.



Le graphique suivant nous montre que si l'on augmente la production de compost respectivement de 5, 10 et 20%, le PIB réel augmentera respectivement de 2,5 de 4, 88 et de 9,65%. Ces chiffres représentent en réalité la croissance verte issue de la valorisation des déchets pour le compost.

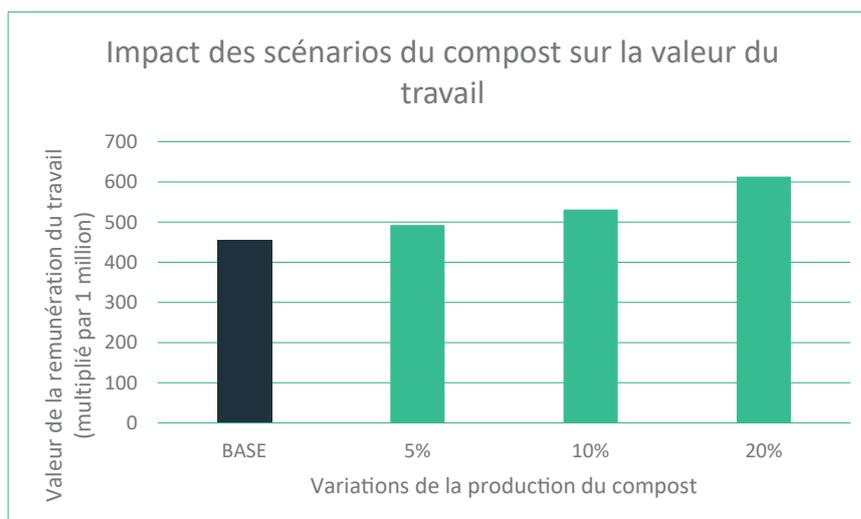
5.1.2. Impacts sur les emplois

Dans cette partie, nous présenterons d'abord les résultats sur la valeur du travail. Ensuite, nous présenterons le nombre d'emplois de référence et le potentiel d'emplois selon nos scénarios.

5.1.2.1. Impacts des simulations sur les emplois dans la branche du compost

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur la valeur du travail dans le secteur du compost.

Figure 3: Impact des différents scénarios sur la valeur du travail pour le compost.



Le graphique ci-dessus nous montre que si l'on augmente la production de compost respectivement de 5, 10 et 20%, la valeur du travail dans le secteur du compost augmentera respectivement de 8,26 de 16, 77 et de 34,78%. Plus la production du compost augmentera, donc une meilleure valorisation des déchets en compost, plus la rémunération du travail augmentera dans l'économie.

5.1.2.2. Impacts des simulations sur le nombre d'emplois dans la branche compost

A partir des données qui ont contribué à l'élaboration de la MCS, la valeur relative de la rémunération est de 455 millions (valeur de base). Ce niveau de rémunération semble faible, mais est réaliste dans la mesure où la plus grande part des emplois est consacrée aux simples trieurs avec une faible rémunération. Le tableau ci-dessous adapté du scénario de Gévalor, 2015 montre les types d'emplois et rémunérations possibles par catégorie de travailleurs.

Tableau 5: Répartition des salaires et nombre d'emplois pour le compost.

Métiers	Salaires annuel par type de métiers	Nbre d'employés par catégorie	Part dans le total des employés	Salaires Potentiels globaux	Emplois Potentiels
Responsable d'exploitation	4 000 000	1	1%	4550000	1,1375
Administration	2 400 000	1	1%	4550000	1,89583333
Chefs de production	3 200 000	1	1%	4550000	1,421875
Responsable maintenance	2 400 000	1	1%	4550000	1,89583333
Chef de quart	2 000 000	6	6%	27300000	13,65
Electromécanicien	1 600 000	3	3%	13650000	8,53125
Trieurs	1 200 000	80	76%	345800000	288,166667
Chauffeurs chargeur	1 600 000	12	11%	50050000	31,28125
Totaux	18 400 000	105	100%	455000000	347,980208

Source : Auteur, adapté de Gévalor, 2015

Pour le calcul des salaires potentiels globaux et par la suite des emplois potentiels, puisque l'on connaît sur la base de nos calculs la masse salariale totale pour tout le secteur compost qui est de 455 000 000 FCFA, nous multiplions donc de montant par la part de chaque type de métiers dans le total des employés.

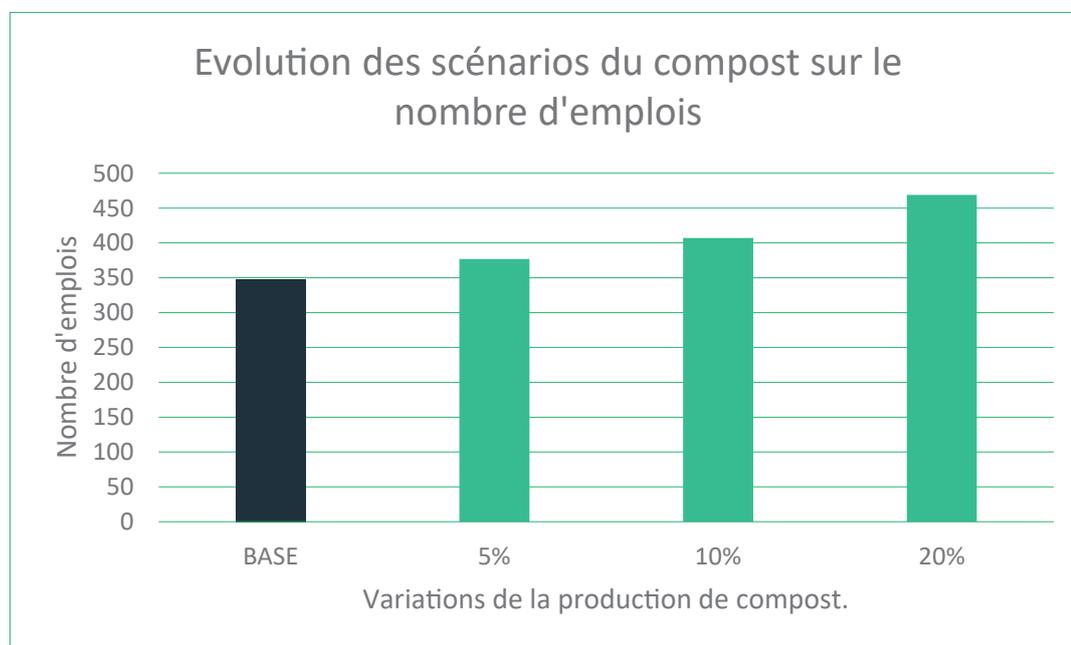
Par exemple, pour le chef de quart : $455\,000\,000\text{ FCFA} \times 6\% = 27\,300\,000\text{ FCFA}$. Ce chiffre représente le montant global qui pour être payé comme salaire à l'ensemble des chefs de quarts. Or on connaît le salaire approximatif annuel du chef de quart qui est 2 000 000 FCFA. Nous divisons donc $27\,300\,000\text{ FCFA} / 2\,000\,000\text{ FCFA} = 13,65$, soit environ 14 emplois potentiels au niveau des chefs de quarts. On fait le même calcul pour chaque catégorie et on obtient une approximation du nombre total d'emplois potentiels dans la brache compost qui est de 348 emplois. Cette situation représente la situation de référence sur la base de nos calculs.

Le tableau et le graphique ci-dessous nous montrent l'impact d'une augmentation de la production selon nos différents scénarios sur le nombre d'emplois. Le nombre d'emplois selon les scénarios est généré par la même méthode que le calcul du nombre d'emplois de référence.

Tableau 6 : Nombre d'emplois générés selon les différents scénarios

BASE (Nombre d'emplois référence)	5%	10%	20%
348	377	407	469

Figure 4: Impact des scénarios du compost sur le nombre d'emplois.



