

Etat et perspectives de la biométhanisation en milieu rural burundais

Bernard KAMP⁽¹⁾ Daniel ROLOT⁽²⁾ Dismas NDIRIBIRIYE⁽³⁾ Henry NAVEAU⁽⁴⁾ Edmond-Jacques NYNS⁽⁴⁾

Première partie

La technologie du biogaz a été officiellement introduite au Burundi en 1982. Depuis, 152 installations de biogaz ont été construites dans tout le pays avec un certain succès.

Ensemble, ces diverses installations constituent une précieuse source d'information à partir de laquelle nous nous proposons, dans cet article, de faire le point sur le développement de cette technologie.

Tout d'abord, après un rappel théorique sur la biométhanisation, nous présentons, à la lumière du contexte économique et énergétique du Burundi, les intérêts de la technologie du biogaz à la fois pour l'éleveur burundais et pour le pays dans son ensemble. Ensuite, nous examinerons les limites de la technologie ainsi que les difficultés de sa vulgarisation en milieu rural. Cette deuxième partie de l'article sera publiée dans le prochain numéro des Echos du COTA.

LE CONTEXTE ECONOMIQUE ET ENERGETIQUE DU BURUNDI

Le Burundi est un petit pays d'Afrique Centrale de 28.000 km². Enclavé, ses échanges avec le reste du monde se font principalement par le Lac Tanganyika et par route. Avec ses 5 millions d'habitants, le Burundi compte une des densités de population parmi les plus élevées d'Afrique (175 habitants par km² en 1988). Le taux de croissance démogra-

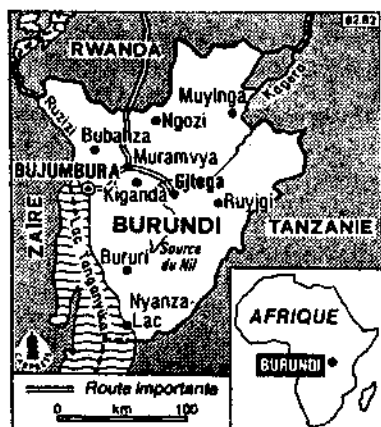


fig. 1

Situation géographique du Burundi en Afrique Centrale.

- (1) Ingénieur chimiste et des industries agricoles, volontaire du COTA au Projet Méthane (BP 1264 - Bujumbura - Burundi) depuis mars 1988.
- (2) Responsable du projet Méthane à Bujumbura.
- (3) Direction générale de l'énergie, BP 745, Bujumbura.
- (4) Professeurs ordinaires à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UCL (Unité de Génie Biologique - 1 place Croix du Sud bte 9 - 1348 Louvain-la-Neuve - Belgique)

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.: +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 64

ECHOS DU COTA n° 47 - 1990/2.

BARCODE: 7917

352.1 90 ET

phique, élevé lui aussi, atteignait 2,96% en 1984.

Le Burundi est un pays essentiellement agricole puisque 94% de la population est rurale et que 62% de son PNB vient de l'agriculture (statistique de 1980). Les exploitations agricoles, de type familial, produisent surtout des espèces vivrières (bananes, haricots, manioc, patates douces, petits pois et riz) pour l'autoconsommation et la satisfaction des besoins alimentaires internes du pays. Toutefois, elles produisent aussi des espèces de rente (café, thé, coton et tabac). Ces dernières, également cultivées à l'échelle industrielle, sont destinées à l'exportation. A lui seul, le café procure 90% des recettes en devises. Enfin, remarquons aussi que les exploitations agricoles du Burundi sont presque toujours mixtes : les paysans les plus riches (52.000 environ) possèdent au minimum 4 vaches tandis que la majorité, soit environ 70% des 850.000 exploitations agricoles (chiffre approximatif) que comporte le pays, exploite le petit élevage tel que chèvres, porcs, poules, etc (communication personnelle du Professeur Branckaert de la Faculté d'Agronomie de l'Université du Burundi et information du Commerce Extérieur).

