

Action Incitative Interinstitutionnelle (A.I.I.)

ORSTOM, CNRS, CIRAD, INRA

"Fonctionnement Biologique des Sols Tropicaux et Gestion Durable des Terres"

Projet 2A

**EFFET DU MODE DE GESTION DES JACHERES NATURELLES SUR
LA PRODUCTIVITE DU MIL PLUVIAL EN ZONE SEMI-ARIDE.
Quels acteurs biologiques dans quels contextes édaphiques pour la durabilité
des systèmes paysans ?**

**Rapport final, Juin 1998
ORSTOM, Montpellier**

Rapp. mult., 12 p.

M. C. LARRE-LARROUY

Caractérisation des Carbohydrates

La mise en culture continue, après défrichement d'une végétation naturelle ou d'une jachère ancienne, s'accompagne généralement d'une diminution du stock organique dans les horizons de surface des sols tropicaux et d'une dégradation importante de leur structure. A l'inverse, des successions culture-jachère ou des apports d'amendements organiques (fumier, compost) peuvent conduire à des augmentations des teneurs en carbone de ces sols dégradés.

Ces variations du stock organique se reflètent au niveau des fractions granulométriques du sol ; elles peuvent également concerner des composés organiques. Parmi ceux-ci, les carbohydrates se révèlent suivant les pratiques culturales, de bons indicateurs de l'état organique d'un sol. Mélanges complexes de mono- et polysaccharides, facilement dégradables, principale source énergétique pour les microorganismes, impliqués dans les processus d'agrégation, ils représentent de 5 à 25 % de la matière organique (MO) du sol. Ils constituent avec la biomasse microbienne, l'un des compartiments labiles de cette MO. A ce titre, leur



degré de participation à la MO du sol fournirait, plus rapidement que la teneur en carbone total, des indications sur l'effet du mode de gestion des sols (Dalal et Bridge, 1995).

Y a-t'il modification de la composition en carbohydrates lors de la mise en culture? Si oui, y a-t'il une fraction granulométrique plus marquée que les autres par cette modification? Y a-t'il alors prépondérance de sucres d'origine microbienne?

La détermination des sucres a été effectuée sur le sol en jachère (SN 1061, 3543) et le sol cultivé (SN 1062, 3562, 3570), avant et après culture de mil, ainsi que sur les fractions granulométriques de ces sols.

Méthodes

Fractionnement granulométrique. Les sols (horizon 0-10 cm), tamisés à 2 mm, sont fractionnés selon la méthode décrite par Gavinelli *et al.* (1995). Cette méthode consiste, après dispersion et agitation d'une suspension de sol, en tamisages sous eau à 200, 50 et 20 μm et conduit, après sédimentation, à l'obtention de 5 fractions granulométriques : F 200-2000 μm , F 50-200 μm , F 20-50 μm , F 2-20 μm , F 0-2 μm . Les fractions de taille comprise entre 2 et 50 μm ont été regroupées ici en une fraction F 2-50 μm ; de même, les fractions de taille supérieure à 50 μm ont été réunies pour former une fraction F 50-2000 μm . Plusieurs fractionnements sont nécessaires afin d'obtenir des fractions en quantité suffisante pour l'extraction des sucres.

Extraction des sucres. Les sucres sont extraits par une série d'hydrolyses acides (H_2SO_4), suivant la technique préconisée par Oades *et al.* (1970) ; parmi les différentes méthodes d'extraction, celle-ci offre l'avantage d'extraire le maximum de sucres monomères tout en limitant leur dégradation. La première étape consiste en une hydrolyse rapide à reflux et relargue des monosaccharides qui ne proviennent pas de matières cellulosiques. La seconde étape (deux hydrolyses successives), hydrolyse des sucres cellulosiques d'origine végétale.

Dosage des sucres. Les sucres extraits sont dosés par chromatographie en phase gazeuse (CPG) après silylation (Larré-Larrouy et Feller, 1997). La séparation est effectuée sur un chromatographe muni d'un injecteur split-splitless et d'un détecteur à ionisation de flamme, équipé d'une colonne capillaire OV1. Les sucres suivants peuvent être mis en évidence : arabinose, rhamnose, ribose, xylose, mannose, galactose, glucose.

