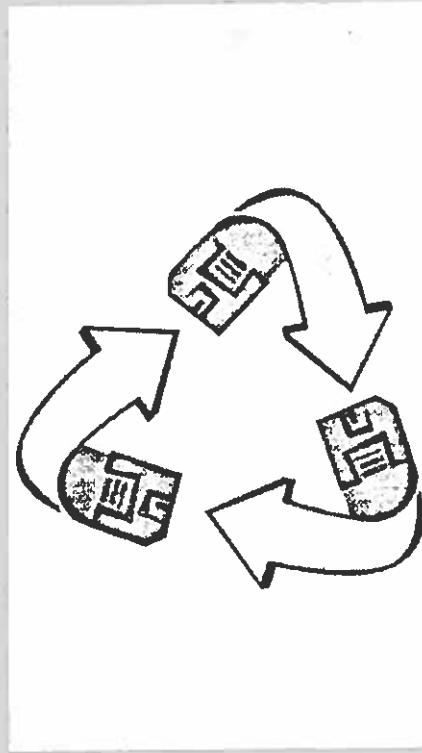


GUIDE PRATIQUE



MISE EN PLACE ET EXPLOITATION D'UNE UNITÉ DE BIOGAZ



CENTRE SONGHAI

CENTRE DE FORMATION, PRODUCTION, RECHERCHE ET
DÉVELOPPEMENT AGRICULTURE DURABLE

Porto-Novo. du Bénin

CENTRE SONGHAI

CENTRE DE FORMATION, PRODUCTION, RECHERCHE ET
DÉVELOPPEMENT AGRICULTURE DURABLE

Porto-Novo. du Bénin

GUIDE PRATIQUE

MISE EN PLACE ET EXPLOITATION D'UNE UNITÉ DE BIOGAZ

2ème édition Février 2001

Rédigé et publié par
le Centre Songhaï en collaboration avec
Society for International Development

Illustration : Joseph AKLIGO

Society for International Development
Via Panisperma, 207
00184 Rome
ITALY

Tél : (39) 06 48 72 17 2
Fax: (39) 06 48 72 17 0
E-mail: info@sodint.org

Centre Songhaï
BP 597
Porto-Novo
BENIN

Tél: (229) 20 24 60 92
Fax: (229) 20 24 72 50
Email: songhai@songhai.org
<http://www.songhai.org>

SOMMAIRE

Introduction	P.6
I- Une installation est-elle possible	P.8
Les besoins en gaz	
Les ressources en substrat	
Contraintes à l'installation	
II- Le digesteur et sa construction	P.10
Description du digesteur chinois	
Localisation de l'installation	
Les étapes de la construction	
Vérification de l'étanchéité	
III- L'exploitation de la fosse	P.19
Les intrants	
Le démarrage de l'installation	
Le fonctionnement régulier et suivi	
IV- L'utilisation de l'effluent	P.27
V - L'utilisation du gaz	P.28
Le manomètre et le problème du stockage	
Les pièges à eau	
L'épuration du gaz	
Les modes d'utilisation	
VI- La maintenance de l'installation	P.33
Le calendrier de maintenance	
La vidange	
A propos des fuites...	
Le guide pratique des pannes	P.35

INTRODUCTION

Dans les communautés rurales du tiers-monde, en général et d'Afrique en particulier, l'énergie constitue un problème permanent, pour leurs besoins quotidiens (cuisine essentiellement), les habitants puisent dans leur environnement immédiat : bois, charbon de bois, etc.

Mais la forte utilisation de bois conduit à la déforestation et en absence de protection des sols, à la désertification de vastes étendues.

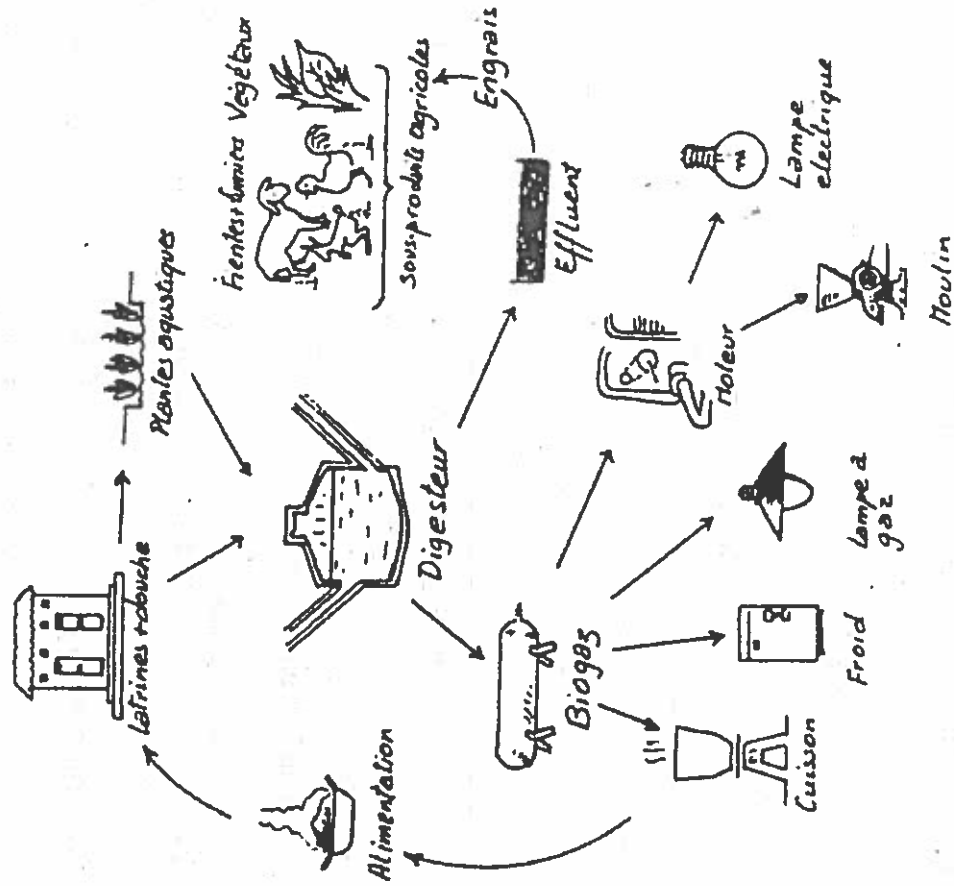
La production de biogaz peut largement contribuer à résoudre le problème énergétique dans les villages.

Cette technique permet de reconvertir la matière organique en méthane par un processus de fermentation anaérobie - absence d'air. L'énergie calorifique obtenue peut être exploitée comme combustible pour la cuisine ou pour alimenter des sources d'éclairage ou des moteurs...

Cette technique a l'avantage de pouvoir s'intégrer facilement en milieu rural : elle valorise les déchets de l'agriculture (pailles, déjections), stimule la production agricole (production d'effluent à valeur d'engrais liquide) et résout certains problèmes d'hygiène en traitant les déjections humaines (épuration verte).