Le problème énergétique au Burundi

De par son enclavement et l'absence d'énergie fossile sur son territoire, exceptée la tourbe extraite en faible quantité, le Burundi tire 95% de son énergie du bois de feu et du charbon de bois, ce qui contribue au déboisement des campagnes et à l'érosion. Seulement 5% des besoins énergétiques sont couverts par les produits pétroliers, la tourbe et l'hydroélectricité.

Les potentialités hydroélectriques sont pourtant importantes mais leur exploitation demande de lourds investissements et seules les agglomérations d'une certaine importance peuvent en bénéficier car la dispersion de l'habitat limite les possibilités de distribution de cette énergie. D'autre part, l'importation des hydrocarbures, acheminés essentiellement par voie terrestre depuis la côte de l'Océan Indien, pèse lourdement sur le budget national.

352.1-90ET-7917

Face à ce problème, les autorités burundaises essaient de promouvoir d'autres sources d'énergie : la tourbe, le soleil, le vent et la biomasse.

neutralité et pouvoir tampon du substrat suffisamment élevé.

PROCESSUS ET PROCÉDE DE LA BIOMÉTHANISATION

Le processus

La biométhanisation est une fermentation anaérobie (c-à-d en absence d'air) de substances organiques dont un des produits est un gaz riche en méthane (50 à 70%), appelé biogaz, et dont la matière organique résiduelle stabilisée constitue un fertilisant de choix pour l'agriculture. Cette fermentation méthanigène est un processus très complexe qui fait intervenir plusieurs communautés bactériennes. Elle prend place spontanément au sein de toute matière organique (appelée substrat), dès qu'un certain nombre de conditions physico-chimiques sont remplies : absence d'air, température suffisamment élevée (minimum de 17 à 18°C et optimales à 35 et 55°C), pH proche de la

Le procédé

La biométhanisation ou digestion anaérobie est conduite dans des "cuves" étanches aux gaz appelées digesteurs méthaniques. Dans les conditions rurales du Burundi, ils fonctionnent en semi-continu c-à-d que l'alimentation s'effectue par un côté de la "cuve" une à deux fois par jour. Simultanément, un volume équivalent de matières digérées quitte la "cuve" par le côté opposé à l'alimentation, par le principe des vases communicants. Il ne faut donc, en principe, jamais vider la "cuve".

Actuellement, il existe un grand nombre de modèles de digesteurs dont quelques-uns ont été testés en milieu rural burundais. Finalement, c'est le modèle chinois (cf fig. 3 et 4) qui s'est imposé pour les raisons suivantes :

- L'entièreté de la cuve est en maçonnerie et peut donc être construite localement.
- Les matériaux de construction peuvent être produits