Résultats

Fractionnement granulométrique. Caractérisation de la MO et distribution du carbone dans les fractions granulométriques

Les bilans de fractionnement des sols en jachère et cultivés sont consignés dans les Tableaux 1 et 2. Les bilans pondéraux sont de 978 et 976 g/kg sol pour les sols en jachère (respectivement, SN 1061 et 3543), et de 991 g/kg sol pour les sols cultivés. De 87 à 92 g/100g de carbone du sol se retrouvent après fractionnement (les quantités de carbone

extraites au cours du fractionnement n'ont pas été dosées). Les bilans peuvent être considérés comme satisfaisants.

Quelle que soit la situation considérée, la fraction 0-2 μm est toujours la plus riche en carbone (de 18 à 21 %). A l'opposé, la fraction grossière 50-2000 μm en présente la plus faible teneur. Après mise en culture, on observe un enrichissement en carbone de la fraction 0-2 μm . Inversement, des diminutions sont observées au niveau du sol total et des fractions supérieures à 2 μm .

La fraction "débris végétaux" 50-2000 μm constitue respectivement 42 et 46 g/100g de carbone du sol sous jachère et du sol sous culture. Il y a peu de variation après mise en culture de mil, à l'exception de la situation SN 3570. En effet, dans ce sol ayant reçu un apport de fumier après mise en culture, c'est la fraction 0-2 μm qui incorpore la plus forte quantité de carbone total.

On observe un accroissement relativement régulier des rapports C/N des fractions 0-2 μm (MO à caractère amorphe, C/N plus faibles) aux fractions 50-2000 μm (MO sous forme de débris végétaux, C/N plus élevés). Il est difficile de discerner une différence significative entre les valeurs C/N des sols en jachère et cultivés, avant et/ou après mise en culture.

Concentrations en monosaccharides des sols et leurs fractions granulométriques

Dans le Tableau 3 sont reportées les concentrations en monosaccharides extraits par hydrolyses successives des sols et de leurs fractions granulométriques.

La comparaison de ces différents résultats nous suggère les observations suivantes :

- Le sol sous jachère (SN 1061), comparativement au sol sous culture (SN 1062), présente des concentrations en sucres 2,2 fois supérieures ; ceci est à mettre en parallèle avec une augmentation similaire du carbone organique total. Cependant, le carbone présent sous forme de monosaccharides (C-MS), en % du carbone total du sol, présente une valeur plus élevée dans le sol sous culture (9,6 g/100g C sol pour SN 1061 et 8,6 g/100g C sol pour SN 1062). Ce carbone est surtout libéré au cours de la 1^{ère} hydrolyse (78,8 g/100g pour SN 1061 et 87,8 g/100g pour SN 1062).

Une fois mis en culture, le sol sous jachère s'appauvrit en monosaccharides, plus particulièrement en monosaccharides cellulosiques d'origine végétale relargués à la seconde étape d'hydrolyses. Il y a en même temps diminution de la teneur en carbone total et ce, dans des proportions comparables. Mais les proportions de carbone présent sous forme de monosaccharides, C-MS (en % du C du sol), ne changent pas avec la mise en culture.

A l'opposé, le sol cultivé présente des teneurs en sucres, notamment d'origine cellulosique, plus élevées après une année de culture de mil. Ceci est en contradiction avec les résultats fournis pour des sols sous culture continue, en conditions tempérées ou tropicales (Haynes et Beare, 1995). Cette augmentation de la teneur en monosaccharides est d'autant plus surprenante que le même sol sous culture, mais ayant été amendé par du fumier (SN 3570) et dont le taux de carbone s'est maintenu, voit sa concentration en sucres diminuer par rapport au sol de départ (ceci est confirmé par les valeurs obtenues pour chaque fraction). La même observation peut être étendue au C-MS (en % du carbone du sol). Néanmoins, la teneur en carbone total ne subit pas de variation comparable après mise en culture.

- Une partie de la matière organique est bien présente sous forme de sucres dans toutes les fractions granulométriques des deux séries de sols étudiées ; cependant, les bilans apparaissent à peine satisfaisants puisque, -à l'exception du sol sous jachère où les sucres, toutes fractions confondues, représentent 79 % des sucres du sol non fractionné-, 57 à 69 % seulement des

monosaccharides totaux sont retrouvés dans les fractions analysées. Il est possible que l'attaque chimique des fractions ait été incomplète pendant l'extraction des sucres (plus particulièrement pour les fractions du sol cultivé à précédent culture, SN 3562, très peu touchées par la 2ème étape d'hydrolyses et donc appauvries en sucres cellulosiques en comparaison du sol brut). La faible récupération en monosaccharides pourrait également s'expliquer par une perte de sucres hydrosolubles au cours du fractionnement granulométrique.

