



Recommandations

1. Pris à sa juste mesure dans le cadre d'un mix énergétique, le biogaz (méthanisation) contribuerait à la couverture énergétique des pays d'Afrique de l'ouest. Il est essentiel de stimuler des processus intégrés de planification et de coordination qui permettent de surmonter les approches sectorielles.
2. Le recyclage des Produits Résiduaire Organiques (PRO) en fertilisants agricoles et en énergie à travers la méthanisation nécessite la maîtrise de ces ressources. Les pouvoirs publics doivent instaurer au niveau de tous les secteurs générateurs de PRO, une systématisation de la collecte des statistiques.
3. Le développement de la méthanisation ne peut se réaliser sans l'appui institutionnel au niveau national et local. Aujourd'hui, les subventions se focalisent sur l'installation de l'unité de méthanisation. Une répartition rationnelle de la subvention autour de l'investissement à l'équipement et de l'écoulement des sous-produits du traitement (fertilisant et biogaz) pourrait appuyer ce développement et sa pérennisation.
4. Disposer d'une masse critique de spécialistes est l'un des facteurs clés du développement de la méthanisation en Afrique de l'ouest. Il faudrait impulser l'élaboration et la diffusion de curriculums incluant les outils d'aide à la décision pour la formation des techniciens à tous les niveaux (écoles professionnelles, instituts technologiques, universités, etc.).
5. L'accès aux informations relatives à la disponibilité des ressources organiques au niveau local, à la valorisation des sous-produits, aux sources de financement, aux technologies appropriées doit être facilité aux porteurs de projet, aux praticiens à travers des incubateurs locaux. Appuyer la mise en place de ces structures d'accompagnement décentralisées qui regroupent les autorités locales, les services techniques et les communautés est nécessaire.

Développement intégré de la méthanisation en Afrique de l'Ouest

La croissance démographique, l'évolution des modes de vie et de consommation ont engendré une intensification des systèmes de production agricoles et des activités industrielles aboutissant à l'émission de grandes quantités de Produits Résiduaire Organiques (PRO). En présence d'un système de gestion inadéquat ou déficient, ces PRO peuvent causer des nuisances pour l'environnement et la santé humaine. La méthanisation et les technologies de production de biogaz à partir des PRO sont uniques, comparées aux autres sources d'énergie renouvelable en ce sens, qu'elles permettraient à plusieurs secteurs économiques prioritaires en Afrique subsaharienne d'en tirer parti.

La production d'énergie propre et d'électricité décentralisée contribue dans le cadre d'un mix énergétique à réduire l'impact négatif de l'utilisation du bois et des énergies fossiles comme combustibles.

Une meilleure gestion des sources de déchets et des pollutions ainsi que la mise en œuvre d'un mode de cuisson propre contribuent à une amélioration de l'assainissement, de l'hygiène et de la santé.

Le recyclage des biodigestats sur les sols cultivés contribue à l'amélioration des performances agricoles et à la sécurité alimentaire.

Enfin, la méthanisation génère également de nouveaux modèles commerciaux et des opportunités, contribuant à l'emploi et aux moyens de subsistance.

L'adoption des énergies renouvelables dans les économies en développement augmente rapidement. En 2005, l'initiative *Biogas Africa* a été lancée à Nairobi. Depuis lors, de nombreux acteurs ont participé à diverses initiatives et programmes de partenariat pour soutenir le développement de la méthanisation. Cependant sa diffusion en Afrique subsaharienne rencontre des obstacles clés, tels que : contraintes de mobilisation des résidus organiques issus des activités humaines, coûts élevés de construction, maturité insuffisante des programmes nationaux de biogaz, barrières techniques, institutionnelles et socioculturelles.

Des informations et des modèles novateurs sont nécessaires pour soutenir le secteur privé, les gouvernements et la société civile afin de permettre une plus large adoption et dissémination de la méthanisation et d'accroître encore la proportion d'énergies renouvelables en Afrique.

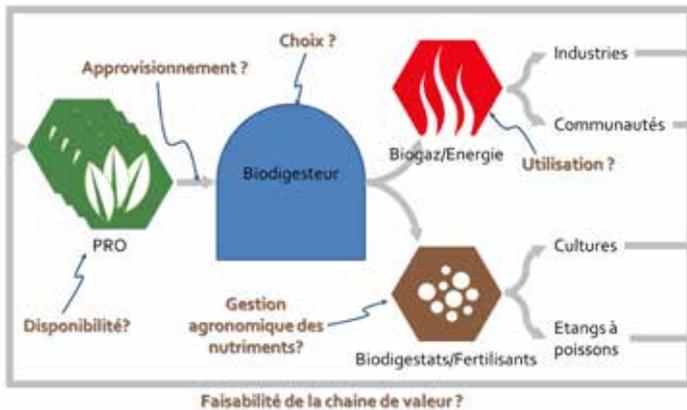
Les bio-wastes, qu'est-ce que c'est ?