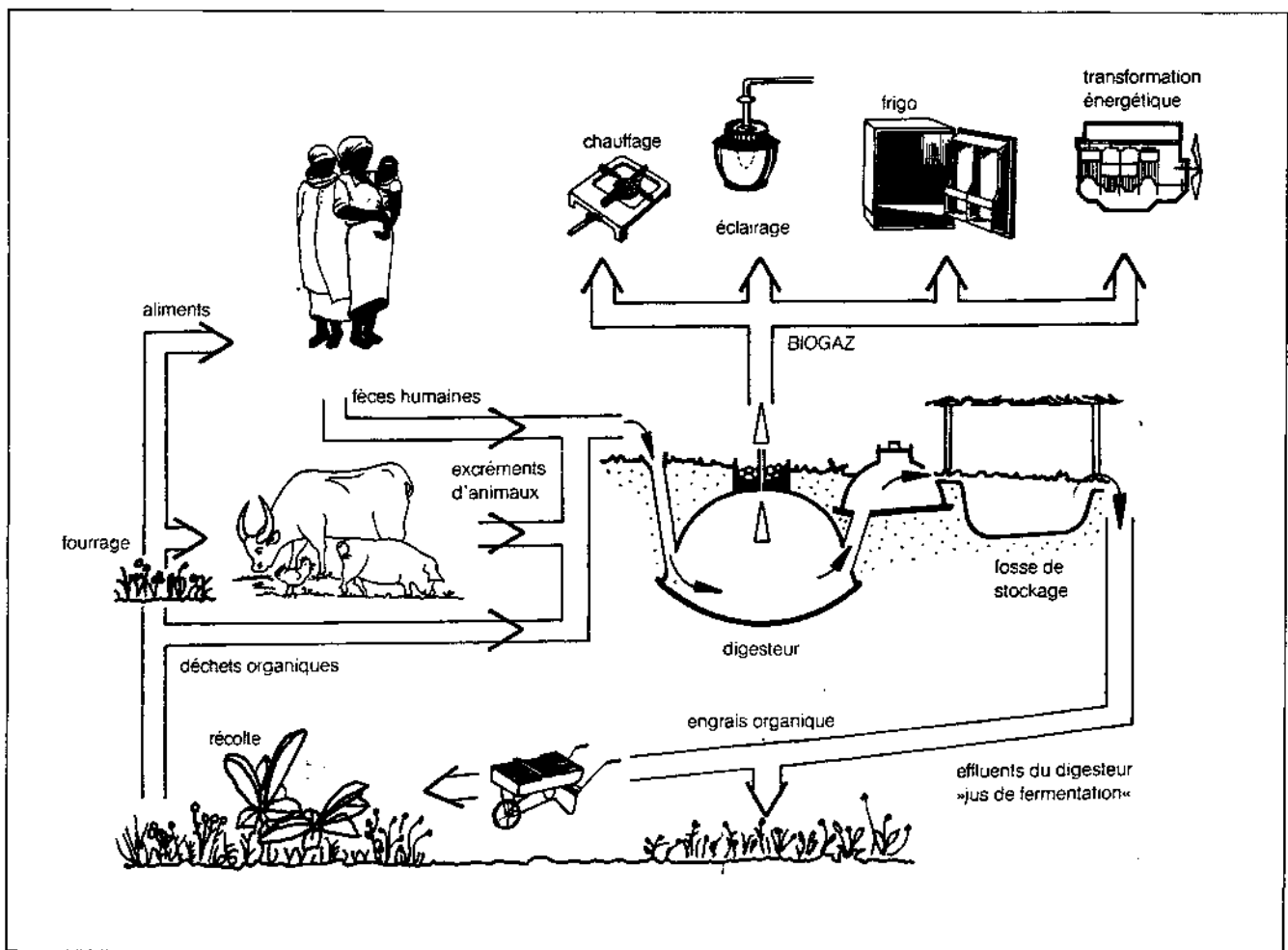


fig. 2

Cycle évolutif de la matière organique généré par l'intégration d'un digesteur méthanigène dans une exploitation agricole.

sur place (briques, sable, gravier,...) ou sont disponibles facilement, suite à une importation régulière (ciment, fer à béton, matériel de plomberie,...).

- Le coût est relativement faible (environ 22.000 FB pour un digesteur de 8 m³, prix comprenant tous les frais y compris la main-d'œuvre locale).
- Le gaz est stocké sous le dôme en maçonnerie et ne nécessite donc pas de gazomètre séparé, ce qui diminue le coût et simplifie l'utilisation de l'installation.
- Le biogaz est stocké sous pression grâce à une élévation du liquide dans les buses d'entrée et de sortie. Cette pression est suffisante pour envoyer le gaz jusqu'à +/- 150 m.
- L'entretien est minime et ne nécessite qu'un outillage très limité (tournevis, marteau, pince universelle suffisent généralement).
- Le biogaz peut être utilisé tel quel dans des réchauds, des lampes, des frigos et des moteurs de petite puissance.

Le digesteur chinois présente toutefois 2 désavantages. Premièrement, sa construction est relativement complexe et requiert la supervision de techniciens spécialisés. D'autre part, il ne convient pas pour biométhaniser des substrats fibreux (déchets végétaux, fumiers, excréments de porcs,...) car ceux-ci provoquent progressivement la formation d'une croûte. Dans ce cas, il y a lieu d'effectuer une vidange de la cuve, laquelle est une opération assez pénible.

