

ORSTOM

L'institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

Centre de Brazzaville (Congo)

Laboratoire d'Etude des Sols Cultivés

(LESC)

CARACTERISATION PHYSIQUE DU SITE IBSRAM
(LOUDIMA - CONGO)

INFLUENCE DU SYSTEME DE CULTURE

Christian HARTMANN (ORSTOM Brazzaville)
avec la collaboration technique de E.G. TOUTOU MISSIE
(DGRST - CRA Loudima)

(septembre 1993)

Référence 245 - LESC 08/93

16 SEPT. 1994

M
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 4 05 34 ex. 1

Cote : B

1. INTRODUCTION	2
2. MESURES DE POROSITE	2
2.1. Prélèvements	2
2.2. Expression des résultats	4
2.2.1. Densité apparente	4
2.2.2. Porosité	4
3. RESULTATS ET DISCUSSION	4
3.1. Tendence générale	4
3.2. Analyse de la variabilité	6
4. SYNTHÈSE	9
5. CONCLUSION	9
6. BIBLIOGRAPHIE	9
7. ANNEXES	10
7.1. Résultats de toutes les mesures au cylindre	10
7.2. Représentation graphique de l'ensemble des résultats de volume poral	15

1. INTRODUCTION

Une première série de mesures effectuées sous savane avait permis de constater que les 2 ha du site expérimental IBSRAM de Loudima sont homogènes sur le plan physique (porosité) (C. HARTMANN, 1993). Afin de mesurer l'évolution de la porosité induite par quatre principaux itinéraires techniques (sur les sept étudiés) nous avons procédé à une seconde campagne de mesures en mars 1993. Nous avons profité du creusement de 12 fosses lors de la mission de G.H. SALA (Orstom Montpellier) (prélèvement de cylindres de 30 cm de diamètre de sol non remanié jusqu'à 150 cm de profondeur pour effectuer la caractérisation du comportement mécanique).

L'objectif de ce rapport est double :

- montrer les principales caractéristiques des évolutions de porosité (en particulier : profondeurs concernées pour les différents itinéraires techniques),
- obtenir des mesures de densités apparentes qui serviront au futur étalonnage du dispositif tensio-neutronique en cours d'installation.

2. MESURES DE POROSITE

2.1. PRELEVEMENTS

Les 4 itinéraires choisis sont la jachère (noté J, parcelles où la savane a été conservée), le bas intrant manioc (BM), le haut intrant manioc (HM) et le haut intrant soja (HS).

Le nombre de fosses étudiées n'est pas identique dans tous les cas (fig. 1) :

- jachère = savane (J) : 4 fosses (blocs I,II,III et IV aussi nommés 1,2,3,4 sur la fig. 1),
- basint. manioc (BM) : 2 fosses (blocs III et IV),
- hautint. manioc (HM) : 2 fosses (blocs I et III),
- hautint. soja (HS) : 4 fosses (blocs I,II,III et IV).

Au total nous avons étudié 12 fosses réparties sur les 2 ha du site expérimental (fig. 1).

Pour chaque fosse nous avons effectué 6 profils de densité apparente. La technique est la suivante :

- le prélèvement est effectué au cylindre de 100 cm³ enfoncé en force à l'aide d'un marteau ;
- premier prélèvement dans l'horizon 0/10 cm (le bas du cylindre doit correspondre au bas de l'horizon mesuré, par conséquent pour l'horizon 0/10 la mesure se fait environ à 5/10 cm de profondeur) ;
- puis la mesure est répétée le long d'une verticale tous les 10 cm jusqu'à 140 cm de profondeur ; puisque les horizons de surface sont généralement plus hétérogènes un deuxième profil est effectué sur la même face d'observation, à environ un mètre de distance, mais jusqu'à 70 cm de profondeur seulement ;
- les mesures sont répétées sur les faces sud, nord et ouest du profil pédologique ; au total nous avons donc 6 profils par fosse (3 profils jusqu'à 140 cm et 3 jusqu'à 70 cm de profondeur).

FIG.1: SITE IBSRAM AU CRAL (d'après Nyeté, 1992)

