

Biodigesteur



Modèle Rustique (capacité : 3 000 l)



**Programme
Alimentaire
Mondial**
Centre d'Excellence
contre la Faim

FICHE TECHNIQUE

Élaboration

Ricardo Pereira Farias

Édition

Daniela Costa

Révision

Nayla Almeida

Livia Martins

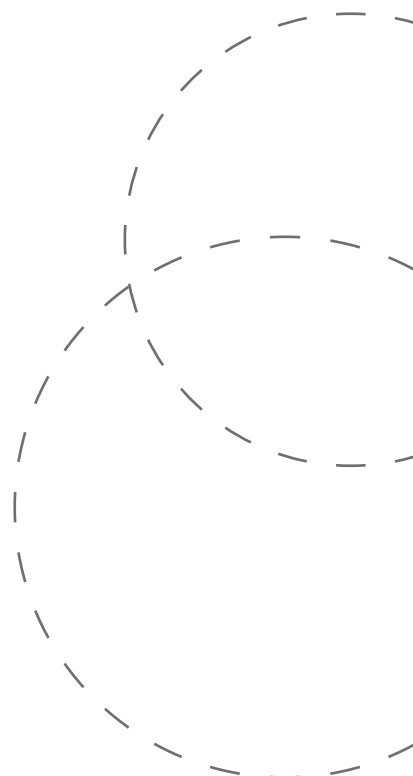
Traduction

Beatriz Pimentel - français

Vitória Rufino - anglais

Mise en page

Caroline Melo



INFORMATIONS GÉNÉRALES ET CONTEXTE



Figure 1 - Image schématique du biodigesteur (Générée par Intelligence artificielle)

Le **BIODIGESTEUR RUSTIQUE** est une technologie simple qui transforme les déchets organiques (fumier, résidus végétaux, fruits, etc.) en **BIOGAZ** et en **BIOFERTILISANT LIQUIDE**.

Il s'agit d'une solution énergétique qui réduit l'utilisation du bois de chauffage, diminue les dépenses domestiques liées à l'achat de gaz ainsi que les coûts d'acquisition d'engrais.

Quelle est la quantité de gaz produite pour chaque kilogramme de fumier ?

La production peut varier, mais en moyenne :

- **FUMIER BOVIN FRAIS** : 0,020 à 0,035 m³ de biogaz par kg
- **FUMIER PORCIN** : 0,040 à 0,060 m³/kg
- **FIENTES DE VOLAILLE** : 0,060 à 0,080 m³/kg
- **FRUIT À PAIN (ARTOCARPUS ALTILIS) (MATIÈRE FRAÎCHE)** : moyenne de 0,050 à 0,070 m³/kg (selon des études menées en Afrique et dans les Caraïbes)
- **FUMIER CAPRIN/OVIN** : 0,020 à 0,030 m³/kg

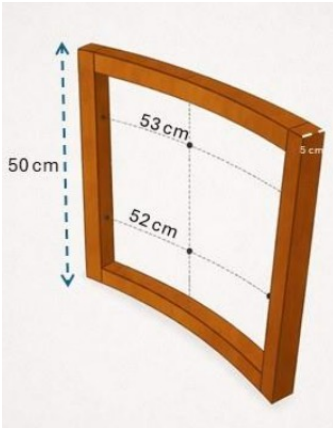
Pour un biodigesteur de **3 000 L (3 M³)**, utilisant environ **30 KG DE FUMIER BOVIN PAR JOUR**, on peut espérer produire entre **0,6 ET 1 M³ DE BIOGAZ PAR JOUR**. Cette quantité est suffisante pour assurer **2 À 3 HEURES DE CUISSON CONTINUE SUR UNE CUISINIÈRE À 4 BRÔLEURS OU SUR UN RÉCHAUD À FOYER UNIQUE LARGE**.

Les orientations décrites dans ce guide sont basées sur une mission technique dont l'objectif était la construction d'un modèle démonstratif et fonctionnel de biodigesteur. Ainsi, avant la construction, il convient de prendre en considération les spécificités locales concernant les matériaux disponibles pour la réalisation de la structure. Dans certains cas, des adaptations seront nécessaires.

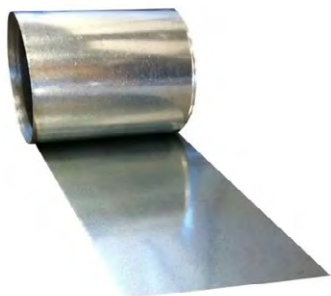
Il est important que la communauté implique, pendant la construction, une main-d'œuvre locale et spécialisée afin d'accompagner et de vérifier la mise en œuvre du modèle. Ce guide présente les principales orientations pour la construction du biodigesteur ; toutefois, certaines étapes spécifiques, telles que l'installation des conduites et le raccordement du biodigesteur au foyer de cuisson, ne peuvent être définies qu'en fonction de la réalité locale et nécessitent un accompagnement technique pour garantir un fonctionnement adéquat.

CONSTRUCTION DU BIODIGESTEUR INTÉGRÉ AU FOYER DE CUISSON

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Moule pour les plaques 	3 moules	Doit être réalisé par un menuisier. Attention à la courbure : la moule doit présenter une légère inclinaison des côtés afin que, lors de la pose, les plaques ne forment pas d'angles rendant l'enduit difficile à appliquer.
Acier de 6,3 mm 	2 barres	Utilisées pour la construction du fond (plancher) du réservoir de fermentation.
Fil de fer galvanisé n° 12 	5 kg	Utilisé pour l'assemblage et la fixation du réservoir de fermentation et de la trémie de chargement.
Gravier 01 	6 seaux	Utilisé pour le plancher du réservoir de fermentation (béton armé) et pour la boîte de décharge (litre).

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Cuve en fibre de verre de 3 000 litres 	1 unité	Fonctionne comme chambre de stockage du gaz.
Tôle de zinc galvanisé de 40 cm 	8 kg ou 5 m	Utilisée comme bande de support permettant de remplir la partie supérieure de la cuve avec du sable, afin de fournir un contrepoids à la chambre de stockage (cuve).
Filet en nylon 	1,5m x 80cm	Utilisée sous le gravier, dans la boîte de décharge, pour la filtration des effluents.
Brique (bloc) à 8 trous 	100 unités	Utilisés dans la construction des supports du réservoir de fermentation et dans la construction de la boîte de décharge.

