



ETUDE SUR LA GESTION DURABLE DES DÉCHETS MENAGERS ET
INDUSTRIELS DANS LES ÉTATS MEMBRES DE L'UEMOA EN VUE DE LA
PRODUCTION D'ÉNERGIE

Rapport - Phase II

CONSORTIUM – INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT (« Institut 2iE »), FINERGREEN

Août 2022

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES.....	6
RESUME.....	7
INTRODUCTION	13
I. Contexte et justification.....	13
I.1. Contexte de réalisation de l'étude.....	13
I.2 Synthèse sur la phase 1 réalisée.....	15
I.2 Objectifs et termes de référence du présent rapport.....	16
II. Approche méthodologique appliquée pour la rédaction du rapport	16
III. Structuration du rapport.....	18
GESTION DURABLE ET VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE AGRICOLE ET AGRO-INDUSTRIELLE	19
I. Principales solutions techniques de valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle..	19
I.1 Combustion pour la production de chaleur et d'électricité.....	19
I.1.a Combustion directe.....	20
I.1.b Combustion indirecte	21
I.1.c Atouts et contraintes majeures	22
I.2 Gazéification de la biomasse agricole et agro-industrielle.....	24
I.2.a Composition du gaz de synthèse.....	24
I.2.b Atouts et contraintes majeurs.....	25
I.2.c Puissances adaptées aux différents types de procédés	26
I.3. Méthanisation à échelle industrielle	27
I.3.a. Méthanisation des déchets organiques agro-industriels	27
I.3.b. Atouts et contraintes majeurs de la méthanisation des déchets agro-industrielles	29
I.4 Structuration de la collecte de la biomasse agricole	30
II. Proposition de structuration de la filière idoine pour une gestion durable de la biomasse agricole et agro-industrielle	30
II.1 Un cadre réglementaire permettant de responsabiliser les acteurs sur la gestion de leurs déchets	31
II.2 Un cadre réglementaire et une planification renforcée pour l'approvisionnement et le traitement de la biomasse agricole et agro-industrielle	31
II.3 Un environnement favorable et incitant à la mise en place de projets de valorisation énergétique	34
III. Recommandations d'actions prioritaires à réaliser par les différents acteurs.....	39

III.1. Accompagner les autorités dans l'identification du potentiel et le renforcement du cadre réglementaire	39
III.2. Accompagner les porteurs de projets dans le cadre du développement des projets	42
III.3. Soutenir le financement de projets de valorisation énergétique de déchets agricoles	43
GESTION DURABLE ET VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS	44
I. Principales solutions techniques de valorisation énergétique des déchets ménagers	44
I.1. Méthanisation à petite échelle : Programme National de Biodigesteur	44
I.1.a Technologie de méthanisation	44
I.1.b Approche technologique du point de vue d'un programme pays	45
I.1.c Atouts et contraintes de la méthanisation à petite échelle	46
I.2 Méthanisation à grande échelle : Exploitation du biogaz des décharges	46
I.2.a. Principe technique et schéma décisionnel de validation d'un site pour exploitation	46
I.3. Combustion (chaudière) production de chaleur et d'électricité des déchets ménagers	48
II. Proposition de structuration de la filière idoine pour une gestion durable des déchets ménagers et industriels	49
II.1. Une planification, un contrôle et un suivi centralisé et indépendant de la filière.....	50
II.2. Approche d'acquisition des déchets ménagers et industriels.....	52
II.3. Un système de pré-collecte et de collecte efficient et disposant de sources de financement	52
II.4. Une filière de tri permettant une valorisation de chaque type de déchet.....	54
II.5. Une filière de valorisation des déchets règlementée et disposant d'un cadre règlementaire spécifique et incitatif	55
III. Recommandations d'actions prioritaires à réaliser par les différents acteurs.....	56
III.1. Mettre en place des programmes d'accompagnement du secteur public.....	57
III.2. Mettre en place des programmes de soutien financier pour la collecte et le tri des déchets	60
III.3. Apporter un soutien financier et technique aux IPPs	61
Références.....	63

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE)</i>	21
<i>Figure 2. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE)</i>	22
<i>Figure 3. Composition moyenne des gaz en fonction du type de procédé (Energy Facility, 2012)</i>	25
<i>Figure 4. Plages de puissances adaptées aux différents procédés de gazéification (Rapport GIZ, 2021)</i>	26
<i>Figure 5. Illustration d'une centrale électrique à biogaz avec injection de la production électrique au réseau national de distribution (FasoBiogaz, 2012)</i>	29
<i>Figure 6. Modèle de digesteur à dôme fixe développé par le PNB-BF (Faso BIO-15)</i>	45
<i>Figure 7: Logigramme décisionnel pour la détermination du mode gestion/valorisation du gaz de décharge</i>	47
<i>Figure 8. Schéma général d'un Tri Mécano Biologique -TMB (RECORD 14-0245/1A, 2017)</i>	49

LISTE DES TABLEAUX

<i>Figure 1. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE).....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 2. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE).....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 3. Composition moyenne des gaz en fonction du type de procédé (Energy Facility, 2012).....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 4. Plages de puissances adaptées aux différents procédés de gazéification (Rapport GIZ, 2021)</i>	<i>26</i>
<i>Figure 5. Illustration d'une centrale électrique à biogaz avec injection de la production électrique au réseau national de distribution (FasoBiogaz, 2012).....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 6. Modèle de digesteur à dôme fixe développé par le PNB-BF (Faso BIO-15).....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 7: Logigramme décisionnel pour la détermination du mode gestion/valorisation du gaz de décharge</i>	<i>47</i>
<i>Figure 8. Schéma général d'un Tri Mécano Biologique -TMB (RECORD 14-0245/1A, 2017).....</i>	<i>49</i>

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

BOAD	: Banque Ouest Africaine de Développement
CEBF	: Catalyse Energy Burkina Faso
CNRA	: Centre National de Recherche Agronomique
GTA	: Groupe Turbo-Alternateur
IPP	: « Independent Power Producer » (Production d'Electricité Indépendant)
IRED	: Initiative Régionale pour l'Énergie Durable
ODD	: Objectifs du Développement Durable
PCAE	: Politique Commune de l'Amélioration de l'Environnement
PCI	: Pouvoirs Calorifiques Inférieur
PNB-BF	: Programme National de Biodigesteurs – Burkina Faso
REP	: Responsabilité Elargie du Producteur
RSE	: Responsabilité Sociale des Entreprises
R&D	: Recherche & Développement
tCO2	: Tonnes de CO2
TMB	: Tri Mécano Biologique
UEMOA	: Union Economique et Monétaire Ouest Africain
ZIE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

RESUME

Contexte de réalisation de l'étude

La Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD) est l'institution communautaire de financement du développement dans les huit (08) Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), à savoir le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo. Dans l'Union, il existe un volume important de déchets (ménagers et industriels) qui n'est pas valorisé. Selon un rapport de la Commission de l'UEMOA, plus d'un million de tonnes de déchets sont produits chaque année dans l'Union, entreposés dans plusieurs décharges principales, ce qui constitue des sources de pollution et de risques pour tous les services urbains (eau, assainissement, énergie, mobilité, etc.). Afin de contribuer à la mise en œuvre du projet « Organiser la production intellectuelle dans le cadre des énergies renouvelables », la BOAD recherche une meilleure valorisation énergétique de ces déchets à des fins de production d'électricité propre, de biogaz ou d'eau chaude. Ainsi, l'objectif principal de cette étude consiste à proposer des solutions novatrices ou alternatives de valorisation des déchets ménagers et industriels afin d'en faire des sources d'énergie propre dans les pays de l'Union.

Réalisation de la phase I de l'étude

La phase I de l'analyse a été réalisée en deux étapes. La première étape a consisté à la réalisation d'un état des lieux de la production et de la gestion des déchets ménagers, agricoles et industriels dans les pays de l'Union (typologie des déchets, quantification des déchets, analyse de la filière et des capacités des acteurs à assurer une gestion durable des déchets, analyse du cadre réglementaire et institutionnel). Ce travail s'est basé essentiellement sur la revue de bibliographie existante, renforcée par la collecte de données supplémentaires sur le terrain (avec l'appui des points focaux dans chaque pays membre de l'UEMOA sur la période de juin à août 2021). Le rapport, issu de cette première étape a permis de réaliser un diagnostic de la filière de gestion des déchets dans chaque pays de l'Union. Ensuite, l'étape 2 a consisté à réaliser une analyse comparative (« benchmark ») des modalités de gestion et de valorisation des déchets dans la zone UEMOA. Ceci a permis d'identifier les bonnes pratiques devant être privilégiées pour structurer des filières de gestion et de traitement des déchets idoines et d'apporter des solutions de valorisation énergétique des déchets.

Contexte de la phase II de l'étude

Le présent rapport concerne la phase II de l'analyse. L'objectif général de cette phase II est de donner des clés d'action aux différents acteurs de la zone UEMOA (acteurs publics, bailleurs de fonds, organisations non gouvernementales, etc.) pour une gestion durable et une valorisation des déchets qu'ils soient agricoles, industriels ou ménagers. Ainsi, et successivement, ce rapport présente (i) des propositions de solutions techniques innovantes et adaptées, (ii) une structuration idoine de la filière de gestion des déchets dans son ensemble ainsi qu'au niveau de chaque échelon (pré-collecte et collecte, tri, transport, traitement, valorisation) et finalement (iii) des propositions d'axes prioritaires de politiques et de programmes à mener par les différents acteurs (acteurs publics, ONG et en particulier bailleurs de fonds) dans la perspective d'une meilleure gestion et valorisation des déchets à long terme dans la zone UEMOA. Les mesures présentées comprennent notamment la transposabilité des meilleures pratiques identifiées à l'échelle régionale, l'accompagnement des décideurs publics dans la structuration d'un schéma institutionnel, réglementaire et organisationnel de la filière par les bailleurs de fonds, la présentation de solutions de financement et des techniques de valorisation à privilégier.

Synthèse de la phase II de l'étude

L'étude s'intéresse tout d'abord à la valorisation des déchets agricoles et agro-industriels. Compte tenu des caractéristiques de ces déchets et des réalités économiques des pays de la sous-région, il semble pertinent de favoriser les techniques de combustion (directe et indirecte) et de méthanisation (à petite et moyenne échelle) afin de les valoriser énergétiquement. Ces technologies sont par ailleurs bien maîtrisées à travers le monde et même par certaines entreprises de l'UEMOA qui ont développé des projets pilotes dans la sous-région. Pour soutenir la mise en place de tels projets, il est primordial d'accompagner l'ensemble de la filière, de la collecte au traitement final des déchets. Ainsi, le cadre réglementaire doit favoriser une responsabilisation des acteurs notamment industriels, la structuration et la viabilité économique de projets de valorisation (régime fiscal, cadre d'autoproduction ou de partenariat public-privé, etc.) et l'organisation de la collecte de ces déchets (concessions d'approvisionnement, regroupement d'acteurs pour la collecte de déchets, structuration logistique des filières). Il semble également nécessaire que les institutions de développement soutiennent le secteur public dans l'identification du potentiel de valorisation de ces déchets et la mise en place d'une planification rigoureuse de leur mise en valeur. Les bailleurs de fonds pourront alors appuyer le secteur privé en participant au financement du développement et de la construction de projets de valorisation énergétique de ces déchets (de la collecte des déchets aux unités de production d'énergie).

Recommandation d'actions prioritaires pour une meilleure valorisation
des déchets agricoles et agro-industriels

Priorité
1/1

Accompagner les autorités dans l'identification du potentiel et le renforcement du cadre réglementaire		
Défis à relever	Recommandation	
Absence de données précises et détaillées sur le potentiel en biomasse.	Financer des études préliminaires afin (i) d'identifier le potentiel biomasse existant dans chaque pays et (ii) d'identifier les technologies et sources de biomasse agricole à privilégier.	1
Absence dans certains pays de stratégie détaillée pour le développement de la valorisation énergétique de la biomasse.	Proposer une stratégie régionale pour le développement de la biomasse et apporter un soutien à l'intégration de la valorisation énergétique de la biomasse dans les stratégies nationales de développement des énergies renouvelables.	1
Manque de contrôle des acteurs de la filière.	Proposer des normes au niveau régional. Accompagner les états dans la mise en place d'autorités indépendantes en charge de la supervision de la gestion et de la valorisation des déchets agricoles et agro-industriels (entité pouvant couvrir l'ensemble la gestion des déchets au sens large). Par exemple à travers le partage d'expérience, le financement de conseils, la mise en place d'une autorité régionale, etc.	1
Source de biomasse atomisée et variable, nécessitant un système de collecte et de centralisation complexe.	Mettre en place des programmes de soutien à la structuration des filières d'approvisionnement en biomasse agricole.	2
Défis à relever	Recommandation	
Nécessité d'un cadre réglementaire adapté pour la production d'énergie par des acteurs privés.	Proposition de normes au niveau régional. Apporter un soutien technique et financier au renforcement du cadre réglementaire (IPPs et autoconsommation).	1
Faible nombre de projets en opération.	Accompagner les autorités dans la mise en place d'appels d'offres pour développer des projets de valorisation énergétique des déchets agricoles et agro-industriels. Par exemple, aide à la rédaction des TDR et à l'analyse des offres par le financement de conseils juridiques, techniques et financiers.	1
L'ensemble de la biomasse agricole ne peut pas être valorisé sous forme d'énergie.	Mettre en place des solutions de gestion des déchets pour les déchets agro-industriels non valorisés.	2
Nécessité de connaissances techniques pointues pour mener le développement, la contractualisation ou la supervision de projets de valorisation énergétique des déchets agricoles et agro-industriels.	Mettre en place des programmes de renforcement des capacités.	2
Accompagner les porteurs de projets dans le cadre du développement des projets		
Défis à relever	Recommandation	

Faible nombre de projets à un stade avancé de développement.	Subventionner une partie des coûts de développement des projets de valorisation énergétique.	2
Faible nombre de projets à un stade avancé de développement.	Apporter des solutions de financement en fonds propres ou des prêts de développement aux porteurs de projet pendant la phase de développement (soutien au promoteur ayant déjà avancé dans leurs discussions avec les autorités ou lauréats d'appel d'offres).	2
Soutenir le financement de projets de valorisation énergétique de déchets agricoles		
Défis à relever	Recommandation	
Faible rentabilité des projets, rendant leur réalisation difficile.	Les bailleurs de fonds peuvent mettre en place des facilités de financement concessionnel spécifiquement pour des projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole.	1
Faible rentabilité des projets, rendant leur réalisation difficile.	Apporter des subventions afin de financer les coûts de construction des projets.	2
Coût du financement local très élevé et accès aux financements internationaux impossible pour les projets de valorisation énergétique de petite taille.	Enfin, les bailleurs de fonds peuvent mettre en place des lignes de financement dédiées auprès de banques locales et régionales (formation des banques et mise en place de lignes de financement concessionnelles pour les banques fléchées vers la biomasse).	3

Dans un second temps l'étude traite de la valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels, qui est encore très embryonnaire dans la sous-région. Il est technologiquement envisageable de développer dans la sous-région des projets de méthanisation et de combustion de ces déchets. De tels projets ne peuvent cependant pas être mis en place sans repenser et mieux structurer l'ensemble de la filière de gestion des déchets industriels et ménagers. Le rapport s'attache ainsi à décrire ce que serait une filière idoine de gestion et de valorisation de ces déchets, et les axes prioritaires à privilégier afin de mettre en place cette filière. Dans cette perspective, il paraît pertinent de renforcer la planification et le contrôle par une entité publique indépendante de la filière, et de responsabiliser les acteurs industriels quant à la gestion de leurs propres déchets. Ensuite, il faut améliorer la logistique de collecte des déchets, garantir sa sécurité, ainsi qu'encadrer le tri des déchets. Enfin, il est nécessaire de proposer un cadre réglementaire et fiscal incitatif, ainsi qu'éventuellement des subventions pour viabiliser les projets de valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels.

Il apparaît donc nécessaire que les institutions et banques de développement accompagnent les différents acteurs dans cette structuration de la filière, avant de pouvoir contribuer au financement du développement, puis du déploiement de ces projets.

**Recommandation d'actions prioritaires pour une meilleure valorisation
des déchets ménagers et industriels**

**Priorité
(1, 2, 3)**

Mettre en place des programmes d'accompagnement du secteur public		
Défis à relever	Recommandation	
Absence dans certains pays de stratégie détaillée de développement de la valorisation des déchets ménagers.	Sensibiliser les Etats à cette problématique et proposer d'intégrer la valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels dans les stratégies nationales et régionales de développement du secteur de l'électricité.	1
Dans certains Etats, le taux de collecte des déchets industriels et ménagers est faible.	Soutenir les Etats dans la mise en place d'une stratégie intégrée de gestion des déchets ménagers et industriels (par exemple à travers le financement de conseils techniques, financiers et juridiques).	1
Manque de contrôle des acteurs de la filière.	Proposer des normes régionales et soutenir les Etats dans la mise en place d'agences dédiées à la gestion des déchets ménagers et industriels.	1
Manque de contrôle des acteurs de la filière.	Apporter un soutien technique et financier aux Etats pour le renforcement du cadre réglementaire.	1
Manque de contrôle des acteurs de la filière.	Accompagner les autorités publiques dans la responsabilisation des industries dans la gestion de leurs déchets	1
Faible part des déchets triés, en dehors des circuits de récupération et valorisation informels.	Accompagner la structuration des filières de collecte et de tri.	2
Difficultés de financement de la filière de collecte et de tri des déchets industriels et ménagers.	Mise en place d'une fiscalité dédiée à la gestion des déchets ménagers et industriels.	2
Mettre en place des programmes de soutien financier pour la collecte et le tri des déchets		
Défis à relever	Recommandation	
Faible rentabilité des acteurs, rendant le développement de leur activité difficile.	Apporter des subventions pour réduire les coûts de collecte et de tri des déchets des entreprises engagées dans la valorisation énergétique des déchets.	2
Faible rentabilité des acteurs, rendant le développement de leur activité difficile.	Dans un second temps, soutenir le financement par des banques locales des activités de collecte et de tri des déchets.	3
Apporter un soutien financier et technique aux IPPs		
Défis à relever	Recommandation	
Faible nombre de projets à un stade avancé de développement.	Offrir des subventions pour les projets pilotes ou les études de faisabilité.	1
Faible rentabilité des projets, rendant leur réalisation difficile.	Participer au financement bancaire de grands projets sur le réseau de production d'électricité à partir de déchets ménagers et industriels.	2
Coût du financement local très élevé et accès aux financements internationaux impossible pour les projets de valorisation énergétique de petite taille.	Développer des solutions de financement adaptées aux petits et moyens projets, notamment en déployant des lignes de financement dédiées auprès de banques locales et régionales.	2

Ces recommandations sont détaillées dans les parties III du présent rapport. Elles doivent permettre aux bailleurs de fonds de définir leurs priorités stratégiques sur la question de la valorisation énergétique des déchets. Il sera ensuite pertinent d'approfondir les recommandations jugées prioritaires et de définir des plans d'actions pour les mettre en œuvres. La constitution d'une « task force » dédiée à cette tâche pourrait permettre de définir une feuille de route concise et ensuite s'assurer de sa bonne exécution.