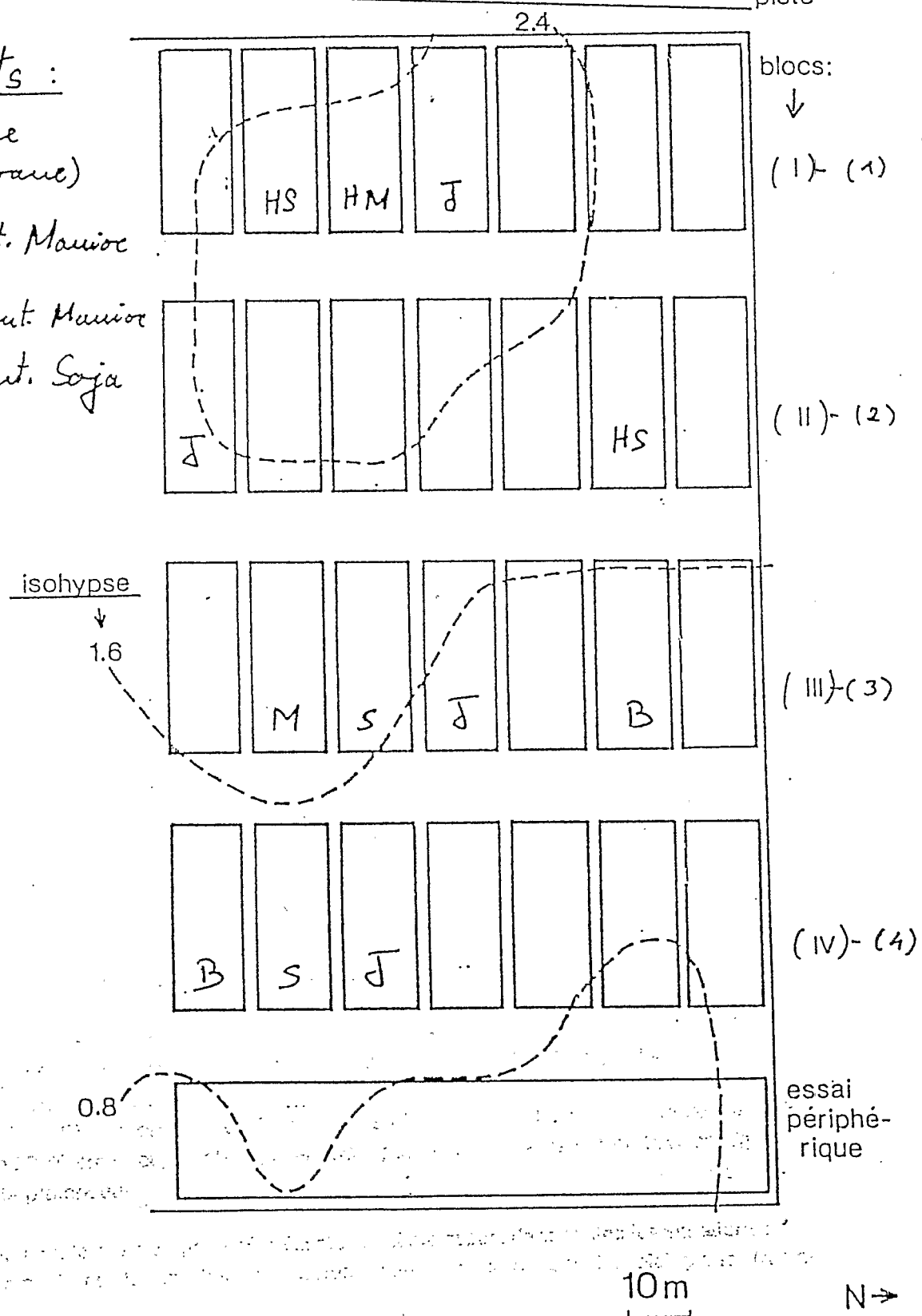
expérimentation centrale

rangées: 7 6 5 4 3 2 1

----- piste

Traitements :

- J = Jachère (savane)
- B = Basint. Manioc
- M = Hautint. Manioc
- S = Hautint. Soja



2.2. EXPRESSION DES RESULTATS

2.2.1. Densité apparente

Les résultats sont exprimés en masse volumique (cm^3/g). Ces mesures qui nous serviront ultérieurement à effectuer l'étalonnage de la sonde sont intégralement reportées en annexe. Dans ce rapport nous discuterons uniquement de :

2.2.2. Porosité

Afin de mesurer l'évolution de la porosité, et non du volume apparent des échantillons, nous avons effectué une transformation des résultats de densité apparente.

Soit M la masse de terre prélevée dans un cylindre :

$$D_a = M/V = \text{masse volumique}$$

$$1/D_a = V/M = \text{volume massique apparent (solide+porosité) } \text{cm}^3/\text{g}$$

$$\text{Volume massique de solide} = 1/D_r = 1/2,65 = 0,377 \text{ cm}^3/\text{g}$$

$$\text{soit : Volume poral (cm}^3/\text{g)} = \text{Vol. massiq.app.} - 0,377 \text{ cm}^3/\text{g}$$

Pour ce rapport nous avons calculé un volume poral moyen (cm^3/g) à partir des mesures effectuées sur les 4 fosses pour les itinéraires J et HS, ou les 2 fosses pour les itinéraires BM et HM.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. TENDANCE GENERALE (FIG. 2)

Dans un premier temps nous avons calculé une porosité moyenne pour des horizons 0-20, 20-40, 40-60, ..., 120-140.

Jachère : la porosité de $0,59 \text{ cm}^3/\text{g}$ de l'horizon de surface décroît à $0,46 \text{ cm}^3/\text{g}$ dans l'horizon 20/40 atteint un nouveau maximum de $0,50 \text{ cm}^3/\text{g}$ à partir de 80/100 cm de profondeur puis diminue légèrement.

Basint. manioc (BM) : dans l'horizon de surface la porosité est de $0,56 \text{ cm}^3/\text{g}$, décroît à $0,47 \text{ cm}^3/\text{g}$ dans l'horizon 20/40, atteint un nouveau maximum de $0,49 \text{ cm}^3/\text{g}$ à 80/100 cm de profondeur et diminue légèrement.

Haut-int manioc (HM) : porosité de $0,59 \text{ cm}^3/\text{g}$ en surface, qui décroît à $0,43 \text{ cm}^3/\text{g}$ dans l'horizon 20/40 et $0,44 \text{ cm}^3/\text{g}$ dans l'horizon 40/60 cm, atteint la valeur de $0,48 \text{ cm}^3/\text{g}$ à partir de 80/100 cm et se stabilise aux environs de $0,49 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Hautint. soja (HS) : porosité de $0,67 \text{ cm}^3/\text{g}$ en surface (sort de la courbe), décroît à $0,43 \text{ cm}^3/\text{g}$ dans l'horizon 20/40 cm et augmente régulièrement pour atteindre la valeur de $0,47 \text{ cm}^3/\text{g}$ à partir de 100/120 cm de profondeur.

Par conséquent, le profil de porosité présente le même aspect dans toutes les situations :

- entre 0 et 20 cm les plus fortes valeurs dues à l'activité biologique (racines et macrofaune),

V poral moyen / système de cult.

