



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

LIMITE

Avril 1987  
Français

MISE AU POINT DE TECHNIQUES DE PRODUCTION  
DE GAZ DE FERMENTATION

XP/GUI/86/084/11.-51

GUINEE

Compte-rendu technique: L'évaluation de la technologie du biogaz existante;  
des suggestions en ce qui concerne des digesteurs industriels  
et à petite échelle; l'installation d'un laboratoire de contrôle;  
discussion sur la suite du programme de biogaz \*

Préparé pour le Gouvernement de Guinée par l'Organisation  
des Nations Unies pour le Développement Industriel

Jacobus de Waart

expert en fermentation anaérobie

L'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

Vienne - Autriche

\* Ce document a été reproduit sans édition formelle

EXPLICATION DES SYMBOLES

Ministère RNEE : Ministère des Ressources Naturelles, Energie et Environnement  
CERESCOR : Centre de Recherche Scientifique de Conakry Rogbané  
J.P.O. : Junior Professional Officer  
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement  
ONUDI : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

RESUME

Titre du compte-rendu: Evaluation et recommandations du développement de la technologie de biogaz en Guinée

Numéro : XP / GUI / 86 / 11 - 51

But : Evaluation des efforts actuels d'introduire la technologie de biogaz, y compris l'évaluation de l'efficacité des digesteurs existants. Suggestions concernant une installation de biogaz à petite échelle. Recommandations de digesteurs à grande et à petite échelle. Possibilités de fabrication des appareils de biogaz. Installation d'un laboratoire de contrôle.

Mission : 24 février - 12 mars 1987

Conclusions et recommandations principales

- Les efforts actuels d'introduire la technologie de biogaz en Guinée sont confiés à la garde de deux Ministères: Le Ministère de l'Education Nationale, Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et Culture et Le Ministère des Ressources Naturelles, Energie et Environnement.
- Représentants du Centre de Recherche Scientifique Rogbané et de la Section Biomasse de la Division Ministérielle Energie Nouvelle et Renouvelable, coôpèrent dans le programme national de biogaz, comme par exemple l'exploitation du digesteur dans la région de Kipé.
- Associé au Centre de Recherche Scientifique de la région de Rogbané (CERESCOR) il y a un expert local qui a expérimenté avec le biogaz en laboratoire pendant deux ans. Le Centre dispose des facilités de laboratoire et autour des bâtiments il y a un terrain pour la construction de différents types de digesteurs expérimentaux.
- La Section Biomasse de la Division Energie Nouvelle et Renouvelable, Direction Générale Sources d'Energie du Ministère des Ressources Naturelles, Energie et Environnement consiste en 15 personnes qui sont formées au traitement anaérobie de la biomasse.
- Dix ingénieurs et deux ingénieurs-assistants de la Section Biomasse ont suivi récemment un cours d'instruction sur la production de biogaz en Italie pendant 8 mois. Trois d'entre eux ont obtenu leur diplôme d'ingénieur agronomique en Chine. Quelque documentation sur la technologie de biogaz est disponible.

- En 1983 le chef de la Section Biomasse assista à la construction, au démarrage et à la réparation de digesteurs du type chinois. Il est également responsable de l'exploitation du digesteur de 12 m<sup>3</sup> à Kipé.
- Faute de moyens financiers la réalisation d'un programme de biogaz quoi que ce soit est enrayée, de même que l'usage approprié des digesteurs existants à Kipé (Conakry), Mamou et Pita.
- Grâce à une donation chinoise il y a des lampes, brûleurs (500 de chaque article) et des centaines de mètres de tuyaux en PVC. Ce don n'a jamais été déballé.
- Seulement après une réparation radicale un parmi dix digesteurs du type chinois a pu être remis en marche. Peut-être trois autres peuvent être remis en marche, mais les six qui restent n'ont jamais marché à cause d'une construction fautive. Des fuites de gaz dans le toit sont la cause principale des problèmes.
- Les digesteurs du type indien avec couvercle en métal ou en PVC sont recommandés pour les centres d'aviculture et les centres d'élevage de bétail à et autour de Conakry et dans la région de Moyenne Guinée. Les digesteurs du type chinois sont considérés pas fiables.
- Des digesteurs à grande échelle high-rate sont recommandés pour:
  - . l'abattoir - 1080 tonnes de fumier/an de 6% de matière sèche
  - . les hôpitaux - 600 malades, 600 employés
  - . les usines fruitières à Kankan - 3090 tonnes de déchets, 6% de mat.s.  
et à Maférinya - 4110 tonnes de déchets 6% de m.s.
  - . les grands centres d'élevage de bétail en Moyenne Guinée
- Le contrôle des digesteurs devrait être effectué et soutenu par des laboratoires bien équipés.
- La fabrication locale de lampes et de brûleurs de biogaz est possible.
- L'Institut CERESCOR à Rogbané requit du support financier de l'Europe afin de pouvoir étudier les applications du biogaz et de pouvoir vulgariser la technologie du biogaz dans des régions rurales.
- Le Ministre des Ressources Naturelles, Energie et Environnement pria le gouvernement d'un pays européen de fournir les fonds d'une pro-

gramme de biogaz y compris la construction, le démarrage et l'exploitation de digesteurs de biogaz, l'appui d'un expert étranger pendant au moins quatre mois par an, des matériaux de construction et l'installation des appareils de contrôle.

- Une combinaison de ses deux requêtes serait possible afin d'arriver à la réalisation des programmes de biogaz tellement urgents en Guinée.
- Régulièrement les experts de biogaz locaux devraient participer à des réunions internationales et à des colloques sur l'énergie de biomasse.

TABLE DES MATIERES

	page
Explication des symboles	2
Résumé	3
Table des matières	6
Introduction	7
Recommandations 1 - 12	10
Compte-rendu	
I Evaluation des efforts à introduire la technologie du biogaz; efficacité des digesteurs existants; ce qu'il faut pour développer le programme de biogaz en Guinée	12
1. Evaluation des efforts à introduire la technologie du biogaz	12
2. Efficacité des installations de biogaz existants	14
3. Ce qu'il faut pour développer le programme de biogaz en Guinée	15
II Recommandation d'une esquisse d'une installation de biogaz à petite échelle	16
III Installation d'un laboratoire de contrôle simple	17
IV Fabrication locale des appareils de biogaz	19
V Recherche du traitement de grandes quantités de déchets organiques par des digesteurs de biogaz à grande échelle	19
A. Abattoir	19
B. Usines fruitières	20
C. Hôpitaux	21
D. Grandes étables en Moyenne Guinée	21
Conclusions	22
Annexes:	
Tableau 1: Des discussions ont eu lieu avec les personnes suivantes pendant la mission	23
Tableau 2: Les digesteurs de biogaz construits en Guinée	23
Figures 1 - 10: Activités dans l'institut CERESCOR et à SOMAPAS en Kipé	24
Figures 11 - 16: Occupations dans le laboratoire à l'institut CERESCOR	29
Figure 17 : Digesteur du type indien	32
Figure 18,19 : Digesteur du type de Jwala	33
Figure 20,21 : Digesteurs du type "high-rate" aux Pays-Bas	35
Figure 22 : Schéma du digesteur du type "high-rate"	36

## INTRODUCTION

La durée de la mission du biogaz en Guinée fut projetée d'un mois, mais les activités purent être exécutées en 15 jours. Deux jours furent consacrés à voyager et à recevoir des instructions à Vienne. Quatre jours furent consacrés à emballer et envoyer l'outillage du laboratoire et au rapportage. La mission entière a duré trois semaines.

La mission, nr. XP/GUI/86/11 - 51, comprend six tâches qui doivent être exécutées en coopération avec le Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et le Centre de Recherche Scientifique de Conakry, à Rogbané:

1. Evaluation des activités en Guinée à introduire le biogaz; efficacité des digesteurs existants; ce qu'il faut pour développer le programme de biogaz.
2. Recommandations d'une esquisse qualifiée d'une installation de biogaz à petite échelle en Guinée.
3. Installation d'un laboratoire de contrôle modeste. Emballer et emporter les appareils de mesure.
4. Possibilités de fabrication locale de lampes et de brûleurs de biogaz.
5. Recherches des possibilités de production de biogaz à grande échelle en utilisant des digesteurs "high-rate".
6. Rédiger un compte-rendu en langue Française comportant des recommandations au gouvernement en ce qui concerne les activités ultérieures de biogaz à l'aide des experts d'ONUDI.

Rédiger un compte-rendu bref en langue Anglaise avant un mois.

Comme dans beaucoup de pays en voie de développement en Guinée il n'y avait pas d'appareils pour mesurer la production et la composition du gaz. C'est pour cela que l'ONUDI a prié l'expert de composer une liste de commandes mentionnant fournisseurs et prix. Ces données furent câblées par télex à Vienne et ensuite ONUDI posa les commandes.

L'outillage et le matériel furent livrés chez TNO à Zeist, où ils furent emballés et envoyés à Conakry. En outre furent envoyés: des bouchons en caoutchouc, des raccords, deux gazomètres en PVC en forme de coupole et trois tuyaux courants en PVC. L'outillage et le matériel servaient à un but triple: (i) installer un laboratoire de contrôle muni d'appareils pour déterminer le taux de matière sèche et de cendre sur matière, (ii) contrôler la production de l'acide sulfhydrique,



(iii) démontrer le principe du gazomètre en PVC.