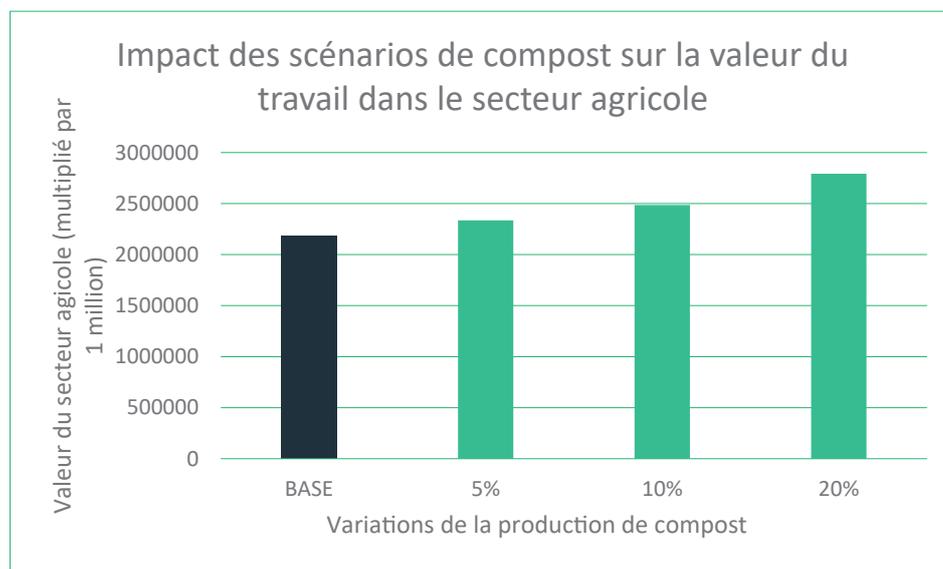
Une augmentation de la production de compost respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera le nombre d'emplois respectivement de 377, 407 et 469 emplois en une année.

Le nombre d'emplois générés dans la situation de référence ainsi que ceux des scénarios semblent faible mais le secteur compost est en plein essor. Il faut rappeler que les hypothèses utilisées pour mesurer la quantité potentielle de compost restent très rigoureuses. Les déchets organiques sont utilisés à hauteur 50% et seuls 32% sont valorisés. Il s'agit non seulement d'emplois formels, mais aussi d'autres emplois seront créés dans les autres secteurs. Une mise en œuvre réelle comme indiqué dans la stratégie nationale compost permettra sûrement d'augmenter ces chiffres.

5.1.2.3. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'Agriculture

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur le secteur agricole.

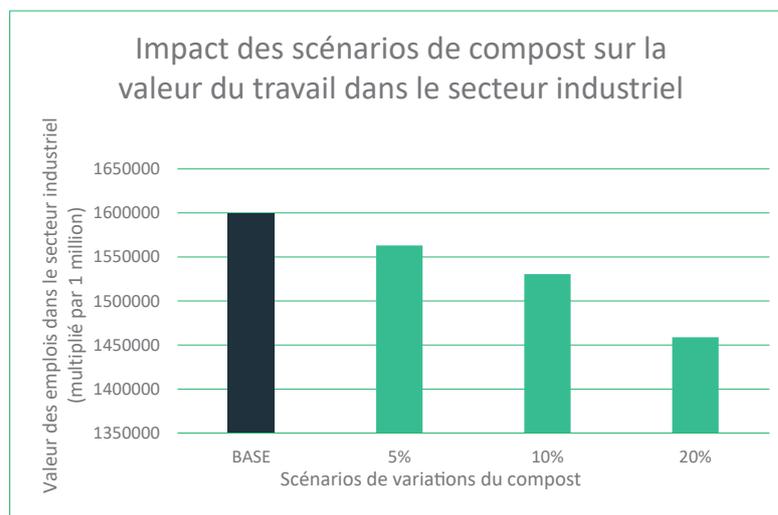
Figure 5: Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur agricole



Ce graphique signifie qu'une augmentation respective de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de l'emploi dans le secteur agricole respectivement d'environ 6%, 13% et 27%. Cette augmentation traduit le fait que l'instauration effective de la branche du compost à grande échelle en Côte d'Ivoire contribuera largement au nombre d'emplois dans le secteur agricole.

5.1.2.4. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'Industrie

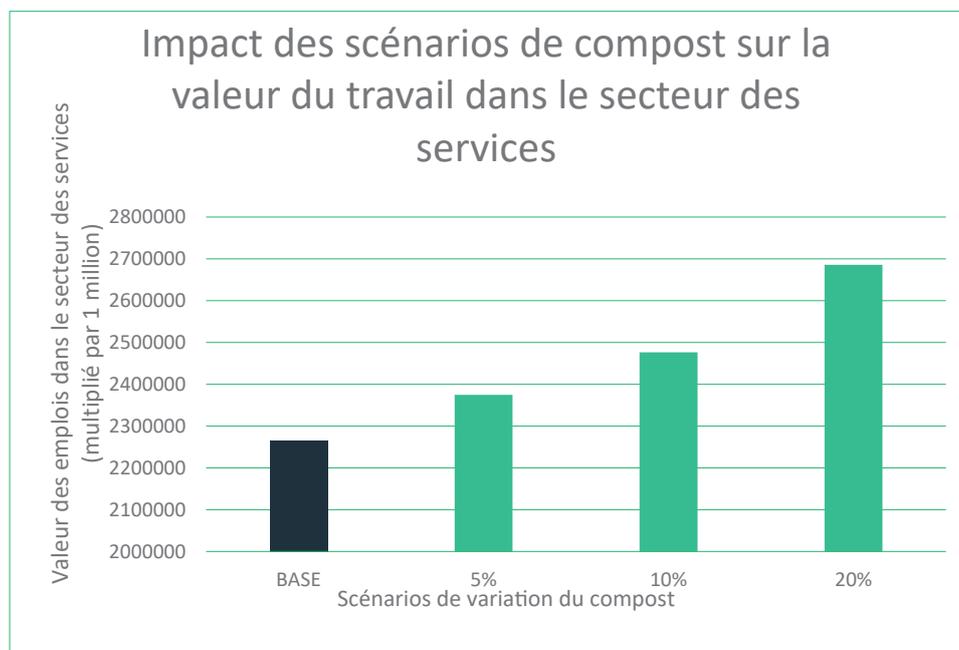
Figure 6: Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'industrie



Ce graphique montre qu'une augmentation de la production de compost respectivement de 5%, 10% et 20% baissera la valeur du travail dans le secteur industriel respectivement d'environ 2%, 4% et 8%. Nous pouvons expliquer cette baisse par le fait qu'une augmentation de la production de compost favorisera une augmentation des machines pour le compostage en plus des innovations technologiques au détriment des emplois purement manuels.

5.1.2.5. Impacts sur les emplois dans le secteur des services

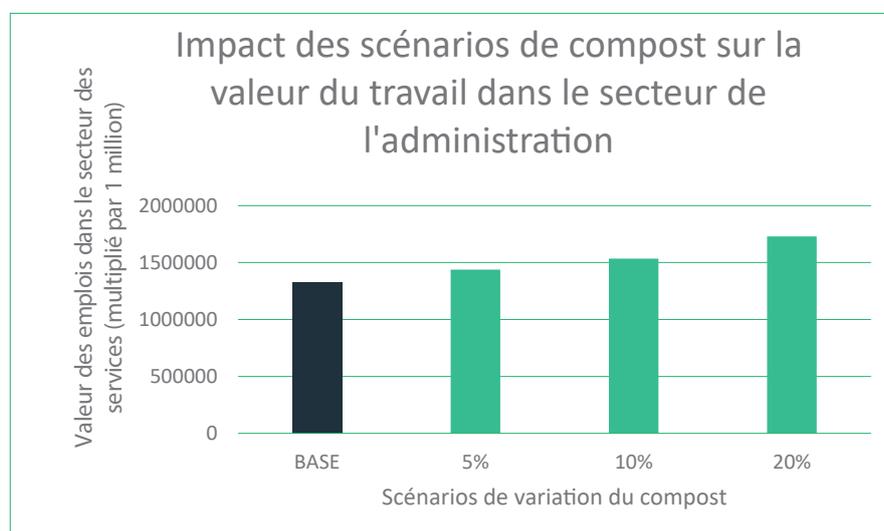
Figure 7: Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'industrie



La figure nous montre qu'une augmentation de la production de compost respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur du travail dans le secteur des services d'environ 4, 9 et 18%. Cette forte augmentation montre que le secteur du compost contribuera certainement à une augmentation des emplois dans le secteur des services. En effet, la valorisation des déchets est effectuée dans ce secteur. Une augmentation de la production entrainera donc un besoin supplémentaire en matière d'emplois.

