

INVENTAIRE DES TECHNOLOGIES  
DE VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE  
APPLICABLES A COURT TERME A MADAGASCAR (\*)

P A R

René RABEZANDRINA (\*\*\*)

GENERALITES

La biomasse comprend toute substance dont la formation est due à des phénomènes biologiques, c'est-à-dire enzymatiques. Elle provient directement ou indirectement (animaux) des plantes qui sont des réacteurs silencieux qui captent et stockent l'énergie solaire par la photosynthèse.

Il existe deux voies différentes pour disposer de la biomasse :

1) La première utilise des déchets organiques divers de peu de valeur ou des sous-produits de cultures dont le produit principal a une autre destination. Elle est très séduisante mais elle pose souvent des problèmes

---

(\*) Cet article a fait l'objet d'une communication orale lors du "Séminaire National sur les Energies Nouvelles et Energétiques" qui s'est tenu à Antananarivo du 17 au 21 Octobre 1983.

(\*\*\*) Docteur-ingénieur, Ingénieur agronome, Chef du Département Agriculture à l'Université de Madagascar.

de disponibilité et de collecte en quantité suffisante de ces produits organiques (déjections diverses, coques d'arachides, rafles de maïs, ...).

2) La seconde voie, suivie par le BRESIL, par le ZIMBABWE, et sérieusement envisagée par d'autres pays où la terre ne manque pas, consiste à cultiver des plantes spécialement à des fins énergétiques (canne à sucre ...).

La biomasse est une source d'énergie qui présente les *avantages* suivantes :

- une production par hectare ne nécessitant qu'un investissement relativement modeste ;
- une forme de stockage automatique de l'énergie solaire dont la technologie de production fondée sur l'agriculture est bien maîtrisée, contrairement à d'autres technologies ;
- une technologie de transformation disponible et peu sophistiquée ;
- des possibilités de décentralisation à la production et à l'utilisation de l'énergie : il n'y a pas de problèmes de transport de cette énergie par fil, par camion-citerne, par wagons ... et ceci permettrait sa répartition équitable, pour un développement équilibré entre les villes et les campagnes ;
- une compétitivité économique satisfaisante avec les énergies fossiles ;
- une production génératrice d'emplois.

Elle présente cependant les quelques *inconvenients* suivants :

- elle a une teneur en énergie faible et une dispersion dans l'espace relativement importante. Aussi, sa collecte ou son transport peut s'avérer coûteux si on ne peut pas l'utiliser sur place ou la transformer en combustible liquide ou gazeux facilement transportable ;

- sa production peut concurrencer la production de plantes vivrières dans les pays où la surpopulation existe. Heureusement à Madagascar les terres ne manquent pas encore : il faut seulement les aménager ;
- sa production peut aussi engendrer de nouveaux besoins en engrais et en eau. Aussi, il est nécessaire de faire une analyse précise de son bilan énergétique de production.

Les problèmes de la valorisation énergétique de la biomasse à Madagascar ne se limitent pas simplement aux techniques utilisées, mais doivent être résolus d'une façon globale, depuis la disponibilité de la matière première jusqu'à l'insertion de la technologie dans le milieu malgache, surtout rural, en tenant compte de la concurrence des utilisations traditionnelles de cette biomasse.

Le choix d'une technique qui ne tient compte que de ses performances est trop simpliste. Il faut la considérer dans un cadre général économique, social et politique.

Les filières de conversions sont divisées en deux catégories :

- a) la conversion par voie sèche ou thermochimique. Elle concerne des produits secs et aboutit à la destruction totale de la matière organique, avec des rendements énergétiques élevés.
- b) la conversion biologique par voie humide. Elle a un rendement faible mais laisse des sous-produits utilisables comme engrais ou comme aliments de bétail, contribuant ainsi à satisfaire des besoins préexistants. Elle concerne des produits humides et aboutit principalement à la production de biogaz ou à la production d'éthanol.