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Tube PVC pour eaux usées de 100 mm 	1 barre (6 m)	Utilisé pour acheminer les effluents de la trémie de chargement vers le réservoir de fermentation, puis de celui-ci vers la boîte de décharge.
Tube en PVC rigide de 50 mm 	1 barre 3,5 m	Utilisé comme revêtement du tube guide en fer. Il sert à l'évacuation du biofertilisant ou du fumier fermenté.
Tube en fer de 40 mm 	3,5 m	Utilisé comme tube guide de la chambre de stockage du gaz.
Boulon de carrosserie de 3/8" de 29 cm 	1 unité	Scellé ou soudé à l'extrémité du tube guide pour assurer le support de la traverse.
Boulon de carrosserie de 3/8" de 10 cm, entièrement fileté 	6 unités	Utilisé pour la fixation de la planche à la cuve et pour la fixation des traverses.

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Poutre en bois 7 x 7 cm de 3 m 	3 unités	Utilisé pour les traverses de soutien de la cuve.
Tube en PVC de 25 mm 	25 m	Utilisé pour acheminer le gaz jusqu'au foyer de cuisson.
Tube en PVC rigide de 60 mm 	1,5 m	Utilisé à l'intérieur pour empêcher la fuite de gaz de la cuve de stockage et comme support du contrepoids.
Bride 60 x 60 mm 	1 unité	Utilisé pour l'emboîtement du tube de 60 mm au centre de la cuve.
Planche de 15 cm x 4 cm x 2 m 	1 unité	Utilisée pour la fixation du tube de 60 mm qui centre le tube guide à l'intérieur de la cuve de fermentation.
Tube PVC pour eaux usées de 75 mm 	1 m	Utilisé dans le système de drainage et dans la cuve pour recouvrir la partie externe de la bride de 60 mm. Il servira à la trémie de chargement du fumier frais.

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Bouchon en PVC pour eaux usées de 75 mm		
	1 unité	Utilisé pour l'étanchéité du drain.
T en PVC rigide de 20 mm		
	1 unité	Utilisé dans le système de drainage.
Tube en PVC rigide de 20 mm		
	4 unités	Utilisé comme tuyauterie pour l'acheminement du gaz jusqu'au foyer de cuisson.
Coude en PVC rigide de 20mm		
	8 unités	Utilisé comme raccord de la tuyauterie d'acheminement du gaz.
Flange de 20 mm		
	3 unités	Utilisé à la sortie de gaz du boîtier et dans le filtre à eau.
Tuyau plastique tressé de 20 mm		
	5 m	Utilisée pour raccorder la sortie de gaz du filtre à la tuyauterie, puis celle-ci à la cuisinière.

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Vanne à boisseau sphérique de 20 mm pour la tuyauterie 	2 unités	Utilisés pour contrôler l'entrée et la sortie du gaz.
Colliers de serrage à vis sans fin de 1/2" 	4 unités	Utilisées pour fixer le tuyau à l'adaptateur de la tuyauterie.
Joint hydraulique de type "filtre à eau". 	1 unité	Utilisé comme filtre à gaz et protection contre les incendies.
Raccord union de 20 mm – à souder 	1 unité	Utilisée dans le filtre.
Colle pour PVC vinyle – 75 g 	1 unité	Utilisée pour la fixation des raccords.
Ciment – CP II. 	9 sacs	Utilisé dans la construction du réservoir et des boîtes

MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

Matériaux	Quantité	Application
Sable (fin ou lavé).		
	2 m3	Utilisée dans la construction du réservoir et des boîtes
Fil de fer n° 18 – recuit		
	0,5 kg	Utilisé pour la fixation de l'armature en fer du sol.

OUTILS

Outil	Quantité
Mètre ruban	
	1
Rallonge électrique	
	1
Kit de scies cloches (4 unités : 1 de 76 mm, 1 de 60 mm, 1 de 54 mm et 1 de 32 mm)	
	1 kit

OUTILS

Outil	Quantité
Colle Silicone	
	2
Pince-étau	
	1
Pince multiprise	
	1

OUTILS

Outil

Quantité

Colle plastique



1

Riveteuse



1

Scie à main



2

Forets à bois



1 kit

Clé plate de 15



2

OUTILS

Outil

Quantité

Tournevis cruciformes et tournevis plats



1 kit

Crayon marqueur



1

Corde de 10m



1

Briquet



1

LE COÛT APPROXIMATIF DE
CONSTRUCTION D'UN BIODIGESTEUR
D'UNE CAPACITÉ DE 3 000 LITRES EST
D'ENVIRON 1 000 USD.

ÉTAPE PAR ÉTAPE

1. Choix de l'emplacement et excavation

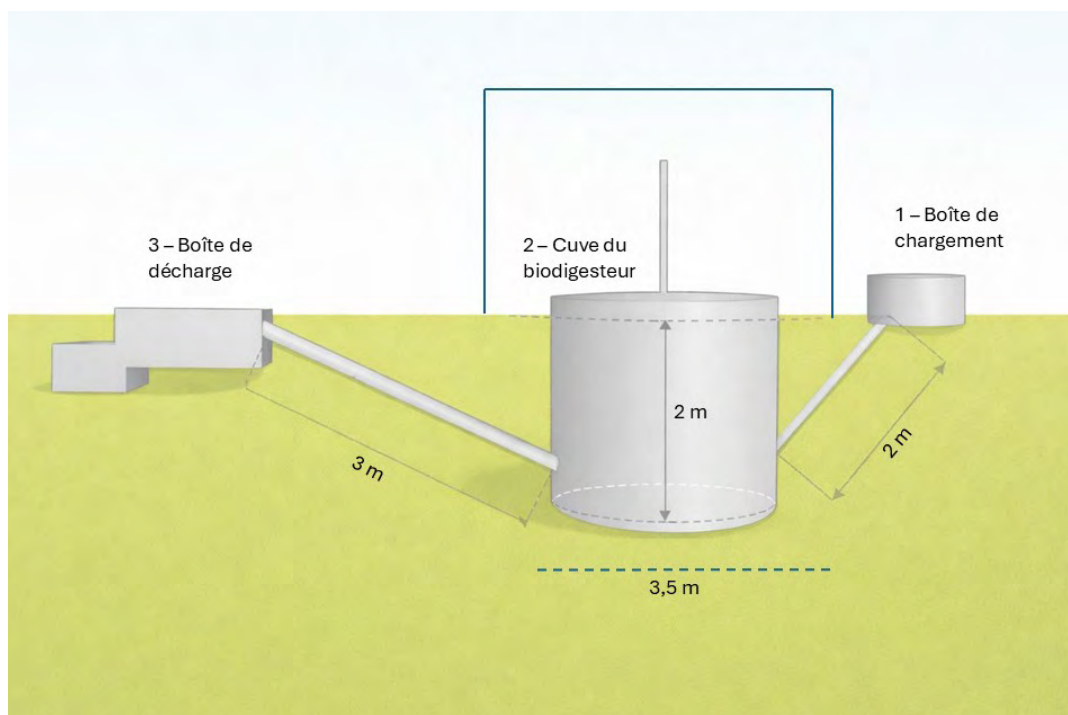


Figure 2 - Schéma du réservoir du biodigesteur ou chambre de fermentation (2) et de sa connexion avec les boîtes de chargement (1) et de déchargement (3). Image générée par intelligence artificielle.