La connaissance des homologues locaux fut faite par l'intercession du J.P.O. (voir le tableau 1) de ONUDI à Conakry. Ceux-ci étaient présents pendant toute la durée de la mission: Mme. Aïssatou Billy Sow de l'institut CERESCOR à Rogbané, qui habite le terrain de l'institut, et M. Malick Keita, ingénieur agronomique et chef de la Section Biomasse du Ministère de Ressources Naturelles, Energie et Environnement.

Puisque ONUDI, PNUD et CERESCOR ne disposaient pas d'assez d'argent pour carburant et logis et puisqu'une voiture de terrain fiable n'était pas disponible, seulement le village de Maférinya à 70 km. de Conakry a pu être visité. Alors on n'a pas pu visiter les installations de Mamou, Pita, Dalaba et Boké, qui sont beaucoup plus éloignées. Un puit de biogaz fut nécessaire pour démontrer le principe du gazomètre en PVC. Le creusement de ce puit fut payé par ONUDI. Une donation chinoise, comprenant 500 lampes et brûleurs, resta toujours emballée sur le terrain de CERESCOR.

Après le décès du Chef de l'Etat en 1985 beaucoup de changements économiques ont eu lieu dans le pays: des usines, des centres d'aviculture et d'élevage de bétail furent fermés. C'est pourquoi les digesteurs chinois, construits en 1983, n'ont jamais marché. On ne sait même pas s'ils sont praticables. On s'attend à ce que la situation s'améliorera dans le futur proche et que les élevages et centres d'aviculture seront rouverts. A la suite de la fermeture du centre d'aviculture SOMAPAS dans la région de Kipé il n'y avait plus de substrat pour le digesteur qui y fut construit. Maintenant l'installation est alimentée provisoirement deux fois par an de la bouse de l'abattoir qui se trouve à longue distance. Le substrat est fermenté en batch. L'alimentation quotidienne de l'installation serait trop coûteuse à cause des frais de transport. Au lieu de la courte conduite de gaz vers le centre d'aviculture une conduite de gaz de 100 mètres fut installée vers les cuisines.

Les digesteurs en Guinée sont tous du type chinois avec un couvercle en béton où le gaz est recueilli. Il serait souhaitable de construire une autre espèce de digesteur où la possibilité de fuite de gaz est plus petite. A la suite de la fermeture d'usines et de grandes élevages les possibilités de construire des installations de biogaz à grande échelle sont très limitées. Il n'y a par exemple qu'un abattoir. En plus

il y a deux usines fruitières, quelques grands hôpitaux et plusieurs récoltes alimentaires saisonnières dont les déchets peuvent être utilisés pour la formation de biogaz à grande échelle.

Un compte-rendu des expériences et impressions de la mission en Guinée fut donnée au "back-stopping officer" lors de l'évaluation à Vienne. En annexe le résultat de la mission est illustré à l'aide de 18 figures, 4 schémas et 2 tableaux. Les résultats sont décrits dans le rapport suivant.

## RECOMMANDATIONS

1. A brève échéance il faut du support financier étranger pour pouvoir démarrer et contrôler les cuves de biogaz existantes.
2. Dès que les élevages à Pita et Mamou seront rouverts on peut commencer à faire les préparatifs de la remise en marche des cuves de biogaz déjà là.
3. Si les fermes avicoles SOMAPAS dans la région de Kipé seront mises en marche de nouveau, la cuve de biogaz doit être alimentée chaque jour afin d'obtenir une fermentation semi-continue.
4. Du point de vue économique et industriel il faudrait mieux ne pas restaurer les cuves chinoises impraticables.
5. De nouvelles installations de biogaz à petite échelle doivent être construites de préférence du type indien ou du type de Jwala, c.à.d. avec un gazomètre mobile en métal ou en PVC.
6. La coopération entre la Section Biomasse du Ministère R.N.E.E. et l'Institut CERESCOR doit être continuée et étendue, Dans cette coopération le Ministère doit fournir le main-d'oeuvre pour la construction et le démarrage des installations de biogaz et CERESCOR prendra soin des facilités de stockage des matériaux et des analyses.
7. La construction et le démarrage de digesteurs "high-rate" et du type indien, comme prévue dans le programme de 3 ans de biogaz en Guinée, exige un montant de US\$ 200.000 par an. Le programme comprend également les frais pour un expert étranger, l'achat de matériaux, l'achat d'appareils de contrôle et de moyens de transport.
- 8) Des digesteurs "high-rate" à grande échelle peuvent être installés dans des endroits où il y a déjà des techniciens: l'abattoir, l'hôpital de Donka, les usines fruitières de Salguidia à Kankan et à Mafé-rinya, les grandes récoltes alimentaires pendant la saison des pluies en Moyenne Guinée.
- 9) Prééminence doit être donnée à la construction des installations de biogaz à et autour de Conakry, parce que les distances entre l'endroit de construction et les instituts de contrôle sont courtes et de cette manière on peut acquérir de l'expérience avant de commencer dans des régions isolées.

- 10) La production locale des appareils de biogaz n'est pas urgent tant qu'il y a encore un stock de 500 lampes, brûleurs, indicateurs de la pression du gaz et robinets chinois.
- 11) Un expert étranger doit accompagner pendant au moins quatre mois par an le programme de biogaz en Guinée, c.à.d. la construction des installations de biogaz, le contrôle du processus et les instructions.
- 12) Régulièrement les experts de biogaz locaux doivent échanger leurs idées avec des experts étrangers lors de réunions internationales et dans des colloques sur l'énergie de biomasse.

## COMPTE-RENDU

- I Evaluation des efforts à introduire la technologie du biogaz; efficacité des digesteurs existants; ce qu'il faut pour développer le programme de biogaz en Guinée.

1. Evaluation des efforts à introduire la technologie du biogaz

Le Centre de Recherche Scientifique de Conakry sous la direction du directeur-général Dr, Sékou Konate, se trouve à 14 km. du centre de Conakry dans la région de Rogbané.

L'institut, nommé tout court CERESCOR, loge les sections d'océanographie et de héliophysique. A la section héliophysique, dont le chef est Dr. Kabiné Sano, ressortent les activités de biogaz sous la direction de Mme. Aïssatou Billy Sow. Elle habite le terrain de l'institut et de 1982 jusqu'à 1984 elle a fait des recherches de la production de biogaz à partir de la bouse de poulet, de cochon et de vache aux Seychelles.

La figure 1 montre l'institut et la figure 2 montre la cuve de biogaz construite par l'institut lui-même. Cette unité se compose de deux cuves reliées et une troisième cuve qui est utilisée comme gazomètre. On peut également remuer le contenu de la cuve. Malheureusement il y a des fuites dans les tuyaux de gaz et les moyens pour souder les trous manquent. Après réparation de cette installation on pourrait y faire des recherches utiles sur la fermentation des déchets organiques.

Le livre sur la production de méthane utilisé par Mme. Sow est intitulé: Biométhane, 2. Principes-techniques utilisations par Bernard Lagrange, ISBN 2-85744-041-3. Mme. Sow a rédigé un projet sur le développement de la technologie de biogaz à la campagne. Le projet distingue quatre phases et vise à l'introduction des installations de biogaz à petite échelle auprès des paysans. Ainsi moins de bois sera consommé pour la préparation des repas ce qui combat la déforestation. La fange fermentée peut améliorer la structure du sol et le rendre plus fertile. En général le biogaz améliorera les conditions d'existence des paysans.

En plus le programme prévoit de vulgariser les techniques de biogaz auprès de la population, d'attirer un expert étranger, de livrer des moyens de transport et d'organiser des cours d'information et d'instruction. Dr. Kabiné Sano présenta la proposition à l'ambassade des Pays-Bas à Dakar le 11 mars 1987.

Sur le terrain de CERESCOR sont déposées 10 caisses de 1 m<sup>3</sup> chacune. Ces dix caisses contiennent 500 exemplaires de chacun des articles suivant: lampes de biogaz, brûleurs, robinets, indicateurs de pression du gaz et des centaines de mètres de tuyaux de gaz. Ce don de la Chine, qui date de 1983, n'a jamais été déballé. Voir les figures 7 et 8.

Tout comme à l'institut CERESCOR, au Ministère de RNEE un groupe de 15 personnes s'occupe des préparations du programme de biogaz. Le chef de la Section Biomasse, M. Malick Keita a obtenu son diplôme d'ingénieur agronomique en Chine lors de son séjour de 1976 jusqu' à 1985. Puis à l'aide de livres et d'articles il est pénétré dans les techniques de production de biogaz par autodidaxie. Les livres à sa disposition sont entre autres: La série "Les dossiers du biogaz"

Le choix d'un système

La construction du digesteur

Ministère des Relations Extérieures ISBN 2.11.084791.3 1983.

En plus le livre, traduit en langue française, A Chinese Biogaz Manual de Ariane van Buren, Technology Publications Ltd., July 1979.

Comme homologue M. Keita fit partie de 1982 jusqu' à 1985 d'une équipe chinoise qui a construit des installations de biogaz du type chinois à sept emplacements dans le pays. Il assista de près à la construction de trois installations à Mamou, et à Pita. Lorsque les digesteurs furent encore en construction beaucoup d'usines et de centres d'élevage furent fermés par le gouvernement et pas conséquent les digesteurs ne purent pas être utilisés ou seulement pour une courte période. Il y avait des fuites dans la plupart des digesteurs. A Képi la cuve et le toit furent crépis de nouveau de sorte qu'en 1985 la production de biogaz par batch fut un succès.