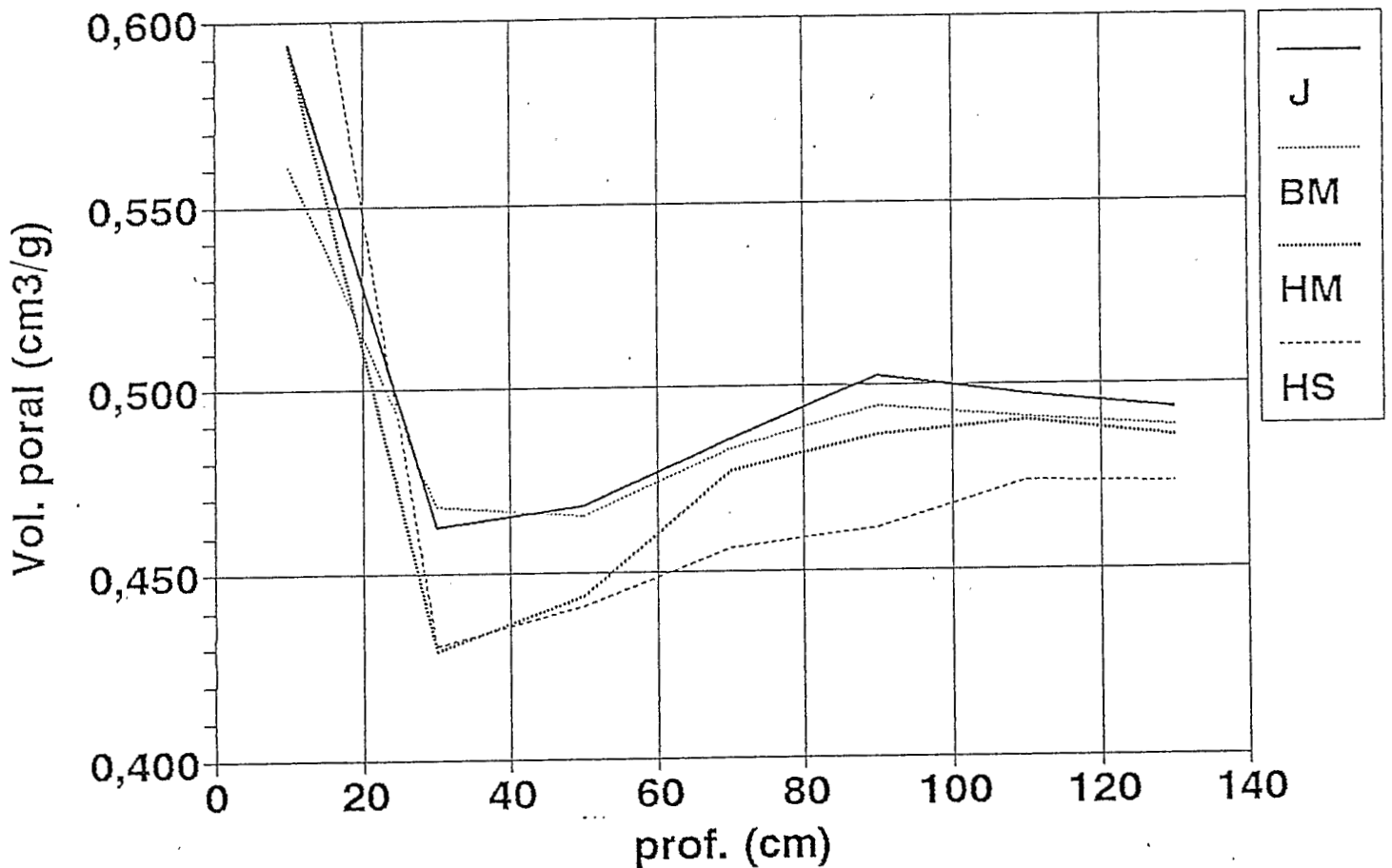


Fig 2 - Evolution du volume poral en fonction de la profondeur pour les quatre systèmes de culture étudiés. Chaque point correspond à la moyenne de toutes les mesures effectuées par tranche de 20 cm (de 0/20 à 120/140 cm).

J = Jachère

BM = Bas intrant Manioc

HM = Haut intrant Manioc

HS = Haut intrant Soja

- entre 20 et 40 cm les plus faibles valeurs (horizon compacté/tassé déjà signalé dans d'autres rapports),
- en dessous de 40 cm, légère augmentation, passage par un nouveau maximum aux alentours de 1 m pour revenir vers des valeurs plus basses après 120 cm de profondeur.

Par rapport à la jachère on constate que les évolutions ne sont pas les mêmes suivant le système de culture :

- BM : seule la porosité de l'horizon de surface diminue légèrement ($0,030 \text{ cm}^3/\text{g}$), les autres horizons présentent des valeurs très proches ;
- HM : la porosité des horizons de surface est identique mais l'on constate une diminution ($0,035 \text{ cm}^3/\text{g}$) de la porosité dans l'horizon 20/40 cm, la porosité des horizons sous-jacents est très proche de celle de la jachère ;
- HS : très forte augmentation de la porosité dans l'horizon superficiel ($0,170 \text{ cm}^3/\text{g}$) mais diminution dans tous les autres horizons (de $0,035 \text{ cm}^3/\text{g}$ à 20/40 cm jusqu'à $0,020 \text{ cm}^3/\text{g}$ à 120/140 cm de profondeur).

Le système de culture BM (sans utilisation d'engins lourds) ne provoque qu'une faible évolution de la porosité alors que HM et HS (utilisation d'engins lourds et de fertilisants) provoquent une aggravation du tassement de l'horizon 20/40 cm ; peut-être l'horizon 40/60 cm est-il aussi atteint par ce tassement.

3.2. ANALYSE DE LA VARIABILITE (TAB. 1 ET FIG. 3)

Afin de mieux juger de la variabilité des situations au sein d'un même itinéraire technique nous avons utilisé les mesures effectuées tous les 10 cm. Pour chaque profondeur la valeur du volume poral moyen, l'écart-type et le coefficient de variation autour de cette moyenne ont été calculés (tableau 1 et figure 2).

- jachère : 30 premiers centimètres assez hétérogènes ; l'horizon 30/40 qui présente la plus faible porosité est assez homogène puisque $CV = 5\%$.
- basint. manioc (BM) présente les plus fortes variabilités ; 13 % à 20/30 cm et 10 % à 30/40 cm où les porosités les plus faibles sont mesurées.
- hautint. manioc (HM) présente les plus fortes variabilités dans les 2 horizons de surface (14 et 17 %) et des variabilités moyennes (8 et 6 % dans les 2 horizons sous-jacents).
- hautint. soja (HS) : les 2 horizons de surface et la partie supérieure de l'horizon compacté sont très hétérogènes (13, 14 et 14 %) ; l'horizon 30/40 qui présente la plus faible porosité de tout le dispositif expérimental est assez homogène ($CV = 5\%$).

Plus le coefficient de variation est important, plus l'horizon est hétérogène : il existe des zones denses juxtaposées à des zones plus poreuses. Ces discontinuités au sein de la couverture pédologique devraient être suffisantes pour permettre des écoulements rapides de l'eau et l'implantation du système racinaire. Lorsque la variabilité est faible dans les horizons 20/30 et 30/40 (faible porosité) la compaction est alors plus uniforme ; c'est une situation défavorable puisqu'on assiste à la disparition des chemins préférentiels d'écoulement d'eau et de pénétration racinaire.

Par rapport à la jachère (situation de référence) la parcelle BM présente des valeurs de porosité identique dans les horizons 20/30 et 30/40 cm. En revanche la variabilité est plus forte. *A priori* il s'agit d'une amélioration du sol puisqu'il existe plus de zones à faible porosité qui constituent les chemins préférentiels.