La majorité des sucres monomères est libérée au cours de la 1ère hydrolyse (de 76 à 95 %). Certaines fractions libèrent même un plus fort pourcentage de sucres que le sol dont elles sont issues. Pour toutes les situations étudiées, les fractions 50-2000 μm incorporent les plus fortes proportions de C-MS, les fractions 0-2 μm occupant une position intermédiaire entre ces fractions grossières et les fractions organo-limoneuses.

Cependant, dans le sol à précédent jachère, la plus forte teneur en monosaccharides se trouve dans la fraction 0-2 μm (avec une teneur en sucres 2,2 fois supérieure à celle du sol non fractionné), suivie par la fraction 2-50 μm puis la fraction 50-2000 μm (ce qui est en accord avec la faible teneur en MO de cette dernière fraction). Ces observations se confirment après mise en culture. On remarque toutefois à cette occasion, une diminution de moitié des teneurs en sucres des fractions $> 2 \mu\text{m}$; la fraction fine est très peu touchée par cette diminution.

La fraction 0-2 μm du sol à précédent culture est également la plus riche de toutes en monosaccharides, avec une teneur 3,3 fois plus importante que celle du sol brut. Elle s'enrichit encore après mise en culture. Il n'en est pas de même pour les fractions de taille supérieure qui voient leur teneur en sucres diminuer après un an de culture.

Composition en monosaccharides des sols et leurs fractions granulométriques (Tableaux 4 et 5, Figure 1 et 2)

Quel que soit le sol considéré, les monosaccharides extraits sont en majorité des hexoses. Parmi ceux-ci, le glucose (qui représente de 5 à 13 % du carbone total de ces sols) puis le galactose sont les plus abondants. Dans le sol sous jachère, ces deux sucres voient leur concentration diminuer de près de la moitié après mise en culture. Il n'en est pas de même dans le sol à précédent culture : le glucose devient beaucoup plus abondant après un an de culture de mil, alors qu'il varie très peu dans le sol avec apport de fumier ; cet enrichissement provient de la dégradation de la cellulose (le glucose en effet devient important à la seconde étape d'hydrolyses). La teneur en galactose reste, elle, quasiment constante dès la mise en culture, que le sol soit amendé ou non. Le rapport, r , des teneurs en mannose + galactose / arabinose + xylose, caractérise l'importance de la décomposition des débris végétaux et de l'accumulation de produits de synthèse microbiens (Oades, 1984). Il est supérieur à 1 dans les sols sous jachère, suggérant ainsi que ces sols contiennent une plus forte proportion de carbohydrates synthétisés par les microorganismes que de carbohydrates d'origine végétale. Egal à 1 dans le sol sous culture, sa valeur augmente légèrement après apport organique.

En analysant les résultats obtenus pour les fractions granulométriques d'un même sol, on constate que la distribution des sucres n'est guère différente de celle observée dans le sol non fractionné. : le glucose et le galactose (sauf dans la fraction 50-2000 μm) sont toujours les plus abondants. A l'opposé, rhamnose, ribose et fucose sont peu représentés dans les fractions.

Les deux sucres aux variations les plus significatives sont le xylose (sucre essentiellement d'origine végétale) et le mannose (plus ou moins considéré comme traceur d'une activité microbienne ; Cheshire, 1979). Ainsi la fraction grossière 50-2000 μm est enrichie en xylose (Xyl, qui devient le sucre le plus important après le glucose), ce qui est en accord avec le caractère figuré végétal de cette fraction. Au contraire, les teneurs plus faibles

en xylose et plus fortes en mannose (Man) des fractions inférieures à 2 μm indiquent que la source directe de la MO pour les fractions fines du sol pourrait provenir soit du métabolisme microbien soit d'exsudats racinaires. En conséquence, le rapport Xyl / Man augmente des fractions argileuses vers les fractions grossières. A l'inverse, le rapport r diminue des fractions fines aux fractions grossières dans les deux séries de sols étudiées. Ce fait est confirmé par les données de la littérature, aussi bien pour les sols tempérés que pour les sols tropicaux (Angers et Mehuys, 1990 ; Feller, 1994). Il est également conforté par l'observation suivante : toutes les fractions sont caractérisées, comme les sols non fractionnés, par des quantités plus importantes d'hexoses (plutôt synthétisés par les populations microbiennes) que de pentoses (caractéristiques des polysaccharides végétaux). Cette différence est particulièrement accentuée dans les fractions fines et organo-limoneuses. En effet dans ces fractions, la valeur du rapport hexoses / pentoses est supérieure à celle des fractions $> 50 \mu\text{m}$.