POUR LE RÉSERVOIR DU BIODIGESTEUR (2) - À une distance d'environ 15 mètres de l'emplacement de la cuisine, identifier un site pour creuser une fosse de 1,80 m de profondeur et 3,5 m de largeur, avec une zone disponible de 4 m d'un côté pour l'installation de la boîte de chargement et 4 m du côté opposé pour l'installation de la boîte de déchargement. L'emplacement **NE DOIT PAS** être ombragé.

IMPORTANT !

SI LE SOL EST TROP "MEUBLE" (SABLEUX, ARGILEUX, BOUEUX OU TOURBEUX), IL EST NÉCESSAIRE DE LE COMPACTER AU FOND DE LA FOSSE AFIN QU'IL PUISSE SUPPORTER LA CHARGE MAXIMALE DU BIODIGESTEUR.

Pour compacter le fond de la fosse, utiliser un poids en béton avec une pièce de bois munie d'un manche pour frapper le fond de la fosse jusqu'à ce que le sol devienne ferme.

Si nécessaire, envisager la location de matériel mécanique pour l'exécution des travaux.

- Laisser un espace libre d'environ 4 mètres autour de la fosse pour la construction des autres boîtes de chargement (1) et de déchargement (3), indiquées dans la Figure 02
- **LA FOSSE DE LA BOÎTE DE RECHARGEMENT (1)** est située au niveau du sol, il n'est pas nécessaire de creuser.
- **POUR LA BOÎTE DE DÉCHARGEMENT (3)** - Creuser une tranchée d'environ 1,60 m à une distance de 3 mètres de la fosse du réservoir, où sera construite la boîte de déchargement. La profondeur doit être d'environ 50 cm.

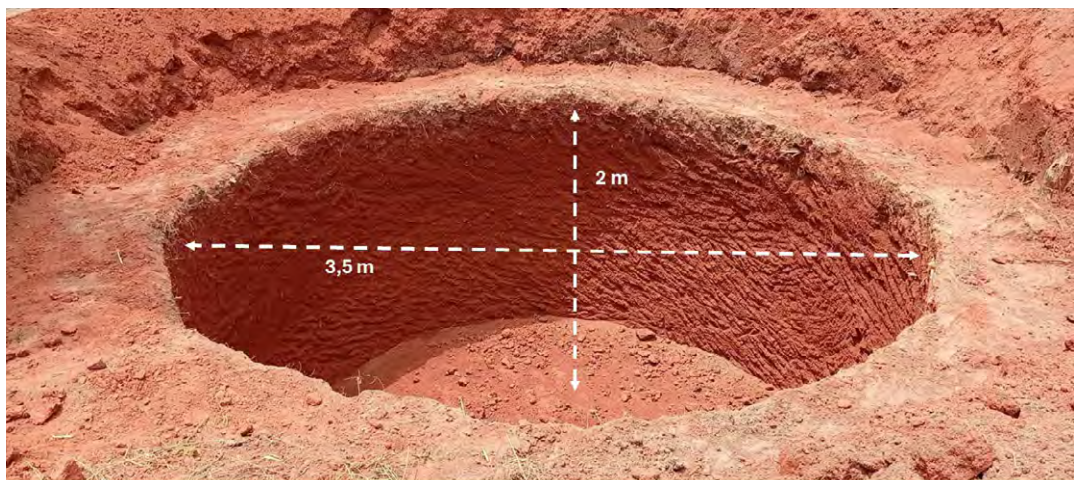
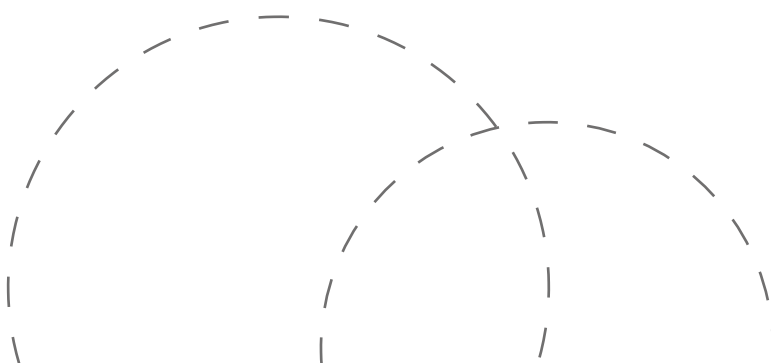


Figure 3 - Fosse pour le réservoir du biodigesteur, de 3,5 m de diamètre et 2 m de profondeur.



2. Fabrication de moule des plaques

Les plaques doivent être moulées sur un sol lisse recouvert d'une couche de sable tamisé. Le sable empêche que le ciment des plaques adhère au sol. La moule est réalisée à l'aide de **FORMES COURBES EN BOIS**, qui **DOIVENT ÊTRE FABRIQUÉES PAR UN MENUISIER**.

Fabriquer les plaques à l'aide d'une moule en bois, conformément aux mesures indiquées dans la Figure 04 ci-dessous. Les plaques doivent être réalisées avec deux pièces de bois de 50 cm et deux pièces de 53 cm. Une courbure doit être forcée, de sorte que la moule présente environ 53 cm sur la courbure intérieure et 52 cm sur la largeur droite (indiquées dans la Figure 4).

Il faut produire **3 MOULES** pour la fabrication de **60 PLAQUES**.



Figure 4 - Schéma de moule pour la fabrication des plaques.



Figure 5 - Moules prêts pour la fabrication des plaques.

Les plaques doivent présenter une légère courbure, sans angles vifs. L'objectif est de les disposer côte à côte afin de former un cylindre (ou une structure arrondie) du biodigesteur.



Figure 6 - Plaques de la paroi du réservoir du biodigesteur, déjà démoulées, en cours de séchage.

