

COMPTE-RENDU

ATELIER DU 14 NOVEMBRE 2017

Capitalisation des expériences biogaz et foyers améliorés à Madagascar

Avec la participation de :



Réalisé par Maud Ferrer, Chargée de Projet Energie Etc Terra - Rongead

Financé par



Table des matières

Table des matières	2
1 Introduction	3
1.1 Objectifs de l’atelier de restitution	3
1.2 Le projet Biogaz DIANA	3
1.3 Plan de la matinée	3
2 Introduction et contexte (MEEH)	4
3 Les expériences foyers améliorés	6
3.1 Bois énergie et foyers traditionnels et améliorés	6
3.2 Les foyers améliorés à Madagascar – impacts et utilisation	7
3.3 Les acteurs de la filière	7
3.3.1 Typologie des acteurs identifiés	7
3.3.2 Présentation des acteurs	8
3.4 Enjeux majeurs et questions abordées	10
4 Les expériences biogaz à Madagascar	12
4.1 Introduction	12
4.2 Les biodigesteurs – quelques aspects techniques	12
4.2.1 Définitions et fonctionnement	12
4.2.2 Types d’utilisation	12
4.2.3 Extrants d’un biodigester	13
4.2.4 Avantages et inconvénients	14
4.2.5 Conditions et paramètres	16
4.2.6 Les modèles de biodigester	16
4.3 Les biodigesteurs communautaires	18
4.3.1 Quelques exemples	18
4.3.2 Présentation du Groupe de Travail de la Gestion des Boues de Vidange	19
4.4 Biodigesteurs domestiques	22
4.4.1 Les installations à Madagascar	22
4.4.2 Les impacts à Madagascar	22
4.4.3 L’approche générale des projets de biodigesteurs à Madagascar	23
4.4.4 Acteurs biogaz domestique à Madagascar	25
4.4.5 Enjeux majeurs de la filière biogaz domestique à Madagascar	26
5 Contacts Etc Terra	27



1 Introduction

L'association Etc Terra, dans le cadre de son projet Biogaz DIANA mené par en partenariat avec l'Organisation de Soutien au Développement Rural à Madagascar (OSDRM), financé par la Fondation Aga Khan et le Programme ENERGIES de la Commission de l'Océan Indien (COI) lui-même financé par l'Union Européenne (UE), a organisé un atelier de restitution de la capitalisation des expériences biogaz et foyers améliorés à Madagascar qu'elle réalise depuis un an.

1.1 Objectifs de l'atelier de restitution

Les objectifs principaux de cet atelier était de :

- Partager sur les expériences biogaz et foyers améliorés au travers de la présentation des acteurs identifiés à Madagascar ;
- Démontrer la pertinence de l'utilisation de ces deux technologies pour répondre aux enjeux énergétiques, environnementaux et sociaux de Madagascar ;
- Initier des échanges et synergies entre les acteurs de ces deux filières.

1.2 Le projet Biogaz DIANA

Diapositive 2

Le projet Biogaz DIANA a pour objectifs de proposer des solutions alternatives à l'utilisation du bois-énergie en foyer traditionnel pour la cuisson en milieu rural des districts d'Ambanja et d'Ambilobe par le renforcement d'opérateurs biogaz et foyers améliorés existants. L'installation de 120 biodigesteurs et la commercialisation d'au moins 500 foyers améliorés permettront ainsi de

- Réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Réduire la pression sur les forêts des zones d'intervention ;
- Améliorer les conditions de vie des ménages bénéficiaires (réduction des maladies respiratoires et oculaires, amélioration des conditions de cuisson, réduction des dépenses en combustible, etc.)

Le projet Biogaz DIANA a une durée de 2 ans et un budget global de 580 000 € financé à 57 % par la Fondation Aga Khan et 43 % par la COI (UE).

1.3 Plan de la matinée

Introduction et contexte

Monsieur le Directeur des Energies Alternatives a introduit le contexte énergétique de la cuisson des ménages et de la filière bois-énergie à Madagascar.

Foyers améliorés

Après une introduction sur l'utilisation du bois-énergie en foyer ouvert et son impact dans le monde et à Madagascar, les principaux acteurs identifiés présentent leur projet et échangent sur les enjeux majeurs de la filière foyers améliorés.

Biogaz communautaire et domestique

Après une introduction sur la technologie *biogaz* et son impact à Madagascar, une présentation sur la mise en œuvre d'un projet de traitement des boues de latrines a été réalisée par le réseau Ran'éau puis les principaux acteurs biogaz identifiés présentent leur projet et échangent sur les enjeux majeurs de la filière.



2 Introduction et contexte (MEEH)

Diapositives 5 à 20

Consommation énergétique à Madagascar

Monsieur Augustin Randrianarivony, Directeur des Energies Alternatives a mis l'accent sur le fait que plus de 90 % de l'énergie consommée à Madagascar provient du bois-énergie. Les énergies alternatives comme le gaz ou l'éthanol sont encore très chères et donc difficiles d'accès pour les ménages malagasy. Par ailleurs, 97 % des ménages malagasy utilisent le bois-énergie (bois ou charbon) comme source principale d'énergie pour la cuisson. Ils sont près de 80 % à le ramasser (gratuit), 4,5 % à l'acheter et 17 % à l'utiliser sous forme de charbon. Moins de 1 % utilise une autre source d'énergie.

La demande en bois-énergie avoisinerait les 18 millions de m³ par an pour une offre permanente réduite à 9 millions de m³ par an soit un déficit annuel en bois de près de 7 millions de m³ de bois par an. Ce bois est majoritairement exploité de manière illicite et les méthodes de carbonisation ont des rendements encore très bas, de l'ordre de 10 % massique. Les ménages cuisinent encore très majoritairement (95 %) avec des foyers traditionnels (Toko Telo ou Fatapera) non économes.

La Nouvelle Politique de l'Énergie (NPE)

La Nouvelle Politique de l'Énergie (NPE), publiée en 2015 fixe pour 2030 :

- des objectifs quantitatifs notamment sur l'utilisation
 - des foyers améliorés par plus de 70 % de la population (contre seulement 4 % en 2015) ;
 - des techniques améliorées de carbonisation par 100 % des charbonniers (contre seulement 1 % en 2015) pour obtenir un rendement de l'ordre de 20 % massique.
- des objectifs qualitatifs notamment sur l'utilisation d'énergies propres, une politique de prix abordable ou l'indépendance énergétique du pays.

La Stratégie Nationale d'Approvisionnement en Bois-Energie (SNABE)

La SNABE, en cours d'élaboration par le Ministère de l'Eau, de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEEH) a fixé comme objectif principal de gérer de façon optimale la filière bois énergie afin de mieux protéger et gérer les ressources d'une part et d'assurer un approvisionnement en énergie suffisante, de meilleure qualité et au moindre coût d'autre part. Elle servira d'outil de gestion de la filière bois-énergie au niveau national en prenant en compte les spécificités locales en matière d'écologie et de ressources forestières mais également, les réalités socio-économiques régionales.

La SNABE prévoit de travailler sur 10 axes stratégiques dont 3 axes ont été évoqués.

- Le renforcement de la concurrence saine et transparente entre les acteurs de base ;
- L'appui à la professionnalisation des acteurs ;
- La collaboration avec les communautés de base (COBA).

Plan Régionale en Énergie Biomasse (PREB)

Des PREB ont été mis en place dans les régions BEONY et DIANA et est en cours d'élaboration dans la région Atsimo Andrefana. Ces plans sont élaborés sous l'impulsion des Directions Régionales et des Plateforme Régionale d'Échange sur l'Énergie Biomasse



(PREEB) afin de moderniser et formaliser tous les maillons de la filière des biocombustibles de la production à la consommation par les ménages en passant par la transformation et la commercialisation des biocombustibles.

Les objectifs cités sont :

- L’approvisionnement durable des grandes villes (comme Diego ou Mahajunga);
- La protection de l’environnement (comme les mangroves) ;
- L’énergie propre (solaire, biogaz, éthanol, etc.) ;
- Le développement durable.

Activités mises en place et à venir

De nombreux projets travaillent par exemple à améliorer la situation via :

- Des formations sur les techniques de production améliorées (mise en place de pépinières, formation aux techniques d’exploitation, etc.) sont déployées par divers projets ;
- Des formations aux techniques de carbonisation améliorée ;

Des promotions dans le domaine de l’énergie sont réalisées sur l’utilisation :

- des énergies alternatives aux bois-énergie et durables est réalisée (cuiseurs solaires, éthanol, biogaz, etc.).
- des foyers améliorés à bois et à charbon.

