

DECOMPOSITION ET HUMIFICATION DES RESIDUS VEGETAUX
DANS UN AGRO-SYSTEME TROPICAL

I - Enfouissements pendant quatre années successives
d'un compost de paille de mil dans un sol sableux
cultivé du Sénégal

1ère PARTIE - Bilans du carbone et influence
des doses d'engrais azotés

par

Masthan
C. FELLER, M. CHEVAL
ORSTOM, Centre de DAKAR
(Sénégal)

F. GANRY
I.R.A.T., C.N.R.A.
de Bambey
I.S.R.A.
(Sénégal)

DAKAR - BAMBEY

MARS 1977

DIFFUSION RESTREINTE

Ce document ne constitue pas une publication.
Il ne doit faire l'objet d'aucun compte-rendu ou
résumé, ni d'aucune citation sans l'autorisation
de l'O.R.S.T.O.M.

17 FEV. 1988

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 21544

46 Cote : B M

DECOMPOSITION ET HUMIFICATION DES RESIDUS VEGETAUX
DANS UN AGRO-SYSTEME TROPICAL

I - Enfouissements pendant quatre années successives
d'un compost de paille de mil dans un sol sableux
cultivé du Sénégal

1ère PARTIE - Bilans du carbone et influence
des doses d'engrais azotés

par

C. FELLER, M. CHEVAL
ORSTOM, Centre de DAKAR
(Sénégal)

F. GANRY
I.R.A.T., C.N.R.A. de Bambey
I.S.R.A. (Sénégal)

R E S U M E

Après une présentation générale, les auteurs rapportent les principaux résultats concernant un bilan simple du carbone, dans un sol cultivé du Sénégal, à la suite de quatre années successives d'enfouissement d'une paille de mil compostée (10t/ha/an), en présence ou non de différentes doses d'azote minéral.

L'enrichissement en carbone est d'autant plus élevé que la dose d'azote est forte et porte essentiellement sur les "matières organiques libres de taille inférieure à 2 mm" et sur la "fraction humifiée (fraction liée)". Cet enrichissement peut atteindre 140 % aux fortes doses d'azote et est de l'ordre de 100 % aux doses moyennes. Aucun effet n'est observé sur les résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm.

/...

En l'absence de fumures minérale et azotée, on assiste, avec l'apport de compost, à une diminution du stock organique du sol qui porte essentiellement sur la fraction humifiée.

Enfin, les différentes doses d'azote n'exercent aucun effet sur le bilan organique du sol en l'absence d'apports de paille compostée.

1 - PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE

De nombreuses études (*) ont mis en évidence, pour la zone tropicale sèche, l'extraordinaire rapidité de dégradation des sols, à la suite du défrichement de la végétation naturelle et de la mise en culture. Le maintien, et/ou l'amélioration durable de la fertilité de ces sols est un objectif essentiel de la recherche agronomique tropicale.

Les recherches entreprises depuis plusieurs années par l'I.R.A.T. sur ce vaste programme (PICHOT, 1975) ont mis en évidence l'importance de la matière organique dans le maintien de cette fertilité, et débouchent sur la recherche de techniques permettant d'accroître et de stabiliser le stock organique des sols cultivés de cette région.

En effet, et particulièrement pour les sols sableux, la matière organique constitue, un facteur d'amélioration des propriétés physiques du sol, une réserve d'éléments nutritifs, et, permet, parfois, par des mécanismes spécifiques encore mal élucidés, l'augmentation des rendements culturaux par rapport aux seuls apports d'engrais chimiques.

Dans cette optique l'I.R.A.T. a mis en place en divers pays d'Afrique (en 1971, au Sénégal) un réseau d'essais dits essais "Rôle spécifique de la matière organique" consistant en l'application de doses croissantes d'azote en présence ou en absence de matière organique (compost au Sénégal).

L'objectif de l'I.R.A.T. en ce qui concerne ces essais était, en outre, l'établissement de données pour l'étude de la rentabilité des fumures azotées et la création à moyen terme (5 ans) d'un matériel "sol" à différents niveaux de fertilité. Cette différenciation agronomique du

/...

(*) Pour le Sénégal, on peut citer les travaux de BOUYER (1959), DOMMERGUES (1956), FAUCK et al. (1969), FELLER et MILLEVILLE (1976), SIBAND (1974).

sol a été possible grâce à l'application combinée de la fumure azotée et de l'amendement organique. A l'issue de cette expérimentation, on dispose donc à volonté d'une gamme d'échantillons de sol, représentatifs d'un gradient de fertilité azotée du sol et pouvant être soumis, dans un but déterminé, à certaines déterminations physico-chimiques nécessaires à une meilleure connaissance des mécanismes.

La présente étude a été réalisée sur les échantillons de sol prélevés à l'issue des cinq ans d'expérimentation agronomique. Elle illustre les enseignements qu'il est possible de tirer à partir d'analyses de carbone sur différentes fractions organiques.

Pour une écologie donnée, le traitement idéal à déterminer, en ce qui concerne les bilans humiques (choix des apports organiques et des techniques culturales), est celui répondant, surtout, aux trois critères suivants :

- le rapport humification/décomposition est le plus élevé possible;
- les composés organiques résiduels et/ou néoformés présentent une grande stabilité;
- les produits de la décomposition n'exercent pas d'effets toxiques vis à vis des plantes cultivées.

Cette étude sera donc orientée vers :

- 1 - l'établissement de bilans de matière organique;
- 2 - l'étude des processus de décomposition des résidus végétaux enfouis;
- 3 - l'étude des processus d'humification;
- 4 - l'étude de la stabilité de la matière organique des sols.

