


# Biodigesteur




<https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Biodigesteur>

Dernière modification le 22/10/2019

 Difficulté **Moyen**

 Durée **7 jour(s)**

 Coût **800 EUR (€)**

## Description

Comment traiter ses déchets organiques et produire de l'énergie ?

# Sommaire

## Sommaire

Description

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Fonctionnement

Étape 2 - Surface et terrassement

Étape 3 - Maçonnerie

Étape 4 - Guides et butées

Étape 5 - Sortie de gaz

Étape 6 - Entrée

Étape 7 - Sortie

Étape 8 - Enduit et finitions

Étape 9 - Réseau biogaz

Étape 10 - Test d'étanchéité eau/gaz

Étape 11 - Structure de captage

Étape 12 - Chargement

Étape 13 - Utilisation

Étape 14 - Remarques

Étape 15 - Des idées ?

Notes et références

Commentaires

# Introduction

Ce tutoriel est le fruit du travail d'Hélie Marchand à Madagascar. Toutes les informations sur le projet JIRO Madagascar sont disponibles dans les liens en fin de tuto !

## La méthanisation

La méthanisation est la production de biogaz à partir de "déchets" organiques. Elle présente de nombreux avantages, aussi bien économiques qu'écologiques.

- Elle réduit les volumes de déchets organiques : une méthanisation correctement effectuée est une épuration en elle-même, elle permet de considérablement diminuer la charge polluante des effluents.
- Elle réduit les émissions de méthane, un puissant gaz à effet de serre : la fermentation des matières organiques à ciel ouvert (dans les décharges) représente un danger majeur pour l'environnement, puisque des volumes importants de méthane sont relâchés dans l'atmosphère.
- Elle contribue à la production d'énergie renouvelable : le biogaz produit peut être valorisé de plusieurs façons, comme détaillé ci-dessous.

Dans les pays développés, la méthanisation est un enjeu majeur pour la transition énergétique. Les ressources étant diffuses sur le territoire, elle permet une production locale et donc des économies sur le transport et la logistique. "Aujourd'hui en France, 160 unités de méthanisation agricoles sont en fonctionnement pour une capacité totale de production de 350 GWh d'électricité et 500 GWh de chaleur, soit l'équivalent de la consommation de 35 000 foyers. Selon les prévisions de l'ADEME, la part du biogaz pourrait fournir 3 à 3,5% de la production d'énergie en 2030. En 2050, la moitié du gaz de réseau pourrait être issue de la méthanisation. Celle-ci représente donc une voie crédible vers une transition énergétique." [1]

Dans les pays en voie de développement, l'enjeu est tout aussi important : fournir une source de production d'énergie combinée à un moyen de traitement des déchets permettrait à des zones isolées d'atteindre l'autonomie énergétique et l'amélioration des conditions de vie qui va avec. En Afrique par exemple, il est estimé que 68% de la population vit sans installations de cuisine sûres et propres. La cuisson au feu de bois entraîne de nombreux problèmes de santé et accélère la déforestation. Le biogaz pourrait être une voie d'amélioration, à la fois en allégeant la pression sur l'environnement et en améliorant les conditions d'hygiène et de santé de la population.

## JIRO Madagascar

C'est à Madagascar que l'équipage de Nomade des Mers a rencontré Hélie Marchand, un français installé à Fianarantsoa depuis 10 ans et fondateur de l'association JIRO et de la SARL Biogasy.

Il s'est intéressé au biogaz peu après son arrivée, et son étude de faisabilité, en plus de mettre en évidence un certain nombre de problématiques, a tout de suite montré le potentiel de cette technologie à Madagascar :

- Déforestation de l'environnement par la population, à hauteur de 1.65 ha/hab/an.
- Conditions de vie difficiles, sans confort, grande pauvreté.
- L'atmosphère de la cuisine avec le bois de chauffe est toxique pour les yeux et les poumons des familles. D'après l'OMS, cette pratique est à l'origine de 11 000 décès par an à Madagascar.
- Valorisation faible de la matière organique, et faiblesse des rendements agricoles face à l'ampleur du labour.
- L'assainissement inexistant est la cause de nombreux problèmes de santé publique : nuisibles, maladies, mauvaises odeurs...

