

(FG/ID)

DOCUMENT N. 83/77

AOUT 1983

*GESTION DES RESIDUS DE RECOLTE ET ECONOMIE DE L'AZOTE
AU SENEGAL*

par

F. GANRY - P. L. SARR

Ingenieur de Recherches IRAT detache a L'ISRA
Ingenieur de Recherches ISRA-CNRA Bambey

Ier salon International sur les energies nouvelles
et renouvelables en Afrique Dakar 7-13 Nov. 1983

INTRODUCTION

Le recyclage organique en agriculture de la zone tropicale sèche est une des conditions indispensables à réaliser pour l'intensification de cette agriculture et pour le maintien de son patrimoine foncier. Il permet de remédier, en partie du moins, aux 4 principaux fléaux qui menacent cette agriculture : la baisse de fertilité des sols, la récession de la fertilisation minérale (surtout azotée), les stress hydriques des plantes et la désertification.

Préserver le patrimoine foncier

C'est ainsi qu'à l'échelle d'un pays comme le Sénégal, on peut calculer, grossièrement, ce que représentent les déperditions en éléments minéraux, en estimant la production végétale moyenne annuelle à 1.000.000 t d'arachide et 750.000 t de céréales (équivalent mil). En supposant que la situation actuelle est au mieux à mi-restitution, (c'est une supposition optimiste, quand on sait l'ampleur prise ces dernières années par la commercialisation des pailles, notamment des pailles d'arachide). C'est de l'ordre de 200.000 t d'engrais et 25.000 t de chaux qui sont chaque année levés du patrimoine foncier.

Atteindre l'autosuffisance alimentaire

Le souci d'atteindre l'autosuffisance alimentaire requiert l'accroissement des intrants, dont l'azote. Malheureusement la cherté des engrais azotés entraîne leur récession, donc la baisse des intrants azotés. Cette situation commande donc que soient mises en œuvre toutes les techniques permettant d'améliorer l'économie de l'azote dans l'exploitation. Une de ces techniques est le recyclage organique des résidus végétaux.

Les difficultés de restitutions directes des résidus végétaux dans les exploitations (échec de la vulgarisation du labour d'enfouissement des pailles), nous ont amenés à étudier la restitution différée, de résidus transformés. De ce fait, les thèmes de recherche relatifs à l'optimisation des rendements et du bilan azote dans l'exploitation, par les techniques d'apport de fumier et/ou de compost, sont devenus essentiels et ont conduit à l'étude des processus de compostage semi-anaérobie et anaérobie (biogaz).

Parallèlement à ces études en laboratoire et en station, des enquêtes en milieu rural ont permis de cerner le véritable problème qui se pose au niveau des restitutions organiques, notamment en ce qui concerne la nature des matières organiques restituables et les quantités disponibles de celle-ci.

S U M M A I R E

	Pages
Introduction	1
A - Enquêtes sur les disponibilités en matière organiques..	2
B - Valorisation des résidus post-récolte.....	3
1 - Compostage anaérobic : compost biogaz:.....	3
2 - Compostage aérobie : composte C.I.D.R.....	4
3 - Compostage semi-anaérobic de la paille.....	4
31. Indications générales sur la fabrication du	4
32. Réduction des pertes d'azote au cours du pro- cessus de compostage.....	5
C - Action des pailles, compost et fumier sur les cultures de mi.1	5
1 - A propos de l'enfouissement des pailles : le risque de phytotoxicité.....	5
2 - A propos de l'enfouissement de compost : rendement et valeur nutritionnelle ; teneur au azote du sol..	6
3 - Effet comparatif de l'enfouissement de paille et de compost sur le coefficient d'utilisation réel de l'engrais azoté et sur l'azote du sol.....	6
4 - Modalités d'apport du fumier, rendement et bilan azoté.....	7
Conclusion.....	9
Bibliographie citée.....	12

A - ENQUETE SUR LES DISPONIBILITES EN MATIERE ORGANIQUE ET LEUR MODE DE RESTITUTION AU SOL (1)

A partir des données recueillies au cours de trois enquêtes, il nous a été possible d'évaluer les productions totales et les disponibilités en résidus pailleux agricoles dans trois zones climatiques du Sénégal. La production de paille variant de 1 à 3 t/ha suivant la culture et le lieu, se situe à un niveau faible. Dans la partie Nord du bassin arachidier on particulier, l'utilisation quasi-totale des résidus pailleux, pour l'alimentation du bétail ou l'habitat, rend les disponibilités nulles dans cette zone. Par contre la faible utilisation des résidus pailleux en Casamanco permet d'atteindre des disponibilités de l'ordre de 2 à 3 t/ha. La partie Sud du bassin arachidier se trouve dans une situation intermédiaire par rapport aux zones précédentes.

