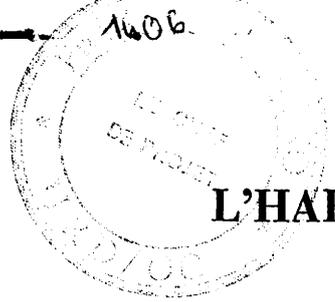


élevage

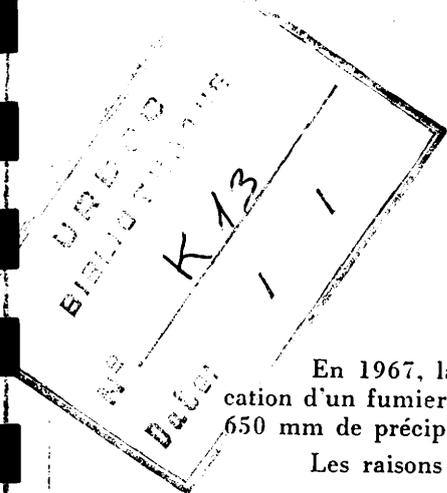
1406



L'HABITAT DES ANIMAUX ET LA PRODUCTION D'UN FUMIER DE QUALITÉ EN ZONE TROPICALE SÈCHE (BILAN DE 3 ANNÉES D'ÉTUDES)

par
R. HAMON
Division des Etudes Agro-pastorales de l'IRAT/Sénégal

K13



INTRODUCTION

En 1967, la Division des Etudes Agro-pastorales de l'IRAT/Sénégal a abordé l'étude de la fabrication d'un fumier de qualité, dans les conditions agro-climatiques sévères de la zone de Bambej (environ 650 mm de précipitations annuelles réparties sur trois mois et demi).

Les raisons qui ont motivé la réalisation de ce programme sont les suivantes :

- extrême pauvreté en matière organique des sols et aggravation du déficit par absence de restitution ;
- présence d'un cheptel itinérant très important, non seulement improductif mais même parasite, compte tenu de son influence néfaste sur la structure des sols ;
- souci des autorités gouvernementales et des services compétents d'améliorer la productivité agricole grâce à l'application de techniques agronomiques très évoluées, faisant appel à la traction bovine, celle-ci provoquant une sédentarisation d'une partie du troupeau.

Il est donc apparu nécessaire de faire participer ce bétail, partiellement ou totalement sédentarisé (bovins de trait ou bovins de rente), à l'amélioration de la fertilité des sols.

Lorsqu'on envisage de rentabiliser le cheptel des pays tropicaux, il est intéressant de constater que bien des spécialistes des productions animales et végétales, outre les spéculations prioritaires (viande, lait, travail), citent souvent la production de fumier. Hélas, il est non moins remarquable de constater que peu d'entre eux sont intimement persuadés de son intérêt.

L'INTERET DU FUMIER EN ZONE TROPICALE (RESULTATS AGRONOMIQUES)

1) RESULTATS ANTERIEURS A 1969

Les doses de fumier appliquées sont différentes selon les pays. Afin de pouvoir établir des comparaisons, il conviendrait d'ailleurs que ces doses soient exprimées en matière sèche et non plus en produit frais, comme c'est le cas trop souvent.

K100
1835

P a y s	Témoin (sans engrais ni fumure) Rendement (kg/ha)	Fumier seul Rendement (kg/ha)	Engrais minéral complet Rendement (kg/ha)
Côte d'Ivoire			
Bouaké (riz)	1.190	1.940	1.610
Cameroun			
Dschang (maïs)	1.090	2.134	2.047
Dahomey			
Meridjonou (maïs)	1.597	3.181	2.509
Meridjonou (maïs)	1.918	2.800	2.800
Sénégal			
Bambej (mil)	331	958	1.328
Séfa (mil)	2.458	2.807	2.829
Madagascar			
Tananarive (maïs)	573	1.546	3.100

II) RESULTATS OBTENUS EN 1969

Ces résultats sont confirmés par des expérimentations menées à Bambey et destinées à étudier les mécanismes qui régissent le développement des plantes tropicales, du mil en particulier. Ainsi pour le mil, sur sol « dior », s'est révélé le problème de la date de semis après la première pluie utile. En effet, on constate très souvent qu'un semis tardif par rapport à la première pluie se traduit par une mauvaise croissance des jeunes plants.

D'après D. BLONDEL (CNRA/Bambey), ce phénomène pourrait être imputable à une diminution de l'activité microbiologique globale du sol, par suite de son épuisement en substances énergétiques utilisables, par la microflore notamment, en hydrates de carbone libres et en acides organiques. Il s'ensuivrait une véritable stérilisation du sol à l'égard de certains groupes bactériens.

On peut donc penser qu'un apport de fumier précédant un semis tardif permettrait un accroissement de l'activité biologique globale en recréant des conditions biologiques comparables à celles de départ.

Sur mil Sanio PC 11, D. BLONDEL compare six traitements à deux dates de semis (chaque traitement reçoit en complément une fumure PKS + oligo-éléments) :

Semis normal à la première pluie utile } Fauche de la matière verte
Semis retardé de 30 jours } au 30^e jour.

Il obtient les résultats suivants :

Semis première pluie.

Traitements	Rendement en matière sèche totale par parcelle (kg)
Témoin	3,2
Fumier	3,4
Fumier + N	3,8
N	3,6
Glucose + N	3,6

Semis retardé 30 jours.

Témoin	0,8
Fumier	1,8
Fumier + N	2,6
Glucose + N	1,1
N	1,0
Parcelle protégée par film plastique + N	3,4

Dans le premier cas (semis première pluie), on ne constate pas de différence significative entre les traitements. Par contre, dans le deuxième cas (semis retardé de 30 jours), on constate que l'apport de fumier seul sur semis retardé permet de compenser en partie l'effet néfaste du retard au semis. Le traitement fumier est supérieur aux traitements : témoin, glucose + N, N seul, et inférieur aux traitements fumier + N et parcelle protégée par un film plastique.

En 1969 également, à Bambey, R. NICOT teste l'effet combiné d'un apport de chaux et de fumier sur certaines parcelles épuisées, le fumier étant enfoui par un labour sec (20 t m.s./ha) et suivi d'un apport de 600 kg de chaux en surface afin d'éviter le mélange fumier-chaux au moment de l'épandage.

Il obtient les résultats suivants :

Sur mil.

Rotations Fumures minérales	Rotation biennale						Rotation quadriennale					
	0		F 1		F 2		0		F 1		F 2	
	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C
Mil	88	1.723	363	1.720	459	1.721	215	1.883	704	1.958	783	1.900

F + C = fumier + chaux.

Sur arachide.