*"Le but de ces installations est de définir les solutions techniques offrant les meilleurs rapports coût/avantage. La production de biogaz domestique est intégrée dans le cycle de la matière donc à son environnement, la matière organique est recyclée en matière première pour produire du biogaz, ce mécanisme biologique décompose la matière, détruit les mauvaises odeurs, les maladies et les parasites et recycle la matière sous forme d'engrais pour les cultures. Ce procédé est reconnu comme pratique de développement durable, il permet de produire une énergie propre et renouvelable. La production de biogaz est une alternative écologique au bois énergie."* [2]

Il a développé et éprouvé son concept de biodigesteur chez 18 agriculteurs malgaches entre 2007 et 2016.

## Matériaux

La liste suivante donne les matériaux que la SARL Biogasy utilise pour la fabrication de son modèle de biodigesteur. D'autres concepts existent, qui utilisent d'autres matériaux. Ce concept toutefois a fait ses preuves et offre une robustesse et une fiabilité en fonctionnement très satisfaisantes.

Voici les matériaux pour un biodigesteur de **9 mètres cubes**.

- 1 Bâche plastique épaisse
  - 19 sacs de ciment
  - 4 sachets de Sekalite
  - 3 PVC 20 mm + colliers
  - 8 Coudes PVC 20 mm
  - 3 Manchons PVC 20 mm
  - 3 Té PVC 20 mm
  - 1 Vanne PVC 20 mm
  - 2 PVC 100 mm
  - 1 Coude PVC 100 mm
  - Réchaud gaz
  - Rice cooker
  - 3 Tuyaux gaz + colliers
  - 2 Piles
  - 10 Cornières métal 30 x 30 x 3 mm
  - 2 Pots de peinture antirouille
  - 1 White Spirit
  - 1 Rouleau de grillage à poule
  - 1 Bobine de fil recuit
  - 1 Bobine de fil électrique + attaches
  - 6 Tiges fer rond de 6 mm
  - 100 Boulons 6 x 20 mm, tire fond + chevilles
  - 1 Tube galvanisé
  - 1 Laine de fer
  - 6 Rondelles
  - 1 Buse béton 200 mm
  - 6 Planches 1000 x 400 mm
  - 2 kg de clous
  - 1 Colle PVC
  - 3 Tétines gaz
- 

## Outils

- Matériel de maçonnerie
- Disqueuse
- Un pinceau plat
- Jeu de clés plates et à pipe

# Étape 1 - Fonctionnement

Participez à la veille technique, partagez vos liens intéressants dans l'espace de discussion ou ajoutez les ici.

La méthanisation, ou production de biogaz, est un processus naturel de dégradation biologique de la matière organique dans un milieu sans oxygène due à l'action de multiples micro-organismes (bactéries). Elle peut avoir lieu naturellement (marais, décharges...) ou peut être mise en œuvre volontairement grâce à un équipement approprié.

Elle produit un gaz dit « biogaz » composé principalement de méthane CH<sub>4</sub> (50 à 70%) et de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>. Le méthane contenu dans le biogaz présente un intérêt énergétique. La réaction produit aussi un résidu appelé digestat (bactéries, matière organique non dégradée et minéraux) qu'il est ensuite possible de valoriser en tant que fertilisant.

Le biogaz produit peut être valorisé de différentes manières :