Cette brochure vise à donner des bases théoriques et pratiques à la mise en place et à l'exploitation d'une unité de production de biogaz, centrée autour d'un digesteur, où se déroule la fermentation à l'origine du gaz.

La réutilisation de la matière organique des déchets comme source d'énergie



I- UNE INSTALLATION EST-ELLE POSSIBLE ?

Avant de lancer l'installation d'une unité de production de biogaz, il faut s'assurer de sa capacité à l'alimenter et l'utiliser correctement. Plusieurs points sont à examiner.

A- Les besoins en gaz

Evaluer les besoins pour s'assurer de la nécessité d'une utilisation et en prévoir la dimension.

- Le gaz est utilisé essentiellement pour la cuisine. Il peut également servir à l'éclairage et au fonctionnement des moteurs.
- Le tableau suivant donne les consommations en biogaz de différents appareils courants :

Utilisations	Besoins en biogaz / heure
Cuisine	0,2 à 0,45 m ³ /h/brûleur de 5 à 10 cm de diamètre
	0,25 m ³ / personne/jour (cuisine individuelle)
	0,15 m ³ /personne/jour (famille)
Eclairage	0,1 m ³ /h/ bec à incandescence
	0,04 m ³ /h/manchon (40W)
Réfrigérateurs	0,15 à 0,2 m ³ /h/100 l de capacité
Moteurs	8m ³ /dm ² de paroi/jour
	0,45m ³ /CV/h pour un moteur de rendement moyen 25%
Couveuse	0,615 m ³ /h pour un appareil de 30 l

- Les besoins en biogaz risquent d'augmenter à partir de la mise en fonctionnement du digesteur.

A partir de l'évaluation des besoins, on peut déterminer le volume de digesteur nécessaire, en considérant que 1 m³ de cuve produit de 0,25 à 1 m³ de biogaz par jour.

Ainsi, une famille disposant d'un digesteur chinois et consommant 1,4 m³ de gaz par jour aura besoin d'une cuve d'environ 6 m³. Ce volume doit être adapté au volume d'intrants apporté régulièrement. Si les intrants sont insuffisants, il n'y aura pas de biogaz.

B- Les ressources en substrat

Les intrants se composent d'un mélange de débris végétaux (résidus de récolte, reste de cuisine...) et de déchets animaux, déjections surtout.

- Les fientes constituent un substrat indispensable. Pour une fosse de 8 à 10 m³, l'apport conseillé est de 40 à 50 kg par jour.
- Le tableau suivant donne le poids de fientes produit quotidiennement par animal et la production de gaz attendue :

	Fumier humide / jour (kg)	Production de gaz / animal (m ³)
Bovidés	10	0,35
Porc	2,25	0,08
Poule	0,18	
Humme	0,4	0,01

- Les déchets végétaux n'ont pas tous la même efficacité, notamment, les pailles trop ligneuses se décomposent lentement. Ils produisent en moyenne 0,3 m³ par kg de matières sèches. A Songhai, les principaux végétaux utilisés sont la jacinthe d'eau et la laitue d'eau
- Penser à ce que les intrants envisagés ne soient pas déjà utilisés.
- C- Contraintes à l'installation
 - Coût de la construction,
 - Disponibilité et motivation d'une main-d'oeuvre pour alimenter et entretenir régulièrement le digesteur ;
 - Barrière culturelle à la manipulation des déjections.

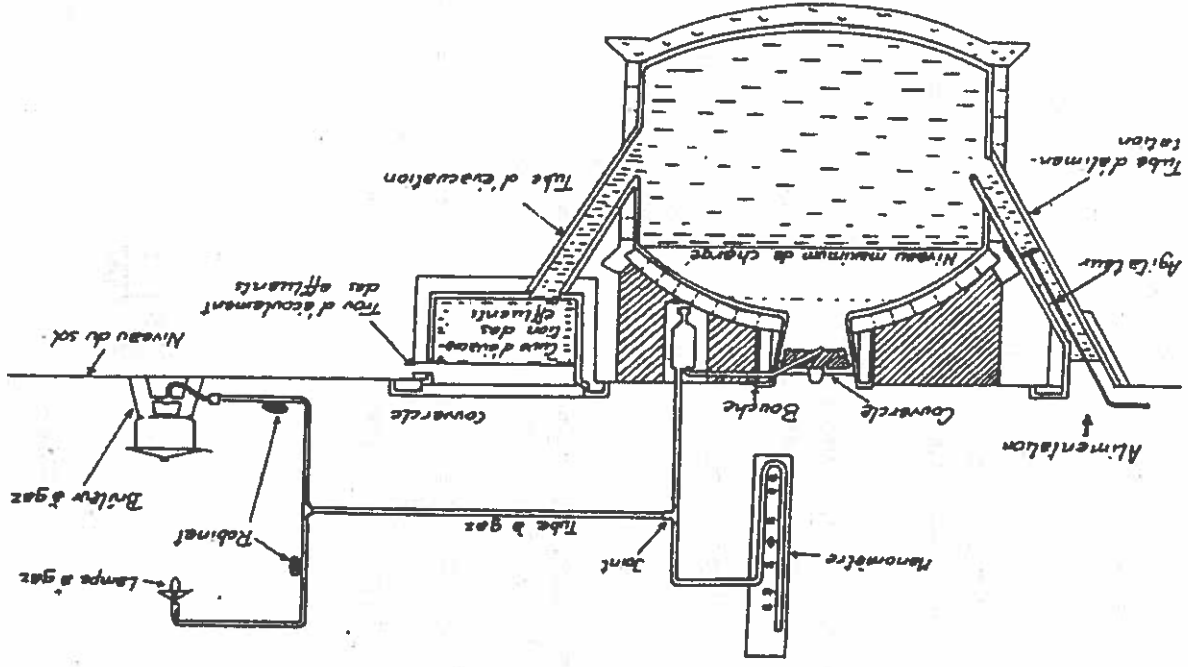
II-LE DIGESTEUR ET SA CONSTRUCTION

A- Description du digesteur chinois

C'est un digesteur de type continu, construit entièrement sous le niveau du sol. Le schéma ci-contre montre son organisation générale. Ce digesteur offre l'avantage d'une durée de vie assez longue (25 ans au moins) et d'un entretien facile.

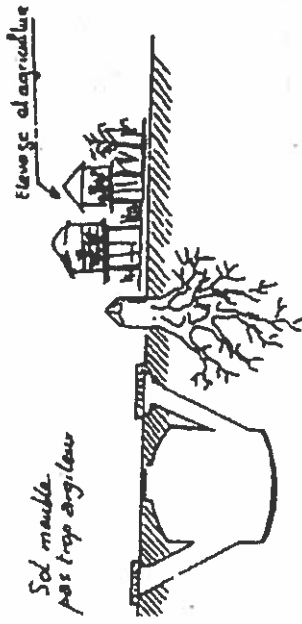
Il comporte :

- des orifices d'entrée et de sortie des matières, débouchant à mi hauteur dans la fosse. A noter que l'orifice d'entrée (1) est plus haut de 20 cm environ par rapport à celui de sortie (2)
- un compartiment de fermentation parfaitement étanche à l'air et à l'eau. Le dôme est fixe et le gaz s'accumule sous la voûte maçonnée. La pression varie donc avec la production et l'utilisation. La régulation de la pression se fait par refoulement du substrat dans la chambre de sortie;
- un couvercle amovible permettant des interventions humaines dans la fosse;
- un tuyau d'évacuation du gaz.