Idéalement, le digesteur chinois fonctionne avec de la bouse de vache, telle qu'elle se présente au Burundi, diluée dans le même poids d'eau. Cette dilution limite à 10 % en poids le contenu en matières sèches du liquide, ce qui facilite l'écoulement. Même dans ces conditions, seulement une faible fraction de déchets végétaux peut être mélangée à la bouse.

La photo (Fig. 4) montre un digesteur tel qu'il se présente chez un éleveur burundais. Depuis l'arrière-plan jusqu'à l'avant-plan, on distingue successivement: l'étable, l'entrée du digesteur, le couvercle du dôme, le couvercle du bassin de compensation et, finalement, le trop-plein d'évacuation des effluents.

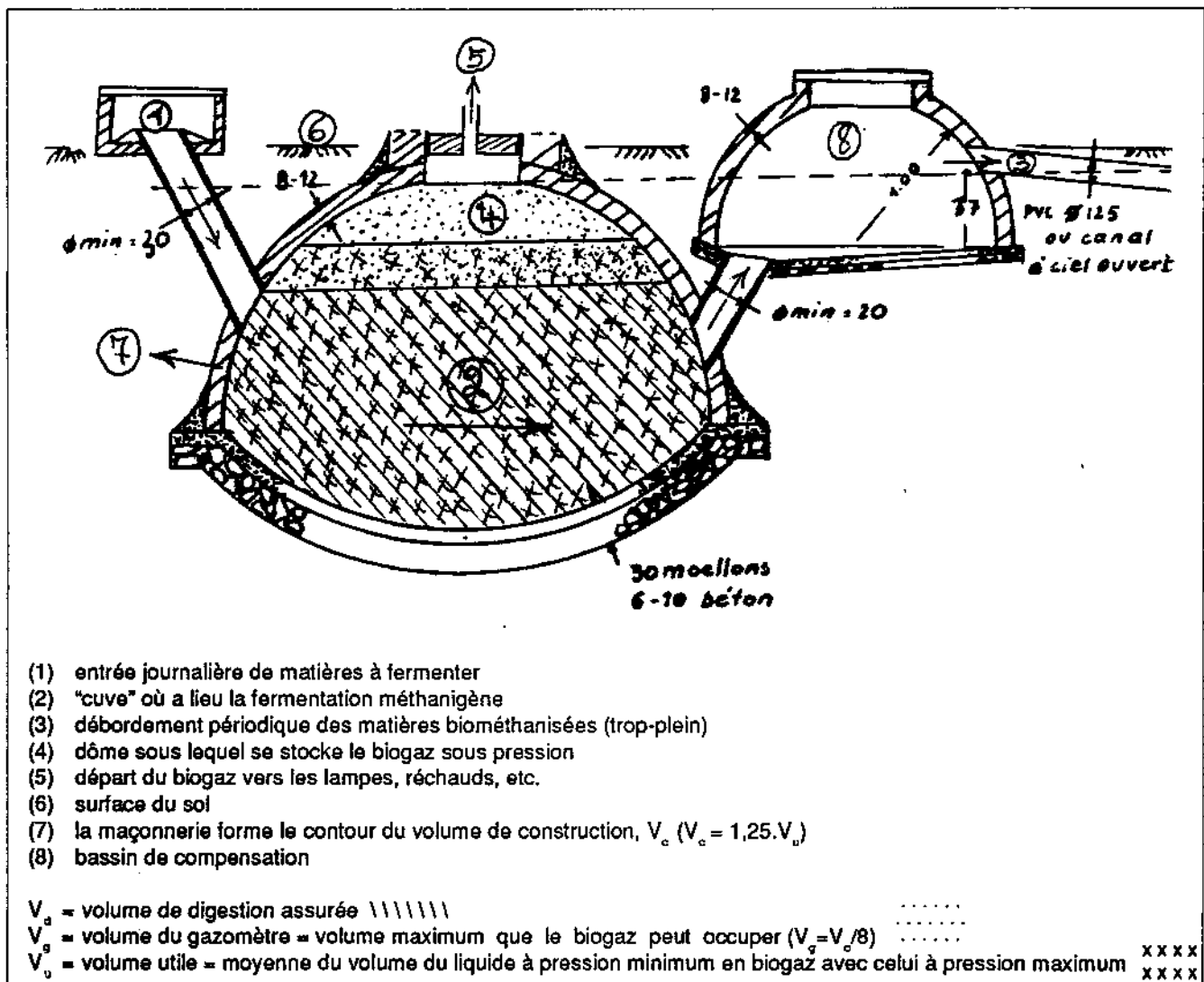


fig. 3 : Coupe verticale d'un digesteur chinois.