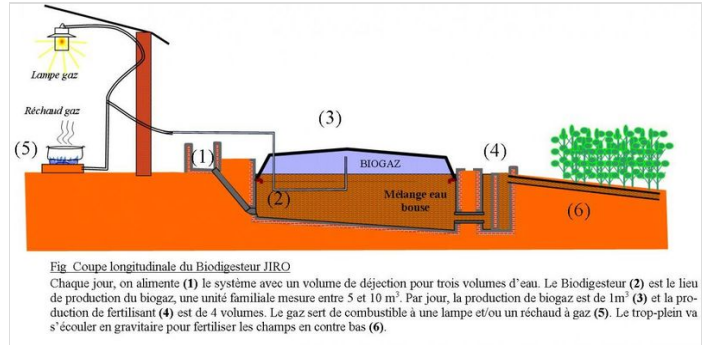
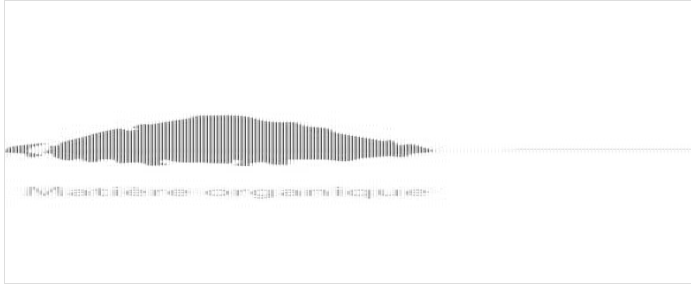
- Par la production d'électricité et de chaleur (cogénération) ;
- Par la production de chaleur seule ;
- Par l'injection dans les réseaux de gaz naturel ;
- Par la transformation en carburant (raffinage).

La méthanisation peut être effectuée à toutes les échelles, aussi bien à celle d'une ville dans des centrales de plusieurs méga Watts [3], qu'à celle plus modeste d'un foyer pour produire, par exemple, de l'énergie pour la cuisson ou le chauffage. Elle présente un réel intérêt pour les zones isolées et ayant une activité agricole, car elle permet de combiner la production d'énergie et le traitement des déchets.

Ce tutoriel donne une façon de fabriquer un biodigester domestique. Il en existe bien d'autres dans d'autres proportions avec des matériaux différents, mais celui-ci est le fruit des 10 ans d'expérience d'Hélie Marchand et a été éprouvé par 18 agriculteurs malagasy entre 2007 et 2016. Sa réalisation est complexe mais il offre une robustesse et une fiabilité très satisfaisantes.

Sur les plans, toutes les distances sont en mètres.

**Rappel : Ce biodigester ne répond pas aux normes internationales relative à la production, au traitement, à l'épuration et à l'utilisation du biogaz. Prenez garde à vérifier les lois en vigueur dans le pays concerné avant d'entreprendre la construction de ce biodigester.**



# Étape 2 - Surface et terrassement

Le site d'implantation du biodigester doit se trouver à proximité de la cuisine, du lieu d'élevage et de la source d'alimentation en eau. Il sera déterminé, en concertation avec les habitants, pour assurer le bon fonctionnement du biodigester.

La surface nécessaire pour la construction du biodigester est de 11 m<sup>2</sup> environ :

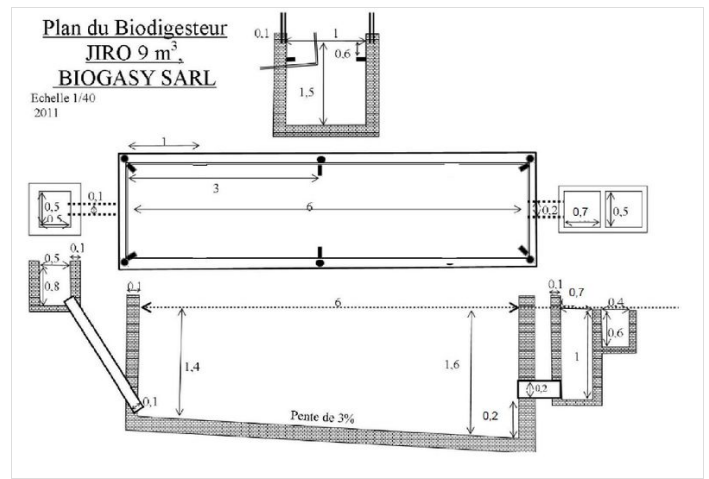
- 1 m<sup>2</sup> est nécessaire pour la construction du bac d'alimentation, celui-ci ne demande pas de terrassement, car sa position doit surplomber le réservoir principal afin d'assurer un écoulement gravitaire. Un emplacement sera aménagé pour le tube PVC de 100 mm de diamètre servant à l'alimentation.
- 7 m<sup>2</sup> sont nécessaires pour l'implantation du réservoir principal, le terrassement se fera sur une surface 1,2 m x 7,2 m afin de laisser un espace à l'édification des parois (donc 9 m<sup>2</sup> au total).
- 1 m<sup>2</sup> supplémentaire est nécessaire au bout du réservoir principal pour installer les bacs de trop-plein et de collecte du digestat.

