

SOCIETE INTER CARAIBE POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES

XIV<sup>é</sup> CONGRES - GUADELOUPE MARTINIQUE -

27 JUIN - 2 JUILLET 1977

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

XIV<sup>th</sup> MEETING

MATIERE ORGANIQUE ET STABILITE STRUCTURALE

EN VERTISOLS IRRIGUES

ORGANISATION DU SYSTEME HUMIQUE

ORGANIC MATTER AND STRUCTURAL STABILITY

IN VERTISOLS UNDER IRRIGATION

HUMIC SYSTEM ORGANISATION

J.F. TURENNE

SOCIETE INTER CARAIBE POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES

XIV<sup>e</sup> CONGRES - GUADELOUPE MARTINIQUE -

27 JUIN - 2 JUILLET 1977

MATIERE ORGANIQUE ET STABILITE STRUCTURALE

EN VERTISOLS IRRIGUES

ORGANISATION DU SYSTEME HUMIQUE

J.F. TURENNE \*

-----

RESUME :

En vertisols irrigués, la stabilité structurale, améliorée par une culture intercalaire de sorgho, diminue lors de la mise en culture maraîchère. Le taux d'agrégats stables dépend du taux d'azote  $\alpha$  aminé présent dans la fraction humique de la matière organique.

Il existe une relation linéaire entre le Carbone des acides humiques et la quantité d'azote  $\alpha$  aminé, indiquant une organisation du système humique, caractéristique du milieu étudié, dont dépendent l'amélioration, le maintien ou la dégradation du potentiel agricole des vertisols.

ORGANIC MATTER AND STRUCTURAL STABILITY

IN VERTISOLS UNDER IRRIGATION

HUMIC SYSTEM ORGANISATION

J.F. TURENNE \*

SUMMARY :

The structural stability of irrigated vertisols, is ameliorated with an alternate sorgho cultivation ; it decreases when cultivated for food crops. The ratio of stable aggregates depends upon the ratio of  $\alpha$  aminated nitrogen in the humic fraction of organic matter.

The linear relation between the humic acids Carbon and  $\alpha$  aminated nitrogen, indicates a humic system organisation, which is characteristic of the vertisols. This organisation regulates amelioration, maintenance or degradation of agricultural potential of these soils.

\*Dr. es Sciences, Maitre de Recherche, OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE MER - B.P. 81 - 97 201 FORT DE FRANCE Cedex.

SOCIÉTÉ INTER CARAÏBE POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES

XIV<sup>È</sup> CONGRES - GUADELOUPE MARTINIQUE -

27 JUIN - 2 JUILLET 1977

MATIERE ORGANIQUE ET STABILITE STRUCTURALE

EN VERTISOLS IRRIGUES

ORGANISATION DU SYSTEME HUMIQUE

J.F. TURENNE \*

INTRODUCTION : (1)

Les phénomènes de polycondensation des substances humiques interviennent directement sur la constitution de la matière organique et sur diverses propriétés des sols : Capacité d'échange, rétention en eau, stabilité structurale. Nous avons montré dans un précédent travail (J.F. TURENNE 1976) que l'amélioration des qualités agronomiques des vertisols en particulier dépend étroitement de la nature et de l'abondance des composés azotés dans le sol ; Deux points en particulier méritent d'être soulignés :

- Le pourcentage d'agrégats stables est d'autant plus élevé que le pourcentage d'azote  $\alpha$  aminé dans l'extrait humique, dosé par la méthode BREMNER (1965) est plus élevé.

- Les composés azotés aminés ont une condensation croissante dans la fraction humique au fur et à mesure que la polycondensation se développe. (W. FLAIG, 1975) (H.W. SHARPENSEEL et E. KRUSE 1972). L'alternance assèchement - réhumectation conduit à une polycondensation plus forte des substances humiques.

L'amélioration des qualités agronomiques des vertisols passe donc par une connaissance de la dynamique de la matière organique et des formes azotées : plus généralement c'est la relation Carbone - Azote et les différents facteurs de l'humification qui doivent permettre de contrôler cette amélioration et de maintenir un haut niveau de potentialité agricole. A l'opposé le caractère durable de l'amélioration dépend de la biodégradabilité des composés formés.

Ce travail présente l'évolution de différentes parcelles améliorées par une culture intercalaire de sorgho, mises en culture maraîchère. Un certain nombre de situations sous culture légumière, ou en canne à sucre sont ajoutées dans la présentation des résultats, de manière à compléter l'échantillonnage. On examine successivement l'évolution de la stabilité structurale et du taux d'azote aminé, l'évolution des formes humiques et du taux d'azote  $\alpha$  aminé. En conclusion, un schéma de l'humification en vertisols est présenté, en liaison avec l'état de la stabilité structurale, ainsi qu'une organisation de la matière humique autour d'une relation caractéristique Carbone - Azote  $\alpha$  aminé.

(1) Ce travail a été mené dans le cadre d'une Convention d'études de la Direction Départementale de l'Agriculture de la Martinique.