Dans cette première partie nous étudierons l'enrichissement en matière organique d'un sol à la suite de l'enfouissement, pendant quatre années successives, d'un compost de paille de mil.

En outre, nous examinerons l'influence de différentes doses d'engrais azotés sur le bilan du carbone de cet essai.

2 - CADRE DE L'ETUDE

L'essai au champ a lieu en parcelles expérimentales du Centre National de Recherches Agronomiques de Bambey (I.S.R.A., Sénégal) et est suivi, par l'un de nous (F.G.), depuis cinq ans, sur le plan de l'analyse des rendements, des bilans d'azote et de l'évolution de la fertilité sous culture continue de céréale.

Cet essai est appelé "Rôle spécifique de la matière organique".

Nous rappelons brièvement, les principales caractéristiques du milieu.

Le climat est du type sahélo-soudanien, marqué par une seule saison des pluies entre juin et octobre avec un maximum de pluviosité au mois d'août. La pluviométrie moyenne sur 40 ans est d'environ 650 mm.

Le modelé est celui de vieilles dunes fixées, très aplanies.

Le sol est, selon la classification française, un "sol ferrugineux tropical peu lessivé sur matériau sableux" appelé localement "Dior". Il est très sableux (95 % de sables de 0 à 1 m), la fraction argileuse est essentiellement représentée par de la kaolinite. Les teneurs en matière organique sont très faibles, 0,3 à 0,5 % en surface. La capacité d'échange est de 2 à 3 meq/100 g et le taux de saturation de 50 %. Ces sols sont souvent carencés en azote, phosphore et potassium. Les principales caractéristiques de l'horizon 0 - 20cm du sol étudié peuvent être consultées en annexe (tableau 1).

/...

Le schéma expérimental complet est décrit par GANRY et al. (1974).

La présente étude porte sur huit sous-parcelles de 9 x 6 m ayant reçu ou non du compost et différentes doses d'engrais azotés. Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Le compost est fabriqué en fosses à partir d'une paille de mil broyée (résidus d'environ 2 à 5 cm de longueur). Des couches de paille humide sont intercalées avec de minces lits de fumier qui sert d'inoculum. La durée du compostage est de 4 à 6 mois et le rapport C/N passe de 45 environ pour la paille de départ, à 20 pour le compost.

| traitement (*) | fumure minérale d'entretien (P,K,S) | fumure azotée Kg/ha | apports de compost |
|----------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1A | non | 0 | oui |
| 1S | oui | 0 | non |
| 2A | oui | 0 | oui |
| 2S | oui | 0 | non |
| 4A | oui | 60 | oui |
| 6A | oui | 120 | oui |
| 7A | oui | 150 | oui |
| 7S | oui | 150 | non |

(*) A signifie : avec apports de compost

S signifie : sans apports de compost

Le compost, apporté chaque année en fin de cycle (octobre), est enfoui par un labour profond à environ 20 cm en même temps que les quelques résidus de la récolte passée (tiges de mil non exportées). Les sous-parcelles (1) ont reçu pour les années 1972, 1973, 1974 et 1975, respectivement, 9.3, 10.0, 15.0 et 9.3 T/ha de matières sèches. Sur les

/...

sous-parcelles (S), seuls les résidus de la récolte passée sont annuellement enfouis par labour.

En 1976, date à laquelle est effectué ce travail, aucun apport de compost n'a accompagné le labour de fin de cycle, si bien que les prélèvements étudiés ici permettent de faire le bilan organique de quatre années de culture, avec, et sans apports de compost.

3 - PRELEVEMENTS ET METHODES D'ANALYSE

3.1. - Prélèvements

L'échantillon de sol prélevé est fractionné en :

- résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm (fraction ML 1),
- résidus végétaux de taille inférieure à 2 mm (fraction ML 2),
- sol débarrassé de l'ensemble des matières organiques libres ML 1 et ML 2, et appelé "fraction liée" (FL).

Par suite de la technique d'enfouissement utilisée (labour), la distribution spatiale de la matière organique est extrêmement hétérogène, et nous a obligé à une étude statistique préalable (voir annexe) pour déterminer l'importance des prélèvements à effectuer sur chaque traitement. Celle-ci a montré que 60 prélèvements à la bêche sur une profondeur d'environ 20 cm sont nécessaires pour estimer le poids de résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm (fraction ML1) avec un intervalle de confiance d'environ 16 % à la probabilité $P = 0,05$.

Les prélèvements sur chaque traitement, portent sur, environ, 240 Kg de sol et ont été effectués après le labour de fin de cycle (décembre 1976).

/...

3.2. - Fractionnement de la matière organique

Débris végétaux de taille supérieure à 2 mm :
fraction ML1 (matières organiques libres n° 1)

L'ensemble de l'échantillon de sol, environ 240 Kg, est tamisé à sec à 2 mm. Le refus du tamis est ensuite débarassé des sables par flottation dans l'eau, séché à 50° pendant 4 jours, pesé, puis broyé finement (fraction ML1).

L'humidité de l'échantillon est déterminée par séchage à l'étuve à 105° pendant 24 heures et la teneur en cendres par calcination au four à 750° pendant 4 heures.

Le carbone est dosé par voie sèche au carmographe et exprimé en pour mille du poids de sol.

Débris végétaux de taille inférieure à 2 mm :
fraction ML2 (matières organiques libres n° 2)

2 Kg du sol tamisé à 2 mm et débarassé de la fraction ML1, sont mis à décanter par fractions successives dans environ 10 litres d'eau. Les résidus végétaux de taille inférieure à 2 mm sont alors séparés par flottation (*), séchés à 50° pendant 4 jours, pesés, puis broyés finement (fraction ML2). Ils sont ensuite traités de façon identique à ML1.