Ces résultats permettent de dégager les options technologiques les mieux appropriées pour le développement du biogaz dans ces trois zones :

* partie Nord du bassin arachidier : petits fermenteurs individuels (3-4 m³) fonctionnant en continu avec un fumier peu pailleux. Usage exclusivement domestique du gaz.

* partie Sud du bassin arachidier : fermenteurs individuels de 8-10 m³ alimentés en continu par du fumier pailleux ou de la paille. Usage domestique du gaz et irrigation de complément sur cultures pluviales.

* Casamanco : fermenteurs individuels de 8-10 m³, alimentation en continu par fumier pailleux ou paille en fermenteurs collectifs. Usage domestique du gaz et irrigation de périmètres maraichers.

La production maximum de compost peut atteindre en moyenne 2 à 3 tonnes de matière sèche par hectare cultivé par an. Il sera nécessaire d'étudier l'effet à moyen et long terme de tels apports sur la fertilité des sols.

D'autre part la partie Nord du bassin arachidier est la zone qui présente les potentialités les plus faibles mais c'est aussi la plus menacée. Il est donc essentiel d'y porter un effort important de développement du biogaz dont le but principal ne serait pas l'intensification agricole comme dans les autres zones mais la conservation du milieu naturel (fertilité des sols et capital forestier).

Enfin un des enseignements de ces enquêtes à la Recherche agronomique est de fournir des principes de méthode cohérents avec la pratique que l'on peut résumer en trois points :

a) les quantités de matière organique disponibles dans les exploitations sont nettement inférieures à celles utilisées généralement dans les expérimentations en station, d'où la nécessité d'expérimenter en station, des "dosages" de matière organique cohérents avec la pratique agricole et de se référer à celle-ci ;

b) il découle de (a), la nécessité d'envisager en station au moins 2 niveaux d'intensification qui correspondent à la pratique agricole et l'autre, à un niveau supérieur, faisant ressortir les potentialités de la plante et du milieu (vers lequel ce premier devrait tendre, dans la pratique, au fur et à mesure de l'intensification).

B - VALORISATION DES RESIDUS POST-RECOLTE

1 - Le compostage anaérobie : compost "bicoaz" (2, 3, 4, 5)

Le compostage anaérobie est l'une des voies possibles de valorisation des résidus post-récolte.

Après une expérience limitée en laboratoire qui a permis de tester quelques potentialités de fermentation méthanogène d'un fumier de ferme (5), une autre étude in situ en collaboration avec CARITAS Sénégal (Organisation d'Aide et de Développement), a porté sur un fermenteur continu implanté en milieu rural. Le suivi technique s'est inscrit dans un cadre socio-économique, accompagné d'une évaluation des qualités agronomiques du ce compost dont voici résumés les résultats :

- le compost effluent a permis d'augmenter les poids en grains de 35 % pour le mil et 16 % pour l'arachide (en effet direct en présence d'une fumure minérale) ;

- l'apport de phosphate supertriple a diminué les pertes d'azote qui se produisent à partir du compost surtout s'il est soumis à des alternances d'humidité.

Actuellement un fermenteur en continu de 800 litres, en fûts de 200 litres découpés et soudés, est expérimenté au CNRA ; les modifications apportées au modèle "Zaïrois" dont il est issu (6) visent à répondre aux exigences suivantes :

- volume en rapport avec les disponibilités en résidus organiques en milieu rural au Nord de l'isohyète 800 mm ;
- possibilité de préfermentation aérobie ;
- utilisation de déchets organiques grossiers (coque d'arachide, paille sectionnée) ;

Ce fermenteur s'est avéré jusqu'à présent très fiable et d'une maintenance des plus aisées en milieu rural.