#### 1 - LES FILIERES DE CONVERSION PAR VOIE SECHE

Celles qui sont utilisées ou susceptibles d'être améliorées à Madagascar à court terme sont : la combustion, la pyrolyse et éventuellement la gazéification.

### 11 - La combustion

C'est une technique ancestrale de conversion en énergie de la biomasse avec un rendement élevé. Elle consiste à la brûler purement et simplement en présence d'air pour récupérer la chaleur : celle-ci peut servir à la cuisson des aliments ou peut être convertie en électricité ou en énergie mécanique. La combustion est le principal procédé de valorisation du bois dans des millions de foyers malgaches et celui de la bagasse de canne à sucre dans les chaudières des sucreries.

Elle a des effets regrettables sur l'environnement :-

- pollution de l'atmosphère par les particules non brûlées,
- non restitution aux sols de la matière organique, entraînant une diminution de la fertilité,
- déboisement abusif accentuant le processus de la désertification.

Elle constitue cependant une technique adaptée aux besoins en énergie de ceux qui la pratiquent, c'est-à-dire, à la population rurale pauvre en disponibilités monétaires pour utiliser d'autres techniques.

Malheureusement, cette population n'est pas encore en mesure de percevoir ces effets néfastes de la combustion. Aussi, il appartient à l'Etat de prendre des mesures pour les limiter en améliorant la technique elle-même.

#### 111 - Améliorations des techniques de combustion

Les recherches effectuées dans ce sens ont abouti à la mise au point d'installations ou d'appareillages

- qui améliorent le rendement en énergie par une combustion plus complète de la biomasse, éliminant la fumée riche en carbone ;
- qui diversifient les combustibles à utiliser : pailles, coques d'arachides, balles de riz ou tout autre déchets de faible granulométrie.

Nous avons sélectionné parmi ces installations celles qui peuvent adoptées avantageusement à Madagascar. Elles ont un coût de fabrication peu élevée, une efficacité réelle et peuvent acquérir dans ce pays une large diffusion.

1111 - Le Fourneau Malgache amélioré ou  
*UMEME* en swahili

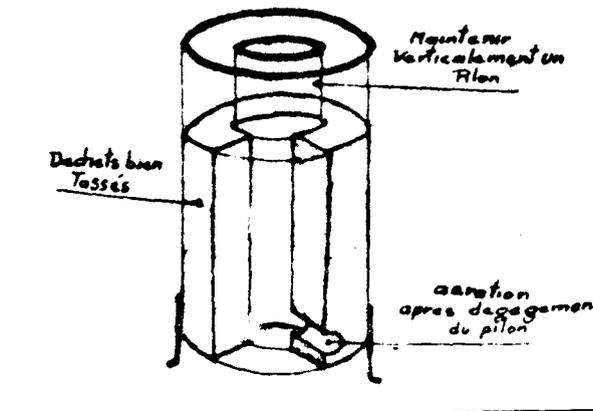
Le fourneau malgache classique est fabriqué à partir d'un bidon de pétrole de récupération ou à partir d'une tôle préparée par l'artisan ferblantier local.

Son amélioration consiste à doubler les parois de sa partie supérieure et à placer de la terre glaise entre les deux parois pour limiter les pertes de chaleur par diffusion latérale et concentrer celle-ci sur le fond de la marmite. La diminution du combustible (charbon) utilisée peut atteindre 50 %. Cette technologie est en cours de large diffusion dans les environs de NAIROBI, sous l'action de la Section Technologie Appropriée de l'U. N. I. I. C. E. F. (Mr. HASSRICK).

1112 - Le Fourneau domestique Sénégalais

Il a été conçu par un ferblantier Sénégalais pour la cuisson des aliments avec des déchets de faible granulométrie : coque d'arachide, balles de riz, paille de céréales, sciure, brindilles... Nous avons vu qu'il est toujours adopté au Sénégal sans difficultés chaque fois que ces déchets sont disponibles et n'ont pas une destination préexistante plus intéressante.