Suivant le volume du biodigester calculé, suivant la quantité de matière organique à traiter, la profondeur du terrassement va varier d'1 mètre à 1,5 mètre. Une fouille de 20 cm de large sur 5 cm de hauteur sera creusée le long des parois de l'excavation, c'est l'emplacement de la semelle en béton qui va servir de fondation aux parois du Biodigester.

## Étape 3 - Maçonnerie

La semelle en béton (5 cm d'épaisseur sur 20 cm de large) est coulée dans le fond de l'excavation au niveau de la base des futures parois du biodigesteur. Sur cette fondation, les parois du biodigesteur sont montées en brique (épaisseur de 10cm). A mi-hauteur et au niveau de la surface du liquide, deux cerclages en béton armé (fer à béton Ø 6) font le tour des parois du biodigesteur.

La dalle en béton est coulée dans le fond du biodigesteur avec une pente de 3% (correspond à 1,35°), afin d'assurer un bon écoulement de la matière vers la buse de sortie, une fois la matière digérée.



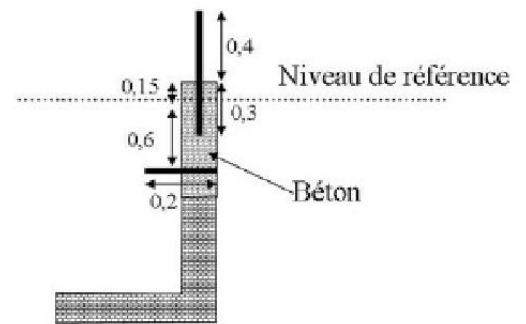
## Étape 4 - Guides et butées

Six butés en fer cornière seront scellées dans les parois en brique afin de supporter la structure qui va capter le biogaz, elles seront situées à 60 cm sous le niveau théorique du liquide dans le réservoir principal. Le niveau du biodigesteur est fixé à partir du niveau du trop-plein.

Six tubes de galvanisés de 20 mm de diamètre et de 70 cm de long vont servir au guidage de la structure de captage du biogaz. Ils sont scellés verticalement sur 30 cm dans le béton dans la longueur du biodigesteur. Ils vont servir de guide pour la structure de captage. Les guides et les butés sont coulés dans le béton au même niveau sur la longueur du biodigesteur, c'est-à-dire au milieu, et dans les quatre angles.

Les parois seront remblayées avec du sable humide afin d'absorber les mouvements saisonniers de la latérite.

### Butés et guides



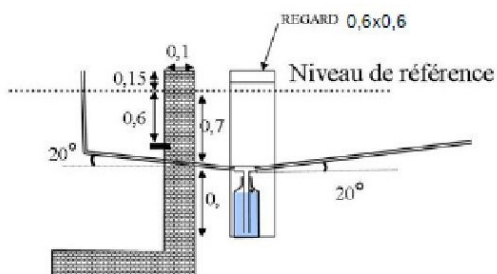
## Étape 5 - Sortie de gaz

La sortie gaz (tuyau PVC diamètre 20 mm) est placé à 5 cm sous le niveau des butés afin d'éviter tout contact avec la structure. Le tuyau de sortie du biogaz est positionné perpendiculairement par rapport à la paroi.