Schema d'un digesteur de type Chinois

B- La localisation de l'installation



- ◆ Le sol sur lequel sera implanté le digesteur doit être meuble mais pas trop argileux : une teneur élevée en argile risque de fissurer la cuve par tassement différentiel (gonflement et séchage).
- ◆ Le fond de la cuve ne doit pas atteindre la nappe phréatique : si non, cela peut causer des problèmes de pertes thermiques, infiltration, pollution et sous-pression
- ◆ Choisir de préférence un site ensoleillé et à l'abri du vent pour maintenir une température adéquate à l'intérieur du digesteur.
- ◆ Les arbres dérangent par leur ombrage et par leurs racines qui peuvent défoncer la cuve : couper les racines et les enduire de chaux pour stopper leur croissance.
- ◆ Les canalisations étant coûteuses et sources de problèmes techniques, il est conseillé d'installer le digesteur à proximité du lieu d'utilisation du gaz, et si possible, pas trop éloigné de la source du substrat.

C- Les étapes de la construction

Il est nécessaire d'être assisté par des techniciens expérimentés afin d'assurer l'efficacité et la durabilité du système. Nous nous contentons donc ici de présenter les étapes à suivre lors de la construction du digesteur.

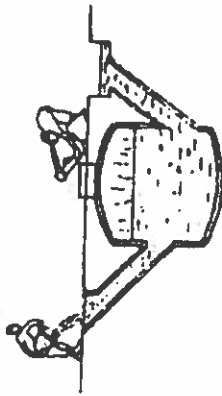
- Estimation du coût des matériaux de construction
- Tracé et fouilles
- Bétonnage de la coupole inférieure
- Construction de la paroi cylindrique à l'aide des briques
- Construction du dôme ou coupole supérieure
- Construction des couches étanches
- Construction du goulot, des cuves d'entrée et de sortie
- Construction du couvercle

D- La vérification de l'étanchéité

- L'étanchéité de la cuve conditionne le déroulement de la fermentation, car les micro-organismes concernés ne se développent que dans un milieu totalement dépourvu d'oxygène (anaérobie).
- Avant de commencer, on vérifie la qualité de l'enduit : un son creux signifie que l'enduit s'est décollé et il est nécessaire de le refaire à cet endroit.

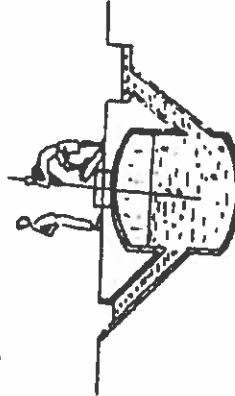
1) L'étanchéité à l'eau

①

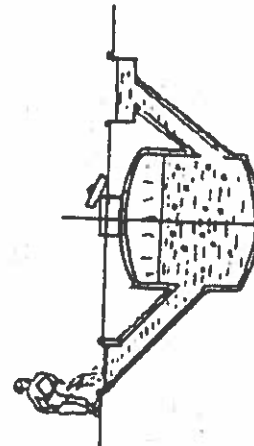


Remplir à ras le digesteur d'eau et repérer le niveau de l'eau puis faire une marque.

②

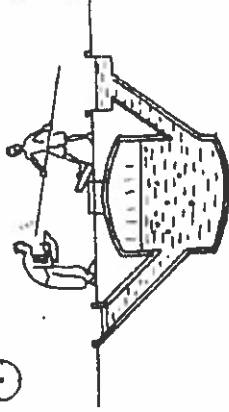


Laisser le digesteur absorber pendant trois à quatre heures une partie de cette eau.



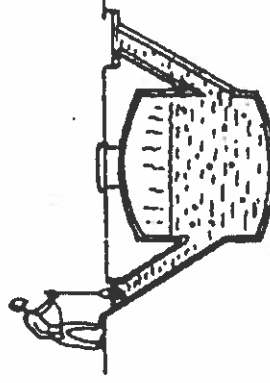
Compléter le niveau d'eau jusqu'à votre marque.

①



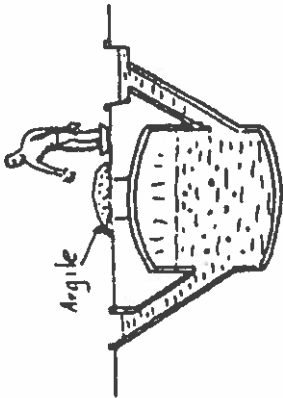
- ◆ Après 24 heures, noter la baisse du niveau de l'eau dans le digesteur.
- ◆ Une dénivellation de 1 à 4 cm permet de conclure à l'étanchéité à l'eau du digesteur. Sinon, le digesteur n'est pas étanche. Attendre alors que le niveau d'eau cesse de descendre. Là où il se stabilise se trouve la fuite.

2) L'étanchéité au gaz

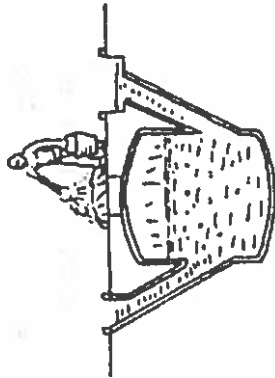


- ◆ Enlever environ 2 m³ d'eau au digesteur préalablement rempli.
- ◆ Fermer hermétiquement le couvercle en utilisant un joint d'argile de très bonne qualité.

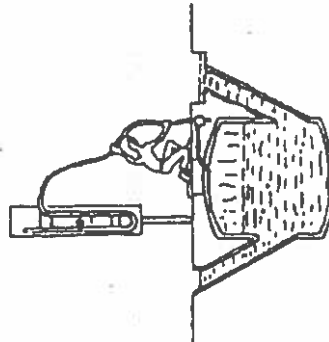
- * Recouvrir le couvercle d'argile.



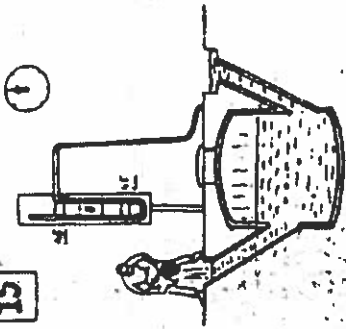
- * Verser de l'eau sur l'argile.



- * Communiquer le tuyau de canalisation du gaz au manomètre.



- ◆ Recommencer le remplissage du digesteur par l'ouverture d'entrée ou de sortie. Au fur et à mesure du remplissage, l'air emprisonné dans la partie supérieure du réservoir du digesteur se comprimera et développera une pression que l'on pourra lire sur le manomètre.