Un travail sur la normalisation des foyers améliorés est en cours dans le cadre de la SNABE en partenariat avec tous les acteurs de la filière.



3 Les expériences foyers améliorés

3.1 Bois énergie et foyers traditionnels et améliorés

Diapositives 22 à 25

Le bois-énergie dans le monde et à Madagascar

Dans le monde, près de 2,5 milliards de personnes utilisent des combustibles solides à base de biomasse (principalement le bois-énergie) pour la cuisson.

Le bois énergie est utilisé car il est :

- **Disponible** – les ménages peuvent généralement collecter le bois à proximité de leur ménage. Ils sont autonomes et indépendants de fournisseurs extérieurs et donc d'éventuelles pénuries inopinées.
- **Accessible / abordable** – la plupart des ménages collectent le bois gratuitement. Lorsqu'il est vendu (sous forme de bois ou de charbon), il reste le combustible le moins cher sur le marché.
- **Facile d'utilisation** – l'utilisation du bois-énergie ne nécessite aucun changement d'habitude des ménages qui l'utilisent depuis de nombreuses générations.

Le bois-énergie est utilisé pour la cuisson par 80 % des habitants des pays en développement, 90 % en Afrique et plus de 92 % à Madagascar.

Par ailleurs, selon l'Agence Internationale de l'Energie, d'ici 2030, plus de 100 millions de personnes supplémentaires utiliseront le bois-énergie dans le monde.

A Madagascar, cette tendance se confirme car les solutions alternatives sont encore très difficiles à mettre en place à cause de leur coût mais aussi de l'enclavement des villages ruraux et du mauvais état du réseau routier. Ainsi le bois-énergie restera le combustible principal des ménages malagasy et des solutions doivent être mises en place pour réduire leur consommation quotidienne.

Les foyers traditionnels et améliorés

95 % de la population à Madagascar utilise le bois-énergie en foyer traditionnel (Toko Telo ou Fatapera). Mais ces foyers ont des rendements très faibles (de l'ordre de 15 à 18 % pour les foyers traditionnels à bois) ce qui implique une consommation de bois très importante. Les fumées émises par leur utilisation sont très nocives et provoqueraient plus de 12 000 décès prématurés, principalement de femmes et d'enfants, chaque année à Madagascar (et près de 3,5 millions dans le monde). Leur utilisation est très sensible aux conditions extérieures (pluie, vent, etc.) et les risques de brûlure élevés.

Les foyers améliorés ont été conçus afin de réduire la consommation de combustible et l'émission de fumées nocives par

- L'utilisation d'argile qui stocke la chaleur ;
- L'utilisation d'une coque métallique qui limite les pertes de chaleur et protège l'argile ;
- La mise en place d'une chambre de combustion qui permet de :
 - diriger la chaleur par convection (mouvement de l'air) directement vers la marmite
 - valoriser les gaz volatiles émis lors de la première phase de combustion ;



L'utilisation de ces foyers améliorés au lieu des foyers traditionnels permet également de réduire les temps de chauffage de l'eau et de cuisson et améliorer les conditions de cuisson, principalement pour les femmes.

3.2 Les foyers améliorés à Madagascar – impacts et utilisation

Les impacts de l'utilisation d'un foyer amélioré à la place d'un foyer traditionnel

L'étude réalisée par Etc Terra dans le cadre de cette capitalisation a permis, à partir d'hypothèses basées sur les statistiques disponibles (principalement INSTAT) d'estimer les impacts environnementaux de l'utilisation d'un foyer amélioré à la place des foyers traditionnels. En effet, un ménage réduirait ses émissions de GES de plus de 2 tCO₂ par an et éviterait la déforestation de 90 à 350 m² (selon le couvert forestier) de forêt chaque année. Dans le cas où l'objectif de 70 % fixé par la NPE serait atteint, à partir des mêmes hypothèses, ce serait entre 20 000 ha et 85 000 ha de forêt qui seraient préservés chaque année.

Cette réduction de l'utilisation des combustibles permettrait également au ménage de réaliser des économies (réduction de l'achat du combustible ou gain de temps de collecte, de cuisson ou en arrêt maladie valorisable en Activités Génératrices de Revenus AGR).

Le détail de cette étude sera fourni dans le Rapport de Capitalisation qui devrait être publié en ligne d'ici la fin de l'année 2017.

L'utilisation des foyers à Madagascar

Selon les enquêtes menées par la SNABE, seuls 4,8 % de la population malagasy cuisinent avec un foyer amélioré. Les 95 % restants utilisent les foyers traditionnels principalement pour des raisons de prix et de durabilité.

Selon l'étude de marché réalisée par LLD pour Planète Urgence et le CIRAD dans les régions Analamanga et Itasy, les raisons de la « non-utilisation » des foyers améliorés principales sont :

- La fragilité (26 % des répondants)
- Le coût trop élevé (21 %)
- La rapidité de cuisson pas assez réduite (11 %)
- L'absence du marché (9 %)
- Le fait qu'ils ne soient pas assez économes (5 %)
- Le poids trop important (4 %)

Il est essentiel de noter que pour 24 % des interrogés qui n'utilisent pas de foyers améliorés, il n'y a pas de raison particulière. Ils sont donc un marché potentiel relativement large.

3.3 Les acteurs de la filière

3.3.1 Typologie des acteurs identifiés

Diapositive 28

Les acteurs de la filière foyer amélioré identifiés peuvent être rassemblés en 4 grandes catégories.



Production – Distribution

Les acteurs de ce groupe (ADES et Tandavanala) ont choisi de mettre en place leur propre atelier de production et réseau de commercialisation.

Formation d'artisans

Les acteurs de ce groupe (GIZ, LLD pour Planète Urgence et le CIRAD) ont choisi de former et d'accompagner des artisans dans la mise en place de leur propre atelier de production (conception des modèles de foyers, mise en place de la chaîne de production, etc.) et la mise en relation avec un réseau de distribution (transporteur, commerçants, etc.). Certains matériels ont également été subventionnés.

Distribution / promotion

Les acteurs de ce groupe (WWF et WHH entre autre) ont organisé des événements de communication et de sensibilisation sur l'utilisation des foyers améliorés, en partenariat avec les acteurs de la première catégorie afin de faire la promotion de leur foyer. Les zones ciblées sont principalement les zones enclavées ou les régions dans lesquelles la pression sur les forêts est la plus grande. Les foyers étaient proposés à (très) bas prix afin d'attirer une large clientèle et faire connaître la technologie au plus grand nombre.

Cette méthode de diffusion est de moins en moins utilisée car les foyers améliorés semblent maintenant relativement bien connus de la population (70 % en milieu rural et 90 % en milieu urbain). Les prix de vente doivent maintenant correspondre davantage au coût réel de production pour la pérennité de la filière.

Formation des bénéficiaires

Les acteurs de ce groupe (initialement la JICA puis Tandavanala, AgriSud, etc.) proposent des formations en milieu rural à la conception d'un foyer amélioré « maison » à partir d'argile, de terre, de paille et d'eau. Ces bénéficiaires devront alors être formés par eux-mêmes d'autres personnes, etc. Par un phénomène de cascade, le nombre de personnes qui utilise le foyer augmente.

3.3.2 Présentation des acteurs

Diapositives 29 à 39

ADES

ADES (Association de Développement de l'Énergie Solaire) est une association de droit Suisse qui œuvre à Madagascar depuis 2000 dans le secteur des énergies de cuisson. Ayant d'abord proposé des foyers de cuisson solaire (parabole ou four solaire), l'association a développé depuis 2010 une offre de foyers améliorés à bois-énergie (bois et charbon) en argile cuite avec coque métallique. Trois modèles de foyers sont produits dans les ateliers ADES : petit (28 cm de diamètre pour les ménages), moyen (45 cm pour les restaurateurs par exemple) et grand (60 cm pour les institutions comme des hôpitaux ou des cantines). Ces foyers, garantis 3 ans, sont commercialisés dans tout Madagascar dans les 8 centres ADES et via un réseau de revendeurs formés par l'association.

Les petits foyers améliorés vendus à 10 000 MGA (pour le modèle à bois) et 15 000 MGA (pour le modèle à charbon) sont subventionnés grâce à des dons de particuliers reçus par l'association et par l'obtention de crédit carbone via l'accréditation d'ADES auprès du Gold Standard.



Tandavanala

L'ONG Tandavanala a mis en place un atelier de production de foyers améliorés dans le cadre de ses activités dans le corridor forestier à proximité de Fianarantsoa.