Rotations Fumures minérales	Rotation biennale						Rotation quadriennale					
	0		F 1		F 2		0		F 1		F 2	
	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C	0	F + C
Amendements Arachide	1.390	1.841	1.481	1.914	1.417	1.935	1.491	1.801	1.487	2.125	1.740	1.880

On peut constater que si les résultats sont probants sur arachide, ils le sont encore beaucoup plus sur mil ; l'effet fumier-chaux est d'autant plus important que le niveau de fertilité initial de la parcelle est faible.

En résumé, on peut donc affirmer que l'influence bénéfique du fumier sur les cultures tropicales (en particulier les céréales) n'est plus à démontrer.

Il est très intéressant de constater qu'enfin l'effet biologique du fumier a été mis en évidence, ce qui lui donne une place de choix dans la gamme des solutions qui s'offrent aux agronomes pour améliorer la fertilité des sols tropicaux.

Afin de fabriquer un fumier de qualité, il s'est donc agi en premier lieu de préciser la nature des facteurs limitant sa réalisation et, par suite, d'essayer d'y remédier sans perdre de vue les conditions matérielles du paysan africain.

LE FUMIER TRADITIONNEL

Dans la zone tropicale sèche, et notamment au Sénégal, le fumier n'existe pas. On ne peut qualifier de fumier le mélange de terre et de déjections desséchées que l'on rencontre la plupart du temps en milieu paysan (tableau ci-dessous) :

COMPOSITION DU FUMIER UTILISÉ PAR LES MARAÎCHERS DE LA VALLÉE DU SINE
(Région de Diourbel)

	C %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Matières minérales totales %	Humidité %	C/N
« Fumier » cheval	8,6	0,44	0,25	0,36	80	4,7	19

On constate que ce fumier, chargé en sable (près de 70 % en poids), est de très mauvaise qualité.

S'il n'existe pas traditionnellement, c'est qu'un certain nombre de facteurs limitants gênent ou empêchent sa fabrication. Néanmoins, il n'est pas concevable, du fait de la présence de ces facteurs limitants, de condamner à priori la fabrication du fumier et son utilisation. Il est bien évident qu'existent d'autres techniques destinées à améliorer le bilan organique des sols, mais il serait regrettable que celles-ci fassent oublier l'énorme potentiel de matière organique représenté par la présence simultanée d'un cheptel important et de quantités considérables de sous-produits de cultures (paille de céréales, paille de graminées des jachères naturelles, coques d'arachide, débris de pilonnage des céréales, etc.).

LES TECHNIQUES PROPOSEES
POUR L'OBTENTION D'UN FUMIER DE QUALITE

I) FACTEURS PROPICES AUX DECOMPOSITIONS DES TISSUS VEGETAUX ET PAR VOIE DE CONSEQUENCE FACTEURS LIMITANTS EN ZONE TROPICALE SECHE

Ceux-ci sont de trois sortes :

- aération,
- humidité,
- matériel fermentescible de départ.

A) AERATION ET HUMIDITE

D'après POCHON et de BARJAC (Traité de microbiologie des sols), les processus de décomposition des matières végétales d'un fumier sont conditionnés par deux facteurs essentiels : l'humidité et l'aération. Ces deux facteurs conditionnent à leur tour le potentiel d'oxydoréduction (aérobiose et anaérobiose) et finalement la température, cette élévation de température permettant une action intense des germes thermophiles.

C'est cette action des thermophiles qui caractérise essentiellement la maturation des fumiers par rapport aux processus banals d'humidification dans le sol. L'humidité intervient donc dans la dégradation des tissus fermentescibles (litière). Une teneur en eau de 50 % est optimum pour la décomposition des principales substances carbonées avec une consommation minimum d'azote. Le point le plus important étant, en effet, celui du bilan azoté, la technique de maturation devra tendre à limiter le plus possible les pertes en azote.

Or, il se trouve que dans nos régions l'humidité est très insuffisante, particulièrement en saison sèche (8 mois à 9 mois), pour permettre une décomposition poussée des tissus végétaux.

De plus, la difficulté d'approvisionnement en eau ne peut laisser espérer un arrosage artificiel des litières. Il ne faut pas perdre de vue que, d'une part, les points d'eau temporaires sont souvent éloignés des villages de plusieurs kilomètres, et que, d'autre part, la profondeur des puits atteint et dépasse 30 m. De plus, les moyens d'exhaure sont archaïques. Il paraît donc difficile, voire impossible, de demander aux paysans de puiser une quantité supplémentaire d'eau pour arroser la litière. Tout au plus peut-on leur conseiller de déverser les eaux usées sur les tas de fumier. Compte tenu de cette situation, la seule période de l'année propice à la fabrication d'un bon fumier est donc la saison des pluies. Les précipitations abondantes permettent la collecte des eaux de pluie et l'humidification du fumier en cours de fermentation.

B) MATERIEL FERMENTESCIBLE DE DEPART

En pays tempérés, la décomposition de la litière utilisée (pailles fines de céréales) ne présente pas de difficulté. Par contre, en régions tropicales, les résidus dont dispose le paysan pour constituer la litière sont très souvent volumineux et assez lignifiés. Il s'agit, en particulier, de tiges de mil et sorgho qui atteignent souvent 3 m à 4 m de longueur pour un diamètre de 2 cm à 3 cm. Or, ces résidus de récolte sont, pour une grande partie du Sénégal, les seuls disponibles. En effet, après la récolte des épis et des panicules, les tiges sont laissées sur les champs où elles sont consommées par les troupeaux locaux semi-itinérants et peuls itinérants. Les tiges non consommées sont laissées sur le sol et ensuite dégradées par les termites. Les déjections des animaux sur les champs se dessèchent au soleil et sont elles aussi dégradées par les termites.

En effet, lorsqu'on examine une bouse de vache ayant séjourné plusieurs semaines sur un champ de brousse on se rend compte que seule subsiste sur son pourtour une pellicule très fine de matière organique ; la substance intérieure est partiellement ou entièrement consommée par les termites et remplacée par de la terre. L'analyse chimique de déjections fraîches et de déjections dégradées par les termites, après exposition sur le champ pendant 45 jours, donne les résultats suivants :

	Humidité	N (% matière sèche)	P ₂ O ₅ (% matière sèche)	K ₂ O (% matière sèche)	Ca + Mg méc. (% matière sèche)	Cendres totales (% matière sèche)	Cendres insolubles (% matière sèche)
Déjections fraîches ...	75,3	1,44	0,8	0,7	137	10,8	5,4
Déjections termitées ...	5,0	0,89	0,3	0,3	73	49,6	45,7

On ne peut donc considérer que ces déjections permettent de restituer au sol la totalité des principes nutritifs exportés par les cultures. Les tiges volumineuses peuvent être utilisées en litière après broyage ou concassage. Or, là également, on se heurte au sous-équipement des paysans en matériel de concassage.

En résumé, les deux facteurs qui limitent la production de fumier en zone tropicale sèche sont les suivants :

humidité très insuffisante et quasi-impossibilité d'y remédier par arrosage artificiel (moyens d'exhaure archaïques) :

matières fermentescibles de départ mal adaptées aux besoins et sous-équipement des paysans.