Avec la pâte encore fraîche, prendre un tuyau en PVC de 100 millimètres et percer **DEUX PLAQUES. PERCER L'UNE DES PLAQUES BIEN AU CENTRE ET UNE AUTRE DANS LE COIN INFÉRIEUR.**

Comme indiqué sur l'illustration de la Figure 7 et la photo de la Figure 8 ci-dessous, noter que le perçage avec le tuyau en PVC est réalisé avec une inclinaison d'environ 45°. Le trou ne doit pas être réalisé en ligne droite. Les ouvertures serviront à l'entrée des conduits.



Figure 7 - Schéma illustratif du perçage des trous dans deux plaques, à un angle de 45°. Une plaque avec un trou au centre, une autre avec un trou à l'extrémité gauche.



Figure 8 - Trous dans les deux plaques.

3. Le sol

Le sol constituera la base de la chambre de fermentation du biodigesteur. Il supportera l'ensemble du matériau introduit ainsi que la pression interne du gaz ; sa construction doit donc suivre la procédure suivante.

Tout d'abord, la fosse doit avoir un fond aussi nivelé que possible afin de permettre la construction d'un sol. Si, à 2 m de profondeur, le terrain est déjà rocheux, les pierres doivent être retirées ou cassées afin de niveler le terrain. En cas de sol argileux, le fond devra être compacté à l'aide d'un maillet.

Si le terrain au fond de l'excavation de la chambre de fermentation présente un risque d'affaissement (sol sableux ou argileux), il est recommandé de construire un sol en béton armé avec une armature en fer, réalisée avec des barres d'acier de 18 mm.

Pour monter cette armature, utiliser les barres de manière à former un cercle de 2 m de diamètre, positionné au centre de la fosse.

Pour le renforcement, croiser deux barres d'acier de manière que le centre de la fosse ne coïncide pas avec l'armature et ne gêne pas le tuyau guide qui sera installé au centre de la fosse (étape suivante). Les barres seront fixées avec du fil de fer de 18 mm, à l'aide d'une clé à griffe.

Important ! **NE PAS UTILISER LE POINT CENTRAL DES CROISEMENTS COMME RÉFÉRENCE POUR CENTRER LE CERCLE**, car il n'est pas centré.



Figure 9 - Armature en fer pour la base.

Après le nivellement du fond de la chambre de fermentation, l'étape suivante consiste à trouver le centre exact de la fosse où sera placée l'armature en fer de la base. Marquer le centre à l'aide d'un piquet fin. Y attacher une ficelle et, à l'aide d'un morceau de bois fixé à l'autre extrémité, tracer fortement le sol afin de créer le cercle où sera réalisé le plancher.



Figure 10

Placer quelques piquets à des points espacés à l'extérieur de la zone du cercle tracé, conformément aux Figures 11a et 11b.



Figure 11a



Figure 11b

Ensuite, préparer le mortier du sol en utilisant du ciment, du sable et du gravier, dans la proportion de **3 BROUETTES DE SABLE, 2 BROUETTES DE GRAVIER ET 1 SAC DE CIMENT**. Le sol doit être nivelé à l'aide d'un fil à plomb afin d'être parfaitement de niveau.



Figure 12 - Application du mortier au fond de la fosse pour la réalisation du sol.

4. Base du tuyau guide dans le réservoir

Pour une plus grande stabilité et sécurité, il convient de construire une base pour le tuyau guide en utilisant 4 briques autour du tuyau en fer.

Les briques doivent être placées autour du tuyau en fer et, à l'extérieur de celui-ci, sera installé le tuyau en PVC de 50 mm avant le remplissage de la semelle avec du mortier (voir détails au point 5. Tuyau guide)

L'image ci-dessous montre le tuyau guide ainsi que le renforcement de sa fixation au sol à l'aide de briques.



Figure 13 - Fixation du tuyau guide dans le mortier. Les briques inclinées servent d'appui pour maintenir le tuyau guide en position verticale

L'image ci-dessous montre le début de la construction de la chambre de fermentation.



Figure 14 - Base en briques pour le tuyau guide, après achèvement.

5. Tuyau guide

Une fois le sol réalisé et la base carrée en briques construite en son centre, il convient de placer, en position perpendiculaire, le tuyau guide de la chambre de fermentation.

Le tuyau guide doit être positionné au centre de la base en briques, alors que le ciment est encore frais, afin de garantir une fixation correcte.

Le tuyau guide est constitué d'un tuyau en fer à l'intérieur et d'un tuyau en PVC à l'extérieur. Son montage doit être réalisé de la manière suivante :

Insérer le tuyau en fer de 40 mm de diamètre et de 3,5 m de longueur à l'intérieur du tuyau en PVC de 50 mm de diamètre et de 3 m de longueur, puis le positionner perpendiculairement au sol, au centre de la chambre de fermentation.

Remplir le tuyau en fer de ciment jusqu'au sommet (Figure 15). Le tuyau guide en fer sera rempli de béton afin de renforcer sa résistance et sa fonction de guidage de la chambre à gaz.



En partie supérieure, avec le ciment encore frais, placer le boulon de 6" 3/8 au centre du tuyau, en laissant environ 10 cm du boulon exposés, avec le filetage vers l'extérieur (Figure 16). Le boulon servira à guider la chambre à gaz dans son mouvement de montée ou de descente, en fonction de la production et de la consommation de gaz.

Figure 15 - Coulage du ciment dans le tube en fer.

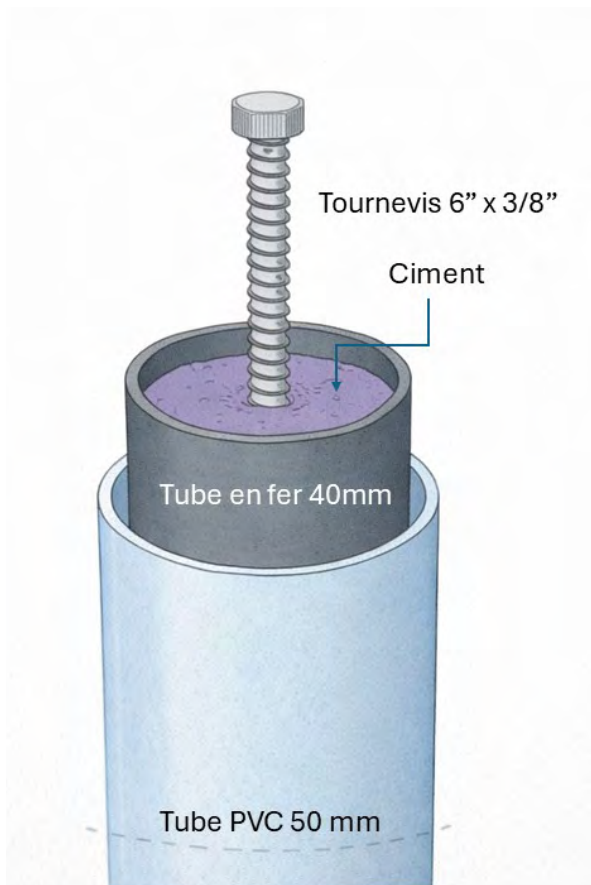


Figure 16 - Boulon fixé au moyen de ciment dans le tube en fer et dans le tube en PVC.