De la section Biomasse font partie dix ingénieurs et deux ingénieurs-assistants qui suivirent un cours d'instruction sur la production de biogaz en Italie pendant 8 mois.

Des lampes et brûleurs de biogaz sont ébauchés et éprouvés dans l'Atelier de Foyers Améliorés de la Division Energie Nouvelle et Renouvelable.

Au mois de mars 1987 le Ministre de RNEE déposa une requête auprès du Ministère des Affaires étrangères à La Haye pour un support financier de 3 ans destiné au Programme National de Biogaz. L'essentiel de la requête est le support pour la construction de grands digesteurs avec et sans équipement de remuer et le détachement des experts en matière de construction et d'organisation. Des matériaux et des moyens de transport sont également indispensables.

L'idée directrice du programme de biogaz est que par son introduction rapide la consommation de bois - et donc la déforestation - pourrait être réduite à courte terme. Ceci est un des buts principaux pour le Ministère RNEE de même que pour CERESCOR.

En 1983 une cuve de biogaz de 1 m<sup>3</sup> fut construite à l'Institut Polytechnique Gamal Abdel Nasser de l'Université de Conakry. Pendant une courte période on en a fait des expériences sans beaucoup de succès.

## 2. Efficacité de l'installation de biogaz

A ce moment la cuve chinoise de 12 m<sup>3</sup> à Kipé, qui a été étanchée au gaz laborieusement, est la seule installation de biogaz en Guinée qui marche (fig. 4). Deux ingénieurs de l'équipe biogaz de la Section Biomasse sont présents en permanence (fig. 3). Parce que les centres avicoles voisins furent fermés le fumier doit être apporté de l'abattoir éloigné. Les coûts s'élèvent à 32.000 FG par charge. C'est pourquoi cela ne peut être fait que deux fois par an. Par pénurie de fumier et d'argent on a procédé à la fermentation par batch et on a différé la fermentation semi-continue jusqu'aux temps meilleurs, malgré le fait que la fermentation semi-continue donne le rendement optimal. La cuve est vidée deux fois par an, nettoyée et alors remplie de la bouse de vache, d'herbes séchées, d'herbes fraîches, de l'eau et des excréments humains. Ensuite le contenu est bien remué. La cuve ainsi remplie le 4 février 1978 produisit du gaz pour la première fois le 10 février 1978. Quatre lampes et trois brûleurs sont raccordés à la cuve (voir fig. 7 et 8).

A l'aide des appareils de mesure apportés la consommation fut mesurée pendant 5 jours consécutifs. Le mesurage fut donc exécuté un mois après le démarrage du processus par batch.

Consommation le 6 mars '87 en 20½ heures: 1208 litres de biogaz  
" " 7 " " " 24 " : 1021 " " " sous  
une pression de colonne d'eau de 24 cm.

Consommation le 8 mars '87 en 24 heures : 1950 litres de biogaz  
" " 9 " " " 24 " : 593 " " " sous  
une pression de colonne d'eau de 83 cm.

Consommation le 10 mars '87 en 24 heures : 1350 litres de biogaz sous  
une pression de colonne d'eau de 88 cm.

Bien que la production de gaz journalier n'ait pas pu être mesurée, la consommation en combinaison avec la pression du gaz procure une impression fiable du fonctionnement de l'installation. La teneur du gaz en méthane de 80% montre que le processus se déroule bien. La pression élevée du gaz de 88 cm. constitue un risque pour le toit en béton. S'il n'y a pas de débit de gaz régulier la pression augmente trop et des fissures apparaissent dans les parois de sorte que la cuve ne peut plus être utilisée. Un dispositif primitif pour l'écoulement de l'eau condensée fut ménagé à l'aide d'un tuyau aplati. Dans l'autre partie de la conduite de gaz, qui est longue de 85 mètres, il n'y a plus de captages d'eau.

### 3. Ce qu'il faut pour développer le programme de biogaz en Guinée

Dans l'institut CERESCOR à Rogabné une personne est chargée des activités concernant le biogaz. Avant l'arrivée des appareils d' ONUDI il n'y avait pas de possibilités de faire des mesurages ou des analyses. D'abord il faut une équipe pour le développement ultérieur du programme de biogaz à CERESCOR. Puis les facilités du laboratoire et le nombre d'instruments de mesure doivent être augmentés afin de pouvoir contrôler et régler les installations à la campagne. En plus une installation en laboratoire augmentera la notion du processus de biogaz; elle aura également une fonction instructrice.

Une véhicule Peugeot bâchée et une véhicule de terrain sont nécessaires pour le transport des matériaux et des personnes. Sur le terrain de



CERESCOR il faut construire plusieurs types d'installations de biogaz pourvues de captages de  $H_2S$ , de captages d'eau et d'indicateurs de la pression du gaz afin de servir comme modèle de démonstration. De cette manière le gazomètre en PVC du digesteur du type de Jwala peut être introduit.

Les possibilités d'instruction seront augmentées par l'éducation audiovisuelle; alors il faut des appareils. Il faut des articles de bureau pour pouvoir rédiger des stencils d'instruction.

Pour commencer un atelier modeste pourvu d'instruments pour creuser, maçonner et façonner du métal ainsi que des matériaux de construction seraient à recommander.

Pour le moment les ingénieurs du Ministère de RNEE qui coopèrent déjà avec CERESCOR seront réduits à la capacité de stockage de matériaux du Centre de Recherches à Rogabné (fig. 1). Les activités du Ministère sur le plan du biogaz seront reliées à celles de CERESCOR. Les disciplines des deux instituts se compléteront, de sorte que les petits digesteurs à la campagne pourront être réalisés ainsi que les grands digesteurs industriels high-rate.

## II Recommandation d'une esquisse d'une installation de biogaz à petite échelle

Jusque maintenant on ne construit en Guinée que des digesteurs du type chinois. Le digesteur du type indien est plus fiable, mais également plus coûteux. Celui-ci a un gazomètre en métal comme démontré dans la figure 17. La Guinée a un climat favorable de sorte qu'il est superflu de chauffer ou d'isoler la cuve. Les schémas des figures 18 et 19 peignent la construction d'un digesteur du type de Jwala. C'est un petit digesteur avec un gazomètre flexible en PVC et un volume de  $2,3 m^3$ . La pression du gaz souhaitable serait de 21 cm. de pression de colonne d'eau. Ce type de digesteur fut développé par le Centre de Recherches Mrugappa Chettiar en Inde. Ce digesteur paraît être le digesteur le meilleur marché qui peut être construit sur place par des ouvriers pratiquement non qualifiés. Il consiste en une cuve conventionnelle maçonnée. Le joint hydraulique est placé sur le mur du digesteur: large de 45,7 cm. et profond de 35 cm. Une bâche en matière synthétique qui couvre la cuve sert de gazo-

mètre. La bâche est fixée contre une coupole géodésique et attachée dans la gouttière (fig. 19). La coupole géodésique peut être construite de 35 étais longs et de 30 étais courts. Afin de déterminer la longueur: l'étai long = rayon de la coupole x 0,6180

l'étai court = rayon de la coupole x 0,5465

La distance entre les côtés intérieurs du bord le plus en dehors de la cuve sert de diamètre de la coupole. Les étais peuvent être fabriqués en teck, de tuyaux en PVC ou de bâtons du casuarina et reliés pas des plaquettes en aluminium, des boulons et des écrous.

Les avantages du digesteur du type de Jwala sont les suivants:

- i. il est moins coûteux que le type chinois ou le type indien
- ii. il peut être construit sur place
- iii. il peut être construit par des ouvriers avec peu d'éducation
- iv. le matériel pliable peut être emporté dans des endroits isolés
- v. il est facile d'enlever, de nettoyer et de remettre en place le gazomètre
- vi. en utilisant la bâche en matière synthétique comme gazomètre beaucoup de problèmes qui surgissent dans d'autres projets sont empêchés.

Afin d'éprouver les bâches en PVC emportées une cuve de biogaz fut creusée derrière une des maisons sur le terrain de CERESCOR (fig. 10). Faute d'argent ce travail n'a pas pu être fini. Le creusement de la cuve fut déjà payé par ONUDI à Conakry. Pour le moment les deux bâches sont exposées au soleil sur un trépied en lieu sûr afin de pouvoir déterminer l'influence des rayons solaires sur le matériel.

### III. Installation d'un laboratoire de contrôle simple

Des appareils de mesure afin de pouvoir contrôler l'efficacité du digesteur sont de rigueur. Pour les analyses du résidu organique et de la lie fermentée il faut un laboratoire simple avec matériel. Puisque l'institut CERESCOR avait de la place disponible ce laboratoire simple a pu être installé là. Aux Pays-Bas le matériel fut choisi et emballé après livraison. Ensuite il fut envoyé à Conakry. Un accessoire de l'analyseur de gaz sera envoyé de Berlin au mois d'avril. Un dessiccateur et un centrifugeur à main seront également

envoyés directement de Zoetermeer. Les articles suivants furent envoyés en Guinée et passèrent la couane à Conakry:

- un four à recuire
- une balance
- des bouteilles d'échantillons
- un analyseur de biogaz avec chargeur
- un compteur
- un thermomètre
- du silica gel; un plateau de petri
- un captage de H<sub>2</sub>S
- des petits sacs en coton
- des voiles en PVC avec des tubes en PVC
- un four, des creusets, 2 paires de pincettes
- un brûleur, un trépied, un porteur de creuset
- du papier de pH
- des tuyaux, des serrages, des raccords
- un siphon, un jerrycan, des bouchons en caoutchouc
- un pied avec accessoires
- un captage d'eau de condensation
- un erlenmeyer, des gobelets en verre

Pendant la mission l'indicateur de la volume du gaz et le captage de H<sub>2</sub>S furent raccordés à la conduite de gaz du digesteur de la Ferme Avicole de SOMAPAS à Kipé. Les résultats des mesures sont illustrés sous I.2. Le taux élevé de la teneur du gaz en méthane fut remarquable: jusqu'à 85%, ce qui indique une fermentation excellente.