Il a donc fallu remédier à ces inconvénients en mettant au point un type de stabulation et une technique de fabrication simples qui fassent le moins possible appel à des ressources et matériels extérieurs toujours très coûteux pour les utilisateurs et incompatibles avec le niveau économique et technique actuel des populations rurales.

II) HABITAT DES ANIMAUX

Compte tenu des facteurs défavorables qui ont été évoqués précédemment, le type de stabulation utilisé est un élément important de la qualité du fumier produit. En effet, on peut considérer que le type de stabulation entravée (chaîne ou cornadis) est à proscrire, car le comportement des animaux, comme nous le verrons par la suite, est l'élément déterminant du fractionnement des tiges de céréales. De plus, l'exportation journalière de la litière vers un tas de fumier est à l'origine d'un départ important d'azote (fermentation des urines, départ de NH_3) et d'eau (évaporation).

Nous avons donc été amenés à mettre au point une stabulation libre irrigable. En fait, le premier type de stabulation, dit « élémentaire », a conduit à la conception d'un modèle plus élaboré nécessitant un investissement plus important, bien qu'encore compatible avec le revenu d'un paysan appliquant les techniques agronomiques amélioratrices préconisées par la recherche.

A) STABULATIONS LIBRES IRRIGABLES TYPE « ELEMENTAIRE » POUR 4 UBT* (fig. 1)

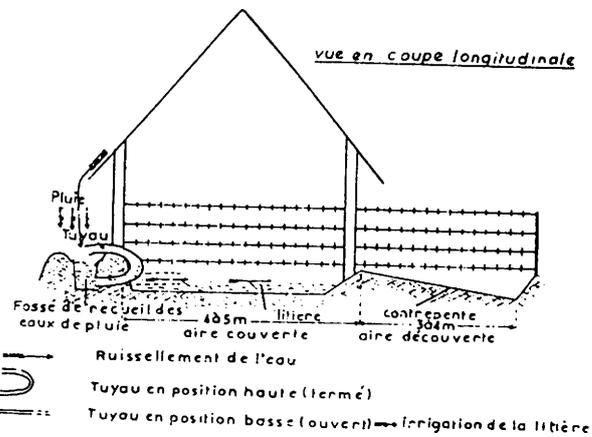
1) STABULATION ÉQUIPÉE D'UN FOSSÉ DE COLLECTE DES EAUX DE PLUIE

a) DESCRIPTION

Dimensions (en m) :

Longueur aire couverte	4 à 5
Largeur aire couverte	4 à 5
Longueur aire découverte	3 à 5
Largeur aire découverte	4 à 5

— STABULATION IRRIGABLE équipée d'un fossé de collecte des eaux de pluie



— Stabulation irrigable équipée d'un impluvium métallique surélevé (fûts)

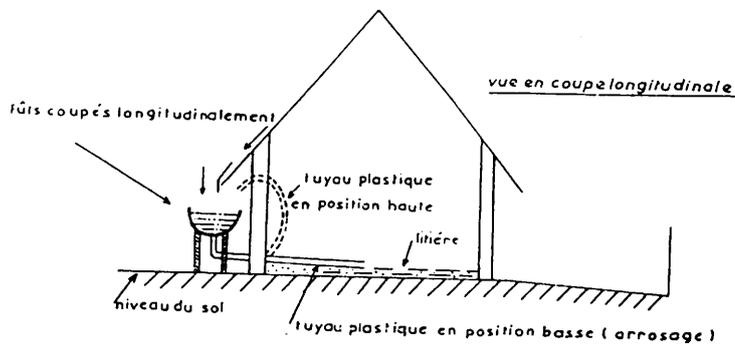


Fig. 1. — Stabulations libres irrigables, type « Élémentaire » pour 4 UBT.

* UBT : Unité Bétail Tropical = Animal standard de 250 kg.

La fosse a une profondeur de 30 cm à 50 cm selon les besoins. Il est indispensable de l'entourer d'une petite diguette qui évitera la pénétration non contrôlée des eaux lors des fortes pluies.

Fossé de collecte des eaux. Le niveau du fond de ce fossé (impluvium) doit être situé plus haut que celui du fond de la fosse. En effet l'eau accumulée dans l'impluvium doit pouvoir pénétrer dans la stabulation par gravité.

Tuyau d'arrosage. Il doit être d'un calibre assez important (6 cm à 8 cm) de façon à limiter les risques d'obstruction. Une longueur de 2,50 m est suffisante. Ce tuyau est un des rares éléments de la stabulation que le paysan devra se procurer à l'extérieur.

Toit. C'est un toit de chaume classique. Tous les paysans savent fabriquer ce modèle. Il convient de prévoir un auvent afin que le toit déborde largement de la fosse fumière.

Aire découverte. On notera la contrepente qui permet d'éviter la pénétration de l'eau non contrôlée lors des pluies importantes. Il est possible de récupérer cette eau évacuée de l'aire découverte en la drainant vers l'impluvium.

Fossé de collecte des eaux de pluie. Le fossé est situé derrière la stabulation. Il est destiné à recueillir l'eau qui s'écoule du toit. Afin d'assurer une relative étanchéité des parois, il est possible de les recouvrir d'une couche de terre de termitière ou de terre de bas-fond. Dans les sols très sableux, cette précaution devient obligatoire, car l'eau ne séjournerait pas suffisamment longtemps dans le fossé.

En résumé, la construction de ce type de stabulation doit avoir pour objectifs principaux :

- de favoriser l'accumulation et la stagnation des eaux de pluie en un endroit bien déterminé (fossé de collecte des eaux) ;
- d'éviter absolument la pénétration non contrôlée de l'eau dans la fosse.

b) INCONVÉNIENTS DU SYSTÈME D'IRRIGATION

- Pénétration dans la stabulation d'eau boueuse (très chargée en sable).
- Difficulté de retenir l'eau dans le fossé plus d'une journée (infiltration) et, par conséquent, obligation d'arroser moins fréquemment mais beaucoup plus abondamment à chaque fois. Un système permettant de retenir l'eau plusieurs jours serait préférable (impluvium métallique, par exemple). Il permettrait au paysan, d'une part, d'être moins tributaire de la fréquence des précipitations et, d'autre part, de réaliser une humidification du fumier beaucoup plus progressive.

2) STABULATION ÉQUIPÉE D'UN IMPLUVIUM MÉTALLIQUE SURÉLEVÉ

Pour une stabulation de type « élémentaire », cet impluvium métallique pourrait être situé à la même place que le fossé de recueil des eaux mais surélevé (posé sur quatre piquets de bois), de façon à ce que l'eau puisse descendre par gravité sans que cela nécessite le terrassement d'une fosse fumière (fig. 1).