Prof (cm)	Jachère			Basint. Manioc			Hautint. Manioc			Hautint. Soja		
	Volume poral (cm ³ /g)	Ecart type	C.V. (%)	Volume poral (cm ³ /g)			Volume poral (cm ³ /g)			Volume poral (cm ³ /g)		
0 - 10	0,667	0,080	12	0,634	0,055	9	0,597	0,083	14	0,693	0,091	13
10 - 20	0,521	0,047	9	0,488	0,034	7	0,589	0,098	17	0,643	0,087	14
20 - 30	0,477	0,054	11	0,471	0,063	13	0,426	0,035	8	0,442	0,063	14
30 - 40	0,448	0,022	5	0,465	0,045	10	0,433	0,028	6	0,419	0,021	5
40 - 50	0,468	0,033	7	0,461	0,031	7	0,437	0,024	6	0,431	0,024	6
50 - 60	0,468	0,022	5	0,470	0,018	4	0,450	0,020	5	0,452	0,036	8
60 - 70	0,484	0,020	4	0,467	0,021	5	0,472	0,028	6	0,457	0,019	4
70 - 80	0,487	0,017	4	0,499	0,034	7	0,483	0,021	4	0,455	0,027	6
80 - 90	0,505	0,013	3	0,493	0,017	3	0,486	0,012	2	0,451	0,011	2
90 - 100	0,500	0,024	5	0,495	0,029	6	0,488	0,013	3	0,472	0,026	5
100 - 110	0,500	0,026	5	0,492	0,020	4	0,485	0,011	2	0,473	0,029	6
110 - 120	0,494	0,016	3	0,490	0,022	5	0,495	0,021	4	0,474	0,027	6
120 - 130	0,493	0,024	5	0,487	0,025	5	0,476	0,010	2	0,473	0,031	6
130 - 140	0,496	0,016	3	0,492	0,023	5	0,489	0,029	6	0,473	0,018	4

Tab 1 - Volume poral (cm³/g) en fonction de la profondeur pour les quatre systèmes de culture. Chaque ligne correspond à la moyenne de toutes les mesures effectuées pour un traitement donné? L'écart type à la moyenne (cm³/g) et le coefficient de variation (c;v; %) ont été calculé pour chaque horizon.

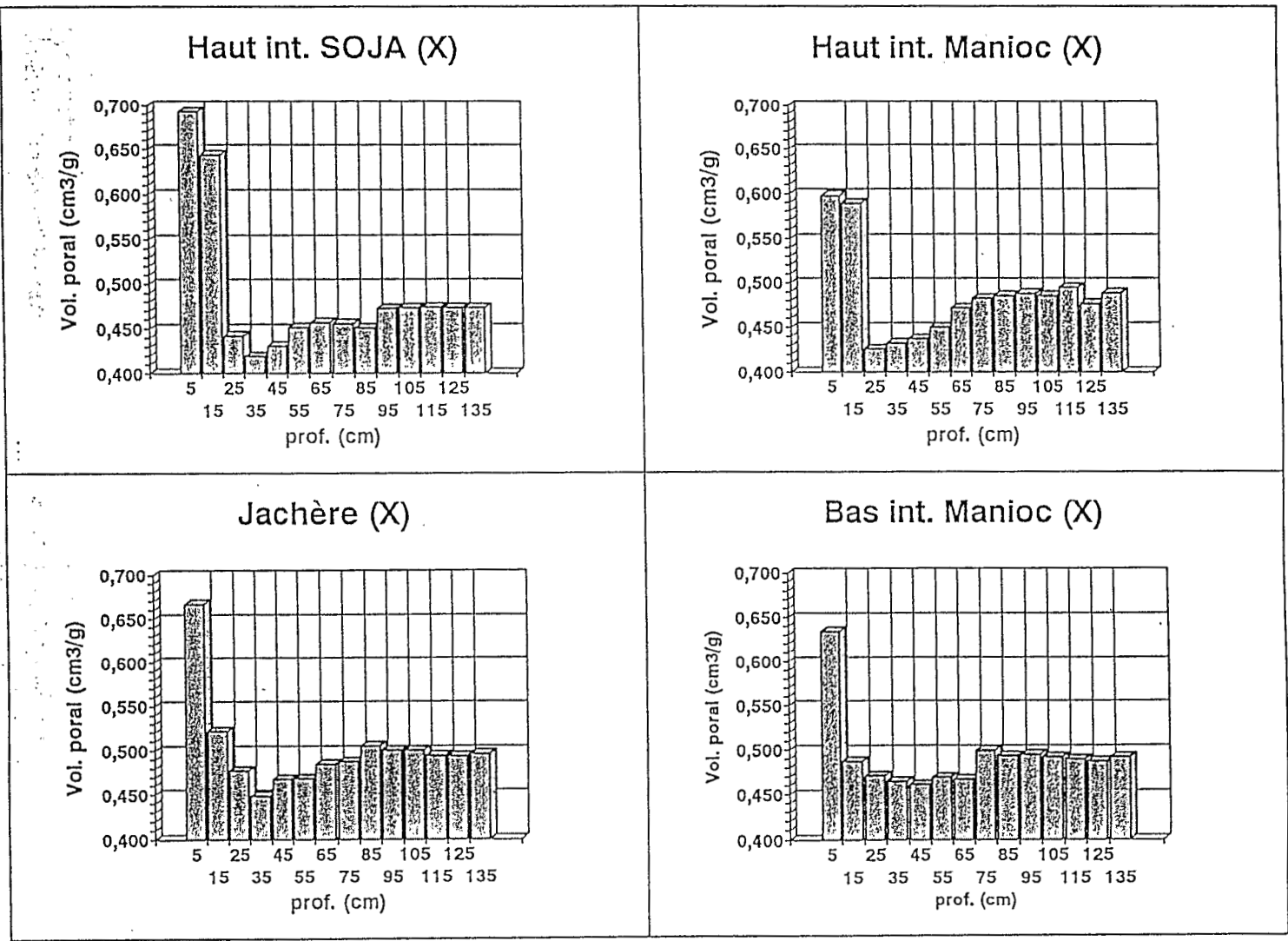


Fig 3 - Evolution du volume poral (cm³/g) en fonction de la profondeur pour les quatre systèmes de culture étudiés. Il s'agit de la moyenne de l'ensemble des répétitions effectuées pour chaque système de culture par tranche de 10 cm d'épaisseur.

Par rapport à la jachère, les situations de haut intrant, manioc ou soja, provoquent au contraire une diminution uniforme de porosité (porosité plus faible et CV identique à celui de la jachère). Malgré une porosité qui n'est pas beaucoup plus faible, l'absence de chemins préférentiels peut constituer une dégradation du sol sur le plan agronomique.

Dans les horizons sous-jacents les deux-tiers des coefficients de variation sont inférieurs ou égaux à 5 % (30 horizons sur 44). La couverture pédologique semble donc homogène et constituée par le même matériau sur l'ensemble du dispositif.

4. SYNTHÈSE

Le profil de porosité présente le même aspect dans toutes les situations culturales, on repère trois horizons principaux :

- un horizon de surface (0/20 cm) où la porosité est la plus élevée,
- un horizon "compacté/tassé" entre 20/40 cm où la porosité est minimale,
- des horizons sous-jacents qui présentent une valeur de porosité intermédiaire et assez stable.