TEMPS DE SEJOUR, DIMENSIONNEMENT, CONSTRUCTION, INSTALLATION

Temps de séjour

Le temps de séjour hydraulique ϑ du substrat dans un digesteur correspond au rapport entre le volume utile V_u du digesteur et le volume journalier de l'alimentation.

Le temps de séjour idéal du substrat dans le digesteur dépend essentiellement de la nature du substrat et de la température ambiante. Dans les conditions de température des collines burundaises (18 à 22°C) et pour des excréments de bovins, il est de 70 jours.

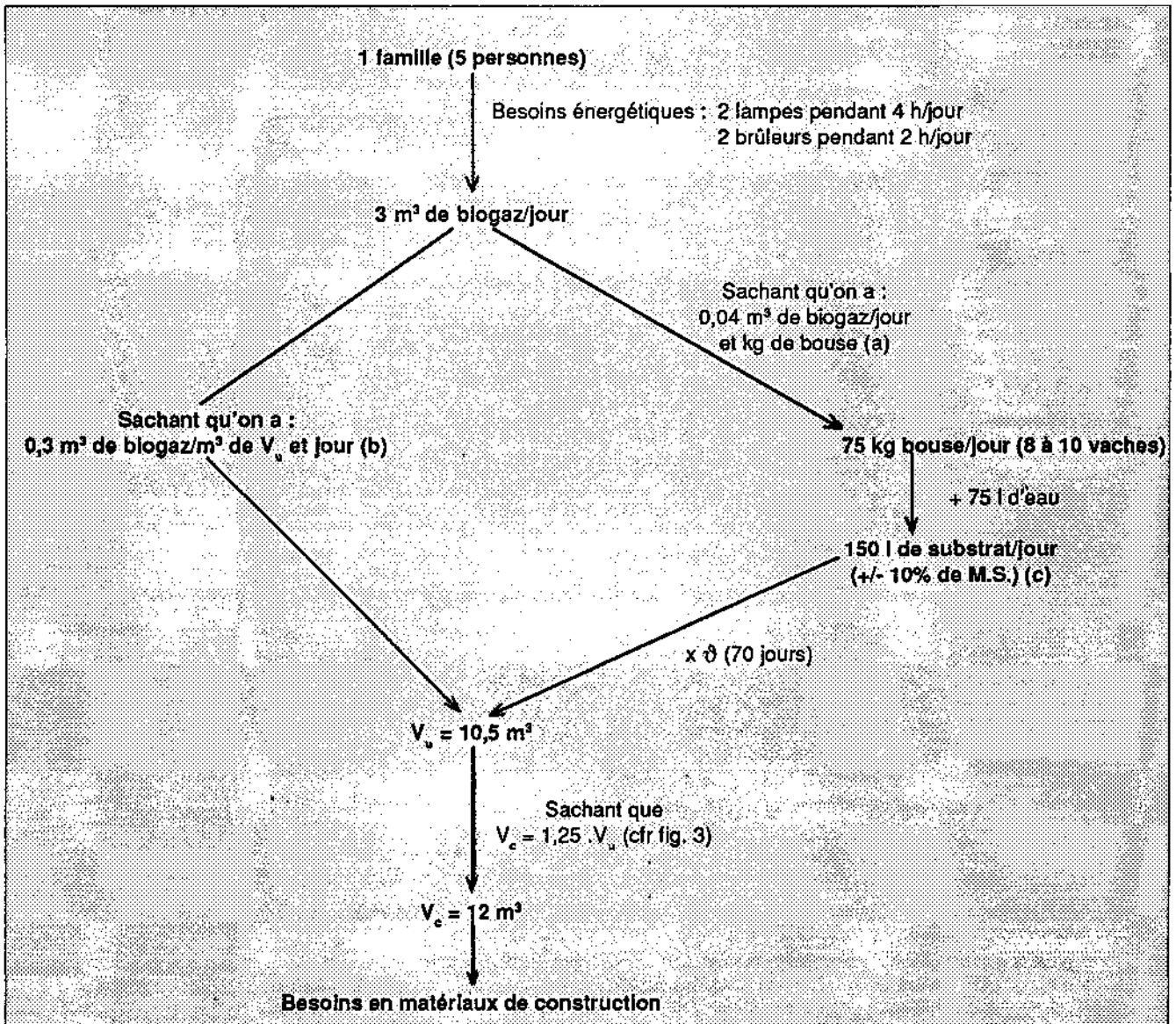
$$\vartheta \text{ (jours)} = \frac{V_u \text{ (volume moyen en m}^3 \text{ occupé par le liquide en train d'être biométhanisé)}}{\text{volume journalier de l'alimentation (m}^3 \text{/jour)}}$$