Après avoir reçu des instructions, les homologues locaux déterminèrent les taux de matière sèche et de cendre au moyen des appareils qui venaient d'être installés. Voir les figures 11,12,13,14,15,16. De la bouse de vache provenant de l'abattoir et du crottin de chèvre originaire d'un tas de fumier donnèrent les résultats suivants:

	<u>crottin de chèvre</u>	<u>bouse de vache</u>
pH	7,2	8,1
% de matière sèche	18,94	18,00
% de cendre	14,88	15,90
% de mat. organique	85,12	84,10

De sorte qu'ils ont refait plusieurs fois ces analyses les homologues locaux acquièrent l'expérience nécessaire.

#### Fabrication locale des appareils de biogaz

La figure 7 montre une des lampes de biogaz fabriquée en Guinée. Dans l'Atelier de Foyers Améliorés de la Division Energie Nouvelle et Renouvelable du Ministère RNEE des esquisses sont faites pour la construction des appareils de biogaz. On en a montré quelques exemples à l'expert d'ONUDI: brûleurs, lampes et robinets. Puisqu'en Guinée seulement une cuve de biogaz fonctionne et puisqu'il y a encore un grand stock de lampes, de brûleurs etc. chinois, il n'y a pas besoin direct de fabriquer ces attributs. Il est cependant possible d'entamer la production des appareils de biogaz.

Recherche du traitement de grandes quantités de déchets organiques par des digesteurs de biogaz à grande échelle.

Il n'y a que très peu de voiries en Guinée à cause du petit nombre d'industries et de centres d'élevage de bétail exploités. Il n'y a par exemple qu'un abattoir pour tout le pays. On s'attend à ce que la situation s'améliorera dans deux ans.

Notamment dans la saison des pluies, quand les bêtes sont à l'étable, la bouse des grands élevages de bétail en Moyenne Guinée est très apte à alimenter les digesteurs high-rate .

Dans la suite sont décrites les données de quelques industries et instituts qui se prêtent à la production de biogaz à grande échelle dans des digesteurs high-rate avec équipement de remuer.

#### Abattoir

Le seul abattoir se trouve dans la ville de Conakry. Le directeur Yacine Sow a donné des informations sur l'abattoir. Le fumier et les autres déchets sont jetés dans la mer qui est tout près, ce qui provoque une pollution considérable.

Sont abattues 11.908 vaches par an. Chaque vache donne 30 kg. de fumier par jour, 20% de matière sèche, soit 360 tonnes, 20% de matière sèche de fumier par an ou bien 1980 tonnes, 6% de matière sèche. Ce fumier pourrait produire  $55 \text{ m}^3$  de biogaz par jour pendant toute l'année dans un digesteur de  $104 \text{ m}^3$ . Les trois tonnes de fumier

par jour pourraient être fermentées dans un digesteur comme celui sur la figure 20. A part du digesteur il faudrait également un réservoir de 25 m<sup>3</sup> pour la fange et un gazomètre d'au moins 10 m<sup>3</sup>. La figure 22 montre en schéma la construction d'un digesteur high-rate.

#### V.B. Usines fruitières

A Maférinya, à 70 km. de Conakry, se trouve une usine fruitière.

Les quantités suivantes de fruits sont traitées par an:

600 tonnes d'oranges, qui donnent 70% de déchets, c.à.d.	420 t.
1500 " d'ananas, " " 50% " " , "	750 t.
500 " d'mangues, " " 40% " " , "	200 t.
	<hr/>
	1370 t.

Puisque les déchets se composent principalement de sucre, il faut les mélanger avec environ 15% de fumier afin d'obtenir une fermentation bien stable.

1370 tonnes de 20% de matière sèche correspondent à 4728 tonnes de 6% de matière sèche, soit 13 tonnes de 6% de matière sèche par jour. La quantité de biogaz qui peut être produite par ces déchets est estimée à 241 m<sup>3</sup> par jour.

La figure 21 montre les mesures et le contenu d'un digesteur high-rate qui serait capable de fermenter une telle quantité de déchets.

Si on veut produire de l'électricité à partir de 241 m<sup>3</sup> de biogaz, il faut tenir compte d'une perte de transmission de 75%, de sorte que restent 17 Kwatt par heure.

Dans deux ans la production annuelle d'ananas sera augmentée à 4000 tonnes.

Le directeur Famoussa Kaba de l'industrie fruitière Salguidia donna les chiffres suivantes pour les deux usines à Kankan et à Maférinya:

	<u>1987</u>	<u>1989</u>
- ananas	3.000 t.	10.000 t.
- oranges	1.000 t.	1.500 t.
- mangues	500 t.	1.500 t.

Donc dans deux ans la production sera augmentée considérablement. Les déchets des fruits des deux usines doivent être mélangés avec 15% de fumier afin de pouvoir produire une grande quantité de biogaz.

#### V.C. Hôpitaux

Donka est l'hôpital le plus grand de Conakry où sont soignés 600 malades par un corps régulier de 600 personnes. Dr. Naby Camara, membre de la direction, donna des informations sur le traitement des déchets organiques de l'hôpital. Les déchets sont ramassés dans un petit puit qui est vidé de temps en temps par des camions citerne. Puis ils sont dispersés autre part. Le puit déborde périodiquement et la santé des gens qui habitent les environs est menacée par le déversement des déchets.

Dans deux ans une rénovation de l'hôpital aura lieu. A cette occasion plus d'attention sera payée au traitement hygiénique des déchets. Le Dr. Camara apporterait volontier sa collaboration au projet d'une fermentation anaérobie des déchets organiques.

En dehors de la production d'énergie les germes pathogènes sont tués ou inactivés dans le procédé anaérobie, ce qui est un effet secondaire important.

Un digesteur pourrait être installé près de l'hôpital Ignas Deenu, qui compte 300 malades.

#### V.D. Grandes étables en Moyenne Guinée

Dans les endroits situés plus haut au milieu du pays se trouvent beaucoup de grands élevages de bétail. Surtout pendant la saison des pluies qui dure quatre mois, les bestiaux se rejoignent et le fumier s'accumule. Tenant compte du grand nombre de vaches un digesteur à grande échelle pourrait être alimenté de ce fumier. Puisque dans la saison des pluies il est difficile de faire du feu, le biogaz pourvoira à ce besoin.

Hors de la saison des pluies les bestiaux ne se rejoignent que la nuit. Dans la journée les animaux paissent, épars dans le paysage et le fumier ne peut pas être ramassé.

## CONCLUSIONS

1. Il est à recommander de construire plutôt des digesteurs du type indien ou du type de Jwala que d'essayer de rendre étanche au gaz les anciens digesteurs du type chinois.
2. Un laboratoire central où peuvent être exécutés le contrôle du processus, les analyses et les instructions est de rigueur pour l'exploitation des installations de biogaz.
3. Grâce à la présence de grandes quantités de déchets organiques dans l'abattoir, les usines fruitières, les hôpitaux et les élevages de bétail en Moyenne Guinée, il est possible de construire en Guinée des digesteurs anaérobies, efficaces et à grande échelle avec des conditions strictes d'alimentation, de température, de remuement et de durée de fermentation.

Tableau 1: Des discussions ont eu lieu avec les personnes suivantes pendant la mission

- Mme. Aïssatou Billy Sow	homologue	CERESCOR
- M. Malick Keita	homologue	Ministère RNEE
- Mme. Leny van Oyen	J.P.O.	ONUDI
- M. Wilhelm A. Wiig	J.P.O.	ONUDI
- Dr. Kabiné Sano	chef section héliophysique	CERESCOR
- Dr. Sékou Konate	directeur-gén.; chef sect.	CERESCOR
- M. Racine Bah	directeur-général	Ministère RNEE
- M. Yacine Sow	directeur; vétérinaire	Abattoir Conakry
- M. Famoussa Kaba	directeur	Salguidia
- M. Ansoumane Souma	production manager	Usine fruitière, Maférinya
- Dr. Naby Camara	directeur	Hôpital Donka, Conakry

Tableau 2: Les digesteurs de biogaz construits en Guinée

<u>Localisation</u>	<u>condition</u>	<u>volume</u>
Conakry, Kipé	actif	12 m <sup>3</sup>
Conakry, en ville	caduc	1 m <sup>3</sup>
Mamou	réparable	10 m <sup>3</sup>
Pita (2x)	réparable	10 m <sup>3</sup>
Boké	douteux, fuites	10 m <sup>3</sup>
Dalaba	douteux, fuites	10 m <sup>3</sup>
Kankan	jamais marché	10 m <sup>3</sup>
Beyla	jamais marché	10 m <sup>3</sup>