I - MATERIEL ET METHODE :I - 1 : LES SOLS

La station d'essais de cultures irriguées de SAINTE ANNE (Martinique) est implantée sur vertisols magnésiens, type de sol dominant dans le futur périmètre irrigué du Sud - Est de l'île. Ses caractéristiques sont rappelées dans le tableau I (COLMET DAAGE et al. 1967).

TABEAU I

Vertisols de la région de SAINTE ANNE : Caractères analytiques

Prof. cm	Hor.	Arg.	Lim.	Sab.	C ‰	N ‰	C/N	Ca milliéquivalents	Mg milliéquivalents	K milliéquivalents	Na milliéquivalents	CE	pH eau
0-15	A	64	14	9,4	15	1,51	9,9	18,7	17,7	0,33	2,31	49	6,0
60-80	(B)	68	12	9,9	6,9	0,7	9,8	12,3	15,0	0,09	5,4	45	5,8

Le profil montre deux horizons :

- de 0 à 15cm, un horizon A brun, à larges fentes de retrait à l'état sec macro-structure en blocs grossiers supérieurs à 10cm, micro-structure polyédrique.

- de 15 à 80cm, un horizon (B) structural, à structure massive, marqué par des fentes de retrait. C'est un sol argileux, faiblement désaturé (taux de saturation 79%) à pH relativement acide (6).

Le pH diminue rapidement lors de la mise en culture : il est uniformément de 4,5 sur les parcelles étudiées, baisse liée à l'apport régulier d'engrais sous forme de sulfate d'ammonium et potassium.

Calcium et magnésium dominant dans le complexe absorbant, le sodium est relativement important pour ce type de sol ; l'argile est du type montmorillonite.

I - 2 : CLIMAT :

La pluviométrie sur la station est très variable (1973 : 771,4mm ; 1974 : 1 113mm ; 1975 : 913,7mm).

Il est fréquent d'observer de longues périodes sèches (ex. 1973) durant lesquelles les précipitations prennent la forme d'averses brutales.

L'évaporation d'une prairie de digitaria atteint 1 900mm/an ; elle est de l'ordre de 5 à 6mm/jour pendant les périodes les plus chaudes (mars à septembre) mais décroît jusqu'à 4mm/jour en novembre, décembre, janvier. Le déficit moyen annuel est de 700mm/an (Direction Départementale de l'Agriculture 1973).

L'irrigation est conduite de telle manière que les pertes par ETP sont compensées et tient compte (fig.1c) des besoins en eau selon les périodes de végétation des plantes.

### I - 3 : PRECEDENTS CULTURAUX :

Deux parcelles ont porté des cultures de sorgho en irrigué et en non irrigué durant 24 mois, puis ont été mises en cultures maraichère : tomates, melons, haricots verts. des prélèvements réguliers permettent de suivre l'évolution de la stabilité structurale après mise en culture. L'azote est apporté sous forme d'urée à 46%, en doses supérieures sur le sorgho (de l'ordre de 500 à 800 unités à l'année). Les cultures de tomates ont reçu 180 unités, les cultures de melon 180 unités, les cultures d'haricots verts 60 unités (fig. 1 a - b).

### I - 4 : METHODES :

Sur les échantillons séchés à l'air, le Carbone total est dosé par la méthode WAKLEY - BLACK.

La matière organique est partagée en deux fractions :

a) - Une fraction extraite par un mélange (pyrophosphate de NaO, 1M, soude 0,1N. L'extraction est menée jusqu'à épuisement des fractions solubles ; dans ce cas précis, deux extractions suffisent.

b) - Une fraction non extraite, résidu ou HUMINE.

Cette méthode permet d'extraire jusqu'à 70% du Carbone total, désigné par matière humique totale (MHT).

Sur l'extrait alcalin ainsi obtenu, acides fulviques et humiques sont séparés par acidification de la solution.

L'azote total est dosé par la méthode KJELDHAL.

Les formes azotées : elles sont obtenues à partir d'une hydrolyse HC1 6N (BREMNER 1965) : on dose N hexosamine, N amino acides, N ammonium.

### I - 5 : LA STABILITE STRUCTURALE :

On détermine les taux d'agrégats stables à l'eau (HENIN 1960) sans prétraitement, après prétraitement à l'alcool, après prétraitement au benzène. Ce taux représente le pourcentage d'agrégats stables compris entre 0,2 et 2mm. En l'absence de sables grossiers, ce pourcentage est pris ici comme critère de la stabilité structurale.

## II - LES RESULTATS : Tableau 2

### II - 1 : EVOLUTION DE LA STABILITE STRUCTURALE ET DES COMPOSES AZOTES EN CULTURE MARAICHERE :

La figure 1 permet de suivre l'évolution du taux d'agrégats et du taux d'azote  $\alpha$  aminé dans la fraction humique et dans la fraction humine (ou non extrait aux réactifs alcalins) à partir d'un niveau élevé, atteint pour ces deux variables après 24 mois de culture de sorgho, en irrigué (fig. 1a) ou sans irrigation (fig. 1b).