Fraction humifiée de la matière organique :
"fraction liée" FL

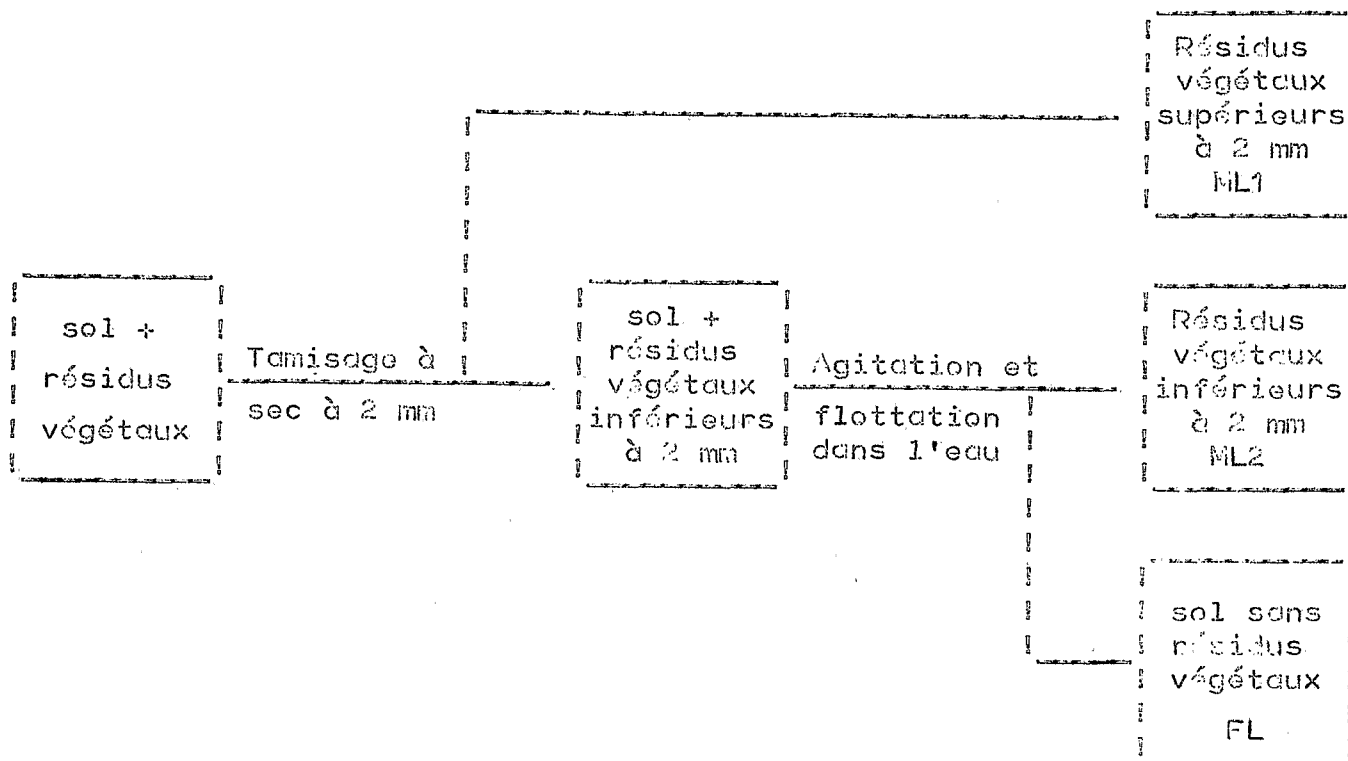
Le résidu de sol après séparation à l'eau de ML2 (*) est séché, broyé à 0,5 mm, et, sur cette fraction (FL), le carbone est dosé.

/...

(*) Par agitation du sol sous eau et décantations successives, on arrive, dans ces sols sableux, à récupérer la quasi-totalité des résidus végétaux de taille inférieure à 2 mm même si leur densité est supérieure à 1.

(*) Lors de la séparation de ML2, la fraction argileuse restant en suspension dans l'eau est floculée par

Le schéma ci-dessous résume les principales étapes du fractionnement.



4 - RESULTATS

Les résultats détaillés peuvent être consultés en annexe (tableaux 4 et 5) et sont schématisés ci-dessous sur les figures 1 et 2.

La figure 1 permet de suivre les variations absolues des teneurs en carbone et la figure 2 d'apprécier les variations relatives des différentes fractions des traitements avec compost par rapport au carbone total des traitements sans compost.

addition de HCl au 1/2 jusqu'à pH 2.0. Après décan-
tation, centrifugation et lavages à l'eau, cette
fraction est récupérée et jointe au reste du sol.