Expérimenté chez un agriculteur, il a pu couvrir partiellement les besoins en gaz du carré comportant 20 personnes. Le compost issu du fermenteur, expérimenté dans les parcelles de l'exploitation familiale a permis des augmentations de rendements du mil significatives (+ 22 % sur les épis) ; en revanche, la poudrette utilisée dans le fermenteur - et qui constitue le "fumier" en milieu rural - n'a pas permis, en effet direct, d'augmenter significativement les rendements (7).

L'expérimentation actuelle de ce fermenteur "ISRA" vise à connaître les problèmes posés lors de son utilisation par les agriculteurs et sa couverture énergétique maximum.

Un projet national a été mis en œuvre : élaborer pour l'ensemble du Sénégal, il s'appuie sur les enquêtes passées ou en cours qui permettent de tenir compte des spécificités des principales zones écologiques (notamment type et quantités de matériaux fermentescibles, utilisation). Les installations visent d'une part des structures adaptées aux disponibilités en résidus de récoltes au niveau des exploitations paysannes,

et d'autre Part des structures intégrées (incluant par exemple maraîchage, culture d'algues dans les bassins de décantation). Ces structures doivent être suivies par des équipes pluridisciplinaires mises en place (notamment Agronomes, Algologues, Socio-économistes). Actuellement une ferme* intégrée "agriculture - élevage - culture maraîchère" est en cours de réalisation. Pour la première fois au Sénégal l'irrigation et le recyclage organique seront possibles grâce à la fermentation méthanogène.

2 - Le compostage aérobie : compost CIDR (8, 9)

Le compostage aérobie selon la technique CIDR** expérimentée à l'ISRA est une voie possible de valorisation industrielle des sous-produits de récolte tels que coque d'arachide, balles de riz, bagasse de canne à sucre,

De ce projet ISRA-CIDR, on peut à l'heure actuelle tirer les enseignements suivants :

- sur le plan technologique, le procédé est maintenant au point au niveau de l'agitation dans la cuve principale de fermentation et au niveau de la presse ;

- sur le plan agronomique, on n'observe pas d'effets annuels significatifs de l'enfouissement du compost de coque d'arachide **sur le rendement** du mil et de l'arachide (dans les conditions de Bambey : sol relativement riche, sécheresse) ; en revanche, les coques compostées se **décomposent** plus vite dans le sol que les coques fraîches. En culture maraîchère, les composts de balle de riz et de coque d'arachide entraînent des plus-values de production de tomate très intéressantes (9).

En conclusion sur ce procédé de compostage, nous dirons notre scepticisme sur l'intérêt au niveau de l'application industrielle, d'un tel projet. La seule application réaliste possible serait au sein des entreprises agricoles accumulant des stocks de résidus végétaux où le recyclage de ces résidus organiques dans les champs de production végétale permettrait l'apport d'intrants à bon marché (Compagnie sucrière ; entreprise rizicole ; entreprise de culture maraîchère associée à une décortiquerie), dans ce dernier cas un système d'irrigation est nécessaire pour le recyclage des effluents.

3 - Compostage somi-anaérobie de la paille : diminution des pertes d'azote et possibilité de gain d'azote par voie biologique

31 - Indications générales sur la fabrication du compost

Les résultats des différents essais de compostage de paille de mil réalisés à Bambey, ont conduit à l'élaboration d'une fiche technique de fabrication de compost (10). Les points saillants qu'il convient de retenir sont les suivants :

- le compostage peut se faire, ou au moule sous film plastique, ou en fosse (préférable) ;
- le résidu doit être haché avant chargement de la fosse ou de la moule (des hachoirs de paille mécaniques - manuels ou avec moteur à essence ou biogaz - sont fabriqués par la SISMAR au Sénégal ;
- le tas ne doit pas être de trop petites dimensions, une hauteur acceptable semble être de 2 m à 2,5 m après chargement, mais

* Projet Biogaz IRAT-ISRA mis en oeuvre au CNRA de Bambey

** CIDR : Centre International de Développement et de Recherche - 55, Boulevard Pereira 75 017 Paris.

moindre (1,5 à 2 m) en zone peu pluvieuse, où l'arrosage du compost n'est pas possible, afin d'augmenter la surface réceptrice des pluies par rapport à la hauteur ;

- un résidu plus ou moins ligneux pourra être composté à condition de le mélanger à une paille fermentescible ;
- effectuer au moins un recoupage (brassage) en cours de fermentation, surtout si le compost se fait sous l'action des pluies ;
- la durée du compostage ne devrait pas être inférieure à 5 mois.

