

CN0100608

Doc

REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

SECRETARIAT D'ETAT
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

I Ième COLLOQUE INTERNATIONAL DE TECHNOLOGIE DE L'AUPELF

Ouagadougou - mut e-volt a
10 . 15 Novembre 1980

BIOGAZ AU SENEGAL :

BILAN ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Par

BERTHEAU*, Y., SEZE* O., DREVON*, J.J.,
GANRY**, F.

Division de Biochimie des sols

CHIFFRE D'INVENTAIRE	
DATE	8/11/80
RECEVUE	0711 00
RECEVUE	ONS
RECEVUE	se/doc

Octobre 1980

Centre National de Recherches Agronomiques
de Bambey

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)

* : Ingénieur de Recherche, VSN, mis à la disposition de l'ISRA

** : Ingénieur de Recherche, IRAT, mis à la disposition de l'ISRA.

I N T R O D U C T I O N

-:-:-:-:-

Le maintien ou la restauration de la fertilité des sols en région soudano-sahélienne passe nécessairement par l'intermédiaire des restitutions de matière organique,

L'apport préconisé lors des labours de fin de cycle se heurte à de nombreuses difficultés : pédoclimatiques, de calendrier cultural et socio-culturelles.

Le seul labour*généralement effectué est celui de début de cycle ; il nécessite alors une matière organique évoluée afin d'éviter tant les "faims d'azote" que les problèmes de phytotoxicité.

La constitution d'un tas de fumier rencontre peu d'intérêt en milieu rural, quant à celle d'un compost en fosse si elle est appréciée pour le maraîchage ou les pépinières d'arbres fruitiers, les agriculteurs n'envisagent pas d'aller rechercher le compost pour l'épandre dans les jardins ou les champs. La solution préconisée de compostage en fosse en bout de champ puis d'épandage rencontre donc beaucoup de réticences.

Les travaux se sont donc orientés vers le compostage méthanogène au compost plus facile d'accès et dont le gaz pourrait être une plus-value incitatrice à une bonne conduite du compostage.

Le second avantage, loin d'être minime, serait une aide à la lutte contre la déforestation.

*généralement . Travail du sol peu profond (canadien) dans les régions Centre, Sine-Saloum et Casamance Orientale et Centrale

. Labour en billons en Casamance Occidentale

I - RESULTATS ACQUIS

1 - ENQUETES EN MILIEU RURAL

Celles-ci ont été menées en 1978 dans la région Centre (Thiès-Diourbel), en 1979 dans le Sine-Saloum et 1980 en Casamance et avaient pour but la détermination des quantités de matière organique disponibles en milieu paysan, leur qualité et leurs utilisations.

Les quantités de paille produites déterminent donc le niveau maximum de restitution possible des matières organiques, directement ou après utilisation.

(en tonnes/ha)

REGIONS	PAILLES DE				FANES D'	HERBE DE
	Mil	Riz	Sorgho*	Maïs	Arachide	JACHERE
Centre	1,5 à 3		1,5 à 2	-	0,6 à 0,9	0,3 à 0,8
Sine-Saloum						
Mord	1,5 à 2	-	-	-	0,6 à 1,2	
Sud	2 à 3	-	-	-	1 à 1,5	
Casamance	0,9 à 3,7	0,07 à 0,7	0,9 à 2,3	1,2 à 4,1	0,2 à 0,8	-

Y. B. : Les moyennes présentées ici et établies à partir des valeurs de plusieurs villages varient beaucoup selon les villages en particulier lorsque ceux-ci sont à ethnies différentes.

Dans les régions de Thiès-Diourbel, du Sine-Saloum et de la Casamance orientale, la collecte des fanes d'arachide est totale pour l'alimentation animale ; elle est nulle dans les zones Centre et Occidentales de la Casamance où une grande partie de ces fanes n'est pas consommée par le bétail divagant par suite du piétinement.

Nous disposons de peu de données sur les tiges de sorgho qui semblent récoltées dans la région Centre (Thiès-Diourbel), car mieux appréciées que les tiges de mil. En Casamance, l'ensemble des tiges est abandonnée au champ.

Les taux de collecte des tiges de mil varient selon les années, de 30 à 100% avec une tendance à l'augmentation en raison de la sécheresse de ces dernières années (régions Centre et Nord Sine-Saloum). Dans les zones Sud Sine-Saloum et Casamance, une partie des tiges est récoltée pour les besoins de la construction avec un début de commercialisation (du Sud vers le Nord Sine-Saloum).