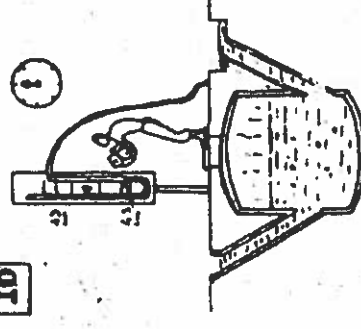


- ◆ Continuer le remplissage jusqu'à atteindre une pression de 90 cm d'eau, soit 45 cm sur chaque branche du tube manomètre.

- ◆ Rechercher les fuites d'air éventuelles sur le tuyau en utilisant de l'eau savonneuse qui laisse échapper des bulles en cas de fuites.

- ◆ Noter l'heure à laquelle cette pression a été atteinte en s'assurant qu'il n'y a pas de fuites au niveau du goulot.

- ◆ Après 24 heures, noter la différence de pression.



- ◆ Une baisse de pression inférieure ou égale à 5% (2 cm d'eau sur chaque branche du manomètre) est acceptable.

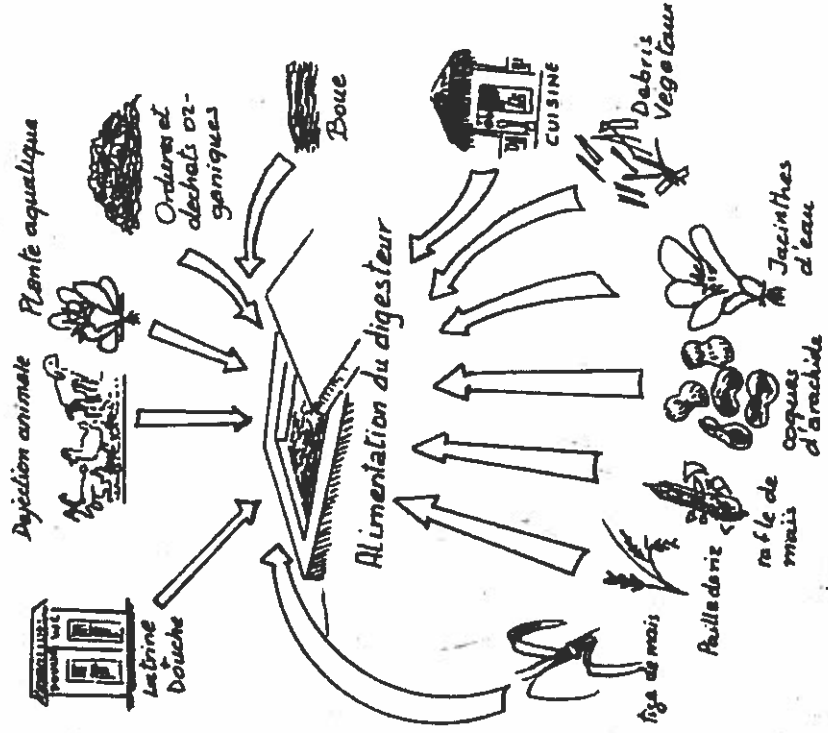
- ◆ Une baisse de pression supérieure à cette valeur est la preuve que le digesteur n'est pas bien étanche à l'air. Dans ce cas, il faut localiser la fuite et y remédier.

III- L'EXPLOITATION DE LA FOSSE

A- Les intrants

1) généralités

Diverses matières sont utilisables : déjection humaines et animales, chaumes, feuillage, herbe, plantes aquatiques, tiges végétales, ordures, boue et déchets industriels organiques.



3) L'élimination des fuites

- ◆ Fuites dont les causes ne sont pas visibles

La plupart du temps, il s'agit d'un mauvais crépissage intérieur. Il faut alors prévoir trois couches de crépissage supplémentaires. Le crépissage sera plus fin, surtout aux endroits où les tuyaux d'entrée et de sortie sont reliés avec la cuve de fermentation. On utilisera de préférence du sable fin.

- ◆ Fuites dues à des causes visibles

Il s'agit la plupart du temps de fissures qu'il faut boucher de la manière suivante :

- Faire une entaille rugueuse en forme de V le long des fissures
- Enlever les poussières
- Badigeonner l'entaille avec de la barbotine
- Fermer le trou avec du mortier à très forte dose de ciment.

- ◆ Fuites dues au décollage en lambeaux de couches de crépissage
- Le décollage est souvent le fait d'un mauvais compactage du mortier pendant le crépissage intérieur. Il faut :

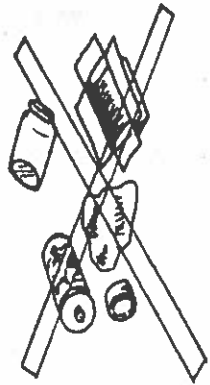
- Enlever à l'aide d'un marteau toutes les couches lâches;
- Reprendre le crépissage avec de plus fortes doses de ciment en alternant le badigeonnage à la barbotine et le crépissage au mortier.

La fermentation d'un seul élément donne en général de mauvais résultats. On utilise souvent un mélange de matières animales et de matières végétales. Le rapport carbone / azote (C/N) final doit être proche de 25. Le tableau donne les valeurs du rapport C/N de différents substrats :

Substrats	Rapport C / N
a) ANIMAL : fientes de :	
porc	13,7
vache	19,9
poulet	9,65
canard	27,4
Homme	6,72
b) VEGETAL	
restes de cuisine	28,6
tiges de maïs	56,6
pailles de riz	51
rafles de maïs	49,9
coques d'arachide	31
jacinthes d'eau	11,4
coupe d'herbe	15,7

A Songhai, le mélange appliqué est de 1 volume de fientes + 2 volumes de jacinthe d'eau, auquel on ajoute de l'eau.

Il importe aussi de veiller à ne pas introduire des substances toxiques telles que : détergents, engrais chimiques, pesticides, antibiotiques...



2) Cas des matières animales

- Elles sont riches en azote et plus facilement décomposables que les matières végétales. Elles sont indispensables au fonctionnement du digesteur.
- Il s'agit essentiellement de fientes mais tous les déchets d'origine animale sont utilisables.

A Songhai, on utilise principalement de fientes de volaille et de porc.

3) Cas des matières végétales

Leur digestibilité est plus faible, surtout dans le cas de matières fibreuses, un pré-traitement est souvent nécessaire.