32 - Réduction des pertes d'azote au cours du processus de compostage

Les bilans réalisés après compostage des pailles de mil mettaient généralement en évidence des pertes qui sont de l'ordre de 45 % pour la matière sèche et de 20 % pour l'azote (8).

Mais ces bilans réalisés globalement étaient approximatifs ; il importait de les préciser, et par ailleurs, de rechercher les moyens de diminuer les pertes d'azote :

- par certaines techniques chimiques comme le phosphatage par le phosphate monocalcique (super-simple ou super-triple) ;

- en explorant la voie de la fixation libre de l'azote de l'air (N₂) en vue de réduire ces pertes sinon d'apporter un gain d'azote dans la compostière.

A travers cinq expériences in situ à Bamboey réalisées de 1976 à 1981 nous avons pu dégager 2 résultats : le premier concernant l'enrichissement du compost en azote et le deuxième l'économie de l'eau :

- pour des temps de compostage inférieurs à 2 mois, on a montré l'intérêt d'apporter du phosphate monocalcique qui évite les pertes d'azote ; pour des temps de compostage plus long, supérieurs à 3 mois, on a mis en évidence une remontée du stock d'azote due vraisemblablement à une fixation de N₂ qui ne rendrait plus nécessaire ce phosphatage (mais celui-ci pourrait être utilisé pour constituer une fumure phospho-organique). L'inoculation par des fixateurs d'azote n'a pas donné les résultats escomptés mais désormais, nous savons que le compost est un milieu favorable à la fixation de N₂.

- Le compost obtenu en semi-anaérobiose en fosse, démarré en saison des pluies, peut conserver une humidité suffisante à sa biodégradation pendant les 6 ou 7 mois de saison sèche sans avoir recours à l'arrosage. Ce résultat est important en zone sahélienne où l'approvisionnement en eau est souvent difficile.

C - ACTION DES PAILLES, COMPOST ET FUMIER SUR LES CULTURES DE MIL

1 - A propos de l'enfouissement des pailles : le risque de phytotoxicité (11)

L'application de la technique d'enfouissement de paille par les paysans se heurte à de nombreux obstacles d'ordre sociologique et agronomique (12). En ce qui concerne ces derniers, il semble que l'absence d'effet « voire l'effet dépressif » de l'enfouissement de paille soit un des **obstacles** à considérer.

A cet égard, une étude a été conduite pour en élucider les raisons. Les deux causes possibles impliquées dans l'effet dépressif observé lors de l'enfouissement de paille sont : "faim en azote" et/ou phytotoxicité.

Expérimentalement, nous avons montré que la phytotoxicité des pailles peut exister et jouer un rôle important, affectant particulièrement le début de cycle végétatif de la plante. L'hypothèse de cette phytotoxicité est cohérente avec la teneur élevée de ces pailles en acides phénols mise en évidence en début de fermentation et dont la disparition au bout de 20 jours a été constatée (11).

En Pratique, il serait possible d'éviter ou d'éliminer cet effet phytotoxique en enfouissant les pailles en sol humide en fin de cycle cultural, afin que les composés phytotoxiques soient éliminés avant la germination.

2 - A propos de l'enfouissement de compost : rendement et valeur nutritionnelle, teneur en azote du sol

Le compost stimule la fourniture de nitrates dans le sol et la prolonge (13). Cet effet expliquerait l'augmentation de rendement du mil (+300 kg/ha⁻¹ an⁻¹ du grains en moyenne sur 4 années), de la teneur en protéines et de la valeur nutritionnelle (14). L'augmentation de rendement due à l'enfouissement de compost résulte uniquement de l'augmentation du nombre d'épis fertiles mais non du poids de grains par épi et du poids de 1000 grains il convient de noter à cet égard qu'il ne s'agit probablement pas d'un effet spécifique "compost" mais d'un effet général "matière organique".

Un effet résiduel très important (plus important que l'effet direct) des enfouissements de compost a été mis en évidence sur mil après deux années de culture d'arachide (environ + 1000 kg de grains) (CANRY, non publiée).