L'Afrique dispose d'un potentiel abondant de biomasse sous forme de résidus organiques d'origine végétale ou animale, agricole, agro-industrielle et urbaine, ce qui est théoriquement suffisant pour produire la bioénergie complémentaire nécessaire dans le mix énergétique pour satisfaire la demande totale/nationale d'électricité. Environ 850 millions de personnes cuisinent et chauffent leurs habitations à l'aide de foyers traditionnels et de poêles simples qui brûlent de la biomasse (bois, fumier d'animaux et résidus de récolte) et du charbon en Afrique subsaharienne. Il existe des possibilités d'utiliser durablement la biomasse disponible.

Dans WABEF, *bio-wastes* signifie déchets biodégradables. Ce sont les Produits Résiduaux Organiques (PRO) au sens large issus des activités humaines agricoles, agro-industrielles et urbaines tels que les fumiers, lisiers, déchets d'abattoirs, déchets alimentaires, les biodéchets des ménages au sens strict de la Directive-cadre Européenne, les boues d'épuration et de vidange.

Le potentiel d'utilisation des PRO pour produire de l'énergie et des fertilisants est basé sur la connaissance des volumes accumulés. Cependant, dans la plupart des pays, ces gisements sont méconnus et ne sont pas qualifiés ; laissant les décideurs politiques et les entrepreneurs sans informations de base pour définir une politique incitative ou sur comment et par quoi démarrer un projet. Ainsi, pour chaque étape de la chaîne de valeur, WABEF propose un outil opérationnel permettant de répondre aux questions : quelle disponibilité des PRO ? Quel approvisionnement pour quelle technologie de méthanisation ? Quelle valorisation pour le biogaz et quelle gestion agronomique des digestats ? Quelle faisabilité pour l'ensemble de la chaîne de valeur ? Et quelles connaissances et savoirs transmettre aux décideurs et aux praticiens.

Filière de méthanisation et questions à adresser pour élaborer un plan



d'affaires viable et pour aider à la prise de décision raisonnée

wabef.cirad.fr

WABEF a effectué une analyse du secteur du biogaz et des technologies disponibles dans un certain nombre de pays de l'UE et d'Afrique, en ciblant le fonctionnement, l'environnement, l'intégration dans les structures organisationnelles existantes ainsi que les conditions sociales, économiques et politiques. Les leçons à retenir pour les pays d'Afrique de l'Ouest sont 1) de sécuriser le flux d'approvisionnement en PRO ; 2) de bénéficier d'une politique d'incitation proposée par l'Etat ; 3) de sécuriser l'écoulement et le recyclage des digestats.

Leçons et défis

Les technologies sont disponibles, fiables et de plus en plus compétitives en termes de coûts. La mobilisation des investissements nécessaires exige que les gouvernements et l'ensemble des acteurs concernés travaillent à l'instauration d'un climat politique favorable et de cadres réglementaires. Une approche intégrée doit également permettre une gestion adéquate de l'information, de la chaîne technologique adaptée, des ressources de PRO et le recyclage des digestats.



Potentiel bioénergétique

- Le Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la CEDEAO (CERECEC) suggère que l'alimentation électrique de l'Afrique de l'Ouest peut être basée jusqu'à 54% sur les énergies renouvelables en 2030, y compris l'hydroélectricité. La plupart des pays de la CEDEAO ont fixé des objectifs d'une utilisation de 10% à 20% d'énergie renouvelable (hors hydroélectricité) en 2020 et 2030 respectivement.
- Bénin importe près de 80% de son électricité, alors qu'il dispose d'une capacité annuelle de production de biomasse (PRO agricoles et biodéchets des ménages) en principe suffisante pour satisfaire la demande nationale d'électricité. En 2025, le Bénin vise un mix énergétique comprenant 25% d'énergies renouvelables.
- Au Sénégal, WABEF a calculé la disponibilité potentielle des PRO agricoles et municipaux (en tonnes de matière sèche par an, base 2013). Les déjections animales maîtrisables représentent 2,311 millions de tonnes ; la production de résidus de cultures : 2,426 milliards de tonnes ; les biodéchets des ménages : 0,216 million de tonnes et les boues de vidange maîtrisables : 8,713 millions de tonnes.