INTRODUCTION

I. Contexte et justification

I.1. Contexte de réalisation de l'étude

La Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD) est l'institution communautaire de financement du développement dans les huit (08) Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA). Les Etats concernés sont : le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo.

Depuis 2009, l'activité de la Banque est conduite en référence à des Plans stratégiques quinquennaux. Le troisième Plan Stratégique 2021-2025, dénommé Plan DJOLIBA¹, a été approuvé en septembre 2020 par le Conseil des Ministres statutaire de l'UEMOA. L'ambition de ce Plan est d'augmenter l'impact des interventions de la Banque dans cinq (05) domaines prioritaires en vue de contribuer davantage à l'intégration et à la transformation de l'Afrique de l'Ouest (BOAD, 2020) :

- Axe 1 : Renforcer l'intégration régionale ;
- Axe 2 : Contribuer à la création de valeur et d'emplois productifs en appui aux Etats et au secteur privé ;
- Axe 3 : Renforcer la résilience au changement climatique ;
- Axe 4 : Augmenter les capacités de financement ;
- Axe 5 : Renforcer les ressources humaines et les systèmes de gestion.

Parmi les priorités du Plan Djoliba, figurent entre autres, la poursuite de la mise en œuvre de la stratégie de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE). Dans le cadre de cette stratégie, la Banque a identifié 18 projets parmi lesquels figure le projet N°3 « Organiser la production intellectuelle dans le cadre des énergies renouvelables ». L'objectif de ce projet est de produire plusieurs études sur les énergies renouvelables susceptibles de générer des projets bancables.

Dans l'Union, il est estimé qu'un volume important de déchets (ménagers et industriels) n'est pas valorisé. Selon un rapport de la Commission de l'UEMOA, plus d'un million de tonnes de déchets sont produits chaque année dans l'Union, entreposés dans plusieurs décharges principales, ce qui constitue des sources de pollution et de risques pour tous les services urbains (eau, assainissement, énergie, mobilité, etc.). La collecte et le traitement de ces déchets sont du ressort des Etats qui privilégient la mise en décharge, solution économique mais extrêmement polluante (émission de

¹ Plan DJOLIBA, Plan Stratégique 2021-2025, BOAD

gaz à effet de serre, contamination des sols et des nappes phréatiques et source de risques pour les populations locales. Le traitement des déchets pour la production d'énergie est encore très marginal dans les pays membres de l'Union. Pour sa part, la BOAD a financé en 2014 l'opérationnalisation d'un centre d'enfouissement technique de Lomé pour une meilleure gestion des ordures de la ville.

Afin de contribuer à la mise en œuvre de l'axe N°3, il conviendrait de rechercher une meilleure valorisation énergétique de ces déchets à des fins de production d'électricité propre, de biogaz ou d'eau chaude. La valorisation énergétique des déchets pourrait ainsi contribuer à l'atteinte de l'objectif de mix-énergétique dans le cadre de l'Initiative Régionale pour l'Énergie Durable (IRED)². Elle participerait également à la réduction des gaz à effet de serre et limiterait le recours aux énergies fossiles. En sus, elle permettrait de diminuer d'au moins 20% le prix de traitement des déchets par la vente de l'énergie produite.

Par ailleurs, la gestion durable des déchets est une des priorités de la Politique Commune de l'Amélioration de l'Environnement (PCEA), adoptée le 1 janvier 2008 par l'acte additionnel N° 001/CCEG/UEMOA. De même, dans les Objectifs de Développement Durable (ODD), elle est prise en compte de façon transversale, puisque 12 cibles dans 7 ODD y sont consacrées.

Dans la perspective d'une plus grande valorisation des déchets dans l'UEMOA, la BOAD a recruté en février 2021 le consortium 2iE/FINERGREEN pour la réalisation d'une étude sur la gestion durable des déchets ménagers et industriels dans les États membres de l'UEMOA en vue de la production d'énergie.

L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), est un établissement d'enseignement supérieur, de recherche et d'expertise fondée en 1958. 2iE est une association internationale d'utilité publique, qui dispose d'un accord de siège au Burkina Faso et au Cameroun, et qui rassemble, au sein de son Conseil d'administration, 16 États membres africains, des entreprises privées et des partenaires institutionnels, techniques, financiers, académiques et scientifiques. Il intervient dans les domaines du Génie Electrique et du Génie Energétique, du Génie de l'eau, de l'assainissement et des aménagements hydro-agricoles, du Génie Civil et des travaux publics, de l'Environnement et du Développement durable, du Management et de l'Entreprenariat.

Fondée en 2013, FINERGREEN est une entreprise de conseil financier et stratégique ayant pour mission de favoriser la transition énergétique et de promouvoir l'investissement durable. FINERGREEN a une présence internationale sur quatre continents à travers des bureaux à Paris, Madrid, Budapest, Abidjan, Nairobi, Cape Town Singapour, Mexico, Sao Paulo et Dubaï.

² Information BOAD, section Energie

FINERGREEN possède une expérience dans les secteurs solaire, biomasse, hydroélectricité, éolien et en efficacité énergétique.

La réalisation d'une étude sur la gestion durable des déchets ménagers et industriels dans les États membres de l'UEMOA en vue de la production d'énergie a été pensée en deux étapes. La première étape a consisté à faire un état des lieux de la production et de la gestion des déchets ménagers et industriels dans les pays de l'Union. Cette première phase a déjà été réalisée et a fait l'objet de deux rapports remis à la BOAD en décembre 2021. La seconde phase consiste en la présentation de solutions innovantes et adaptées pour une gestion et une valorisation durable des déchets dans les pays de l'Union. Le présent rapport vise à présenter les conclusions de cette étape 2.

I.2 Synthèse sur la phase 1 réalisée

Les rapports de la phase 1 se sont attachés à faire un état des lieux de la production et de la gestion des déchets ménagers et industriels dans les pays de l'Union.

Le premier rapport porte sur l'analyse de la filière de gestion des déchets ménagers et industriels dans chaque pays membre de la BOAD, quant au second, il présente un benchmark entre les différents pays et retient les meilleures pratiques dans la gestion des déchets et leur valorisation énergétique. Ces rapports permettent de connaître dans chaque pays de l'Union, le cadre institutionnel et réglementaire existant autour de la filière de gestion des déchets et du secteur de l'énergie, la situation de la filière gestion des déchets à partir de l'approche chaîne de valeur dans une logique d'économie circulaire, le mode de gestion ainsi que les coûts de collecte et transport associés, la caractérisation (flux, quantité) des déchets utilisables pour la production d'énergie propre, les capacités et besoins en renforcement des capacités des opérateurs en charge de la collecte, le traitement et la valorisation des déchets, ainsi que les initiatives, projets et programmes existants autour de la valorisation énergétique des déchets.

I.2 Objectifs et termes de référence du présent rapport

La phase 2 de l'étude vise à présenter des propositions de solutions techniques innovantes et adaptées à la gestion et à la valorisation des déchets ménagers et industriels dans les pays de l'Union.

Les termes de référence de la phase 2 retenus sont rappelés ci-dessous :

- Proposer une meilleure structuration et organisation de la filière de gestion des déchets au sein de l'UEMOA ;
- Proposer un système intégré de gestion durable des déchets pour produire de l'énergie propre, tout en réduisant l'impact des décharges urbaines et déchets industriels sur l'environnement (un cadre de régulation, une coordination des acteurs, un système de financement, des techniques propres, des transferts de technologies et une sensibilisation des populations). Ce processus intégré devrait permettre de prévenir les risques environnementaux, sociétaux, sanitaires, économiques et climatiques ;
- Faire des propositions sur la mise en valeur des déchets (production d'électricité, biogaz, etc.);
- Trouver un schéma institutionnel idoine sur la base du benchmark, combinant vision régionale, coût, financement, tarification et renforcement de capacités, pour une meilleure structuration de la filière ;
- Proposer des outils de financement adaptés pour la gestion durable des déchets (subventions, prêts, fonds ad hoc, redevances ou taxes, etc.) ;
- Prévoir des mesures d'accompagnement des Etats membres dans la mise en œuvre des solutions selon leur degré de faisabilité, leurs impacts économiques, sociaux et environnementaux.

Le présent rapport vise à présenter les conclusions de cette phase 2, en particulier les solutions techniques, le cadre organisationnel et réglementaire ainsi que les mesures à privilégier en vue d'une mise en œuvre efficace d'une valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels mobilisant l'ensemble des acteurs (Etats, secteur privé, bailleurs...).

II. Approche méthodologique appliquée pour la rédaction du rapport

La phase 2 de l'étude consiste en un travail de synthèse, d'analyse et d'utilisation des conclusions obtenues lors de la phase 1 afin d'identifier des technologies et des modes de structuration des filières de gestion et de valorisation des déchets à prioriser, dans une perspective de mise en place

de politiques et de programmes de soutien aux activités de valorisation énergétique des déchets par les différents acteurs (Etats, bailleurs, organisations civiles...).

Afin de réaliser ce rapport, le consortium 2IE/Finergreen s'est appuyé sur les rapports de la phase 1 (décrits plus haut) et en particulier sur les « bonnes pratiques » identifiées dans la région ainsi que sur les principaux enjeux identifiés. Ce travail de contextualisation et d'analyse a permis de faire émerger :

- Des technologies devant être utilisées de façon prioritaire afin de valoriser énergétiquement les déchets, compte tenu de leurs caractéristiques techniques et économiques (coût réduit, accessibilité technologique, disponibilité de l'approvisionnement, etc.).
- Un cadre institutionnel, réglementaire et organisationnel idoine de la filière de gestion des déchets afin de favoriser l'émergence d'initiatives et d'activités de valorisation énergétique des déchets.
- Des propositions de politiques ou programmes qui pourraient être implémentés prioritairement par les différents acteurs (Etats, bailleurs de fonds, collectivités locales...) dans l'objectif de structurer et faire émerger des activités pérennes de gestion et de valorisation des déchets ménagers et industriels.

Les solutions techniques, les propositions de structuration des filières ainsi que les politiques et programmes proposés ne constituent pas des listes exhaustive et complètes, mais bien des listes d'axes prioritaires. La sélection réalisée a pour objectif de donner des clés d'action aux décideurs au sein des différentes institutions (bailleurs de fonds, structures politiques, organisations non gouvernementales, etc.).

La valorisation énergétique des déchets ne peut être considérée comme solution unique de traitement des déchets pour des raisons de volume de déchets à traiter, d'impact environnemental, de faisabilité technique mais également de faisabilité financière. En effet, il est important de préciser qu'une stratégie de valorisation énergétique des déchets ne peut être pensée sans coordination avec les autres solutions de traitement des déchets (réutilisation, recyclage, enfouissement, etc.).

Ensuite, ces recommandations doivent permettre aux bailleurs de fonds de définir leurs priorités stratégiques sur la question de la valorisation énergétique des déchets. Ce rapport ne fournit pas de plan d'action plus détaillé, car ceux-ci pourront être développés.

Enfin, les conclusions de ce rapport doivent être interprétées au regard de la situation particulière de chaque pays. En effet, chaque pays dispose de caractéristiques différentes quant aux déchets (typologie et quantité des déchets, structuration de la filière, enjeux économiques...). La mise en

place d'une stratégie de gestion et de valorisation énergétique des déchets propres à chaque pays devrait donc donner lieu à une analyse approfondie et à un traitement spécifique.

III. Structuration du rapport

Le présent rapport comporte deux (02) chapitres spécifiques à la nature des déchets considérés. Le premier chapitre est consacré aux déchets agricoles et agro-industriels. Le second est consacré aux déchets ménagers et industriels (à l'exclusion des déchets agricoles compris dans le premier chapitre). En effet, les déchets agricoles et agro-industriels s'inscrivent dans une chaîne de valeur qui leur est propre et qui est différente que celle qui s'applique aux déchets ménagers et industriels. Les déchets ménagers et industriels suivent la même chaîne de valeur et peuvent donc être considérés ensemble.

Chacun des deux chapitres a été organisé en trois (03) sous-parties. Les 3 sous-parties suivent la même logique dans les deux chapitres :

1. Présentation des solutions techniques de valorisation devant être priorisées ;
2. Proposition de structuration de la filière idoine pour permettre une gestion durable des déchets ;
3. Recommandations d'actions prioritaires à réaliser par les différents acteurs.

GESTION DURABLE ET VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE AGRICOLE ET AGRO-INDUSTRIELLE

Cette partie s'intéresse spécifiquement aux déchets agricoles et agro-industriels. Elle présente ainsi les recommandations techniques (Sous-partie 1), institutionnelles, réglementaires et organisationnelles (Sous-partie 2) pour une gestion durable des déchets agricoles et agro-industriel en zone UEMOA, ainsi que les politiques et programmes pouvant être mis en place dans cette perspective par les différents acteurs (Sous-partie 3).

Il est également important de préciser que des solutions de valorisation énergétique ne peuvent être pensées et mises en place sans repenser à la structuration de la filière dans son ensemble. C'est pour cette raison qu'une proposition de structuration idoine de la filière est présentée en amont des politiques et programmes pouvant être mis en place.

I. Principales solutions techniques de valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle

Cette sous-partie vise à présenter les choix technologiques les plus pertinents à prioriser compte tenu de leur efficacité énergétique, de leur faisabilité technique et de la disponibilité des ressources afin de valoriser énergétiquement la biomasse agricole et agro-industrielle dans la zone UEMOA.

I.1 Combustion pour la production de chaleur et d'électricité

Le choix de la combustion comme technologie de valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle dans tous les pays étudiés a été motivé par plusieurs facteurs :

L'état physique des déchets

Les déchets concernés sont pour la plupart secs, solides et hétérogènes. Ainsi pour des applications de combustion, l'état physique d'un déchet peut être modifié ou adapté par des opérations de préparation préalable, selon sa forme initiale, par :

- Déshydratation mécanique ;
- Déchiquetage/broyage ;
- Criblage/séparation ;
- Homogénéisation/mélange ;
- Séchage granulation, etc.

Analyse de la composition élémentaire des déchets

Elle permet une évaluation préalable, non seulement du contenu thermochimique du déchet, mais également des émissions gazeuses induites et de la nature des cendres produites après sa combustion. Ainsi, l'analyse élémentaire fournit la composition d'un déchet sur brut, en indiquant sa composition massique centésimale en ses différents constituants élémentaires (carbone, hydrogène, oxygène, azote, ...), sa teneur en inerte, sa teneur en eau, et en ses différents éléments traces (sodium, phosphore, métaux lourds, ...). Ces éléments intéressent également les processus de corrosion/encrassement des dispositifs de traitement thermique et de récupération de chaleur (chaudière par exemple).

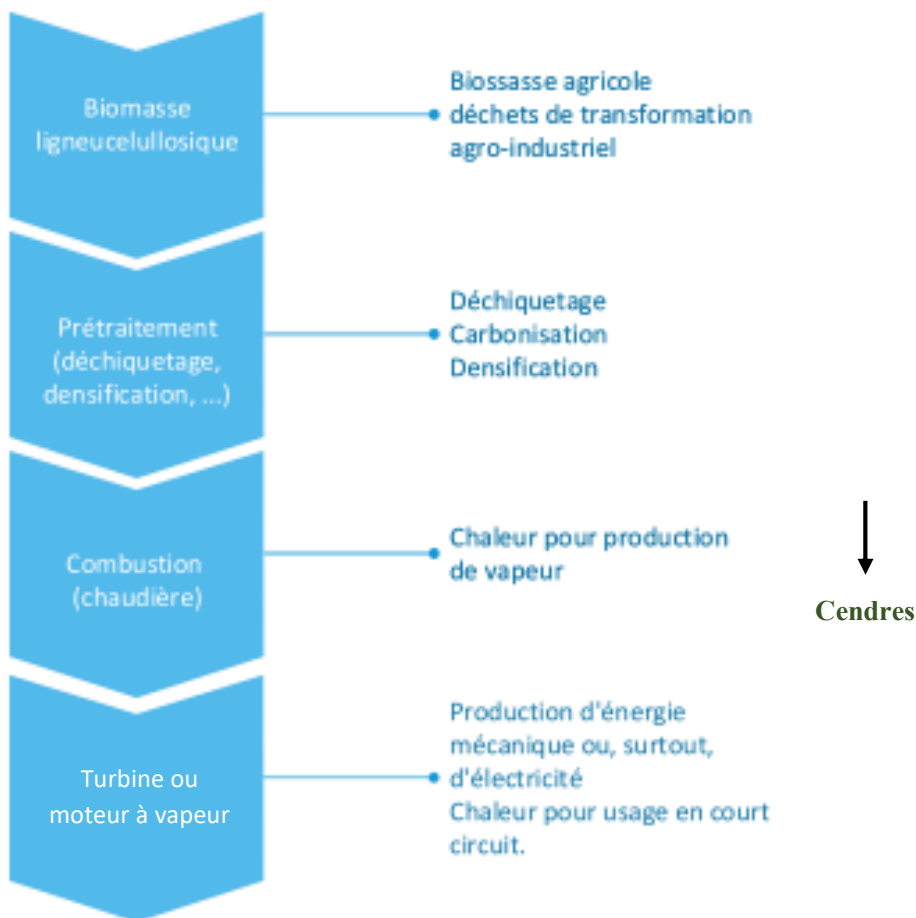
Pouvoirs calorifiques inférieur (PCI)

C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de masse du déchet. Elle s'exprime généralement en MJ/kg et est directement liée à la composition élémentaire du combustible. Ce paramètre couplé à l'analyse élémentaire sont essentiels à la détermination de la capacité de traitement des déchets secs ainsi que la puissance thermique libérée par la technologie de combustion.