FIG.1 - BILANS DU CARBONE EN FONCTION DE DOSES CROISSANTES D'AZOTE

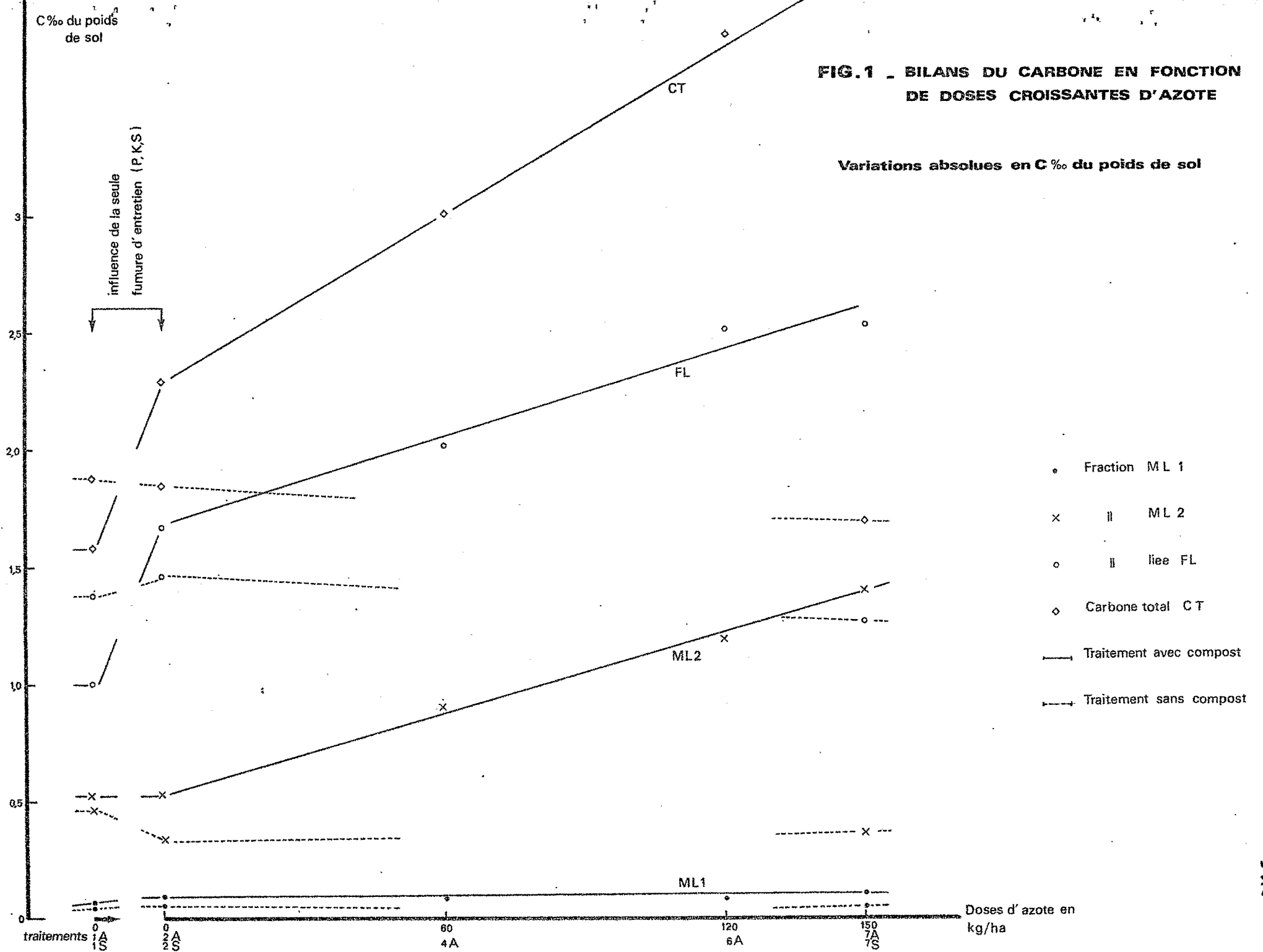
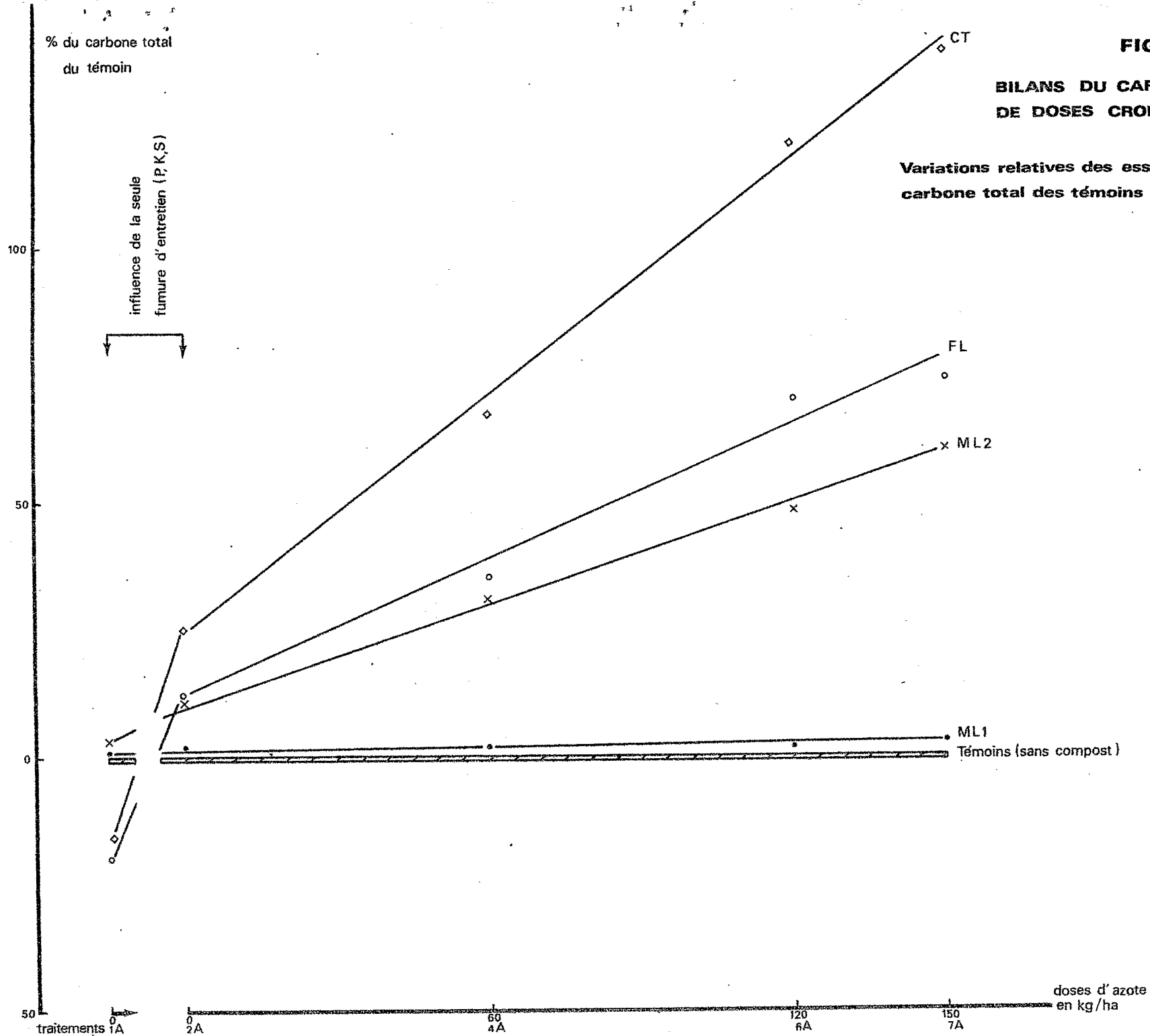