On constate une diminution rapide de la stabilité structurale dès la mise en culture. Corrélativement, on constate une diminution de la teneur en formes N  $\alpha$  aminé, et ceci dans la fraction humique ; les teneurs dosées dans la partie non extraite étant sensiblement constantes.

Cette évolution est notée aussi bien après une culture de sorgho irriguée, qu'après une culture de sorgho non irriguée.

La diminution du taux d'agrégats stables se poursuit pour la parcelle anciennement irriguée jusqu'à la fin de la récolte de tomates, alors que ce taux tend à se stabiliser dans la parcelle anciennement en sorgho non irrigué ; cette parcelle montre par ailleurs une variabilité moins grande de la stabilité structurale (résistance plus forte à la dégradation). La conduite de cette parcelle sans irrigation aboutit à la soumettre à une alternance assèchement réhumectation liée naturellement aux saisons climatiques : les agrégats paraissent plus résistants.

Une période sèche (avril), ainsi qu'une préparation du sol à ce moment là, ont pour effet de relever le taux d'agrégats dans les parcelles, ainsi que le taux d'azote  $\alpha$  aminé ; ceci est particulièrement net pour la parcelle anciennement en sorgho irrigué.

Deux interprétations de cette augmentation sont possibles :

a) - L'amélioration de la stabilité structurale et du taux d'azote aminé obtenu après 24 mois de sorgho irrigué concerne une tranche de sol plus épaisse qu'en culture non irriguée ; un labour en fin de culture de tomates peut ramener une tranche de sol améliorée non concernée par un premier labour.

b) - La période sèche favorise la formation d'agrégats stables ; la préparation du sol a pour effet d'augmenter le taux d'azote  $\alpha$  aminé (transformation des résidus de récolte).

L'effet d'une période sèche est également noté en juillet entre deux périodes de culture : elle entraîne de la même manière que précédemment une augmentation du taux d'agrégats stables présents dans les deux parcelles, le taux d'azote  $\alpha$  aminé montrant une relative stabilité.

RELATION STABILITE STRUCTURALE - AZOTE  $\alpha$  AMINE

En reprenant ici des résultats antérieurs (parcelles en sorgho de 2, 12, 15, 18, 20, 23 mois) et des parcelles en cultures maraichères (tableau 2), on montre une relation significative (fig. 2) entre le taux d'agrégats stables (Ag.%) et le taux d'azote  $N_{\alpha}$  aminé présent dans l'extrait humique :

$$Ag \text{ stables } \% = 24.70 + 27.129 N_{\alpha} A \text{ } \text{‰}$$

$$n = 19 \quad r = 0.6284$$

Un point s'écarte de cette relation : il concerne une parcelle de 2 mois en sorgho irrigué. Le taux d'azote  $\alpha$  aminé est relativement élevé, mais l'agrégation n'est pas réalisée. Nous verrons plus loin l'interprétation à donner à cette situation.