Afin de gérer durablement le développement urbain et rural, une planification et une coordination adéquates sont nécessaires pour assurer des synergies dans le nexus entre les aliments, les déchets, l'eau et l'énergie adaptées au contexte local. L'évaluation correcte des flux nationaux et locaux de PRO, des besoins de développement et des marchés doivent donner lieu à des approches qui s'inscrivent dans l'élan du développement.



Unité d'alimentation du Transpaille® et les gazomètres à Teriya Bugu

Songhaï au Bénin

Songhaï est un système original de développement intégré, créé depuis 1985, qui place le développement du capital humain et la bioénergie au centre de la pyramide des productions primaire, secondaire et tertiaire. La production des bioénergies est basée sur : le solaire photovoltaïque offrant de l'électricité, et sur la biomasse provenant des résidus organiques des plantes, des animaux, des poissons, offrant par méthanisation du biogaz et par gazéification du syngaz. Actuellement, le Centre Songhaï de Porto-Novo produit en moyenne 1 300 m³ de biogaz par mois, alimentant deux générateurs d'une puissance totale de 75 kW pour la production d'électricité. Cette production d'électricité hors réseau satisfait 10% des besoins énergétiques des trois secteurs de production du Centre à un tarif moyen de 111 FCFA/kWh. Les digestats (11 tonnes/semaine) sont utilisés pour la fertilisation de 5 ha de cultures maraichères et fruitières et 2 ha d'étangs piscicoles ce qui permet d'éviter l'utilisation de 1,4 tonnes d'engrais chimique par an.

Les interactions entre les différents secteurs du Centre, les uns étant sources de résidus organiques ou d'énergie les autres étant des puits permettent de générer de manière distribuée l'énergie nécessaire pour une croissance socio-économique large et inclusive dans les zones rurales et urbaines. Songhaï propose ce modèle de ville rurale verte africaine, renforcé par l'utilisation des technologies de l'information et de la communication, dans 17 pays africains dont le Bénin et le Nigéria et dans le monde.



AEDR-Teriya Bugu au Mali

Teriya Bugu, « la case de l'amitié » en bambara, à 2 heures de Ségou en direction de San, est une plate-forme de développement durable et solidaire intégrant une ferme agricole, un centre de développement des bioénergies, des activités communautaires (dispensaire et école) et des activités hôtelières et touristiques.

L'Association d'Entraide pour le Développement Rural gère le site dans un esprit de développement local soutenant la communauté rurale de Korodougou. Le mix bioénergétique appuyant le fonctionnement des activités est basé sur la production de 8 000 litres d'huile végétale pure de Jatropha par an dont les graines sont achetées à 100 FCFA/kg à 55 coopératives de producteurs (25 à 30 membres chacune). L'électricité produite par deux moteurs de 25 kW et 33 kW alimente le réseau indépendant de la plate-forme et du village des employés (500 personnes). L'énergie solaire permet le pompage de l'eau dans le fleuve Bani et l'irrigation des cultures ainsi que la fourniture d'eau chaude aux activités communautaires. La méthanisation des tourteaux de Jatro-

pha dans un Transpaille® d'une capacité de 50 m³ complète ce mix en produisant du biogaz (12 000 m³/an) pour les cuisines du centre et des digestats (7 tonnes/an) pour les cultures.

Cette production d'électricité et de biogaz permet à Teriya Bugu d'approcher l'autonomie énergétique et d'économiser plus sur sa facture carburant (35 000 litres de gasoil/an de consommation) soit près de 1 400 Euros/mois. Les activités de cette plateforme bénéficient ainsi à près de 7 000 personnes dans la communauté de Korodougou.

Typologies et approches

De nombreuses technologies et approches ont été testées ou émergent, particulièrement dans le nexus entre les aliments, les déchets, l'eau et l'énergie. WABEF a réalisé un inventaire des technologies de biogaz disponibles dans 4 pays européens et 5 pays africains pour apprendre des réussites et des échecs technologiques et managériaux, des facteurs politiques et réglementaires incitatifs et dissuasifs.