FIG.2

BILANS DU CARBONE EN FONCTION DE DOSES CROISSANTES D'AZOTE

Variations relatives des essais avec compost en % du carbone total des témoins (essais sans compost)



4.1. - Proportions relatives des différentes fractions

Les fractions ML1 ne représentent que 2 à 3 % du carbone total alors que les fractions ML2 (20 à 35 %) et FL (60 à 80 %) en constituent l'essentiel.

Bien que l'apport de matière organique soit effectué sous la forme de résidus végétaux supérieurs à 2 mm (ML1), ceux-ci disparaissent pratiquement au cours de la saison des pluies, et ne participent, finalement, au bilan du carbone, sous leur taille initiale, que pour une part infime.

4.2. - Evolution des différentes fractions en fonction des traitements

De l'observation des figures 1 et 2 il ressort que :

- 1°) pour les témoins sans compost, les teneurs en carbone des différentes fractions restent constantes quelque soient les doses d'azote et de fumure minérale (traitement 1S, 2S, 7S);
- 2°) hormis le traitement 1A pour lequel on observe une diminution de la fraction liée et du carbone total par rapport au témoin (v. fig. 2), dans les autres cas, le compost enrichit le sol en carbone dans toutes les fractions;
- 3°) on note un effet spectaculaire de l'azote sur les fractions ML2 et FL des traitements avec compost, puisque la variation du carbone apparaît proportionnelle à la dose d'azote. L'augmentation va jusqu'à 140 % pour la dose 150 Kg/ha, et représente 100 % à la dose 90 Kg/ha qui est souvent retenue dans les études de fertilité pour les sols du C.N.R.A. de Bambey. Aucune variation, par contre, n'est observée pour la fraction ML1 et l'augmentation par rapport au témoin est très faible;

/...

4°) même sans azote, le compost associé à la seule fumure minérale d'entretien (P, K, S) permet l'accroissement de 25 % du carbone total (v. fig. 2, traitement 2A). Par contre, l'apport de compost en l'absence de fumures minérales et azotées (v. fig. 2, traitement 1A), entraîne une diminution notable de la fraction liée FL et donc du carbone total (les fractions ML1 et ML2 restant à peu près constantes).

5 - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

De l'ensemble des résultats se dégagent les faits suivants :

- 1°) dans le cadre de cette expérience, l'amélioration du stock organique nécessite un amendement organique (compost en l'occurrence). Toutefois, celui-ci doit être, au minimum, associé à une fumure minérale d'entretien, sinon l'effet inverse à celui attendu est observé, puisqu'il y a diminution du carbone total;
- 2°) l'enrichissement en carbone apparaît d'autant plus grand que l'enfouissement est combiné à des apports azotés importants. Diverses hypothèses peuvent être invoquées pour interpréter cet effet, parmi lesquelles :

a) le rôle nutritionnel du compost

En l'absence d'azote et de fumure minérale, le compost fonctionne comme une réserve d'éléments nutritifs pour la microflora (*) et son rôle humificateur

/...

(*) Le compost utilisé contient 12% d'azote et un enfouissement de 10T/ha correspond donc à un apport azoté d'environ 120 Kg/ha. On sait par ailleurs (SIBAND et GANRY, 1970), que le compost ne participe que faiblement, en absence de fumure azotée, à la nutrition de la plante et seule la nutrition microbienne est à prendre ici en considération.

est négatif (traitement 1A) ou faible (traitement 2A). Par contre, en présence de forts apports minéraux, les besoins azotés de la microflore sont assurés en partie par l'engrais et les processus d'évolution du compost sont alors orientés vers l'humification plutôt que vers la minéralisation.

b) le rôle protecteur de l'azote

La présence d'azote permet la synthèse de composés humiques stables, à la surface ou au sein même des végétaux, qui peuvent exercer un effet protecteur vis à vis de l'action minéralisatrice de la microflore.

- 3°) les fractions bénéficiaires sont les deux fractions les plus humifiées (ML2 et FL), la fraction ML1 n'intervenant pratiquement pas dans les bilans de carbone.

Ces premiers résultats, relativement spectaculaires (multiplication par deux des teneurs en carbone aux fortes doses d'azote) dans les conditions tropicales où les phénomènes de minéralisation sont intenses, incitent à formuler un certain nombre de questions, à savoir :

- 1°) quelle est la stabilité de la matière organique formée, ou, en d'autres termes, quelle sera le temps nécessaire pour revenir au statut organique de départ si l'on cesse les apports de compost ?
- 2°) pour un objectif donné, par exemple, amélioration de x % du stock organique, défini en fonction de critères de fertilité, quelle est la relation optimale, temps x doses de compost x doses d'azote, à déterminer ?
- 3°) les mêmes objectifs peuvent-ils être atteints avec d'autres substrats, et, corrélativement, quel est le rôle du substrat sur les processus évolutifs de la matière organique ?