Mais, suivant l'itinéraire technique, les porosités des différents horizons ne sont pas identiques :

- en bas intrant on mesure une légère diminution de porosité dans les 20 premiers centimètres. Celle-ci doit être négligeable puisqu'en même temps l'augmentation de la variabilité de l'horizon 20/40 cm indique qu'il existe des chemins préférentiels d'écoulement plus importants que dans la jachère. Au total le système "basint. manioc" semble capable de conserver la porosité initiale du sol, voire de "décompacter" l'horizon 20/40 cm.

- dans les situations de haut intrant, la porosité de surface est nettement augmentée, en particulier dans le cas du soja (important système racinaire) ; cela pourrait être une amélioration. Mais en même temps on mesure une diminution de porosité de l'horizon 20/40 et surtout une augmentation de son uniformité. Non seulement le tassement moyen augmente mais il est plus uniformément réparti du fait de la disparition des zones d'écoulements préférentiels. Ces transformations de la porosité pourraient être défavorables à l'infiltration de l'eau et à la mise en place du système racinaire.

5. CONCLUSION

Les prochaines mesures de porosité doivent se localiser principalement dans les 40 premiers centimètres. Afin de valider notre description en 2 horizons superficiels principaux (0/20 et 20/40 cm) il sera nécessaire de confronter nos mesures avec les descriptions de profils culturaux et de résistance à la pénétration qui doivent être réalisés par E.G. TOUTOU MISSIE.

6. BIBLIOGRAPHIE

C. HARTMANN (1993), avec la collaboration technique de E.G. Toutou Missié : caractérisation du volume poral des sols du site de l'essai IBSRAM (Rép. du Congo). DGRST-Orstom Brazzaville. Multigr. 10p.

7. ANNEXES

7.1. RESULTATS DE TOUTES LES MESURES AU CYLINDRE POUR L'ENSEMBLE DES SYSTEMES DE CULTURE

Dans les tableaux des pages suivantes nous avons repris l'ensemble des résultats obtenus lors des mesures au cylindre.

Les fosses sont localisées de 2 manières :

- BI, BII, BIII et BIV indique le bloc I, II, III ou IV ; le système de culture étant indiqué en toutes lettres à côté du numéro de bloc, il est possible de retrouver la parcelle en consultant le plan de l'essai.

- les parcelles se répartissent le long de lignes EW et numérotées de 1 à 4 (=blocs I à IV) et de lignes N/S numérotées de 1 à 7. Chaque parcelle peut ainsi être repérée dans le plan horizontal :

parcelle 14 -> bloc 1, ligne 4

parcelle 27 -> bloc 2, ligne 7, sans avoir besoin d'utiliser le plan de l'essai.

Le système de culture a toujours été indiqué en abrégé à côté du numéro de parcelle :

- J = jachère (parcelle conservée en savane) (parcelles 14, 27, 34, 45),

- BM = Bas intrant Manioc (32, 47)

- HM = Haut intrant Manioc (15, 36)

- HS = Haut intrant Soja (16, 22, 35, 46)

Le système de culture est aussi rappelé *in-extenso* dans la première ligne de chaque série de mesures.

EXPRESSION DES RESULTATS :

1 - Nous avons calculé : - la densité apparente (colonne "Da") en g/cm³

- le volume massique (colonne "Vm") en cm³/g

- le volume poral (colonne "V poral") en cm³/g

pour les 6 répétitions effectuées dans chaque parcelle de mesure.

Le numéro de la répétition est indiqué à chaque fois : Da1 signifie "première mesure de densité apparente", Vm5 signifie "cinquième mesure de volume massique du profil", etc.

2 - Calcul d'un profil moyen par parcelle

Pour chaque horizon de chaque fosse nous avons calculé une valeur de volume massique moyen (Vm X) et de volume poral moyen (Vpor X) avec l'écart-type autour de la moyenne (E. Type) et le coefficient de variation (c.v. %). Un profil moyen est ainsi obtenu.

3 - Calcul d'une valeur globale par parcelle

Enfin, pour chaque parcelle, on calcule le volume massique et le volume poral moyen de toutes les profondeurs ainsi que l'écart-type et le coefficient de variation au sein de la parcelle. Ces résultats sont représentés en bas des colonnes "Vm X" et "Vpor X".

4 - Valeurs moyennes par système de culture

Les moyennes d'un système (J, BM, HM, HS) sont présentées dans le corps du rapport.

BI HAUTINT MANIOC

PROF	Da 1	Vm1	V poral	Da 2	Vm2	V poral	Da 3	Vm3	V poral	Da 4	Vm4	V poral	Da 5	Vm5	V poral	Da 6	Vm6	V poral	Vm X	E. Type	(c.v. %)	Vpor X	E. Type	(c.v. %)
0-10	0,91	1,094	0,706	0,96	1,040	0,652	1,04	0,958	0,570	1,07	0,935	0,547	0,94	1,060	0,672	0,95	1,056	0,668	1,024	+/-	0,057	0,636	+/-	0,057
10-20	1,08	0,926	0,538	1,24	0,808	0,420	1,16	0,865	0,477	1,03	0,971	0,583	0,90	1,109	0,721	1,00	0,996	0,608	0,946	+/-	0,096	0,558	+/-	0,096
20-30	1,26	0,792	0,404	1,26	0,793	0,405	1,23	0,814	0,426	1,29	0,774	0,386	1,25	0,801	0,413	1,20	0,833	0,445	0,801	+/-	0,019	0,413	+/-	0,019
30-40	1,21	0,824	0,436	1,29	0,776	0,388	1,20	0,830	0,442	1,23	0,816	0,428	1,24	0,807	0,419	1,22	0,822	0,434	0,813	+/-	0,018	0,425	+/-	0,018
40-50	1,22	0,822	0,434	1,20	0,836	0,448	1,26	0,793	0,405	1,25	0,803	0,415	1,17	0,857	0,469	1,12	0,895	0,507	0,834	+/-	0,034	0,446	+/-	0,034
50-60	1,24	0,806	0,418	1,21	0,826	0,438	1,16	0,861	0,473	1,18	0,846	0,458	1,20	0,832	0,444	1,18	0,845	0,457	0,836	+/-	0,018	0,448	+/-	0,018
60-70	1,19	0,839	0,451	1,16	0,865	0,477	1,15	0,871	0,483	1,21	0,829	0,441	1,16	0,863	0,475	1,15	0,868	0,480	0,856	+/-	0,016	0,468	+/-	0,016
70-80	1,20	0,831	0,443				1,14	0,881	0,493				1,21	0,823	0,435				0,845	+/-	0,026	0,457	+/-	0,026
80-90	1,12	0,892	0,504				1,13	0,888	0,500				1,18	0,851	0,463				0,877	+/-	0,019	0,489	+/-	0,019
90-100	1,18	0,847	0,459				1,15	0,873	0,485				1,17	0,855	0,467				0,858	+/-	0,011	0,470	+/-	0,011
100-110	1,15	0,868	0,480				1,11	0,901	0,513				1,15	0,873	0,485				0,881	+/-	0,014	0,493	+/-	0,014
110-120	1,16	0,860	0,472				1,09	0,913	0,525				1,16	0,865	0,477				0,880	+/-	0,024	0,492	+/-	0,024
120-130	1,14	0,874	0,486				1,14	0,876	0,488				1,14	0,877	0,489				0,876	+/-	0,002	0,488	+/-	0,002
130-140	1,18	0,846	0,458				1,16	0,860	0,472				1,13	0,883	0,495				0,863	+/-	0,015	0,475	+/-	0,015