5.1.2.6. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'administration

Figure 8: Impact des scénarios de compost sur les emplois dans le secteur de l'administration



Une augmentation de l'offre de compost respectivement de 5%, 10% et 20%, augmente la valeur de la demande de travail dans le secteur de l'administration respectivement d'environ 8, 15 et 30%. L'organisation engendrée par la mise en place des structures Etatiques pour la valorisation à grande échelle du secteur compost pourrait expliquer ces hausses importantes

5.1.2.7. Récapitulatif des impacts de scénarios du compost sur l'emploi

Tableau 7 : Effet des scénarios du compost sur le niveau de l'emploi par branche d'activité

Branche d'activité	Base	Sim 1 (5%)	Sim 2 (10%)	Sim 3 (20%)
AGR	2188240	6,73	13,55	27,62
IND	1599694	-2,29	-4,33	-8,81
SER	2266660	4,77	9,26	18,50
ADM	1328645	8,26	15,47	30,20
COMP	455	8,26	16,77	34,78
BIOG	659	3,25	6,44	12,90

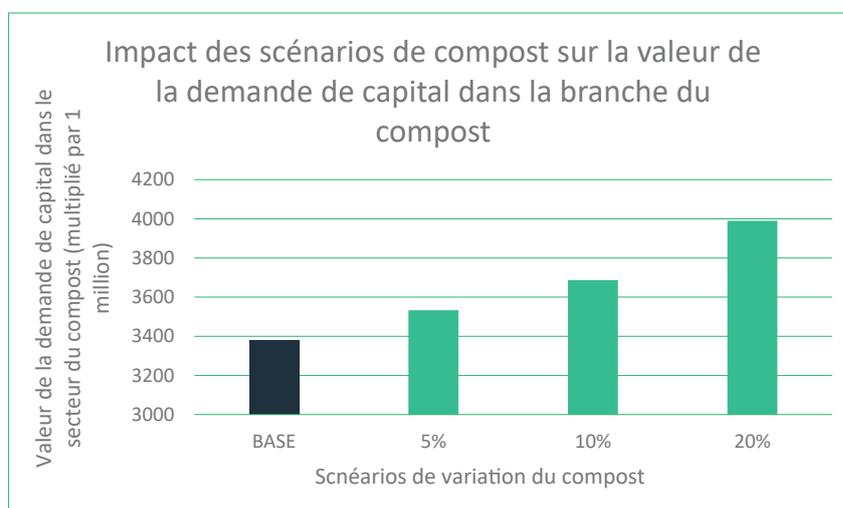
Source : nos simulations (Les chiffres sont en pourcentage)

La hausse de la production de compost quel que soit la simulation réalisée engendre de façon générale une hausse du niveau de l'emploi dans la plupart des branches d'activité hormis celle des industries. La hausse la plus remarquable est inhérente au secteur du compost proprement dit avec une hausse du niveau de l'emploi allant de 8,26% à 34,78% pour une augmentation de de la production de compost respectivement de 5% et 20%. Suit ensuite la branche de l'administration et de l'agriculture avec des hausses respectives allant de 8,26 à 30,20%et 6,73% à 27,62%. Les hausses les plus faibles sont enregistrées dans la branche du biogaz avec des valeurs de 3,25%, 6,44% et 12,90% en fonction des simulations.

En définitive, il ressort que l'augmentation de la production de compost toute chose égale par ailleurs est bénéfique pour l'emploi dans bien de secteur d'activité. Ainsi, l'instauration effective de la branche du compost à grande échelle en Côte d'Ivoire entrainera donc un besoin supplémentaire en matière d'emplois dans la plupart des secteurs. Il pourrait alors être un indéniable atout qui contribuera largement au nombre d'emplois dans le pays.

5.1.3. Impact sur la demande du capital (Besoin d'investissement)

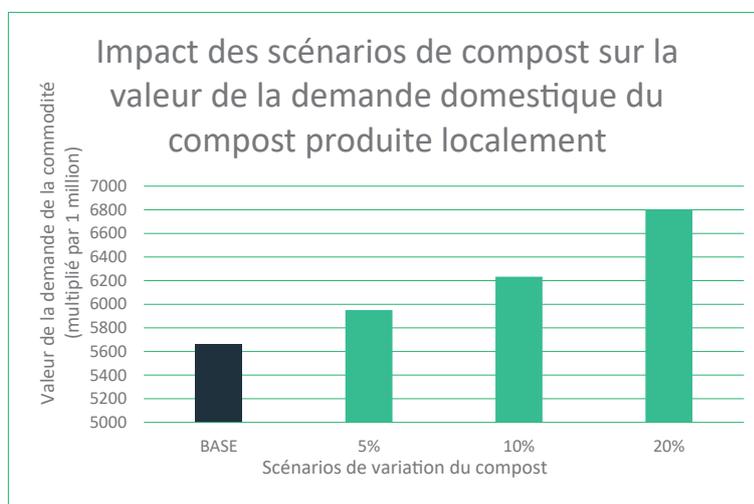
Figure 9: Impact des scénarios de compost sur la demande du capital



Cette figure montre qu'une augmentation de la production de compost respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de la demande de capital d'environ 4, 9 et 18%. Cette augmentation peut être interprétée comme l'augmentation en besoin d'investissement dans la branche du compost.

5.1.4. Impacts sur la valeur de la demande domestique

Figure 10: Impact des scénarios de compost sur la demande domestique produite.



Une augmentation de la production de compost respectivement de de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de la demande du compost produite localement respectivement dans les mêmes proportions. L'interprétation est que les agents économiques, surtout les ménages augmenteront leur demande de compost, sûrement pour une consommation domestique. Cela signifie que qu'une augmentation de la production de compost impliquera que les agents économiques s'intéresseront de plus en plus au compost.

Les simulations sur le compost montrent que la majorité des indicateurs économiques comme le PIB réel, les emplois et le besoin d'investissement augmenteront aussi. Ce résultat montre que la stratégie nationale du compost, si elle est mise en œuvre avec la création claire d'une chaîne de valeur contribuera positivement à l'économie ivoirienne.

5.1.5. Impact sur la réduction des Gaz à effet de serre (GES) pour le compost

Notre MECG n'intègre pas les équations permettant de calculer directement l'impact de la valorisation des déchets en compost sur la réduction des GES ; Dans la description des données, nous avons estimé la quantité de déchets ménagers compostables à 385 000 tonnes. En appliquant le fait que seuls 32% pourront devenir du compost, nous obtenons 122 400 tonnes. Le calcul effectué (annexe 3) donne 21664,8 tonnes CO₂ équivalent de gaz à effet de serre qui peuvent être évités. Ce chiffre équivaut à la situation de référence. En appliquant le scénario de hausse de production du compost, nous obtenons les chiffres décrits dans le tableau suivant

Tableau 8 : Impact sur les émissions de GES évitées pour le compost.