I.1.a Combustion directe

La combustion est une opération d'oxydation exothermique des déchets solides secs à haute températures ($T \sim 950^\circ\text{C}$), en présence d'un gaz comburant (généralement de l'air). Elle se déroule dans des dispositifs de traitement thermique et de récupération de chaleur en l'occurrence les chaudières. La combustion est dite directe lorsque les déchets sont directement brûlés dans une chaudière. L'énergie thermique issue de ce processus est récupérée au sein de la chaudière par chauffage et évaporation (vapeur surchauffée) d'un fluide caloporteur (eau, huile) pour alimenter un groupe turbo-alternateur (GTA), pour la production conjointe d'électricité et de chaleur. L'électricité produite peut être injectée au réseau national de distribution et la chaleur utilisée par un tiers pour des applications de séchage par exemple. Dans certains cas, les rendements de valorisation énergétique en cogénération sont supérieurs à 70%. La figure ci-après présente un aperçu global d'une centrale à biomasse à cogénération avec ses grands ensembles.

Figure 1. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE)

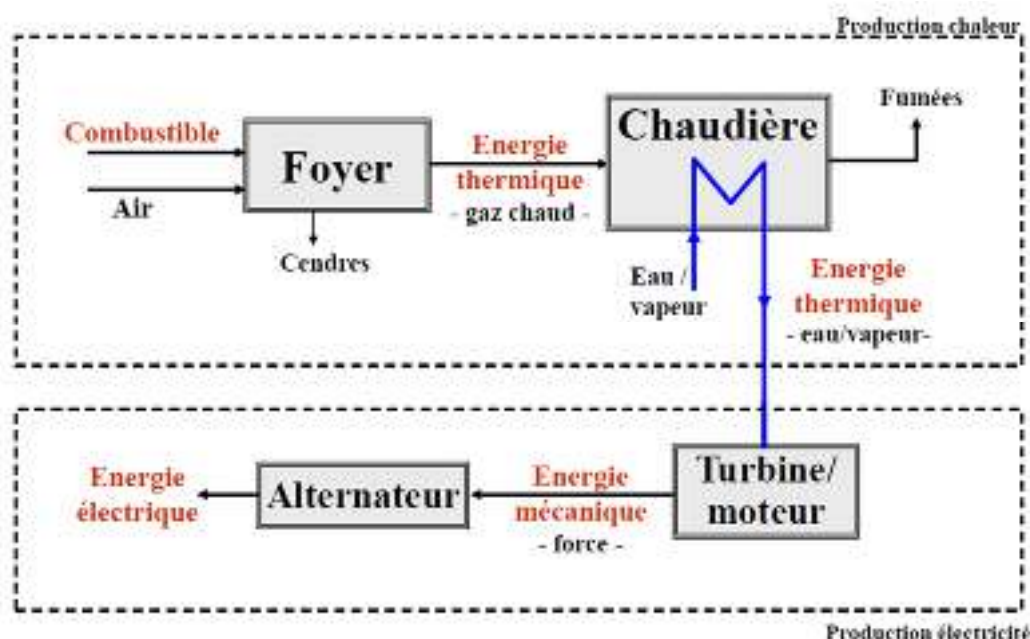


I.1.b Combustion indirecte

Elle repose globalement sur le même principe que la combustion directe. La particularité ici est que, ce sont les gaz chauds issus de la pyro-gazéification des déchets qui sont brûlés au sein de la chaudière et non directement les déchets comme dans le cas de la combustion directe. La pyro-gazéification est un processus qui consiste à produire les gaz chauds en environnement contrôlé (contrôle de la quantité d'oxygène) au sein d'un foyer ou d'un réacteur à partir des déchets.

Ainsi du point de vue de la configuration de la centrale à biomasse, la chaudière est disposée en aval du foyer et la chaleur produite en son sein est transformée en vapeur surchauffée pour alimenter un groupe turbo-alternateur (GTA), pour la production combinée d'électricité et de chaleur. L'état physique, la composition et le PCI des déchets tels que décrit précédemment restent des préalables communs aux deux procédés de valorisation énergétique des déchets. Le schéma ci-dessous présente une illustration simplifiée de la configuration d'un système à combustion indirecte.

Figure 2. Illustration simplifiée de la configuration d'une centrale à biomasse à combustion indirecte (Cours Thermochimie 2011, 2iE)



I.1.c Atouts et contraintes majeures

Centrale à biomasse à combustion directe	
Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Adapté à la valorisation d'une large gamme de biomasses agricoles et agro-industrielles (une installation peut même traiter des déchets agricoles hétérogènes) • Adapté à de grande puissance (1 à 100MW) et à de grands gisements de déchets • Système robuste et maintenance réduite • Rapidité de traitement des déchets • Importante réduction volumétrique, puisque les cendres et mâchefers résiduels ne représentent que 10 à 20 % du volume initial • Utilisation des cendres (principal sous-produit) pour des applications agricoles (épandage direct ou intrant pour la production de biofertilisants) • Produit moins de gaz à effet de serre que la décomposition naturelle des déchets • Energie bas carbone non intermittente 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'investissement et d'exploitation élevés (aujourd'hui LCOE inférieur ou comparable aux thermiques fossiles, plus élevé que le solaire sans stockage ou que l'hydroélectricité – potentiel d'optimisation et de baisse des coûts une fois les premiers projets déployés dans la région) • Nécessité du traitement des gaz d'échappement provenant de la chaudière (filtre à particule)

Centrale à biomasse à combustion indirecte	
Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Pas de nécessité du traitement des gaz d'échappement provenant de la chaudière • Adapté à de très grande puissance 1 à 100 MW) • Système robuste et maintenance réduite • Rapidité de traitement des déchets • Utilisation des cendres (principal sous-produit) pour des applications agricoles (épandage direct ou intrant pour la production de biofertilisants) • Produit moins de gaz à effet de serre que la décomposition naturelle des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> • Adapté aux gisements de déchets spécifiques ayant les propriétés physico-chimiques similaires (spécifiquement du bois) • Prétraitement spécifique pour homogénéiser les déchets entrants (coûts d'exploitation élevés) • Nécessité de la maîtrise du process de la pyro-gazéification • Coûts d'investissement élevés (aujourd'hui LCOE comparable ou légèrement supérieure aux thermiques fossiles, plus élevé que le solaire sans stockage ou que l'hydroélectricité - mais devrait baisser une fois les premiers projets déployés dans la région)

Il est important de noter que le choix de la technique de combustion est fortement tributaire de la nature des déchets disponibles sur site. Il est ressorti des analyses réalisées dans la phase I de cette mission que pour avoir un potentiel conséquent en termes de quantité, il est indispensable de fusionner les déchets car tous les exploitants agricoles ne produisent pas les mêmes types de cultures au même moment. Il faut ajouter à cela le fait que les exploitations agricoles ne sont pas de très grande taille dans la plupart des pays étudiés. De même, il faut noter que les agro-industriels ne transforment pas tous, les mêmes matières premières et la taille de leurs installations est très variable.

Ainsi, aux regards des atouts et contraintes de chaque technique de combustion présentée dans cette sous-partie, la valorisation énergétique via la technologie spécifique de centrale à biomasse à combustion directe est la mieux adaptée pour les pays de la zone UEMOA.

Un exemple de production d'électricité par combustion directe de biomasse :
Le Projet BOKALA
<p>Biokala est une filiale du groupe SIFCA, première entreprise du pays.</p> <p>SIFCA ambitionne la construction de 5 centrales thermiques utilisant le potentiel biomasse du Groupe SIFCA pour une production électrique de 150 à 200 MW à échéance 10 ans (1 000 à 1 500 GWh par an), qui sera achetée par l'Etat Ivoirien via un PPA.</p> <p>En particulier, Biovea Energie est un projet commun entre EDF, Meridiam et Biokala. Un accord tarifaire a été signé pour la centrale biomasse Biovea en 2017 (65 FCFA/kWh) et un contrat a été signé avec le gouvernement de Côte d'Ivoire, un contrat de concession pour la</p>

conception, le financement, la construction et l'exploitation pendant 25 ans d'une centrale biomasse de 46 MW. Située dans la commune d'Aboisso, cette installation sera la plus grande centrale d'Afrique de l'Ouest alimentée à partir de déchets agricoles (c. 400 000 tonnes de déchets par an) et répondra aux besoins en électricité de l'équivalent de 1,7 million de personnes par an par la production de c. 288 GWh/an.

I.2 Gazéification de la biomasse agricole et agro-industrielle

La technologie de gazéification permet la production d'un combustible gazeux, qui peut être converti en énergie thermique par combustion en brûleur, ou en électricité par l'intermédiaire d'un moteur à combustion interne³.

C'est une technique de transformation qui est adaptée à la valorisation de la biomasse agricole sèche sous forme d'énergie dans tous les pays étudiés. Le processus de production du combustible gazeux (appelé syngaz ou gaz de synthèse) s'effectue à très haute température (900 à 1200°C) avec une faible quantité d'oxygène et un gaz réactant qui peut être de la vapeur d'eau (H₂O) et du dioxyde de carbone (CO₂). Le syngaz obtenu est ensuite débarrassé des produits indésirables (notamment goudrons, poussières, métaux, composés soufrés, chlorés) pour une utilisation comme combustible dans les moteurs à gaz.

On distingue plusieurs procédés de gazéifications à savoir :

- Le procédé à lit fixe à co-courant
- Le procédé lit fixe à contre-courant
- Les procédés à lit fluidisé dense
- Les procédés à lit fluidisé circulant
- Les procédés à lit entraîné

I.2.a Composition du gaz de synthèse

La composition et le pouvoir calorifique du gaz sont fonction de la nature du combustible et du type de réacteur comme l'illustre la figure 3 ci-après. Aux regards de celui-ci, il est important de souligner le caractère fluctuant du PCI du gaz de synthèse en fonction de la technologie.

³ « La gazéification de la biomasse », Energy Facility, 2IE, CIRAD

Figure 3. Composition moyenne des gaz en fonction du type de procédé (Energy Facility, 2012)

Gazéification à l'air	Unité	Lit fixe co-courant	Lit fixe contre-courant	Lit fluidisant circulant
Humidité biomasse	% m ^h	6- 20	n.d.	13- 20
Particules	mg/Nm ³	100- 8 000	100- 3 000	8 000- 100 000
Goudrons ²	mg/Nm ³	10- 6 000	10 000- 150 000	2 000- 30 000
PCI du gaz	MJ/Nm ³	4.0- 5.6	3.7- 5.1	3.6- 5.9
H ₂	% vol.	15- 21	10- 14	15- 22
CO	% vol.	10- 22	15- 20	13- 15
CO ₂	% vol.	11- 13	8- 10	13- 15
CH ₄	% vol.	1- 5	2- 3	2- 4
C _n H _m	% vol.	0.5- 2	n.d.	0.1 - 1.2

² Valeurs indicatives car aucune définition n'existe à ce jour

Les données spécifiées dans ce tableau pour le lit fluidisant circulant regroupe les variantes lits fluidisés denses, circulant et entraînés.

1.2.b Atouts et contraintes majeurs

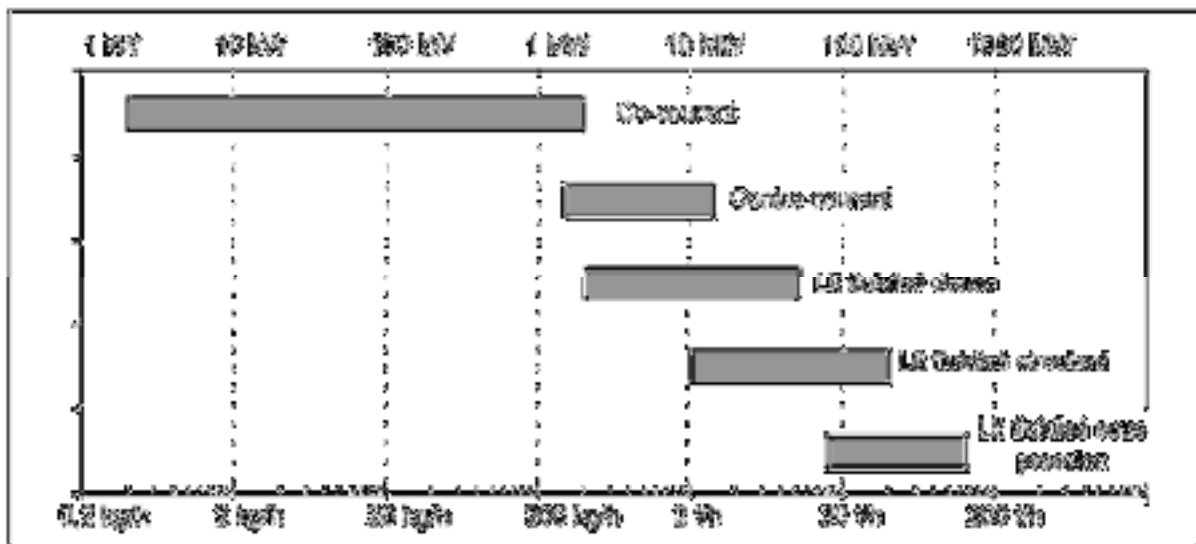
Technologie de gazéification			
Procédés	Variantes	Atouts	Contraintes
Lits Fixes	Co-courant	<ul style="list-style-type: none"> Simple de conception et éprouvé pour certains combustibles Simple de construction Taux de conversion élevé Gaz relativement propre si le combustible est approprié 	<ul style="list-style-type: none"> Combustible doit être homogène et de taille significative Taille des installations très limitées (< 1000 kWel) Possibilité de fusion et blocage des cendres dans la grille du réacteur Requiert un faible taux d'humidité des combustibles Coût de maintenance élevé (usure rapide)
	Contre-courant	<ul style="list-style-type: none"> Construction simple et robuste Rendement thermique élevé Plus grande souplesse vis-à-vis de l'humidité de la matière première 	<ul style="list-style-type: none"> Température des gaz faible en sortie avec risque de condensation Gaz très chargé en goudrons Inadapté à la production d'électricité
Lits Fluidisés	Dense	<ul style="list-style-type: none"> Bon contrôle des températures Vitesse des réactions élevées Bon contact solide/gaz Construction relativement simple Pas de limite de taille Traitement catalytique dans le lit possible 	<ul style="list-style-type: none"> Taille minimale pour être économique (20 MWel) Taux de particules dans les gaz élevés Humidité faible (<20%) Sensible à la répartition granulométrique Taux de goudrons élevé
Lits	Circulant	<ul style="list-style-type: none"> Bon contrôle de la température et de la vitesse des réactions 	<ul style="list-style-type: none"> Taux de particules dans les gaz élevés

Fluidisés		<ul style="list-style-type: none"> • Grande tolérance par rapport au combustible (nature, taille) • Taux de goudrons dans les gaz modérés • Taux de conversion élevé • Pas de limite de taille 	<ul style="list-style-type: none"> • Humidité faible nécessaire (<40%) • Taille minimale pour être économique (20 MWel) • Nécessite des particules de tailles faibles pour bénéfice optimal des propriétés
	Entraîné	<ul style="list-style-type: none"> • Bon contact avec gaz, solide et mélange • Vitrification des cendres • Pas de limite de taille • Taux de conversion élevé • Gaz propre par rapport aux goudrons 	<ul style="list-style-type: none"> • Haute température, donne de gaz de qualité mais de faible PCI • Nombre réduit de type de combustibles valorisables • Taille élevée pour être économiquement rentable

I.2.c Puissances adaptées aux différents types de procédés

La figure ci-dessous présente les plages de puissances adaptées aux différents procédés.

Figure 4. Plages de puissances adaptées aux différents procédés de gazéification (Rapport GIZ, 2021)



Au regard des avantages et inconvénients des différents procédés de gazéification présentés ci-dessus, le choix d'un type de procédé de gazéification associé à un déchet spécifique ou un mix de biomasse agricole ou agro-industriel reste complexe. La composition intrinsèque des déchets et leur nature constitue de ce point de vue un des paramètres très déterminants. Une étude croisée entre atouts et contraintes de chaque technologie d'une part et les plages de puissances adaptées aux différents types de procédés (figure 4) d'autre part présenterait une orientation primordiale et essentiel à tous projet de gazéification.