B) STABULATION LIBRE-SERVICE IRRIGABLE A ELEMENTS MULTIPLES (fig. 2)

a) RAISONS QUI ONT CONDUIT A L'ADOPTION DE CE MODÈLE

On peut se rendre compte, en examinant la figure 2, que ce type de stabulation est en fait constitué par la juxtaposition d'un certain nombre de stabulations de type élémentaire auxquelles on a apporté quelques modifications.

Dans la zone agricole, comme on l'a précisé précédemment, c'est l'utilisation de la traction bovine qui a incité les paysans à sédentariser une partie du cheptel. Les études de structure d'exploitation prévoient la présence sur l'exploitation de une à deux paires de bœufs. Dans un premier stade, la stabulation de type élémentaire destinée à abriter 4 UBT est suffisante. Par contre, dans l'optique d'une intégration agriculture-élevage plus poussée (élevage de rente) le paysan sera amené à agrandir sa stabulation initiale. On peut donc envisager qu'en fonction de l'évolution de ses besoins le paysan pourra procéder par étapes en ajoutant au fil des années de nouveaux éléments. Il faut noter qu'il est également possible de relier deux toits carrés entre eux afin de réaliser un toit unique de forme rectangulaire. Mais ceci implique la réfection complète du chaume déjà existant.

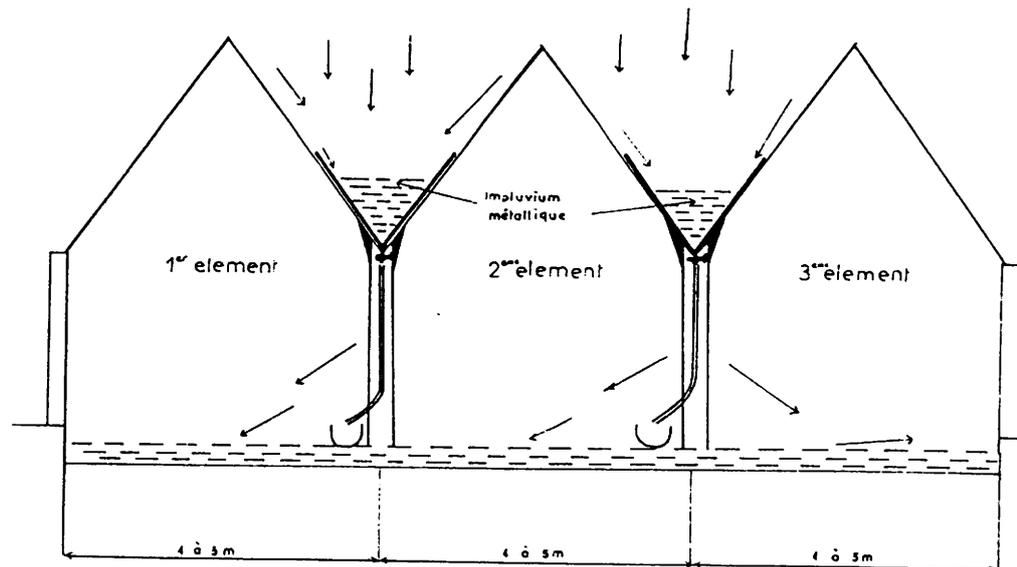


Fig. 2 — Stabulation libre-service irrigable à éléments multiples (vue de face).

Il faut remarquer que deux toits juxtaposés ménagent un « créneau » dans lequel on peut placer un impluvium métallique qui communiquera avec l'intérieur de la stabulation par un simple tuyau de plastique. Ce système présente quatre avantages principaux :

meilleur contrôle de l'eau (voir inconvénients du système précédent) ;

arrosage de la litière par de l'eau de pluie ne transportant pas de terre, d'où qualité supérieure du fumier contenant moins de sable (voir paragraphe qualité du fumier produit) ;

profondeur de la fosse fumièrre moins importante réduisant par conséquent le travail de terrassement et diminuant les risques de pénétration non contrôlée d'eau de pluie si les plans de construction n'ont pas été respectés (diguettes) ; on peut même envisager la suppression de la fosse si une hauteur suffisante a été prévue sous le toit afin de permettre l'accumulation du fumier sans gêner la circulation des animaux ;

possibilité de prolonger jusqu'au sol la pente du toit située derrière la stabulation afin de constituer un abri à fourrages grossiers auxquels les animaux accéderont à travers un cornadis simple.

b) DESCRIPTION

Seule la description des modifications sera abordée dans ce chapitre :

Impluvium. Comme précisé précédemment, l'impluvium est, dans ce cas, métallique. La solution la meilleure serait de le faire fabriquer en tôle en respectant l'angle formé par les deux toits. Il est possible néanmoins de limiter la dépense en utilisant des fûts en tôle, coupés en deux longitudinalement et soudés bout à bout. Les forgerons locaux sont tout à fait capables de réaliser ce travail et même d'apporter certaines améliorations.

Abri à fourrages. Le prolongement du toit permet d'emmagasiner une quantité d'aliments grossiers (fane d'arachide-foin) pouvant satisfaire les besoins de 4 UBT pendant trois semaines. Il suffit de rapprocher de temps à autre le fourrage du cornadis. Il est nécessaire que la pente de l'auvent soit exactement dans le prolongement de la pente du toit. En effet, on pourrait être tenté de choisir une pente moins abrupte afin d'augmenter la base du triangle et, par là même, disposer d'un volume de stockage plus important. L'essai qui a été fait à Bambey a permis de constater une infiltration de l'eau de pluie au niveau de la rupture de pente. Cet inconvénient pourrait disparaître en tapissant d'une toile goudronnée ou plastique le dessous du toit et de l'auvent. Cette solution a été rejetée, car entraînant une dépense trop importante, donc incompatible avec les objectifs fixés au départ (efficacité optimum du système mais coût le plus réduit possible).

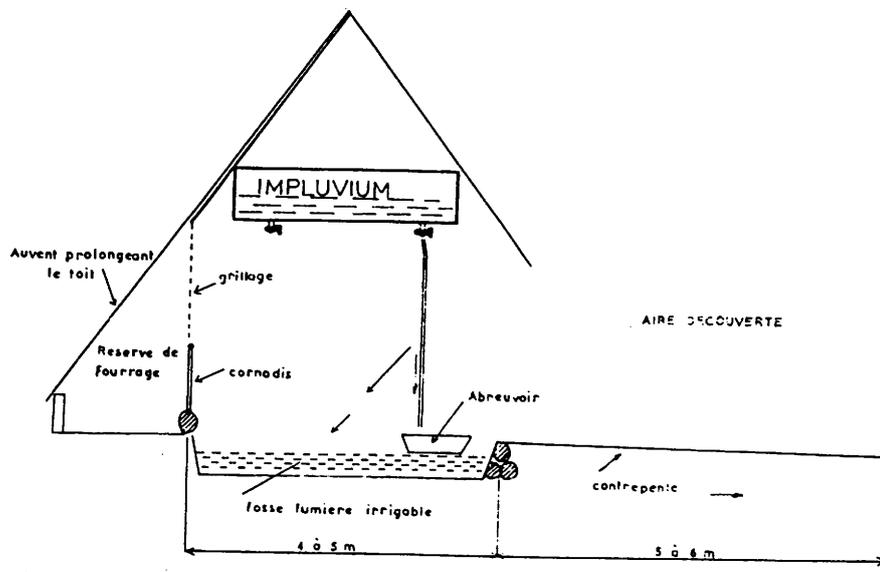


Fig. 3. — Stabulation libre-service irrigable, à éléments multiples (vue en coupe transversale).