L'explication possible de ce résultat est que l'arachide maintient ou accentue l'état de dégradation des sols dégradés acides et préserve ou augmente la fertilité des sols riches, en raison sans doute d'une fixation faible en sols dégradés acides (l'arachide utilise l'azote du sol) et relativement plus élevée en sol riche (l'arachide n'épuise pas l'azote du sol, voire même, elle l'enrichit).

En ce qui concerne la fertilité azotée du sol, Seuls les traitements avec enfouissement de compost maintiennent le niveau en azote total du sol, (baisse de 25 % sur traitements sans enfouissement), sur une durée de cinq années (CANRY, non publiée).

3 - Effet comparatif des enfouissements de paille et de compost sur le coefficient d'utilisation réel de l'engrais azoté et sur l'azote du sol

On a effectué à Bamboey, deux années durant, un enfouissement en sol humide de paille de mil ou de paille compostée, sur une culture continue de mil (mil souma la première année et mil GAM la deuxième année). Sur le mil de la deuxième année, grâce à l'azote 15, on a pu mesurer le coefficient d'utilisation réel de l'engrais (urée) apporté en cours de cycle à la dose de 90 N.

Les résultats de deuxième année montrent un effet positif de l'enfouissement de paille ou de compost sur la masse végétative constituée par les caillies et rachis + glumes, mais non sur les grains. (Cette absence d'effet sur les grains s'expliquerait par la sécheresse intervenue en cours de cycle, en 1977).

Les coefficients d'utilisation réel de l'engrais azoté pour la plante entière sont de 19 % pour les pailles et 12 % pour le grain, ce qui correspond aux valeurs déjà trouvées à Bamboey pour le mil, à savoir que 30 % environ de l'engrais azoté (Urée) est utilisé par la plante entière.

L'enfouissement de matière organique n'augmente que légèrement (augmentation non significative) ce coefficient. Il est très probable qu'en absence de sécheresse, cette augmentation aurait été marquée, parallèlement à celle du rendement.

En ce qui concerne la fertilité azotée du sol, comparativement avec enfouissement de paille ou de compost, une analyse des résultats obtenus par PIERI (15) et nous-mêmes laisse entrevoir :

- que la simple restitution des pailles de la céréale ne permet pas le maintien de la fertilité azotée du sol sous culture intensive en sol sableux ;

- que cette matière organique devrait être préhumifiée ;

- que cette matière organique doit être enfouie à une dose supérieure à la simple restitution des pailles de la rotation, ce qui implique la restitution des autres pailles (arachide notamment) et résidus exportés, qui ne peuvent être que sous forme de fumiers ou Composts-fumiers.

4 - Modalité d'apport du fumier, rendement et bilan azoté

Une expérience a été mise en place pour étudier l'action du fumier et son mode d'apport : on surface ou enfoui, sur le rendement, le bilan de l'azote-engrais et le bilan de l'azote total dans le système sol-plante. Voici, résumés, les résultats de cette expérience (16).

41 - Les rendements

L'apport de fumier augmente significativement le rendement grain mais seulement lorsque le sol n'a pas reçu d'engrais azoté (l'engrais azoté atténue l'effet du fumier) ; le mode d'application du fumier (surface ou enfoui) ne modifie pas significativement les rendements. L'effet de l'engrais azoté (urée) est toujours significativement positif, même associé au fumier, par rapport à l'effet du fumier seul.

Le tableau 1 montre que la fumure azotée seule accroît proportionnellement plus les parties aériennes que les racines ; en revanche, conjuguée à l'apport du fumier les racines augmentent proportionnellement plus que les parties aériennes, phénomène encore accentué si le fumier est enfoui. On voit l'intérêt de cette interaction engrais-fumier pour une plus grande économie de l'eau et de l'azote dans le sol.

Tableau 1 : Effet de la fumure azotée (150N) par rapport à la non fumure (ON) pour le sol sans fumier et pour le sol avec fumier (surface ou enfoui), sur les parties aériennes et sur les racines.

	Parties aériennes	Racines*
Sans fumier	+ 77 %	+ 32 %
Avec fumier épandu	+ 57 %	+ 100 %
Avec fumier enfoui	+ 59 %	+ 145 %

* racines visibles à la récolte.