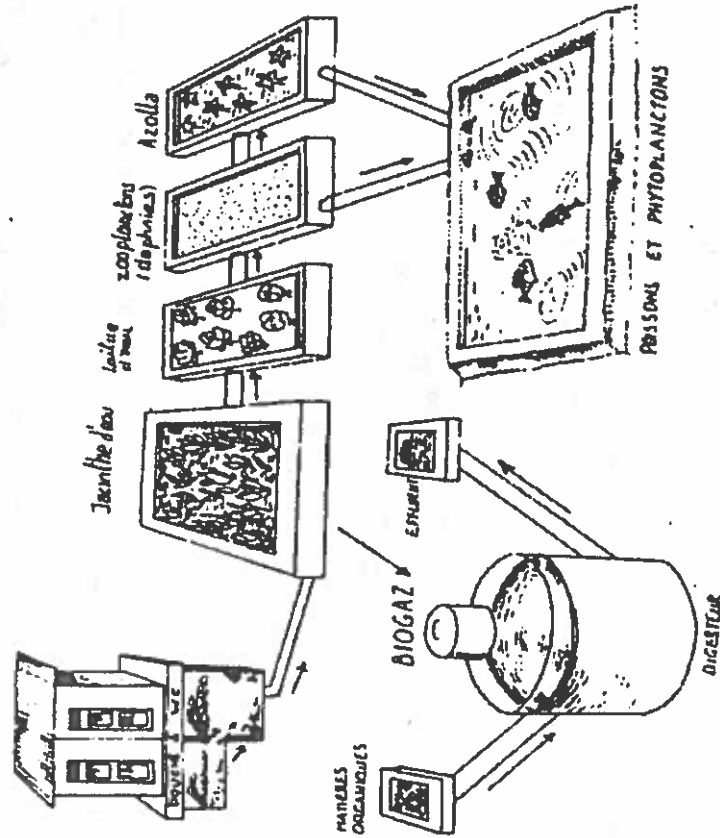


- Le hachage et le mélange (manuel ou par compo-broyeur) avec les déjections animales diminuent le risque de formation de côûtes et d'obturation des conduits.

- Le pré-traitement aérobic (avec oxygène) consiste à laisser les matières se décomposer à l'air libre avant de les introduire dans le digesteur. Cette technique permet d'attaquer la couche cireuse recouvrant les feuilles, de diminuer l'importance de la phase acide dans le digesteur et d'éviter la formation d'une croûte par remontée des pailles en surface.

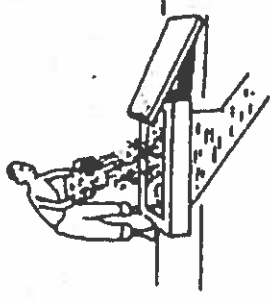
L'utilisation de plantes aquatiques (jacinthe d'eau, laitue d'eau...) présente des avantages particuliers. En effet, leur culture constitue un moyen d'épuration verte des eaux usées et un recyclage des éléments nutritifs grâce à l'énergie solaire.

L'épuration verte à Songhai

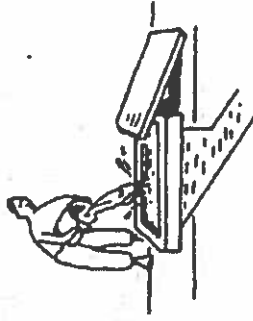


B- Le démarrage de l'installation

Le premier remplissage doit être abondant et nécessite un stockage préalable des matières à charger. Il se fait avec le robinet de gaz ouvert.



- ◆ Introduire d'abord les chaumes, les herbes, puis les déjections.



- ◆ Remplir ensuite avec de l'eau jusqu'au bout des conduites des bacs de chargement et d'effluent, afin de limiter l'espace d'air. Les apports suivants contiendront moins d'eau et l'on retiendra plus de liquide dans la fosse à effluent.

Un ensemencement est souvent nécessaire pour accélérer le début de la digestion (5 à 7 jours au lieu de 3 semaines). Il apporte les micro-organismes nécessaires. On l'ajoute à raison de 15 à 20% du substrat.

Ce peut être :

- ◆ des boues de mare ou de station d'épuration;
- ◆ de jus d'une fermentation précédente;
- ◆ la fermentation dans un fût de boue ou bien de bouse et d'eau mise en plein soleil;
- ◆ ou de la bouse de vache qui aura été enterrée et aura fermenté à l'abri de l'air (méthode indienne).

La production de gaz débute 1 ou 2 jours après l'ensemencement. Au début et pendant environ 10 jours, le gaz n'est pas utilisable, car riche en CO2 et autres gaz résultant d'une fermentation incomplète. La flamme n'est pas complètement bleue. Il ne faut pas hésiter à faire brûler ce "mauvais gaz" qui purge les installations de l'air qu'elles contiennent.

Les matières en fermentations sont souvent trop acides au début, gênant la méthanogénèse, mais cette acidité diminue après quelques jours. Dans le cas contraire, on peut ajouter un peu de chaux ou de cendre.

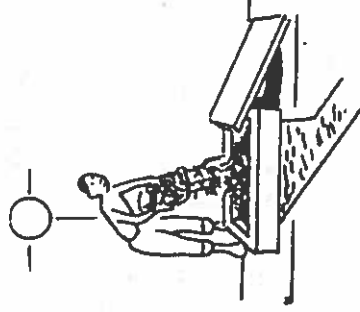
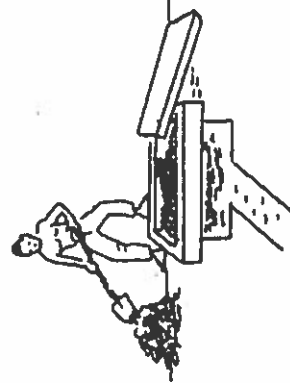
Si le digesteur n'a pas été utilisé pendant une certaine période, il faut procéder comme suit afin de bien le remettre en marche:

- ◆ pour éliminer l'air qui se trouve dans la cuve, on charge le digesteur.
- ◆ Si l'on peut, on ensemence de nouveau (cf. page précédente) pour accélérer la reprise de la production de méthane.
- ◆ Il est préférable de fermer toutes les sorties de gaz afin de bien faire sortir la matière qui était présente dans le digesteur.
- ◆ Charger le digesteur très régulièrement (chaque jour si possible). Mais la fréquence de chargement dépend de l'utilisation.

C- Le fonctionnement régulier et suivi

1) Méthode de chargement

- ◆ Environ 10-15 jours après démarrage, commencer à introduire de nouvelles matières. Un chargement quotidien est conseillé; cependant, sa fréquence peut être ramenée à deux fois par semaine.
- ◆ Retirer d'abord de l'effluent par l'orifice de sortie.

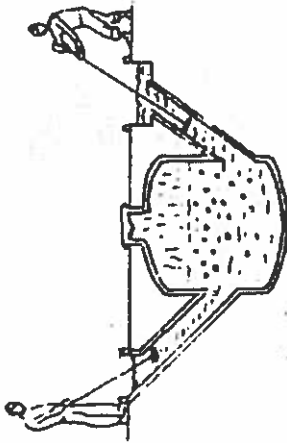


- Changer de préférence en milieu de journée : les intrants ne refroidiront pas la masse en digestion.
- Si on extrait trop d'effluent et que le liquide tombe plus bas que le mur de séparation, du gaz peut s'échapper.
- Remplir ensuite de matières fraîches par l'orifice d'entrée. Les matières introduites doivent être bien mélangées.
- Ajouter de l'eau (environ 50% du total pour avoir un taux de 10% environ de matières sèches).

Lorsque l'on vient de retirer des matières de la fosse, il ne faut pas utiliser le gaz aussitôt, car il y a risque de sous-pression.

Il est important de maintenir une légère surpression qui permet d'acheminer le gaz dans les canalisations, d'éviter les entrées d'air en cas de fuite et d'éviter ainsi l'explosion.