Dans un premier temps, l'ONG a choisi de former des bénéficiaires de zones rurales enclavées à la fabrication du foyer KAMADO (proposé par la JICA) avec le soutien de WWF. Puis, elle a mis en place son propre atelier de production à Fianarantsoa avec un appui technique du CNRIT et un soutien financier de l'ICCO (financement carone). Elle produit actuellement deux modèles de foyers améliorés « Tsinjoharena », un à bois et un à charbon. Un soutien du WWF a permis à l'ONG de diffuser près de 2500 foyers améliorés à bois entre 2015 et 2017.

Tandavanala souhaite diffuser ses foyers améliorés majoritairement en milieu rural. Son plan d'affaire prévoit la commercialisation de 40 000 foyers et intègre l'obtention de crédits carbone sur ce volume. Une étude de marché réalisée dans leur zone d'action leur a permis de fixer le prix de vente de leur foyer à bois à 5 000 MGA et de leur foyer à charbon entre 10 000 et 12 000 MGA. L'ONG commercialise ses foyers par elle-même sur des marchés ou lors d'événements. Elle ne dispose pas de point de vente.

La GIZ

L'Agence de Coopération Internationale Allemande pour le Développement, présente à Madagascar depuis 1982, travaille sur les politiques environnementales ainsi que la protection et la gestion des ressources naturelles. La GIZ mène, en partenariat avec le Ministère de l'Environnement de l'Ecologie de la Mer et des Forêts (MEEMF), un Programme d'Appui à la Gestion de l'Environnement (PAGE), par l'intermédiaire du bureau d'étude ECO consulting. Une composante de ce programme vise à améliorer la diffusion et la professionnalisation de la chaîne de valeur énergie biomasse (utilisateurs de surfaces reboisées, producteurs de charbon, vendeurs de charbon, producteurs de foyers améliorés, etc.) pour réduire l'utilisation des combustibles dans 3 régions DIANA, Boeny et Atsimo Andrefana. Ainsi, cette composante prévoit, entre autre, de mettre en place une chaîne de valeur allant de la production à la commercialisation des foyers améliorés. Des artisans sont appuyés à la production des foyers améliorés (mise en place de la chaîne de production – approvisionnement, matériel de production subventionné, formation des artisans, etc.) ainsi qu'à leur commercialisation (mise en réseau des acteurs de la chaîne de valeur). Par ailleurs, les points de vente des foyers sont également soutenus (mise en valeur, communication et marketing, etc.).

Un des objectifs principaux est que cette chaîne de valeur soit autonome et viable sur le long terme. Chaque acteur impliqué doit avoir des bénéfices suffisants pour subvenir à ses besoins et le prix final du foyer doit être abordable pour les consommateurs. Ainsi, le programme a également accompagné les artisans et commerçants à la gestion financière et administrative pour réaliser ces calculs de pérennité et assurer leur autonomie.

LLD (Planète Urgence et le CIRAD)

En Mars 2015, Planète Urgence lance le projet AFIBERIA (Appui à la Filière Bois-Energie en Région Itasy et Analamanga) financé en grande partie par l'Union Européenne qui a pour objectifs de structurer la filière bois-énergie dans ces deux régions (formalisation et structuration de la filière). Les activités prévues sont le reboisement, l'appui à la carbonisation améliorée et la diffusion des foyers améliorés.



En parallèle, le CIRAD lance son projet ARINA¹, également financé par l'Union Européenne, qui a pour objectif spécifique de « Renforcer durablement les capacités de production en bois-énergie des populations rurales organisées en collectifs dans les domaines de la plantation forestière, de la carbonisation, de l'efficacité énergétique et de la commercialisation des produits. ». Parmi les résultats attendus, 30 000 foyers améliorés doivent être produits par 18 artisans formés et accompagnés par le projet dans la région Analamanga.

Dans ce contexte, Planète Urgence et le CIRAD ont fait appel à l'association LDD pour réaliser les activités liées au développement de cette filière foyers améliorés (diminution de l'utilisation du charbon, amélioration de la qualité des foyers améliorés diffusés, restructuration de la filière et professionnalisation des artisans producteurs de foyers améliorés).

Après une étude de marché sur les foyers améliorés dans les zones d'intervention, LLD a travaillé à la mise en place de 18 ateliers de production de foyers améliorés pour répondre aux objectifs des deux projets et produire et commercialiser 70 000 foyers dans les 3 années à venir. Le modèle de foyer a été conçu en partenariat avec le CNRIT.

Le projet souhaite que les ateliers soient viables et que les prix de vente des foyers améliorés permettent aux producteurs (artisans formés) ainsi qu'aux revendeurs de bénéficier d'une marge et donc d'un revenu décent avec cette activité. LLD a travaillé sur le modèle économique et la structure des coûts de chaque atelier afin de pérenniser la filière sans subvention extérieure et sans intervention du projet sur le long terme.

3.4 Enjeux majeurs et questions abordées

Diapositive 40

La demande

Grâce aux efforts menés par les différents acteurs de la filière, la technologie semble de plus en plus connue à Madagascar. En effet, près de 90 % des ménages urbains contre 70 % en milieu rural de la population déclarerait connaître les foyers améliorés. La demande augmente mais n'est pas encore suffisante pour atteindre l'objectif fixé par le MEEH de 70 % d'ici 2030. Des efforts doivent encore être menés.

Une attention particulière pourrait être portée sur les zones à fort potentiel, dans lesquelles par exemple :

- le prix du charbon et/ou du bois est élevé ;
- les distances à parcourir pour collecter du bois sont importantes ;
- la consommation moyenne des ménages (donc la taille des ménages) est importante ;
- etc.

Les critères sont à étudier pour identifier les zones à fort potentiel et y prioriser le déploiement de la filière foyers améliorés.

La communication en milieu rural peut être faite via des séances de démonstration ou la diffusion de spot sur des radios locales (« success stories », interviews d'utilisateurs, etc.). Elle doit être accentuée dans les zones à fort potentiel en priorité.

¹ <http://www.asamada.eu/portfolios/projet-arina/>



Par la suite, comme déjà réalisé par LLF dans les zones d'intervention des projets menés par Planète Urgence et le CIRAD (Analamanga et Itasy), il faudra étudier les raisons pour lesquelles les ménages n'utilisent pas les foyers améliorés et mettre en œuvre des actions correctives pour ôter ces barrières.

Le critère de la qualité, ponctuellement évoqué comme frein à l'achat, devrait être réduit par la mise en place d'une certification de la qualité des foyers améliorés en cours d'élaboration par le MEEH (dans le cadre de la SNABE).

Un des critères les plus évoqué est le prix trop onéreux des foyers améliorés.

Le prix de vente

Le prix de vente des foyers améliorés est un réel frein à l'augmentation de la demande et à la viabilité de la filière (rémunération des acteurs et autonomie de la chaîne de valeur par rapport à des subventions extérieures). Les projets ont des approches différentes.

- ADES subventionne ses modèles de foyers améliorés (grâce à la finance carbone mais principalement grâce à des dons privés). Le prix demandé pour les foyers ADES est un des plus élevés du marché mais l'association propose des garanties aux ménages (3 ans pour le modèle ménager).
- Tandavanala a mené une étude de marché dans sa zone d'intervention afin d'établir le prix « acceptable » selon les ménages ciblés. Les coûts de production étant plus élevés, l'organisation a choisi de valoriser la réduction des émissions de carbone via le marché volontaire du carbone pour subventionner le prix du foyer. La démarche est en cours de finalisation et a été étudiée dans le cadre du projet (commercialisation de plus de 40 000 foyers sur la durée du projet).
- La GIZ, qui a formé des artisans à la production de foyers améliorés et mis en place des filières locales de distribution de ces derniers a étudié, dans chacune de ses zones d'intervention, le prix que les ménages étaient prêts à dépenser pour l'achat d'un foyer amélioré. A partir de cela (ainsi que des besoins « techniques »), le projet a choisi les modèles de foyers améliorés à produire par les artisans (coût de production et adaptation aux ménages). Le projet a par ailleurs bien étudié la répartition des bénéfices pour chaque acteur de la chaîne de valeur (pour exemple, le producteur gagne 1 000 Ar par foyer vendu). Le commerçant final choisit par lui-même son prix de vente et donc sa marge. Les foyers ne sont pas subventionnés.
- LLD, suite à son étude de marché, a évalué que les ménages étaient prêts à dépenser en moyenne 5 500 MGA pour l'achat d'un foyer amélioré. Les coûts de production ont été évalués et les bénéfices de chaque acteur pris en compte dans la détermination du prix de vente. Ainsi, les foyers sont commercialisés à 6 000 MGA, sans subvention additionnelle.