Le tuyau en PVC qui viendra recouvrir le tuyau en métal aura pour fonction d'isoler la chambre à gaz. Ainsi, le tuyau en plastique empêchera toute fuite, car il sera raccordé à la bride située sur la partie supérieure de la chambre à gaz.



Figure 17 - Boulon fixé dans le ciment

Le tuyau en PVC doit être fixé à une structure ou à une base, construite en blocs et en ciment, à installer sur le sol déjà cimenté, au centre du cercle. Utiliser une pièce de bois ou une barre placée transversalement au sommet de la fosse afin de servir d'appui au tuyau guide fixé au centre et au fond de la fosse. Pour aligner le tuyau guide, utiliser une pièce de bois de support en surface de la fosse, conformément aux Figures 18a et 18b.



Figure 18a - Fixation du tuyau guide sur la base réalisée en blocs de ciment.



Figure 18b -Tuyau guide installé au centre de la chambre de fermentation, avec une barre en fer et une poutre en bois servant de support afin de le maintenir perpendiculaire au sol

Le tuyau en PVC doit être fixé à une structure ou à une base, construite en blocs et en ciment, à installer sur le sol déjà cimenté, au centre du cercle. Utiliser une pièce de bois ou une barre placée transversalement au sommet de la fosse afin de servir d'appui au tuyau guide fixé au centre et au fond de la fosse.

6. Construction de la paroi de la cuve

La première rangée de plaques doit être fixée sur la circonférence formée par le sol.

La plaque comportant l'ouverture la plus petite, réalisée pour le tuyau de 100 mm, doit être positionnée en face de la chambre de chargement, où le tuyau correspondant sera raccordé.

Du côté opposé, doit être placée la plaque avec l'ouverture réalisée pour le tuyau de 150 mm, par laquelle sortira la conduite de chargement (Figure 19).

ATTENTION : la plaque de sortie doit être installée avec l'ouverture orientée vers le haut.

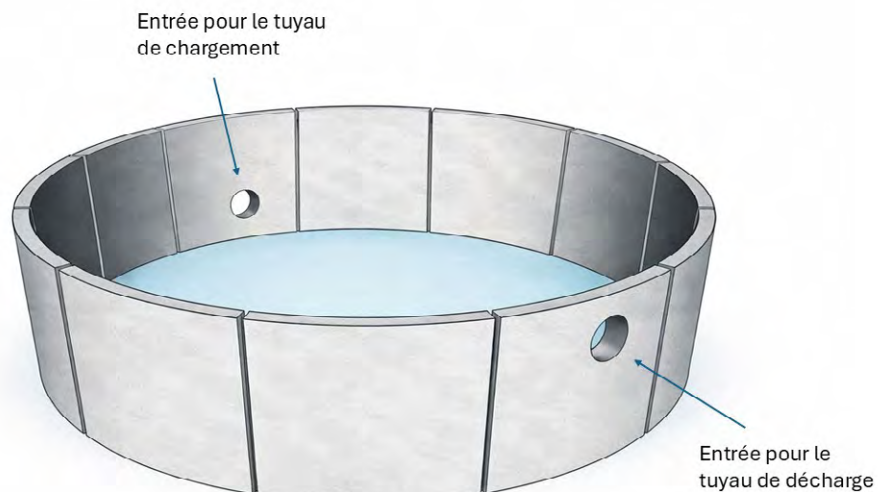


Figure 19 - Détail des plaques avec les ouvertures d'entrée (chargement) et de sortie (déchargement) du matériau dans la chambre de fermentation, positionnées sur la première rangée de la cuve.



Figure 20 (A)



Figure 20 (B)

Figure 20 - En (A), les plaques sont en cours de pose et leur niveau est vérifié à l'aide du fil à plomb afin qu'elles ne soient pas inclinées. Dans l'image (B), la distance entre le centre de la chambre de fermentation (tuyau guide) et la plaque est mesurée.



Figure 21 - Mortier pour la fixation de la deuxième rangée de plaques.



La paroi de la cuve comportera 4 rangées au total. Environ 12 plaques sont utilisées par rangée.

La dernière rangée doit se situer environ 20 cm au-dessus du niveau du terrain.

Si, après la pose de la quatrième et dernière rangée, la paroi reste en dessous du niveau du terrain, une nouvelle rangée de plaques devra être ajoutée. Cette mesure permet d'éviter que les eaux de pluie, la terre ou même des animaux ne pénètrent dans la chambre de fermentation.

Figure 22 - Alignement du niveau pour la 2 rangée de plaques



Figure 23 - Fixation de la 2 rangée de plaques, avec réalisation de l'enduit intérieur.



Figure 24 - Détails de l'application de l'enduit entre les plaques de la troisième rangée.



Il est important de placer des étais en bambou ou des troncs d'arbres afin de soutenir les plaques internes et externes pendant le séchage du mortier (Figure 25).



Figure 25 - Étais installés sur la paroi de la cuve de fermentation.

Après la fixation des plaques, il est important de ligaturer l'extérieur de toutes les rangées de plaques avec du fil galvanisé n° 12. Pour chaque rangée de plaques, utiliser au moins trois fils de ligature.

Cette ligature permet de contenir la pression exercée par la formation du gaz à l'intérieur de la cuve. Le fil peut également être installé pendant la réalisation de l'enduit intérieur, comme illustré sur l'image suivante :



Figure 26 - Ligature du fil de fer sur la cuve.

Après avoir passé le fil autour de la paroi extérieure, réalisez l'enduit extérieur du réservoir.



Figure 27 - Enduit de la partie intérieure et extérieure du réservoir

7. Construction des Butées

Il est nécessaire de construire trois supports au fond de la cuve, réalisés en briques fixées sur la paroi interne et répartis de manière uniforme. Ces butées permettent d'éviter que la cuve ne touche le fond et n'obstrue l'entrée et la sortie du fumier dans la chambre de biodigestion.