SCHEMA DE FOURNEAUX DOMESTIQUES A COQUES D'ARACHIDE



Il est constitué par un baril de pétrole de 200 litres de récupération qu'on remplit en tassant bien, avec le combustible disponible, après y avoir installé convenablement deux pignons pour la cheminée d'aération et l'arrivée d'air, qui est réglable.

#### AVANTAGES :

- son utilisation possible aussi bien en zone rurale qu'en zone urbaine permet de récupérer des déchets végétaux très variés qu'on n'utiliserait pas autrement (balles de riz, brindilles...).
- Son coût n'est pas excessif : environ 2 000 CFA en 1982 ; sa construction est simple et facilement réalisable à Madagascar.
- Il est adapté au mode de cuisson à feu doux des repas malgaches (riz, viande en sauce...).

#### INCONVENIENT :

Il dégage beaucoup de fumée et doit être utilisé en plein air (gargotes des marchés hebdomadaires ruraux malgaches).

1113 - Les foyers améliorés LORENA et BAN AK SUUF

Le terme LORENA vient de l'Espagnol : LODO = boue et ARENA = sable. Ce foyer est en effet fabriqué avec un mélange de sable et d'argile disponible partout.

Tout le monde peut pratiquement le construire sans presque rien déboursier, sans outils spéciaux, uniquement avec un ou deux jours de formation car il faut que l'utilisateur, le constructeur comprenne son fonctionnement pour en profiter au maximum.

L'utilisation de ce type de foyer pose certes quelques problèmes, notamment :

i) il faut des marmites ayant les dimensions et la forme adéquates aux trous pratiqués sur la cuisinière,

ii) la famille ne dispose plus de fumée pour boucaner la viande.

Mais nous tenons à souligner que son adoption permet en principe :

- d'économiser au moins la moitié du combustible habituellement utilisé avec un foyer ouvert
- d'utiliser pratiquement n'importe quel combustible solide
- d'avoir un foyer partout où il y a du sable et de l'argile.

Ce foyer a beaucoup de chance de s'insérer, comme au GUATEMALA, dans le milieu rural malgache car :

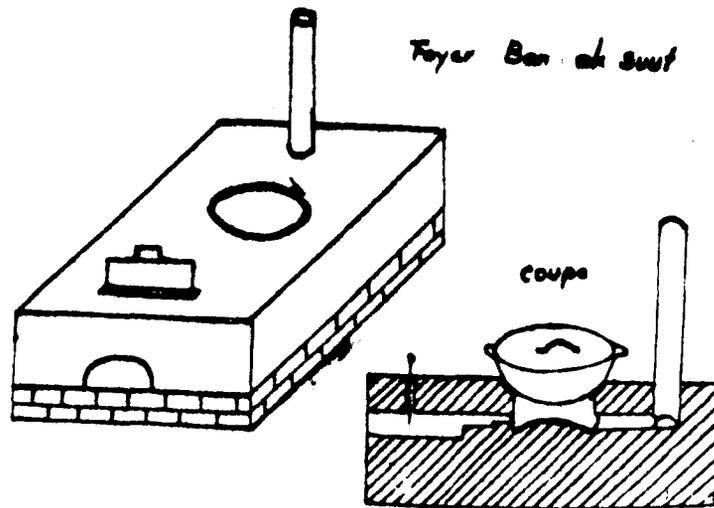
a) il ne fait qu'améliorer une technique traditionnelle préexistante (fatana) qui satisfait un besoin crucial (cuisson des aliments ...)

b) sa construction est réalisée par le propriétaire lui-même qui se sent ainsi concerné par son utilisation, étant donné que c'est son foyer, qu'il a construit de ses propres mains.

Conscient de l'intérêt de ce type de foyer, le Sénégal a lancé par l'intermédiaire du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables (CERER, BP 476 DAKAR) une opération qui vise à diffuser de 1981 à 1984, 300.000 à 500.000 foyer appelés "BAN AK SUUF" qui veut dire "Argile et Sable" en Wolof.