Si le prix de vente reste un réel frein pour que les ménages utilisent un foyer amélioré, les acteurs devront trouver des solutions durables et viables comme l'accès à des facilités de paiement pour les ménages via des IMF par exemple.

Par ailleurs, tous les acteurs travaillent à améliorer la pérennité de la filière et réduire la part de subvention dans le prix de vente. C'est un point crucial pour assurer la durabilité de la filière et l'indépendance des acteurs vis-à-vis des aléas extérieurs (retrait des bailleurs de fonds par exemple).



4 Les expériences biogaz à Madagascar

4.1 Introduction

Les foyers améliorés permettent de réduire l'utilisation du bois-énergie mais pas de l'éliminer. Les solutions alternatives à l'utilisation du bois-énergie existent mais restent encore :

- Trop chères pour les ménages moyens malagasy (gaz, éthanol, biogaz) ;
- Souvent importées (importation des bouteilles de gaz, des foyers à éthanol, etc.) et non durables (gaz) ;
- Nécessitent un approvisionnement régulier en combustibles (gaz, éthanol, etc.) qui est difficile pour les nombreux villages enclavés de l'île.

La technologie de biodigesteurs est particulièrement répandue en Asie. En 2014, près de 43 millions de biodigesteurs étaient installés, 4,7 millions en Inde, 300 000 au Népal ou encore 180 000 au Vietnam. En Amérique Latine et en Afrique, bien qu'il y ait moins d'installations, la technologie se développe petit à petit. En Afrique par exemple, on dénombre 15 000 biodigesteurs en Ethiopie, 12 000 au Kenya et en Tanzanie ou 8 000 au Burkina Faso grâce à la mise en place du Programme « Biogas for Better Life² » et au programme « Africa Biogas Partnership Program – (ABPP)³ » principalement menés par la SNV (Organisation de Développement Néerlandaise) en partenariat avec des organismes locaux (entreprises ou ONGs) et les gouvernements.

4.2 Les biodigesteurs – quelques aspects techniques

Diapositives 45 à 53

4.2.1 Définitions et fonctionnement

Un biodigesteur est une cuve fermée hermétiquement dans laquelle on introduit des matières premières biodégradables (méthanisables). Les micro-organismes (bactéries) introduits au lancement de la réaction (naturellement présents dans les bouses ou rumen de zébus par exemple) vont digérer la matière organique pour la transformer en biogaz et en digestat.

Le biogaz peut être valorisé pour la cuisson ou l'éclairage et le digestat en engrais naturel.

4.2.2 Types d'utilisation

Biodigesteurs domestiques

Les biodigesteurs domestiques ont généralement des volumes compris entre 2 et 15 m³. Les intrants utilisés sont ceux issus des activités du ménages (bouses de zébus, déchets organiques). Le biogaz et le digestat sont également valorisés dans le cadre des activités quotidiennes du ménages. Le biogaz est utilisé pour la cuisson des repas de la famille et éventuellement pour l'éclairage (via l'utilisation de lampe à biogaz). Le digestat est utilisé sur les parcelles de la famille, donné ou revendu localement.

A Madagascar, on dénombre près de 400 unités domestiques.

² Article sur l'approche du programme [ICI](#), Analyse coûts-bénéfices [ICI](#)

³ <http://www.snv.org/project/africa-biogas-partnership-programme-abpp> ou <http://www.africabiogas.org/>



Biodigesteurs communautaires

Les biodigesteurs communautaires ont des volumes généralement supérieurs à 15 m³. Ces installations utilisent principalement les déchets *communautaires* qui sont les boues de vidange ou les déchets organiques au niveau d'un quartier ou d'une commune par exemple. Ces intrants doivent être collectés et rassemblés sur le site de traitement (parfois même prétraités) avant d'être introduits dans le biodigesteur. L'utilisation principale du biodigesteur est alors le traitement (élimination des pathogènes, digestion des molécules nocives) des eaux usées. La valorisation du biogaz et du digestat est secondaire et donc variable.

A Madagascar, on dénombre une dizaine de site de traitement par méthanisation.

Biogaz productif

Les biodigesteurs productifs ont des volumes qui dépendent du besoin de l'utilisateur. On appelle « installation productive » tout biodigesteur qui utilise des résidus d'une industrie (principalement agroalimentaire) comme intrants et valorise le biogaz pour la production de son usine.

A Madagascar, a priori, aucune installation productive n'a encore été réalisée. Des discussions sont en cours pour valoriser les jus de fermentation de traitement du cacao ou sur des sites de distillation de géranium. Le biogaz produit serait alors valorisé pour chauffer les produits des sites (fermentation ou distillation).

4.2.3 Extrants d'un biodigesteur

Biogaz

Dans le cas d'une utilisation domestique, le biogaz est principalement valorisé pour la cuisson et l'éclairage de la famille par l'intermédiaire de terminaux.

Le terminal le plus utilisé à Madagascar est le ricecooker. En effet, ce dernier fonctionne uniquement à partir de biogaz, sans utilisation d'électricité. Comme un ricecooker classique, il suffit d'allumer la flamme du ricecooker, d'introduire le riz et l'eau pour que la cuisson soit automatique. Pas besoin de surveillance. Le riz, une fois cuit est maintenu chaud (sans brûler) par le ricecooker. La consommation en biogaz de ce terminal est très économe.

Les brûleurs classique à biogaz permettent de cuire tous les autres aliments (sauce, accompagnement, etc.) et peuvent être utilisés avec tout type de marmite. Leur consommation est plus importante que le ricecooker.

Le dernier terminal également utilisé est la lampe à biogaz qui fonctionne de manière similaire à la lampe à pétrole *Petromax*. La mèche permet de brûler le biogaz qui émet alors de la lumière. Il n'y a pas d'électricité.

D'autres terminaux sont disponibles mais encore très peu utilisés à Madagascar (essentiellement à cause de leur consommation importante, prix de vente et intérêt des ménages) comme des chauffe-eaux ou chauffage qui fonctionnent uniquement au biogaz. Le chauffage peut par exemple être utilisé pour le chauffage de poussinières comme c'est le cas d'un client de l'entreprise ASENSE (en Analamanga) ou sur un site de traitement pour chauffer l'intérieur du biodigesteur et accélérer le processus de traitement (comme c'est le cas pour les site de traitement installés par EAST et Loowatt à Antananarivo).



Dans le cadre d'installation à grand volume (surtout communautaires et productives), des groupes électrogènes au biogaz peuvent permettre de transformer le biogaz en électricité. C'est le cas par exemple sur le site de traitement de l'entreprise sociale Loowatt qui transforme donc le biogaz en électricité pour une utilisation sur site.

Enfin, des recherches sont en cours (principalement par l'association JIRO à Fianarantsoa) pour valoriser le biogaz à travers un moteur et le transformer en énergie mécanique. L'intérêt serait par exemple de faire fonctionner une décortiqueuse de riz au biogaz.

Digestat et Pathogènes

Le digestat, second extrant d'un biodigesteur, peut être valorisé en engrais naturel, plus facile à assimiler par les plantes que les bouses fraîches.

Les rendements à Madagascar sont encore très faibles. Par exemple, les rendements moyens des parcelles de riz sont de 2,71 t/ha contre presque 10 t/ha en Chine ou en Thaïlande. Des analyses menées à travers le monde ont démontré l'augmentation des rendements de nombreuses cultures par la bonne utilisation du digestat sur les parcelles. Plusieurs méthodes d'utilisation existent :

- L'épandage direct, après dilution ;
- Le séchage de la phase solide pour amendement ;
- Le compostage ou lombricompostage ;
- La pisciculture ou l'algoculture.

A Madagascar, la plupart des ménages bénéficiaires ont choisi d'utiliser l'épandage direct. Aucune mesure précise n'a été réalisée (en dehors de Loowatt qui travaille actuellement sur des comparaisons de rendements, selon le mode d'utilisation, les proportions d'intrants, etc.) mais ils observent une réelle augmentation des rendements et une diminution de la présence de ravageurs.

L'association JIRO réalise également des recherches sur la valorisation du digestat en pisciculture et algoculture. L'objectif serait de nourrir des poissons et cultiver des algues protéinées qui serviraient à la nourriture du bétail (porc).

Enfin, la méthanisation des intrants permet également d'éliminer au moins 90 % des pathogènes présents dans la matière introduite (en respectant les conditions de traitement : température, temps de rétention, etc.). Cette particularité est utilisée par les sites de traitement mais également au niveau domestique puisque cela permet d'assainir les intrants.

4.2.4 Avantages et inconvénients

Avantages

Ainsi la technologie *biodigesteur* est multi-impact :

- Energie : elle produit une énergie propre pour la cuisson et l'éclairage ;
- Agriculture : elle produit un engrais naturel riche ;
- Recyclage : valorise des déchets organiques souvent non utilisés ;
- Traitement : elle traite les intrants et permet l'assainissement.