La suite donnée à cette étude doit permettre de répondre, tout au moins en partie, à ces questions.

B I B L I O G R A P H I E

BOUYER (S.) - 1959

Etude de l'évolution du sol dans un secteur de modernisation agricole au Sénégal.
CCTA, IIIe Conf. Interaf. des sols, Dakar, Vol. II, pp. 841-850.

DOMMERGUES (Y.) - 1956

Etude de la biologie des sols des forêts tropicales sèches et de leur évolution après défrichement. 6e Congr. de Sciences du Sol, Paris, Vol.5, n° 98, pp. 605-610.

FAUCK (R.), MOUREAUX (C.), THOMANN (C.) - 1969

Bilan de l'évolution des sols à Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. L'Agron. Trop., Vol. XXIV, n° 3, pp. 263-301.

FELLER (C.), MILLEVILLE (P.) - 1976

Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal-Oriental). ORSTOM, Centre de Dakar, Rapp. multigr. 38 p.

GANRY (F.), BIDEAU (J.), NICOLI (J.) - 1974

Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique sur le rendement et la valeur nutritionnelle d'un mil Souma III. L'Agron. Trop., Vol. XXIX, n° 10, pp. 1006-1015.

PICHOT (J.) - 1975

Le rôle de la matière organique dans la fertilité du sol. L'Agron. Trop., Vol. XXX, n° 2, pp. 170-175.

SIBAND (P.) - 1974

Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. L'Agron. Trop., Vol. XXIX, n° 12, pp. 1228-1248.

SIBAND (P.), GANRY (F.) - 1976

Application de l'analyse d'extraits de tissus conducteurs à l'étude de l'essai d'un compost sur une culture de mil.
C.R. 4e Colloque Intern. sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées, GAND.

ANNEXE

I - Principales caractéristiques analytiques de l'horizon 0.20 cm du sol de l'essai "rôle spécifique de la matière organique" (d'après CANRY et al., 1974).

TABLEAU 1

| | |
|-----------------------------------|------|
| - Granulométrie | |
| % | |
| argile + limon | 4.5 |
| sables totaux | 95.1 |
| - carbone total ‰ | 2.83 |
| - azote total ‰ | 0.19 |
| - complexe absorbant en meq/100 g | |
| Ca | 0.7 |
| Mg | 0.2 |
| Na | 0.04 |
| K | 0.05 |
| Somme = S | 0.99 |
| Capacité d'échange = T | 1.8 |
| S/T x 100 | 55 |
| - pH eau 1/2.5 | 5.3 |

II - ETUDE STATISTIQUE DU NOMBRE DE PRELEVEMENTS A EFFECTUER

Compte tenu des techniques culturales pratiquées pour cet essai, le risque d'erreur le plus important est celui concernant l'estimation de la fraction NL1 (résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm obtenus par tamisage à sec) et l'effort statistique a donc porté sur cette fraction.

Nous nous sommes placés dans les conditions les plus défavorables (saison sèche, après enfouissement de compost) sur le traitement 2A.