2) Homogénéisation du jus



Remuer le contenu du digesteur pour faciliter le contact entre les bactéries et les matières en fermentation, ce qui permet une production de gaz maximale. Dans les fosses de petite capacité, il est suffisant de remuer à l'aide d'un long bâton, à travers les orifices d'entrée et de sortie.

Dans les fosses non remuées, des morceaux "grossiers" de pailles non décomposées et des fines particules montent à la surface et s'y accumulent. Il se forme alors une croûte dense, imperméable au gaz qui ne peut plus s'élever dans le réservoir.

3) Suivi du pH

Si le milieu est trop acide ($\text{pH} < 6$), la production de méthane est bloquée.

Afin de maintenir un pH adéquat (autour de 7), il est important de le vérifier fréquemment et de le rééquilibrer si nécessaire. On reconnaît un milieu trop acide par son odeur de beurre rance, la production irrégulière de gaz et la couleur jaune rouge d'une flamme fugitive.

IV- L'UTILISATION DE L'EFFLUENT

L'effluent est le résidu de la fermentation méthanique. Il est récolté à partir du bac attenant à l'orifice de sortie.

Par rapport aux intrants, on observe au niveau de l'effluent les résultats suivants :

- la perte de 15 à 20% de matières organiques;
- une très faible perte en éléments minéraux;
- une concentration plus élevée en éléments minéraux et en protéines.

Cet effluent est valorisé comme engrais, par épandage sur les sols de cultures.

Il est préférable de laisser la fraction liquide à l'air libre pendant trois ou quatre jours, tout en la remuant, afin de l'oxygéner et de diminuer la toxicité due à la présence de H_2S et à l'excès d'ammoniac.

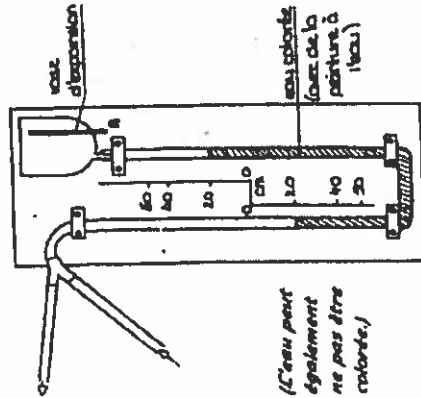
Si le chargement est trop fréquent, le temps de rétention (le temps de séjour des matières dans le digesteur) risque de devenir trop court. Dans ce cas, l'effluent est mal épuré et encore très riche en matières organiques.

Les résultats agronomiques sont très variables : ils sont fonction des intrants, de la nature du sol, du type d'épandage et de la culture. Les effets peuvent aller de favorables à dépressifs, surtout la première année.

V- L'UTILISATION DU GAZ

A- Le manomètre et le problème du stockage

Schéma de principe



Le manomètre permet de suivre et d'apprécier la quantité de gaz disponible. Il constitue de plus un système de sécurité : s'il y a trop de gaz, celui-ci s'échappe par le manomètre.

La bouteille fixée à l'autre extrémité du tube constitue un vase d'expansion. Lorsque la pression monte, l'eau est stockée dans la vase. Si la pression augmente encore plus, le gaz pourra s'échapper par A (cf. schéma page 28). L'eau étant toujours présente, elle redescendra pour bloquer l'échappement du gaz lorsque la pression sera redevenue normale.

Attention : dans tous les cas, il faut éviter de tordre les tubes car les mesures seraient faussées. Veillez aussi à ce que le gaz ne monte jusqu'à repousser le liquide du tube dans le vase d'expansion ou bouteille de sécurité. Il importe aussi de fixer le manomètre à l'abri des intempéries et à proximité du lieu d'utilisation du biogaz.

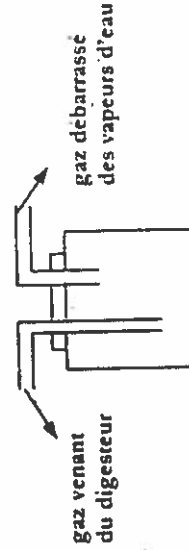
Il est dangereux de dépasser une pression de 100 cm d'eau dans le digesteur (50 cm sur chaque branche du manomètre). Dans ce cas, il faut ouvrir le gaz et le laisser s'échapper dans l'atmosphère, mais jamais dans une pièce close. Les fortes pressions peuvent faire sauter le couvercle du digesteur ou provoquer des fissures à l'intérieur de la cuve de fermentation.

B- Les pièges à eau

Le gaz qui sort du digesteur est chargé en vapeur d'eau. Pour éviter que sa condensation, provoquée par les différences de température journalière, n'obstrue les canalisations, quelques précautions doivent être prises :

- * Limiter les ondulations qui stockent l'eau. Pour raidir des tuyaux souples, on peut les fixer sur des planches ou sur des bambous.
- * Installer sur le parcours des points bas qui seront aménagés avec des pièges à eau.

Il peut s'agir d'une simple bouteille de verre dans laquelle on fait passer le gaz.



Il s'agit d'un tuyau de plastique, type tuyau d'arrosage transparent de 1 cm² de section, fixé sur un support (planche par exemple) et fortement un "U". le milieu du "U" est pris comme niveau 0 et on fait des graduations régulières (/cm) de part et d'autre de ce niveau. On remplit le tube avec de l'eau jusqu'au niveau 0, puis on relie un des côtés du tube avec le gazomètre. Le gaz fait alors pression sur l'eau et le niveau change. Lors de la lecture, on doit avoir le même niveau de part et d'autre du niveau 0. Sur le schéma ci-dessus, on lit la pression suivante : $P = 20 + 20 = 40$ (1 cm d'eau = 1 millibar).

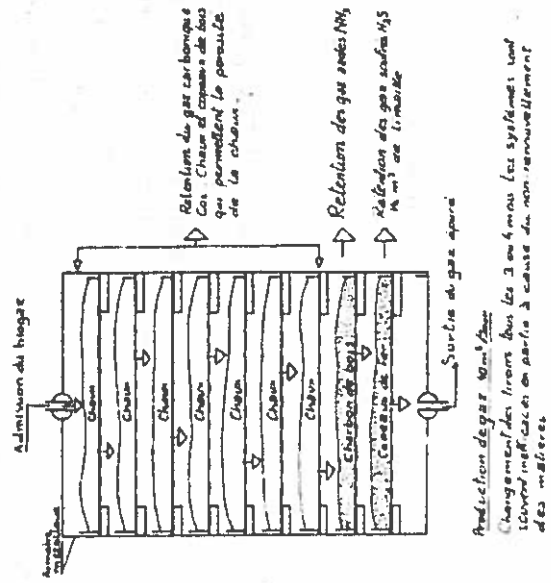
C- L'épuration du gaz

Le biogaz est un mélange de différents gaz (CO_2 , H_2S , NH_3 , CH_4)* parmi lesquels seul le méthane (CH_4) nous intéresse. Le CO_2 occupe de la place et limite le pouvoir de combustion H_2S et NH_3 sont toxiques, corrosifs et malodorants. L'épuration est souvent complexe et coûteuse. Elle n'est nécessaire que si l'on utilise le gaz pour faire fonctionner un moteur.