Dimensionnement

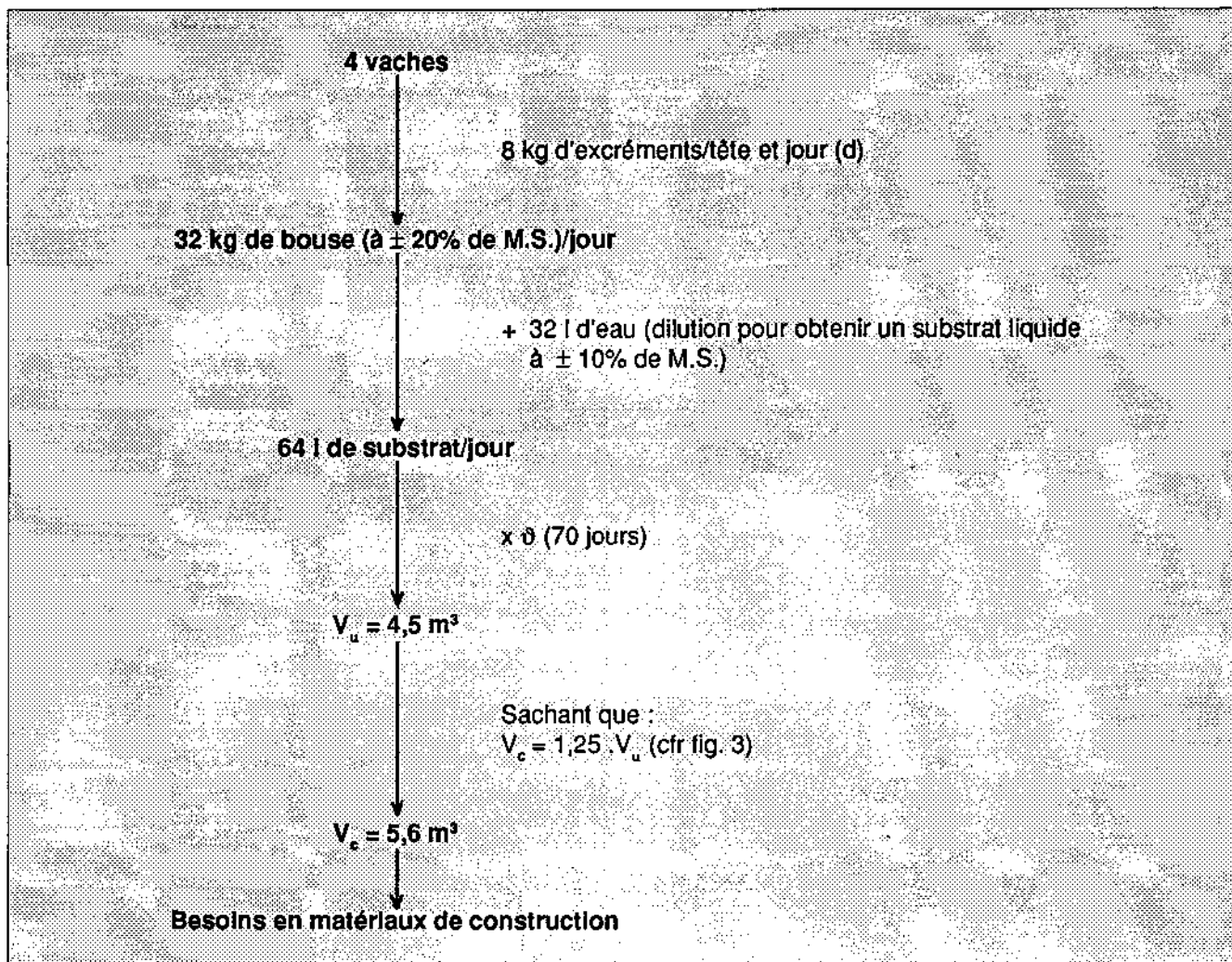
Pour dimensionner un digesteur, soit on part du besoin énergétique du futur propriétaire (cas rare où le nombre de bovins est suffisant), soit on part du nombre de bovins que celui-ci possède (cas le plus fréquent, où le nombre de bovins est insuffisant par rapport aux besoins énergétiques). L'exemple d'un dimensionnement est donné ci-dessous avec des chiffres moyens car les données varient dans le temps, d'une exploitation à l'autre et selon l'origine de la bouse (race, qualité de la ration, ...).