Fig. 1 Façade de l'Institut CERESCOR à Rogbané



Fig. 2 Installation indigène du biogaz  
A gauche: le digesteur avec l'entonnoir  
d'alimentation



Fig. 3 Membres de l'équipe de biogaz en Guinée



fig. 4 Vue d'un digesteur du type chinois qui marche dans la région de Kipé



Fig. 5 Les deux homologues locaux et l'auteur sur le toit du digesteur  
Au milieu: Mme. A.B. Sow de CERESCOR  
A gauche: M.M. Keita du Ministère RNEE

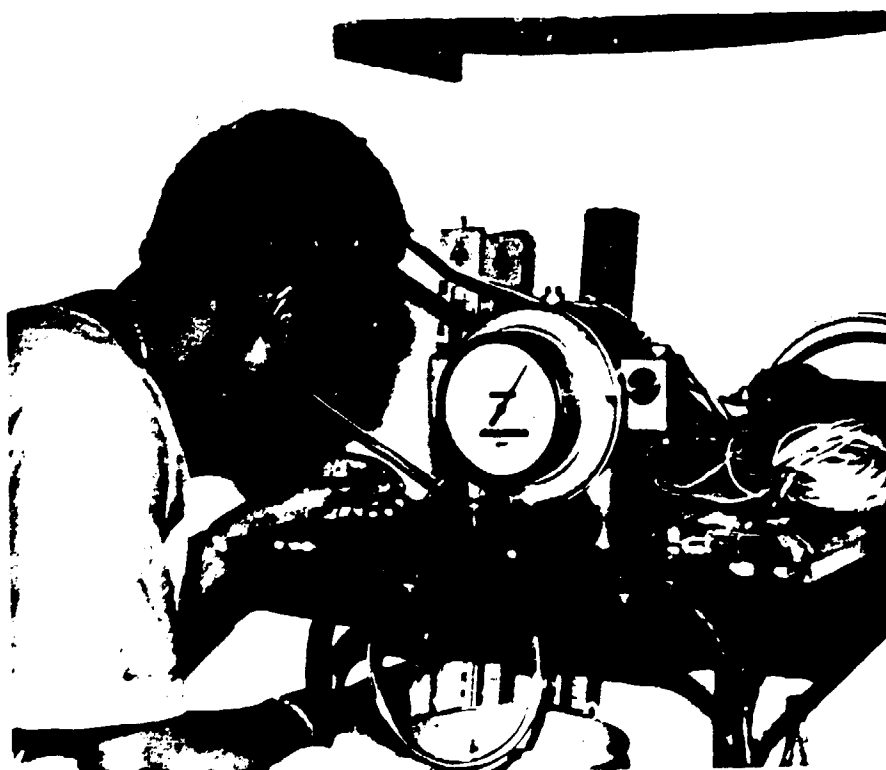


Fig. 6 Lire du compteur de gaz raccordé au digesteur chinois.  
A droite: captage de H<sub>2</sub>S

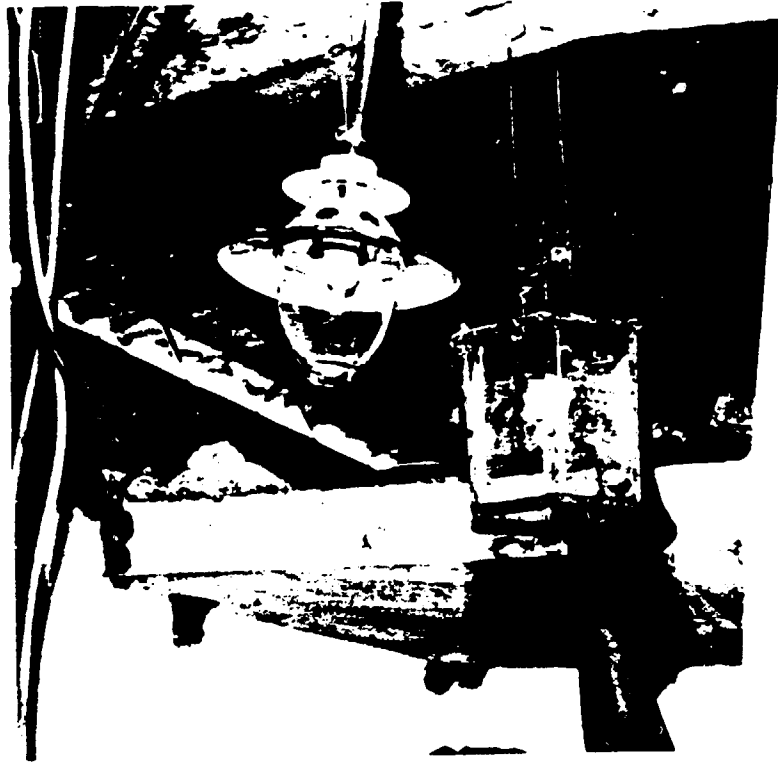


Fig. 7 Lampe de biogaz du type chinois (à gauche) et lampe de fabrication indigène (à droite).



Fig. 8 Brûleur de biogaz du type chinois en usage en Guinée



Fig. 9 Pied de support pour le gazomètre en PVC d'une épaisseur de 1,19 mm.

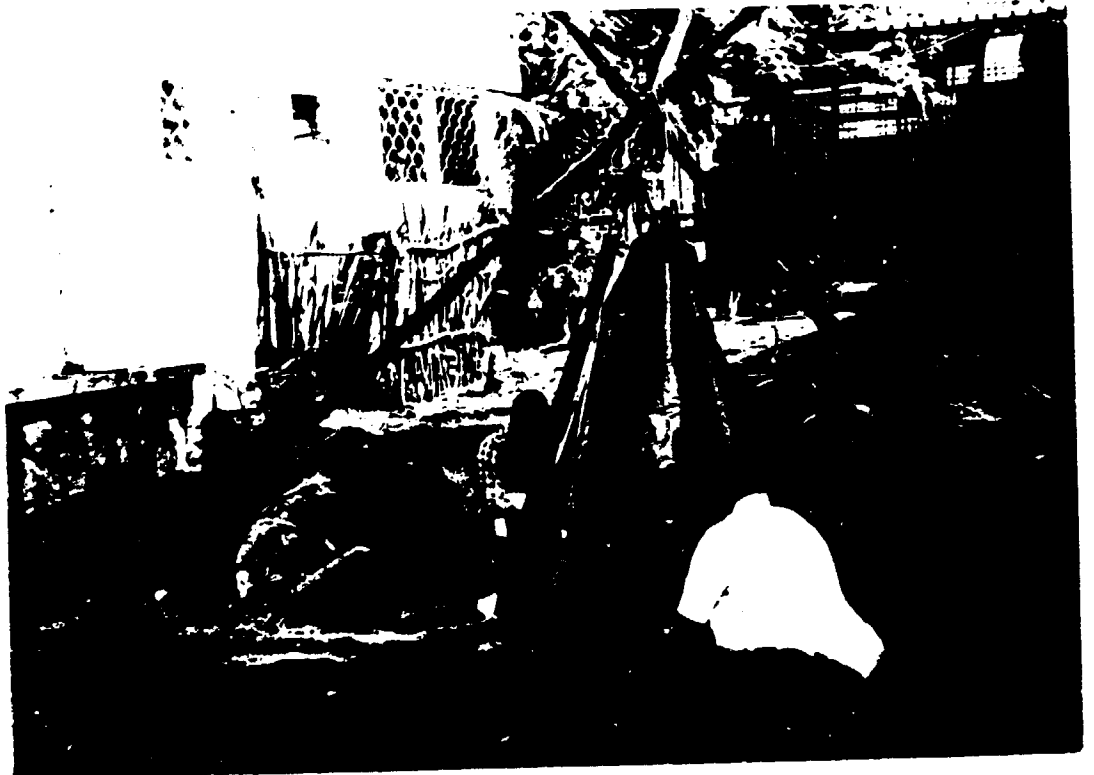


Fig. 10 Bâche en PVC attachée au trépied au dessus d'une cuve de biogaz



Fig. 11 Vue générale du laboratoire de contrôle.  
De gauche à droite: balance, four à cuire, four  
à sécher, dessiccateur, brûleur.