Cette technologie est entièrement décentralisée. Une fois installée le ménage n'est plus dépendant de fournisseurs comme pour la plupart des autres énergies



(approvisionnement en gaz ou en éthanol régulier). Les intrants sont des déchets organiques disponibles et gratuits.

L'utilisation d'un biodigesteur est sécurisée.

- Le biogaz est stocké à pression ambiante et les risques d'explosion sont très faibles ;
- La surproduction de biogaz est évacuée. Le méthane (principal composant du biogaz) est instable et donc très volatile. Très peu de risque qu'il s'enflamme en cas de fuite.

C'est une solution durable. Les installations ont des durées de vie relativement longue (entre 10 et 50 ans selon les modèles). Un biodigesteur valorise des déchets et permet la réduction de l'utilisation du bois-énergie. Par ailleurs l'utilisation du digestat réduit l'utilisation (potentielle) d'engrais chimiques nocifs.

Inconvénients

L'investissement initial pour l'installation d'un biodigesteur est très important pour un ménage moyen malagasy. A Madagascar, il est compris entre 2,5 millions MGA et 5 millions MGA. Les coûts de maintenance et pièces de rechange sont relativement faibles (de l'ordre de 15-20 000 MGA par an de visite de contrôle et de 100 000 MGA tous les 5-6 ans).

L'utilisation d'un biodigesteur (principalement domestique car l'objectif premier est la production de biogaz et de digestat utile au quotidien) nécessite la présence d'une personne en permanence pour le remplissage (intrants et eau) et l'entretien du réservoir.

Les modèles de biodigesteur proposés à Madagascar sont fixes et ne peuvent être déplacés en cas de déménagement.

Tout bénéficiaire d'un biodigesteur doit suivre une formation approfondie de l'utilisation et l'entretien du biodigesteur et des terminaux afin d'assurer la durabilité des installations et la bonne appropriation des bénéfices par les ménages. Il est également nécessaire de former les ménages aux bonnes pratiques de l'utilisation du digestat et du biogaz.

- Utilisation du digestat : les ménages doivent être formés à la bonne utilisation du digestat (dilution, compostage, etc.) afin d'éviter tout déversement sauvage de ce dernier. En effet, cela peut induire des pollutions des eaux et sols importantes en cas de mauvaise utilisation.
- Utilisation du biogaz : les ménages doivent être sensibilisés au fait que les fuites de méthanes (ou surproduction non utilisée) peuvent avoir des effets très néfastes sur le changement climatique. En effet, le méthane, principal constituant du biogaz a un impact 25 plus important que le carbone sur le changement climatique. Ainsi, s'il n'est pas brûlé (et donc transformé en carbone), celui-ci s'échappe et pollue l'atmosphère.

Ainsi, la formation des bénéficiaires est essentielle pour s'assurer que tous les bénéfices soient optimum et que les impacts positifs de l'utilisation d'un biodigesteur ne deviennent pas néfastes pour l'environnement.



4.2.5 Conditions et paramètres

Pour que la réaction de méthanisation ait lieu, la température intérieure de la cuve doit être relativement stable et comprise entre 8 et 70°C.

En-dessous de 8°C et au-dessus de 70°C, les micro-organismes ne survivent pas et ne peuvent donc pas digérer les matières premières.

En-dessous de 40°C, la réaction est stable mais relativement lente. Les changements de température influencent peu les bactéries. La réaction est plus rapide lorsque l'on augmente la température, mais les bactéries sont alors plus sensibles aux variations de conditions. La réaction peut s'arrêter en cas de changement brusque.

Le temps de rétention (HRT) est le temps que la matière introduite passe dans le biodigesteur. Elle dépend du volume du biodigesteur (V_b) et du volume de matière introduite chaque jour (V_q). $HRT = V_b/V_q$. Des études ont été menées et des tables existent pour indiquer (selon la température, le modèle de biodigesteur, les intrants, etc.), les temps de rétention pour optimiser la production de biogaz et le traitement (élimination des pathogènes) des matières. Elles permettent alors d'en déduire le volume à introduire quotidiennement.

Par ailleurs, des études ont également été menées pour connaître le pouvoir méthanogène des matières organiques. Selon ce que l'on introduit dans le biodigesteur (dans les mêmes conditions), la production de biogaz peut fortement varier. Par exemple, les graisses d'abattoir vont produire 3 fois plus de biogaz que les boues de latrine (pour une même quantité introduite).

4.2.6 Les modèles de biodigesteur

Il existe deux types de biodigesteurs. Les biodigesteurs dits « maçonnés » qui sont constitués d'une base en maçonnerie (briques, ciments, etc.) et « non-maçonnés » souvent principalement constitués de plastique ou PVC.

Les modèles maçonnés

Diapositive 52

Parmi les biodigesteurs maçonnés, on trouve :

- Des biodigesteurs à dôme fixe
 - A dôme maçonné (modèle proposé par l'association FAFAFI)
 - Avantages principaux : enterré donc non soumis aux variations de température extérieures et protégé des intempéries, durée de vie très longue de l'ordre de 25 à 50 ans, matériaux principalement locaux (briques, sable, gravier, fer et ciment), performance – production de biogaz importante.
 - Inconvénients principaux : coût de construction élevé, technicité de construction importante (nécessite l'utilisation d'un moule et la participation de maçons qualifiés et de main d'œuvre en nombre important), vidange complète de la cuve difficile.
 - A dôme en bâche flexible (modèle proposé par l'entreprise ASENSE et installé par la GIZ dans la région DIANA)
 - Avantages principaux : Construction en maçonnerie relativement simple, cout d'installation moins élevé, vidange et entretien relativement simple.



- Inconvénients principaux : moins robuste (bâche *garantie* 8 ans), plus soumis aux variations de température et intempéries (bâche non protégée), importation de la bâche.
- Des biodigesteurs à dôme flottant
 - A dôme solide métallique ou en plastique, cloche flottante (modèle installé pour certaines stations de traitement des boues de latrines notamment par EAST, GRET, le CNRIT, WHH)
 - Avantages principaux : maçonnerie assez classique, modèle assez robuste avec une bonne durée de vie (25 à 35 ans), vidange et entretien relativement simple, performance relativement indépendante des conditions extérieures si enterré.
 - Inconvénients principaux : technicité de construction (installation du dôme flottant), durée de vie dépend fortement de la qualité des matériaux du dôme (plastique, métallique, bâche non flexible, etc.), coût relativement élevé, dôme souvent importé.
 - A dôme en bâche non flexible (installé pour les ménages bénéficiaires de l'association JIRO à Fianarantsoa).
 - Idem à dôme solide sauf que les matériaux sont principalement locaux. L'utilisation d'une bâche peut le rendre moins robuste mais plus facile à entretenir.

Les biodigesteurs maçonnés ont l'avantage d'être majoritairement enterrés et donc moins soumis aux variations extérieures de température.

Les modèles non maçonnés

Les modèles non maçonnés sont beaucoup moins présents à Madagascar.

Concernant le modèle en fibre de verre, aucune installation n'a été recensée. Ce modèle est principalement utilisé en Asie et surtout au Vietnam puisqu'il existe des usines de fabrication locale. Les avantages principaux résident dans la facilité d'installation (kit à assembler), la durée de vie de plus de 10 ans (pour des modèles non maçonnés) et la performance. En revanche, sans usine locale, le matériel doit être importé et coûtera alors très cher. Le transport sur place des parties de la cuve sera également très difficile et onéreux. Ainsi, ce modèle ne peut pas être pertinent pour une utilisation à Madagascar tant qu'il ne peut pas être produit localement.

Les modèles en PVC peuvent être fabriqués assez simplement mais nécessite l'utilisation de bidon plastique (de type MakiPlast) qui peuvent être relativement chers. Bien qu'il puisse être fabriqué de manière relativement simple, son utilisation nécessite une connaissance de la part du ménage. La performance est relativement limitée (par rapport aux autres modèles) et dépend assez fortement des conditions extérieures. La durabilité des installations dépend du matériel utilisé et de l'entretien apporté par le ménage.