a) Dimensionnement à partir du besoin en énergie d'une famille de taille modeste

- (a) pour $\vartheta = 70$ jours et pour une bouse à 20% de M.S.
- (b) pour $\vartheta = 70$ jours et pour une alimentation à 10% de M.S.
- (c) M.S. = matières sèches
- (d) cas de la stabulation traditionnelle (18 h à 06 h et de 12 h à 14 h)



b) Dimensionnement à partir du nombre de têtes de bovins



Production de biogaz

Sachant que pour $\theta = 70$ jours et pour une alimentation à 10% de M.S., on a $0,3 \text{ m}^3$ de biogaz/ m^3 de V_u et jour, cette installation donnera $1,3 \text{ m}^3$ de biogaz/jour.

Construction et installation du digesteur

A partir du volume de construction, il est possible de calculer la quantité et le coût des matériaux nécessaires à la construction du digesteur. Pour déterminer l'emplacement, la longueur des tuyaux et le nombre d'appareils à installer (lampes, brûleurs,...), il y a lieu d'effectuer une visite chez le futur client.

Le site idéal, et fréquemment rencontré, est celui où l'étable se trouve à côté de l'habitation où sera utilisé le gaz. Ainsi les frais de tuyauterie sont réduits au minimum et le transport de la bouse ne pose pas de problème.

INTERET DE LA BIOMETHANISATION POUR LE MILIEU RURAL BURUNDAIS

La biométhanisation apparaît comme parfaitement intégrable (cfr fig. 2) dans les exploitations agricoles burundaises mixtes à élevage bovin. Diverses expériences ont clairement mis en évidence les avantages suivants de la technologie :

- Production d'une énergie propre, de substitution au bois de feu et aux carburants usuels.
- Allègement du travail consacré à la cuisine car l'alimentation journalière d'un digesteur est moins longue et beaucoup moins dure que le ramassage et le débitage du bois.
- Maintien d'une fumure pour les sols agricoles (les éléments fertilisants de la bouse sont entièrement conservés dans l'effluent de digestion puisque la production de biogaz se résume en un prélèvement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène dans la matière organique).
- Amélioration des conditions d'hygiène et de santé,

diminution des quantités de déchets, épuration et/ou stabilisation des eaux résiduaires et des résidus ménagers, réduction des germes pathogènes et des parasites, disparition des maladies des yeux occasionnées par la fumée.