BASE	Scénarios		
	5%	10%	20%
122 400 tonnes de compost	128 100	134 200	146400
21 664,8 teq CO ₂	22 673,7	23 753,4	25 912,8

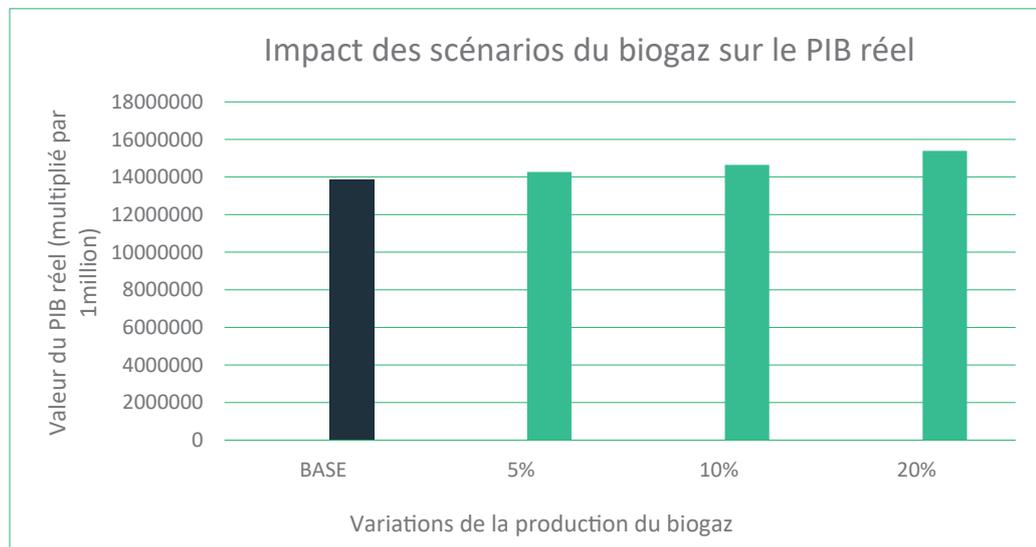
Nous constatons qu'un choc d'offre de compost respectivement de 5, 10 et 20% augmentera les émissions de GES évitées respectivement de 22 673,7 t eq CO₂, 23 753,4 t eq CO₂ et 25 912,8 t eq CO₂.

5.2. RÉSULTATS POUR LE BIOGAZ

5.2.1. Impacts des simulations sur la croissance

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur la croissance économique de la Côte d'Ivoire.

Figure 11: Impact des différents scénarios du biogaz sur la croissance économique.



Le graphique suivant nous montre que si l'on augmente la production de biogaz respectivement de 5, 10 et 20%, le PIB réel augmentera respectivement de 2,79%, de 5,47% et de 10,87%. Ces chiffres représentent en réalité la croissance verte issue de la valorisation des déchets en vue du biogaz.

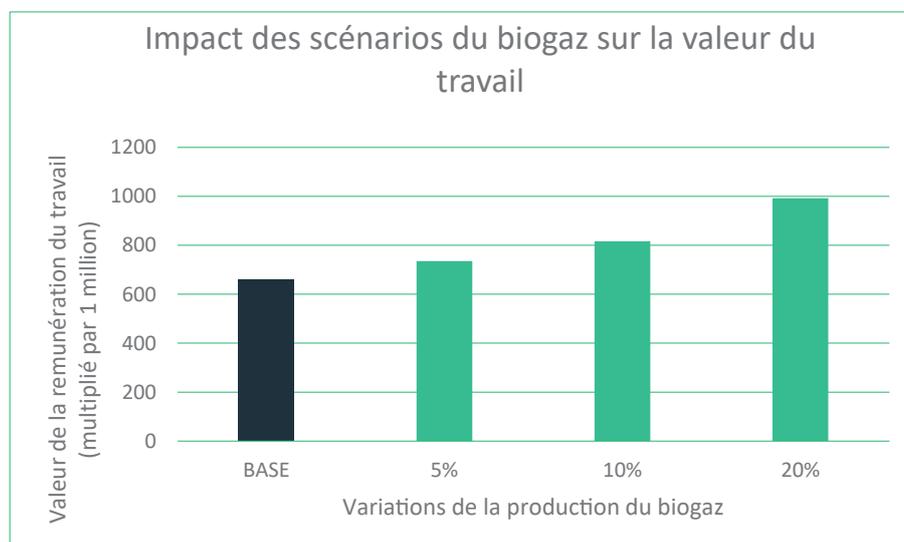
5.2.2. Impacts sur les emplois

Nous suivons la même procédure que dans le cas du compost.

5.2.2.1. Impacts des simulations sur les emplois dans la branche Biogaz

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur la valeur de la demande de travail dans le secteur du biogaz.

Figure 12: Impact des différents scénarios sur la valeur du travail pour le biogaz.



Le graphique ci-dessus nous montre que si l'on augmente la production de biogaz respectivement de 5, 10 et 20%, la valeur du travail dans le secteur du biogaz augmentera respectivement de 11,61 de 23,86 et de 50,55%. Plus la production du biogaz augmentera, donc une meilleure valorisation des déchets en biogaz, plus la rémunération du travail augmentera dans l'économie.

5.2.2.2. Impacts des simulations sur le nombre d'emplois dans la branche compost

En suivant la même méthode de calcul du nombre d'emplois pour le compost, nous déterminons le nombre d'emplois de base dans le secteur du biogaz. Le tableau ci-dessous adapté du scénario de Gévalor, 2015 montre les types d'emplois et rémunérations possibles par catégorie de travailleurs.

Tableau 9 : Répartition des salaires et nombre d'emplois pour le biogaz.

Métiers	Salaire annuel par individu	Nbre d'employés par catégorie	Part dans le total des employés	Salaires Potentiels globaux	Emplois Potentiels
Responsable d'exploitation	4000000	1	1%	6590000	1,6475
Administration	2400000	1	1%	6590000	2,74583333
Chefs de production	3200000	1	1%	6590000	2,059375
Responsable maintenance	2400000	1	1%	6590000	2,74583333
Chef de quart	2000000	6	5%	32950000	16,475
Electromécanicien	1600000	6	5%	32950000	20,59375
Trieurs	1200000	80	71%	467890000	389,908333
Chauffeurs chargeur	1600000	16	14%	92260000	57,6625
Totaux		112			493,838125

Source : Auteur, adapté de Gévalor, 2015

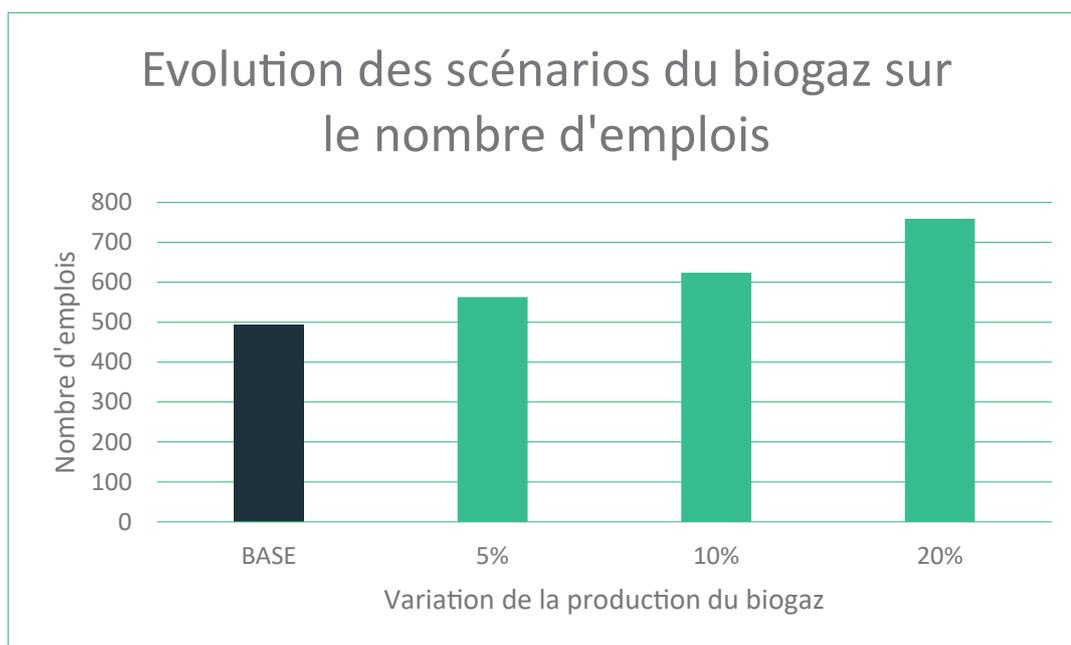
L'approximation du nombre total d'emplois potentiels du secteur biogaz est d'environ 494 emplois. Cette situation représente la situation de référence sur la base de nos calculs.