Le choix de la technique doit alors principalement se baser sur les aspects techniques, environnementaux et économiques suivants :

- La puissance d'installation souhaitée ;

- Le type de combustible et ses caractéristiques telles que l'humidité, la granulométrie, le PCI et le taux de cendres ;
- La valorisation finale du gaz de synthèse (chaleur, électricité) qui impose des exigences en termes de qualités (pour les sous-produits comme le goudron, etc.) et de composition ;
- Les connaissances et le niveau professionnel des opérateurs requis ;
- L'état de développement du procédé localement ou dans la région et la possibilité de limiter les importations ;
- L'intensité capitalistique, la rentabilité et les frais d'exploitation.

I.3. Méthanisation à échelle industrielle

I.3.a. Méthanisation des déchets organiques agro-industriels

La méthanisation consiste en une « dégradation naturelle de la matière organique contenue dans les fumiers ou autres résidus organiques par des microorganismes vivants sans oxygène via un digesteur » (Catherine Brodeur et al, 2008). Cette réaction produit du « biogaz » à partir du carbone contenu dans la matière organique. Ce biogaz est composé principalement de méthane (50-75 %) et de dioxyde de carbone (25 à 45 %).

La méthanisation est abordée dans cette sous-partie pour son application à l'échelle industrielle aux déchets organiques fermentescibles issus des industries agroalimentaires (abattoirs, brasserie, production de jus de fruits etc.). Le gaz alors issu du procédé peut être utilisé pour la production d'électricité, de chaleur ou de froid, souvent en cogénération.

Une attention particulière est accordée aux propriétés intrinsèques des déchets introduits dans le digesteur, notamment le taux d'humidité, le taux de matière sèche, le taux de matière organique et le pouvoir méthanogène. D'une manière générale, les principales sous-unités fonctionnelles constituant une centrale électrique à biogaz sont les suivantes :

- Une sous-unité fonctionnelle de réception et de prétraitement des matières premières ;
- Une sous-unité fonctionnelle de digestion qui sert de plateforme de production et de stockage du biogaz ;
- Une sous-unité fonctionnelle de purification du biogaz essentiellement orienté vers l'élimination du sulfure d'hydrogène (H₂S) et des vapeurs d'eau ;
- Une sous-unité fonctionnelle de valorisation du biogaz via un système de cogénération ;
- Une sous-unité fonctionnelle de production de digestat solide et liquide à partir des sous-produits issus de la sous unité fonctionnelle de digestion.

L'approche technique industrielle de valorisation des déchets organiques par méthanisation pour des applications de production d'électricité et de chaleur a pu être mise en place avec succès par les sociétés FasoBiogaz et Thecogas, basées au Burkina Faso et au Sénégal respectivement. La particularité de ces projets est que ces centrales électriques à biogaz sont adossées à des abattoirs afin d'être le plus proche possible de la matière première de base.

Acquis techniques : Le technologie de construction ainsi que les compétences d'exploitation de ce type de centrale électrique à biogaz sont disponibles dans ces différents pays. Un concept type un « abattoir, une centrale électrique à biogaz » pourrait être développé et déployé dans tous les pays étudiés aux regards des acquis techniques capitalisés au Burkina Faso et au Sénégal.

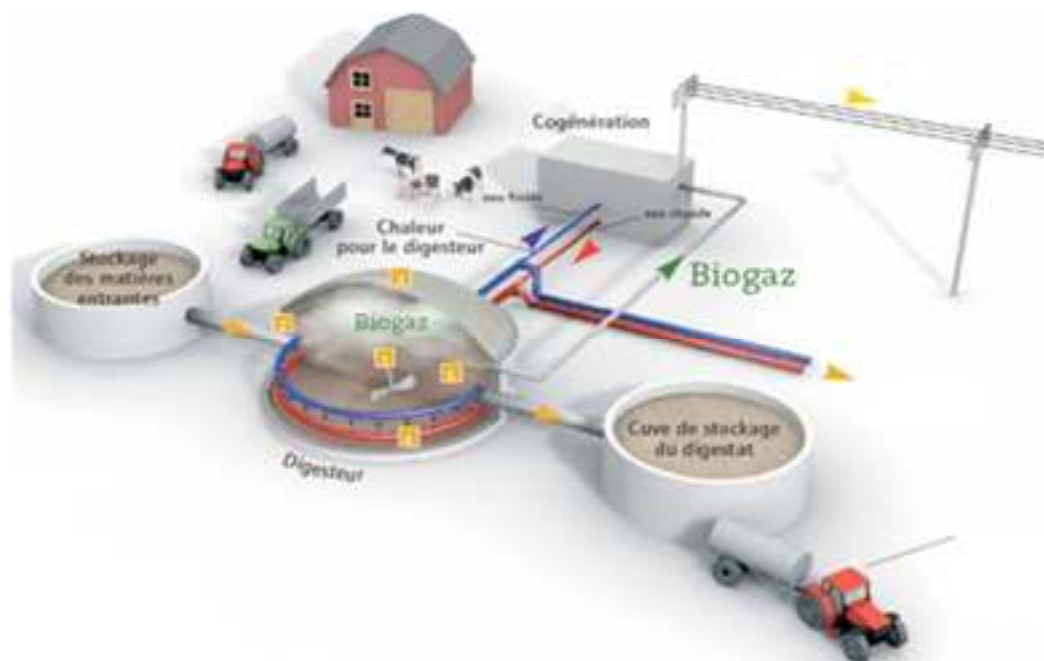
Challenges : ils se résument à la mise en place d'un système efficace de collecte des déchets au-delà de ceux générés au sein des abattoirs et d'adapter le système de prétraitement des déchets au flux de matière collecté.

Projection d'optimisation : Nécessité de mise en place d'une politique d'amélioration continue du processus de production du biogaz à haute valeur énergétique (Biogaz avec un taux de méthane supérieur à 60%) à partir d'un mixte de matière y compris la fraction organique des déchets ménagers.

Coût des projets biogaz : A titre indicatif le coût du projet Fasobiogaz au Burkina Faso est d'environ 1 milliard 300 millions de FCFA (2 000 000 , Cf. fiche projet Rapport I de l'étude, page 118), celui du projet Thecogas d'environ 1 milliard 300 millions (1 988 000 USD source PPT PO7 Thecogas Sénégal SARL) et celui de Niger Biogaz 1 milliard 500 millions (2 400 000 euros, Cf. fiche projet rapport I page 262).

Ces coûts ne sont pas à confondre aux coûts des biodigesteurs du Programme National Biogaz du Sénégal ou du Programme National Biogaz du Burkina où le biodigesteur à titre indicatif varie de 280 000 F à 320 000 F CFA. Le coût de ces biodigesteurs sont fonctions du volume, de nature des matériaux.

Figure 5. Illustration d'une centrale électrique à biogaz avec injection de la production électrique au réseau national de distribution (FasoBiogaz, 2012)



I.3.b. Atouts et contraintes majeurs de la méthanisation des déchets agro-industrielles

Méthanisation des déchets agro-industrielles	
Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Technologie complètement éprouvée, maîtrisée et respectueuse de l'environnement • Conditions climatiques des pays de la zone UEMOA appropriées à la technologie • Valorisation du digestat (sous-produit de la méthanisation) pour des applications agricoles : compost amélioré, biofertilisants ou production de fertilisant organo-minéral • Valorisation d'une très large gamme des déchets organiques fermentescibles • Valorisation possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état • Disponibilité d'une matière première stable en flux constant 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite la maîtrise et la connaissance du process de méthanisation en situation de mix de produits • Nécessite dans certains cas un prétraitement spécifique de certains types de déchets • Nécessite un suivi rigoureux du process et du mix de matière entrante • Technologie limitée aux déchets organiques fermentescibles • Coût d'investissement et d'exploitation élevé

I.4 Structuration de la collecte de la biomasse agricole

Les solutions techniques présentées ci-dessus reposent sur la mise en place d'un système de collecte et de centralisation de la biomasse afin de la traiter et de la concentrer au niveau des installations de combustion ou de gazéification.

Aux regards du nombre important de petits agriculteurs présents en milieu rural ainsi que de la distance entre les champs, il est en effet nécessaire d'organiser un réseau de points de pré-collectes et regroupement de la biomasse agricole avant leur transfert vers les centrales à biomasse. Ces points devront être identifiés à l'issue d'une étude de la cartographie des exploitations agricoles de la zone du projet. Ils pourront dans certains cas servir de centre de prétraitement de la biomasse avant leur acheminement vers le site de la centrale. Ainsi en fonction des cas, la biomasse peut être prétraitée de manière minimale (broyage) ou intensive (granulation) dans les dits centres.

II. Proposition de structuration de la filière idoine pour une gestion durable de la biomasse agricole et agro-industrielle

Cette sous-partie vise à proposer une structuration optimale de la filière de gestion des déchets agricoles et agro-industriels pour les pays de la zone UEMOA, en tenant compte des bonnes pratiques et des situations observées durant la phase 1 de l'étude et des solutions techniques identifiées. Si chaque pays a ses propres caractéristiques, l'analyse des pays dans la zone UEMOA a permis d'identifier un cadre réglementaire et organisationnel efficient pour une gestion durable et une valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle.

Cette sous-partie traite ainsi des échelons de la filière de gestion des déchets agricoles qui sont indispensables à l'efficacité de la filière et à la mise en place future de solutions de valorisation énergétique. Cette sous-partie doit donc être lue en parallèle des conclusions présentées de l'état des lieux réalisé dans la phase 1 de l'étude.

En effet, un effort de structuration de la filière de gestion de déchets agricoles et agro-industriels devra être réalisé dans tous les pays de la zone UEMOA, où certaines activités ne sont pas réglementées (par exemple la collecte des déchets ou les activités de valorisation par les acteurs agricoles et agro-industriels) et où la filière de gestion des déchets agroindustriels est parfois inexistante, ce qui peut conduire à des situations sous-optimales, comme lorsque les déchets agricoles et agro-industriels sont assimilés au traitement des déchets solides ménagers et des autres déchets industriels, rendant difficile leur valorisation.

II.1 Un cadre réglementaire permettant de responsabiliser les acteurs sur la gestion de leurs déchets

L'expérience de nombreux pays, dans la zone UEMOA comme ailleurs, montre qu'une filière efficace de gestion des déchets est avant tout une filière où sont clairement définies les responsabilités des différents acteurs. La première des responsabilités à définir est celle du producteur de déchets vis-à-vis du traitement du déchet généré. Tout producteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion. Il en est responsable jusqu'à leur élimination finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers. Les producteurs de déchets doivent donc veiller à choisir des acteurs et des filières conformes à la réglementation et doivent s'assurer de la bonne fin de leur élimination ou de leur valorisation.

Lorsque l'on parle de déchets agricoles et agro-industriels, il s'agit donc de différencier les déchets qui se dégradent naturellement et rapidement des déchets nuisibles à l'environnement. Pour l'agro-industrie, les déchets sont très concentrés et donc avec un impact conséquent sur l'environnement. L'inscription dans la réglementation de la responsabilité du producteur à prendre en charge le traitement de ses déchets permet d'inciter les acteurs à mettre en place des solutions de traitement et de valorisation, énergétique ou autre, de ces mêmes déchets. Comme souligné dans le benchmark réalisé en phase 1, la biomasse agro-industrielle est insuffisamment valorisée à ce jour. Une large part de la biomasse agro-industrielle est brûlée ou abandonnée, hors de toute responsabilité. Cette responsabilité des acteurs à gérer leurs déchets doit être inscrite dans la réglementation. Dans de nombreux pays, cette responsabilité est régie par le régime de la Responsabilité Elargie des Producteurs (« REP »). Afin de faciliter le traitement des déchets, la loi doit permettre aux acteurs de se regrouper en organisations collectives (souvent appelées « éco-organismes ») auxquelles ils transfèrent leurs obligations.

Afin de contrôler le respect de cette obligation, une entité publique nationale doit superviser et accompagner les acteurs agricoles et agro-industriels dans la gestion de leurs déchets. Afin de disposer d'un effet de levier et de faire peser la charge du traitement des déchets sur le producteur initial et non sur le détenteur actuel, le principe du pollueur-payeur peut être inscrit dans la réglementation concernant les acteurs agro-industriels. Le principe du pollueur-payeur est détaillé dans la partie « Gestion durable des déchets ménagers et agricoles ». Concernant les producteurs agricoles, il est pertinent de réfléchir à des solutions d'accompagnement et d'incitation à la valorisation des déchets primaires.

II.2 Un cadre réglementaire et une planification renforcée pour l'approvisionnement et le traitement de la biomasse agricole et agro-industrielle

La complexité des chaînes de valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle est aussi variable que les débouchés possibles. L'organisation des chaînes de valorisation doit donc être

réfléchi en amont par l'acteur public. En particulier, la stabilité de l'approvisionnement en biomasse agricole et agro-industrielle est un point critique de la viabilité des projets de valorisation et doit donc être accompagné par l'Etat.

Le rôle central de la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse agricole et agro-industrielle

La valorisation des déchets agricoles a un coût. Le coût de mise en place d'une activité de valorisation de la biomasse agricole est gonflé dans de nombreux pays par les coûts élevés d'identification et d'approvisionnement en biomasse agricole. De plus, le risque d'approvisionnement est l'un des principaux risques portés par cette activité. La sécurité de l'approvisionnement en biomasse agricole devient alors un critère essentiel du financement de ces projets de valorisation énergétique.

Une stratégie nationale de mobilisation de la biomasse est donc essentielle à la structuration d'activités de valorisation de la biomasse (exemple de la « Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse » en France). Un plan directeur doit préciser les objectifs de mobilisation de la biomasse, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Il doit également avoir une approche exhaustive, en s'intéressant à chaque typologie de biomasse agricole. Cette stratégie nationale doit en particulier :

- **Estimer les ressources en biomasse disponibles, tant qualitativement que quantitativement, pour la valorisation énergétique.** Ces données devant reposer sur des indicateurs dynamiques compréhensibles par tous et mis à jour régulièrement ;
- **Orienter les utilisations de la biomasse agricole et agro-industrielle entre les différentes activités de valorisation** (compost, énergétique, etc.) ;
- **Coordonner l'utilisation de la biomasse entre les acteurs, afin d'éviter les conflits d'usage** pour des acteurs utilisant le même type de biomasse agricole. Cela permet de **sécuriser l'approvisionnement pour les acteurs qui déploient des solutions de valorisation.** Par exemple pour des projets de valorisation de taille industrielle, il est recommandé d'accorder des concessions de moyen/long termes sur la collecte de biomasse dans un territoire délimité. La concession fixant alors un mécanisme transparent de fixation du prix de la biomasse. Sans cela l'approvisionnement du projet ne sera pas garanti et le projet ne sera pas considéré comme bancable par les investisseurs.
- **Limiter les éventuels effets négatifs des activités de valorisation** (socio-économiques, environnementaux, etc.).

De plus, le déploiement de cette stratégie doit s'appuyer sur une structure ou une institution capable en continu d'estimer les ressources en biomasse existantes et disponibles et de les présenter de façon transparente au marché.

Enfin, cette stratégie doit s'inscrire à l'échelle locale, en impliquant les territoires dans la définition des objectifs et mettre en place des actions coordonnées.

La nécessité d'optimisation de la logistique des filières d'approvisionnement en biomasse agricole et agro-industrielle

Pour être compétitives face aux autres sources de production énergétique, notamment fossiles, les activités de valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle doivent optimiser le processus de collecte de celle-ci. En effet, la mise en place d'activités de valorisation de la biomasse nécessite une mobilisation massive de matière première (ici la biomasse agricole), ce qui est difficile compte tenu de l'aspect atomisé du secteur de la production agricole (nombreux petits et moyens acteurs) dans les pays de la zone UEMOA. L'organisation de la chaîne logistique influence donc drastiquement les coûts de valorisation et donc la rentabilité des projets. Chaque filière agricole est déjà structurée autour de la collecte et du traitement du produit principal (ex : la fève de cacao, le café, etc.). Il s'agirait donc de s'appuyer sur les structures existantes afin d'organiser la collecte des déchets.

Afin d'optimiser l'acquisition de la biomasse, au-delà de contractualiser directement avec les exploitants agricoles, il est recommandé aux promoteurs de projet de passer des contrats d'approvisionnement avec les groupements de producteurs, des transformateurs, et autres associations, GIE et faitières existant dans la zone d'intervention. Le cas échéant, le promoteur pourrait adhérer à certaines associations si la réglementation le permet afin de sécuriser d'avantage la matière première. Du point de vue logistique, le transfert de la biomasse des champs vers les points de pré-collectes devra être assuré par les agriculteurs ou autres groupements ou associations. Quant au transfert des points de pré-collectes vers la centrale à biomasse, il devra être assuré par le promoteur. Bien sûr il n'est pas exclu que cette partie soit sous-traitée en totalité ou en partie à un prestataire. Enfin, il est recommandé au promoteur de définir un coût d'acquisition de la biomasse qui est fonction de la composition et du type de biomasse. L'acteur public peut accompagner la structuration de l'activité de collecte par la mise en place d'une entité de supervision de la filière. Cette entité pourrait accompagner d'un point de vue réglementaire la structuration des coopératives ou des entités de collecte et participer à la fixation des prix des déchets.

Cette entité pourrait également participer à la mise en place d'un outil d'échange d'information (plateforme de partage, syndicat ou commission par exemple) entre les autorités publiques (locales et nationales) et les acteurs des territoires pour intégrer leurs connaissances des données relatives à la biomasse agricole (quantités et qualité disponibles) et susciter la réflexivité entre les acteurs. Cet échange doit être réalisé au sein des territoires (maille la plus fine) afin de placer les producteurs de biomasse agricole au cœur du projet.