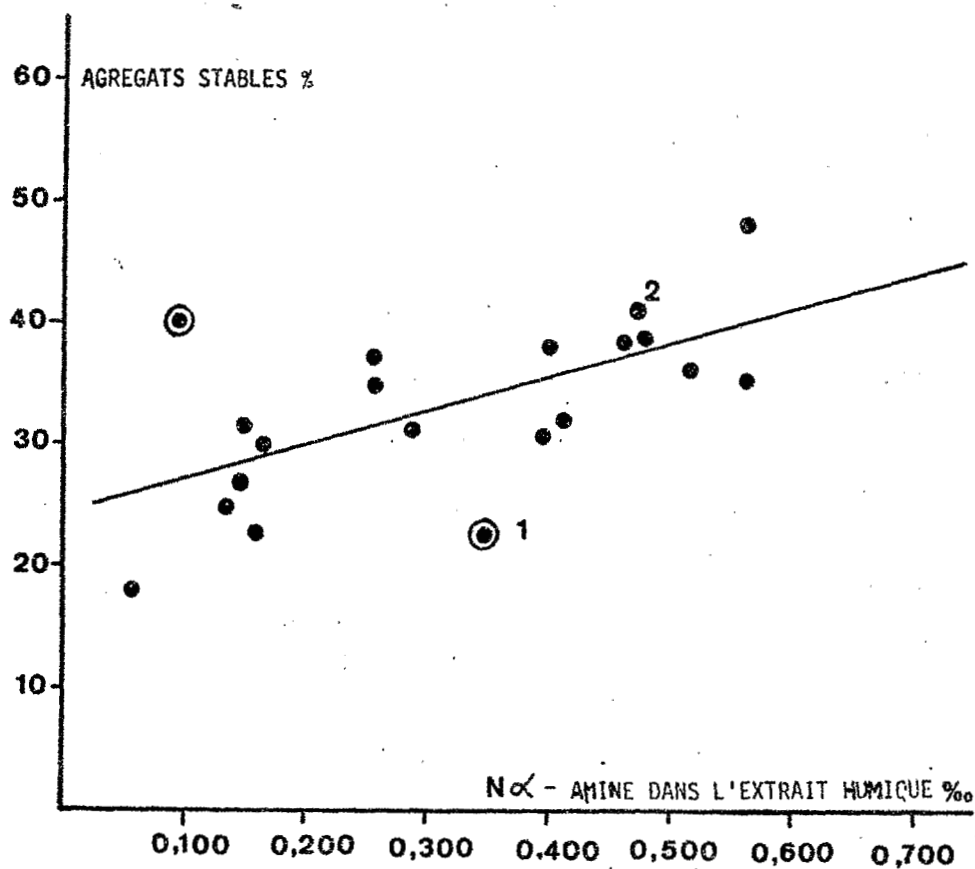


Figure 2 : Relation entre le taux d'azote aminé dans l'extrait humique et le taux d'agrégats stables.

EN CONCLUSION le taux d'agrégats stables diminue rapidement lors de la mise en culture maraîchère. Il est directement relié au taux d'azote  $\alpha$  aminé présent dans l'extrait humique. Une période sèche a pour effet de relever le taux d'agrégats ; plus généralement l'alternance assèchement réhumectation entraîne une stabilité structurale plus résistante à la dégradation.

#### II - 2 : FORMES HUMIQUES ET FORMES AZOTEES $\alpha$ AMINEES :

Le taux d'azote  $\alpha$  aminé dosé selon la méthode BREMNER peut représenter de 10 à 40% de l'azote total du sol ; lorsque l'on compare le taux d'azote  $\alpha$  aminé présent dans l'extrait humique et le taux de carbone  $\text{‰}$  dosé dans les acides humiques (C  $\text{‰}$  AH), il apparaît une relation significative (fig 3 (1)) :

$$- N \alpha \text{ aminé } \text{‰} (\text{extrait humique}) = 0,0119 + 0,09897 C \text{‰} \text{ AH}$$

n = 20            r = 0,70186

Cette relation existe également lorsque l'on compare globalement le taux d'azote  $\alpha$  aminé présent dans le sol total et le Carbone (C $\text{‰}$ ) des acides humiques (fig. 3 -(2) ) :

$$- N \alpha \text{ A } \text{‰} (\text{sol total}) = 0,13268 + 0,09226 C \text{‰} \text{ AH}$$