On utilise des substances filtrantes pour chaque gaz :

- ◆ chaux pour le CO_2
- ◆ limaille de fer pour H_2S . Lors de cette épuration, la limaille de fer noircit.
- ◆ charbon de bois pour NH_3 .

Les substances filtrantes doivent être changées régulièrement. On peut réaliser une installation du type suivant :



CO_2 : gaz carbonique ; H_2S : hydrogène sulfuré ; NH_3 : ammoniaque ; CH_4 : méthane

D- Les modes d'utilisation

Le biogaz est principalement utilisé comme combustible à la cuisine et met en jeu un brûleur et un foyer de cuisson. Il peut également alimenter des lampes, des réfrigérateurs et des moteurs.

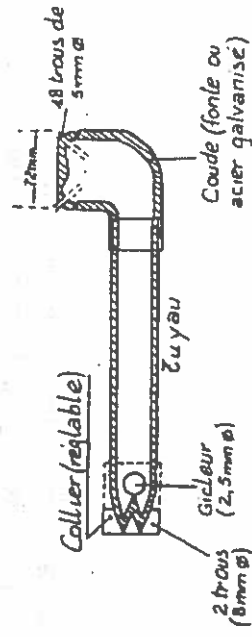
1) Brûleurs

Les brûleurs construits doivent posséder :

- ◆ un gicleur, dont le diamètre varie en fonction de la taille du brûleur. (A Songhai, le diamètre est de 3,5mm)
- ◆ une entrée d'air
- ◆ une chambre de mélange gaz / air

On peut adapter des brûleurs existants. Comme la vitesse de combustion de biogaz est inférieure à celle des autres gaz utilisés à la cuisine, les brûleurs devront subir quelques modifications.

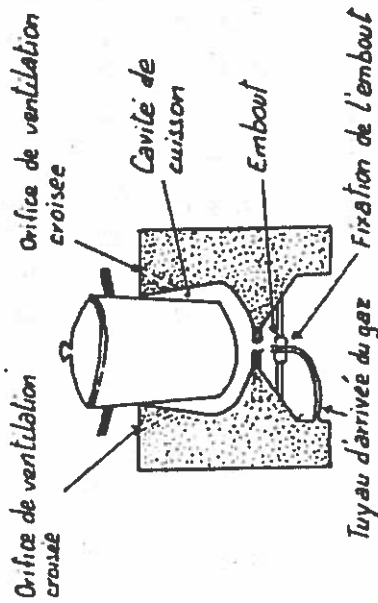
Après avoir enlevé le gicleur, on joue sur l'entrée d'air afin d'avoir une combustion satisfaisante : flamme bien bleue et colée au brûleur. Si la flamme se décolle trop du brûleur, il faut augmenter le nombre de trous en veillant à ce que leur diamètre soit inférieur à leur longueur.



2) Le foyer

Il doit limiter les pertes lors de la combustion du biogaz.

- Encastrer le plus possible la marmite dans la chambre de combustion, ce qui limite les contacts avec l'air.
- La chambre de combustion doit être la plus petite possible.
- Bien positionner le brûleur par rapport à la marmite (droit, dans l'axe du trou).



3) Les moteurs

Le biométhane épuré ou partiellement épuré (surtout de son H₂S) peut être utilisé comme carburant sans additif. Dans les moteurs fixes tels que petits moteurs à usage agricole, aucune compression n'est nécessaire.

V- LA MAINTANANCE ET L'INSTALLATION

A- Le calendrier de maintenance

Il est vivement conseillé d'établir un calendrier de maintenance de l'installation. Sur celui-ci, on inscrira à l'avance les opérations à réaliser :

- fréquences de chargement.
- Vidanges complètes.
- Vérification de la maçonnerie.
- Vérification des filtres. Il faut changer les substances filtrantes.
- Vérification fréquente des parties métalliques : les couvercles métalliques doivent être repeints tous les six mois.
- Vérification du manomètre tous les jours.
- Vérification à l'odeur des robinets, tuyaux et raccords tous les jours. Vérification à l'eau savonneuse tous les mois.
- Brossage des brûleurs tous les six mois à un an
- Changement du bouchon du piège à eau tous les deux ans environ.

B- La vidange

Le nettoyage de la fosse se programme tous les 6 mois à un an. Cette variable est fonction de la fréquence des chargements et des matières utilisées : plus le substrat est pailleux et souillé, plus les vidanges sont rapprochées les unes des autres.

- Quelques observations indiquent qu'une vidange est nécessaire :
- grande baisse de production
 - difficultés à introduire le substrat, car des matières en décomposition se sont accumulées.

Lors de la vidange, 1/5 du contenu est conservé pour servir d'inoculum à la digestion suivante.

Quelques mesures de sécurité sont à observer lors de toute intervention à l'intérieur de la fosse :

- * bonne aération de la cuve
- * introduction préalable d'un petit animal dont on surveillera le comportement pour vérifier la présence du gaz.
- * ne pas agir seul
- * connaître les symptômes de l'asphyxie : picotements aux extrémités, maux de tête, yeux larmoyants, mauvaises odeurs dans la cuve. S'il on détecte l'un de ces symptômes, il faut sortir et se reposer dans un lieu bien aéré.
- * porter des bottes et si possible des gants.

C - A propos des fuites

Elles doivent être soupçonnées lorsque le gaz disparaît de façon anormale. Pour vérifier s'il y a des fuites d'eau, utiliser de l'eau savonneuse que l'on verse là où on les suspecte. Si l'on observe des bulles, c'est qu'il y a effectivement une fuite.

Ne jamais vérifier une fuite de gaz avec une flamme : si le gaz est en sous-pression, le feu rentre dans le tuyau et il y a risque d'explosion.

En cas de problèmes d'étanchéité au niveau du brûleur, on peut utiliser deux types de produits :

- * le téflon, qui se présente sous forme de scotch, enroulé sur les pas de vis avant de réviser;
- * une colle hermétique utilisée en mécanique, plus coûteuse.

Dans tous les cas, il faut, après avoir attendu quelques instants que le produit sèche, tester la fuite avec de l'eau savonneuse.