Ce modèle est inspiré directement du LORENA. Cependant la diffusion de cette technologie pose maintenant quelques problèmes dont le suivant : au bout de quelque temps, le foyer présente des fissures que l'utilisateur a tendance à négliger et à ne pas colmater immédiatement. Le foyer s'écroule et l'utilisateur est réticent pour en construire un autre. Aussi, préconisons-nous pour Madagascar la technique adoptée au ZIMBABWE qui utilise une centaine de briques et 20 kilos de ciment. Le coût du

foyer n'est pas excessif, celui-ci peut durer des années et être réparé éventuellement.



1114 - Les chaudières modernes de combustion

On sait que lors d'une combustion, il faut essayer de laisser le moins possible d'imbrûlés pour ne pas polluer l'atmosphère ni diminuer le rendement.

Les chaudières modernes présentent dans leur conception deux zones de combustion : l'une primaire, dans laquelle brûle la biomasse et l'autre secondaire où brûlent les gaz.

Nous avons jugé utile de signaler les travaux effectués notamment par le C. N. E. E. M. A. FRANCE, pour parfaire cette technique qui peut rendre service à des collectivités (mairies, petites unités industrielles...) à Madagascar.

## 12 - La pyrolyse

La pyrolyse est une technique connue depuis l'antiquité, qui consiste à chauffer du bois entre 300° - 600°, à l'abri de l'air en atmosphère pauvre en oxygène.

121 - Les produits pyrolytiques

Une distillation pyrolytique libre :

- 50 % de produits liquides pyrolytiques : goudron, benzoles, eau ...
- 30 % de résidus solides (charbon).

A cette température de 450°, ce sont ces deux fractions liquide et solide qui sont quantitativement les plus importantes. Le charbon produit a en outre un pouvoir calorifique élevé : 7 000 Kcal/kg et c'est une forme de stockage intéressante de l'énergie.

- 20 % de produits gazeux : H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, vapeur d'eau ...

En pratique, une tonne de bois de feuillus produit :

- 310 kg de charbon ou char,
- 280 kg d'eau,
- 220 kg de condensats, dont 60 kg de goudron,
- 190 kg de gaz.

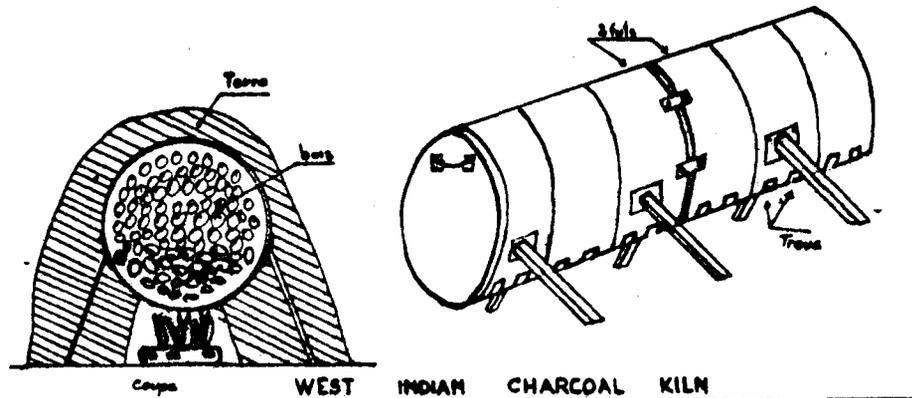
122 - Les unités pyrolytiques

Le modèle ancestral de la meule en terre a été modifié :

- pour mieux utiliser le gaz de pyrolyse ;
- pour récupérer les condensats ;
- pour permettre l'utilisation de matières premières très diverses : coques de noix de coco, déchets de bois, paille, bois, sous-produits agricoles, ordures ménagères, etc...;
- pour augmenter le rendement en charbon.