Enfin, les modèles flexibles dépendent très fortement de la qualité de la bâche utilisée. En effet, la technologie évolue et la recherche dans le domaine permet d'avoir des bâches résistantes et spécifiquement conçues pour la méthanisation. Les coûts sont très variables. Ces modèles sont en général très simple d'installation et souvent livré en kit (avec guide d'installation). En revanche, le matériel est entièrement importé et la durabilité reste à tester avec ces nouvelles technologies. La performance est relativement soumise aux conditions extérieures et les installations fortement soumises aux risques liés aux intempéries ou sabotages. A Madagascar, seul le site de traitement des boues de



latrine mis en place par un projet mené par WSUP et CARE à Antananarivo utilise cette technologie fournie par l'entreprise sociale Mexicaine Sistema.bio⁴ qui propose également des modèles domestiques. Il s'agit de la plus grande installation (en volume) à ce jour puisqu'elle a une capacité de 160 m³.

4.3 Les biodigesteurs communautaires

Depuis quelques années, plusieurs projets de traitement des boues de latrines à partir de la méthanisation ont été mis en place par plusieurs organismes internationaux à Madagascar. Cette utilisation (autre que domestique) souligne l'intérêt multiple de l'utilisation d'un biodigester.

Deux projets, menés par WHH et le CICR ont choisi une approche un peu différente de ces projets.

4.3.1 Quelques exemples

Diapositives 55 à 60

WHH

Le Projet d'Assainissement Solide et de Sécurité Alimentaire à Toliara (PASSAT) mené par WHH a choisi d'installer un biodigester maçonné à dôme flottant solide (de type Chino-Indien) qui est fonctionnel depuis 2016 et traite jusqu'à 3,6 tonnes de déchets organiques biodégradables du bazar de SCAMA de la ville de Toliara par mois. Ce biodigester produit 4m³ de biogaz par jour qui est valorisé par un entrepreneur local privé dans une gargote verte. Le digestat est valorisé en phase liquide (dilué) et solide (séché) pour du maraichage et de l'arboriculture.

Un des facteurs clés de succès principaux a été la collaboration avec la Commune de Toliara qui a permis l'obtention du terrain pour le site de traitement et l'organisation de la pré-collecte des intrants de manière gratuite. La valorisation du biogaz et du digestat avait été initialement pensée et permet la viabilité économique du site.

Le défi principal reste le coût d'investissement des installations difficile à supporter pour les communes ou les ménages.

Ce projet pilote souhaite démontrer la pertinence de l'utilisation d'un biodigester pour le traitement de déchets organiques auprès de la population locale et des institutions. Pour cela, les recommandations principales résident dans l'intégration de la formation sur la valorisation des déchets dans le programme scolaire et un engagement accru de l'Etat (partenaire institutionnel et financier) pour assurer cette vulgarisation au niveau national.

CICR

Les activités principales de la délégation régionale du CICR à Madagascar sont les visites aux personnes privées de liberté, la coopération avec les Sociétés nationales de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et la promotion du droit international humanitaire. Dans ce contexte, le CICR propose par exemple un support nutritionnel pour les prisonniers en situation de malnutrition et a réalisé des projets liés aux infrastructures pénitentiaires.

L'organisation a accompagné deux prisons de la région d'Antananarivo à mettre en place un système de traitement par digestion anaérobie des boues de latrines des prisons pour substituer aux fosses septiques et (i) améliorer le traitement des boues de latrines et

⁴ <http://sistema.bio/>



autres eaux usées et (ii) réduire la pollution de l'air intérieur par l'utilisation du biogaz à la place du bois-énergie. Le CICR a mis en place deux installations. Un premier biodigesteur de 50 m³ a été réalisée et inaugurée en juin 2016 et un second de 30 m³ a été finalisé fin 2016. Le modèle choisi est un biodigesteur enterré maçonné à dôme fixe en béton armé. Les biodigesteurs sont autonomes et se remplissent sans manutention via la connexion directe aux latrines de la prison. Le projet, entièrement financé par le CICR, a permis aux prisons bénéficiaires d'avoir un système d'assainissement plus approprié et plus simple d'utilisation (moins de maintenance et vidange) ainsi qu'un système de cuisson plus propre et moins couteux que le bois-énergie utilisé jusqu'alors. Le digestat (ou eaux usées traitées) est rejeté sans valorisation.

Vidéo de présentation du Projet [Madagascar : du biogaz dans les prisons](#).

4.3.2 Présentation du Groupe de Travail de la Gestion des Boues de Vidange

Diapositives 61 à 78

Les principes fondamentaux

Actuellement, à Madagascar, les ménages urbains qui bénéficient de latrines privées choisissent majoritairement de déverser les boues dans les rivières ou canaux avoisinants ce qui implique de réels problèmes environnementaux et de santé publique.

Les projets de gestion des boues de vidange ont pour objectif de fournir une solution d'assainissement en milieu urbain qui prend en compte les 3 maillons de la filière :

- L'accès à des latrines individuelles ;
- L'évacuation et le transport des boues ;
- Le dépotage et le traitement.

Pour la bonne exécution de ces projets, il est essentiel :

- De coopérer avec les communes concernées dès le lancement du projet afin de renforcer ses capacités dans l'optique de sa future gestion du service dans son ensemble ;
- De travailler avec les autorités compétentes comme le MEEH ou l'ONE (pour l'obtention du permis environnemental) qui pourront appuyer la mise en œuvre de projet.

La filière assainissement liquide

L'accès

La défécation en plein air est encore une pratique très courante à Madagascar, même en milieu urbain. Il est donc essentiel, dans un projet de gestion des boues de vidange, de prévoir une activité de fourniture de latrines.

Pour cela, les projets doivent identifier les technologies adaptés selon le contexte de la zone d'intervention. Il s'agira par exemple d'étudier le contexte environnemental (proximité des nappes, etc.) et des ménages bénéficiaires (moyens financiers, place disponible, etc.)

Il faut également prévoir des activités de sensibilisation de la population ciblée afin de les inciter à s'équiper ou améliorer leur équipement. Des campagnes de sensibilisation sont organisées par les projets ou les communes.



Enfin, il est essentiel de mettre en place un dispositif de suivi local (en partenariat avec les autorités locales telles que les Fokontany, les agents communautaires, les associations locales, etc.) afin d'évaluer l'appropriation des ménages et les activités à mettre en place pour renforcer le déploiement des latrines.

L'évacuation et le transport

Les solutions d'évacuation des boues dépendront des modèles de toilettes et des boues (plus ou moins liquides) à collecter (besoin de pompes, etc.).

Concernant le transport de ces boues, le matériel à utiliser dépend principalement du contexte urbain :

- Accessibilité des ménages dont les boues sont collectées ;
- Accessibilité du site de traitement ;
- Moyens de transport adaptés au réseau routier de la ville,
- Etc.

Les boues peuvent être transportées par camion, charrettes motorisées ou à bras, diables, etc.

Pour réaliser ces activités d'évacuation et de transport, il est crucial de former des vidangeurs afin de les professionnaliser et de formaliser leur activité. Ainsi, cela leur permettra d'améliorer leurs conditions de travail (matériel de protection – sécurité et hygiène, protection sociale, etc.) et d'avoir une reconnaissance de leur métier.

Enfin, un plan d'affaire doit être réalisé sur la base d'études socio-économiques (moyens économiques des ménages ciblés, comparaison des offres du marché informel, etc.) afin d'établir une tarification pertinente et assurer la durabilité des activités.

Le dépotage et le traitement

Pour assurer le dépotage et le traitement, un terrain adapté à l'implantation d'une station de traitement doit être trouvé en collaboration étroite avec la commune et en consultant le voisinage pour s'assurer de leur approbation.

Selon les sites identifiés (surface disponible, profondeur, climat, etc.), les moyens du projet, les compétences locales disponibles, etc. la technologie de traitement adaptée est choisie. Un permis environnemental doit être obtenu de l'Office Nationale pour l'Environnement (processus qui peut être très fastidieux et durer un an et demi) avant de pouvoir initier les travaux d'installation de la station.

Par ailleurs, il est crucial d'anticiper le choix de gestion de la station, aussi bien au niveau technique, environnemental qu'administratif et financier. Des outils de suivi et évaluation doivent être mis en place et les gestionnaires formés à leur bonne utilisation.

Echanges autour de la « Gestion des boues de vidange »

En 2015, des premiers échanges entre les différents projets initiés ont permis aux acteurs de s'identifier et de connaître les approches choisies par chacun. Les projets en lancement et le manque de recul des différentes organisations n'ont pas permis de mener des actions concrètes et communes.



En 2017, les stations engagées dans la phase d'exploitation étant confrontées à certaines difficultés émettent le besoin de communiquer avec les autres opérateurs afin d'échanger sur leur situation et trouver des solutions communes adaptées.

Ainsi, un premier atelier a été organisé en Septembre 2017 à l'initiative de l'IMV et du réseau Ran'eau afin d'identifier les points de blocage et levier d'actions pour les résoudre. Il a s'agit de discuter et de formaliser dans une note synthétique les pistes de solutions à mettre en œuvre.