Les tiges de maïs (Sud Sine-Saloum et Casamance), bien appréciées par le bétail, ne sont récoltées que dans le Sud Sine-Saloum pour redistribution aux animaux du carré.

Dans la région Centre, l'herbe de jachère est traditionnellement récoltée et donnée en mélange au bétail avec la fane d'arachide, cette pratique tend à se développer dans la zone Nord du Sine-Saloum, mais aussi dans le Sud Sine-Saloum en vue d'une commercialisation dans le Nord.

Enfin la paille de riz laissée sur place, en Casamance, pour le bétail est brûlée avant l'hivernage dans les parties orientale et centrale de cette région, mais enfouie lors des labours en billon de début de cycle dans la zone occidentale.

Conclusion

Il ne semble pas, a priori, utile de développer dans les régions du Centre et du Nord Sine-Saloum de fermenteurs méthanogènes à chargement discontinu (utilisant principalement des déchets cellulosiques grossiers). Par contre les fermenteurs à chargement continu semblent intéressants s'ils peuvent accepter, à côté des fèces animaux, des déchets ménagers (principal substrat pendant l'hivernage).

En Casamance aucun résidu agricole n'étant récolté, hormis les fanes d'arachide dans la zone orientale, les fermenteurs à chargement discontinu semblent donc les mieux adaptés. Les enquêtes projetées par le département forestier de l'ISRA devraient en outre permettre de déterminer les quantités de broussaille utilisables pour la fermentation méthanogène (Procédé Jean FAIR).

Une situation intermédiaire, aux deux précédentes, dans le Sud Sine-Saloum permettrait d'utiliser les deux types de fermenteurs, pourtant en prévision d'une évolution semblable à celle de la région Nord (sécheresse) et d'une commercialisation accrue des résidus agricoles, il conviendrait de développer principalement les fermenteurs à chargement continu.

2 - ETUDE D'UNE INSTALLATION METHANOGENE EN MILIEU PAYSAN

a) Données techniques

Un fermenteur méthanogène de type indien a été installé par CARITAS Sénégal à Fdiouki Fissel (Arrondissement de Thiadiaye, près de Mbour).

Devant satisfaire les besoins en cuisson et éclairage de 30 personnes, ce fermenteur présente un volume de fermentation de 27 m³ et une cloche gazomètre de 7 m³ pouvant donc stocker la moitié de la production journalière théorique et des besoins en biogaz du carré; 10 à 15 m³ par jour pour la cuisson des aliments et l'éclairage.

Ce fermenteur accueillant 15 tonnes de substrat (27 % d'humidité soit 195 tonnes de matière sèche) devait recevoir un approvisionnement de 37 kg de matière sèche par jour, afin d'assurer un renouvellement total en 50 jours, nécessaire à une production journalière de 10 à 15 m³ de biogaz.

Dans les conditions du Sénégal, une unité bovine produit en moyenne 2 kg de matière sèche comme fèces, en supposant une récupération totale de celles-ci, il est donc un cheptel de 20 à 25 unités bovines qui apparaît nécessaire pour l'approvisionnement quotidien.

A 75 % d'humidité, c'est donc 120 kg de fumier (2 charrettes) qui sont nécessaires chaque jour, joints à 200 litres d'eau pour la confection du mélange à introduire.

b) Observation "in situ"

-- La fréquence d'apport en 1978-1979 a été en moyenne de 2 charrettes par mois (et non Y par jour) permettant une production journalière de 0,23 m³ (soit 65 - 69 % de méthane. En fonction des

apports effectués la production en biogaz est donc proche de son optimum théorique, bien que le temps de rétention calculé soit nettement supérieur à celui retenu à l'origine.

L'hivernage constitue une période critique pour l'approvisionnement du fermenteur, soit par manque de temps soit par manque de matières premières. Un renouvellement complet de la masse et début d'hivernage devrait permettre l'approvisionnement durant les 3 mois les plus difficiles (juillet, août, septembre) mais avec une production irrégulière il serait donc sans doute préférable de prévoir un stock de fèces rassemblés avant l'hivernage.

- Une évaluation du coût du kilowatt-heure utile a été effectuée pour le biogaz et comparé aux autres sources énergétiques.

En supposant un amortissement constant sur 10 ans pour la cloche, 15 ans pour la tuyauterie, 40 ans pour la maçonnerie et une valeur résiduelle nulle en fin d'amortissement on obtient les coûts suivants :

Source énergétique	Bois	Charbon de bois	Pétrole	Electricité	Butane	Biogaz
Prix KW h utile (a) (CFA)	29,4	24	26,9	37,1	21,1	23,2

(a) : Coût en Novembre 3.979

NB : Les données du tableau ne tiennent pas compte (sauf pour le biogaz) du coût des équipements et amortissements.