L'Etat et les collectivités locales peuvent aider à optimiser les filières logistiques pour réduire les coûts d'approvisionnement des projets, et donc inciter le développement de nouveaux projets et le passage à l'échelle.

II.3 Un environnement favorable et incitant à la mise en place de projets de valorisation énergétique

Comme souligné dans le benchmark réalisé en phase 1 de l'étude, la valorisation énergétique des déchets agricoles et agro-industriels est assez embryonnaire dans tous les pays de la zone UEMOA malgré la disponibilité de la matière première. Néanmoins, l'émergence de nombreux projets permet de mettre en valeur des bonnes pratiques, notamment dans un pays comme la Côte d'Ivoire qui dispose d'un fort potentiel de valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle.

Une stratégie nationale pour le développement du secteur de l'électricité intégrant des objectifs de valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle

Les pays de la zone UEMOA disposent de stratégies pour le développement du secteur de l'électricité et ont pour la plupart définis des objectifs de développement des énergies renouvelables et de mobilisation des investissements du secteur privé. Il semble prioritaire que les pays de la zone UEMOA disposent de plans directeurs afin d'orienter la production, le transport, la distribution et l'électrification. Ces plans directeurs sont essentiels car ils donnent des leviers juridiques, institutionnels, législatifs et réglementaires afin d'intégrer les énergies renouvelables dans le mix énergétique. Il s'agit donc du premier échelon d'intégration de la valorisation énergétique des déchets dans le secteur de l'électricité des pays de la zone UEMOA. Ces plans directeurs doivent donc définir précisément les objectifs et les modalités de déploiement de projets de valorisation énergétique des déchets agricoles et agro-industriels.

Il s'agit en particulier pour les pouvoirs publics, d'encadrer la concurrence qui pourrait apparaître entre utilisation « alimentaire » et utilisation « énergétique » de la biomasse agricole. En effet, une même parcelle de terre peut aussi bien produire une céréale alimentaire qu'une céréale dont on fera un biocarburant.

La montée en puissance des utilisations non alimentaires de la biomasse agricole se manifestera par un ensemble d'effets sur les surfaces et sur les flux de produits agricoles. Il est donc possible que cela entraîne une réorientation d'une partie des terres agricoles vers les usages non alimentaires. Les autorités publiques doivent donc définir une stratégie qui tiennent compte de cet arbitrage.

Bonnes pratiques : s'inspirer de la stratégie de développement du secteur de l'électricité segmentée en 4 plans directeurs mise en place en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire a défini 4 plans directeurs afin d'orienter le développement du secteur de l'électricité. Ces 4 plans orientent spécifiquement (i) la production et le transport, (ii) la distribution, (iii) l'électrification rurale et (iv) l'automatisation du réseau. Il s'agirait néanmoins de rééquilibrer la place des capacités de production à partir de biomasse agricole dans le mix proposé, puisque comme la plupart des pays de la zone UEMOA, la Côte d'Ivoire donne une place prédominante au solaire dans le futur mix énergétique.

Un cadre réglementaire favorable aux activités de valorisation énergétique sur site des déchets agricoles et agro-industriels

De nombreuses exploitations agricoles de taille industrielle ont mis en place, et continuent de mettre en place, des installations de production d'électricité à partir de la biomasse agricole et agro-industrielle (c'est notamment le cas dans l'industrie sucrière). Cette production d'électricité est généralement restreinte par les besoins du producteur en électricité, car dans la plupart des cas le cadre réglementaire ne permet pas aux auto-producteurs de vendre leur excédent de production sur le réseau. Un cadre réglementaire idoine d'autoproduction est donc un cadre réglementaire qui :

- Encadre l'installation de projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle par les producteurs de biomasse agricole par voie réglementaire (permis, autorisation agrément à obtenir) ;
- Encadre la revente de l'excédent de production d'électricité sur le réseau et donc définit l'intégration sur le réseau, afin de favoriser le passage à l'échelle des projets d'autoproduction et de maximiser la valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle ;
- Permet la revente de l'électricité excédentaire directement aux consommateurs ;
- Définit les normes de ces installations selon des normes environnementales, sociales et sécuritaires bien précises.

La mise en place d'un tel cadre est prioritaire car il permet de rendre viable la valorisation énergétique de la biomasse agricole sur de nombreux sites agricoles, du fait du passage à l'échelle.

Bonnes pratiques : s'inspirer de la loi 014-2017 mise en application en 2017 au Burkina Faso qui définit un privilège de rachat

La loi de 2017 ouvre la possibilité aux auto-producteurs de céder leurs excédents de production sous condition d'obtention d'une licence de production et sous des conditions précises et en particulier d'une redevance. Il s'agirait donc de s'inspirer de la situation burkinabè, ainsi que d'expériences similaires dans d'autres géographies afin de définir un cadre précis dans lequel des excédents de production pourraient être revendus sur le réseau, ou directement à des consommateurs, par des auto-producteurs.

Un cadre réglementaire favorable à la mise en place d'IPPs pour la valorisation énergétique de la biomasse agricole et agro-industrielle

Afin de favoriser la mise en place de projets de production d'électricité à partir de biomasse agricole sur le réseau national, les autorités publiques peuvent avoir intérêt à recourir à la mise en place de partenariats publics-privés avec des IPPs (« Independent Power Producers » ou « Producteurs d'Electricité Indépendants »). Ces partenariats doivent donc reposer sur un cadre réglementaire clair de concession (contrats cadres) et sur des mécanismes d'appels d'offres efficaces. Ces appels d'offres doivent s'inscrire dans une stratégie nationale cohérente, de valorisation des déchets et qui prend en compte l'offre de biomasse agricole disponible ainsi que les besoins du réseau national.

De plus, dans le cadre d'un projet de valorisation de la biomasse agricole et agro-industrielle, le principal risque pour le producteur d'électricité est celui de l'approvisionnement en biomasse. L'Etat doit donc favoriser la stabilité de celui-ci à travers des concessions sur la biomasse agricole bien délimitées, ce qui rendra ces projets bancables.

Bonnes pratiques : s'inspirer de la libéralisation du secteur de l'électricité en Côte d'Ivoire et de la centrale biogaz connectée au réseau mise en service au Burkina Faso

Côte d'Ivoire : libéralisation de la production, du transport et de la distribution d'électricité. Cela explique en partie la réduction du coût de l'électricité (un des plus bas de l'UEMOA).

Burkina Faso : la société FasoBiogaz SARL (filiale du groupe burkinabè Fasogaz) a mis en service en 2015 une centrale électrique à biogaz de 275 kW qui a une capacité annuelle de production de 1,8 GWh. L'électricité est injectée sur le réseau national, avec un tarif préférentiel pendant 3 ans via un Contrat d'Achat d'Electricité avec la SONABEL. La matière première utilisée par la centrale est composée de déchets organiques provenant de partenaires comme la SOGEA (Société de Gestion de l'Abattoir de Ouagadougou), la Brakina (Brasseries du Burkina), de collecteurs de déchets et d'éleveurs indépendants. Le projet a été financé à 50% par le

programme hollandais « Private sector investment » (subventions) et à 50% par des fonds propres privés. La biomasse traitée permet ensuite d'obtenir un engrais organique et écologique qui est écoulé sur le marché local (biofertilisant « Nourrisol »). Le projet appartient maintenant à Catalyse Energy Burkina Faso (CEBF), une société de droit néerlandais. Au Burkina Faso, une nouvelle loi mise en application en 2017 permet aux producteurs indépendants de vendre de l'électricité directement aux consommateurs.

Des incitations financières qui favorisent la mise en place de projets de valorisation énergétique des déchets agricoles

Les projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole sont à ce jour novateurs d'un point de vue technologique mais également réglementaire, financier et économique. Ce sont donc des projets risqués, coûteux et complexes à mettre en place. Il est donc nécessaire, afin d'en favoriser le déploiement, de mettre en place des mesures incitatives pour les projets d'autoproduction et sur le réseau de valorisation énergétique de la biomasse agricole.

Le premier levier à utiliser est le levier fiscal. En effet, de nombreux pays dans la zone UEMOA ont mis en place des exonérations de droits de douane sur les importations de matériels qui permettent la production d'énergie renouvelable. C'est par exemple souvent le cas des projets solaires photovoltaïques. Il s'agirait donc d'étendre ces exonérations de droits de douane aux importations de matériels nécessaires à la production d'électricité à partir de biomasse agricole et plus largement sur les équipements nécessaires à la production d'électricité à partir de sources renouvelables, pratiques encouragées par les plans directeurs. De plus, la construction de ce type de projet est souvent extrêmement coûteuse. Des exonérations totales ou partielles d'impôt (par exemple d'impôt sur les bénéfices, de TVA ou de patentes) peuvent donc être envisagées en particulier pendant la période de construction, puis à un second niveau pendant la période d'exploitation, afin de réduire les coûts de construction et d'exploitation de ce type de projets et d'en améliorer la rentabilité. De plus, certains équipements de production d'électricité à partir de biomasse agricole pourraient ouvrir droit à un amortissement exceptionnel accéléré.

Un second levier d'incitation qui peut être utilisé par les bailleurs de fonds, en coordination avec les Etats, est celui de la subvention. En effet, les coûts de ces projets les rendent souvent non-compétitifs vis-à-vis du prix de l'électricité proposé par les projets thermiques ou même les autres projets d'énergie renouvelable. En effet, les technologies utilisées sont moins matures et les projets doivent prendre en compte un coût d'approvisionnement en biomasse agricole. Ces projets ont donc des difficultés à proposer des tarifs acceptables pour les autorités. Pourtant, ces projets offrent une valeur ajoutée qui va au-delà de la simple production d'électricité puisqu'ils proposent

une seconde vie à des déchets. Il est donc nécessaire de valoriser ce coût d'opportunité de gestion des déchets, par exemple en mettant en place une subvention sur la tonne de déchets traitée ou sur le kWh produit. De telles subventions permettraient aux producteurs d'électricité à partir de biomasse agricole de proposer des tarifs compétitifs et pertinents pour l'off-taker national, en agissant comme un complément de tarif. Les bailleurs de fonds peuvent également intervenir, en apportant des subventions pour des études de faisabilité de projets pilotes comme de projets innovants et permettant de répondre à des besoins identifiés dans le pays (alimentation du réseau national, électrification rurale, etc.) aussi bien auprès de l'agro-industrie qu'au cœur des exploitations agricoles.

Bonnes pratiques : étendre la défiscalisation des équipements de production d'électricité à partir de biomasse agricole

On constate dans pratiquement tous les pays de l'union, des lois de finance qui instaurent une défiscalisation des équipements de production d'énergie solaire pour tous les projets, publics ou privés. Il s'agirait donc d'étendre cette défiscalisation aux équipements utilisés pour la production d'électricité à partir de biomasse agricole.

Des institutions publiques d'accompagnement des projets de valorisation de la biomasse agricole

Les autorités publiques peuvent également réduire les coûts des projets ou les difficultés de développement de ce type de projets, en créant une institution d'accompagnement des projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole. Cette institution agirait comme un facilitateur ou catalyseur de projet afin de permettre à différents projets de se coordonner et afin d'accompagner la mise en place des projets aussi bien d'un point de vue administratif et réglementaire, qu'opérationnel.

Cette institution pourrait également accompagner les acteurs par des activités de R&D afin d'améliorer constamment les rendements énergétiques et l'intégration de nouvelles techniques de valorisation sur les territoires, à l'image du rôle que remplit le CNRA pour l'agriculture en Côte d'Ivoire par exemple⁴. Cette institution pourrait être financée via les ressources financières dédiées, en particulier par une ressource fiscale dédiée.

Une telle institution devrait être mise en place dans chaque pays membre afin de répondre aux besoins spécifiques remontant du terrain. Cependant un cadre d'échange, de formation et de coopération au niveau régional pourrait apporter un soutien très précieux à leur action. Cette structure régionale pourrait être bâtie sur l'exemple du West African Power Pool (WAPP)⁵ qui

⁴ Centre National de Recherche Agronomique

⁵ <https://www.ecowapp.org/fr>

cherche à coordonner les efforts des pays de la CEDA. Cet organisme du secteur de l'électricité travaille sur la définition des normes et standards régionaux, promeut l'amélioration et la clarification des cadres réglementaires, organise des formations des cadres du secteur et pilote des projets régionaux. Une structure sur la question des déchets pourrait jouer un rôle similaire et couvrir les thématiques de valorisation énergétique des déchets.

Une incitation aux transferts de technologies

Les éléments cités ci-avant doivent permettre l'émergence de projets de valorisation énergétique des déchets dans les pays de l'UEMOA, mais seront le plus vraisemblablement développés grâce à la technologie et au savoir-faire d'entreprises extra-communautaires.

Afin de favoriser la réplique de ces projets et d'assurer l'autonomie de l'UEMOA sur ces projets, il est recommandé de favoriser le transfert de compétences dans chaque projet. Concrètement, cela peut prendre la forme d'engagements sur la main d'œuvre locale, l'obligation de contenu local, etc. qui sont insérés dans les commandes publiques ou les partenariats publics privés.

Des échanges entre les instituts de formations de la sous-région et des pays les plus avancés dans le domaine (Europe, Etats-Unis, Chine, Japon, etc.) pourront également soutenir ce développement des compétences locales pour la valorisation énergétique des déchets.

III. Recommandations d'actions prioritaires à réaliser par les différents acteurs

Cette sous-partie a pour objectif de présenter, de façon non exhaustive, les recommandations de programmes et politiques devant être mises en place prioritairement par les différents acteurs (Etats, bailleurs de fonds, autres organisations) afin de soutenir la mise en place de projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole dans les pays de la zone UEMOA. Cette sous-partie s'appuie sur les technologies prioritaires présentées dans la sous-partie I et sur la structuration idoine de la filière proposée dans la sous-partie II. Cette sous-partie vise également à préciser le rôle des différents acteurs dans la mise en place de ces programmes et politiques.

III.1. Accompagner les autorités dans l'identification du potentiel et le renforcement du cadre réglementaire

Plusieurs axes de réforme prioritaires ont été identifiés afin de renforcer le cadre réglementaire et d'accompagner les autorités dans la gestion du potentiel de valorisation de la biomasse agricole. Les bailleurs de fonds, afin de soutenir la gestion et la valorisation des déchets agricoles et agro-industriels, peuvent en priorité :

- **Financer des études préliminaires afin (i) d'identifier le potentiel biomasse existant dans chaque pays et (ii) d'identifier les technologies et sources de biomasse agricole à privilégier** par pays ainsi que les programmes et politiques à prioriser pour les développer. Les bailleurs de fonds peuvent également apporter une expertise dans le choix des consultants à contractualiser.
- **Apporter un soutien à l'intégration de la valorisation énergétique de la biomasse agricole et des déchets agro-industriels dans la stratégie nationale de développement des énergies renouvelables.** Il semble en effet prioritaire de donner une direction stratégique et des objectifs au déploiement de production d'électricité à partir de la biomasse agricole dans les pays de la zone UEMOA. Cela signifie pour la plupart des pays qu'il faudrait revoir les plans directeurs afin d'intégrer dans les objectifs la dimension biomasse agricole, en précisant la typologie des déchets à valoriser, les technologies à utiliser et les outils de déploiement qui seront mobilisés (outils règlementaires, mise en place d'appels d'offres, etc.). Pour cela, les bailleurs de fonds peuvent apporter un soutien aux Etats dans la contractualisation et le financement d'une équipe d'experts dédiée à la réalisation de ce plan directeur. Il paraît important d'associer à cette réflexion l'ensemble des acteurs concernés : organisations de producteurs agricoles, entreprises qui valorisent la biomasse agricole, autorités publiques, etc.
- **Accompagner les états dans la mise en place d'autorités indépendantes en charge de la supervision de la gestion et de la valorisation des déchets agricoles et agro-industriels et créer un cadre de dialogue régional.** Une telle entité pourrait accompagner la fixation du prix des déchets, superviser la mise en place de projets de valorisation (permis et autorisations), contrôler les obligations de gestion des déchets des acteurs agro-industriels, accompagner la sécurisation de l'approvisionnement, etc. Les bailleurs de fonds pourraient apporter un soutien aux Etats par la contractualisation, le financement et la supervision d'une Task Force spécialisée ou de consultants spécialisés. Il peut également être intéressant de créer un cadre d'échanges entre les entités de chaque pays, afin de promouvoir les bonnes pratiques.
- **Mettre en place des programmes de soutien à la structuration des filières d'approvisionnement en biomasse agricole.** De tels programmes pourraient en priorité accompagner l'identification des gisements en biomasse agricole et en déchets agro-industriels, l'accompagnement des acteurs privés et publics dans la sécurisation de la biomasse (cadre de concessions d'approvisionnement, regroupements sous formes de coopératives, etc.) et de solutions de mise en relation entre l'offre de biomasse et la demande à des fins de valorisation énergétique.

- **Apporter un soutien technique et financier au renforcement du cadre réglementaire et proposer des normes au niveau régional.** Il semble prioritaire pour les autorités publiques de structurer d'un point de vue réglementaire les activités privées de valorisation énergétique de la biomasse: (i) activités d'autoconsommation et possibilité de revente de l'excédent de production sur le réseau, (ii) partenariats publics-privés avec des IPPs dans le cadre de projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole qui induisent une revente de l'électricité sur le réseau national (soutien à la mise en place des contrats cadres, tarif réglementé, avantages fiscaux, etc.). Sur ces différents points, les bailleurs de fonds peuvent apporter une expertise technique et financer la contractualisation des différents consultants (technique, financier, etc.) qui seraient nécessaires au renforcement du cadre réglementaire. La fixation de normes régionales peut aussi être un moteur pour que tous les états mettent en place un cadre réglementaire idoine.
- **Accompagner les autorités dans la mise en place d'appels d'offres pour développer des projets de valorisation énergétique des déchets agricoles et agro-industriels.** Les appels d'offre sont particulièrement pertinents dans la perspective d'un développement efficace de projets de valorisation public-privé. Ces appels d'offre doivent être rigoureusement préparés en amont. En effet, il est recommandé que des études sur l'approvisionnement en biomasse soient réalisées avant l'appel d'offre. Sans cela les candidats ne peuvent proposer d'offres adaptées et compétitives, car les inconnues sont trop nombreuses. Les bailleurs de fonds peuvent donc financer ces études et ensuite accompagner dans la préparation du cahier des charges et l'exécution de ces appels d'offres.