Promouvoir le développement de la méthanisation, c'est proposer des informations clés pour soutenir la prise de décision politique et des entreprises pour une chaîne de valeur biogaz intégrée et viable. WABEF a développé des outils d'évaluation de la faisabilité, en particulier l'évaluation du niveau de maturité de la technologie pour un contexte donné (Technology Readiness Level). Des exemples de technologies adaptables au contexte ouest-africain :

Biogaz domestique à dôme fixe pour les ménages ruraux. De nombreuses expériences existent, parfois associées au développement de mini-réseaux. Un digesteur de biogaz domestique de 6 m³ nécessite 50 kg de fumier de bovin et 50 L d'eau pour produire 2 m³ de biogaz par jour. Les femmes et les enfants n'ont plus besoin d'aller collecter du bois de feu. Et s'il est bien géré, le digesteur permet une augmentation d'environ 20 % de la production agricole sur 1-1,5 ha (HIVOS-SNV, 2017).

Biogaz communautaire pour le développement intégré de petits territoires urbains. En Allemagne, Lathen, le village de bioénergie, combine la méthanisation, l'énergie solaire et l'énergie éolienne pour produire électricité et chaleur pour les particuliers et les sociétés. Au Ghana, Safisana est un bon exemple d'une unité de méthanisation injectant l'électricité produite dans le réseau électrique. Située dans une grande communauté de bidonvilles, l'usine offre l'accès à l'assainissement à plus de 40 000 personnes et l'approvisionnement en électricité à plus de 3 000 familles par jour. Elle permet de recycler quotidiennement 13 tonnes de boues de vidange et 15 tonnes de déchets alimentaires solides ; et de fournir des digestats à près de 72 ha de terres agricoles. Elle touche directement ou indirectement 125 000 habitants des bidonvilles.

Biogaz industriel pour les entreprises agro-alimentaires. Aux Pays-Bas, Dekker utilise 13 000 tonnes de fumier principalement de vache et 10 000 tonnes de résidus de récolte et déchets alimentaires issus de supermarchés dans 2 biodigesteurs de 2 000 m³, pour produire de l'électricité (capacité 3 x 346 kWe) et de la chaleur. Le faible prix de rachat de l'électricité entrave les bénéfices, mais les économies de consommation de gaz et d'électricité sont considérables. Au Ghana, GOPDC recycle la totalité de ses effluents de production d'huile de palme dans deux lagunes anaérobies de 25 000 m³ et produit du biogaz utilisé directement pour le raffinage de l'huile produite.

Biogaz institutionnel dans les écoles ou les abattoirs. Au Sénégal, l'abattoir de Dakar recycle ses déchets (50 tonnes d'un mélange de contenus de panse, de fumiers, de sang et d'eau de lavage par jour) dans une unité de biogaz Thecogas d'une capacité de 4 000 m³, produisant 1 000 m³/j de biogaz qui génèrent 800 kWe/j et 1 700 MW/an de chaleur, couvrant 50% de la puissance et tous les besoins en eau chaude de l'abattoir. Chaque jour, l'équivalent de 80% de l'apport est évacué sous forme de digestats.

Dissémination à grande échelle

De nombreux pays ont établi des plans nationaux d'énergie et des énergies renouvelables et les ont traduits dans des cadres politiques, institutionnels et d'investissements favorables. Et un nombre important d'acteurs se sont engagés dans différentes initiatives et programmes de partenariat soutenant le développement de la technologie du biogaz en Afrique. Cependant, seuls quelques pays ont réussi à commencer à mettre en œuvre leurs politiques. Mais il existe aussi d'autres obstacles pour la dissémination à grande échelle des bonnes pratiques de méthanisation en Afrique de l'Ouest : la difficile mobilisation des PRO (régulièrement) et de l'eau (parfois) ; les coûts élevés de construction et le faible niveau des investissements locaux et internationaux ; la forte demande en main-d'œuvre ; les perceptions négatives des populations de l'utilisation des déchets ; ainsi que la maturité insuffisante des programmes de biogaz.

WABEF – *Western Africa Bio-wastes for Energy and Fertilizer* – vise à contribuer au développement durable de l'Afrique par la promotion de la digestion anaérobie pour recycler les PRO, en produisant de l'énergie pour les populations et l'industrie et des fertilisants pour l'agriculture en fermant la boucle de la matière organique par la production de digestats. WABEF s'est principalement concentré sur la question de l'accès aux données et à l'information. Pour chaque étape de la chaîne de valeur, WABEF a développé et testé des outils opérationnels. Au Bénin, au Mali, au Sénégal et au Cap-Vert des acteurs sélectionnés ont été formés à l'utilisation de ces outils et sont responsables de leur adoption et de leur diffusion.