c) REMARQUE

Dans la mesure où la dépense entraînée par la fabrication d'un impluvium métallique paraîtrait trop importante, il est très possible de placer sous la ligne de jonction des pentes des deux toits juxtaposés une tôle (type tôle de toiture) pliée faisant office de gouttière. On prévoit, dans ce cas, le déversement de l'eau directement dans un abreuvoir.

c) EVALUATION DU COUT

Il a été précisé que l'objectif primordial était l'utilisation la plus complète possible des matériaux dont peut disposer localement le paysan. A ces matériaux locaux viennent s'en ajouter d'autres, achetés à l'extérieur. Il s'agit, en particulier, de perches de rônier. Le coût de la main-d'œuvre n'entre pas en ligne de compte puisque la stabulation doit être construite par le paysan lui-même, aidé par les membres de sa famille, au cours de la saison sèche.

Stabulation libre élémentaire (nombre d'UBT logées = 4) équipée d'un fossé de collecte des eaux de pluie :

Matériaux	Provenance	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Troncs d'arbres ou grosses branches (piliers)	Exploitation	4	×	×
Perches de rônier 4 m (toit)	Marché local	8	140	1.120
Petites branches pour supporter le chaume	Exploitation	200	×	×
Paille (chaume)	Exploitation			
Pointes n° 10	Marché local	1 kg	115	115
Pointes n° 5	Marché local	2 kg	115	230
Fil de fer n° 6 galvanisé	Marché local	5 kg	130	650
Fil de fer attache n° 5	Marché local	2 kg	150	300
Ficelle	Marché local	5 kg	270	1.350
Tuyau de fort calibre	Marché local ou récupération	2,50 m		500
				4.265

Prix de revient par UBT logée = 1.066 F CFA.

REMARQUE

L'achat de perches de rônier pour réaliser la charpente n'est pas indispensable. La plupart du temps, le paysan se procure le bois de charpente en brousse (surtout dans les régions très boisées comme le Sine-Saloum, le Sénégal oriental et la Casamance). Par contre, dans la zone Nord, cette dépense devenant obligatoire, il a été jugé utile de l'inclure dans le calcul d'évaluation du coût. Dans l'hypothèse d'un approvisionnement en brousse, le prix de revient par UBT logée passerait de 1.066 F CFA à 786 F CFA.

Stabulation libre service, irrigable, à éléments multiples (3 éléments ; nombre d'UBT logées = 12) :

Matériaux	Provenance	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Troncs d'arbres ou grosses branches (piliers)	Exploitation	8	×	×
Perches de rônier 4 m toit et auvent	Marché local	30	140	4.200
Petites branches fines	Exploitation	600	×	×
Pailles (chaume)	Exploitation			
Pointes n° 10	Marché local	3 kg	115	345
Pointes n° 5	Marché local	6 kg	115	690
Fil de fer galvanisé n° 6	Marché local	10 kg	130	1.300
Fil de fer attache n° 5	Marché local	5 kg	150	750
Ficelle	Marché local	15 kg	270	4.065
Fûts métalliques de 200 litres : longueur 1,30 m	Marché local	3	2.000	6.000
Travail forgeron	Marché local			1.000
Tuyau plastique de petit calibre	Marché local	6 m	120	720
				19.070

Prix de revient par UBT logée = 1.590 F CFA.

Dans le cas où l'on voudrait fabriquer les réservoirs en tôle achetée, le coût de la construction serait donc augmenté de 10.000 F CFA.

(F CFA)

1 tôle de 4 m × 1 m × 3 mm	8.000
pour 2 tôles (2 réservoirs)	16.000
Prix du travail	1.000
Total	17.000

Le prix de l'UBT logée passerait donc de 1.590 F CFA à 2.422 F CFA.

REMARQUES

— Les prix mentionnés sont ceux pratiqués sur le marché de Bambey début 1970. Il est bien évident que ceux-ci peuvent varier considérablement d'un point du Sénégal à l'autre. Ils ne peuvent donc être considérés que comme prix indicatifs.

— Comme cela a été signalé lors du calcul précédent, la dépense entraînée par l'achat de perches de rônier peut être supprimée pour certaines régions.

Dans ce cas, le prix de l'UBT logée passerait de 1.590 F CFA à 1.240 F CFA pour une stabulation dont l'impluvium est réalisé avec des fûts et de 2.422 F CFA à 2.072 F CFA pour une stabulation réalisée à l'aide d'une tôle achetée en ville.

III) METHODES DE FABRICATION DU FUMIER

La méthode de fabrication consiste à utiliser : le comportement des animaux afin de fractionner les tiges et l'eau accumulée dans le fossé de réception ou le réservoir métallique afin d'établir une humidité suffisante.

A) APPORT DE LITIÈRE : COMPORTEMENT DES ANIMAUX

Si l'on observe le comportement des animaux après un apport de litière constituée de tiges de mil, on s'aperçoit que ceux-ci consomment en premier lieu les feuilles engainantes, triturent ensuite les tiges elles-mêmes, les imbibent de leur salive et les fragmentent. Cette fragmentation est amplifiée par le piétinement des animaux. Ainsi, après un délai assez court, les longues tiges de mil sont transformées en petits fragments éclatés de 10 cm à 20 cm.

Ce comportement a également l'avantage d'apporter aux bœufs un aliment de lest peu coûteux à produire. Les quantités de litière consommée ne sont pas négligeables, car on a pu se rendre compte que des animaux recevant une nourriture suffisante consommaient tout de même un cinquième à un quart de leur litière (cette quantité correspondant à la proportion des feuilles et tiges fines d'un pied de mil après récolte des épis).

Deux fois par semaine on apporte 4 à 5 kg de litière propre par UBT. La quantité totale hebdomadaire est donc de 32 kg à 40 kg pour 4 UBT. Après une pluie ayant permis d'humidifier la litière, on apporte 40 kg de paille sèche, afin d'isoler les animaux de la masse humidifiée.

La quantité de litière apportée sous les animaux peut paraître faible. En effet, il est indispensable d'attendre le fractionnement assez poussé de la paille avant d'apporter une nouvelle couche. Des apports trop fréquents de paille gêneraient son fractionnement et par conséquent limiteraient la décomposition des tissus végétaux. Il paraît préférable de produire une quantité plus faible de fumier mais de meilleure qualité.