IMPORTANT : les supports doivent être placés à une hauteur supérieure à l'orifice de sortie du tuyau de décharge

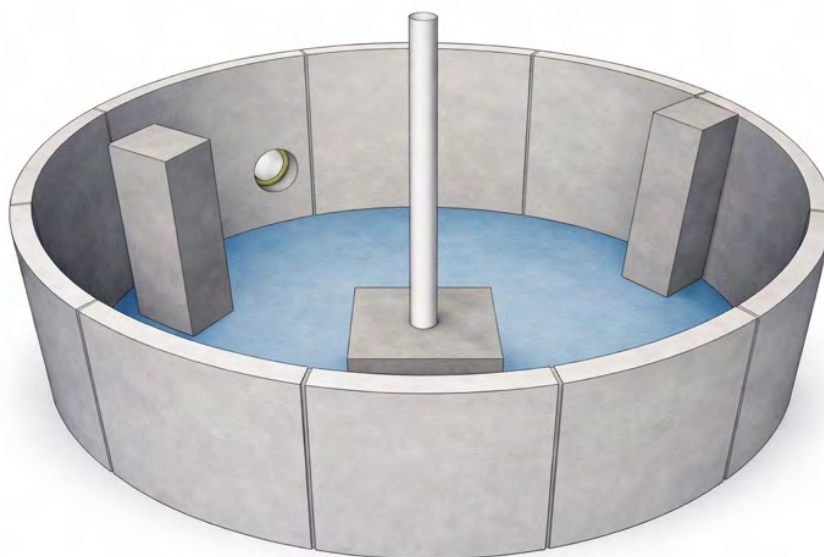


Figure 28 - Positionnement des butées dans le réservoir. Image générée par intelligence artificielle.



Figure 29a – Positionnement des butées dans le réservoir



Figure 29b – Positionnement des butées dans le réservoir

8. Cuves de Chargement et de Déchargement



Figure 30 - Biodigesteur installé à plus de 15 mètres de la cuisine, sans ombrage autour, avec espace pour la mise en place des cuves de chargement et de décharge

La **CUVE DE CHARGEMENT** est située au niveau du sol ; il n'est pas nécessaire de procéder à une excavation.

La **CUVE DE DÉCHARGE** doit être installée dans une tranchée d'environ 1,60 m, à une distance de 3 mètres de l'excavation du réservoir, où elle sera construite. La profondeur doit être d'environ 50 cm.

La construction de la cuve de chargement peut être réalisée de la même manière que celle du mur du réservoir, en utilisant des plaques.

CHARGEMENT

La cuve de chargement est l'endroit où est introduit le matériau (fumier et eau) qui sera transformé en biogaz.

La cuve de chargement doit être construite au niveau du sol et être reliée au biodigesteur par un tuyau incliné, par lequel le matériau s'écoule vers l'intérieur du biodigesteur.

Elle peut être réalisée en briques ou avec des plaques utilisées dans la construction de la chambre de fermentation.

Elle peut avoir une forme cubique ou cylindrique. La forme cylindrique présente l'avantage de faciliter le mélange du fumier avec l'eau, afin d'obtenir une solution homogène.

Dans le cas d'une cuve de chargement de forme ronde, les plaques doivent être posées sur une base en ciment, sans armature métallique, avec un rayon d'environ 0,4 m.

Lorsque le mortier de la base est encore frais, réaliser l'ouverture pour la tuyauterie qui conduira le fumier vers le biodigester, de manière que la sortie du tuyau se situe au fond de la cuve.



Figure 31 – Mesure de la cuve de chargement. Illustration de la cuve de déchargement. Image générée par intelligence artificielle





Figure 32 – Illustration de la cuve de chargement.



Figure 33 – Cuve de chargement terminée

DÉCHARGE

La cuve de déchargement est le point de sortie du matériau du biodigesteur, après fermentation. Ce matériau peut être réutilisé comme biofertilisant.

La cuve de déchargement doit être située en dessous du niveau du terrain, avec une longueur d'environ 1,6 m, dont 1 m pour le niveau supérieur et 60 cm pour le niveau inférieur, situé en dessous du premier. Il convient de prévoir une différence de hauteur d'environ 20 cm entre les deux niveaux (Figure 34).

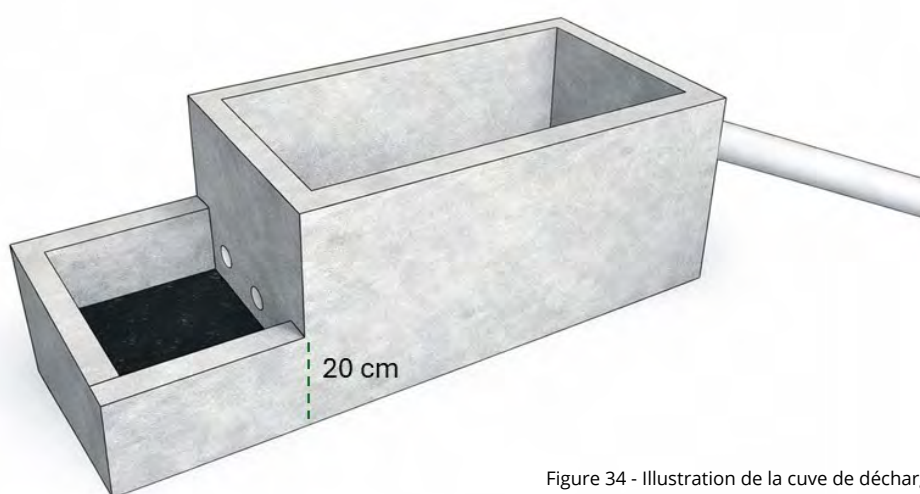


Figure 34 - Illustration de la cuve de décharge

La cuve de décharge peut être construite avec deux compartiments, le premier situé à un niveau plus élevé que le second, de manière que le matériau provenant directement de la chambre de fermentation soit décanté, et que le liquide s'écoule vers le second compartiment.

Tout comme la cuve de chargement, la cuve de décharge peut également être construite en briques ou en plaques.

À la base du mur séparant les deux compartiments de la cuve de décharge, réaliser deux ou trois ouvertures afin de permettre l'écoulement du liquide vers le compartiment inférieur (voir détail à la Figure 34).

Dans le compartiment le plus élevé, placer une couche de gravier jusqu'à recouvrir les tuyaux assurant la communication entre les compartiments. Le mur de séparation percé de trous permet la séparation de la fraction liquide et solide du résidu. Les deux peuvent être utilisées comme biofertilisant.