Participants à l'école régionale WABEF à Songhaï en juillet 2017. Le développement d'une masse critique de spécialistes du biogaz et des sujets connexes est essentiel au développement en Afrique de l'Ouest. Cela nécessite l'élaboration et la diffusion de programmes d'études, y compris des outils d'aide à la décision pour la formation de techniciens à tous les niveaux (écoles professionnelles, instituts technologiques, universités, etc.).

wabef.cirad.fr

WABEF, une boîte à outil pour promouvoir la méthanisation des PRO en Afrique de l'Ouest

Quelle disponibilité des PRO ? Une méthodologie pour identifier, quantifier et évaluer les potentialités en termes de fertilisation et de production de biogaz des PRO est fournie. Trois tableaux de base de données ont été organisés (MS Excel®) pour estimer les gisements de PRO issus des activités agricoles (cultures et élevage), des activités municipales et des activités agro-industrielles.

Quel approvisionnement pour une unité de biogaz collective ? Des modèles de simulation *Approzut* et *UPUTUC* pour l'évaluation des stratégies d'approvisionnement d'une unité de méthanisation collective. Ils sont disponibles et adaptables au contexte ouest-africain.

Quelle technologie choisir ? Le modèle d'analyse technico-économique de la méthanisation *Méthasim*® développé par l'IFIP est en cours d'adaptation.

Quelle gestion agronomique des digestats et des nutriments ?

Une feuille de calcul MS Excel® servant de calculatrice pour aider les agriculteurs à mettre en œuvre une fertilisation basée sur les résidus organiques, y compris les digestats. Cet outil est opérationnel pour guider la fertilisation des cultures maraîchères pour l'instant.

Quelle valorisation pour le biogaz ? Un outil de calcul simple pour évaluer l'utilisation du biogaz par utilisation directe ou par la production d'électricité est disponible dans une feuille de calcul MS Excel® en anglais et en français.

Quelle faisabilité de la chaîne de valeur ? Trois outils de tableur pour aborder la faisabilité de la chaîne de valeur :

1. Canevas de *business model* général Bio-wastes pour l'énergie et les fertilisants (BEF),
2. Outil d'évaluation, de suivi *FIETS* et
3. Outil de *Product Market Cluster* pour les décideurs.

Quelle formation initiale et professionnelle ? Des cours sur l'approche et les outils de WABEF, inclus dans un programme d'études supérieures au Sénégal et à inclure dans d'autres, sont proposés pour la formation de techniciens, d'ingénieurs, de praticiens et de décideurs dans l'agriculture, l'agro-industrie et l'agriculture secteurs.

Ce policy brief a été élaboré par la Fondation RUAF (Pays-Bas) en partenariat avec le Cirad (France), UCAD et IAGU (Sénégal), AEDR Teriya-Bugu (Mali), Songhaï (Bénin) dans le cadre de l'action *Western Africa Bio-wastes for Energy and Fertilizer (WABEF)*.

Les auteurs sont très reconnaissants envers l'ensemble des acteurs de l'énergie, de l'agriculture, de la recherche, du développement et de l'enseignement béninois, maliens, sénégalais et cap-verdiens ayant participé à l'Ecole Régionale WABEF. Leur participation a permis la finalisation de ce policy brief et nous les

remercions très chaleureusement pour leurs contributions.

WABEF est une action du Programme de Coopération de l'Union Européenne et du Groupe d'Etats Afrique Caraïbe Pacifique pour la Science et la Technologie (UE-ACP S&T II) identifiée par le contrat n° FED/2013/330-225. Cette publication a été produite avec l'aide financière de l'Union Européenne. Son contenu relève de la responsabilité exclusive des auteurs et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant les points de vue de l'Union Européenne.

Ce policy brief fait partie de la Collection Policy Briefs de la Fondation RUAF.

Auteurs : R. Van Veenhuizen et M. Dubbeling (Fondation RUAF), M. Ba (Iagu), S. Niang (UCAD), M. Kamaté (AEDR Teriya-Bugu), J. Lekoto (Songhaï), J.-M. Médoc (Cirad)

Crédits photos : Equipe WABEF, 2014-2017
Mise en forme : F. Hoekstra (Fondation RUAF)
Date de publication : Août 2017

Le Programme UE-ACP S&T II est financé par l'Union Européenne et implémenté par le Groupe d'Etats ACP.