Pour l'année 1969, les quantités de litière apportées sont les suivantes (en kg) :

apport avant saison des pluies (1 ^{er} juin au 30 juin) :	
32 kg × 4	128
apport normal bi-hebdomadaire au cours de la saison des pluies :	
16 kg × 2 × 6	512
apport exceptionnel après humidification :	
40 kg × 19	760
Quantité totale de paille utilisée pendant cinq mois	1.400

Ce poids correspond à la quantité moyenne de paille de mil récoltée sur un quart d'hectare.

B) HUMIDIFICATION

Le tableau récapitulatif des précipitations de la saison des pluies 1969 nous permet de constater que seules les pluies supérieures à 10 mm emplissent suffisamment le fossé de collecte des eaux pour permettre l'humidification de la litière. On procède de la façon suivante : immédiatement après une pluie suffisante, on décroche le drain qui se trouvait en position haute et on laisse pénétrer l'eau dans la stabulation en prenant soin de la répartir sur toute la surface de la fosse fumière. Il faut résister à la tentation de vider l'impluvium.

PLUVIOMÉTRIE DE L'HIVERNAGE 1969 ET IRRIGATION DE LA LITIÈRE

	Juillet (mm)		Août (mm)		Septembre (mm)		Octobre (mm)
1		1		1		1	
2	6	2 *	30	2	1.2	2	0.8
3	0.5	3	3.0	3		3	
4		4		4 *	66	4	
5		5		5 *	13.2	5	
6		6	4.0	6	0.6	6	
7		7		7	0.3	7 *	24.8
8	9.1	8		8 *	11.5	8	19
9 *	34	9	0.1	9	1	9	
10		10 *	44	10	5.2	10	
11		11	0.3	11		11 *	10.4
12 *		12	1.3	12 *	10	12	
13		13		13 *	23	13	
14		14		14		14	
15		15		15		15	1.2
16 *	14	16		16		16	
17		17 *	14.9	17		17	
18		18	10	18		18	
19		19 *	40.5	19		19	7
20	5.8	20	0.3	20 *	8	20	
21	2.7	21 *	10.2	21	0.8	21	
22		22		22		22	1
23		23	11	23		23 *	25
24		24	8.6	24		24	19.2
25		25		25	2.8	25	2.5
26		26	0.8	26		26	
27		27		27		27	
28	2.5	28		28 *	16	28	
29		29	1	29		29	
30 *	7.5	30	2.2	30		30	
31	0.5	31 *	20			31	
Total	102	Total	202.2	Total	161.6	Total	110.9
Total annuel							577

* Dates d'irrigation.

En effet, il faut éviter absolument l'excès d'eau qui irait à l'encontre du but poursuivi en « asphyxiant » la masse de fumier en cours de fermentation. Il est difficile de préciser les quantités d'eau à laisser pénétrer dans la stabulation avec ce système très dépendant du rythme des pluies. Il est bien évident que la quantité d'eau nécessaire à l'humidification sera très différente selon la longueur de la période sèche qui précède une pluie. De même, il ne sera pas utile d'irriguer à chaque pluie importante si les précipitations se succèdent à un rythme rapide.

Par contre, en utilisant un impluvium métallique dans lequel l'eau séjourne plus longtemps, le rythme des précipitations est beaucoup moins important, car l'eau non utilisée lors d'une irrigation pourra l'être quelques jours après. Il faut signaler que ceci nécessite la pose d'un système simple de « trop-plein » qui permettra l'écoulement de l'eau dans l'abreuvoir si le niveau dans l'impluvium devient trop haut. Nous avons constaté à Bambey que 1 mm de précipitations permettait de recueillir 7 l d'eau (ceci variant en fonction de la surface de la toiture).

C) EPOQUES D'EXTIRPATION ET D'UTILISATION DU FUMIER

On pourrait croire que l'exposition du fumier au soleil pendant quelques jours avant enfouissement entraînerait un appauvrissement. Les analyses prouvent au contraire qu'en saison sèche (fin du mois d'avril) l'humidité d'un fumier exposé au soleil diminue très rapidement provoquant une inhibition complète de l'action des microorganismes et par conséquent la « stabilisation » de la qualité du fumier d'origine.

Durée d'exposition au soleil	Humidité (% m.s.)	N (% m.s.)	P ₂ O ₅ (% m.s.)	K ₂ O (% m.s.)	Ca + Mg meq. (% m.s.)	Cendres totales (% m.s.)	Cendres insolubles (% m.s.)
0 h	70,6	1,94	0,7	1,9	136	28,4	21,5
24 h (1 j)	8,9	1,98	0,7	2,0	130	28,6	20,6
72 h (3 j)	7,9	1,98	0,7	1,9	130	28,2	15,8
5 j	4,5	1,97	0,7	1,9	135	25,1	17,0
7 j	3,2	2,00	0,7	2,0	140	26,9	18,1

Ces résultats montrent clairement (aux différences d'échantillonnage près) que du point de vue minéral la valeur d'un fumier, exposé plusieurs jours au soleil, ne diminue pas.

On a démontré, précédemment, que si l'on ne dispose pas d'un système d'arrosage en saison sèche, l'époque favorable à la fabrication du fumier est la saison des pluies. Par conséquent, celui-ci commencé début juin ne parviendra à un degré suffisant de maturation qu'au mois d'octobre. Deux solutions dans ce cas s'offrent au cultivateur :

Première solution.

Enfouissement par un labour de fin de cycle. Après une culture de variété hâtive (arachide ou mil), pour la zone de Bambey, dans la première quinzaine d'octobre il est possible d'enfouir le fumier. Mais alors la date de la dernière pluie devient primordiale, car on considère le travail du sol profond possible pendant une période n'excédant pas 10 à 12 jours après la dernière pluie. En année favorable, comme en 1969, la dernière pluie importante étant survenue le 24 octobre, un labour d'enfouissement de fumier aurait été facilement réalisable. Par contre, les années où la fin de la saison des pluies survient aux premiers jours d'octobre, le labour d'enfouissement de fumier n'est pas réalisable, car les champs ne sont pas débarrassés des récoltes 10 jours après la dernière pluie. Dans ce cas, le cultivateur peut opter pour une deuxième solution.

Deuxième solution.

Il est possible de laisser le fumier fait, dans la stabulation, pendant toute la durée de la saison sèche afin de pouvoir l'enfouir au début de la saison des pluies suivante. Dans ce cas, il convient d'apporter une faible quantité de litière pendant la saison sèche. Cette litière non humidifiée ne se décomposera pas mais aura pour but de former un écran qui limitera l'évaporation de l'eau dans la couche de fumier fait. Lorsque les premières pluies de l'hivernage suivant surviendront, il sera possible d'enfouir le fumier devant une céréale (sorgho ou mil tardif, par exemple). La date de semis intervenant pour une part importante dans les rendements de l'arachide, il ne sera pas possible d'envisager de la reporter afin de pouvoir réaliser le labour d'enfouissement.

