

Séminaire sur l'Amélioration Biologique de
la fertilité du sol
DAKAR, SENEGAL - 19 - 25 Mars 1986

BIOMETHANISATION ET RECYCLAGE DE LA MATIERE
ORGANIQUE EN AGRICULTURE(+)

Résumé

La biométhanisation laisse un résidu organique qu'on peut incorporer aux sols.

Il convient cependant de distinguer les résidus d'origine purement animale, des résidus d'origine mixte, animale et végétale.

Seuls ces derniers, par leur processus de formation, leur nature, leur composition présentent avec le fumier de ferme certaines ressemblances qui permettent de prévoir, de leur part et vis-à-vis des sols, des actions chimiques et physiques analogues.

En outre l'emploi des résidus de biométhanisation sur une culture de tomate confère à celle-ci une résistance plus grande aux maladies.

(+) - par René RABEZANDRINA, Département Agriculture, Université de Madagascar - BP 175 - TANANARIVE.

La filière de valorisation énergétique de la biomasse par la biométhanisation, contrairement aux filières classiques de la combustion ou de la pyrolyse, laisse un résidu organique qu'on peut incorporer aux sols.

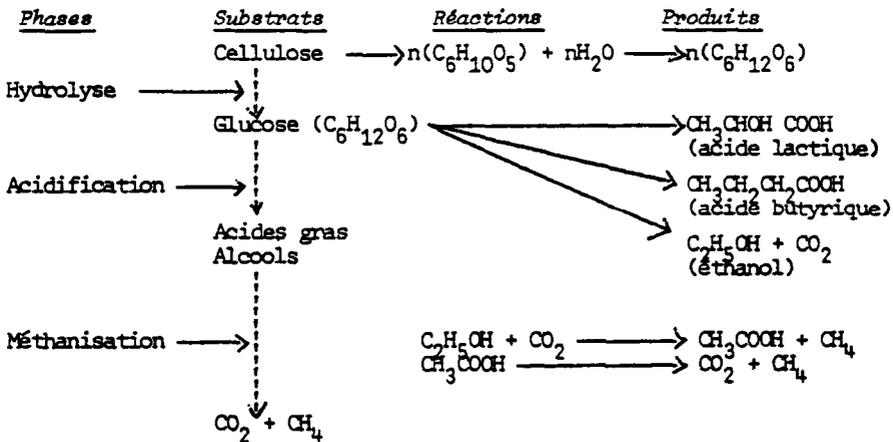
Il convient cependant de préciser dans quelle mesure cette biomasse recyclée peut améliorer physiquement et chimiquement les sols.

Les renseignements disponibles à ce sujet sont rares ou quelquefois contradictoires.

Nous nous proposons de faire une approche comparative de ces deux sortes de matières organiques concernant leurs processus de formation, leur nature, leur composition et les conséquences sur le sol qui peuvent en découler, et compléter cette approche par une comparaison des résultats obtenus respectivement en fumant une culture de tomate d'une part avec le résidu organique de la biométhanisation et d'autre part avec le fumier de ferme traditionnel.

1. PROCESSUS DE FORMATION

Schématiquement, la production du biogaz à partir d'un hydrate de carbone, la cellulose par exemple, se fait comme suit en trois phases :



Pour l'humification du fumier, les substances facilement fermentescibles (sucre, hémicellulose, une partie de la cellulose...) sont oxydées assez rapidement sous forme de CO_2 et H_2O et disparaissent en fournissant de l'énergie dont une partie est utilisée par les microorganismes pour leur métabolisme et la synthèse de leur cellule, une autre partie se dégageant sous forme de chaleur dans l'atmosphère.

Les substances moins fermentescibles, les lignines et une partie des celluloses, ne sont pas complètement oxydées et peuvent même se polymériser pour constituer l'humus dont la lignine sera le support essentiel, stable, qui n'évoluera plus que très lentement.

La différence entre les processus de formation du résidu du biogaz et ceux de l'humus est que pour le premier, la transformation de la matière organique brute se réalise

en anaérobiose stricte, tandis que pour le second, en milieu plutôt aérobie.

La ressemblance fondamentale provient du fait que dans les 2 cas, seule la partie facilement fermentescible aura disparu sous forme de CH_4 + CO_2 ou sous forme de CO_2 + H_2O , pour faire place à de la lignine² et de la cellulose plus ou moins dégradées. Cette identité des produits obtenus lors de leur formation respective autorise une certaine tendance, à admettre à priori, à une analogie de comportement dans le sol entre résidu de biogaz et fumier.