Le méthane a donc un prix de revient comparable (en 1979) à celui du butane, néanmoins il exige une somme de travail non négligeable. Par contre dans cette étude nous n'avons pas tenu compte de l'utilisation du compost ; celle-ci pourrait entraîner des économies appréciables sur le chapitre engrais des agriculteurs, sa valorisation étant fonction des cultures (traditionnelles ou maraîchage).

- Etude du compost : Par tonne de matière sèche le compost (pH 7,3 à 7,9) permet de disposer de 13,5 à 19,5 unités d'azote, 10 à 11 de P₂O₅, 6 à 7,5 de K₂O joints à 20 kg de calcium et 7 de magnésium.

Les quantités de matière organique ont été réduites, au maximum, de 20 % lors de la fermentation et le pourcentage en carbone de 45 à 30 %, d'où une diminution du rapport C/N de 37 à 18.

Une première détermination des valeurs agronomiques du compost a mis en évidence, à la dose de 5 t m. s. /ha une plus value en poids de grains de 33 % pour le mil (variété 3/4 Ex-bornu) et 16 % pour l'arachide, (variété 73-30) avec augmentation des teneurs en azote minérale.

Les pertes d'azote dans le compost lors de plusieurs cycles d'humectation/dessiccation peuvent atteindre 75 % du stock initial. L'adjonction de 60 unités de P₂O₅/tonne de compost diminue ces pertes à 49 % pour le phosphate tripotassique et 24 % pour le phosphate monocalcique.

c) Enseignements

Ne disposant au début que d'un réchaud pour 3 foyers les paysans

aliments l'intérêt porté au biogaz est manifeste comme source d'éclairage, même si par la suite la cuisson s'avérait un échec les paysans maintiendraient probablement un rythme d'apport minimum leur permettant d'éclairer le carré (1 à 2 heures/jour soit 100 à 200 l de biogaz).

Actuellement la proximité d'une forêt entraîne un surcroît de travail lorsqu'on compare le rendement en kilocalories d'une heure de travail entre biogaz et bois. Plus au Nord une telle situation ne risque guère d'apparaître, en raison des très faibles quantités de bois disponibles, de plus les réserves en bois du village s'épuisent nécessitant des trajets de plus en plus longs.

Dans le cas d'une pleine utilisation du fermenteur la collecte du fumier peut conduire à des frictions au sein de la Communauté villageoise. Le faible cheptel du carré nécessite un approvisionnement en fumier dans les champs voisins or les paysans accordent de plus en plus d'importance aux restitutions organiques une solution consisterait à restituer le compost à son propriétaire sur l'aire collective de jardinage.

Une seconde solution serait un approvisionnement et une utilisation collective du fermenteur.

D'une manière générale il est intéressant de noter qu'il n'existe pas d'interdits socio-culturels quant à la manutention et à l'utilisation du compost pourtant partiellement composé de fécès humains. Néanmoins il serait nécessaire de mieux tenir compte des distributions traditionnelles du travail et donc, dans le cas du Sénégal, de motiver et impliquer plus étroitement les femmes (traditionnellement pourvoyeuses en bois de chauffe) au ramassage des fécès et à la maintenance du fermenteur.

II - PERSPECTIVES

1) - Mise au point d'un fermenteur de faible coût

- Les fermenteurs actuellement développés au CNRA de Bambey sont dérivés du modèle Zaïrois (PLUM et MBARILA 1979). Construits avec des fûts de 200 litres, les modifications apportées visaient à :

- . faciliter les chargement et déchargement du fermenteur
- . assurer une préfermentation aérobie exothermique et élevatrice de pH
- . permettre une fixation d'azote dans le compost par des bactéries diazotrophes libres (*Beijerinckia*, *Enterobacter*...)
- . permettre l'utilisation de déchets menagers non conditionnés (broyage...)

Si ce type de fermenteur de 300 litres présentait l'inconvénient d'être peu connu et de faible capacité, par contre son faible coût (de 25 à 60.000 CFA selon le prix des fûts) et sa technologie maîtrisable au niveau villageois (forgerons) devrait en faire un instrument facilement vulgarisable par sa prise en charge possible par les paysans

- Testé actuellement au CNRA avec d'importantes quantités de coques d'arachide (500 g) en mélange avec des fécès (1 seau de 10 l) humectés (2 seaux de 10 l), ce fermenteur s'est avéré très maniable, sans problème de bourrages et pouvant produire en moyenne 300 litres de biogaz par jour, sa durée de vie est actuellement à l'étude.