Solution de rechange.

Les années où le labour d'enfouissement n'est pas réalisable au moment où le fumier est fait, on peut envisager son incorporation au sol par un travail profond au canadien. Dans ce cas, le travail d'enfouissement est beaucoup plus rapide, par conséquent plus facilement réalisable dans le cadre d'un calendrier cultural intensif.

IV) QUANTITES ET QUALITES

A) QUANTITES

Dans une stabulation destinée à abriter 4 UBT, la production totale de fumier produit entre le 1^{er} juin et le 30 octobre a été de 5.310 kg. A cette quantité vient s'ajouter 370 kg de poudrette (mélange de petits fragments de paille et de fèces desséchés) constituant une mince couche superficielle, et 2.000 kg de terre humifère résultant de l'enrichissement de la terre en place (sous le fond de la fosse fumière) par lessivage d'une quantité importante d'acides organiques.

Si l'on ne tient compte que du véritable fumier (5.310 kg), la quantité produite par UBT et par jour est de 9 kg.

Par contre, si l'on y ajoute la poudrette (370 kg) et la terre humifère (2.000 kg), la quantité globale passe de 5.310 kg à 7.680 kg, soit 12.8 kg à 13 kg/UBT/jour.

Dans une expérimentation précédente, la quantité journalière produite au cours de l'année complète était de 20 kg par UGB. Il faut bien remarquer qu'il s'agissait à cette époque d'Unité de Gros Bétail (1 UGB = 500 kg) et non d'Unité de Bétail Tropical (1 UBT = 250 kg). L'Unité de Bétail Tropical n'a été définie qu'en 1969 par l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire (IEMVT).

En résumé, on peut donc espérer produire au Sénégal, pendant la saison des pluies par Unité de Bétail Tropical et par jour, 10 kg à 12 kg de fumier à 45 % de m.s.

B) QUALITES

Lorsqu'on fait un profil vertical de la masse de fumier contenue dans la fosse, on se rend compte que celle-ci n'est pas homogène. Il est possible d'y déterminer quatre strates dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

N°	Dénomination	Épais- seur en cm	Poids en kg	Poids spéci- fique	Description
I	Poudrette	8	370	210 kg/m ³	Poudrette sèche, pulvérulente en surface, constituée d'un mélange de déjections solides desséchées et de petits débris de paille. Couche formée après l'arrêt de l'irrigation.
II	Fumier	12	* 5.310	976 kg/m ³	Couche intermédiaire brun clair à brun foncé, compacte, humide. On note la présence de débris végétaux de 8 à 15 cm, en cours de décomposition.
III	Fumier	22			Couche inférieure, brun foncé à noir, très compacte, humide. On note également la présence de débris végétaux plus petits (3 à 6 cm) et plus fins que ceux de la couche intermédiaire.
IV	Terre humifère	10	2.000	1.250 kg/m ³	Couche profonde, située sous le niveau inférieur de la fosse fumière, couleur noirâtre, structure très compacte, humide. Cette couche est constituée par l'enrichissement du sol en place, grâce au lessivage de substances organiques par l'eau d'irrigation.

Lors du prélèvement en place des échantillons à analyser, il a été possible de distinguer une couche intermédiaire et une couche inférieure. Pratiquement, au moment de l'extirpation et des pesées, la séparation des deux couches s'est révélée impossible car leurs limites respectives n'étaient pas suffisamment nettes.

1) RÉSULTATS D'ANALYSES

QUANTITÉS D'ÉLÉMENTS RAPPORTÉS À LA MATIÈRE SÈCHE

	Azote en %	P ₂ O ₅ en g/100 g m.s.	K ₂ O en g/100 g m.s.	CaO en g/100 g m.s.	MgO en g/100 g m.s.	Cendres totales % m.s.	Cendres insolubles % m.s.	Humidité %
Couche I	1,50	0,496	2,483	1,428	1,220	15,9	7,4	21,1
Couche II	1,45	0,454	2,020	1,288	0,360	54	47,3	57,4
Couche III	1,28	0,404	1,189	0,868	0,580	60,3	55,4	66,2
Couche IV	0,72	0,291	0,850	0,616	0,460	86,8	82,5	37,4

Ces résultats nous montrent tout d'abord la présence dans les couches I, III, IV d'une grande proportion de cendres insolubles. Ces cendres insolubles sont constituées par de la silice, soit d'origine végétale (7 % environ dans les pailles de mil et sorgho), soit d'origine extérieure. Si cette forte proportion de silice est normale dans la couche IV (couche située en dessous du niveau inférieur de la fosse fumière), elle est, par contre, anormale dans les couches II et III. On peut donc en déduire que l'eau d'irrigation recueillie dans un impluvium en terre de termitière entraîne avec elle une quantité non négligeable d'éléments fins qui s'accumulent dans le fumier. Afin de pouvoir comparer la valeur des différentes couches, il paraît donc logique de rapporter les teneurs en divers éléments non plus à la matière sèche totale, mais à la matière sèche de laquelle on soustrait la silice d'origine extérieure. Le cas de la couche IV est particulier puisqu'il s'agit là d'un enrichissement du sol en place par lessivage des couches de fumier qui le recouvrent.

QUANTITÉS D'ÉLÉMENTS RAPPORTÉS À LA MATIÈRE SÈCHE
MOINS LA SILICE D'ORIGINE EXTÉRIEURE

N° des couches	Teneurs				
	Azote %	P ₂ O ₅ en g/100 g m.s.	K ₂ O en g/100 g m.s.	CaO en g/100 g m.s.	MgO en g/100 g m.s.
Couche I	1,50	0,49	2,49	1,43	1,22
Couche II	2,42	0,76	3,33	2,16	0,60
Couche III	2,48	0,78	2,30	1,68	1,12
Couche IV	2,93	1,18	2,46	2,5	1,88

On constate, d'après les résultats d'analyses mentionnés dans ce tableau, une diminution de la teneur en K₂O et en CaO de la couche III par rapport à la couche II. Ceci pourrait s'expliquer de la façon suivante.

Dans le tableau qui suit (stade d'évolution des matières organiques), l'examen des quantités de matières humiques totales montre une teneur de 60 % plus élevée dans la couche II. Le pouvoir fixateur étant lié à la teneur en matières humiques, il semble normal que la richesse en cations soit plus importante dans la couche II. Si cette hypothèse est confirmée pour Ca et K, on observe, par contre, une élévation relative du taux de Mg, inexplicée.