Le tableau et le graphique ci-dessous nous montrent l'impact d'une augmentation de la production selon nos différents scénarios sur le nombre d'emplois.

Tableau 10 : Nombre d'emplois générés selon les différents scénarios

BASE (Nombre d'emplois référence)	5%	10%	20%
494	563	624	759

Figure 13 : Impact des scénarios du biogaz sur le nombre d'emplois.



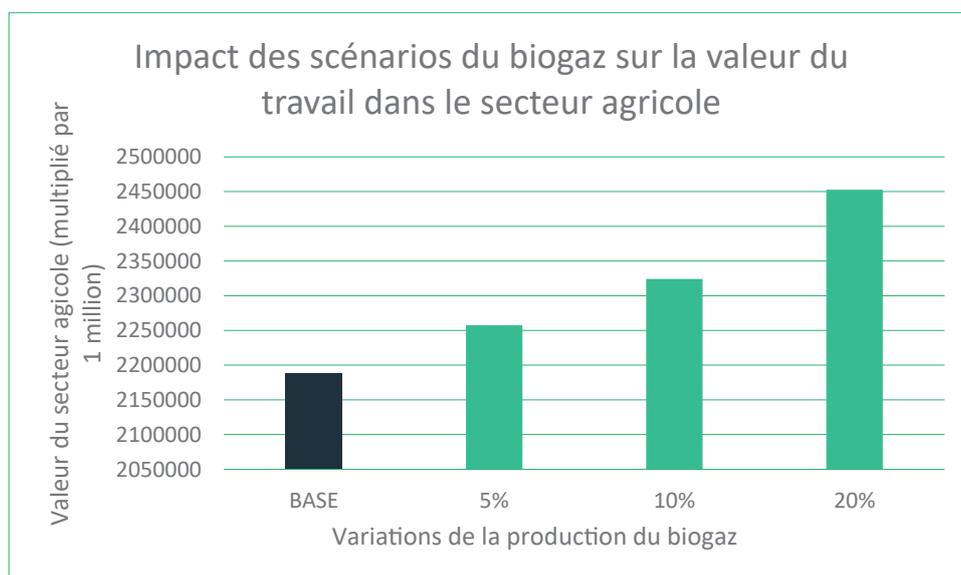
Une augmentation de la production du biogaz respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera le nombre d'emplois respectivement de 563, 624 et 759 emplois en une année.

Ces chiffres peuvent aussi sembler faibles. A l'instar des calculs sur le compost, les déchets organiques sont utilisés à hauteur 50% et seuls 36% sont valorisés pour le biogaz. Les différents projets d'ampleur ainsi que la mise en œuvre réelle de la politique nationale du biogaz avec la prévision de 41 biodigesteurs industriels devraient augmenter ces chiffres.

5.2.2.3. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'Agriculture

Le graphique suivant présente les résultats des simulations en termes d'impacts sur le secteur agricole.

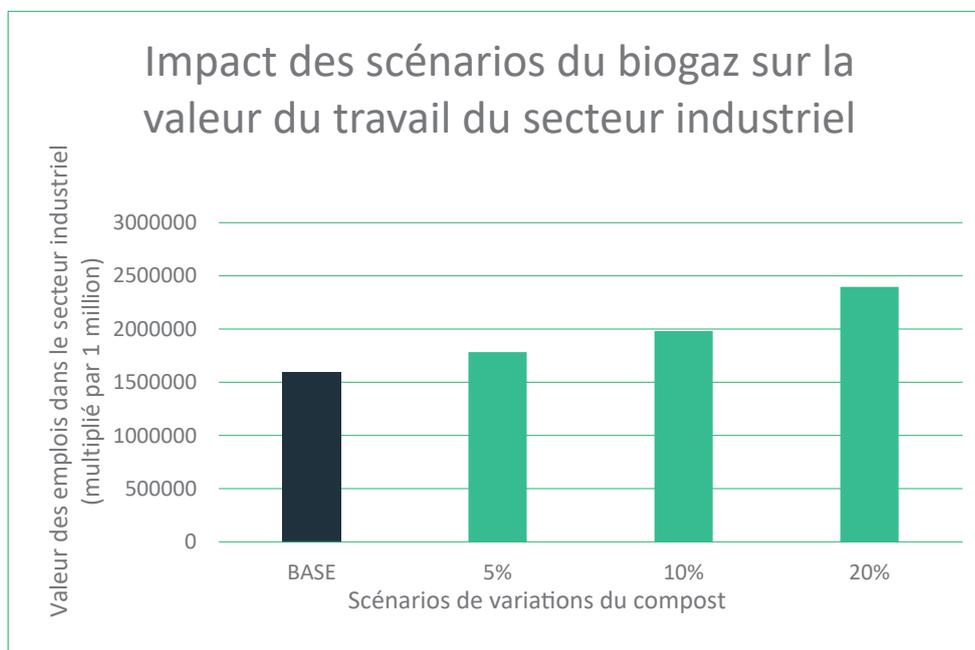
Figure 14: Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur agricole



Une augmentation respective de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de l'emploi dans le secteur agricole respectivement d'environ 3%, 6% et 12%. La branche du biogaz en Côte d'Ivoire contribuera aussi largement au nombre d'emplois dans le secteur agricole.

5.2.2.4. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'Industrie

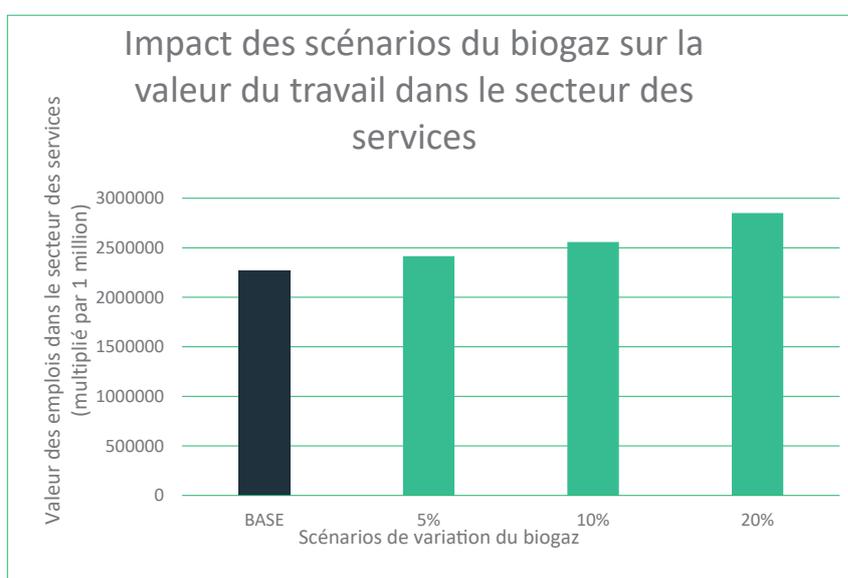
Figure 15: Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur industriel



Ce graphique montre qu'une augmentation de la production de compost respectivement de 5%, 10% et 20% augmentera la valeur du travail dans le secteur industriel respectivement d'environ 11%, 23% et 43%. Contrairement au secteur du compost qui enregistrera une baisse de la demande de travail dans le secteur industriel, les simulations montrent que la demande de travail, donc l'offre d'emplois augmentera. L'interprétation possible est que le secteur biogaz est essentiellement industriel et demandera une main d'œuvre nombreuse dans des domaines plus techniques pour la gestion des biodigesteurs.