Parmi les divers types de réacteurs pyrolytiques préconisés (petite unité de 300 à 6 000 kg/jour, grandes unités de plus de 50 tonnes/jour, etc...), nous avons retenu comme intéressant pour Madagascar le cas du "West Indian Charcoal Kiln".

Il s'agit de fabriquer du charbon à partir de morceaux de bois qu'on enferme dans deux fûts d'huile métalliques. On recouvre les fûts avec de la terre et le feu est alimenté sous les fûts, avec des brindilles et avec le liquide pyroligneux qui coule des fûts.



Ce procédé permettrait d'obtenir 25 à 40 % de charbon de bois par rapport au bois utilisé, suivant la qualité de ce dernier et il ne nécessite pas d'investissement important.

### 13 - La gazéification

Comme la pyrolyse, la gazéification est une oxydation partielle de la matière végétale pour produire un gaz pauvre qu'on transforme ensuite en énergie thermique ou en énergie mécanique.

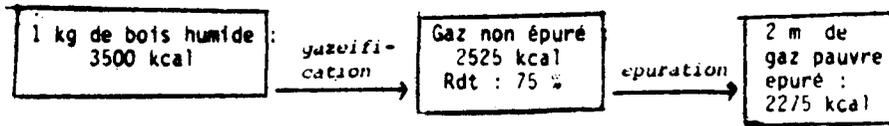
Elle permet d'obtenir le meilleur rendement énergétique à partir de la biomasse sèche, (15 % de plus que la combustion) et de valoriser toutes sortes de matières végétales, de granulométrie comprises entre 2 et 10 cm, qui n'ont pas toujours d'utilisations intéressantes précises : balles de riz, tourbes, parche de café, paille hachée, sciure de bois, déchets de coton, de canne à sucre ...

#### 131 - Mécanisme de la gazéification

L'oxydation partielle de la matière végétale se fait en présence d'air, correspondant au 1/3 de la quantité d'air nécessaire pour une combustion totale.

La température est portée à 850 - 1000° pour favoriser la production du gaz par craquage des huiles pyrolytiques. Au-delà de 1000°, la fusion des cendres entraîne la formation de mâchefer encombrant.

Le bilan énergétique de l'opération est le suivant :



C'est un rendement énergétique excellent. Le pouvoir calorifique inférieur PCI du gaz épuré obtenu est donc 1137 kcal par mètre cube normal.

### 132 - Les types de gazogènes

Parmi les différents types de gazogènes qui existent, citons : le gazogène à charbon de bois, de petite puissance pour un appareillage mobile ou semi-mobile. Le type classique en est le gazogène Gohin-Poulenc. Il a équipé les véhicules automobiles pendant la dernière guerre et nous avons encore vu récemment fonctionner deux camions équipés de ce type de gazogène à la féculerie de Marovitsika (MORAMANGA) pour le transport du manioc des champs vers l'usine.

Le C. N. E. E. M. A. (FRANCE) essaie actuellement d'améliorer ce système et des prototypes ont été essayés avec succès sur de petits tracteurs ou sur des véhicules de tourisme du type R. 16.

Le rendement =  $\frac{\text{énergie mécanique}}{\text{P. C. I du charbon de bois}}$  = 20 % est satisfaisant.

L'intérêt de ce type de gazogène est sa possibilité d'utilisation à Madagascar, dans les zones où le bois ne manque pas, pour équiper les tracteurs dans les exploitations agricoles, ainsi que les véhicules industriels.

#### 14 - Conclusions sur les filières de valorisation de la biomasse par voie sèche

Les voies sèches resteront longtemps encore, les plus importantes filières de la valorisation de la biomasse à Madagascar. Point n'est besoin d'encourager leur croissance. Par contre, elles nécessitent une action vigoureuse pour augmenter leur rendement (combustion améliorée, pyrolyse, gazéification). Une telle action contribue à freiner la déforestation observée actuellement un peu partout, notamment autour des villes.