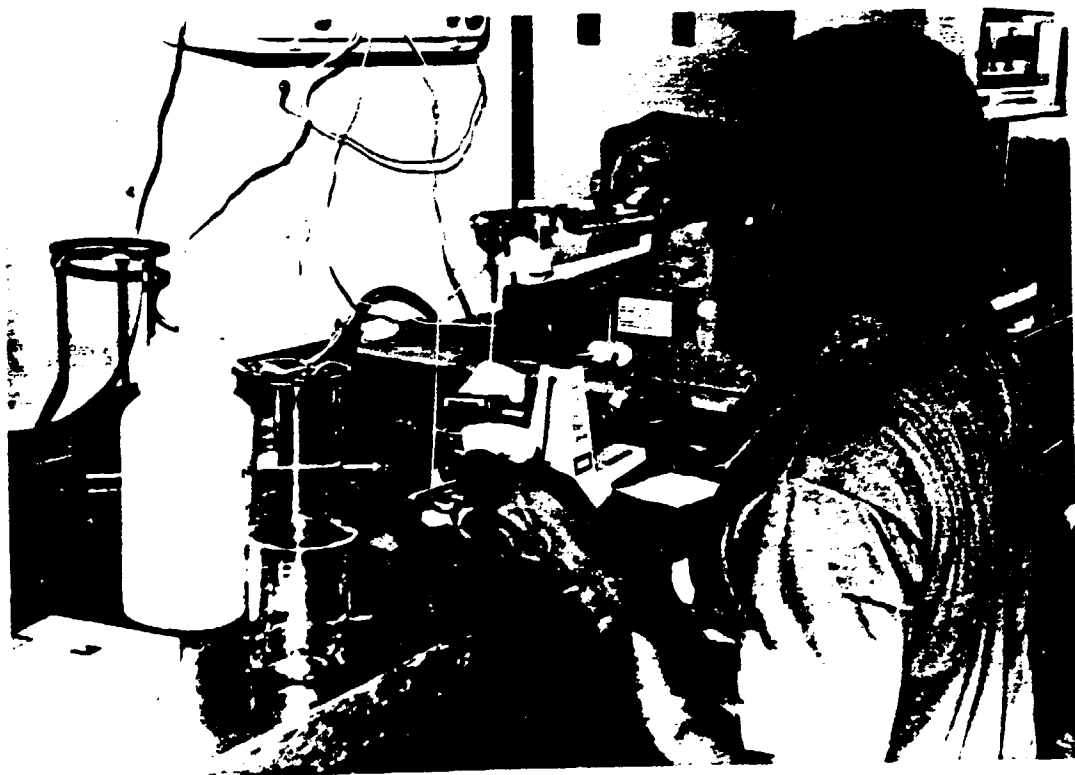


Fig. 12 Pesage d'échantillons des déchets organiques.  
A gauche: bouteille d'échantillons avec fermeture fileté.

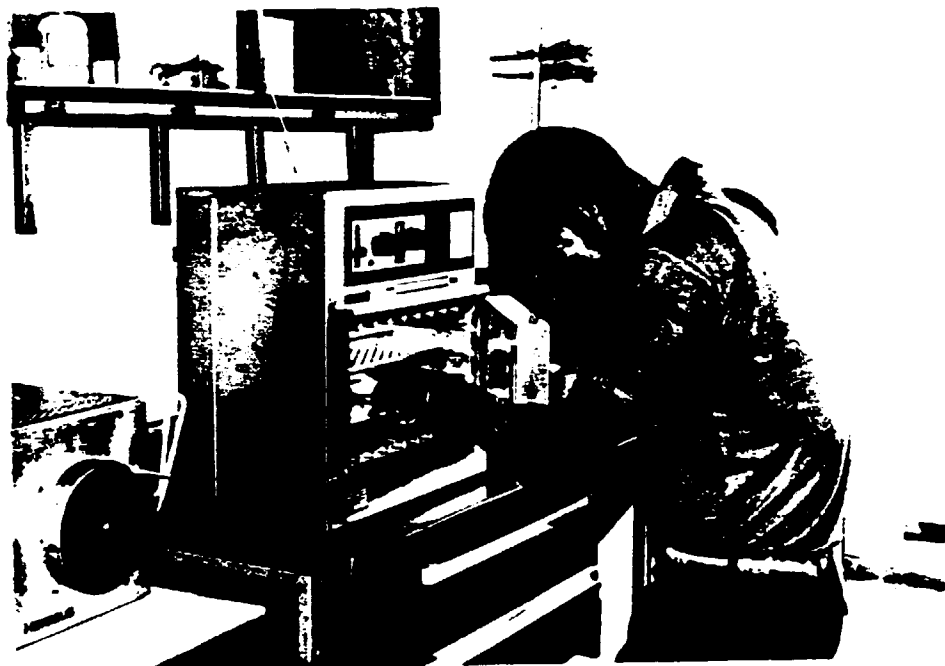


Fig. 13 Le creuset est placé dans le four à sécher (16 h à  $105^{\circ}\text{C}$ ) afin de déterminer le % de matière sèche.



Fig. 14 L'échantillon séché et pesé est placé dans le four à recuire (1 h à  $550^{\circ}\text{C}$ ) afin de déterminer le % de cendre.

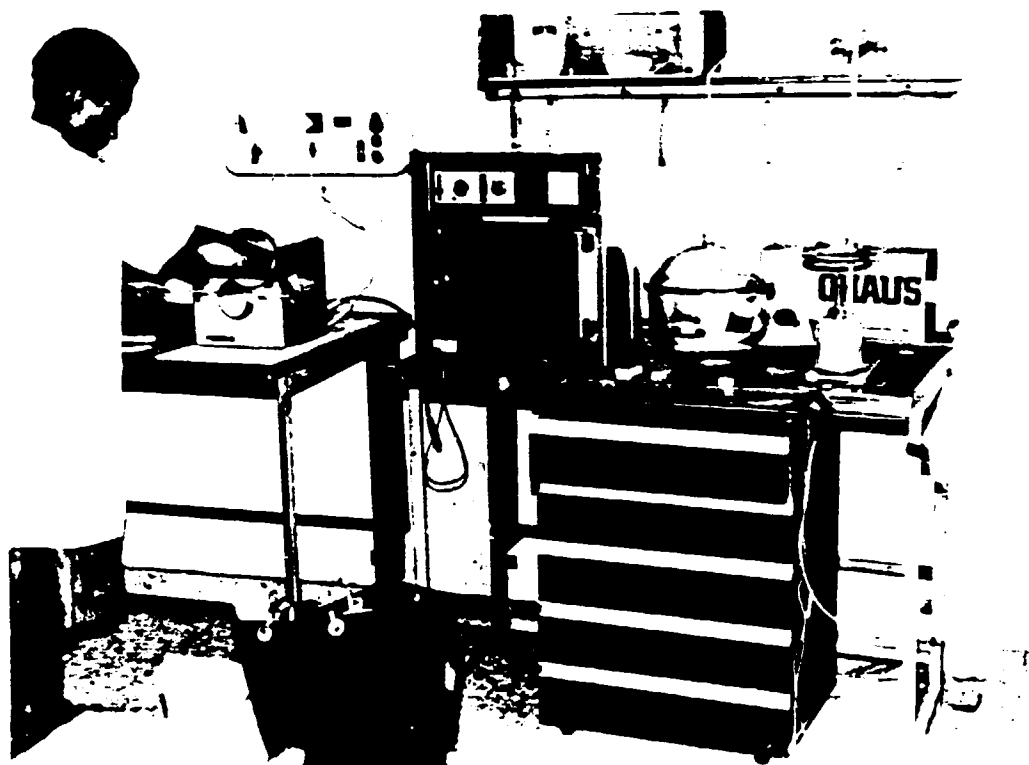


Fig. 15 Détermination du % de cendre.  
Avant de peser, le creuset avec l'échantillon est refroidi dans le dessiccateur.



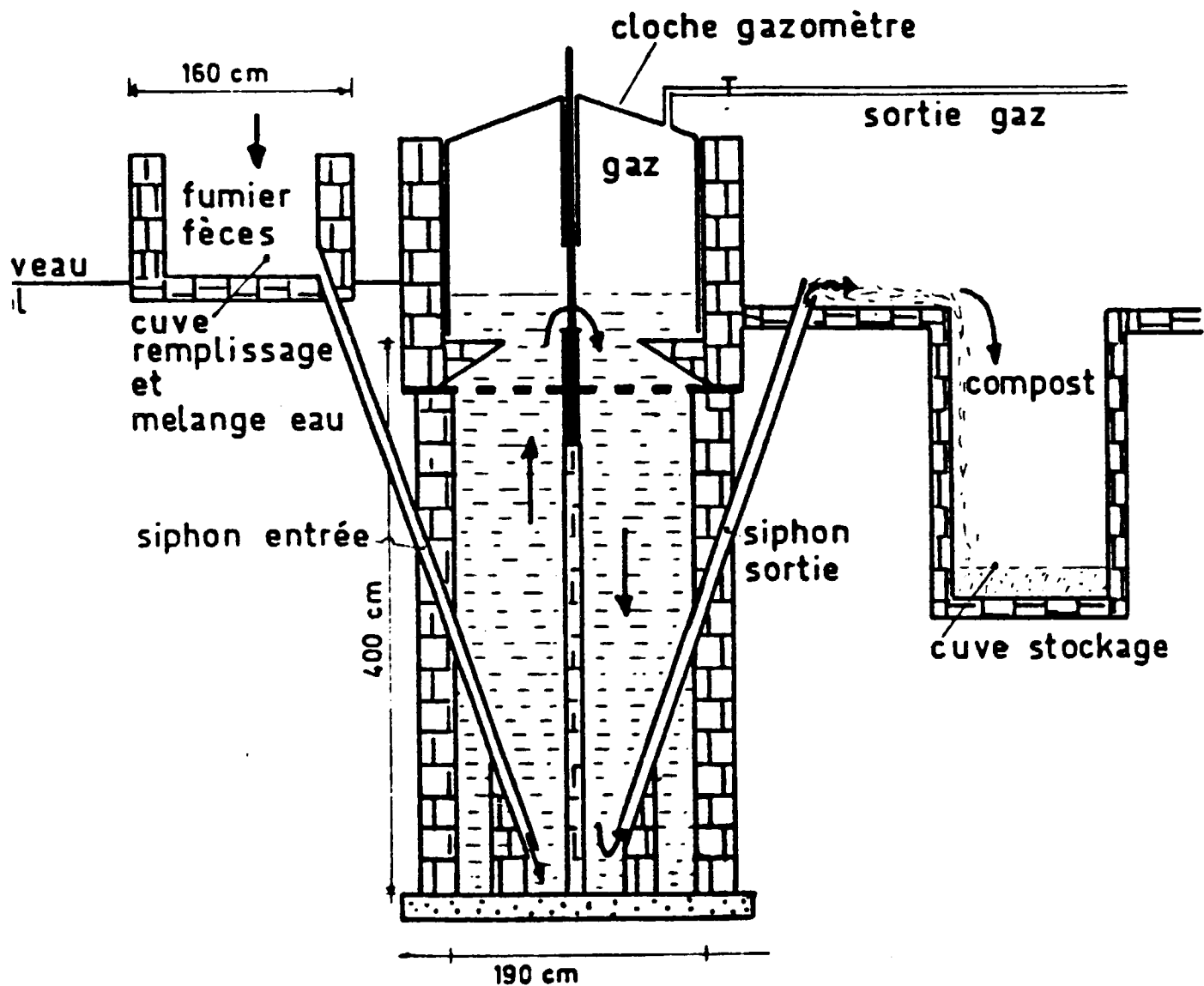
Fig. 16 Le creuset avec l'échantillon incinéré est pesé.