Une fois mis en culture, le sol sous jachère voit augmenter la valeur du rapport r de chacune de ses fractions granulométriques. Il paraît difficile, pour expliquer l'augmentation de cette valeur, de conclure à une perte touchant plus particulièrement les pentoses (d'origine végétale). La mise en culture, rappelons-le, conduisait à une perte en carbone total et en carbone sous forme de carbohydrates. Inversement, dans la situation du sol à précédent culture, le rapport r des fractions $> 2 \mu\text{m}$ diminue lorsque le sol est mis en culture de mil avec ou sans apport organique, le rapport r de la fraction 0-2 μm variant très peu. Quelle que soit la situation étudiée, il semblerait qu'il y ait "conservation" des hexoses au sein des fractions fines 0-2 μm . Y aurait-il une meilleure protection du matériel microbien au niveau de ces fractions? Ou bien y aurait-il tout simplement destruction des pentoses, fragilisés par le mode d'extraction acide utilisé?

Conclusion

Il paraît difficile à ce stade de l'étude de relier les différences observées au niveau des compartiments polysaccharidiques des sols et fractions étudiés à un effet précédent jachère-culture et/ou mise en culture.

Il faut cependant retenir le pourcentage (constant ou relativement plus élevé) de carbone organique présent sous forme de carbone labile (C-MS / C total) après mise en culture, même si la teneur en C-MS est significativement plus importante avant culture. Nous rejoignons en cela les conclusions de Hu *et al.* (1997) après une étude menée sur les effets possibles d'une gestion à court terme sur les compartiments de carbone labile du sol.

Références

- Angers D. A. and Mehuys G. R. (1990) Barley and alfalfa cropping effects on carbohydrate contents of a clay soil and its size fractions. *Soil Biology and Biochemistry* **22**, 285-288.
- Cheshire M. V. (1979) *Nature and Origin of Carbohydrates in Soils*. Academic Press, London.

- Dalal R. C. and Bridge B. J. (1995) Aggregation and organic matter storage in sub-humid and semi-arid soils. In *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*, pp. 263-307. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Feller C. (1994) La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1:1 : recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse Doct. ès Sciences, Univ. Strasbourg (ULP), 247 p. + annexes.
- Gavinelli E., Feller C., Larré-Larrouy M. C., Bacye B., Djegui N. and Nzila J. D. D. (1995) A routine method to study soil organic matter by particle-size fractionation : Examples for tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 26, 1749-1760.
- Haynes R. J. and Beare M. H. (1995) Aggregation and organic matter storage in mesothermal, humid soils. In *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*, pp. 213-262. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Hu S., Coleman D.C., Carroll C.R., Hendrix P.F., and Beare M.H. (1997) Labile soil carbon pools in subtropical forest and agricultural ecosystems as influenced by management practices and vegetation types. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65, 69-78.
- Larré-Larrouy M.C. and Feller C. (1997) Determination of carbohydrates in two ferrallitic soils : Analysis by capillary gas chromatography after derivatization by silylation. *Soil Biology and Biochemistry* 29, 9-10, 1585-1589.
- Oades J. M. (1984) Soil organic matter and structural stability : Mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76, 319-337.
- Oades J. M., Kirkman M. A. and Wagner G. H. (1970) The use of gas-liquid chromatography for the determination of sugars extracted from soils by sulfuric acid. *Soil Science Society of America Proceedings* 34, 230-235.