L'étude de la nature et de la composition respective de ces produits confirmera encore davantage cette présomption.

2. NATURE ET COMPOSITION CHIMIQUE

Les résultats de nos analyses chimiques varient d'un résidu à un autre, suivant la nature des matières premières utilisées dans le digesteur. Pour des fins pratiques cependant, nous pouvons admettre les valeurs moyennes 2 - 1 - 2,5 pour les trois éléments fertilisants principaux N, P_2O_5 , K_2O contenus dans les résidus secs de biométhanisation.

La teneur moyenne d'un fumier de ferme classique en N, P_2O_5 , K_2O ne diffère pas de beaucoup de celle du résidu du biogaz : nous pouvons admettre aussi les chiffres 1,5 - 0,75 - 1,75. C'est dans la nature de ces substances qu'il faut les distinguer.

Le fumier de ferme est un mélange de litière végétale et de déjection animales. La litière absorbe les déjections liquides et apporte la cellulose et la lignine nécessaires à la constitution de l'humus, tandis que les déjections animales contiennent les microorganismes et l'azote nécessaires à la fermentation. L'ensemble constitue un mélange très fermentescible.

Quant au résidu du biogaz, il est acquis que :

- il ne faut pas s'attendre à la sortie du digesteur à trouver plus de substances qu'on n'y a mises à l'entrée ;
- tous les éléments apportés à l'entrée sont présents à la sortie sauf une partie du carbone fermentescible transformée en CH_4 et CO_2 ;
- les éléments minéraux s'y trouvent sous une forme plus assimilable que dans leur forme primaire pour N, K et P et en plus, sous une forme qui ne risque pas la rétrogradation pour P.

Il faut cependant admettre que les qualités agronomiques de ce résidu du biogaz varient avec la nature des matières premières organiques apportées dans le digesteur.

Ces dernières peuvent être :

- soit d'origine purement animale : déjections bovine ou humaine, fiente de volaille, lisier de porc... utilisées la plupart du temps avec le système de fermentation continu (modèles de digesteur chinois ou indien) ;
- soit d'origine mixte, végétale et animale, et donnant des résidus solides avec le système discontinu (batch).

Dans le premier cas, le résidu obtenu est un véritable

engrais organique dont la-valeur dépend surtout de sa richesse en N, P₂O₅ et K₂O. Ne contenant pas de la lignine il ne va pas donner de l'humus stable : il disparaîtra très rapidement et ne jouera aucun rôle physique structural dans le sol. Un tel résidu devrait comparé à des engrais minéraux.

Les déjections bovines, certes, contiennent des résidus de cellulose ou de lignine non digérés, mais les quantités ainsi récupérées sont négligeables, trop faibles pour une action physique notable sur le sol.

Dans le deuxième cas où le contenu du digesteur "batch" est un mélange solide de déjections animales et de déchets végétaux (paille, jacinthe d'eau...) le résidu obtenu sera surtout un amendement humique. Contenant de la cellulose et de la lignine en proportion importante, et avec un rapport C/N voisin de 20, son état d'humification est satisfaisante : il devrait pouvoir améliorer physiquement le sol.

De l'étude de leur processus de formation, de leur composition chimique et de leur nature, nous pouvons conclure que seuls, les *résidus solides* d'origine mixte de la biométhanisation, sont comparables au *fumier de ferme* et on peut déjà prévoir une action analogue de la part de ces deux substances organiques vis-à-vis du sol. Toutefois des expérimentations sur terrain sont nécessaires pour déterminer la valeur agronomique de ces résidus du biogaz.

3. EXPERIMENTATION SUR TERRAIN

Beaucoup de chercheurs ont travaillé dans ce sens, mais les résultats obtenus sont variables parce que les protocoles expérimentaux manquent souvent de précision. C'est ainsi qu'il arrive que le résidu liquide d'origine animale est comparé à un fumier ou inversement un résidu solide d'un mélange de végétaux et de déjections animales est comparé à des engrais minéraux.