LE GUIDE PRATIQUE DES PANNES

SYMPTOMES	CAUSES	REMEDES
<ul style="list-style-type: none"> - Le gaz ne se dégage pas assez 	<ul style="list-style-type: none"> - la vidange vient d'être réalisée - la digestion n'a pas démarré - pas assez de bactéries - mauvaise température - fuites dans la cuve - une croûte s'est formée - le substrat est trop acide - le substrat est trop basique - l'apport est insuffisant - substances toxiques 	<ul style="list-style-type: none"> - relancer la digestion - attendre jusqu'à une semaine s'il n'y a pas eu d'ensemencement - ensemenecer - préchauffer les matières à introduire - refaire un démarrage avec des matières en compostage - isoler la cuve - après avoir vérifié les canalisations avec de l'eau savonneuse et le manomètre, il faudra, si aucune fuite n'a été détectée, vérifier l'étanchéité de la cuve - repartir à zéro, avec une agitation et sans introduire de pailles au début - également parfaire le compostage - introduire des matières compostées - avant d'introduire de la chaux attendre suffisamment général - lorsque le gaz, après deux semaines de production ne s'est dégagé suffisamment, augmenter l'apport en matières sèches - repartir à zéro

SYMPTOMES	CAUSES	REMEDES
La quantité de gaz ne satisfait pas les besoins	production insuffisante	cf. symptômes précédent augmenter la colonne d'eau dans le manomètre et vérifier le vase d'expansion augmenter le stockage (volume ou pression, dans les limites de l'installation) les brûleurs sont utilisés à plein régime l'installation de cuisson a un mauvais rendement. Améliorer le foyer et l'utilisation des récipients la consommation d'un poste a été mal appréciée. Réduire ce poste, améliorer son rendement vérifier les robinets et les raccords
Le gaz est excédentaire	trop de matières	diminuer les apports augmenter les possibilités de stockage à long terme (compression) consommer des torchères augmenter les utilisations il est déconseillé de ralentir la production par une diminution de la température ou de l'isolement car ceci est trop risqué
Les matières ne circulent pas dans le digesteur	<ul style="list-style-type: none"> trop de matières sèches les orifices sont bouchés les pentes sont trop faibles pour un déplacement gravitaire la sortie par trop plein des effluents est trop haute 	<ul style="list-style-type: none"> diluer le substrat les déboucher diluer (risque de diminuer la production) la descendre en précipitant l'effluent au niveau de la sortie

Le stockage ne se fait pas	fuites	<ul style="list-style-type: none"> vérifier les systèmes de sécurité localiser les fuites à l'odeur et à l'eau savonneuse. Les réparer.
Les gazomètres ne se remplissent pas	<ul style="list-style-type: none"> production insuffisante blocage des tuyaux (le gaz s'échappe par le système de sécurité) 	<ul style="list-style-type: none"> cf. « cause fuites » drainer les tuyaux installer une pente et un drain
Le gaz a une mauvaise odeur	filtres défectueux	<ul style="list-style-type: none"> remplacer les substances filtrantes agrandir la capacité de filtration vérifier la qualité de l'apport
Les parties métalliques noircissent	trop de H ₂ S	<ul style="list-style-type: none"> mettre en place un filtre renouveler la substance filtrante ou agrandir la capacité de filtration
Le gaz ne se dégage plus	toxicité de la fermentation	<ul style="list-style-type: none"> tout recommencer en général
Le gaz n'arrive pas au point d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> fuites pression insuffisante blocage des tuyaux 	<ul style="list-style-type: none"> cf. « cause fuites » augmenter le niveau dans le digesteur chinois cf. précédemment

<ul style="list-style-type: none"> - Oscillation de la colonne d'eau dans les branches du manomètre ou bruit à côté du brûleur dans les canalisations - présence d'une quantité importante d'eau dans le tuyau de conduite de gaz 	<ul style="list-style-type: none"> - vider toute l'eau formée et emprisonnée dans le tuyau de canalisation du gaz
<ul style="list-style-type: none"> - Montée trop lente de la colonne d'eau dans la branche du manomètre - insuffisance de substrat cellulosique dans le fermenteur 	<ul style="list-style-type: none"> - apporter de la matière première fraîche après en avoir vidé une partie par la sortie
<ul style="list-style-type: none"> - (débuts de biogaz à proximité du robinet de gaz dès qu'on l'ouvre - le robinet de gaz est hors d'usage 	<ul style="list-style-type: none"> - le remplacer
<ul style="list-style-type: none"> - Colmatage d'une fuite de gaz dans du ciment 	<ul style="list-style-type: none"> - appliquer un petit grillage. Refaire un enduit - utiliser du bitume - mélanger argile + herbe + dur + eau. Appliquer en pains successifs. Recouvrir d'argile humide. - lasser avec un pilon en jetant du sable sec pour éviter que l'argile ne colle au pilon (tous les jours pendant une semaine). Laisser sécher. Recouvrir d'une couche d'eau pour éviter le craquellement et pouvoir ventiler l'écranche. et s'écroule à apliquer surtout pour le couvercle central du digesteur chinois)
<ul style="list-style-type: none"> - Fuites autour des couvercles des bouteilles à filtre 	<ul style="list-style-type: none"> - utiliser du bitume ou du caoutchouc en tube qui se retire aisément - le couvercle vissé, faire fondre des morceaux de plastique pour faire un joint (ils se retirent facilement ensuite)

SYMPTOMES	CAUSES	REMEDES
<ul style="list-style-type: none"> - Le gaz ne brûle pas 	<ul style="list-style-type: none"> - trop d'air (surtout CO₂) dans le gaz - trop de CO₂ dans la production - brûleur défectueux ou pas assez de pression 	<ul style="list-style-type: none"> - attendre s'il s'agit des premiers m³ de gaz - éliminer ces premiers mètres cubes - ajouter de la chaux (prudence) - diminuer l'apport de matière et surtout d'une pendant deux à trois semaines - augmenter la pression - poser un récipient sur le brûleur et régler celui-ci - revoir les caractéristiques du brûleur
<ul style="list-style-type: none"> - La flamme ne colle pas au brûleur 	<ul style="list-style-type: none"> - trop de pression, mauvais réglage du brûleur 	<ul style="list-style-type: none"> - diminuer la pression ou réduire le réglage - augmenter l'arrivée de l'air. Faire des réglages avec des récipients sur le brûleur s'il s'agit d'une cuisinière
<ul style="list-style-type: none"> - La flamme est longue et faible 	<ul style="list-style-type: none"> - mauvais réglage 	<ul style="list-style-type: none"> - il est souvent suffisant de régler l'arrivée d'air
<ul style="list-style-type: none"> - La flamme ne reste pas 	<ul style="list-style-type: none"> - pas assez de pression - obturation des tuyaux 	<ul style="list-style-type: none"> - augmenter la pression si l'on a ventilé les pous suivants : l'eau dans les tuyaux commence à obstruer le passage, mais elle est poussée par les coups, n'étant pas en assez grande quantité. Il faut écouver le bruit du gaz - purger les tuyaux
<ul style="list-style-type: none"> - La flamme est rouge jaune au lieu de bleue pâle 	<ul style="list-style-type: none"> - mauvais réglage de l'arrivée d'air au brûleur - trop faible teneur en méthane 	<ul style="list-style-type: none"> - bien régler l'admission d'air - vider partiellement le digesteur et apporter de la matière première
<ul style="list-style-type: none"> - Production d'une petite flamme malgré la grande quantité de gaz dans le digesteur 	<ul style="list-style-type: none"> - les orifices d'injection de gaz du brûleur sont bouchés - la quantité d'air amenée au brûleur est trop grande 	<ul style="list-style-type: none"> - nettoyer la plaque du brûleur en débouchant les orifices de sortie du gaz - bien régler l'arrivée d'air

Notes :

Notes :

Notes :