Tableau 1. Masses relatives, teneurs en carbone (C) et rapports C/N des sols SN 1061, 3543 et de leurs différentes fractions granulométriques

Sol	Fraction (μm)	Masse			C/N	
		(g/kg sol)	(g/kg fraction)	(g/kg sol)		
SN 1061	0-2	105	18.6	1.96	23.9	10
	2-50	100	16.5	1.64	20.0	17
	50-2000	773	4.9	3.76	45.8	18
	Total*	978	-	7.36	89.7	-
	Sol total	1000	-	8.21	100.0	12
SN 3543	0-2	60	19.1	1.15	25.9	10
	2-50	78	9.1	0.71	15.9	16
	50-2000	838	2.4	1.99	44.9	17
	Total*	976	-	3.85	86.7	-
	Sol total	1000	-	4.44	100.0	15

* somme des fractions.

Tableau 2. Masses relatives, teneurs en carbone (C) et rapports C/N des sols SN 1062, 3562 et 3570 et de leurs différentes fractions granulométriques

Sol	Fraction (μm)	Masse			C/N	
		(g/kg sol)	(g/kg fraction)	(g/kg sol)		
SN 1062	0-2	53	17.7	0.94	30.4	11
	2-50	60	10.0	0.60	19.5	15
	50-2000	877	1.5	1.30	41.9	15
	Total*	991	-	2.85	91.8	-
	Sol total	1000	-	3.10	100.0	16
SN 3562	0-2	42	21.3	0.89	29.5	12
	2-50	48	8.3	0.40	13.3	15
	50-2000	901	1.6	1.48	49.1	21
	Total*	991	-	2.76	91.8	-
	Sol total	1000	-	3.01	100.0	13
SN 3570	0-2	54	20.5	1.10	37.4	12
	2-50	63	7.8	0.49	16.6	18
	50-2000	874	1.1	0.98	33.3	16
	Total*	991	-	2.57	87.4	-
	Sol total	1000	-	2.94	100.0	13

* somme des fractions.

Tableau 3. Distribution des monosaccharides (MS) et du carbone des monosaccharides (C-MS) dans les sols SN 1061, 3543 ; 1062, 3562, 3570 et leurs fractions granulométriques

Sol	Fraction (μm)	MS libérés durant hydrolyse			C-MS libéré durant hydrolyse			C-MS libéré durant hydrolyse			C-MS libéré durant hydrolyse			C-MS libéré durant hydrolyse			C-MS total libéré (g/100g C sol)
		# 1 (mg/kg fraction)	# 2 + 3 (mg/kg fraction)	Total	# 1 (mg/kg fraction)	# 2 + 3 (mg/kg fraction)	Total	# 1 (mg/kg sol)	# 2 + 3 (mg/kg sol)	Total	# 1 (g/100g C-MS fraction)	# 2 + 3 (g/100g C-MS fraction)	Total	# 1 (g/100g C-MS sol)	# 2 + 3 (g/100g C-MS sol)	Total	
SN 1061																	
	0-2	4598	892	5490	1863	360	2223	196	38	233	83.8	16.2	100.0	19.6	3.8	23.4	2.8
	2-50	2055	725	2780	830	263	1092	83	26	109	75.9	24.1	100.0	8.3	2.6	10.9	1.3
	50-2000	1093	350	1443	441	140	581	341	108	449	75.9	24.1	100.0	34.1	10.8	44.9	5.5
	Total							619	172	792				62.0	17.2	79.2	9.6
	Sol total	1950	529	2479				788	212	999				78.8	21.2	100.0	12.2
SN 3543																	
	0-2	4105	683	4788	1662	273	1935	100	16	116	85.9	14.1	100.0	16.8	2.8	19.6	2.6
	2-50	1296	280	1577	524	112	636	41	9	50	82.4	17.6	100.0	6.9	1.5	8.4	1.1
	50-2000	554	169	723	223	68	291	187	57	244	76.7	23.3	100.0	31.5	9.6	41.1	5.5
	Total							328	82	410				55.2	13.8	69.0	9.2
	Sol total	1219	252	1471				493	101	593				83.0	17.0	100.0	13.4
SN 1062																	
	0-2	3233	565	3797	1309	227	1536	69	12	81	85.2	14.8	100.0	14.9	2.6	17.5	2.6
	2-50	1297	365	1662	524	146	670	31	9	40	78.2	21.8	100.0	6.8	1.9	8.6	1.3
	50-2000	325	87	412	131	35	166	115	31	146	79.0	21.0	100.0	24.7	6.6	31.3	4.7
	Total							216	51	267				46.3	11.0	57.4	8.6
	Sol total	1009	142	1151				409	57	466				87.8	12.2	100.0	15.0
SN 3562																	
	0-2	4331	623	4954	1756	249	2005	74	10	84	87.6	12.4	100.0	12.8	1.8	14.6	2.8
	2-50	1006	291	1297	406	116	523	20	6	25	77.8	22.2	100.0	3.4	1.0	4.3	0.8
	50-2000	548	125	673	221	50	271	199	45	244	81.6	18.4	100.0	34.5	7.8	42.3	8.1
	Total							292	61	353				50.6	10.6	61.2	11.7
	Sol total	682	754	1436				275	302	577				47.7	52.3	100.0	19.2
SN 3570																	
	0-2	3708	572	4279	1501	229	1730	81	12	93	86.8	13.2	100.0	22.9	3.5	26.4	3.2
	2-50	971	199	1170	393	80	472	25	5	30	83.1	16.9	100.0	7.0	1.4	8.4	1.0
	50-2000	328	17	345	132	7	139	116	6	122	94.8	5.2	100.0	32.7	1.8	34.5	4.1
	Total							221	24	245				62.6	6.7	69.3	8.3
	Sol total	750	126	876				303	50	353				85.8	14.2	100.0	12.0