9. Marquage du réservoir et ajustement sur le tuyau guide

La chambre de fermentation doit être recouverte par une cuve (on utilise généralement une cuve d'eau conventionnelle à cet effet). Pour son installation, la procédure est la suivante :

Effectuer un marquage au centre de la cuve afin d'installer la bride, à l'endroit où passera le tube guide. Il est important que la cuve soit correctement fixée et scellée au silicone afin d'éviter toute fuite de biogaz.



Figure 35 – Emplacement exact du centre de la cuve pour le perçage destiné à l'installation de la bride permettant le passage du tuyau guide



Figure 36 – Perçage au centre de la cuve pour le passage du tuyau guide

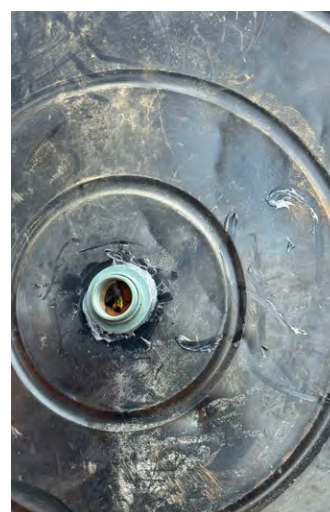


Figure 37 – Bride installée dans le trou

Dans la partie interne de la cuve, il faut connecter le tuyau en PVC à la bride, de manière à envelopper le tuyau guide.

La longueur de ce tuyau doit être supérieure à la taille de la cuve (Figure 39).

Ce revêtement permet d'éviter les fuites de gaz lors des mouvements de la cuve vers le haut ou vers le bas.



Figure 38



Figure 39 - Mise en place de la cuve de fermentation de manière à centrer le tube guide

Placer la cuve (chambre de stockage du gaz) sur le tube guide.

Observer sur la Figure 40 le détail du tube en plastique qui recouvre le tube guide ainsi qu'un dispositif de verrouillage en bois permettant de centrer le tube guide dans la cuve en plastique.



Figure 40 - Détail du positionnement du tuyau guide

Immédiatement après la mise en place du tube de la cuve dans le tuyau guide, il est nécessaire d'ajouter un poids sur la cuve. Ce poids a pour fonction de créer une pression vers le bas sur la cuve.

Cela force le gaz contenu dans la chambre de stockage à être poussé vers l'intérieur de la tuyauterie en direction du réchaud. La quantité de poids à placer sur la cuve varie entre 200 et 300 kg. Le poids exact dépend de la capacité du matériau de la cuve à supporter la charge.

Il est important de répartir le poids de manière uniforme, en évitant de le concentrer en un seul point ou sur un seul côté. Il est possible d'utiliser des pierres ou même de la terre destinée à la production de petits légumes



Figure 41 - Mise en place du poids sur la partie supérieure de la cuve de fermentation



Figure 42 - Finalisation de la mise en place du poids sur la cuve



10. Dispositif de verrouillage de sécurité

Le dispositif de verrouillage de sécurité est constitué de trois traverses en bois en forme de « U » inversé, positionnées à l'extérieur de la chambre de fermentation.

Ce verrou empêche la cuve de sortir du biodigesteur en cas de remplissage excessif de gaz. Il maintient également la chambre de gaz (le « couvercle » du biodigesteur) dans sa position correcte.

La profondeur d'ancrage des traverses dans le sol doit être d'environ 50 cm. La hauteur du dispositif doit être comprise entre 1,8 et 2,0 mètres.

La traverse horizontale doit être percée en son centre, de manière que le boulon fixé au tube guide puisse la traverser et y être maintenu à l'aide d'un écrou.

Pour la fixation des montants, réaliser une encoche d'ajustement (Figure 43) et fixer avec deux boulons français de 4" x 5/16" (Figure 44). Le centre de la traverse supérieure doit être percé afin d'y insérer le boulon du tube guide.



Figure 43



Figure 44 - Détail de l'assemblage en bois

Fixer les deux poutres en bois au sol, en position symétriquement opposée, puis installer transversalement une troisième poutre ou traverse par-dessus.



Figure 45 - Mise en place du verrou de sécurité sur l'extrémité droite



Figure 46 - Fixation des traverses (dispositif de verrouillage de sécurité) de maintien de la cuve



Figure 47 - Vue d'ensemble après la mise en place des traverses

LA FINALISATION DU DISPOSITIF DE VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ EST RÉALISÉE EN DERNIER, APRÈS LE MONTAGE DU RÉSERVOIR.

11. Installation des tuyauteries

La tuyauterie de sortie du biodigesteur, par laquelle s'échappe le biogaz, doit être réalisée à l'aide d'un tube de 25 mm raccordé à une vanne, puis relié au joint hydraulique (système à eau) et enfin connecté au flexible du réchaud.



Dans la Figure 48, on peut observer le détail d'une tuyauterie plus fine (de couleur noire), située sur la partie périphérique de la cuve.

Cette tuyauterie constitue la première section de sortie du gaz depuis la chambre de stockage vers le réchaud.

Elle est équipée d'une vanne de passage, qui peut être utilisée pour assurer une meilleure sécurité en fermant l'écoulement du gaz.

La tuyauterie utilisée est un tube en PVC de 25 mm à coller (PVC soudable).

Figure 48 - Tuyauterie de sortie du gaz raccordée à la cuve de fermentation



Figure 49 - Détail du raccordement du tube en PVC et du flexible à la sortie de gaz de la cuve

Le tube en PVC est raccordé à un flexible tressé et souple, ce qui permet une plus grande mobilité lors des mouvements de la cuve vers le haut et vers le bas.

Ce flexible est directement relié au filtre à eau, également appelé « coupe-flamme ».

La Figure 49 indique l'entrée du flexible provenant de la cuve. Celui-ci est responsable de l'acheminement du gaz jusqu'au filtre à eau ou « coupe-flamme ».

À ce niveau, une vanne de sécurité est également installée pour faciliter les opérations futures de maintenance, de nettoyage ou de remplacement des pièces.



Figure 50 - Raccordements du filtre coupe-flamme



Figure 51 - Filtre coupe-flamme installé

RAPPEL : la distance de sécurité entre le biodigesteur et la cuisine (où sera installé le réchaud) doit être d'au moins **15 MÈTRES**.