Dans un second temps, d'autres mesures peuvent être envisagées par les bailleurs de fonds pour accompagner les autorités dans la structuration de la filière et dans la mise en place de projets de valorisation de la biomasse agricole :

- **Mettre en place des solutions de gestion des déchets pour les déchets agro-industriels non valorisés :** structures de collecte, de tri et de gestion des déchets. En effet, une partie des déchets agro-industriels sont non-valorisables. Si l'Etat oblige les agro-industriels à traiter leurs déchets, il faut alors réfléchir à des solutions de traitement pour l'ensemble des déchets, notamment ceux qui ne sont pas valorisés. Dans cette perspective, les bailleurs de fonds peuvent accompagner la mise en place de ces filières en (i) apportant un conseil technique et financier aux Etats dans la mise en place d'une stratégie de gestion ou de traitement des déchets non valorisés (contractualisation d'experts, mise en place d'un programme de gestion, etc.) et (ii) dans la construction et l'installation de structures de collecte et de traitement de ces déchets.
- **Mettre en place des programmes de renforcement des capacités,** afin de donner aux acteurs publics en charge du développement des projets de valorisation énergétique de la

biomasse agricole (équipes en charge des partenariats publics-privés, ministères concernés, etc.), une compréhension fine (i) des technologies pouvant être utilisées, (ii) du potentiel biomasse existant et (iii) des différents enjeux inhérents à la mise en place d'un projet de valorisation de la biomasse agricole (enjeux d'approvisionnement, risques opérationnels, coûts de construction, etc.). Ces programmes de renforcement des capacités peuvent être soutenus et financés en partie par les bailleurs de fonds et il paraît judicieux qu'ils fassent intervenir l'ensemble des acteurs concernés (société civile, organisations, entreprises de collecte, producteurs de biomasse agricole, etc.). Ces programmes de renforcement des capacités peuvent aussi soutenir le développement d'une activité publique de R&D spécifique à la valorisation de la biomasse agricole et des déchets agro-industriels.

Ces différents programmes doivent donc être réalisés en étroite coordination avec les autorités des différents pays.

III.2. Accompagner les porteurs de projets dans le cadre du développement des projets

Un second axe de mesures consiste à soutenir les porteurs de projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole dans le cadre du développement de leurs projets. Les programmes et politiques suivants paraissent prioritaires dans cette dynamique :

- **Subventionner une partie des coûts de développement**, afin d'alléger les risques pris par les développeurs de projets. En particulier, les bailleurs de fonds peuvent subventionner des études de faisabilité, comme les études environnementales et sociales. Les bailleurs de fonds peuvent pour cela mobiliser des facilités d'assistance technique déjà existantes ou de structuration financière, ou mettre en place des financements dédiés.
- **Apporter des solutions de financement en fonds propres ou des prêts de développement aux porteurs de projet pendant la phase de développement**. En effet, les développeurs de projets rencontrent souvent des difficultés à financer leurs activités de développement, surtout pour des projets innovants. Très peu d'acteurs acceptent de prendre un risque et d'entrer au capital des projets pendant la phase de développement. Il paraît donc pertinent que les bailleurs de fonds ainsi que les financeurs privés mettent en place des solutions de financement adaptées pour accompagner les porteurs de projet pendant la phase de développement.

III.3. Soutenir le financement de projets de valorisation énergétique de déchets agricoles

Enfin, une fois les projets développés, les porteurs de projets rencontrent des difficultés à trouver des outils de financement adaptés. Compte tenu du profil de risque de ces projets innovants, les solutions de financement bancaires sont souvent trop onéreuses. De plus, certains projets ne disposent pas la taille suffisante pour être financé par des bailleurs de fonds, et doivent donc se tourner vers des banques commerciales, coûteuses et peu habituées à ce type de projets. Les bailleurs de fonds, les acteurs privés ainsi que les Etats doivent donc avoir une action coordonnée afin de diversifier l'offre de financement accessible pour les porteurs de projets de valorisation de la biomasse agricole.

Les axes prioritaires suivants doivent être envisagés :

- **Les bailleurs de fonds peuvent mettre en place des facilités de financement concessionnel spécifiquement pour des projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole.** Ces apports de financement bancaire permettraient d'améliorer la rentabilité des projets en réduisant la charge de la dette et donc les charges pesant sur le projet en phase d'exploitation et seraient adaptées pour des projets publics et privés de production d'électricité connectés au réseau.
- **Apporter des subventions afin de financer les coûts de construction des projets.** Ces subventions peuvent prendre plusieurs formes, comme un pourcentage des coûts de construction ou un complément de rémunération, qui permet d'augmenter le niveau de revenus que reçoit le projet sans augmenter le tarif par kWh payé par les citoyens. Ces subventions peuvent être apportées soit par les bailleurs de fonds, soit par les autorités. Il est nécessaire afin de dimensionner ces subventions de réaliser des études préliminaires afin d'évaluer le besoin d'apport nécessaire à la rentabilité du projet et de définir les modalités d'accès à ces subventions.
- **Enfin, les bailleurs de fonds peuvent mettre en place des lignes de financement dédiées auprès de banques locales et régionales,** pour financer spécifiquement des projets de valorisation énergétique de la biomasse agricole de petite et moyenne échelle. En effet, les bailleurs de fonds ne disposent souvent pas des équipes et des moyens pour financer directement des projets de taille réduite (méthaniseur de petite taille par exemple). Il est donc pertinent de soutenir le développement du financement local pour ce type de projet, soit via des lignes de financement dédiées, soit par la mise en place de garanties. De même que dans le cas de mise en place de subvention, le besoin de financement doit être estimé en amont, afin de définir précisément les lignes de financement devant être accordées, leurs modalités d'accès et les relais auxquels ces lignes doivent être accordées.

GESTION DURABLE ET VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

Comme pour la première partie sur les déchets agricoles, cette partie présente les choix techniques, institutionnels, réglementaires et organisationnels idoines à réaliser prioritairement pour une gestion durable des déchets ménagers et industriels en zone UEMOA, ainsi que les politiques et programmes pouvant être mis en place dans cette perspective par les différents acteurs.

Il est également important de préciser que des solutions de valorisation énergétique ne peuvent être pensées et mises en place sans repenser à la structuration de la filière dans son ensemble. C'est pour cette raison qu'une proposition de structuration de la filière idoine est présentée en amont des politiques et programmes pouvant être mis en place.

I. Principales solutions techniques de valorisation énergétique des déchets ménagers

Cette sous-partie vise à présenter les choix technologiques les plus pertinentes à prioriser compte tenu de leur efficacité énergétique, de leur faisabilité technique et de la disponibilité des ressources afin de valoriser énergétiquement les déchets ménagers et industriels dans la zone UEMOA.

I.1. Méthanisation à petite échelle : Programme National de Biodigesteur

I.1.a Technologie de méthanisation

La méthanisation consiste en une « dégradation naturelle de la matière organique contenue dans les fumiers ou autres résidus organiques par des microorganismes vivants sans oxygène via un digesteur » (Catherine Brodeur et al, 2008). Cette réaction produit du « biogaz » à partir du carbone contenu dans la matière organique. Ce biogaz est composé de méthane (50-75 %), de dioxyde de carbone (25 à 45 %) ainsi que de quelques autres éléments (moins de 2 %) tels que l'hydrogène sulfureux (H₂S), l'hydrogène (H₂), l'eau (H₂O), l'oxygène (O₂), l'ammoniac (NH₃) et l'azote (N₂). Il peut par la suite être valorisé pour la production combinée d'électricité et de chaleur ou encore pour des applications de cuisson.

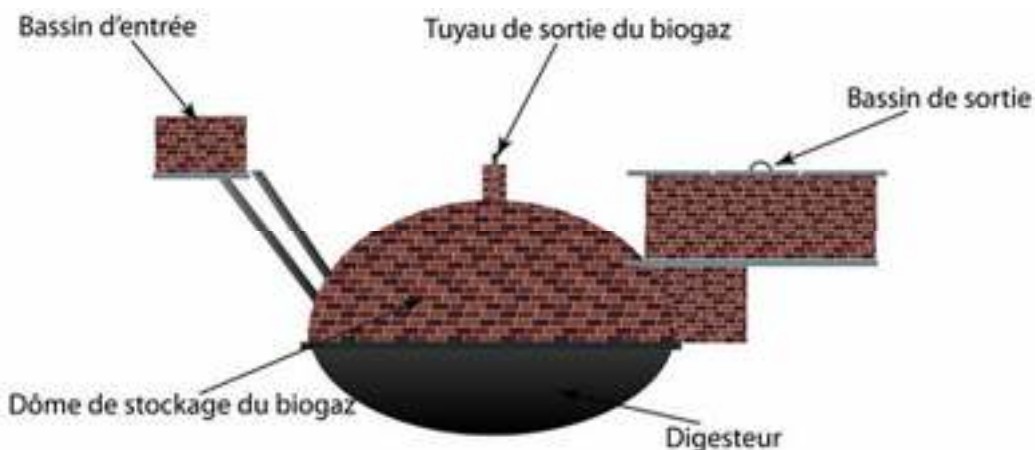
La particularité de cette technologie est qu'elle utilise essentiellement des déchets organiques fermentescibles et peut être mis en application aussi bien à l'échelle d'un ménage qu'à l'échelle industrielle.

Ainsi, la fraction organique des déchets ménagers tel que mise en exergues dans le flux des déchets ménagers dans tous les pays étudiés peut être utilisée pour la production du biogaz quel qu'en soit l'échelle. La contrainte principale pour les déchets ménagers sera le tri à la source afin d'isoler les fractions organiques fermentescibles du reste. Le succès de ces initiatives repose donc très fortement sur la sensibilisation et la co-construction des projets avec les populations locales.

I.1.b Approche technologique du point de vue d'un programme pays

L'utilisation de cette technologie pour des applications de cuisson a été mise en avant par exemple par le PNB-BF (Programme National de Biodigesteurs du Burkina Faso) via des digesteurs de 6, 8 et 10m³. L'approche technique est la production du biogaz à partir des déjections animales (bouse de vache, crottins de porcs) ou autres résidus organiques. L'alimentation du digesteur se fait en continu. Le biogaz produit est dépourvu de vapeur d'eau via un piège à eau et est utilisé pour la cuisson via un foyer à gaz ou pour l'éclairage via une lampe à biogaz. Le digestat, sous-produit de la méthanisation est utilisé pour des applications agricoles. Au 31 décembre 2020 le PNB-BF comptait à son actif près de 14 215 biodigesteurs construits et mis en exploitation.

Figure 6. Modèle de digesteur à dôme fixe développé par le PNB-BF (Faso BIO-15)⁶



Ainsi la mise en échelle sous forme d'un programme pays pour la méthanisation à l'échelle d'un ménage nécessite de travailler sur : (i) une technologie de digesteur éprouvée (digesteur à dôme fixe Faso BIO-15) ; (ii) deux à trois tailles standards (maximum) de digesteurs retenus dans le cadre du programme ; (iii) la construction des digesteurs avec des matériaux 100% locaux ; (iv) une approche intégrée de transfert de compétences et de savoir-faire aux artisans locaux ; (v) le traitement plus accentué du biogaz avec spécifiquement l'élimination du sulfure d'hydrogène (qui est très corrosif) afin d'augmenter la durée de vie des brûleurs et lampes à biogaz ; (vi) l'extension à l'utilisation d'autres types de déchets organiques en dehors des bouses de vaches, en l'occurrence la fraction organique des déchets ménagers.

⁶ « La technologie du biodigesteur », information du Programme National de Biodigesteurs

I.1.c Atouts et contraintes de la méthanisation à petite échelle

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none">• Pas de compétition alimentaire• Technologie simple, adaptable (petite/grande échelle, urbain/rural), peu coûteuse• Une des solutions aux problèmes d'eaux usées• Agriculture est la colonne vertébrale du développement économique en zone rurale ; génération de déchets méthanisables	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilité des matières organiques et de l'eau• Troupeaux de petite taille : peu de fumiers• Nomadisme, difficulté à récolter les fumiers• Manque d'installations appropriées pour la récolte de déchets liquides (investissement nécessaire)

I.2 Méthanisation à grande échelle : Exploitation du biogaz des décharges

I.2.a. Principe technique et schéma décisionnel de validation d'un site pour exploitation

À l'intérieur des casiers situés dans les centres d'enfouissement ou des décharges, les matières organiques se dégradent sous l'action de différents micro-organismes, qui prolifèrent dans les environnements humides et privés d'oxygène. Les plus actifs sont les bactéries dites « méthanogènes », dont la respiration anaérobie produit du méthane (CH₄)⁷.

Ce phénomène spontané produit un biogaz principalement constitué de méthane et de dioxyde de carbone (CO₂). Il contient également des traces d'hydrogène sulfuré (H₂S), d'ammoniaque (NH₄), d'hydrogène (H₂), des composés organiques soufrés (appelés « mercaptans ») et différents acides à l'état gazeux ou sous forme d'aérosol.

Le captage du biogaz s'effectue au moyen d'un dispositif d'aspiration (surpresseur) relié d'un côté à un réseau de canalisations dont les ramifications plongent au cœur des massifs de déchets, et de l'autre à une torchère ou une unité de valorisation.

Le dégagement du biogaz dans les décharges est un phénomène naturel qui est observée à différents degrés dans quasiment toutes les décharges et centres d'enfouissement des déchets. Ce potentiel qui pourrait être important reste à ce jour sous-évalué et non exploité dans quasiment tous les pays de zone UEMOA. La décharge d'Akuedo en Côte d'Ivoire a fait l'objet de plusieurs études de détermination de la composition du gaz qui émane naturellement de ladite décharge ainsi que son potentiel de production.

⁷ <https://waga-energy.com/tout-savoir-sur-le-gaz-de-decharge/>

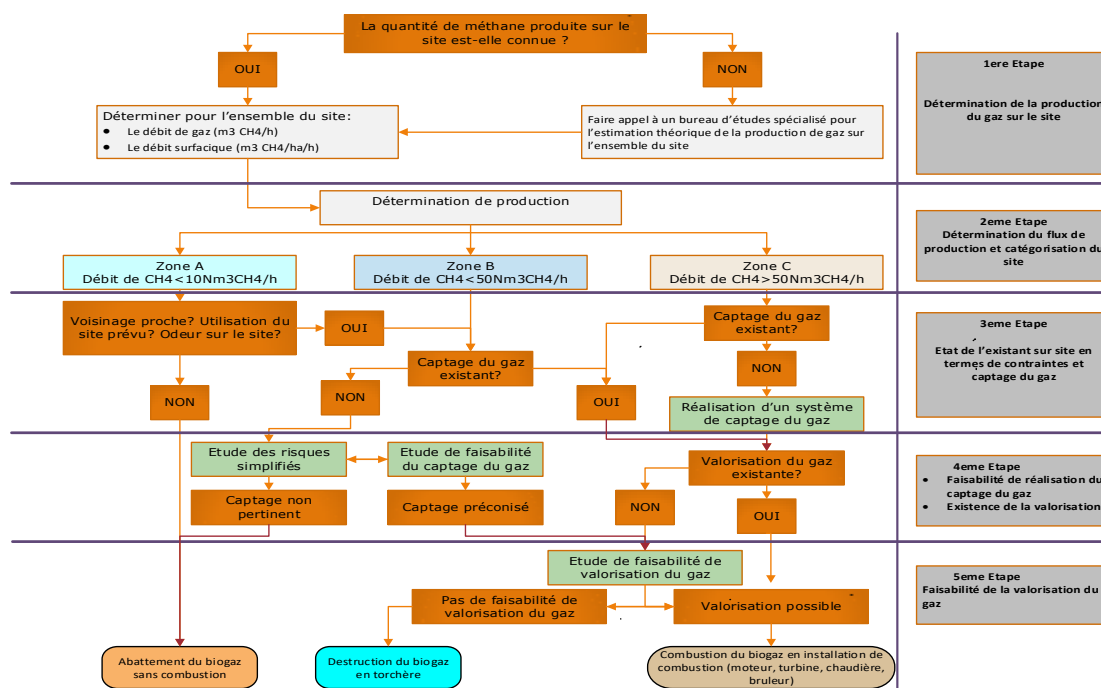
Il est ressorti de ces études que la décharge d'Akouédo présente un potentiel important de production de méthane qui pourrait être récupéré et valorisé à des fins énergétiques. Un phénomène similaire a été souligné dans le centre d'enfouissement technique d'Aképe au Togo mais, sans aucune exploitation à ce jour.

L'exploitation du biogaz issus des décharges pour produire de l'énergie serait une approche technologique à mettre en avant dans les différents pays étudiés puisque ceux-ci disposent tous de décharges et/ou centres d'enfouissement des déchets. Il faut souligner ici que suivant la composition du gaz et la quantité produite, trois situations peuvent se présenter :

- Abattement du biogaz sans combustion ;
- Destruction du biogaz en torchère
- Combustion du biogaz en installation de combustion (moteur, turbine, chaudière, bruleur)

Afin de parvenir à l'une des trois situations précédentes il est indispensable d'exécuter le logigramme présenté par la figure ci-dessous. La BOAD pourrait éventuellement initier des projets/études d'exploitation de gaz de décharge sur la base de ce logigramme.