Il faudrait normaliser les essais en fonction de la nature du résidu de biométhanisation en considérant toutefois comme acquis, les faits suivants :

- dans un sol donné, les différences de rendements ne sont pas proportionnelles aux quantités d'éléments fertilisants contenus dans la matière organique. Tout se passe comme si l'apport de matière organique aurait mobilisé certains éléments fertilisants existants dans le sol mais inactifs auparavant ;

- point n'est besoin d'expérimentation pour savoir qu'un engrais organique, par rapport à un engrais minéral, est plus efficace dans beaucoup de sols, en particulier dans nos sols tropicaux à capacité d'échange faible (risque de lessivage de NH₄⁺) ou riches en Fe⁺⁺⁺ et Al⁺⁺⁺ solubilisés (risque de retrogradation des PO₄⁻).

En tenant compte de ces considérations, un de nos étudiants a effectué l'expérimentation suivante.

Il s'agit de comparer sur une culture de tomates, les effets d'un résidu de fermentation méthanigène issu d'un mélange de bouse de vache et d'algues marines (Laminariales) avec ceux d'un fumier de ferme bien décomposé. L'essai a eu lieu dans une zone côtière chaude de Madagascar où les réussites maraichères sont rares à cause de la virulence des maladies cryptogamiques et bactériennes.

Trois traitements sont essayés sur trois parcelles de tomates avec trois répétitions en blocs casualisés. Chaque traitement est représenté dans chaque bloc par une parcelle de 12 pieds de tomates, plantés à un écartement 80 x 80 cm, soit 15.625 pieds à l'ha.

To = témoin sans fumure organique
T1 = avec fumier de ferme
T2 = avec résidu de biogaz.

La quantité de matière organique apportée dans T1 et T2 est de 320 g de M.S par pied, l'équivalent de 20 tonnes par ha environ de fumier de ferme frais à 77,5% d'humidité.

Le résidu de biogaz a été laissé en tas à l'air libre pendant 3 semaines, avant son application.

Les résultats obtenus ont été très significatifs :

- i) les 36 pieds de tomates qui n'ont reçu aucune fumure organique ont été attaqués au niveau des racines et du collet par une pourriture et ont tous péri ;
- ii) 21 pieds sur les 36 qui ont été traités avec le fumier de ferme classique ont subi le même sort ;
- iii) aucun des pieds qui ont reçu le résidu de biométhanisation n'a péri.

Les rendements ont été conformes à ces résultats et ont respectés les proportions de 0%, 45% et 100%.

Nous pensons qu'il y a eu probablement des relations de compétition entre les microorganismes parasites et les microorganismes apportés par le fumier ou le résidu de biogaz : les premiers arrivés, ceux du fumier ou du compost, empêchent les pathogènes de s'installer. Le résidu de biogaz aurait cependant une efficacité meilleure que le fumier classique dans ce rôle de protection de la plante contre les maladies.

Ce fait est à rapprocher des affirmations de TUNNEL Co Ltd HUTCHINSON au KENYA. Cette Société vend des digesteurs méthanigènes en pièces métalliques détachées que l'utilisateur assemble lui-même. Son principal argument de vente est la suivante : quand elle apporte auprès de ses caféiers du résidu de biométhanisation, ces derniers n'ont pas besoin d'une protection chimique notamment contre *Hemileia vastatrix*, une rouille à laquelle le caféier *arabica* est très sensible.

4. CONCLUSION

Nous pouvons conclure que la biométhanisation est une filière de conversion énergétique de la biomasse, qui, contrairement aux filières classiques de la combustion ou de la pyrolyse, conserve la partie lignifiée de cette biomasse, susceptible de donner de l'humus, partie qui peut être recyclée utilement dans le sol. En outre, l'apport de ce résidu de biométhanisation au pied de la plante permet à celle-ci d'acquérir une résistance aux maladies plus grande, qui ne peut que se traduire par une augmentation de rendement.

R E F E R E N C E S
=====

1. RABEZANDRINA René.- *Pour le développement de la valorisation énergétique de la biomasse en Afrique* - Rapport ronéotypé 114p. C.R.A.T. 1982, DAKAR.
2. RAJONHSON O.- *La jacinthe d'eau et la production de biogaz*-Mémoire de fin d'étude ronéotypé 78p. - Département Agriculture de l'E.E.S.S.A. - 1985, TANANARIVE.
3. RAZANAMPARANY L.- *Le biogaz, une réalité à l'Université de Tananarive* - Mémoire de fin d'étude ronéotypé 77p. - Département Agriculture de l'E.E.S.S.A. - 1982, TANANARIVE.