SÉQUENCE D'INSTALLATION DES CONDUITES DU BIODIGESTEUR

1. CONDUITE ENTRE LA CUVE DE CHARGEMENT ET LE BIODIGESTEUR :

L'installation des conduites commence par le raccordement de l'entrée du système, où un tuyau de 75 mm est connecté à la cuve de mélange recevant la combinaison de fumier et d'eau.

2. CONDUITE ENTRE LE BIODIGESTEUR ET LA CUVE DE DÉCHARGE :

Ensuite, la sortie du biofertilisant est installée à l'aide d'un tuyau de 50 mm, chargé d'acheminer la matière déjà traitée jusqu'au canal de distribution.

3. TUYAU ET FLEXIBLE POUR LE PASSAGE DU BIOGAZ :

Enfin, la ligne destinée au biogaz est installée. Elle se compose d'un tuyau de 25 mm équipé d'une vanne.

Le tuyau part de la vanne et est relié par un flexible au filtre coupe-flamme (pour des raisons de sécurité).

Depuis le coupe-flamme, un flexible plus long acheminera directement le gaz jusqu'au réchaud.

Cette configuration garantit une circulation adéquate des matériaux ainsi qu'un fonctionnement sûr du système

12. Installation du dispositif de sécurité anti-retour (coupe-flamme)



Figure 52 - Filtre coupe-flamme avec vanne de sécurité, où sera installé le flexible de sortie du biogaz



Figure 53 - Installation du filtre coupe-flamme sur le dôme du biodigester

Après l'installation du tuyau et de la vanne de sortie du biodigester, le filtre à eau (coupe-flamme) est installé.

De cette manière, le gaz produit est dirigé vers la lame d'eau, créant une barrière de sécurité avant de circuler dans la conduite jusqu'au réchaud.

Ce dispositif, en plus d'assurer l'acheminement adéquat du biogaz, remplit une fonction essentielle: empêcher le retour de flamme vers l'intérieur du biodigester, garantissant ainsi la sécurité du système et évitant tout risque de combustion interne.

13. Remplissage initial



Le remplissage de la fosse de biodigestion peut être effectué en une seule fois ou par étapes, selon la disponibilité du fumier, jusqu'à atteindre sa capacité totale de 3 000 kg de fumier mélangé à de l'eau dans une proportion de 1:1.

Lorsque la fosse est entièrement remplie, le processus de biodigestion commence et l'équipement débute la production de gaz utilisable pour la cuisson après environ cinq jours.

Le système atteint son pic de production de biogaz entre 20 et 30 jours après le remplissage complet, garantissant une meilleure efficacité et un volume de production plus élevé durant cette période.

Figure 54a - Début de la fermentation indiquant la production de biogaz



Figure 54b - Début de la fermentation indiquant la production de biogaz

14. Raccordement au réchaud

Après le début de la production de biogaz par le système, le flexible de gaz est raccordé directement au brûleur spécifique pour biogaz, en assurant une étanchéité sûre et appropriée.

ATTENTION :

LE BIOGAZ EST INCOLORE. AFIN DE MIEUX VISUALISER SA COMBUSTION, PLACEZ UNE CASSEROLE SUR LE BRÛLEUR DU RÉCHAUD ET ALLUMEZ LE GAZ AVEC PRÉCAUTION, EN RÉGLANT L'ARRIVÉE DE GAZ SUR L'OUVERTURE LA PLUS FAIBLE POSSIBLE.

Ajustez l'arrivée d'air du brûleur en régulant le débit jusqu'à ce que la flamme prenne une coloration légèrement bleutée et stable.

Cette condition indique une combustion efficace et complète du gaz, garantissant de meilleures performances et une utilisation plus sûre.



Figures 55, 56 et 57

ENTRETIEN ET PRÉCAUTIONS

- Alimenter le biodigesteur quotidiennement (ex. : 16 litres de fumier frais + 8 L d'eau)
- Ne pas introduire de sable, pierres, savon ou huile dans la cuve de chargement

Vérifier chaque semaine :

- Le niveau d'eau du filtre coupe-flamme
- L'absence de fuites au niveau des raccords
- L'état des flexibles et des vannes (dessèchement ou usure)

- Agiter la matière interne (à l'aide d'une tige externe ou par alimentation en "vagues") une fois par semaine
- Nettoyage général : tous les 2 ans



Figure 58 - Remuer le matériau à l'aide d'un bâton afin de favoriser la production de biogaz.

TYPES DE DÉCHETS ORGANIQUES UTILISABLES

Le biodigesteur rustique accepte divers matériaux riches en matière organique :

DÉCHETS D'ORIGINE ANIMALE

- Fumier bovin
- Fumier caprin/ovin
- Fumier porcin
- Fientes de volaille

DÉCHETS VÉGÉTAUX

- Résidus de culture (canne à sucre, herbe broyée, pailles)
- Épluchures et restes de fruits
- Déchets de cuisine sans sel ni huile
- Fruit à pain (frais ou broyé)

ÉTUDES DANS LES PAYS CONSOMMATEURS DE FRUIT À PAIN

Des recherches menées au **CABO VERDE, EN ANGOLA, AU MOZAMBIQUE, AU NIGERIA, AU GHANA ET EN TANZANIA** montrent que le fruit à pain :

- Présente une forte teneur en glucides (~70–80 % en base sèche)
- Produit une quantité de biogaz équivalente ou supérieure à celle du maïs
- Génère environ 0,05 à 0,07 m³ de biogaz par kg frais
- Constitue une excellente solution pour l'énergie domestique et scolaire en zones tropicales

COMBIEN DE CO₂ EST ÉVITÉ EN UTILISANT LE BIOGAZ À LA PLACE DU BOIS ?

IMPACT ENVIRONNEMENTAL - RÉCHAUD À BOIS VS BIOGAZ

Pour un biodigesteur de 3 000 L, capable de produire **JUSQU'À 1 M³ DE BIOGAZ PAR JOUR**, environ **4 KG DE BOIS DE FEU PAR JOUR** sont substitués.

La combustion de **1 KG DE BOIS** dans des foyers traditionnels libère environ **1,8 KG DE CO₂**.

CO₂ évité :

- 4 kg de bois/jour × 1,8 kg de CO₂ = 7,2 kg de CO₂ évités par jour
- Par mois : 216 kg de CO₂
- Par an : environ 2,6 tonnes de CO₂

Ainsi, un simple biodigesteur rural peut réduire des émissions équivalentes à la **PLANTATION DE PLUS DE 30 ARBRES PAR AN**.



**Programme
Alimentaire
Mondial**
Centre d'Excellence
contre la Faim