42 - Bilan azote-engrais

Les coefficients d'utilisation réels de l'engrais azoté par la culture de mil sont conformes à ceux déjà trouvés sur les mêmes sols, qui tournent autour de 30 % (of 03) excepté pour le traitement fumier en surface qui donne un coefficient plus faible, d'environ 20 %.

La réorganisation du l'N-engrais dans les racines* est à peu près identique dans tous les traitements (environ 1 %) ; dans le sol, elle varie également assez peu (environ 17 %).

Les pertes d'N-engrais sont élevées (environ 50 %) surtout pour le traitement fumier en surface où elles atteignent 60 %. L'importance de ces pertes est vraisemblablement à l'origine des faibles coefficients d'utilisation observés, principalement dans le traitement fumier en surface.

43 - Bilan azote total

Si l'on compare les quantités d'azote présentes dans le sol avant et après la culture (avant la culture, il s'agit du sol "seul" avant la fumure) on observe que les sols sans fumier : avec urée et sans urée, et les sols avec fumier en surface sans urée, ne maintiennent pas le stock d'azote.

Il faudrait donc déconseiller, pour ce type de sol, l'épandage de fumier en surface sans ajout d'engrais azoté. L'engrais azoté, en effet, favorise l'enracinement en profondeur.

44 - Dégradation de la matière organique et conséquence sur les pertes d'azote

44.1 - Vitesse de dégradation de la matière organique originale et ajoutée

Si l'on prend comme hypothèse simplificatrice une dégradation exponentielle de la matière organique on peut apprécier sa demi-vie :

Soit A_0 la quantité d'azote à l'instant initial

(N sol + N fumier)

A la quantité d'azote à un instant t

(N sol + N racines t + N fumier)

t le temps écoulé exprimé en années

La relation : $A = A_0 e^{-\lambda t}$ permet, à partir des valeurs de A et de A_0 de calculer le temps t pour lequel $A = \frac{A_0}{2}$, c'est-à-dire le temps à l'issue duquel le sol aura perdu la moitié de son azote organique.

Ces données (tableau 2 ci-dessous), même si elles apparaissent comme un peu simplistes, font état d'une dégradation extrêmement rapide du fumier principalement en surface où la période t est la plus courte. Elles montrent en évidence les difficultés qui vont naître des tentatives d'intensification de la production si l'on souhaite maintenir le niveau azoté du sol sous ces climats.

* racines visibles à la récolte.

Tableau 2 : Demi-vie de la matière organique azotée du sol

t (années)	Sans urée		Avec urée (150 N)	
	+ Fumier en surface	+ Fumier enfoui	+ Fumier en surface	+ Fumier enfoui
	6,3	1,7	2,5	4,6
			3,0	3,5

442 - Importance et nature des pertes d'azote

Quels sont les processus qui sont à l'origine des pertes d'azote hors du système sol-plante ? Le lessivage est peu important puisqu'il ne représente au maximum que 1 % de l'azote-engrais. Les pertes d'azote gazeux dans l'atmosphère seraient donc prédominantes.

CONCLUSION

Depuis un certain nombre d'années au Sénégal les agronomes ont clairement montré que Sans amendement organique les seules fumures minérales étaient insuffisantes pour maintenir la production agricole à un niveau intensif d'où les recommandations concernant les labours d'enfouissement de matière organique.

Cependant, en systèmes extensif et semi-intensif, on a montré que l'amendement organique n'a plus ce caractère obligatoire dans la mesure où fumures minérales ternaires et amendements calciques sont correctement assurés. En revanche l'augmentation du coût de la fumure commande que soient économisés la plus possible les engrais et en particulier l'azote, raison pour laquelle les études relatives au recyclage organique et à la fixation de l'azote atmosphérique sont devenues prioritaires.

Enfin devant les nombreux freins au développement de la technique du labour d'enfouissement et devant la nécessité de recycler dans le sol les résidus de récolte, il nous est apparu nécessaire de recueillir des données en milieu rural pour mieux définir nos choix et mieux situer notre action par rapport à la pratique agricole.

1 - LE LABOUR D'ENFOUISSEMENT : PRINCIPALE CONDITION POUR L'INTENSIFICATION EN ZONE SEMI-ARIDE

L'obtention de rendements élevés possédant une valeur nutritionnelle optimale, sans risque d'appauvrissement de la fertilité du sol, requiert l'apport de matière organique au sol. Le labour, en sol humide en fin de cycle cultural, doit être réalisé pour permettre l'enfouissement des pailles sans risque d'effet dépressif sur la culture suivante.