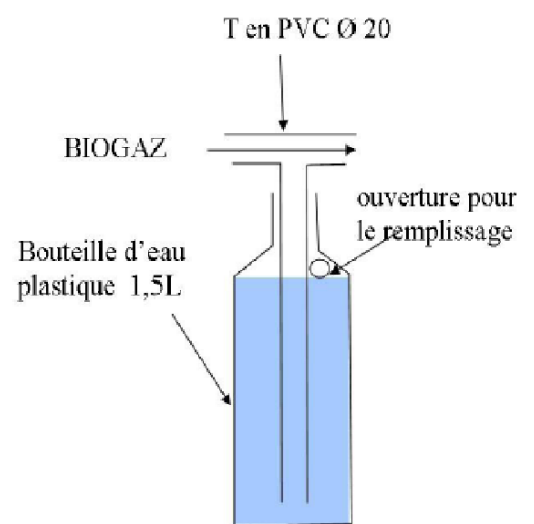
Ce tuyau est en pente vers la valve de sécurité (angle d'inclinaison >20°). En effet, de l'eau peut se condenser dans le réseau biogaz ; l'inclinaison de la sortie biogaz permet d'éviter que cette eau stagne dans le réseau et empêche le cheminement du biogaz.

Cette valve de sécurité est placée dans une structure maçonnée de dimension suffisante pour garantir l'accessibilité de la valve de sécurité. Cette structure maçonnée sera couverte pour éviter tout accident de plain-pied.

### Sortie biogaz



### Valve de sécurité :

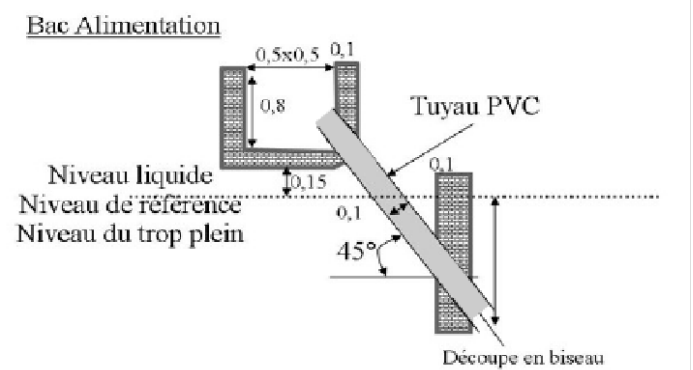


## Étape 6 - Entrée

Un tuyau PVC diamètre 100 mm est mis en place dans la paroi au niveau de l'entrée de la matière organique. Ce tuyau part du fond du bac d'alimentation pour arriver au fond du biodigesteur (angle d'inclinaison >45°). Sa partie inférieure dépasse de la paroi, le tuyau est biseauté afin de faciliter l'écoulement du chargement.

Pour fondation, une semelle de béton de 5cm d'épaisseur est coulée sur l'emplacement du bac d'entrée. Le bac d'entrée est placé à 15 cm au-dessus du niveau de référence afin d'assurer l'écoulement gravitaire du chargement. Le bac est un carré de section 50 cm avec une profondeur de 80 cm monté en brique (épaisseur 10 cm).

### Détails de la construction





## Étape 7 - Sortie

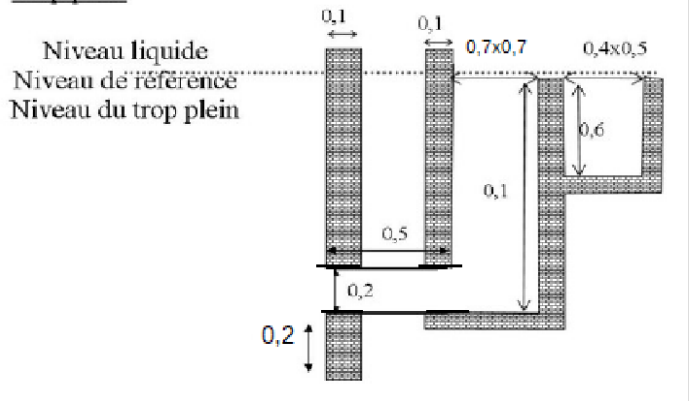
Au niveau de la sortie du biodigesteur, une buse ciment de diamètre 200 mm va permettre l'évacuation du digestat. Elle est placée horizontalement à 60 cm du fond du biodigesteur pour connecter la cuve principale et le trop plein. Une fois les tuyaux de sortie et d'entrée positionnés, les bacs d'alimentation et de trop-plein peuvent être réalisés.