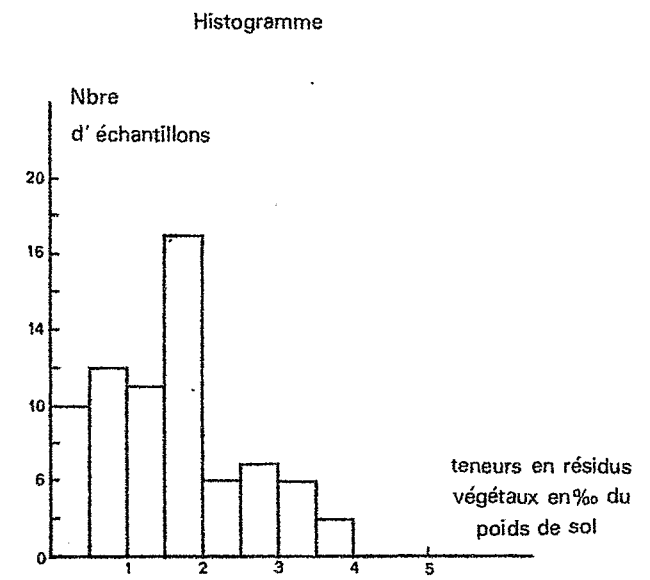
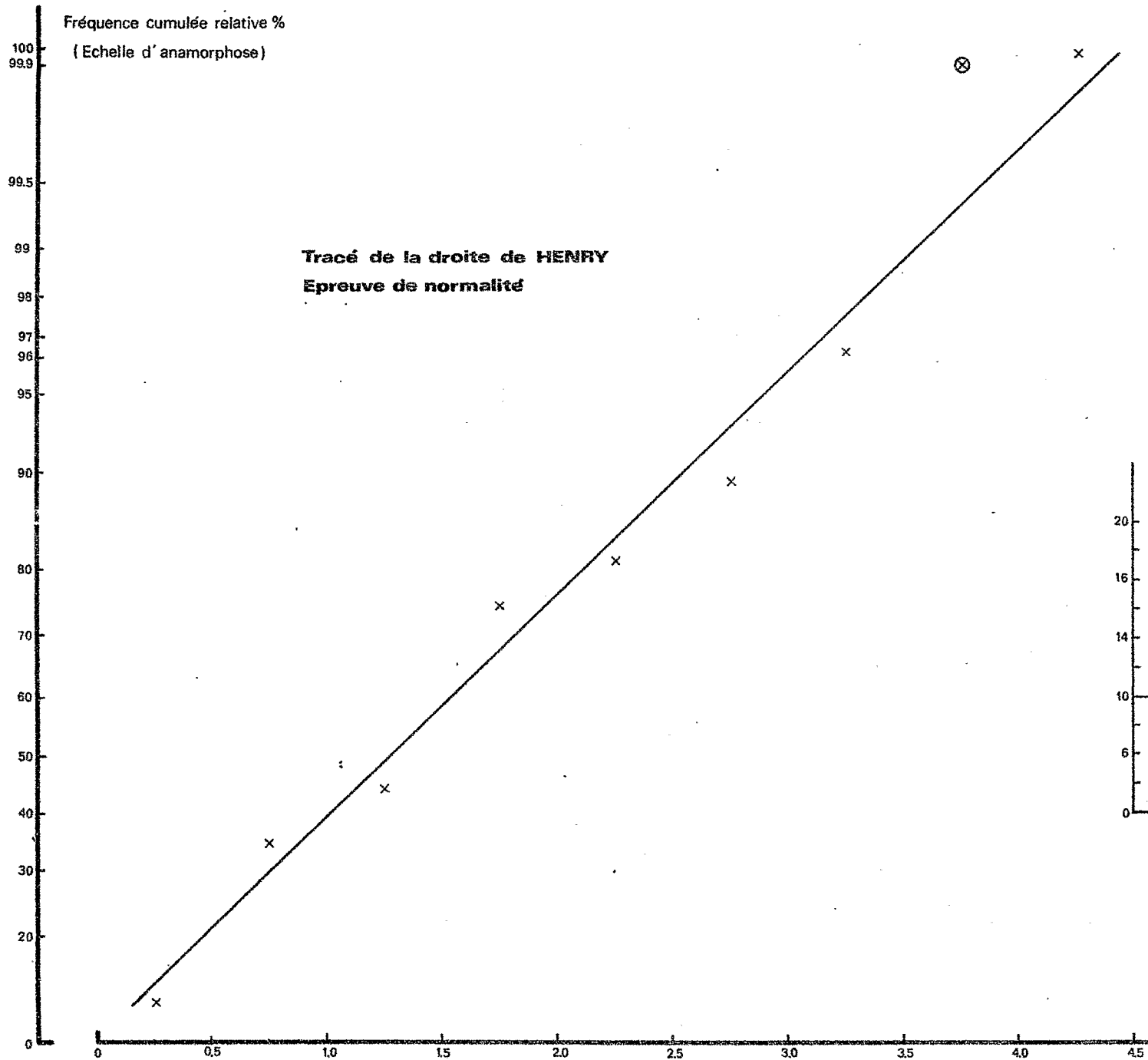
Nous avons effectué 64 prélèvements à la bêche (chaque prélèvement ramène environ 3 à 4 Kg de sol) sur une profondeur de 20 cm. Cinq échantillons, ayant des teneurs en résidus végétaux anormalement élevées par suite de la présence de plantules de tallage du mil ayant échappés au broyage préliminaire du compost, ont été éliminés. L'étude porte donc finalement sur 59 échantillons.

Les résultats apparaissant dans les tableaux 2 et 3, sont exprimés en pour mille de matière végétale récupérée par rapport au poids de sol, et sont regroupés en 9 classes de largeur égales à 0,5 ‰.

La figure ci-dessous présente l'histogramme ainsi que le tracé de la "droite de Henry" qui sert "d'épreuve de normalité" (*).

(*) D'après D. SCHWARTZ, (1963), in "Méthodes Statistiques à l'usage des Médecins et des Biologistes", Ed. Flammarion, Paris.

HISTOGRAMME ET ÉPREUVE DE NORMALITÉ SUR 59 PRÉLÈVEMENTS DU TRAITEMENT 2A



teneurs en résidus végétaux en ‰ du poids de sol (échelle arithmétique)

TABLEAU 2

Teneurs en résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm (x_i) exprimées en ‰ du poids de sol sur 59 prélèvements du traitement 2A.

| n° | x_i | x_i^2 | n° | x_i | x_i^2 |
|-------|-------|---------|--------|-------|---------|
| 1 | 2.78 | 7.73 | 31 | 3.83 | 14.67 |
| 2 | 3.16 | 9.93 | 32 | 0.22 | 0.05 |
| 3 | 0.71 | 0.30 | 33 | 0.20 | 0.04 |
| 4 | 1.63 | 2.66 | 34 | 1.38 | 1.90 |
| 5 | 1.54 | 2.37 | 35 | 0.89 | 0.78 |
| 6 | 0.73 | 0.53 | 36 | 0.44 | 0.19 |
| 7 | 0.64 | 0.41 | 37 | 1.03 | 1.06 |
| 8 | 3.07 | 9.42 | 38 | 0.46 | 0.21 |
| 9 | 0.38 | 0.14 | 39 | 1.62 | 2.62 |
| 10 | 1.51 | 2.23 | 40 | 0.47 | 0.22 |
| 11 | 0.70 | 0.49 | 41 | 1.56 | 2.43 |
| 12 | 1.04 | 1.08 | 42 | 1.73 | 2.99 |
| 13 | 2.35 | 5.52 | 43 | 2.13 | 4.54 |
| 14 | 2.39 | 5.35 | 44 | 0.74 | 0.55 |
| 15 | 0.80 | 0.64 | 45 | 0.15 | 0.02 |
| 16 | 1.49 | 2.22 | 46 | 2.03 | 4.12 |
| 17 | 1.79 | 3.20 | 47 | 1.51 | 2.28 |
| 18 | 2.50 | 6.25 | 48 | 1.02 | 1.04 |
| 19 | 1.30 | 1.69 | 49 | 1.08 | 1.17 |
| 20 | 2.42 | 5.86 | 50 | 1.07 | 1.14 |
| 21 | 3.02 | 9.12 | 51 | 1.80 | 3.24 |
| 22 | 2.89 | 8.35 | 52 | 3.67 | 13.47 |
| 23 | 3.42 | 11.70 | 53 | 1.30 | 1.69 |
| 24 | 0.07 | 0.005 | 54 | 1.71 | 3.03 |
| 25 | 0.25 | 0.06 | 55 | 1.34 | 3.39 |
| 26 | 0.36 | 0.74 | 56 | 1.32 | 3.31 |
| 27 | 0.23 | 0.05 | 57 | 1.64 | 2.69 |
| 28 | 1.20 | 1.44 | 58 | 1.95 | 3.80 |
| 29 | 1.53 | 2.50 | 59 | 1.46 | 2.13 |
| 30 | 2.45 | 6.00 | | | |
| TOTAL | 59 | 90.18 | 190.21 | | |