5.2.2.5. Impacts sur les emplois dans le secteur des services

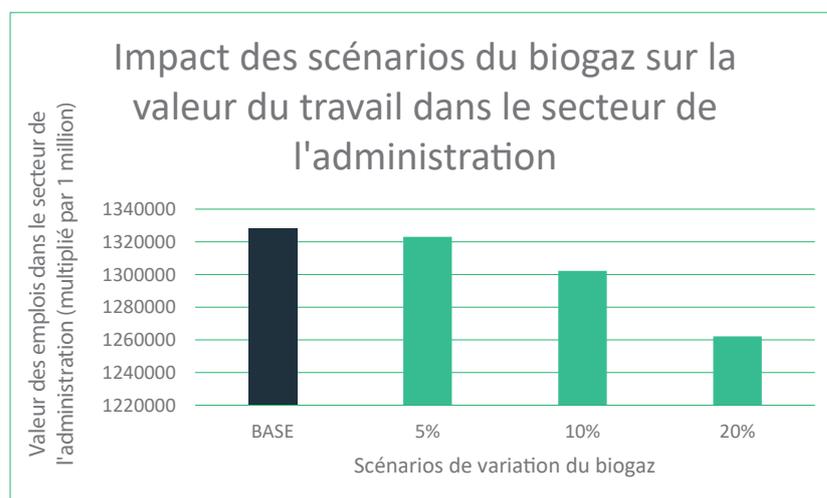
Figure 16: Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur des services.



La figure nous montre qu'une augmentation de la production du biogaz respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur du travail dans le secteur des services d'environ 6, 12 et 25%. Cette augmentation peut s'interpréter par le fait que le secteur des services contribuera largement à l'alimentation de biodigesteurs par la collecte des déchets. Le nombre d'emplois dans ce secteur devrait donc augmenter.

5.2.2.6. Impacts sur les emplois dans le secteur de l'administration

Figure 17 : Impact des scénarios du biogaz sur les emplois dans le secteur de l'administration



Une augmentation de l'offre de compost respectivement de 5%, 10% et 20%, va faire baisser la valeur de la demande de travail dans le secteur de l'administration respectivement d'environ 0,41%, 1,98% et 5%. Cette baisse peut être s'expliquer par le besoin plus croissant des autres secteurs pour maintenir le niveau de production par rapport à celui de l'administration.

5.2.2.7. Récapitulatif des impacts de scénarios du Biogaz sur l'emploi

Tableau 11 : Effet des scénarios du biogaz sur le niveau de l'emploi par branche d'activité

Branche d'activité	Base	Sim 1 (5%)	Sim 2 (10%)	Sim 3 (20%)
AGR	2188240	3,16	6,21	12,08
IND	1599694	11, 50	23,84	49,83
SER	2266660	6,55	12,85	25,74
ADM	1328645	-0,41	-1,98	-5,00
COMP	455	6,02	12,03	24,22
BIOG	659	11,61	23,86	50,55

Source : Nos simulations (Les chiffres sont en pourcentage)

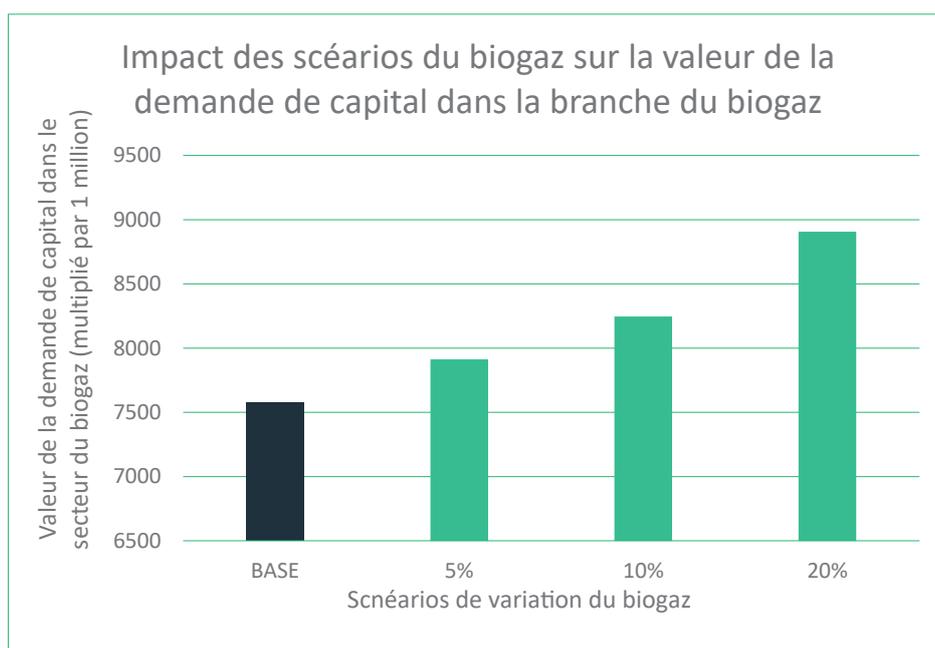
Quelle que soit la simulation réalisée, la hausse de la production du biogaz engendre de façon générale une hausse du niveau de l'emploi dans la plupart des branches d'activité hormis celle de l'administration. La hausse la plus importante vient de la branche biogaz avec une hausse du niveau de l'emploi allant de 11,61% à 50,55%. Le secteur industriel enregistre aussi une forte hausse de l'emploi, légèrement plus basse que celle de la branche biogaz. Cela signifie que les deux branches sont ou seront fortement liées. Le secteur Biogaz contribuera fortement à l'emploi dans le secteur industriel. Suit ensuite le secteur des services avec une hausse allant de 6,55% à 25,74%. Les hausses les plus faibles sont enregistrées dans la branche de l'agriculture avec des valeurs de 3,16%, 6,21% et 12,8% en fonction des simulations.

Un impact négatif est constaté sur la branche de l'administration où on note une baisse du niveau de l'emploi. Il ne serait pas opportun de faire une interprétation hâtive et non fondée mais une telle situation pourrait être expliquée par le fait qu'une augmentation de la production de biogaz favorisera une baisse de l'offre d'emplois dans le secteur administratif, contrebalancé par les secteurs plus demandeurs comme celui de l'industrie ou des services.

En définitive, il ressort que l'augmentation de la production de biogaz toute chose égale par ailleurs est bénéfique pour l'emploi dans bien de secteurs d'activités. La création effective des biodigesteurs à grande échelle en Côte d'Ivoire entrainera donc un besoin supplémentaire en matière d'emplois dans la plupart des secteurs. A l'instar du compost, le biogaz pourrait alors être un indéniable atout qui contribuera largement au nombre d'emplois dans le pays.

5.2.3. Impact sur la demande du capital (Besoin d'investissement)

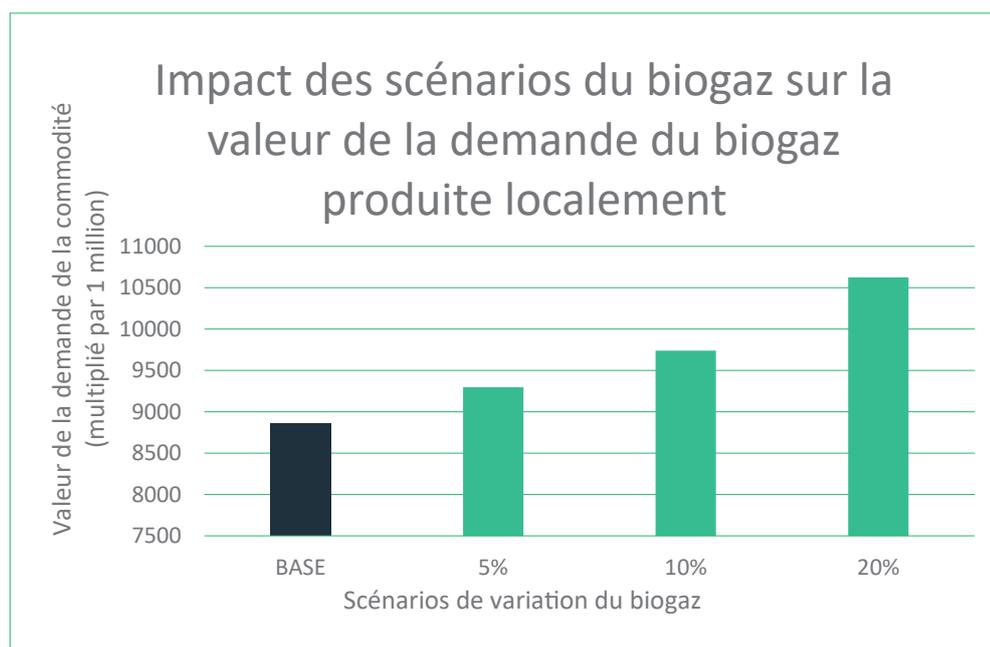
Figure 18: Impact des scénarios du biogaz sur la demande de capital



Une augmentation de la production du compost respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de la demande de capital d'environ 4, 8 et 17%. Cette augmentation peut être aussi interprétée comme l'augmentation en besoin d'investissement dans la branche du biogaz.