# Fermenteur de type Indien

volume du digesteur

11 M<sup>3</sup>



COUPE TRANSVERSALE

Figure 17 : Digesteur du type indien

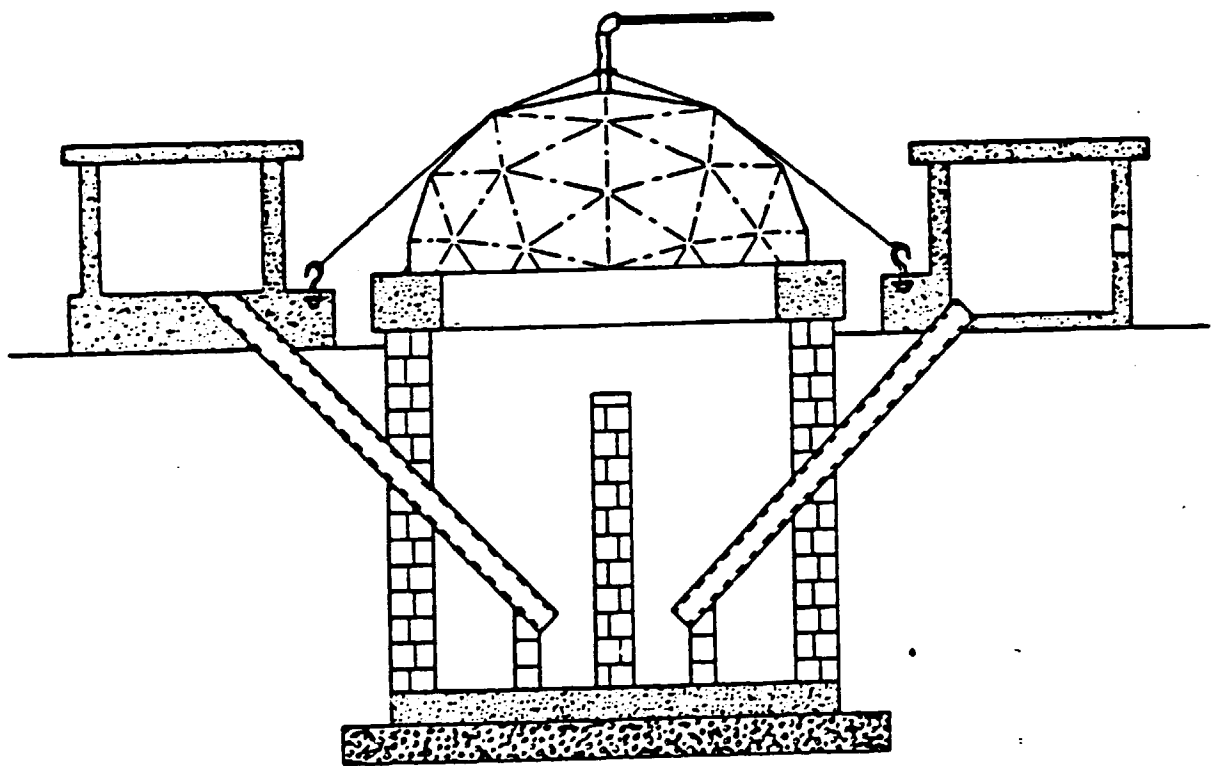
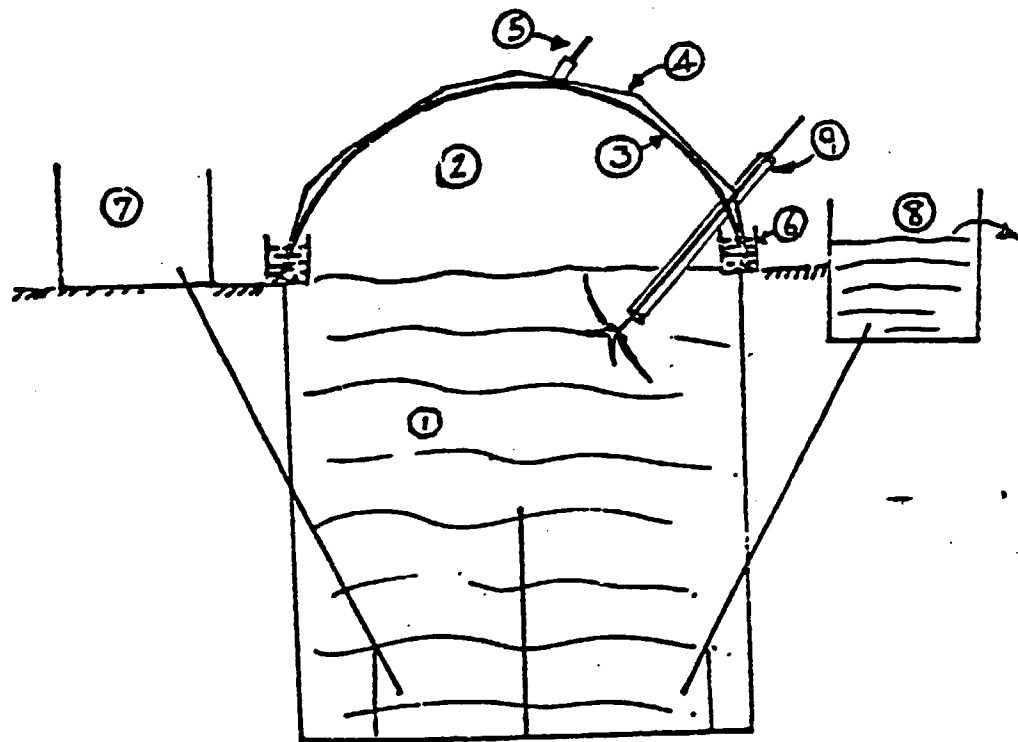


Figure 18 : Digesteur du type de Jwala  
Source: Lichtman, 1983



- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. Digesteur       | 5. Echappement de gaz           |
| 2. Gazomètre       | 6. Joint hydraulique            |
| 3. Bâche en PVC    | 7. Tuyau d'amenée du substrat   |
| 4. Dôme géodésique | 8. Tuyau d'écoulement de la lie |