n = 32            r = 0,86

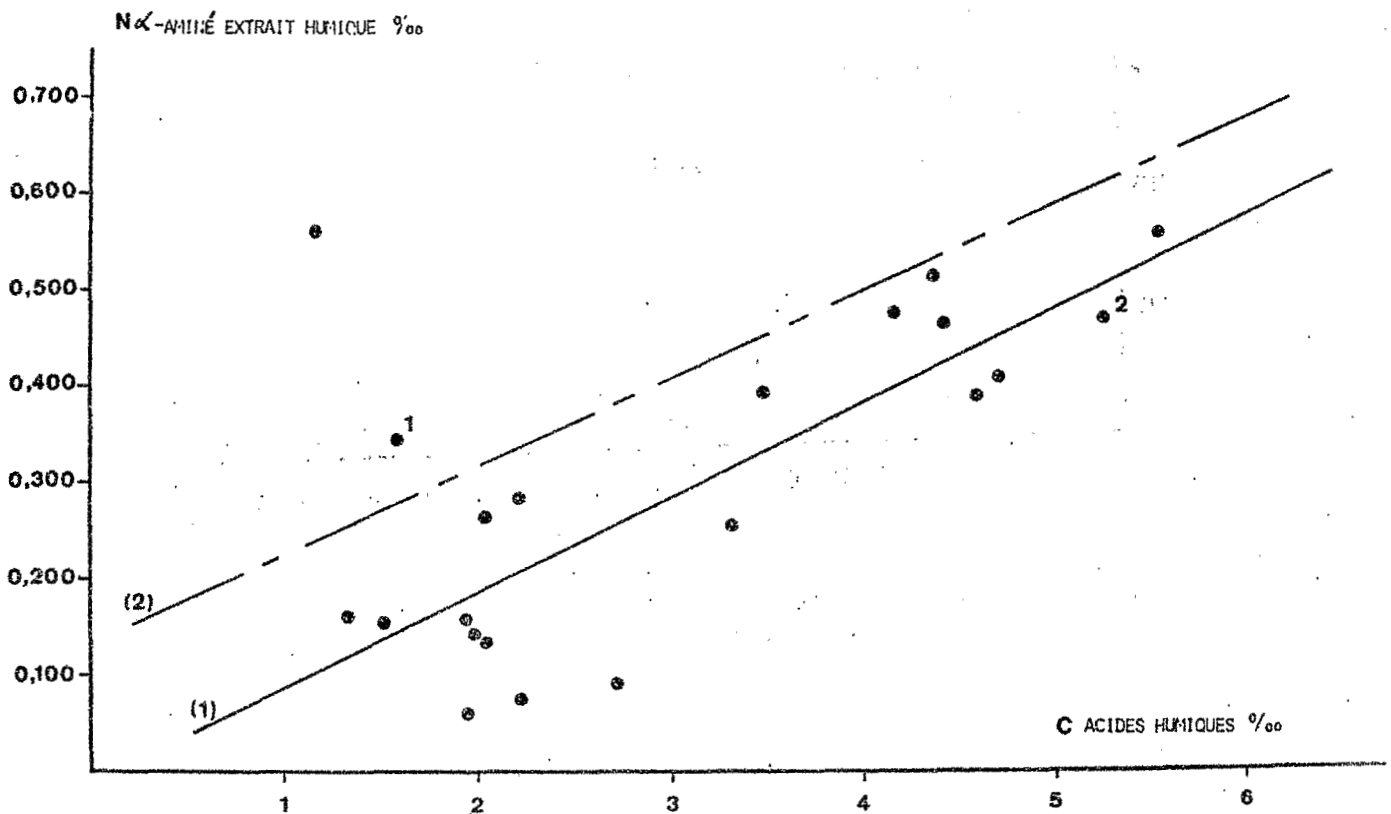


Figure 3 : Relation entre le taux de Carbone - Acides humiques et le taux d'azote  $\alpha$  aminé dans l'extrait humique (1) et dans le sol total (2).

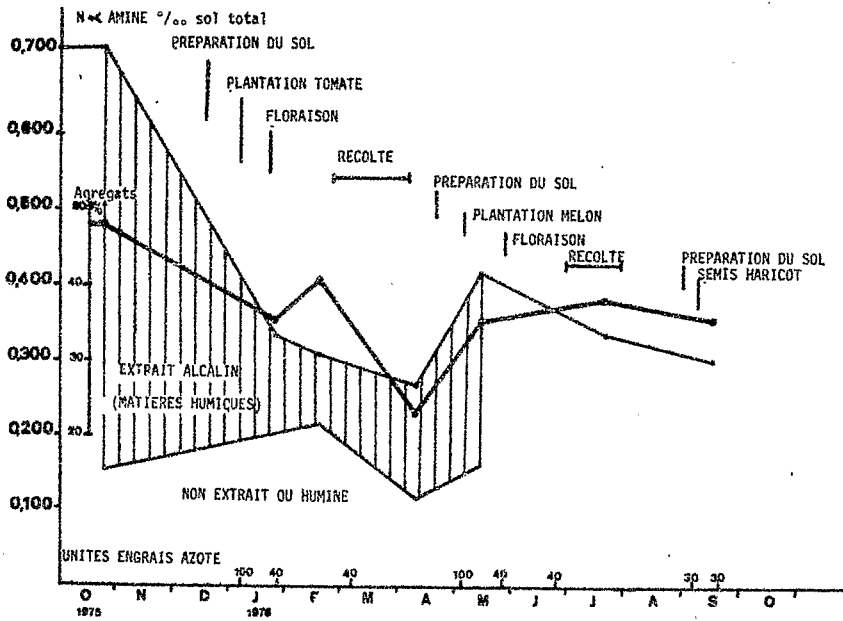
On constate alors que la pente de la droite obtenue dans ce dernier cas n'est pas significativement différente de celle obtenue précédemment.

Ceci rejoint les observations concernant la fraction non extraite : On dose en effet des quantités sensiblement constantes dans la fraction humine, pour l'azote  $\alpha$  aminé.

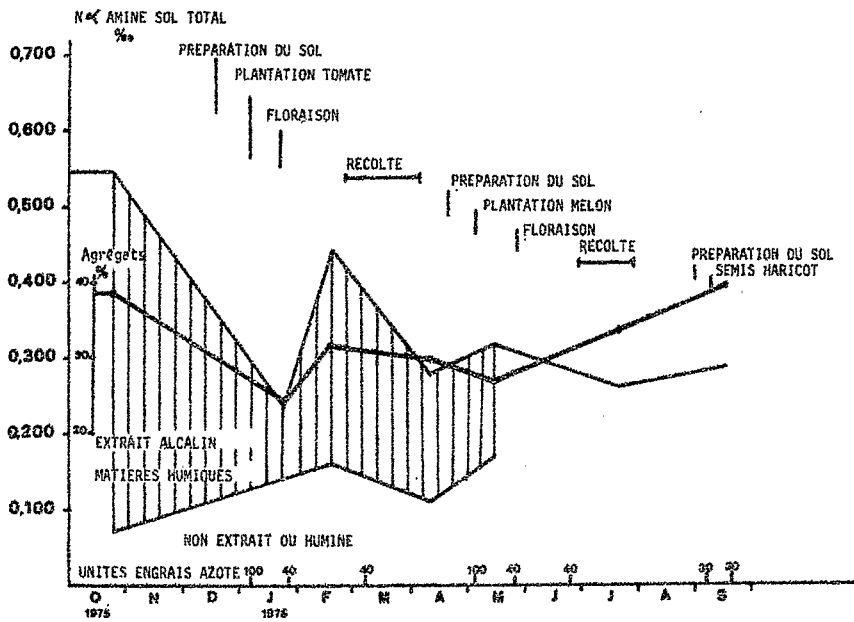
Les variations de cette forme azotée concernent donc essentiellement la fraction azotée  $\alpha$  aminé présente dans l'extrait humique.