STADE D'ÉVOLUTION DES MATIÈRES ORGANIQUES

N° des couches	Teneurs				
	Acides fulviques % m.s.	Acides humiques % m.s.	Matières humiques totales % m.s.	Rapport 1/2	Teneur en mat. hum. tot. rapport à la m.s.- SiO ₂
Couche I	1	2	3		
Couche I	3,1	1,6	4,7	1,9	4,7 %
Couche II	1,9	1,1	3,0	1,7	6,7 %
Couche III	0,9	0,9	1,8	1,0	4,5 %
Couche IV	0,9	0,4	1,3	2,2	9,9 %

2) COMMENTAIRES

COUCHE I

On peut considérer que la composition de cette couche superficielle, peu décomposée, correspond à la composition de la paille d'origine à laquelle viennent s'ajouter les déjections solides desséchées au soleil. Sa composition chimique peut donc servir de référence pour la comparaison de l'évolution des matières organiques des autres couches.

COUCHE II

On constate un enrichissement relatif en matières humiques totales peu polymérisées. Le rapport acides fulviques/acides humiques = 1,7 montre la prédominance des acides fulviques à poids moléculaire peu élevé. Il s'agit là d'un stade d'évolution primaire des matières organiques. Par contre, la quantité de matières humiques totales est plus importante que dans la couche III.

COUCHE III

Il se révèle un enrichissement relatif en acides humiques. Le rapport acides fulviques/acides humiques = 1 montre une évolution des substances organiques vers des acides humiques à poids moléculaire beaucoup plus élevé. Il semblerait donc que, du point de vue de l'évolution des matières organiques, cette qualité de fumier soit supérieure à celles des deux couches précédentes.

COUCHE IV

Le niveau de cette couche se situant en dessous du niveau inférieur de la fosse humière, on note là un enrichissement très net du sol en place. L'enrichissement constaté en matières humiques totales, avec prédominance des acides fulviques, paraît être consécutif à l'entraînement des acides fulviques (plus facilement dissous) par l'eau d'irrigation. Il est donc logique de les retrouver en quantité importante, en profondeur.

Il a été signalé l'impossibilité d'extirper et peser séparément les couches II et III. Afin de pouvoir tout de même donner les quantités d'éléments apportées par ce fumier, il a été tenu compte, dans le calcul, des proportions des couches II et III évaluées d'après les hauteurs respectives de chaque couche (approximativement un tiers pour la couche II, deux tiers pour la couche III), ceci en admettant une densité sensiblement identique des deux couches.

QUANTITÉ D'ÉLÉMENTS FERTILISANTS APPORTÉS PAR CE FUMIER
(les 4 couches étant confondues, proportionnellement, au pourcentage représenté par chacune d'entre elle)

	Azote en kg		P ₂ O ₅ en kg		K ₂ O en kg		CaO en kg		MgO en kg	
	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais
Couche I	1,249	0,98	0,413	0,33	2,068	1,63	1,189	0,93	1,016	0,80
Couches II, III	7,421	2,72	2,343	0,86	8,180	3,00	5,624	2,06	2,823	1,03
Couche IV	2,577	1,63	1,040	0,66	3,043	1,93	2,205	1,40	1,646	1,04
Total pour 1.000 kg sec et frais	11,247	5,33	3,796	1,85	13,291	6,56	9,018	4,39	5,485	2,87

En résumé, une tonne de ce fumier frais restituée au sol (en kg) :

azote	5,33
P ₂ O ₅	1,85
K ₂ O	6,56
MgO	2,87
CaO	4,39

Un apport de dix tonnes de ce fumier frais à l'hectare restituerait donc au sol, comparativement à la fumure faible mil vulgarisée (150 kg/ha de 14-7-7) :

azote	53 kg, soit 2,5 fois plus que la fumure faible mil vulgarisée.
P ₂ O ₅	18,5 kg, soit 1,75 fois plus que la fumure faible mil vulgarisée.
K ₂ O	65,6 kg, soit 6 fois plus que la fumure faible mil vulgarisée.

A titre indicatif, on peut citer les quantités d'éléments nutritifs (N. P. K) mobilisées par diverses cultures et les quantités de fumier qu'il conviendrait d'apporter afin de compenser cette mobilisation. En fait, il faut préciser que les quantités d'éléments véritablement exportés sont beaucoup plus faibles si les pailles de céréales sont brûlées sur place.

Cultures	Rendements (kg/ha)	Exportations		Quantité de fumier nécessaire (t de frais/ha)
		Eléments	Poids (kg)	
Mil sanio	2.500	N	129	24,2
		P ₂ O ₅	30	16,2
		K ₂ O	33	5
Mil souna	2.500	N	100	18,8
		P ₂ O ₅	50	27
		K ₂ O	50	7,6
Sorgho SH 60	3.000	N	100	18,8
		P ₂ O ₅	21	11,4
		K ₂ O	51	7,8
Maïs	5.000	N	130	24,4
		P ₂ O ₅	60	32,4
		K ₂ O	105	16
Arachide 28-206	2.500	N	125	23,5
		P ₂ O ₅	23	12,4
		K ₂ O	60	9,1

On constate que la production de fumier d'hivernage de 4 UBT (7,6 t) ne permet de restituer qu'une faible partie des éléments mobilisés par un hectare de culture, sauf dans le cas de la potasse.

Ceci démontre que la sédentarisation partielle du troupeau pour la traction bovine ne peut laisser espérer une production suffisante de fumier. Par contre, la sédentarisation plus poussée (élevage de rente + élevage de traction) alliée à un investissement minimum et à une technicité plus grande de l'agriculteur sénégalais peut être un moyen important pour l'amélioration du niveau de fertilité des sols tropicaux.

CONCLUSION

Ce compte rendu de trois années d'études, pour la réalisation d'un fumier agronomiquement valable, a voulu démontrer qu'il n'existe pas d'obstacle majeur pouvant condamner sans appel la fabrication du fumier en zone tropicale sèche. Par contre, ce travail débouche sur des inconnues concernant l'utilisation de ce fumier et notamment pour l'insertion de la technique d'incorporation au sol dans le calendrier cultural.

Nous avons constaté que le délai imparti à l'enfouissement du fumier est extrêmement réduit compte tenu des contraintes liées au fumier lui-même (qualité différente en fonction de l'époque de fabrication) et des contraintes liées au système cultural dans lequel on désire intégrer cette technique.

Il s'agit donc, dès maintenant, d'étudier les techniques agronomiques induites par l'utilisation du fumier, non plus pour démontrer l'intérêt de celui-ci, mais pour permettre leur insertion judicieuse dans le calendrier cultural.

De nombreuses combinaisons sont à envisager, il convient de déterminer les plus intéressantes.

S'agissant de la diffusion dans le milieu de la technique de fabrication proprement dite d'un fumier de qualité, il va sans dire que celle-ci se heurtera à des difficultés d'ordre pratique, pécuniaire et surtout psychologique. L'étude de ces problèmes a commencé en 1970 dans les Unités expérimentales du Sine-Saloum. Un indice encourageant réside dans l'afflux de demandes de renseignements émanant de cultivateurs utilisant la traction bovine.

Mais celles-ci donneront-elles lieu à des réalisations concrètes ?

Souhaitons que ce compte rendu, accessible à tous, puisse y contribuer.