0,871	0,483
0,054	0,054
6 %	11 %

Bill Hautint manioc

PROF	Da 1	Vm1	V poral	Da 2	Vm2	V poral	Da 3	Vm3	V poral	Da 4	Vm4	V poral	Da 5	Vm5	V poral	Da 6	Vm6	V poral	Vm X	E. Type	(c.v. %)	Vpor X	E. Type	(c.v. %)
0-10	0,87	1,150	0,762	1,06	0,945	0,557	1,17	0,852	0,464	1,20	0,833	0,445	1,12	0,890	0,502	0,99	1,012	0,624	0,947	+/-	0,109	0,559	+/-	0,109
10-20	0,84	1,193	0,805	0,95	1,054	0,666	0,98	1,025	0,637	1,03	0,972	0,584	1,10	0,908	0,520	1,11	0,900	0,512	1,008	+/-	0,100	0,620	+/-	0,100
20-30	1,30	0,771	0,383	1,27	0,786	0,398	1,13	0,886	0,498	1,11	0,898	0,510	1,29	0,775	0,387	1,18	0,846	0,458	0,827	+/-	0,052	0,439	+/-	0,052
30-40	1,23	0,815	0,427	1,20	0,831	0,443	1,25	0,800	0,412	1,17	0,855	0,467	1,12	0,892	0,504	1,29	0,778	0,390	0,828	+/-	0,037	0,440	+/-	0,037
40-50	1,26	0,796	0,408	1,22	0,817	0,429	1,23	0,811	0,423	1,24	0,809	0,421	1,21	0,823	0,435	1,18	0,844	0,456	0,817	+/-	0,015	0,429	+/-	0,015
50-60	1,18	0,845	0,457	1,17	0,852	0,464	1,20	0,831	0,443	1,15	0,870	0,482	1,18	0,850	0,462	1,26	0,796	0,408	0,841	+/-	0,023	0,453	+/-	0,023
60-70	1,19	0,842	0,454	1,20	0,831	0,443	1,15	0,871	0,483	1,20	0,833	0,445	1,17	0,855	0,467	1,05	0,949	0,561	0,864	+/-	0,041	0,476	+/-	0,041
70-80	1,13	0,888	0,500				1,09	0,919	0,531				1,13	0,882	0,494				0,896	+/-	0,016	0,508	+/-	0,016
80-90	1,15	0,867	0,479				1,14	0,877	0,489				1,16	0,866	0,478				0,870	+/-	0,005	0,482	+/-	0,005
90-100	1,13	0,887	0,499				1,08	0,915	0,527				1,14	0,878	0,490				0,893	+/-	0,016	0,505	+/-	0,016
100-110	1,17	0,856	0,468				1,15	0,870	0,482				1,15	0,872	0,484				0,866	+/-	0,007	0,478	+/-	0,007
110-120	1,10	0,911	0,523				1,15	0,866	0,478				1,13	0,882	0,494				0,886	+/-	0,018	0,498	+/-	0,018
120-130	1,14	0,878	0,490				1,20	0,837	0,449				1,18	0,845	0,457				0,853	+/-	0,018	0,465	+/-	0,018
130-140	1,15	0,866	0,478				1,05	0,952	0,564				1,17	0,855	0,467				0,891	+/-	0,044	0,503	+/-	0,044

0,878	0,490
0,049	0,049
6	10 %

BI HAUTINT SOJA

PROF	Da 1	Vm1	V poral	Da 2	Vm2	V poral	Da 3	Vm3	V poral	Da 4	Vm4	V poral	Da 5	Vm5	V poral	Da 6	Vm6	V poral	Vm X	E. Type	(c.v. %)	Vpor X	E. Type	(c.v. %)
5	1,01	0,990	0,602	1,08	0,925	0,537	0,95	1,058	0,670	1,05	0,952	0,564	1,08	0,924	0,536	1,15	0,871	0,483	0,953	+/-	0,059	0,565	+/-	0,059
15	1,16	0,865	0,477	1,01	0,992	0,604	0,88	1,132	0,744	0,95	1,051	0,663	1,14	0,880	0,492	1,06	0,947	0,559	0,978	+/-	0,094	0,580	+/-	0,094
25	1,29	0,777	0,389	1,28	0,781	0,393	1,25	0,801	0,413	1,39	0,721	0,333	1,28	0,780	0,392	1,27	0,787	0,399	0,775	+/-	0,025	0,387	+/-	0,025
35	1,28	0,784	0,396	1,24	0,806	0,418	1,30	0,770	0,382	1,26	0,796	0,408	1,22	0,821	0,433	1,27	0,789	0,401	0,794	+/-	0,016	0,406	+/-	0,016
45	1,16	0,862	0,474	1,25	0,801	0,413	1,19	0,844	0,456	1,22	0,820	0,432	1,21	0,826	0,438	1,28	0,783	0,395	0,823	+/-	0,026	0,435	+/-	0,026
55	1,18	0,848	0,460	1,25	0,801	0,413	1,25	0,801	0,413	1,24	0,804	0,416	1,21	0,829	0,441	1,25	0,801	0,413	0,814	+/-	0,018	0,426	+/-	0,018
65	1,19	0,839	0,451	1,19	0,839	0,451	1,20	0,831	0,443	1,22	0,822	0,434	1,12	0,891	0,503	1,18	0,847	0,459	0,845	+/-	0,022	0,457	+/-	0,022
75	1,15	0,872	0,484				1,20	0,833	0,445				1,24	0,807	0,419				0,837	+/-	0,026	0,449	+/-	0,026
85	1,22	0,821	0,433				1,17	0,857	0,469				1,22	0,819	0,431				0,832	+/-	0,017	0,444	+/-	0,017
95	1,14	0,877	0,489				1,11	0,899	0,511				1,26	0,791	0,403				0,855	+/-	0,047	0,467	+/-	0,047
105	1,20	0,836	0,448				1,10	0,908	0,520				1,22	0,819	0,431				0,854	+/-	0,038	0,466	+/-	0,038
115	1,12	0,894	0,506				1,22	0,819	0,431				1,15	0,870	0,482				0,861	+/-	0,031	0,473	+/-	0,031
125	1,12	0,893	0,505				1,10	0,913	0,525				1,23	0,815	0,427				0,874	+/-	0,042	0,486	+/-	0,042
135	1,10	0,913	0,525				1,15	0,871	0,483				1,12	0,889	0,501				0,891	+/-	0,017	0,503	+/-	0,017

0,856	0,468
0,054	0,054
6 %	11 %

7.2. REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS DE VOLUME PORAL

Les quatre pages suivantes présentent tous les profils de porosité sur des graphiques de type XY.