Ces filières sont les plus intéressantes chaque fois qu'on est en présence de matières sèches ligneuses sans grande utilité agronomique (bois, rafle de maïs, coque d'arachide, de palmiste de noix de coco, bois des cultures forestières énergétiques, ...).

Les rendements bruts : 
$$\frac{\text{Energie sortante}}{\text{Energie contenue dans la biomasse initiale}}$$
 sont approximativement les suivants :

- Combustion ..... : 70 %
- Gazéification ..... : 75 %
- Gazéification avec production  
d'électricité ..... : 25 %
- Pyrolyse ..... : 75 %.

Par contre la biomasse humide comme la jacinthe d'eau, les déchets animaux, ... gagnent à être valorisés par voies humides pour éviter les frais de séchage ...

## 2 - LES FILIERES DE CONVERSION PAR VOIE HUMIDE

Elles comprennent la fermentation alcoolique avec essentiellement l'utilisation du carburant, et la fermentation méthanique avec l'utilisation du biogaz.

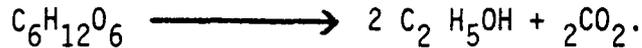
### 21 - La fermentation alcoolique

211 - L'éthanol ( $C_2H_5OH$ )

L'éthanol est une forme liquide de stockage de l'énergie. Il peut donc s'écouler d'un réservoir à un moteur, être transporté en camion citerne et être stocké dans un réservoir mobile, sans que ces opérations présentent des problèmes. L'infrastructure de stockage, de distribution et d'utilisation des carburants existant actuellement lui convient. Sa densité est de : 0,8. Son pouvoir calorifique inférieur (PCI) est satisfaisant : 6.500 kcal/kg contre 10.000 kcal/kg pour l'essence.

212 - La production d'éthanol

La réaction de base est la suivante :



La biomasse utilisée pour avoir l'alcool peut être des produits ou sous-produits agricoles appartenant aux trois catégories de substances organiques suivantes : cellulose, amidon et sucre.

Le rendement pratique obtenu habituellement dans l'industrie de la fabrication d'alcool par fermentation est d'environ :

58 litres d'alcool pur pour 100 kg de glucose	
61	-"- 100 kg de saccharose
63	-"- 100 kg d'amidon.

Nous avons étudié pour Madagascar les différentes substances susceptibles de donner de l'alcool (paille, sciure, coque d'arachide, amidon, fécule, etc...), mais il nous est apparu que seules : la mélasse et la canne à sucre cultivée spécialement pour l'alcool, présentent des intérêts certains.

## 2121 - La mélasse

La mélasse est un sous-produit des sucreries à Madagascar, elle est :

- a) soit utilisée en alimentation animale

- b) soit exportée
- c) soit transformée en rhum qui est généralement consommé par la population locale.

Sa bioconversion en carburol présente les avantages suivants :

- i) plus-value important apporté à un sous-produit
- ii) coût de production compétitif avec l'essence
- iii) utilisation en tant que carburol taxable, et par conséquent intéressante pour les finances de l'Etat
- iv) meilleure utilisation que sa transformation en rhum, vis-à-vis de la santé publique.

Ces diverses raisons nous incitent à conseiller vivement la transformation de la mélasse en carburol.

#### 2122 - La culture de canne à sucre spécialement à des fins énergétiques

La canne à sucre est une plante qui présente les caractéristiques très intéressantes suivantes :

1) C'est une graminée qui peut donner jusqu'à 7 repousses et même plus. C'est le grand avantage de sa culture car les repousses reviennent trois fois moins chères que les cannes vierges. Les travaux de culture sont relativement peu importants car il n'y a pas lieu de renouveler systématiquement la plantation après chaque récolte.

2) Son rendement est élevé : il varie de 40 t à plus de 150 t/ha/an avec une moyenne de 80 tonnes pour les grandes exploitations malgaches.