Cet atelier a permis de mettre en évidence le point de blocage principal qui est que les stations fonctionnent très largement en dessous de leur capacité totale (en moyenne 20 %) et ne sont donc pas autonomes financièrement. Les raisons évoquées sont :

- Le manque de sensibilisation et de promotion de la vidange hygiénique auprès des ménages et des autorités locales ;
- La concurrence des vidangeurs informels qui proposent des tarifs plus attractifs ;
- La non application des normes et réglementation (voire leur insuffisance) ;
- Le manque de valorisation des sous-produits issus du traitement des boues.

Ces premiers échanges durant cet atelier a permis aux acteurs de confirmer leur intérêt d'échanger sur leurs problématiques et le groupe de travail souhaite entre autres :

- Mettre en place un espace d'échange entre acteurs afin de partager plus régulièrement leurs problématiques, les bonnes pratiques, les conseils, documents utiles, etc.
- Construire ensemble des outils d'appui à la gestion des boues de vidange (comme des outils de communication, fiches techniques des bonnes pratiques, etc.) ;
- Continuer les échanges, notamment au sujet de la valorisation des produits issus du traitement.

Enjeux majeurs liés à la biodigestion

Les sous-produits obtenus par le traitement des boues de vidange (biogaz, boues et effluents) ne sont que très rarement valorisés par les stations installées à Madagascar et des avancées doivent être réalisées dans ce sens.

Les effluents (eau qui a subi une double filtration afin de détruire les bactéries après le traitement anaérobie) peuvent être récupérés et réutilisés en circuit fermé dans les biodigesteurs. Ils peuvent également être utilisés pour arroser des plantes sur place ou rejetés à condition d'effectuer un suivi environnemental annuel.

Les boues (séchées ou non) doivent également être analysées chaque année. Elles peuvent être compostées (ou lombricompostées) avec de la matière sèche carbonée. Le compost obtenu pourrait être commercialisé. Des tests sont en cours sur le site de traitement de Loowatt. Cependant, les tabous et blocages culturels rendent difficile sa commercialisation et appropriation.

Le biogaz est aujourd'hui majoritairement utilisé sur site (cuisson des repas du gardien, éclairage du site ou chauffage de la cuve pour accélérer le traitement – site de EAST) ou uniquement brûlé pour éviter son rejet brut dans l'air (effet très néfaste sur le réchauffement climatique). Sur le site de Loowatt, il est valorisé au travers d'un groupe électrogène qui le transforme en électricité utilisé sur le site. Des pistes de valorisation, comme la mise à disposition (location) sur place de foyers au biogaz pour la cuisson des



ménages voisins ou l'installation d'un mini-réseau local pour desservir les familles voisines sont envisagées.

La plupart des projets menés n'ont pas intégré la valorisation de ces sous-produits au moment de la conception du plan d'affaire et compte-tenu des difficultés (viabilité financière) des sites, des solutions doivent être trouvées et testées sur les différents sites afin de les rentabiliser.

Pour intégrer le groupe de travail ou proposer des solutions aux problèmes évoqués, contacter Liana Rajaonary : rajaonary@pseau.org.

4.4 Biodigesteurs domestiques

A Madagascar, plus de 90 % des biodigesteurs installés pour des ménages ont été subventionnés par des projets financés par des bailleurs de fonds internationaux et mis en œuvre par des organisations locales.

Seule l'entreprise ASENSE a déjà installé des biodigesteurs pour des ménages qui ont financé la totalité des installations.

4.4.1 Les installations à Madagascar

Diapositive 80

La capitalisation a permis de recenser 414 biodigesteurs dont 400 biodigesteurs domestiques et 14 communautaires (dont 11 sont encore fonctionnels).

Sur les 400 biodigesteurs domestiques recensés :

- 292 (soit 73 % des installations) ont été installés par FAFIFI (179 à Fianarantsoa, 87 à Antsirabe et 26 à fort-Dauphin) ;
- 73 ont été installées par l'entreprise ASENSE (dont 3 pour la GIZ) ;
- 27 ont été construits par l'association JIRO à Fianarantsoa ;
- 7 ont été installés par le CNRIT à la fin des années 80 (2 sont encore fonctionnels) ;
- 1 installation vient d'être réalisée par l'entreprise sociale ARAFA à Antananarivo qui souhaite développer cette activité à Madagascar.

Le taux de fonctionnalité des biodigesteurs installés seraient compris entre 83 % et 93 % mais est difficile à vérifier compte tenu du peu de suivi des bénéficiaires par les projets (principalement par manque de budget).

4.4.2 Les impacts à Madagascar

Diapositives 81 et 82

L'étude réalisée par Etc Terra dans le cadre de cette capitalisation a permis, à partir d'hypothèses basées sur les statistiques disponibles (principalement INSTAT) d'estimer les impacts environnementaux et économiques de l'utilisation d'un biodigesteur à la place des foyers traditionnels à bois-énergie.

Impacts sociaux

Les impacts sociaux induits par l'utilisation d'un biodigesteurs sont principalement la réduction des maladies respiratoires et oculaires dues à l'émission de fumées nocives par l'utilisation des foyers traditionnels (qui touchent principalement les femmes et les enfants), l'amélioration des conditions de cuisson des femmes (moins de fumées, mois



de surveillance des plats, moins de temps de cuisson, etc.). Par ailleurs, le ménage peut gagner du temps par la réduction du temps de collecte du bois (qui est généralement plus important que pour collecter la bouse) ou de cuisson.

Impacts environnementaux

Selon ces estimations, un ménage réduirait ses émissions de GES de plus de 23,5 tCO₂ par an et éviterait la déforestation de 159 à 630 m² (selon le couvert forestier) de forêt chaque année.

Impacts économiques

Les gains économiques des ménages bénéficiaires d'un biodigester domestique peuvent être catégorisés en trois niveaux : le gain de temps valorisable en Activités Génératrices de Revenus (AGR), la réduction de dépenses (achat de combustible) et l'augmentation des revenus.

- Le gain de temps s'effectue essentiellement en réduisant le temps de collecte du bois utilisé pour la cuisson, le temps passé par les femmes pour la cuisine (cuisson et nettoyage des ustensiles) ainsi que le temps en arrêt maladie (infections respiratoires, oculaires, etc.) à cause des émissions de fumées toxiques. Ce temps peut être valorisé en AGR par les membres du ménage qui l'économise.
- La réduction des dépenses du ménage sera réalisée au niveau de l'achat de bois-énergie (bois mais surtout charbon), de bougies, pétrole lampant ou piles pour l'éclairage ainsi que d'engrais chimique de type NPK. Cet argent non dépensé est alors un gain économique pour les ménages.
- L'augmentation des revenus des ménages s'effectue essentiellement par l'augmentation des rendements des cultures grâce à une bonne utilisation du digestat produit par le biodigester. Ce digestat (dans le cas d'une production trop importante pour le ménage) peut également être commercialisé.

Dans le cas où le ménage choisit de payer la totalité des installations d'un biodigester (investissement et maintenance), les calculs menés par Etc Terra (à partir d'estimation moyenne et qui serait donc à refaire au cas par cas) permettent d'obtenir un temps de retour sur investissement compris entre 5 et 6 ans.

Le détail de cette étude sera fourni dans le Rapport de Capitalisation qui sera publié en ligne d'ici la fin de l'année 2017.

4.4.3 L'approche générale des projets de biodigesteurs à Madagascar

Diapositive 83 et 84

A Madagascar, en dehors des installations réalisées par l'entreprise ASENSE, tous les projets utilisent une approche très similaire dans le choix des bénéficiaires et la subvention des installations.

Sélection des bénéficiaires

Motivation et engagement

Le premier critère de sélection est la motivation et l'engagement du ménage. La motivation peut être mesurée de diverse manière :



- En entretien individuel avec le chef de ménage et (si différent) la femme responsable de la cuisson ;
- En imposant une visite de site déjà construit et/ou en cours de construction pour qu'il mesure l'ampleur des apports demandés et comprenne le fonctionnement global d'un biodigesteur. Il devra alors confirmer son choix d'obtention d'un biodigesteur ;
- En vérifiant que le ménage est en mesure ou prêt à tout mettre en œuvre pour collecter les apports bénéficiaires demandés pour la construction du biodigesteur (cf. détail plus bas).

Par ailleurs, tous les projets demandent aux ménages bénéficiaires de signer un contrat qui les engage à bien utiliser et entretenir le biodigesteur et respecter les conditions qui peuvent différer d'un projet à l'autre.