5.2.4. Impacts sur la valeur de la demande domestique

Figure 19: Impact des scénarios du biogaz sur la demande domestique



Une augmentation de la production du biogaz respectivement de 5%, 10% et 20%, augmentera la valeur de la demande du compost produite localement respectivement dans les mêmes proportions. Ce résultat est quasiment le même avec celui du compost. L'interprétation qui peut en découler est que le biogaz produit sert principalement pour l'électricité. Une augmentation de la production signifierait une plus grande consommation locale ou une fabrication domestique, notamment de la part des ménages. Le rapport sur la politique nationale du biogaz encourage d'ailleurs la construction de biodigesteurs domestiques du moment où la Côte d'Ivoire n'est pas encore totalement couverte en électricité.

Les facteurs socio-économiques qui pourraient façonner l'adoption et l'utilisation durables du biogaz ou du compost par les ménages (et donc la demande intérieure) sont par exemple la capacité de paiement des utilisateurs ou l'acceptation de ces technologies. Cependant, pour que ces arguments soient justifiés et crédibles, une étude complémentaire serait nécessaire avec des données d'enquête par exemple, pour analyser en profondeur les déterminants de l'adoption de ces produits car rien ne garantit que l'augmentation de la production entraîne nécessairement une augmentation de la consommation et de la demande des ménages.

A l'instar du compost, les simulations sur le biogaz montrent que la majorité des indicateurs économiques comme le PIB réel, les emplois et le besoin d'investissement augmenteront aussi.

5.2.5. Impact sur la réduction des GES pour le biogaz

Dans la description des données, nous avons estimé la quantité de déchets ménagers valorisables en biogaz aussi à 385 000 tonnes. En appliquant le fait que seuls 36% pourront effectivement être transformés en biogaz, nous obtenons 138 600 tonnes. Le calcul effectué (annexe 3) donne 24 532,2 tonnes CO₂ équivalent de gaz à effet de serre qui peuvent être évités. Ce chiffre équivaut à la situation de référence. En appliquant le scénario de hausse de production du biogaz, nous obtenons les chiffres décrits dans le tableau suivant

Tableau 12 : Impact sur les émissions de GES évitées pour le biogaz

BASE	Scénarios		
	5%	10%	20%
138 600 tonnes pour le Biogaz	145 530	152 460	166 320
24 532,2 teq CO2	25758,81	26985,42	29438,64

Un choc d'offre de biogaz respectivement de 5, 10 et 20% augmentera les émissions de GES évitées respectivement de 25758,81 teq CO2 , 26985,42 teq CO2 et de 29438,64 teq CO2



6.
**Comparaison
entre les branches
Compost et Biogaz**

La comparaison entre les différents scénarios d'impact du compost et du biogaz peut se faire sauf pour les impacts sur les niveaux d'emplois à l'intérieur de chacun des secteurs. La raison est que les bases sont différentes contrairement aux autres indicateurs à savoir le PIB, les niveaux d'emplois dans les différentes branches, les besoins d'investissement, la demande domestique et la réduction des gaz à effet de serre.

Le tableau ci-dessous compare les différents résultats des simulations.

Tableau 13 : Comparaison des secteurs Compost et Biogaz

Impacts sur secteurs	Compost			Biogaz		
	5%	10%	20%	5%	10%	20%
Croissance économique (PIB réel)	2,5	4,88	9,65	2,79	5,47	10,87
Agriculture	6,73	13,55	27,62	3,16	6,21	12,08
Emplois Industrie	-2,29	-4,33	-8,81	11,50	23,84	49,83
Services	4,77	9,26	18,50	6,55	12,85	25,74
Administration	8,26	15,47	30,20	-0,41	-1,98	-5,00
Besoin d'investissement	4,56	9,10	18,09	4,43	8,84	17,55
Demande domestique	5	10	20	5	10	20
Gaz à effet de serre évités	22 673,7	23 753,4	25 912,8	25758,81	26985,42	29438,64

Les cellules en couleur sont celles qui contribuent le plus à l'économie selon les secteurs. Les chiffres sont en pourcentage sauf pour les émissions de GES évitées qui sont en tonnes CO2 équivalents.

Le tableau ci-dessous compare les résultats des différents scénarios d'impact des chocs de productions du compost et du biogaz sur les différents secteurs.

La contribution potentielle du biogaz à la croissance verte est légèrement plus importante que celle du compost.

Concernant les contributions aux emplois dans les secteurs de l'économie, le compost contribue le plus à l'emploi dans le secteur agricole et dans l'administration. Le Biogaz, quant à lui contribue le plus dans les secteurs de l'industrie et des services.

Le besoin d'investissement est plus marqué dans le secteur du compost par rapport à celui du biogaz. La demande domestique de ces produits reste la même. Les ménages, devant l'essor potentiel de ces deux produits auront sensiblement les mêmes demandes. Enfin, le biogaz semble avoir une meilleure contribution aux GES évités.

De plus, il est important de discuter des questions de politiques incitatives dans les deux secteurs qui peuvent améliorer les investissements. Nous ne les abordons pas parce qu'il n'y a pas encore un cadre juridique défini qui pourrait mettre en évidence des politiques incitatives de la part de l'Etat, en matière de taxes ou de subventions. La définition d'un cadre juridique et la mise en place progressive de la chaîne des valeurs de ces secteurs permettra de capter les effets de ce type d'incitation sur les différents indicateurs macroéconomiques.

7.

**Conclusion et
recommandations**

Notre étude avait pour objectif de présenter les potentiels impacts économiques des secteurs Compost et Biogaz dans l'économie ivoirienne. De façon spécifique, il fallait montrer les effets de l'éventuelle mise en œuvre des politiques nationales du compost et du biogaz sur les indicateurs tels que la croissance économique, les emplois, l'investissement et les gaz à effet de serre.

Pour atteindre ces différents objectifs, nous avons utilisé un Modèle d'équilibre général Calculable car il a l'avantage d'estimer comment une économie pourrait réagir à de nouvelles politiques, de nouvelles technologies ou d'autres facteurs externes. Un MEGC prend en compte l'interdépendance entre les différents secteurs de l'économie, les interactions entre les agents économiques (producteurs, travailleurs, gouvernements, reste du monde, etc.). C'est donc un bon outil de simulation qui permet d'observer l'impact de différentes hypothèses sur différents secteurs de l'économie.

Une matrice de comptabilité sociale incluant deux nouvelles branches (compost et biogaz) et les deux nouveaux produits (déchets ménagers et déchets agricoles) a été élaborée à partir de données recueillies dans la littérature sur les déchets.

Les simulations effectuées nous ont globalement montré que le compost et le biogaz ont un impact positif sur les secteurs de l'économie surtout en matière de croissance verte, d'emploi, d'investissement et de demande. Sur le volet purement environnemental, les deux branches étudiées permettent d'éviter une quantité non négligeable de GES.

Ces résultats suggèrent donc que le potentiel de déchets organiques ainsi que leur valorisation doivent être mis au cœur des priorités du gouvernement ivoirien. La contribution de ces secteurs pour la croissance verte et en matière de création d'emplois verts est non négligeable.