Cette présentation est organisée de la manière suivante :

- chaque page correspond à un système de culture : jachère (J), bas intrant manioc (BM), haut intrant manioc (HM) et haut intrant soja (HS).

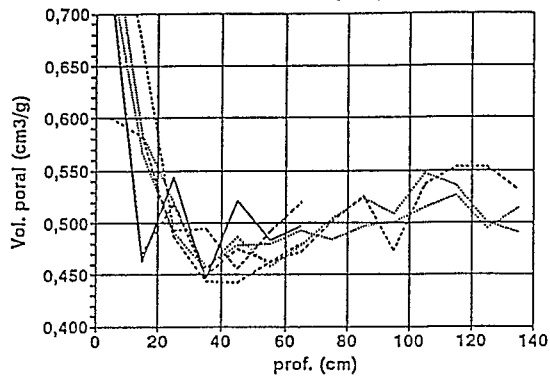
- chaque graphique, "volume en fonction de la profondeur" présente 6 profils qui correspondent aux 6 répétitions effectuées: 3 répétitions jusqu'à 140 cm et 3 jusqu'à 70 cm.

- en haut de chaque graphique nous avons indiqué le système cultural et le numéro de la parcelle (exemple : Bas int. Manioc (32) ou BM (32) correspond au système "bas intrant manioc" de la parcelle 32, soit la parcelle située sur le troisième bloc, deuxième ligne).

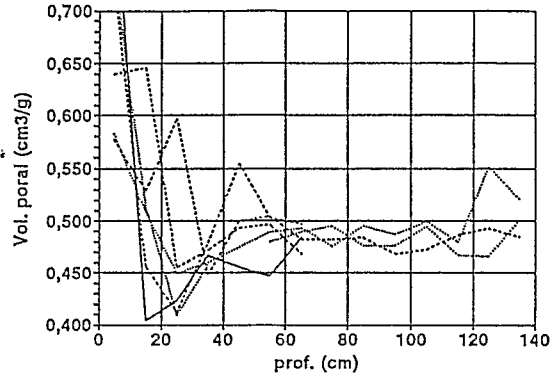
- pour la jachère (J) et le haut intrant soja (HS), 4 parcelles ont été utilisées pour les mesures. Le cinquième graphique présente la courbe moyenne de chacune des 4 parcelles précédentes et la moyenne de ces moyennes indiquées J(X) et HS (X).

- pour le bas intrant et haut intrant manioc (BM et HM) les mesures ont été effectuées dans 2 parcelles uniquement. Mais comme tout à l'heure, le troisième graphique présente la courbe moyenne de chacune des 4 parcelles précédentes et la moyenne de ces moyennes indiquées BMJ(X) et HM (X).

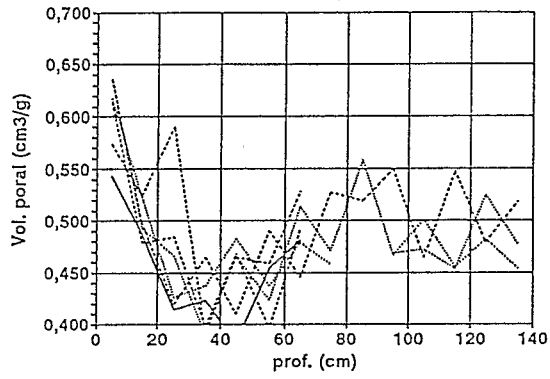
Jachère (14)



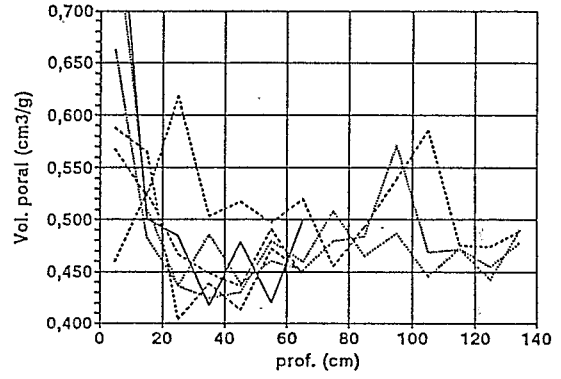
Jachère (27)



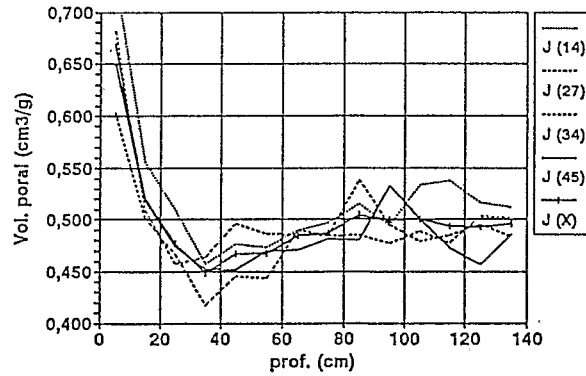
Jachère (34)



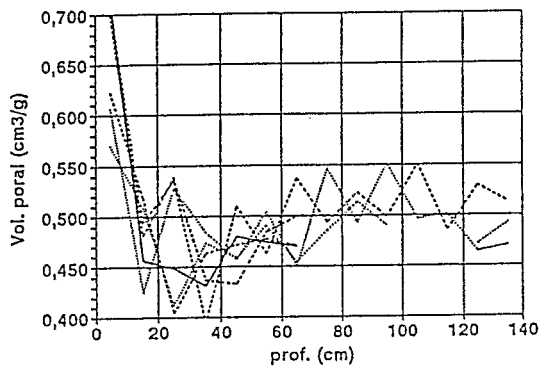
Jachère (45)