3) Elle maintient correctement la fertilité du sol car :

- a) elle y laisse environ 40 tonnes de feuilles, de bouts blancs, de babas ...
- b) la sucrerie n'exporte de l'exploitation que

du sucre  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , c'est-à-dire du  $CO_2$  et de  $H_2O$ . Seul l'azote minéralisé lors de la combustion de la bagasse ainsi que les pertes de  $K_2O$  par lessivage sont à restituer.

Les autres éléments minéraux fertilisants  $P_2O_5$ ,  $CaO$ , une grande partie de  $K_2O$ , ..., reviennent au sol sous forme d'écumes de sucreries, de cendres ...

4) Elle contient 12 à 13 % de sucre, et a une potentialité pour produire 5000 l d'alcool environ par ha et par an.

5) Elle a un coût moyen de production relativement bas : 275 000 Francs CFA par ha en 1979 à Madagascar, soit environ 3 000 Francs CFA par tonne.

6) Sa bagasse permet à l'unité d'exploitation d'être largement auto-suffisante en énergie. C'est une caractéristique essentielle de la canne à sucre.

#### 213 - Utilisation énergétique de l'alcool

L'alcool peut être utilisé comme combustible dans des réchauds spéciaux avec 5600 kcal/litre, et nous avons dans cette optique au département Agriculture de l'E. E. S. S. A. (Université) effectué une étude de valorisation énergétique de la canne à sucre en milieu rural dans le Faritany d'ANTANANARIVO.

Mais le principal intérêt actuel de l'éthanol est son utilisation comme carburant soit à l'état pur, soit en mélange à 15 % avec l'essence ordinaire. C'est cette deuxième possibilité que nous avons retenue comme réalisable à court terme à Madagascar. En effet, cette utilisation de l'alcool en mélange avec l'essence présente les avantages suivants :

- quantité d'alcool nécessaire nettement plus faible et par conséquent plus facile à produire pour un pays en voie de développement comme Madagascar
- réglage minimum des moteurs

- élévation intéressante de l'indice d'octane de l'essence au niveau de celui du ~~super~~-carburant, sans utilisation du plomb tétraéthyle qui est à la fois un polluant de l'atmosphère et un corrosif du moteur
- mélange alcool-essence absolument imbuvable
- diminution de l'oxyde de carbone et des hydroxydes volatiles émis dans l'atmosphère
- et enfin une réduction de 15 % des importations pétrolières est certainement très appréciable pour Madagascar.

Seulement, le mélange doit se faire avec un éthanol anhydre, autrement une séparation des phases essence-alcool se produit dans le réservoir.

Nous avons calculé que si Madagascar adopte le mélange 15 % d'alcool avec 85 % d'essence ordinaire, 6000 ha de canne suffisent pour produire ses besoins totaux pour réaliser l'opération. Cette production à des fins énergétiques ne concurrencera pas les cultures vivrières en matière de surfaces cultivables : il y en a encore suffisamment pour 6000 ha, une exploitation de plus faible surface que la SIRAMA AMBILOBE. Par contre, elle présente les avantages suivants :

1) Elle n'exige pas un climat à longue saison sèche qui nécessite une irrigation coûteuse pour limiter la formation du glucose au profit de celle du saccharose. Les régions à longue saison de pluie lui conviennent aussi bien.

2) La canne récoltée peut être stockée pendant quelques jours car l'inversion de saccharose en glucose n'est pas gênante. Le planning de coupe est alors largement facilitée.

3) La transformation de la canne à sucre en alcool est non seulement autosuffisante au point de vue énergétique, mais en plus elle laisse un surplus de bagasse équivalent environ à une tonne de fuel par ha.

En outre au niveau national, la production de carburol présente les avantages suivants :

- a) c'est une opération créatrice d'emplois
- b) elle permet d'économiser des devises et d'être moins dépendant énergétiquement de l'extérieur
- c) elle peut éventuellement maintenir le coût du sucre à niveau acceptable si jamais il menace de s'effondrer
- d) les devises nécessaires à l'investissement pour une telle production sont largement et rapidement compensées par les économies effectuées sur les factures pétrolières.