1-A. PARCELLE APRES SORGHO IRRIGUE



1-b. PARCELLE APRES SORGHO NON IRRIGUE



1-c. PLUVIOMETRIE,ETP,IRRIGATION

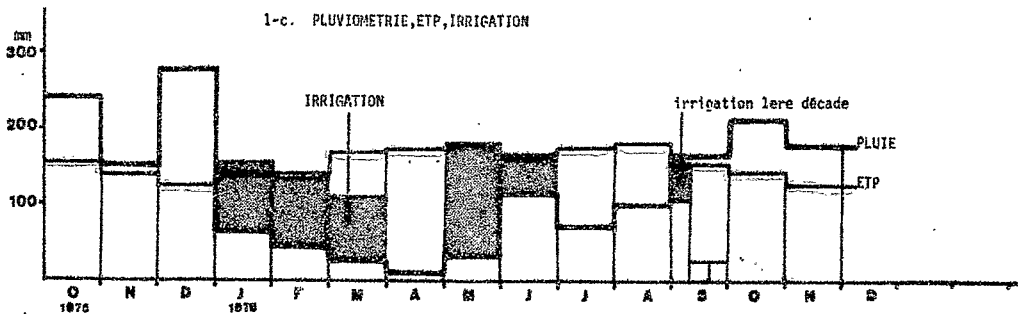


Figure 1 : Evolution de la stabilité structurale et du taux d'azote  $\alpha$  aminé

Plusieurs constatations découlent de ces relations ainsi mises en évidence :

- Les formes azotées sont d'une concentration d'autant plus élevée que les formes humiques sont elles-mêmes plus abondantes. Ceci rejoint les observations de nombreux auteurs, en particulier W. FLAIG (1975, Op. cit), HW SHARPENSEEL et E. KRUSE (1972) : L'augmentation des acides humiques passe par une augmentation des formes azotées aminées.

- Le système humique s'organise autour d'une relation caractéristique C - N  $\alpha$  aminé.

- La mise en culture tend à ramener l'état des formes C et N à celui observé dans le milieu environnant (savane). (tableau 2).

Il est alors possible d'expliquer l'écart observé plus haut, entre le point qui s'écarte de la relation stabilité structurale / formes azotées (fig. 2) et qui montre une forte teneur en azote aminé et une faible teneur en Carbone humique la combinaison C - N  $\alpha$  aminé n'est pas encore réalisée. Ceci concerne une parcelle après 2 mois de sorgho irrigué : l'excès d'azote  $\alpha$  aminé n'est pas encore repris dans la dynamique du milieu vertisol. Il concerne vraisemblablement des formes précurseurs des acides humiques, plus riches en azote.

Il le sera pour une parcelle de 6 mois en sorgho, entraînant une augmentation de la stabilité structurale (point n° 2 fig.2).

### III - DISCUSSION - CONCLUSION :

Il est possible de présenter un schéma de fonctionnement du système humique en vertisols irrigués. Autour de la relation caractéristique reliant C acides humiques et N  $\alpha$  aminé, plusieurs voies sont possibles (fig. 4).

En présence d'un excès d'azote  $\alpha$  aminé (A) deux voies sont possibles :

1) condensation, humification s.l. amélioration de la stabilité structurale.

2) désamination : l'augmentation de N  $\alpha$  aminé n'a aucun effet sur la stabilité structurale.

Pour une situation donnée (B) appartenant à la droite caractéristique de la relation (C - N) il peut y avoir simultanément minéralisation du Carbone et désamination (3) : la stabilité structurale diminue.

De la même manière, en présence d'un excès de Carbone deux voies sont possibles :

4) présence d'azote  $\alpha$  aminé, formation des substances humiques, augmentation de la stabilité structurale.

5) minéralisation du Carbone, stabilité structurale faible.