1 : 1ère hydrolyse, avec H₂SO₄ 2,5 M.# 2 + 3 : 2ème et 3ème hydrolyses, avec H₂SO₄ 12 M puis H₂SO₄ 0,5 M.

Table 4. Composition en monosaccharides des sols SN 1061, 3543 et de leurs fractions granulométriques*

Sol	Fraction (μm)	Ara	Rha	Rib	Fuc	Xyl	Man	Gal	Glc	Total	Pentoses	Hexoses	Hexoses / Pentoses	r	Xyl / Man
		(mg/kg fraction)									(g/kg fraction)				
SN 1061															
	0-2														
	1ère hydrolyse	424	405	202	205	365	725	882	1390	4.60					
	2ème& 3ème hydrolyses	72	60	82	32	24	104	107	411	0.89					
	Hydrolyses totales	495	465	284	237	389	829	989	1802	5.49	1.17	4.32	3.70	2.06	0.47
	2-50														
	1ère hydrolyse	159	101	98	97	175	255	373	797	2.05					
	2ème& 3ème hydrolyses	7	n.i.	5	n.i.	6	18	63	627	0.73					
	Hydrolyses totales	166	101	103	97	180	273	436	1424	2.78	0.45	2.33	5.18	2.04	0.66
	50-2000														
	1ère hydrolyse	151	55	44	36	213	111	193	290	1.09					
	2ème& 3ème hydrolyses	6	n.i.	5	n.i.	6	6	11	316	0.35					
	Hydrolyses totales	156	55	49	36	219	117	204	607	1.44	0.42	1.02	2.40	0.86	1.87
	Sol total														
	1ère hydrolyse	197	119	107	85	235	268	360	579	1.95					
	2ème& 3ème hydrolyses	7	n.i.	4	n.i.	9	17	13	480	0.53					
	Hydrolyses totales	203	119	111	85	244	286	373	1059	2.48	0.56	1.92	3.44	1.47	0.85
SN 3543															
	0-2														
	1ère hydrolyse	377	356	205	160	305	691	757	1254	4.10					
	2ème& 3ème hydrolyses	34	n.i.	18	n.i.	n.i.	109	98	424	0.68					
	Hydrolyses totales	411	356	222	160	305	800	855	1678	4.79	0.94	3.85	4.10	2.31	0.38
	2-50														
	1ère hydrolyse	96	71	66	61	81	178	223	521	1.30					
	2ème& 3ème hydrolyses	5	n.i.	3	n.i.	n.i.	15	21	237	0.28					
	Hydrolyses totales	100	71	69	61	81	193	243	758	1.58	0.25	1.33	5.30	2.40	0.42
	50-2000														
	1ère hydrolyse	75	31	24	18	91	74	97	143	0.55					
	2ème& 3ème hydrolyses	3	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	6	3	157	0.17					
	Hydrolyses totales	78	31	24	18	91	80	100	301	0.72	0.19	0.53	2.75	1.07	1.13
	Sol total														
	1ère hydrolyse	136	84	71	44	156	156	203	369	1.22					
	2ème& 3ème hydrolyses	4	n.i.	3	n.i.	3	12	12	219	0.25					
	Hydrolyses totales	139	84	74	44	159	167	215	588	1.47	0.37	1.10	2.95	1.28	0.95

* moyenne de 3 déterminations.

n.i., non-identifié.