Critères techniques

Des critères techniques minimum doivent impérativement être respectés pour que le ménage puisse bénéficier d'un biodigesteur. Le ménage doit :

- avoir suffisamment d'intrants disponibles et sur le long terme pour obtenir une quantité de biogaz suffisante. A Madagascar ce critère se traduit généralement par un nombre de zébus ou de vaches laitières minimum et le temps en stabulation (facilité de collecte des bouses) ;
- Avoir un accès à une source d'eau non traitée (naturelle) toute l'année (pas de pénurie) qui ne soit pas en conflit d'intérêt avec d'autres utilisations (puits communautaire à éviter par exemple) et qui soit à proximité du ménage ;
- Avoir un espace constructible et suffisamment grand (selon les modèles de biodigesteur) et à proximité du ménage (pour que la pression soit suffisante pour acheminer le biogaz jusqu'à la cuisine) pour installer le biodigesteur ;
- Utiliser un espace de cuisine intérieur (protégé du vent et de la pluie) et aménagé pour accueillir les terminaux de cuisson ;
- Disposer d'une surface agricole importante (selon la quantité de digestat produite) pour optimiser les bénéfices du biodigesteur (valorisation du digestat, augmentation des rendements) et assurer l'appropriation. Sinon, il devra démontrer sa capacité à donner ou commercialiser le digestat aux alentours.

D'autres critères peuvent être appliqués selon les organisations, comme par exemple, la scolarisation d'au moins un enfant dans le ménage, la distance entre la source d'eau ou les parcelles (pour la valorisation du digestat) et le ménage, etc.

Apport bénéficiaire

En plus des critères cités précédemment, les ménages doivent fournir un apport bénéficiaire afin de pouvoir bénéficier d'un biodigesteur. Ces apports sont :

- Les matériaux locaux : briques, sable et gravier ;
- La préparation de la fosse ;
- La mise à disposition de suffisamment de mains d'œuvre pour la réalisation des travaux et le premier remplissage du biodigesteur ;
- La collecte des intrants nécessaires au premier remplissage du biodigesteur (bouses et eau) ;



- D'autres apports ponctuels comme le stockage du matériel pendant les travaux, les repas des maçons et mains d'œuvre, un logement éventuel pour les maçons, etc.

Les ménages doivent s'engager à honorer ces apports bénéficiaires dans le contrat signé avec le projet. Ils doivent collecter les matériaux et matières premières dans les délais indiqués par le projet.

4.4.4 Acteurs biogaz domestique à Madagascar

Diapositives 86 à 92

FAFAFI

L'association FAFABI, qui dispose de 3 entités – Antsirabe, Fianarantsoa et Fort-Dauphine, est l'organisation qui a installé le plus grand nombre de biodigesteurs domestiques à Madagascar avec 292 unités (179 à Fianarantsoa, 87 à Antsirabe et 26 à Fort-Dauphin). Le modèle diffusé est un biodigesteur maçonné à dôme fixe enterré de 10m³ et construit à l'aide d'un moule.

FAFAFI sélectionne ses bénéficiaires à partir de la demande et de critères de sélection de plus en plus strictes compte tenu de l'augmentation de la demande (comme le nombre d'enfants scolarisés, le nombre de personnes dans le ménage, la non-consommation d'alcool, etc.) afin d'assurer l'appropriation des unités. Les potentiels ménages bénéficiaires doivent également visiter un site déjà construit pour comprendre le fonctionnement d'une installation et confirmer leur motivation. Les bénéficiaires doivent fournir l'apport bénéficiaire classique (matière 1^{ère} et main d'œuvre). Des groupements de bénéficiaires sont mis en place avec la nomination d'un volontaire pour être « technicien relais » qui assurera les réparations de base et la relation directe avec FAFABI en cas de problème plus grave.

A l'installation, chaque bénéficiaire reçoit un rice-cooker, un double brûleur et 4 lampes à biogaz.

ASENSE

ASENSE, est une entreprise créée en 2012 qui propose des solutions d'énergie renouvelable (installations solaires, hydroélectriques, éoliennes et des biodigesteurs auprès de particuliers ou d'ONG). Depuis le lancement de ses activités biogaz, l'entreprise a installé près de 70 biodigesteurs auprès de particuliers qui ont majoritairement financé seuls leurs installations. Le modèle proposé est un biodigesteur maçonné à dôme fixe en bâche flexible, semi-enterré de 8m³.

Bien qu'AENSE n'impose pas de critères de sélection, elle veille à ce que les clients respectent les conditions de base pour assurer la pérennité des installations (intrants, motivation, valorisation du biogaz et digestat).

JIRO - Biogasy

L'association JIRO propose un modèle maçonné enterré à dôme flottant en bâche non flexible (montée sur une structure en cornière recouverte de dalle en béton pour le contre poids). A ce jour, 27 unités ont été installées chez des ménages ruraux de la région de Fianarantsoa. JIRO dispose d'un site vitrine à Fianarantsoa qui permet d'accueillir tous les potentiels bénéficiaires (présélectionnés à partir des critères énoncés précédemment) pour confirmer leur motivation et assurer une première formation à



l'utilisation du biodigesteur. Ce site vitrine permet également de réaliser ces séances de sensibilisation à des enfants (partenariat avec des écoles locales).

L'association travaille aussi beaucoup à la recherche et l'innovation sur la valorisation du biogaz et du digestat obtenu. Pour le biogaz, il s'agit principalement de trouver une solution pour le valoriser par l'intermédiaire d'un moteur pour le transformer en énergie mécanique pour une utilisation, par exemple, pour une décortiqueuse de riz. Concernant le digestat, des essais sont en cours pour une valorisation en pisciculture et algoculture (algues protéinées pouvant servir de nourriture pour les porcs).

GIZ

La GIZ, via son programme PAGE (cf. description dans la partie foyers améliorés) a mis en place des biodigesteurs dans la région DIANA chez 3 bénéficiaires (et prévoit d'en installer 7 nouveaux dans les prochains mois). L'objectif de cette phase pilote est de réaliser des mesures d'impacts environnementaux et socio-économiques au niveau des ménages afin d'évaluer la pertinence de cette technologie dans le contexte à Madagascar. Les résultats obtenus seront publiés et des recommandations formulées et diffusées.

4.4.5 Enjeux majeurs de la filière biogaz domestique à Madagascar

Diapositive 93

La demande

La demande en biodigesteur au niveau national est quasiment nulle du fait que la technologie est encore méconnue du grand public et des institutions locales. En revanche, dans les zones d'action des acteurs biogaz domestique, la demande est très forte et les organisations doivent mettre en place des critères de plus en plus sélectifs pour choisir les bénéficiaires finaux.

De même que pour les foyers améliorés, pour augmenter la demande, il faut tout d'abord cibler les zones où le potentiel serait le plus élevé. Les critères pourraient être :

- le prix du charbon et/ou du bois est élevé ;
- les distances à parcourir pour collecter du bois sont importantes ;
- la consommation moyenne des ménages (donc la taille des ménages) est importante ;
- le sol est pauvre et le besoin en engrais naturel fort ;
- etc.

Les critères qui favorisent l'augmentation de la demande sont à étudier afin de déterminer les zones d'action prioritaires pour le déploiement de la technologie biogaz.

Par ailleurs, une loi sur les bioénergies (dont le biogaz fera partie) est en cours de rédaction auprès du MEEH qui prévoit d'intensifier sa communication sur cette technologie, ce qui permettrait également d'augmenter la demande.

Le coût des installations

Le coût d'installation, qui varie de 2 000 000 MGA à 5 000 000 MGA par biodigesteur selon le modèle reste inaccessible pour la grande majorité des ménages malagasy. Cela rend alors très difficile la diffusion de cette technologie. Jusqu'à aujourd'hui, à part quelques installations réalisées par l'entreprise ASENSE auprès de ménages périurbains grands éleveurs, tous les biodigesteurs ont été financés par les projets à hauteur de 70%



à 80 % (selon l'apport en nature fourni par les bénéficiaires : briques, sable, gravier et main d'œuvre).

Sur le long terme, des solutions devront être mises en place pour viabiliser la filière.

En revanche, la technologie n'étant pas encore bien connue, l'approche « subvention » convient à court et moyen termes afin de mesurer les impacts réalisés et d'évaluer la pertinence de la diffuser à plus grande échelle à Madagascar.

5 Contacts Etc Terra

Maud Ferrer

Chargée de Projet Energie

Email : m.ferrer@etcterra.org

Téléphone : +261 (0)34 38 506 31 ou +261 (0) 32 07 634 88

Mathieu Baehrel

Représentant national Madagascar

Email : m.baehrel@etcterra.org