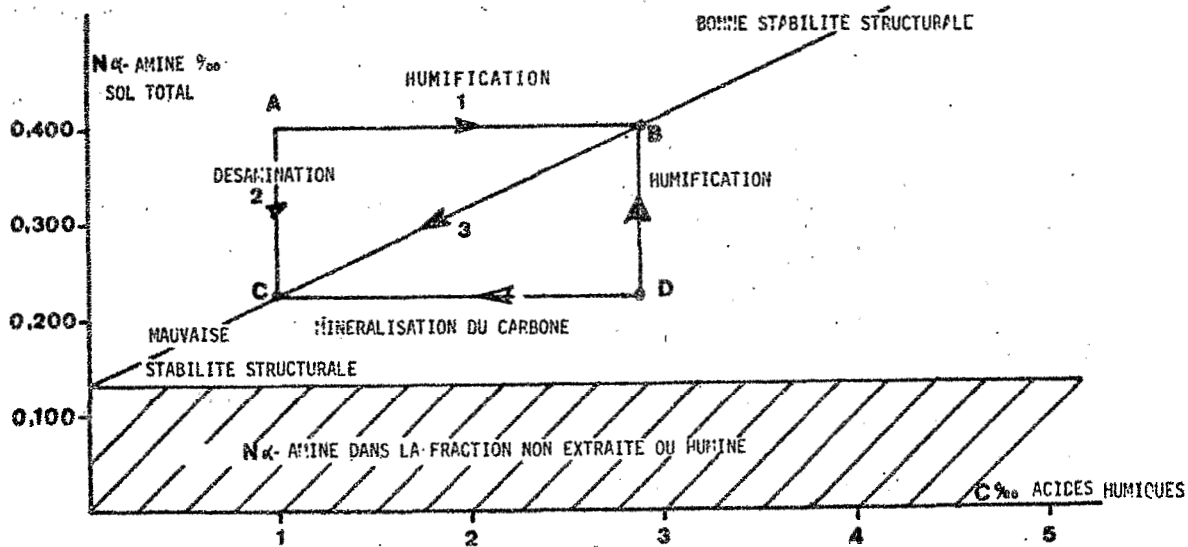


Figure 4 : Relation caractéristique N α aminé sol total et Carbone acides humiques en vertisols.

En culture maraîchère en vertisols, la conduite des façons culturales doit donc tendre à maintenir les niveaux de Carbone et d'azote aminé des acides humiques à leur niveau le plus élevé, réalisant ainsi un effet protecteur de la stabilité structurale. Les facteurs qui conduisent à une transformation orientée vers la condensation des formes humiques (Y. DOMMERGUES, F. MANGENOT (1970) sont donc à prendre en considération, si l'on veut maintenir une stabilité structurale élevée. Ce sont :

- Des travaux du sol prudents et limités : le travail mécanique accélère la décomposition des débris végétaux, il brise les agrégats et mobilise les substances organiques ; l'activité microbologique globale est accrue.

- Couverture du sol (paillis)

Pratiquer une alternance sec - humide favorable à la condensation des substances humiques et à la formation des composés stables.

- Maintien d'un taux de formes α aminées élevé : apport d'azote  
apport de composés humifiés : Ce peut-être un compost réalisé à partir de résidu de l'industrie sucrière, complété par un apport azoté ; l'effet d'un tel compost sur la stabilité structurale est à contrôler.

D'autres résultats suggèrent que la relation caractéristique C - N aminé ici mise en évidence, peut-être également montrée, avec des paramètres différents, pour d'autres types de sol indiquant pour chacun une organisation caractéristique du milieu. Il y a donc là un moyen de contrôler et d'améliorer le potentiel agronomique des sols cultivés.

BIBLIOGRAPHIE :

- BREMNER (J.M.) 1965 In C.A. BLACK : Modern Methods of soil analysis. Amer. Soc. agro. Inc. Publ. Madison Wisconsin USA 1238 - 1255
- BREMNER (J.M.) 1967 Nitrogenous Compounds, in soil Biochemistry: Ed.A.D. MC Laren and G.H. Petersen, Marcel Dekker, New York 1966
- COLMET DAAGE (F), GAUTHEYROU (J), GAUTHEYROU (M) 1967 - Sélection de profils des Antilles. Profils de la Martinique, volcanisme ancien ORSTOM, Centre des Antilles, 184p. ozalid.
- Direction Départementale de l'Agriculture - 1975 - Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Besoins en eau des cultures D.D.A. Fort-de-France 28p. multig.
- Direction Départementale de l'Agriculture - 1975 - Périmètre d'irrigation du Sud Est. Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Résultats des essais 1975.
- Direction Départementale de l'Agriculture - 1976 - Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Programme 1976 d'expérimentation. Résultats des essais.
- DOMMARGUES (Y), MANGENOT (F) 1970 - Ecologie microbienne du sol, Masson Paris 796p.
- FLAIG (W), BEUTELSPACHER (H), RIETZ (E) 1975 - Chemical composition and physical properties of humic substances. In soil components, vol. John E. Gieseking, Springer - Verlag, New York 1 - 211
- HENIN (S) FEODOROFF (A), GRAS (R), MONNIER (G) 1960 - Le profil cultural S.E.I.A. Paris 320p.
- SHARPENSEEL (H.W.), KRUSE (E) 1972 - Amino acids in clay-humic acid complex formation I.A.E.A., Vienne 193 - 209
- TURENNE (J.F.) 1976 Dynamique de la matière organique en sols cultivés. Effet d'une culture intercalaire de sorgho en vertisols irrigués. Cah. ORSTOM série Pédo, vol. XIV, n°3, 1976 193 - 205.