Le labour est aussi **souhaitable** (mais non nécessaire) dans le cas du fumier ou du compost afin de réduire les pertes d'azote dans l'atmosphère, importantes lorsqu'on laisse le fumier en surface.

Malheureusement les enfouissements sont encore peu réalisés en raison surtout de l'absence de labour des terres.

2 - PROMOUVOIR LE RECYCLAGE ORGANIQUE EN DEVELOPPANT LA TECHNIQUE DU COMPOSTAGE

Le compostage des résidus organiques avec ou sans fumier semble être actuellement la technique susceptible d'intéresser les paysans pour au moins deux raisons. La première est que l'apport au sol du compost est toujours possible, même sans labour, par simple épandage ; cependant il faut noter que l'enfouissement considéré par rapport à l'épandage, s'il n'augmente pas significativement les rendements présente au moins deux avantages :

- une réduction notable des pertes d'azote ;
- une augmentation du système racinaire en profondeur qui pourrait en année sèche, être un facteur de résistance du mil à la sécheresse.

La deuxième raison est que cet apport induit toujours une augmentation de rendement. L'agronome quant à lui, voit d'autres avantages dans le développement de cette technique.

La technique du compostage semble être une des conditions au maintien du statut organique des sols sableux : elle permet le recyclage organique sol \Rightarrow forme et l'incorporation au sol de substances humiques.

Dans l'option compostage en fosse, le compost final présente un poids en matière organique sèche 3 à 4 fois moindre que le poids de paille initiale tout en donnant, au moins, la même quantité d'azote et des autres éléments minéraux. Par exemple 4 t M.S. de paille de mil à 0,75 % N, mis à composter, pourront donner, après 5 à 6 mois, 1,5 t M.S. de compost à 2,5 % N.

Dans l'option "compostage méthanogène", même en admettant que nous ne puissions pas bénéficier de l'avantage précédent, à savoir l'absence des pertes d'azote (ceci est à l'étude), il apparaît une plus-value, sans aucun doute incalculable : le gaz méthane, et un produit fertilisant : le compost.

3 - LES ESSAIS DE VALORISATION DES RESIDUS DE RECOLTE DOIVENT PRENDRE EN COMPTE LES DONNEES DU MILIEU RURAL

Les choix pour être réalistes doivent être fondés sur des données obtenues dans le milieu rural même où l'on doit promouvoir l'intensification. Leur obtention nécessite la réalisation d'enquêtes auprès des ruraux ; mais celles-ci se heurtent à deux difficultés majeures : la variabilité des données d'un point à un autre et leur estimation quantitative. Néanmoins, après réalisation de plusieurs enquêtes et l'examen de l'ensemble des données, il pourra se dégager certaines tendances dans le mode d'utilisation des résidus de récolte (par exemple la tendance à la commercialisation progressive des pailles du sud vers le nord du bassin arachidier) et des fourchettes dans les quantités effectivement commercialisées, utilisées à des fins domestiques ou restituées au sol.

A cette difficulté d'obtenir des données représentatives s'en ajoute une autre qui est la durée de validité de ces données. En effet le milieu rural se transforme sous l'action principalement de trois facteurs : un facteur aléatoire : la pluviométrie, et deux facteurs humains interdépendants : la pression démographique et le Développement par l'innovation technique.

Les données issues des enquêtes ont donc une valeur essentiellement conjoncturelle. La leçon que nous devons en tirer, face à cette variabilité des données est de deux ordres :

- D'une part, la nécessaire cohérence qui doit exister entre la technique et son cadre d'application. Par exemple, le développement de la technique de compostage méthanogène en milieu villageois doit prendre en compte les motivations des ruraux sur lesquelles reposent les chances de développement, et une estimation de la nature et des quantités de matière organique disponibles qui détermineront la structure du fermenteur.

- D'autre part, le réajustement périodique des thèmes ou des techniques en fonction des données nouvelles du Milieu. Par exemple, on assiste depuis quelques années à une utilisation plus rationnelle des pailles de mil et du fumier dans la zone soudano-sahélienne, ce qui diminue l'importance de la fumure par parcage des animaux transhumants et oblige à concevoir d'autres modes de transformation et de restitution de la matière organique (compostage de la poudrette et des résidus organiques en fosse ou dans un fermenteur méthanogène).