Pour fondation, une semelle de béton de 5cm d'épaisseur est coulée sur l'emplacement du bac de sortie.

Le bac de sortie ou bac de trop-plein est de section carrée de 0,7 m de côté et d'une profondeur de 1,15 mètre. Le niveau du liquide dans le biodigesteur est fixé par le trop plein. Le niveau du trop-plein est à 1 mètre par rapport au fond du bac de sortie. Le bac de sortie est connecté au bac principal par la buse de 200 mm.

Le bac de trop plein se déverse dans un bac de stockage de dimension 50 cm de long sur 40 cm de large et de 60 cm de profondeur.

### Trop plein



## Étape 8 - Enduit et finitions

Trois couches d'enduit (mortier + hydrofuge en poudre de type « sikalite ») sont nécessaires pour assurer l'étanchéité du biodigesteur. Le dosage de l'enduit est 1 volume de ciment pour 2 de sable. La sikalite est mélangée au ciment, 1 kg pour 50 kg de ciment. Avant la pose de la première couche d'enduit la paroi est mouillée avec de l'eau.

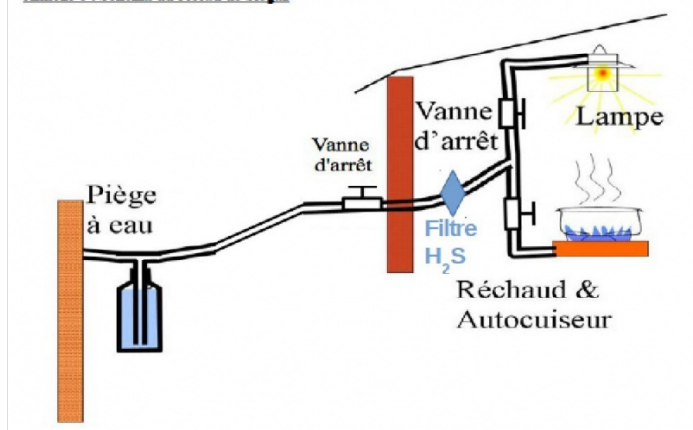
## Étape 9 - Réseau biogaz

La distance entre le biodigesteur et la cuisine doit être la plus courte possible afin d'éviter les pertes de charge dans le réseau de biogaz. La distance maximale (longueur + hauteur) entre le biodigesteur et la cuisine est de 20 mètres.

Le réseau de biogaz est réalisé à partir de tuyau en PVC de 20 mm. Il comprend l'équipement suivant :

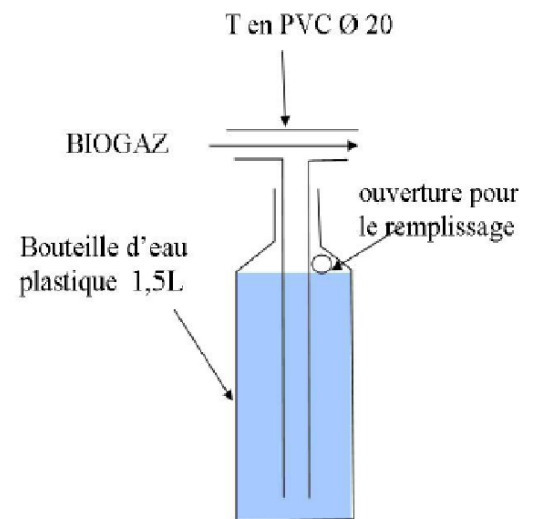
- Une valve de sécurité est posée au point le plus bas du réseau afin de collecter l'eau issue de la condensation dans le réseau. Un regard en brique est réalisé autour de la valve de sécurité. Ce regard sera de dimension suffisante pour garantir l'accessibilité de la valve de sécurité (contrôle possible de la bouteille assurant la garde d'eau). Il sera couvert pour éviter tout accident de plain-pied.
- Trois vannes d'arrêt sont positionnées sur le réseau de biogaz. La première (vanne d'arrêt) est située après la valve de sécurité, et sera facilement visible et accessible de l'extérieur pour interrompre l'arrivée du biogaz en cas d'incident, la deuxième et la troisième à l'intérieur de la cuisine avant la lampe au biogaz et avant la cuisinière.
- Un manomètre (tube en U en PVC 20 mm) et la vanne d'arrêt sont installés sur le réseau entre le biodigesteur et la cuisine.
- Au niveau de l'équipement de valorisation réchaud et lampe, une réduction du diamètre du tuyau est réalisée avec une tétine gaz afin d'arriver sur un diamètre de tuyau de 10mm.
- Un filtre H<sub>2</sub>S (laine de fer) est positionné sur le réseau afin d'épurer le biogaz et de limiter la corrosion des pièces métalliques, et d'empêcher tout retour éventuel de flamme de la cuisinière vers le biodigesteur.