Un de ces fermenteurs, jusqu'ici très fiable, vient d'être installé chez un agriculteur afin de déterminer les problèmes pouvant être rencontrés en milieu paysan lors de son utilisation et ses capacités de couverture énergétique.

Cette installation se fait dans le cadre d'une unité intégrée :

- . élevage de faible importance, courant dans la région
- . cultures d'algues dans le bassin de décantation
- . utilisation du compost en maraîchage.

2) - Projet en cours d'élaboration

Un projet couvrant l'ensemble du Sénégal devrait très prochainement être soumis à l'approbation des ministères puis à d'éventuels bailleurs de fonds.

Regroupant des laboratoires de différentes disciplines (Agronomes, Algologues, Zootechniciens, spécialistes de machinisme et génie rural, socio-économistes...), les équipes pluridisciplinaires mises en place termineront les enquêtes sur les quantités, qualités et utilisation des résidus agricoles ou autres.

Comme exemple citons les zones du littoral où les premiers travaux mentionnent des quantités importantes d'algues (5000 tonnes/an de matière sèche dans la région Dakar-Rufisque, 10.000 tonnes/an dans la région MBour-Joal).

D'une manière générale l'étude du fermenteur de Ndioukh Fissel permet de poser comme préalable à toute installation la nécessité d'enquêtes :

- ergonomique : détermination des temps de travaux (ramassage de bois, fèces, puisage de l'eau...), possibilités d'augmenter le rendement de l'heure de travail, d'en diminuer la pénibilité (ramasseur de fèces autour des puits, exhaure animale...);

- socio-culturelle : personnes traditionnellement pourvoyeuses en combustible, relations entre membres d'un village, d'une famille (type de fermenteur : individuel, familial ou collectif ?), interdits pouvant exister (manutention de fèces, utilisation...);

- agro-économique : taille du fermenteur en fonction, aussi, de l'importance des troupeaux, des transhumances, des déchets ménagers, possibilités d'utilisation immédiate (maraîchage) ou différée (apports au champ de poudrette avant l'hivernage...);

Enfin et surtout se mettre à l'écoute du monde rural : déterminer ses besoins prioritaires, déceler ses motivations, acquérir le savoir-faire traditionnel (les indices de fertilité biologique des paysans, recenser les variétés traditionnelles les mieux adaptées...), être le moins dirigiste possible et cerner les raisons d'être des modifications apportées par les paysans aux techniques expliquées...

Le succès ou l'échec de la vulgarisation des installations méthanogènes dépendra autant de l'attitude des chercheurs et techniciens sur le terrain que de l'attrait ou de l'intérêt d'une technique nouvelle.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1 - PLUM. F., MBARILA N. ; 1979. Un digesteur à flux continu. Université Nationale du Zaïre. Centre de Recherches Universitaires du Kivu (CERUKI) n°5
- 2 - DREVON J.J. ; 1978. Eléments pour une étude des apports de matière organique aux sols dans le bassin arachidier du Sénégal. Doc. ronéo. CNRA de Bambey - Div. Bioch. Sols.
- 3 - SEZE O. ; 1979. Enquête sur les disponibilités en matières organiques et leurs modes de restitutions aux sols dans la région du Sine-Saloum, Doc. ronéo. CNRA de Bambey - Div. Bioch. Sols.
- 4 - SEZE O. ; 1979. Biogaz au Sénégal -- Bilan d'un an de fonctionnement. Doc. ronéo. CNRA de Bambey. Div. Bioch. Sols.
- 5 - BERTHEAU Y. ; 1980. Disponibilités en matière organique en Casamance. Doc. ronéo. CNRA de Bambey - Div. Bioch. Sols (à paraître).
- 6 - BERTHEAU Y. ; 1980. Note sur la construction et l'utilisation du fermenteur Zaïrois modifié "ISRA" Doc. ronéo. CNRA de Bambey - Div. Bioch. Sols (à paraître).
- 7 - GANRY F., ROGER P.A., DOMMERGUES Y. ; 1978. A propos de l'enfouissement de pailles dans les sols sableux tropicaux du Sénégal. C.R. Acad. France 19. Mars 1978. 445-454.
- 8 - GANRY F., GUIRAUD G. ; 1979. Mode d'application du fumier et bilan azoté dans un système mil-sol sableux du Sénégal. Colloque AIEA. Colombo. 1979. IAEA. SM. 235/16.