BIBLIOGRAPHIE CITEE

- 1 - ALLARD (J.L.), BERTHEAU (Y.), DREVON (J.J), SEZE (G.) et GANRY (F.)-1983.
Ressources en résidus de récolte et potentialités pour le biogaz au Sénégal.
Agron. Trop. (Sous Presse).
- 2 - BERTHEAU (Y.), SEZE (O.), DREVON (3.3) et GANRY (F.) - 1980
Biogaz au Sénégal. Bilan et perspectives de développement.
IIe Colloque Intern. de Technologie de l'AUPELF.
Lomé, TOGO - 14-20 janvier 1981. 7 p.
- 3 - SEZE (O.) - 1979.
Biogaz au Sénégal. Bilan d'un an de fonctionnement.
Doc. ronéo. CHRA de Bambey. Div. Bioch. des sols 36 p.
- 4 - BERTHEAU (Y.) - 1980.
Note sur la construction et l'utilisation du fermenteur zairois modifié "ISRA".
Duc. ronéo. CNRA de Bambey - Div. Bioch. des Sols.
- 5 - FAYE (A. D.)
Biogaz. Production de méthane par fermentation anaérobie de la biomasse (compostage et production d'énergie)
Rapport de stage ENCR encadré par J.J. DREVON
XSRA CNRA de Bambey - 41 p.
- 6 - PLUM (F.), MBARILA (N.) - 1979.
Un digesteur à flux continu. Université National du Zaïre.
Centre de Recherches Universitaires du Kivu (CERUKI) n° 3.
- 7 - ALLARD (J.L.), BERTHEAU (Y.) et GANRY (F.) - 1981
Essais de compostage méthanogène en milieu villageois au Sénégal.
IVème conférence annuelle de l'A.A.A.S.A. Le Caire 23-30 octobre 1981.
Doc. ronéo ISRA/CNRA Bamboy 9 p.
- 8 - GUEYE (Fatou) et GANRY (F.) - 1978.
Etude du compostage des résidus de récolte, de leur valeur agronomique avant et après compostage, et de leur valorisation possible par fixation de N₂.
IFS n° G 128 : programme du 1.07.76 au 1.07.77.
- 9 - SARR (P. L.) et GANRY (F.) - 1983
Etude de l'effet direct sur culture maraîchère (tomate var. ROSSOL) et de l'arrière-effet sur une culture pluviale (Mil - var. Souna III) d'un apport de composts aérobies.
Doc. ronéo. ISRA Bambey 13 p.
Agron. Trop. (à paraître).

- 10 - GANRY (F.) - 1975.
Fiche technique de préparation du compost.
Doc. ronéo. CNRA de Bambey (Sénégal). 2 p.
- 11 - GANRY (F.), ROGER (P.A.), DOMMERGUES (Y.), - 1978.
A propos de l'enfouissement de paille dans les sols sableux tropicaux du Sénégal.
C.R. Acad. Agri. France, séance du 15 mars 1978, pp. 445-494.
- 12 - FAYE (J.) - 1977.
Problématique d'un thème agricole : le labour de fin de cycle avec enfouissement de pailles dans l'agro-système sahélien.
Séminaire sur les technologies combinées dans l'agro-système sahélien du 4 au 14 janvier 1977 à Dakar.
- 13 - SIBAND (P.) et GANRY (F.) - 1976.
Application de l'analyse d'extraits de tissus conducteurs à l'étude de l'effet d'un compost sur une culture de mil (Pennisetum typhoides). 4^e Colloque International sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées - GENT (Belgique) CR. Vol 1 pp. 584-593.
- 14 - GANRY (F.) et BIDEAU (J.) - 1975.
Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique sur le rendement et la valeur nutritionnelle d'un mil Souma III.
Agrsn. Trop. Vol. XXIX n°10 pp. 1006-1015.
- 15 - PIERI (Ch.) - 1979.
La fertilisation potassique du mil Pennisetum et ses effets sur la fertilité d'un sol sableux du Sénégal.
Doc. ronéo. ISRA-CNRA de Bambey 73 p.
- 16 - 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.