Le Gouvernement Ivoirien, sur la base de nos résultats devrait donc urgemment mettre en place ou réactiver les structures chargées de la valorisation des déchets. Les décideurs devraient aussi lancer des études approfondies pour diagnostiquer les causes d'échecs de plusieurs projets liés au compost et au biogaz et les remettre en place. Nous avons supposé dans nos travaux, pour rester proches de la réalité et conformément à la littérature, qu'une grande partie des déchets agricoles n'est pas collectée ni même valorisée. Nous proposons qu'au lieu de créer de nouvelles agences ou structures, celles qui sont habituellement chargées de la gestion des déchets ménagers se voient attribuer la collecte et la valorisation des déchets agricoles. Les investissements attendus par ces secteurs sont importants, mais seront certainement rentables. Le Gouvernement Ivoirien doit donc aussi prendre en compte ces secteurs dans son Plan National de Développement, y consentir une partie du budget national et multiplier les requêtes auprès des bailleurs de fonds pour le développement de ses deux filières. De plus, une subvention ou une exonération de taxes pour les entreprises déjà installées ou qui désirent investir dans ces deux secteurs. Cela aura pour incidence de réduire les prix de vente de ces produits.

Il est important de noter que pour ce travail, le MEGC utilisé est un modèle de simulation à court terme et dans une certaine mesure à moyen terme. A partir des études sur le marché, des analyses de prévision doivent être financées pour prendre en compte le long terme. Aussi, beaucoup d'hypothèses ont été faites à cause des données qui sont rares dans le domaine ou qui ne sont pas toujours très fiables. Un renforcement de la collecte des données dans le secteur des déchets par les structures conventionnelles telles que l'institut National de la Statistique (INS) doit être fait. Cependant, cette situation ne devrait pas remettre les résultats en cause. Les décideurs doivent donc tenir compte des tendances positives des secteurs compost et biogaz pour l'économie ivoirienne.

BIBLIOGRAPHIE

1. « Appui à la mise en œuvre des Contributions Déterminées au niveau National (CDN) dans le secteur des déchets en Côte d'Ivoire: Elaboration d'une politique nationale de développement du biogaz » MINEDD 2020
2. Decaluwé, B., Lemelin, A., Bahan, D., & Annabi, N. (2011). Taxation et mobilité partielle du capital dans un modèle d'équilibre général calculable statique birégional du Québec et du reste du Canada. *L'Actualité économique*, 87(2), 175–203.
3. Evaluation rapide et analyse des gaps de la Côte D'ivoire, Sustainable Energy For All, 2012.
4. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2010 « Guide sur le Biogaz »,
5. Gévalor, Rapport Final: "Etude sur la valorisation des déchets organiques dans le District d'Abidjan en vue de la reduction des polluants chimiques à courte durée de vie" 2015
6. N'guettia Kouakou Yves (2010): Gestion des ordures ménagères à Abidjan: Diagnostic (Mémoire de recherche)
7. Okossi, L. et Sangaré, D. (2019) Elaboration d'une stratégie nationale de développement du compostage, MINEDD 2019
8. Partnership Ready Côte d'Ivoire: Gestion et recyclage des déchets organiques, GIZ, Août, 2020
9. Rapport CIE, 2019

Annexes

ANNEXE 1 : REGROUPEMENT DES BRANCHES

Tableau 14: Regroupement des branches au sein du TRE

Branches de la MCS		Regroupement
		Branche TRE
B1	Agriculture et autres industries primaires	1 à 7
B2	Industries manufacturières et Construction	8 à 30
B3	Services marchands	31 à 38
B4	Administration & Services non marchands	39 à 44

Source : Auteur, à partir du TRE

ANNEXE 2 : CLÉS DE RÉPARTITION

Tableau 15: Clé de répartition pour les consommations intermédiaires

Variables	Répartitions en %		Valeurs correspondantes en FCFA	
	Compost	Biogaz	Compost	Biogaz
Valeur monétaire de la part des déchets agricoles utilisée	0,66	0,33	571 134 100	284 865 900
Valeur monétaire de la part des déchets ménagers utilisée	0,79	0,20	1 261 938 000	335 062 100
Valeur en terme de travail	12	8	455 000 000	659 000 000
Valeur en terme de capital	88	92	3 379 000 000	7 576 000 000

ANNEXE 3 : CALCULS DES ÉMISSIONS

Equation 1: Émissions de CH₄ imputables au compostage ou digestion anaérobie des Déchets Solides Municipaux (MSW)

$$\text{Emission CH}_4 = M_i * FE_i * 0,001 - R$$

Equation 2 : Émissions de N₂O imputables au compostage ou digestion anaérobie des Déchets Solides Municipaux (MSW)

$$\text{Emission de N}_2\text{O} = M * FE * 0,001$$

Calcul

La quantité de déchets ménagers valorisable pour le compost et le biogaz comme indiqué dans le document est de 385 000 tonnes chacun selon nos hypothèses. A partir de ce chiffre, selon Gevalor, 2015, nous avons pour chacun 32% et 36% qui sont réellement valorisables. Ainsi, la quantité réelle de compost valorisable est de 385 000 tonnes * 32% = 122 400 tonnes et 385 000 tonnes * 36% = 138 600 tonnes. Ce sont ces quantités qui serviront de base à notre calcul.

Compost

122 400 tonnes = 122,4 Giga grammes

CH₄

$$\text{Émission CH}_4 = 122,4 * 4 * 0,001$$

$$\text{Émission CH}_4 = 0,4896 \text{ Gg CH}_4$$

N₂O

$$\text{Emission N}_2\text{O} = 122,4 * 0,3 * 0,001$$

$$\text{Emission CH}_4 = 0,03672 \text{ Gg N}_2\text{O}$$

Emissions totales

$$\text{Emission} = (0,4896 * 21) + (0,03672 * 310)$$

$$= 21,6648 \text{ Gg CO}_2 \text{ equivalent}$$

$$= 21664,8 \text{ tonnes CO}_2 \text{ equivalent}$$

Biogaz

138 600 tonnes = 138,6 Giga grammes

CH₄

$$\text{Émission CH}_4 = 138,6 * 4 * 0,001$$

$$\text{Émission CH}_4 = 0,5544 \text{ Gg CH}_4$$

N₂O

$$\text{Emission N}_2\text{O} = 138,6 * 0,3 * 0,001$$

$$= 0,04158 \text{ Gg N}_2\text{O}$$

Emissions totales

$$\text{Emission} = (0,5544 * 21) + (0,04158 * 310)$$

$$= 24,5322 \text{ Gg CO}_2 \text{ equivalent}$$

$$= 24 532,2 \text{ tonnes CO}_2 \text{ equivalent}$$

ANNEXE 4 : MATRICE DE COMPTABILITÉ SOCIALE

Tableau 16 : Matrice de comptabilité sociale macro

La matrice a été simplifiée pour une meilleure visibilité dans le document.

		J	J	J	I	I	I	I	I	L	K	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	X	OTH	OTH	OTH
		BRANCHE	COMP	BIOG	PRODUIT	COMP	BIOG	D_AGR	D_MEN	W	CAP	FIRM	GVT	MEN	RDM	T	W	CAP	PRODUIT	INV	VSTK	Total
J	BRANCHE				18108980			856	1597										6414786			24526219
J	COMP					5667																5667
J	BIOG						8855															8855
I	PRODUIT	10638352											1971859	9837177						2625056	573874	25646318
I	COMP	5667																				5667
I	BIOG	8855																				8855
I	D_AGR		571	285																		856
I	D_MEN		1262	335																		1597
L	W	7383239	455	659											93139							7477492
K	CAP	5891342	3379	7576																		5902297
AG	FIRM										4495387	1748371	219985	101247	18233							6583223
AG	GVT	63305										989840	444195	774199	72025	2198476	146901	388558				5077499
AG	MEN									7467147	1406910	1046939	1776217	78280	126940							11902433
AG	RDM				5961411					10345		750001	184515	27697								6933969
AG	T				1575927							212522		410027								2198476
AG	W	146901																				146901
AG	CAP	388558																				388558
X	PRODUIT														6414786							6414786
OTH	INV											1277075	480728	658407	208846							2625056
OTH	VSTK											558475		15399								573874
OTH	Total	24526219	5667	8855	25646318	5667	8855	856	1597	7477492	5902297	6583223	5077499	11902433	6933969	2198476	146901	388558	6414786	2625056	573874	106428598

COMP : compost ; BIOG : BIOGAZ ; D_AGR : Déchets agricoles ; D_MEN : Déchets Ménager ; T : Taxe