Annexe 6 : Schéma du réseau de biogaz

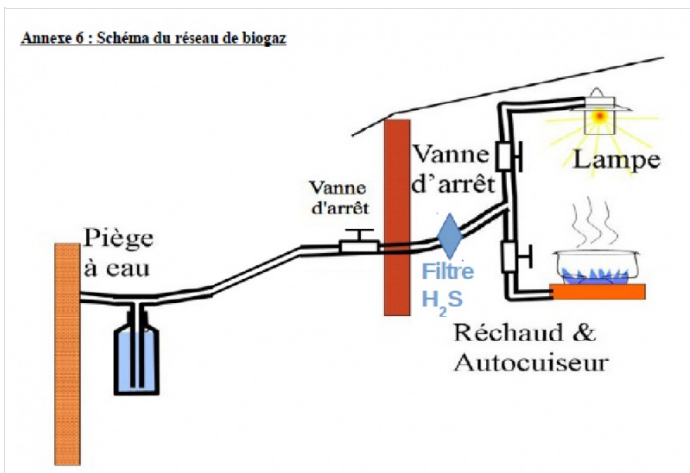




### Valve de sécurité :



Annexe 6 : Schéma du réseau de biogaz



## Étape 10 - Test d'étanchéité eau/gaz

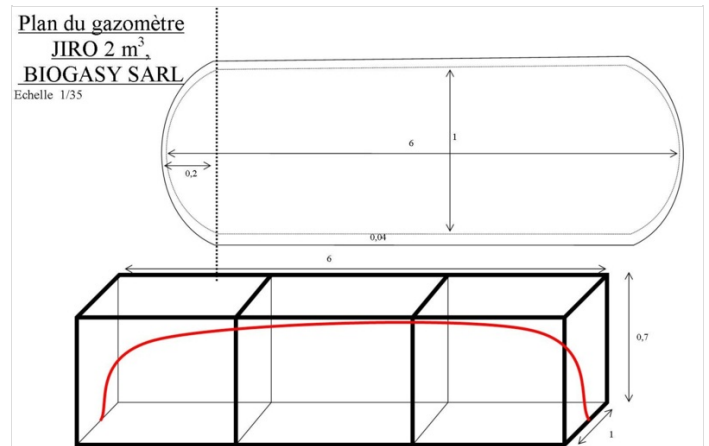
Après 24 h de séchage de l'enduit, le biodigesteur est rempli d'eau afin de tester l'étanchéité des parois du biodigesteur. Le réseau de biogaz est testé à l'air comprimé (20 mbar), le manomètre permet de vérifier l'étanchéité du système.

## Étape 11 - Structure de captage

La structure de captage est réalisée en fer cornière de 30 x 3 mm. Deux couches d'antirouille sont appliquées sur la structure en cornières métalliques.

Les dimensions de la structure de captage suivent celle du biodigesteur. Un plancher est posé sur le fer cornière, il supporte le contre poids (empilement de briques) nécessaire à la pressurisation du biogaz (20 mbar) à l'intérieur du système de captage.