Figure 7: Logigramme décisionnel pour la détermination du mode gestion/valorisation du gaz de décharge



I.2.b Atouts et contraintes

I.3. Combustion (chaudière) production de chaleur et d'électricité des déchets

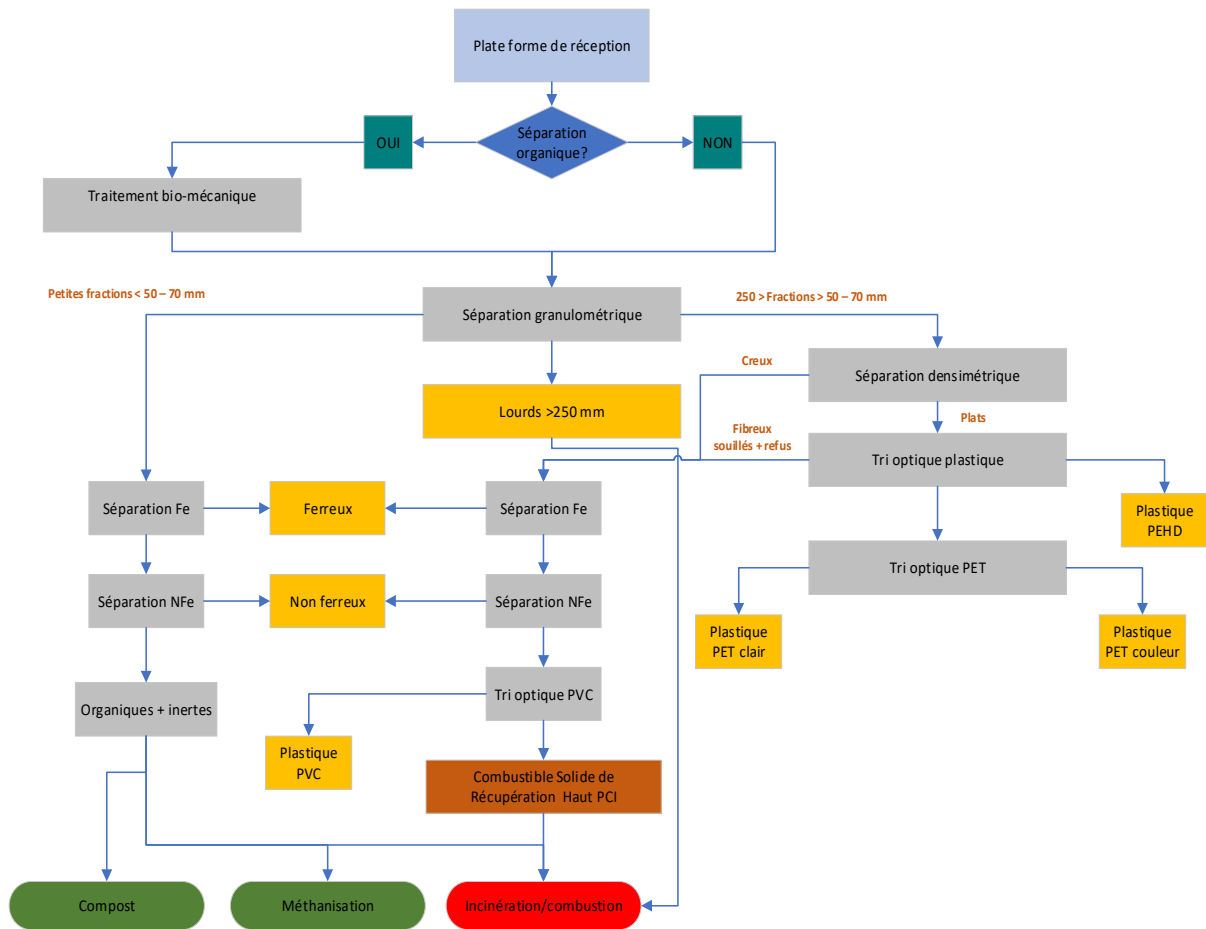
Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Grand potentiel de production de biogaz • Technologie simple et facile d'exploitation • Réduction des émissions des gaz à effet de serre dégagés au sein des décharges (méthane capté puis brûlé en produisant du CO2 à plus faible impact sur l'effet de serre) • Réduction des nuisances olfactives sur les sites de décharge 	<ul style="list-style-type: none"> • Composition du biogaz très instable • Mix de déchets enfouis non maîtrisés • Pas d'installation pilote en cours d'exploitation dans la zone UEMOA • Nécessité d'un système supplémentaire pour la gestion du lixiviat (fraction liquide dégagée lors du stockage/enfouissement des déchets)

ménagers

Cette technologie est la même que celle développée aux paragraphes A.1 et A.2. La différence fondamentale repose sur le type de déchets utilisés. Il s'agit de certains déchets ménagers et industriels solides.

Pour parvenir à la valorisation énergétique de ces déchets via cette technologie, ces derniers doivent être intégrés à un schéma global de gestion des déchets présenté par la figure ci-après. Au-delà des contraintes et atouts développés dans le paragraphe A.3, le principal challenge pour l'extension de cette technologie pour la valorisation énergétique des déchets ménagers reste le tri.

Figure 8. Schéma général d'un Tri Mécano Biologique -TMB (RECORD 14-0245/1A, 2017)



Sur la base de ce schéma de tri, les déchets ménagers pourraient déboucher sur la production du compost ainsi que la méthanisation et la combustion/incinération des déchets.

II. Proposition de structuration de la filière idoine pour une gestion durable des déchets ménagers et industriels

Cette sous-partie vise à proposer une structuration optimale de la filière de gestion des déchets ménagers et industriels pour les pays de la zone UEMOA, en tenant compte des bonnes pratiques et des situations observées dans et hors de la zone UEMOA durant la phase 1 de l'étude. Si chaque pays à ses propres caractéristiques, l'analyse des pays dans la zone UEMOA a permis d'identifier un cadre réglementaire et organisationnel efficient pour une gestion durable et une valorisation des déchets ménagers et industriels.

Cette sous-partie cible ainsi les parties de la filière de gestion des déchets ménagers et industriels (à l'exclusion des déchets agricoles) qui sont indispensables à l'efficacité de la filière et à la mise en place future de solutions de valorisation énergétique. Cette sous-partie doit donc être lue en

parallèle des conclusions présentées de l'état des lieux réalisé dans la phase 1 de l'étude. En effet, la filière de gestion de déchets ménagers et industriels est insuffisamment structurée dans une large majorité des pays de la zone UEMOA. Exception faite de la valorisation énergétique des déchets plastiques et parfois des déchets organiques, un large pan des filières de valorisation des déchets ménagers et industriels est soit incomplet, soit manquant. La valorisation de ces déchets reste très peu développée dans la plupart des pays de la zone UEMOA. Néanmoins, certaines initiatives ont été identifiées à ce jour : valorisation de déchets plastiques dans une certaine mesure, mise en place de centrales électriques à biogaz pour la valorisation de déchets organiques en zone urbaine ou dans les décharges, installation de biodigesteurs, etc.

Afin que ces expériences soient transposées et répliquées à une plus grande échelle, et que d'autres initiatives se développent, il est nécessaire de structurer la filière de gestion et de traitement des déchets ménagers et industriels. C'est ce que propose cette sous-partie. Une structuration commune aux déchets ménagers et industriels (hors déchets agricoles) est présentée car ces déchets répondent aujourd'hui aux mêmes enjeux, rencontrent les mêmes acteurs et suivent les mêmes filières de traitement.

II.1. Une planification, un contrôle et un suivi centralisé et indépendant de la filière

Comme cela a été souligné dans le benchmark réalisé en phase I, tous les pays de l'espace UEMOA ont mis en place des programmes, stratégies et cadres réglementaires pour régir la gestion des déchets solides sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Ces mesures devront être développées et élargies à l'ensemble des déchets ménagers et industriels afin d'assurer un taux de collecte satisfaisant pour le cadre de vie des populations mais aussi pour disposer de gisements significatifs afin de développer dans un second temps des activités de valorisation à l'échelle industrielle.

L'expérience de nombreux pays ayant mis en place une filière de traitement des déchets ménagers et industriels efficace montre que la coordination et la régulation de la filière doit être assurée par une entité centrale, qui doit disposer du plus grand degré d'autonomie possible (à l'image des entités de gestion du secteur de l'électricité dans la plupart des pays de la sous-région). Alors que les communes (pour les déchets ménagers) et les industries (pour les déchets industriels) seraient en charge de la collecte et que les régions ou l'état central pourraient assurer le traitement des déchets (tri et décharges), cette entité est essentielle à la coordination des acteurs et à la planification de la gestion des déchets : déchets recyclés, déchets valorisés, déchets réutilisés, déchets traités. Une telle entité permet un suivi en continu des déchets et des moyens de gestion des déchets (déchetteries suffisantes, installation de centres de tri, etc.). Cette entité permettrait notamment d'encadrer et d'accompagner la mise en place de partenariats public-privé (par

exemple via des appels d'offres et la négociation de ces partenariats). Enfin celle-ci peut jouer un rôle dans la sensibilisation des populations, notamment pour la mise en place du tri des déchets.

L'autonomie de cette entité passe par une indépendance financière et organisationnelle vis-à-vis de l'Etat central. A ce titre, cette entité et ses investissements peuvent être financés via des ressources dédiées, comme une taxe sur les déchets, prélevée auprès des acteurs (entreprises comme particuliers). Afin de faciliter le prélèvement de cette taxe, celle-ci peut être incluse dans le paiement de l'électricité ou de toute autre taxe déjà prélevée (par exemple la taxe d'habitation). Cette entité peut également être financée via une redevance ou par les ressources relatives à l'application du principe de pollueur-payeur.

II.2. Approche d'acquisition des déchets ménagers et industriels

Déchets ménagers

Ils devront être issus d'un système de TMB tel que présenté à la figure 6. La fraction organique est orientée vers la valorisation par méthanisation et une partie de la fraction solide dédiée à la technologie de combustion. Ainsi, l'acquisition devra se faire soit à partir des centres de pré-collecte des déchets ménagers, soit au niveau des centres d'enfouissement technique ou centre de traitement et de valorisation des déchets. Il paraît indispensable de disposer au sein de ces centres d'un système de TMB. Ainsi, le promoteur devra contracter avec les autorités municipales pour l'acquisition des déchets solides municipaux avec un coût d'achat des déchets bien clair. Il pourra aussi explorer la possibilité de contracter avec les acteurs informels et autres associations qui interviennent dans la collecte des déchets. Du point de vue logistique, il sera préférable que le promoteur dispose de sa propre logistique pour acheminer les déchets des centres de collecte vers la centrale. Il pourra éventuellement en fonction du contexte sous-traiter en totalité ou partiellement cette activité.

Une fois les conditions matérielles de cette collecte mise en place, son succès repose également sur la sensibilisation des populations. Celle-ci doit avoir comme premier objectif d'améliorer le taux de collecte en incitant les populations à jeter leurs déchets dans des poubelles plutôt que dans la nature. Ensuite, elle pourra se tourner vers les questions de tri (qui simplifie le travail des acteurs des projets de valorisation des déchets et réduits leurs coûts).

Déchets industriels

Ils devront directement être collectés auprès des industriels à des points précis suivant un calendrier d'enlèvement prédéfini. Ainsi, il est recommandé au promoteur de contracter directement avec les industriels et de négocier les prix de la biomasse en fonction des caractéristiques et du point de livraison. La logistique d'acheminement des déchets sur le site devra être assurée par le promoteur. Il pourra éventuellement en fonction du contexte sous-traiter en totalité ou partiellement cette activité.

II.3. Un système de pré-collecte et de collecte efficient et disposant de sources de financement

Le système de collecte et de pré-collecte est dans la plupart des pays de la zone UEMOA informel. Cela pose deux difficultés : (i) cela entraîne une collecte sélective des déchets ménagers et industriels et (ii) cela ne permet pas une collecte et une valorisation efficiente des déchets. Il est donc essentiel que la pré-collecte et la collecte des déchets soient encadrées par la réglementation.

Il s'agit en particulier de responsabiliser les acteurs sur le devenir des déchets qu'ils produisent. Cela passe par :

- La mise en place de la Responsabilité Elargie du Producteur, associé au principe de pollueur-payeur pour les producteurs primaires de déchets donc pour les industriels. Ces principes pourront être étendus aux importations. Le principe du pollueur-payeur transfère tout ou partie des coûts de gestion des déchets vers les producteurs. Cet outil doit permettre à l'entité publique en charge de la supervision de sanctionner financièrement via une amende les acteurs qui ne respecteraient pas leur obligation de traitement des déchets. Ces principes et mécanismes réglementaires sont aujourd'hui en vigueur dans de nombreux pays, comme en Europe, ce qui permet de s'en inspirer et d'en répliquer le fonctionnement dans les pays de la zone UEMOA.
- La collecte et le traitement des déchets produits par un industriel doit être à la charge de cet industriel. Celui-ci doit donc prendre en charge les coûts de collecte des déchets et de traitement jusqu'à traitement final. Dans le cas où l'industriel ne s'occuperait pas du traitement des déchets qu'il produit, il aurait alors à payer une redevance à l'Etat, qui se substitue alors à l'industriel pour le traitement de ses déchets. Le montant de cette taxe pourrait également varier en fonction du traitement choisi pour les déchets de l'industriel (ex : être plus onéreuse si le déchet n'est ni recyclé, ni réutilisé, ni valorisé mais uniquement enfoui ou détruit).
- La responsabilisation des ménages et des industries dans la gestion et surtout le tri à la source des déchets. En effet, le tri sélectif à la source, donc au niveau des ménages et des industries permet de réduire les coûts de tri et donc de valorisation en aval. Cette responsabilisation des ménages et des industries doit passer par de la sensibilisation des acteurs, par la mise en place de mesures incitatives ainsi que par l'accès au niveau local à des lieux de collecte adaptés (à l'échelle des quartiers).
- La prise en charge par les autorités de la pré-collecte et de la collecte de l'ensemble des déchets ménagers. Cette activité répond à une mission de service public et est indispensable pour éviter une collecte partielle des déchets ménagers.

Il est également important de déléguer la collecte et la pré-collecte des déchets aux autorités locales, donc aux communes. Pour leur permettre de supporter la charge de ces tâches, il est nécessaire de mettre en place une fiscalité locale dédiée. Celle-ci peut par exemple être prélevée au niveau des taxes locales.

De manière générale, une filière idoine de collecte des déchets ménagers et industriels est une filière disposant de plusieurs échelons de granularité : des installations de pré-collecte aux plus près des zones de vie, des centres de collecte, des centres de regroupement des déchets. Il s'agit

également d'une filière capable de collecter séparément les déchets dangereux ou sensibles (déchets médicaux, déchets faisant porter un risque sanitaire, etc.)

Bonnes pratiques : introduire dans la réglementation le principe de Responsabilité Elargie du Producteur

La REP est une approche de politique environnementale dans laquelle la responsabilité d'un producteur à l'égard d'un produit s'étend au stade post-consommation de son cycle de vie. Une politique de REP est caractérisée par :

1. Le transfert des responsabilités (physique et / ou économique ; totale ou partielle) en amont des municipalités vers les producteurs ; et
2. Inciter les producteurs à tenir compte de considérations environnementales lors de la conception de leurs produits.

II.4. Une filière de tri permettant une valorisation de chaque type de déchet

Une filière de tri des déchets ménagers et industriels est essentielle à la mise en place ultérieure d'activités de valorisation, qu'elles soient énergétiques ou autres. Le tri est pour l'instant réalisé de façon sporadique et uniquement pour les déchets à haute valeur ajoutée, généralement recyclés et/ou revendus. Les autres déchets restent généralement mélangés, empêchant le développement à coût raisonnable de toute activité de valorisation. Plus le tri est réalisé en aval de la filière de gestion des déchets et plus il est coûteux. Il est donc nécessaire que la réglementation et l'organisation de la filière permette un tri des déchets.

Ce tri doit être réalisé en amont des actions de traitement différencié et d'élimination des déchets. Le tri peut avoir lieu à la source (installation d'éco-poubelles chez les producteurs de déchets, chez les particuliers, réalisation de collectes sélectives afin de récupérer séparément les matériaux valorisables, etc.). Un autre niveau de tri consiste à assurer le tri au niveau d'unités de tri (dans ou à l'extérieur des centres de collecte), ou davantage en aval dans les centres de récupération des déchets, aussi appelées déchetteries.

Une stratégie nationale doit précisément définir les modalités de tri des déchets, en fonction de la nature de ceux-ci. La priorité de cette politique doit être la mise en place de mesures coercitives (pour les déchets dangereux et industriels) et incitatives (pour les déchets ménagers) pour favoriser le tri en amont des déchets.

Elle peut également encadrer, en lien avec la réglementation, le prix de revente de la tonne de déchets triée à des unités de valorisation des déchets (énergétique ou non). Il est important que

ces modalités de tri et de revente soient pensées de façon différenciée pour chaque type de déchet.

Enfin il faut noter que les revenus de la valorisation des déchets ne couvrent pas forcément les coûts du tri. L'Etat joue alors un rôle central dans la viabilisation économique de cette filière de tri, car le tri des déchets participe à des externalités sociales positives (éviter un tri sélectif, améliorer le bien-être et la gestion durable des déchets, etc.), et peut donc répondre à une logique de service public. Le tri des déchets industriels peut alors être pris en charge par les industriels (principe de responsabilité du pollueur-payeur) et le tri des déchets ménagers par les collectivités locales ou l'Etat. On peut également envisager la mise en place de partenariat public privé, financé en partie par la revente des déchets mais aussi nécessairement par une contribution de la partie publique (subvention ou redevance à la tonne traitée).