TABLEAU 2

	N°	C ‰	N ‰	C/N	AF C°/‰	AH C°/‰	AH C	Ext %	N A ext ‰	N A humine ‰	N A total ‰	CE me	Agr. % moyenne
<b>SORGHO IRRIGUE :</b>													
2 mois	124	16,8	1,33	12	8,98	1,58	9,40	63,1	0,349	0,113	0,462	40,0	22,83
12 mois	130	15,7	1,26	12,5	2,16	5,24	33,37	47,1	0,469	0,105	0,574	37,0	41,44
15 mois	132	14,6	1,33	11,0	6,0	3,28	22,46	63,6	0,254	0,096	0,350	33	38,70
18 mois	128	15,3	1,43	10,7	4,76	4,68	30,58	61,4	0,410	0,108	0,518	33	31,95
20 mois	126	15,7	1,36	11,5	7,56	4,60	29,29	77,7	0,397	0,121	0,518	32	38,41
23 mois	135	16,8	1,75	9,6	3,4	5,56	33,09	53,5	0,563	0,151	0,714	24,5	47,85
<b>TOMATES, MELONS, HARICOTS VERTS APRES SORGHO IRRIGUE :</b>													
24 janv.	259	15,05	1,68	9,0	4,1	1,41	09,36	46,3			0,336	36,0	35,64
18 fév.	283	17,0	1,0		3,79	2,71	15,94	45,1	0,091	0,217	0,308	37,0	40,83
9 avril	458	15,4	1,61	9,5	4,01	1,52	09,80	36,0	0,155	0,111	0,266	28,0	23,06
14 mai	539	16,4	2,1	8,0	3,78	2,08	12,68		0,262	0,158	0,420	35,5	35,4
20 juil.	163	13,2	2,17	6,1							0,329		35,73
16 sept.	183	12,7	1,61	8,0							0,294		35,61
<b>SORGHO EN SEC :</b>													
12 mois	138	14,6	1,40	10,4	7,25	1,15	7,87	57,5	0,562	0,110	0,672	42,0	35,06
15 mois	141	16,4	1,33	12,3	7,16	4,36	26,58	51,8	0,515	0,115	0,630	38,0	36,91
18 mois	144	15,6	1,33	11,7	4,20	3,48	22,30	49,3	0,395	0,109	0,504	33,1	31,20
20 mois	146	14,5	1,29	12,2	5,04	4,40	30,34	64,8	0,465	0,095	0,560	33,0	38,78
23 mois	149	16,0	1,29	12,4	2,64	4,16	26,00	42,5	0,477	0,069	0,546	34,0	38,33
<b>TOMATES, MELONS, HARICOTS VERTS APRES SORGHO EN SEC :</b>													
24 janv.	258	13,5	1,61	8,4	3,62	1,35	10,00	50,9			0,238	34,5	24,48
18 fév.	282	13,1	1,57	8,4	2,87	2,23	17,02	41,8	0,285	0,163	0,448	35,7	31,98
9 avril	457	16,3	1,75	9,32	5,08	1,34	8,22	39,4	0,169	0,111	0,280	35	29,95
14 mai	538	15,5	2,03	7,06	3,62	1,93	12,45	35,8	0,150	0,172	0,322	36,0	26,86
20 juil.	162	12,2	1,9	6,4							0,252		34,35
16 sept.	182	13,6	1,64	8,5							0,287		41
<b>SOLS EN CULTURES LEGUMIERES :</b>													
	318	10,2	1,38	7,4	2,64	1,94	19,01	45	0,064	0,160	0,224	42,0	18,3
	320	11,7	1,75	6,7	3,62	1,96	16,75	47,8	0,148	0,146	0,294	38,5	32,6
	322	11,9	1,68	7,1	2,95	2,23	18,93	43,3	0,074	0,136	0,210	40,0	26,8
	324	11,2	1,64	7	3,49	2,04	18,21	49,4	0,139	0,141	0,280	40,0	25,53
<b>CANNE A SUCRE :</b>													
<b>Billion</b>													
1	250	16,7	1,57	10,6	2,2	1,81	10,83	23,83			0,452	43,5	34,9
2	252	15,01	1,71	8,75	3,05	1,68	11,19	31,50			0,210	44,0	31,36
3	254	11,5	1,57	7,30	2,18	1,64	14,26	33,18			0,273	44,0	34,07
4	256	12,09	1,64	7,34	3,52	1,45	11,99	41,0			0,259	45,0	38,11
<b>Billion</b>													
1	251	16,7	1,64	10,2	2,23	1,71	10,24	23,47			0,252	44,5	20,8
2	253	12,76	1,78	7,1	3,21	1,64	12,85	38			0,308	45,0	26,95
3	255	9,55	1,43	6,6	1,81	2,0	20,94	39,96			0,196	43,0	30,42
4	257	11,50	1,58	7,2	3,02	1,10	9,56	35,8			0,294	45,0	30,56
<b>SAVANE : 1 - 3 mois irrigation/4 ; 2 - 2 mois irrigation/4 ; 3 - 1 mois irrigation/4 ; 4-4 mois sec</b>													
	260	14,04	1,88	7,5	3,86	1,78	12,67	40,12			0,245		
	261	11,11	1,75	6,5	3,13	1,29	11,61	39,80			0,224		