La bâche est découpée avec une forme arrondie aux extrémités et les bords sont cousus pour former une doublure afin d'assurer une meilleure résistance à la traction exercée par le biogaz lors de son stockage.



## Étape 12 - Chargement

Le digestat est un mélange des matières organiques à méthaniser et d'eau (en proportion 1/4 environ). De l'eau va compléter le volume jusqu'au niveau du trop-plein qui fixe le niveau du liquide dans le biodigesteur.

La structure de captage est alors placée dans le biodigesteur. Les briques servant de contre poids (lestage) sont disposées sur la partie supérieure du système de captage une fois que la structure est remontée sous l'action du biogaz, soit après un laps de temps compris entre 2 et 7 jours suivant les conditions de température et la nature du chargement.

## Étape 13 - Utilisation

Qu'est-ce qu'on met dedans ?

Deux types de méthanisations existent : la voie sèche et la voie humide. Chacune comporte ses avantages et ses inconvénients, qui ne seront pas détaillés ici mais que vous pouvez trouver ici : Comparaison voie sèche / voie humide Le choix de la voie dépend des intrants à disposition dans le cas d'effluents d'élevage tels que le lisier de porc, on a une matière très humide, alors que dans le cas de matières végétales comme le maïs ou le gazon, on aura plutôt tendance à aller vers la voie sèche. Sachez bien ce que vous mettez dans votre digesteur et vous saurez quelle méthode choisir !

Ce système est développé pour de la méthanisation en voie humide.

La quantité de biogaz produite dépend aussi de la matière organique à disposition : certaines matières comme le maïs ont un grand pouvoir méthanogène, et d'autres comme le lisier de porc en ont un faible. Voici un tableau comparatif des pouvoirs méthanogènes connus : Substrats pour installation de biométhanisation

## Étape 14 - Remarques

Dans beaucoup de pays, une installation de méthanisation doit faire l'objet d'une autorisation ou d'une déclaration, et doit respecter un certain nombre de normes nationales et internationales pour pouvoir être mise en fonctionnement. En France par exemple, toute installation de méthanisation, peu importe sa taille, est soumise à la réglementation ICPE n° 2781 (ce biodigesteur devra en France faire l'objet d'une déclaration). Par ailleurs, les intrants peuvent aussi être soumis à des réglementations, dans le cas de sous-produits animaux par exemple. Vérifiez donc bien les lois en vigueur dans le pays concerné avant la fabrication, pour ne pas vous faire surprendre par les autorités.

## Étape 15 - Des idées ?

Pour les intéressés, les points suivants peuvent être creusés :

- Quel est le mélange optimal pour produire un maximum de biogaz ?
- Comment faire un système low-tech pour intégrer le biogaz dans une maison en toute sécurité ?

## Notes et références

Ce tutoriel est le fruit du travail d'Hélie Marchand, fondateur de JIRO Madagascar et de la SARL Biogasy, toutes deux basées à Fianarantsoa. Toutes les informations et contacts sur le projet et l'association sont disponibles ici : Jiro - Le biogaz pour un développement durable à Madagascar

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Biodigesteur>
- <http://agriculture.gouv.fr/un-methaniseur-comment-ca-marche-video>
- [http://www.pseau.org/sites/default/files/fichiers/haiti/2011\\_02\\_28\\_colloque/6\\_biodigesteur.pdf](http://www.pseau.org/sites/default/files/fichiers/haiti/2011_02_28_colloque/6_biodigesteur.pdf)
- [http://mon.danstageule.fr.free.fr/NRJrealiste/biogaz/Biogaz\\_tropical.pdf](http://mon.danstageule.fr.free.fr/NRJrealiste/biogaz/Biogaz_tropical.pdf)
- <https://decroissons.wordpress.com/2013/08/22/produire-son-propre-biogaz-les-plans/>
- <http://www.instructables.com/id/Biogas-at-home-Cheap-and-Easy/?ALLSTEPS>
- [lowtechlab.org/bio-digesteur/](http://lowtechlab.org/bio-digesteur/)