II.5. Une filière de valorisation des déchets règlementée et disposant d'un cadre réglementaire spécifique et incitatif

Comme pour les déchets agricoles, la valorisation des déchets doit faire l'objectif d'un cadre réglementaire précis et exhaustif, pour chaque type de déchets, ainsi que d'incitations réglementaires et financières afin de soutenir ces initiatives, qui répondent à des enjeux de durabilité, de développement de l'économie et de bien-être des populations.

Les activités de valorisation, qu'elles soient énergétiques ou non, doivent être encadrées par la réglementation qui doit en préciser les conditions, les modalités de mise en place et les droits associés. Ainsi, comme pour les déchets agricoles, il est nécessaire de formaliser les activités suivantes :

- Les projets d'autoconsommation, en particulier afin de leur donner la possibilité de revendre la production d'électricité excédentaire sur le réseau sous certaines conditions (obtention d'autorisations, taille limite et volume limite, etc.) ;
- Les partenariats publics-privés de valorisation énergétique des déchets : mise en place de contrats-cadres, autorisations spécifiques, garanties apportées par l'Etat, fiscalité spécifique.

De plus, la réglementation est un outil pertinent afin de stimuler la mise en place de projets de valorisation. Tout comme le principe du pollueur-payeur permet d'inciter les industriels à limiter les déchets produits et à traiter leurs déchets, il peut être envisagé un mécanisme de bonus attribué aux industries qui valorisent leurs déchets. Une fiscalité incitative doit également être développée, comme pour les projets de valorisation agricole, afin de diminuer les coûts supportés par les projets de valorisation en période de construction et en période d'exploitation.

Les activités de valorisation énergétique doivent faire partie de la stratégie nationale de gestion des déchets mais ne peuvent constituer le seul mode de traitement. Il est nécessaire que les pouvoirs publics mettent en place une stratégie intégrée de gestion des déchets afin d'associer les différents modes de traitement : recyclage, réutilisation, produits dérivés, mise en décharge, valorisation énergétique, etc. La valorisation des déchets ne peut pas être pensée indépendamment du traitement des déchets qui ne peuvent être valorisés.

III. Recommandations d'actions prioritaires à réaliser par les différents acteurs

Cette sous-partie a pour objectif de présenter, de façon non exhaustive, les recommandations de programmes et politiques devant être mises en place prioritairement par les différents acteurs (Etats, bailleurs de fonds, autres organisations) afin de soutenir la mise en place de projets de valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels dans les pays de la zone UEMOA. Cette sous-partie s'appuie donc sur les technologies prioritaires présentées dans la sous-partie I, et sur la structuration idoine de la filière proposée dans la sous-partie II. Cette sous-partie vise également à préciser le rôle des différents acteurs dans la mise en place de ces programmes et politiques.

III.1. Mettre en place des programmes d'accompagnement du secteur public

Plusieurs axes de réformes prioritaires ont été identifiés afin d'accompagner le secteur public dans (i) la structuration de la filière de gestion et traitement des déchets ménagers et industriels et (ii) stimuler la mise en place de projets de valorisation énergétique des déchets. Les axes d'actions prioritaires suivants à mettre en place par les bailleurs de fonds pour accompagner les acteurs du secteur (Etats, acteurs privés, institutions de financement, etc.) ont été identifiés dans cette perspective :

- **Accompagner les Etats dans l'intégration de la valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels dans la stratégie nationale de développement du secteur de l'électricité.** Il est important dans chaque Etat membre que des canaux de communication soient mis en place entre les structures en charge du secteur de l'électricité (ministère de l'énergie et autorité indépendante de régulation) et celles en charge de la gestion des déchets (ministères de la santé, ministère de l'urbanisme, agence indépendante de gestion des déchets si elle existe). Les bailleurs de fonds peuvent apporter un soutien organisationnel (mise en place d'une Task Force par exemple) pour améliorer la communication entre les différentes structures publiques et intégrer la valorisation des déchets ménagers et industriels dans la stratégie nationale.
- **Soutenir les Etats dans la mise en place d'une stratégie intégrée de gestion des déchets ménagers et industriels et proposer des normes régionales.** Le manque de stratégie intégrée au niveau national complique la mise en place de projets de valorisation des déchets car cela rend difficile les projections. La mise en place d'une stratégie intégrée, qui présenterait les objectifs de traitement des déchets, par type de déchet et par solution de traitement (réutilisation, recyclage, valorisation énergétique, enfouissement, etc.) serait de nature à rassurer les acteurs et à faciliter la mise en place de projets. Les bailleurs de fonds pourraient apporter un soutien financier et technique aux Etats afin d'établir des feuilles de route intégrées de gestion des déchets (soutien financier et technique à la contractualisation d'experts, synthèse des bonnes pratiques, encadrement des objectifs, etc.). Il est nécessaire que l'ensemble des acteurs (entreprises impliquées dans les filières de gestion des déchets, acteurs du secteur informel, organisations, etc.) soient impliqués dans cette réflexion et la réalisation de ces feuilles de route. La proposition de normes et standards au niveau régional peut catalyser ces efforts et permettre un alignement sur les meilleurs pratiques de la région.
- **Soutenir les Etats dans la mise en place d'agences dédiées à la gestion des déchets ménagers et industriels et proposer un cadre de dialogue régional.** Pour cela, les Etats

auraient besoin d'être accompagnés par des experts et de s'inspirer des agences existantes dans d'autres pays ou géographies. Ces experts auront pour mission d'accompagner l'acteur public afin (i) d'identifier le rôle et les caractéristiques que doit avoir l'agence et (ii) de mettre en place opérationnellement cette agence. Les bailleurs de fonds peuvent dans cette perspective accompagner l'acteur public dans la sélection, la contractualisation et le financement de ces experts. Ces agences créées au niveau national pourraient ensuite se regrouper et échanger au sein d'un cadre régional (par exemple en s'inspirant de la démarche du WAPP dans le secteur électrique).

- **Apporter un soutien technique et financier aux Etats au renforcement du cadre réglementaire**, comme dans le cadre de la biomasse agricole. Il paraît nécessaire pour les autorités publiques de structurer d'un point de vue réglementaire les activités suivantes : (i) activités d'autoconsommation et possibilité de revente de l'excédent de production sur le réseau, (ii) partenariats publics-privés avec des IPPs dans le cadre de projets de valorisation énergétique des déchets ménagers et industriels qui induisent une revente de l'électricité sur le réseau national (soutien à la mise en place des contrats cadres, tarif réglementé, etc.). Sur ces différents points, les bailleurs de fonds peuvent apporter un support aux Etats dans la sélection, la contractualisation et le financement des consultants ou experts choisis (experts légaux, financiers, etc.) qui peuvent être nécessaires au renforcement du cadre réglementaire.
- **Accompagner les autorités publiques dans la responsabilisation des industries dans la gestion de leurs déchets**. Les industries sont à la fois productrices de déchets primaires (ex : industrie produisant un produit ensuite distribué puis générateur de déchets après usage par le consommateur) et de déchets finaux (ex : déchets directement produits par l'industriel et sortant d'une usine). Il est donc pertinent d'obliger les industries à prendre en charge leurs déchets. Plusieurs pistes d'actions sont envisagées : (i) l'obligation réglementaire des industries à prendre en charge le traitement de leurs déchets (soit en s'occupant directement de contractualiser des prestataires, soit en payant un coût de traitement aux collectivités), (ii) la mise en place du principe de « Pollueur-Payeur » et (iii) la mise en place du principe de « Responsabilité Elargie du Producteur » (REP). Les bailleurs de fonds, en coordination avec les représentants de la société civile et les industriels, peuvent donc accompagner les autorités dans l'inscription réglementaire et dans la mise en œuvre de tels principes. Cet accompagnement peut passer par un soutien légal à la modification de la réglementation (financement d'un conseil légal) et par un soutien technique dans la mise en œuvre opérationnelle de ces principes (financement d'un accompagnement technique afin d'encadrer le principe, de communiquer sur ces nouveaux principes, etc.).

- **Accompagner la structuration des filières de collecte et de tri**, par plusieurs leviers, dont en particulier : la mise en place de programmes de renforcement des capacités, que ce soit auprès d'agents des services publics impliqués dans les filières de gestion des déchets ou auprès de professionnels impliqués dans ce secteur ; la réalisation et le financement d'études préliminaires visant à concevoir et encadrer la mise en place d'installations de collecte ou de tri ; la mise en place de financements concessionnels dédiés pour participer au financement d'installations de collecte et de tri. L'appui technique apporté par les bailleurs de fonds dans la structuration de ces filières devra également intervenir en coordination avec les acteurs déjà présents dans les filières de tri et de collecte des déchets comme les associations, les collectifs, les représentants de la société civile et les entreprises.
- **En parallèle d'un accompagnement dédié à la structuration des filières de collecte et de tri des déchets ménagers et industriels, il est nécessaire que les bailleurs de fonds accompagnent les Etats dans la mise en place d'une fiscalité dédiée à la gestion des déchets ménagers et industriels.** En effet, la collecte et le tri des déchets, malgré une possible prise en charge partielle par les entreprises, font peser un coût et une charge organisationnelle sur les pouvoirs publics. Il est donc nécessaire que les Etats mettent en place une fiscalité dédiée qui puisse répondre à la charge financière que ces activités représentent. Cette fiscalité est un échelon indispensable à la pérennité des activités de collecte et de tri car elle permettrait de sortir ces activités de l'arbitrage budgétaire de l'Etat. Pour les déchets ménagers, il est recommandé en ce sens de prendre en compte dans la taxe foncière (largement répandue dans les pays de la zone UEMOA) une redevance pour enlèvement des ordures ménagères. Cette fiscalité doit également être applicable aux entreprises, afin de couvrir la collecte et le traitement des déchets organiques et résiduels des entreprises. Cette fiscalité applicable aux entreprises va de pair avec la mise en place de l'obligation des entreprises à prendre en charge le traitement des déchets, de l'opérationnalisation du principe de « Responsabilité Elargie du Producteur » et du principe de « Pollueur-Payeur ». Enfin, il est nécessaire de définir une fiscalité incitative, afin de stimuler le développement de projets de production d'électricité à partir de déchets ménagers et industriels (par exemple des droits de douane réduits sur le matériel nécessaire à de tels projets, des taxes réduites pendant la construction des projets ou pendant la période d'exploitation, etc.). Pour accompagner la mise en place d'une telle fiscalité, les bailleurs de fonds ont la possibilité d'appuyer la sélection, la contractualisation et le financement de missions de conseil (conseils légaux, spécialisés dans la salubrité urbaine, etc.), en coordination avec les acteurs présents dans la chaîne de valeur de gestion des déchets et les représentants de la société civile. Ces conseils auraient alors pour mission (i) d'identifier les besoins financiers nécessaires aux activités de collecte et de tri, (ii) de définir les ressources fiscales devant être mises en place afin de répondre aux besoins

identifiés (mode de prélèvement, assiette et taux, conditions, etc.), (iii) d'encadrer les modalités d'utilisation de ces nouvelles ressources fiscales et (iv) d'accompagner les autorités dans l'opérationnalisation de cette ressource fiscale.

III.2. Mettre en place des programmes de soutien financier pour la collecte et le tri des déchets

Comme souligné précédemment, la structuration des filières de collecte et de tri des déchets ménagers et industriels est indispensable à l'émergence de projets et de solutions de valorisation de ces déchets. Concrètement, cela revient à faire émerger et coordonner suffisamment d'acteurs afin de pouvoir collecter et traiter l'ensemble des déchets ménagers et industriels produits, sans exclure aucun déchet, à permettre une juste circulation d'informations entre les acteurs (origine et destination des flux de déchets, composition des déchets, prix de revente des déchets, etc.). Des filières de collecte et de tri matures sont essentielles afin de proposer aux porteurs de projets de valorisation des déchets des garanties sur l'approvisionnement en matière première (ici les déchets) et sur le coût de ces déchets.

La structuration de l'amont de la filière de gestion des déchets est donc indirectement au service de l'émergence de projets de valorisation, énergétique ou non, des déchets ménagers ou industriels. Afin de soutenir le secteur privé dans la structuration de l'amont de la filière de gestion des déchets, il est recommandé aux bailleurs de fonds de prioriser les axes suivants :

- **Apporter des subventions pour réduire les coûts de collecte et de tri des déchets des entreprises engagées dans la valorisation énergétique des déchets.** En l'absence de subvention ou de rémunération à la tonne traitée, le coût de la collecte et du tri est à ce jour un des principaux freins à la mise en place de projets de valorisation des déchets rentables. De nombreux acteurs qui désirent valoriser les déchets doivent souvent internaliser des activités de collecte et de tri, du fait de manque de structure existantes. Ces subventions pourraient notamment être conditionnées à l'atteinte d'objectifs de collecte (par exemple afin de s'assurer que la collecte réalisée par l'entreprise est non-sélective, c'est-à-dire ne se limite pas à un seul type de déchet). La mise en place de tels outils de subvention par les bailleurs de fonds nécessite de (i) définir précisément le coût des activités de collecte et de tri des déchets, (ii) définir précisément le complément nécessaire à l'atteinte de la rentabilité des projets de valorisation des déchets, de (iii) dimensionner l'échelle de ce soutien financier et enfin de (iv) définir les modalités d'attribution de ces subventions (conditions d'éligibilité, processus d'obtention, etc.).

- **Dans un second temps, soutenir le financement par des banques locales des activités de collecte et de tri des déchets.** Certaines entreprises réussissent à développer des activités de tri et de collecte économiquement viable (souvent grâce à des subventions ou une rémunération à la tonne traitée dans le cadre de PPP). Malgré cela, comme pour toutes les activités innovantes, ces entreprises font face à des difficultés de financement et doivent notamment composer avec des offres de financement bancaires onéreuses. Pour y répondre, les bailleurs de fonds ont la possibilité de mettre en place des lignes de financement dédiées auprès de banques régionales ou locales spécifiquement pour les entreprises opérant dans les filières de collecte et de tri des déchets.

III.3. Apporter un soutien financier et technique aux IPPs

En coordination avec les stratégies et programmes de structuration des filières de collecte et de tri des déchets ménagers, et dans le cadre d'une stratégie intégrée de gestion des déchets ménagers et industriels (prenant en compte les activités de réutilisation, de recyclage, les différentes formes de traitement), il semble pertinent de stimuler la mise en place de projets de valorisation énergétique des déchets. Les bailleurs de fonds peuvent participer à stimuler l'émergence de telles initiatives et à soutenir les initiatives existantes. Plusieurs axes prioritaires ont été identifiés :

- **Offrir des subventions pour les projets pilotes ou les études de faisabilité,** afin de permettre de faire émerger et rendre bancable des projets innovants ou pionniers dans leur filière.
- **Participer au financement bancaire de grands projets sur le réseau de production d'électricité à partir de déchets ménagers et industriels.** Les bailleurs de fonds ont la possibilité de définir des conditions de financement spécifiques pour ces projets, car ils répondent à des objectifs de développement et de durabilité. En particulier, il serait pertinent de mettre en place des facilités de financement concessionnel pour des projets développés par des IPPs, afin d'en améliorer la rentabilité.
- **Développer des solutions de financement adaptées aux petits et moyens projets, notamment en déployant des lignes de financement dédiées auprès de banques locales et régionales.** Cette mesure permettrait de soutenir les projets qui rencontrent des difficultés de financement (du fait de leur profil de risque et des risques pesants sur leur niveau de revenus) tout en stimulant l'écosystème financier local. En parallèle de la mise en place de ces lignes de financement, il s'agirait de renforcer les capacités des acteurs de financement locaux et régionaux, par exemple via la mise en place de formations sur la question des déchets et de leur valorisation.

Références

1. Banque Ouest-Africaine de Développement (BOAD), 2020. Djoliba Plan Directeur Stratégique 2021-2025
2. UEMOA, 2008, Acte additionnel N°01/2008/CGE/UEMOA portant adoption de la politique commune d'amélioration de l'environnement de l'UEMOA
3. Catherine Brodeur et al. (2008). La biométhanisation à la ferme. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Publication no EVC 033.
4. Energy Facility ; 2012. Fiche projet Réf. EuropeAid/123607/C/ACT/ACP « Renforcement des capacités des Collectivités, de la Société Civile, des secteurs privés et Public dans les pays membres de la CEDEAO dans le domaine de l'Energie ».
5. FasoBiogaz ; 2012. Fiche de présentation du projet de construction et exploitation d'une centrale électrique à biogaz à Ouagadougou – Burkina Faso au profit de FasoBiogaz.
6. François-Xavier Coullard, 2011. Cours 2iE, Biomasse Energie : Les voies Thermochimiques.
7. GIZ, 2021. Rapport de démarrage (final) « Étude de faisabilité d'installation de 04 centrales à gazéification de biomasse pour la production d'électricité à base d'énergies renouvelables au profit du mix énergétique National du Bénin ».
8. RECORD 14-0245/1A ; 2017. Valorisation énergétique des déchets par voie thermochimique (pyrolyse, dépolymérisation, gazéification). Retour sur les développements passés et avis d'expert.
9. DJOLIBA, Plan Stratégique 2021-2025, Banque Ouest Africaine de Développement, septembre 2020
10. Rapport « La gazéification de la biomasse » d'Energy Facility (Renforcement des capacités des collectivités, de la société civile, des secteurs privé et public dans les pays membres de la CEDEAO dans le domaine de l'Energie), CIRAD et 2iE partenaires du projet.
11. « Loi N°014-2017/AN portant réglementation générale du secteur de l'énergie », Etat du Burkina Faso