Figure 19. Esquisse du digesteur du type de Jwala

Deux types de digesteurs anaérobies à une ferme aux Pays-Bas

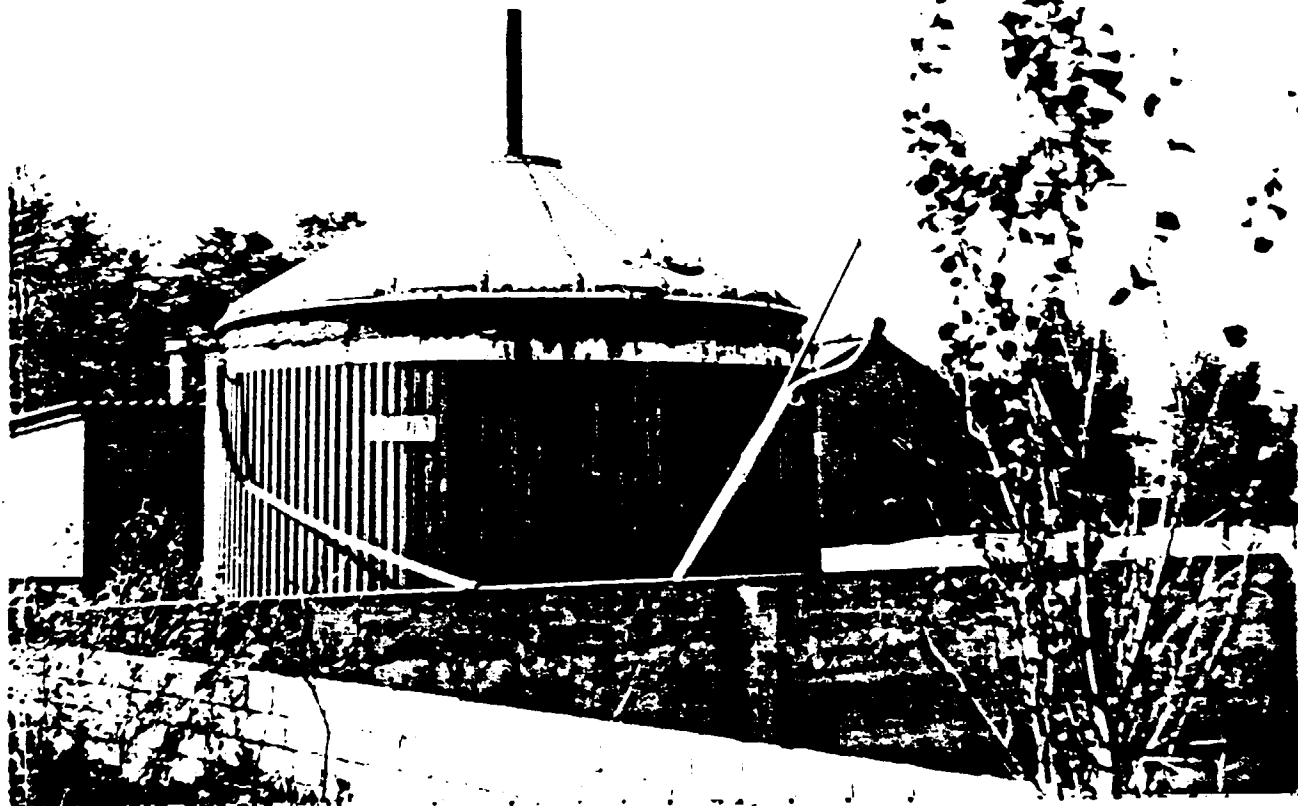


Figure 20. Digesteur de 150 m<sup>3</sup>

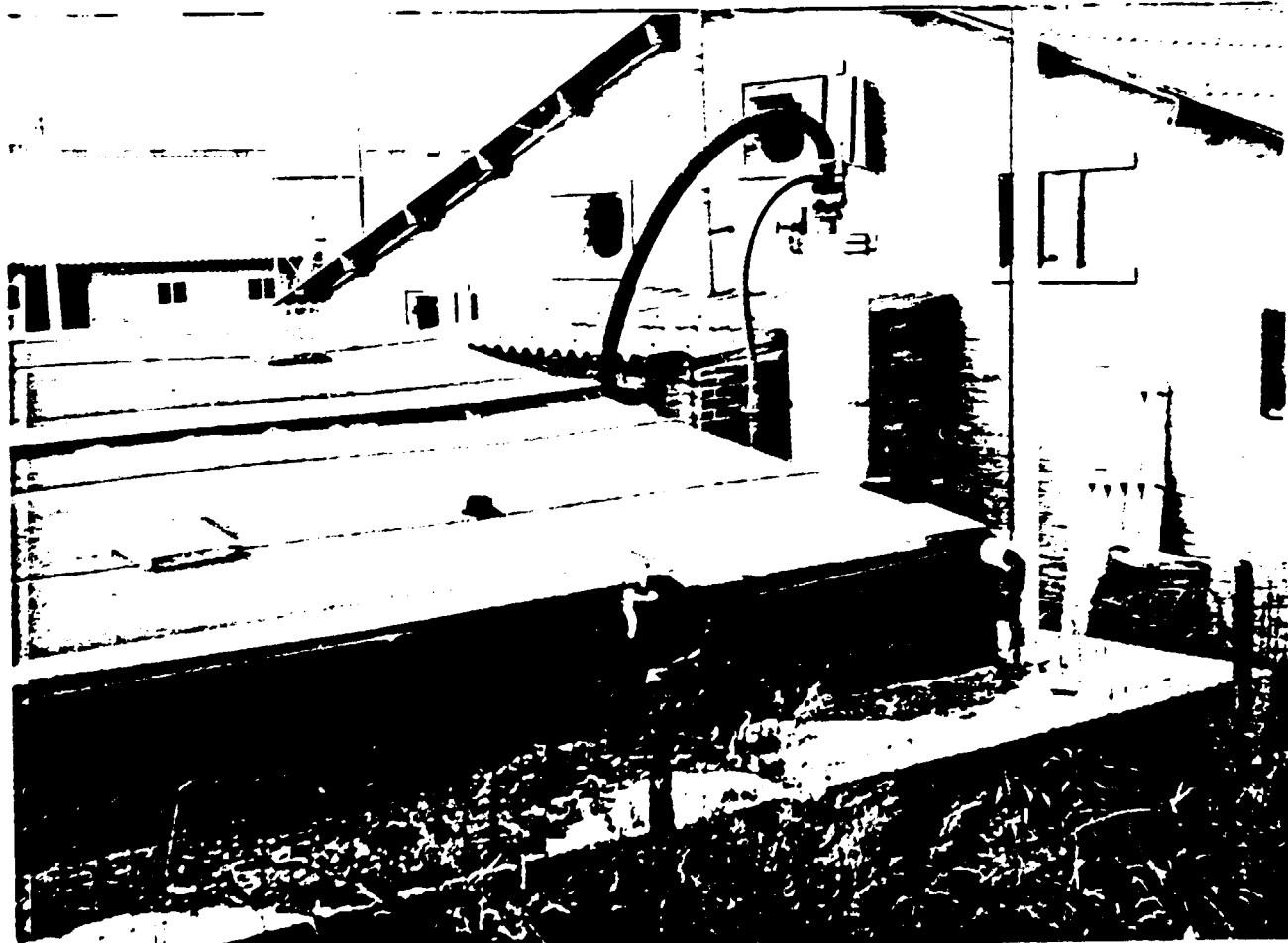
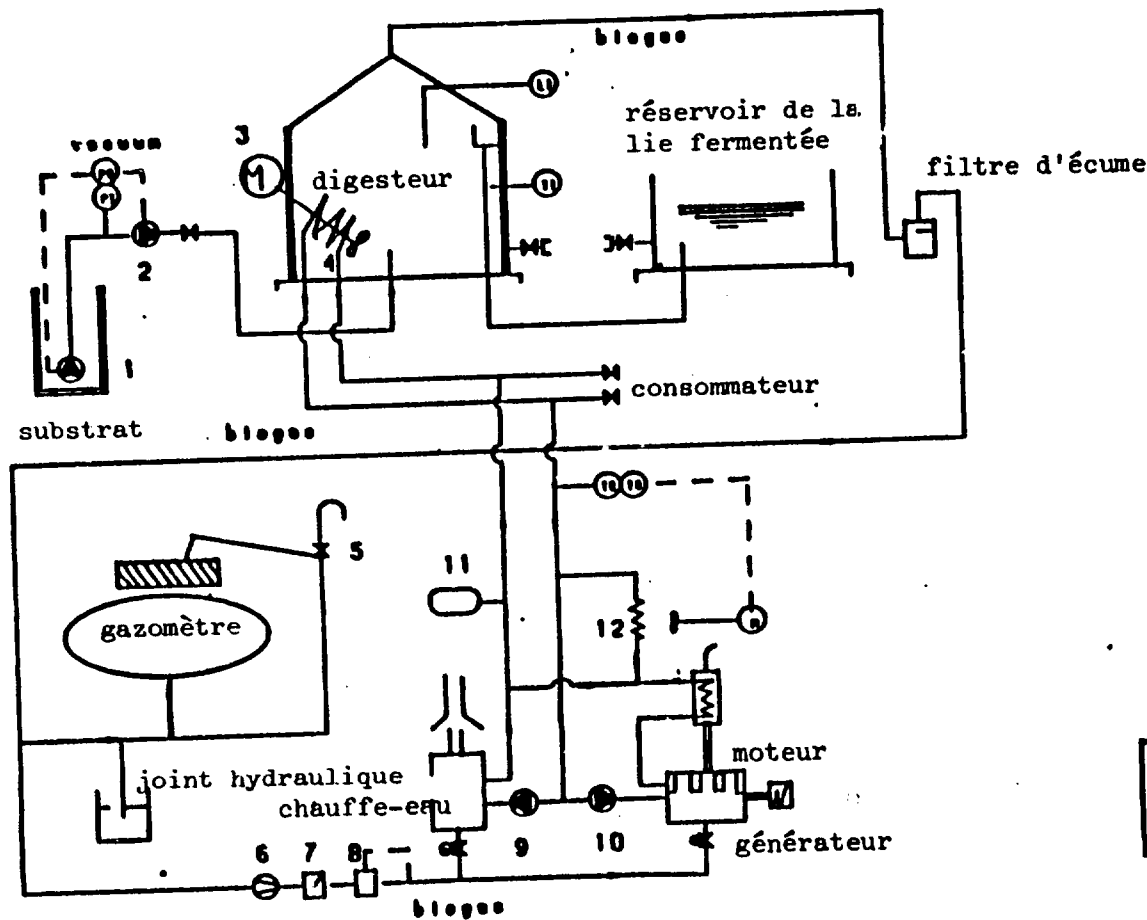


Figure 21. Digesteur de 350 m<sup>3</sup>



### Explication

1. Pompe submersible
2. Pompe mono
3. Equipement de remuer
4. Changeur de chaleur
5. Valve d'échappement du gaz
6. Souffleur de gaz,
7. Filtre de gaz
8. Réducteur de pression
9. Pompe de circulation, chauffe-eau
10. Pompe de circulation, moteur
11. Vase d'expansion
12. Radiateur

Figure 22 · Schéma d'un digesteur du type "high-rate"

**PAQUES**