Fig. 4 : Digesteur chez un éleveur burundais

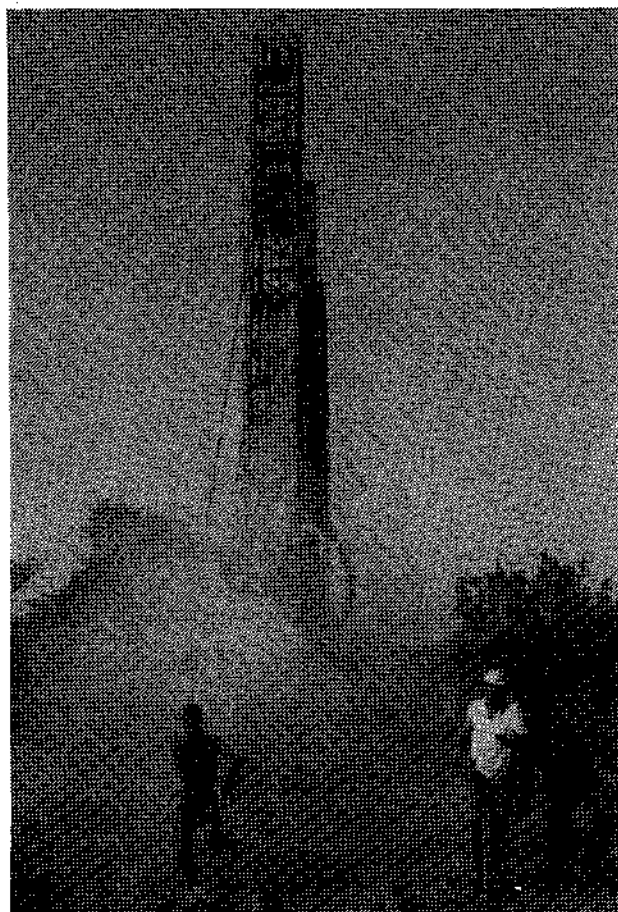
CONCLUSIONS

Au cours de cette brève présentation de la technologie du biogaz telle qu'appliquée en milieu rural burundais, nous avons vu qu'un processus microbiologique très complexe peut être exploité par une technologie très simple, ce qui permet son intégration dans l'exploitation agricole burundaise mixte à élevage bovin. De coût modéré et produisant une énergie propre ainsi qu'un fertilisant, elle peut contribuer à l'augmentation du niveau de vie des éleveurs. En outre, le biogaz figure parmi les solutions aux problèmes nationaux d'approvisionnement en énergie et de déforestation.

La technologie du biogaz ne présente toutefois pas que des avantages. Certains aspects techniques et sociaux s'opposent à sa diffusion. La deuxième partie de cet article, qui sera publiée dans le prochain numéro des Echos du COTA, sera donc consacrée aux limites et difficultés de vulgarisation de la biométhanisation. Nous aborderons aussi le problème de la rentabilité des installations. L'ensemble de ces données permettra enfin de tirer des conclusions quant aux possibilités réelles de développement du biogaz au Burundi.



Sondages géotechniques reconnaissance minière
forages d'eau
hydraulique villageoise et urbaine forages géothermiques et pétroliers forages de puits congélation des sols creusement de tunnels injection d'étanchement et consolidation murs emboués et ancrages



Place des Barricades 13
B-1000 Bruxelles (BELGIQUE)

Tél. : 32/2/218.53.06

Téléfax : 32/2/218.78.66

Télex : FORAB B. 24802

Foraky en Afrique :

Burkina Faso - Foraky : B.P. 2051 - Ouagadougou
Guinée - Foraky : B.P. 1515 - Conakry - Guinée
Kenya - Foraky : c/o KPC - P.O. Box 47936 - Nairobi
Lesotho-Foraky / SiMecsol : P.B. 103 - Maseru 100
Niger - Foraky : B.P. 11284 - Niamey
Rwanda - Foraky : c/o PNUD/FANUERN - B.P. 445 - Kigali
Sénégal - Foraky : D.H.U.R. Franki- Dakar
Tanzanie - Foraky : c/o interconsult, P.O. Box 423
Dar-Es-Salaam
Zaire - Foraky : c/o SAER - B.P. 171 - Likasi.