Aussi, nous ne pouvons qu'inciter Madagascar qui a la chance de pouvoir faire pousser chez lui la canne à sucre, une plante à notre avis miraculeuse, à s'orienter vers la production de carburol. Le BRESIL et le ZIMBABWE l'ont fait et nous sommes convaincus qu'ils ne le regrettent pas.

#### 214 - Les réalisations en carburol

##### 2141 - Le carburol au BRESIL

Le BRESIL, fort de ses ressources abondantes en biomasse a décidé de se rendre moins exclusivement dépendant du pétrole pour ses besoins énergétiques. Il a choisi la voie des cultures énergétiques pour produire l'alcool et remplacer une partie des importations de pétrole proportionnelle à cette production.

Dès 1931, où une chute des cours du sucre a eu lieu, le BRESIL a déjà décrété l'addition de 5 % d'alcool à l'essence d'importation.

En 1975, après le premier choc pétrolier, il a décidé de réaliser des cultures énergétiques de canne à sucre de façon à ce qu'au plus tard en 1982, toutes les automobiles du BRESIL circulent avec un mélange à 20 % d'alcool.

La production d'alcool atteignait déjà 44 millions de litre en 1975 et la prévision pour 1985 est de 5 milliards de litres.

Le prix de revient du litre d'alcool pur serait comparable au prix de l'essence hors taxe, mais le Gouvernement Brésilien a tenu compte des autres avantages difficilement chiffrables du carburant énumérés ci-dessus.

#### 2142 - Le carburant au ZIMBABWE

Depuis Mai 1981, toutes les voitures à essence au ZIMBABWE fonctionnent au carburant (blend-pétrole).

Cet alcool provient des cannes à sucre du Sud-Est du pays, à 600 km de SALISBURY, au TRIANGLE-HIPPO VALLEY où cette plante est cultivée spécialement à des fins énergétiques par le TRIANGLE Ltd. L'unité de production a nécessité un investissement de 5,3 millions de dollars, mais a permis au pays d'économiser en une seule année d'exploitation 5,6 millions de devises sur ses achats de pétrole.

On nous a assuré qu'aucun problème mécanique dû à l'utilisation du mélange n'a été observé chez les véhicules. Le mélange est composé de 15 % d'éthanol, 84 % d'essence ordinaire et pour dénaturer immédiatement l'alcool à la sortie de la distillerie, 1 % de benzol.

Il est évident que Madagascar pays producteur de canne à sucre, contrairement aux pays industrialisés des régions tempérées, a intérêt à étudier l'exemple zimbabwe d'une manière approfondie et éventuellement le suivre.

#### 22 - La fermentation méthanique

La production du biogaz est aussi une valorisation énergétique par voie humide de la biomasse. Contrairement aux filières thermochimiques, elle n'est pas polluante et ne risque pas de provoquer une déforestation ou une désertification des sols.

Nous n'allons pas en parler ici puisque le sujet est traité spécialement dans un autre article.

Nous voudrions seulement signaler que nos travaux au Département Agriculture de l'E. E. S. S. A. dans ce domaine consistent essentiellement à :

- a) élargir la gamme des matières premières productrices de biogaz et maîtriser leurs fermentations,
- b) abaisser le coût du digesteur,
- c) résoudre les problèmes techniques posés par les appareils utilisateurs de biogaz,
- d) déterminer les conditions de réussite de l'insertion socio-économique du biogaz dans le milieu rural malgache.

#### CONCLUSIONS

Nous venons d'énumérer les différentes filières de valorisations énergétiques susceptibles d'être appliquées à Madagascar.

Des travaux de mises au point techniques, d'installation d'une structure de financement et de diffusion de ces technologies restent à faire.

Ces dernières sont certes loin de résoudre entièrement nos problèmes d'énergie mais peuvent apporter une contribution utile appréciable dans ce domaine.

15 Octobre 1983.