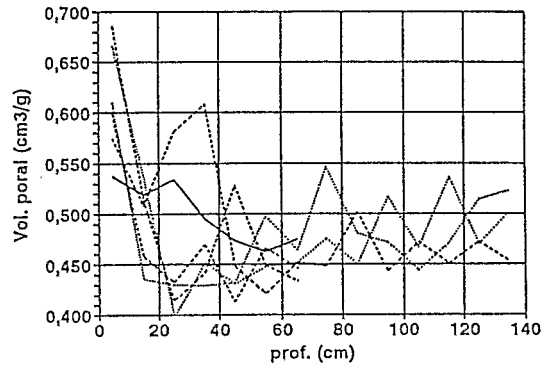
Jachère (X)



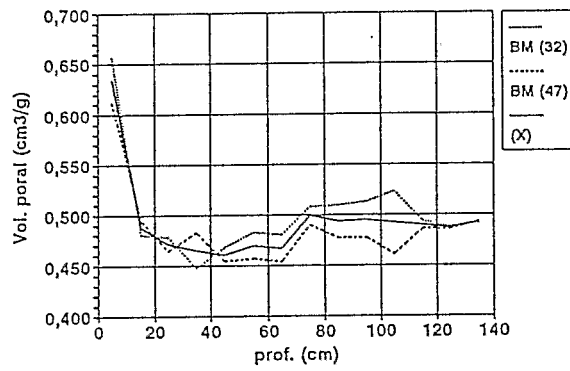
Bas int. Manioc (32)



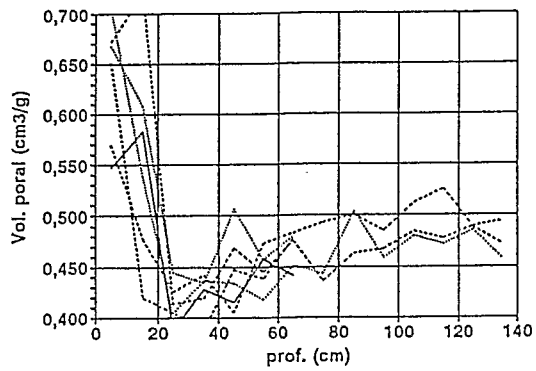
Bas int. Manioc (47)



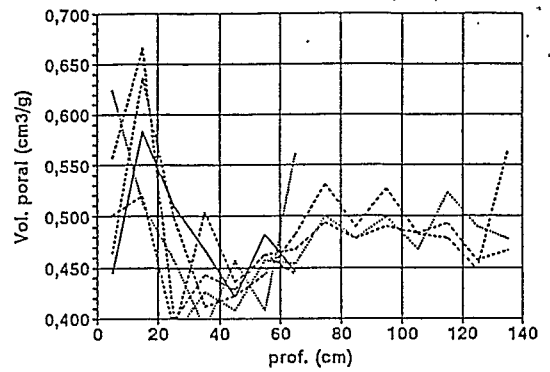
Bas int. Manioc (X)



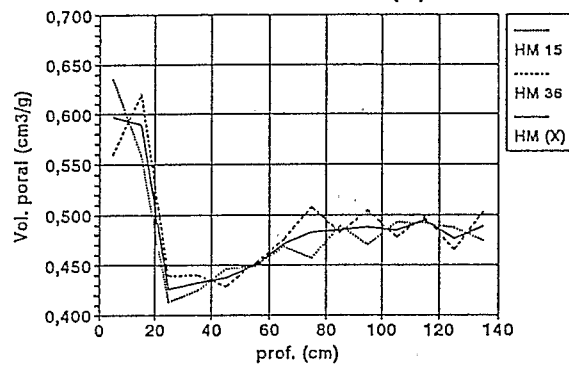
Haut int. Manioc (15)



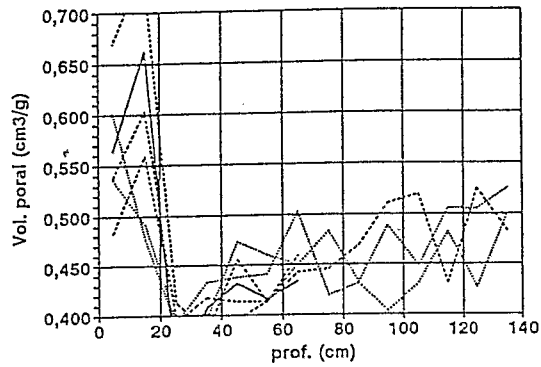
Haut int. Manioc (36)



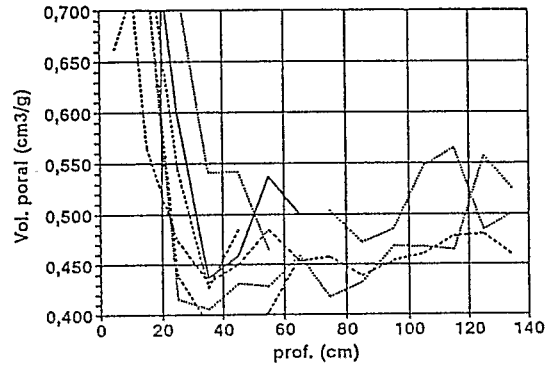
Haut int. Manioc (X)



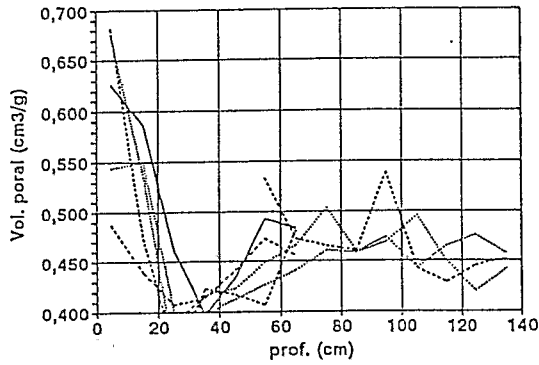
Haut int. Soja (16)



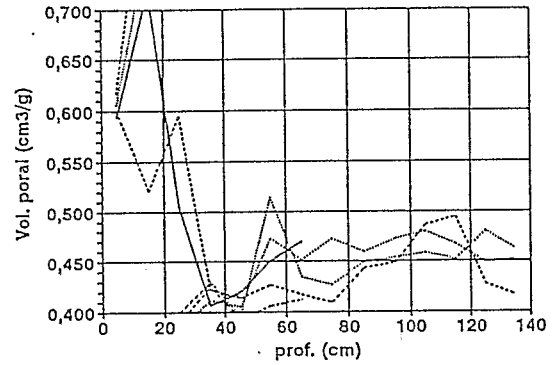
Haut int. Soja (22)



Haut int. Soja (35)



Haut int. Soja (46)



Haut int. SOJA (X)