- moyenne estimée = 1.53 ‰
- variance estimée = 0.90
- écart-type estimé = 0.95 ‰
- intervalle de confiance de la moyenne = 0.24 ‰
- intervalle de confiance en % de la moyenne = 16 %

TABEAU 3

Distribution des teneurs en résidus végétaux de taille supérieure à 2 mm sur 59 prélèvements du traitement 2A.

| Limite des classes | Centro de classe | fréquence | fréquence cumulée | fréquence cumulée relative |
|--------------------|------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| 0 - 0.5 | 0.25 | 8 | 8 | 13.6 |
| 0.5 - 1.0 | 0.75 | 10 | 18 | 30.6 |
| 1.0 - 1.5 | 1.25 | 9 | 27 | 45.6 |
| 1.5 - 2.0 | 1.75 | 17 | 44 | 74.6 |
| 2.0 - 2.5 | 2.25 | 4 | 48 | 81.4 |
| 2.5 - 3.0 | 2.75 | 5 | 53 | 89.8 |
| 3.0 - 3.5 | 3.25 | 4 | 57 | 96.6 |
| 3.5 - 4.0 | 3.75 | 2 | 59 | 100.0 |
| 4.0 - 4.5 | 4.25 | 0 | 59 | |

Malgré l'allure dissymétrique de l'histogramme, l'"épreuve de normalité" indique que la distribution des prélèvements suit une loi à peu près normale puisque l'ensemble des points, avec l'échelle gaussienne des ordonnées, se répartissent selon une droite.

Il en résulte que, pour 60 prélèvements environ, et au risque 5 %, la moyenne obtenue, rapportée à un indice 100, présente un intervalle de confiance d'environ 16 %. Cette précision nous paraît acceptable et le nombre de 60 prélèvements par sous-parcelle (soit environ 240 Kg de sol) est retenu pour la comparaison des différents traitements.

III - DOSAGE DU CARBONE SUR LES DIFFERENTES FRACTIONS
ORGANIQUES DU SOL EN C ‰ DU POIDS DE SOL ET EN
‰ DU CARBONE TOTAL.

TABLEAU 4

| traitement n° | ML1 | | ML2 | | FL | | CT carbone total C ‰ |
|---------------|------|---------|------|---------|------|---------|-------------------------------|
| | C ‰ | % du CT | C ‰ | % du CT | C ‰ | % du CT | |
| 1A | 0.06 | 3.8 | 0.52 | 32.9 | 1.00 | 63.3 | 1.58 |
| 1S | 0.04 | 2.1 | 0.46 | 24.5 | 1.38 | 73.4 | 1.83 |
| 2A | 0.09 | 3.9 | 0.53 | 23.0 | 1.58 | 72.0 | 2.30 |
| 2S | 0.05 | 2.7 | 0.33 | 17.9 | 1.46 | 79.4 | 1.84 |
| 4A | 0.08 | 2.7 | 0.90 | 30.0 | 2.02 | 67.3 | 3.00 |
| 6A | 0.08 | 2.1 | 1.19 | 31.4 | 2.52 | 66.5 | 3.72 |
| 7A | 0.11 | 2.7 | 1.41 | 34.7 | 2.54 | 62.6 | 4.06 |
| 7S | 0.05 | 2.9 | 0.37 | 21.8 | 1.28 | 75.3 | 1.70 |

TABLEAU 5

Variations relatives en % des teneurs en carbone des traitements avec enfouissements par rapport au carbone total du témoin (traitement sans enfouissement).

Exemple de calcul pour la fraction liée FL de l'essai 1A

$$\% \text{ variation FL} = \frac{\text{C}\% \text{ FL (1A)} - \text{C}\% \text{ FL (1S)}}{\text{CT (1S)}} \times 100 =$$

$$\frac{1,00 - 1,30}{1,80} \times 100 = - 20,2$$

| traitement n° | ML1 | ML2 | FL | CT |
|------------------|-------|--------|--------|---------|
| 1A | + 1.1 | + 3.2 | - 20.2 | - 15.9 |
| 2A | + 2.2 | + 10.9 | + 12.0 | + 25.0 |
| 4A (*) | + 1.7 | + 30.6 | + 34.4 | + 66.7 |
| 6A (*) | + 1.7 | + 48.3 | + 70.4 | + 120.4 |
| 7A | + 3.5 | + 67.1 | + 74.1 | + 133.7 |

(*) Pour ces traitements les valeurs du témoin sont celles estimées par extrapolation des données de la figure 1.