Ara, arabinose ; Rha, rhamnose ; Rib, ribose ; Fuc, fucose ; Xyl, xylose ; Man, mannose ; Gal-NH₂, galactosamine ; Gal, galactose ; Glc-NH₂, glucosamine ; Glc, glucose ; Gal-AU, galacturonic ac. ; Glc-AU, glucuronic acid ; r, mannose + galactose / arabinose + xylose.

Table 5. Composition en monosaccharides des sols SN 1062, 3562, 3570 et de leurs fractions granulométriques*

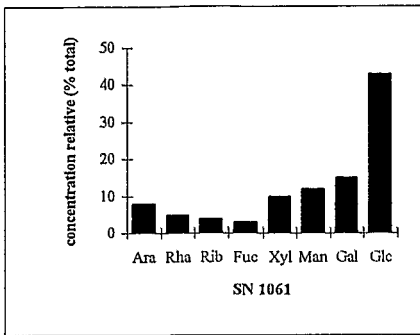
Sol	Fraction (μm)	Ara Rha Rib Fuc Xyl Man Gal Glc							Total	Pentoses Hexoses		Hexoses / Pentoses	r	Xyl / Man	
		(mg/kg fraction)								(g/kg fraction)					
SN 1062															
0-2															
	1ère hydrolyse	389	246	247	170	189	477	583	932	3.23					
	2ème& 3ème hydrolyses	43	28	49	n.i.	16	87	102	241	0.56					
	Hydrolyses totales	432	274	296	170	205	564	685	1172	3.80	0.93	2.86	3.07	1.96	0.36
2-50															
	1ère hydrolyse	105	58	85	72	102	171	238	465	1.30					
	2ème& 3ème hydrolyses	5	n.i.	5	n.i.	n.i.	15	21	319	0.37					
	Hydrolyses totales	110	58	90	72	102	187	259	785	1.66	0.30	1.36	4.51	2.11	0.54
50-2000															
	1ère hydrolyse	40	13	16	12	65	31	53	94	0.33					
	2ème& 3ème hydrolyses	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	12	75	0.09					
	Hydrolyses totales	40	13	16	12	65	31	65	169	0.41	0.12	0.29	2.39	0.91	2.06
Sol total															
	1ère hydrolyse	134	69	96	61	134	102	153	261	1.01					
	2ème& 3ème hydrolyses	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	4	2	136	0.14					
	Hydrolyses totales	134	69	96	61	134	106	155	397	1.15	0.36	0.79	2.17	0.98	1.26
SN 3562															
0-2															
	1ère hydrolyse	530	402	271	201	359	595	796	1176	4.33					
	2ème& 3ème hydrolyses	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	100	106	417	0.62					
	Hydrolyses totales	530	402	271	201	359	696	902	1593	4.95	1.16	3.79	3.27	1.80	0.52
2-50															
	1ère hydrolyse	87	44	68	62	84	123	177	360	1.01					
	2ème& 3ème hydrolyses	2	n.i.	3	n.i.	n.i.	9	13	263	0.29					
	Hydrolyses totales	89	44	71	62	84	132	190	623	1.30	0.24	1.05	4.30	1.86	0.64
50-2000															
	1ère hydrolyse	82	22	26	18	154	33	61	153	0.55					
	2ème& 3ème hydrolyses	4	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	121	0.12					
	Hydrolyses totales	86	22	26	18	154	33	61	273	0.67	0.27	0.41	1.53	0.39	4.66
Sol total															
	1ère hydrolyse	82	37	48	33	104	72	107	198	0.68					
	2ème& 3ème hydrolyses	1	n.i.	1	n.i.	n.i.	4	1	748	0.75					
	Hydrolyses totales	83	37	49	33	104	76	108	946	1.44	0.24	1.20	5.08	0.98	1.37
SN 3570															
0-2															
	1ère hydrolyse	413	293	258	169	314	529	736	996	3.71					
	2ème& 3ème hydrolyses	13	n.i.	21	n.i.	n.i.	103	103	331	0.57					
	Hydrolyses totales	426	293	279	169	314	632	838	1328	4.28	1.02	3.26	3.20	1.99	0.50
2-50															
	1ère hydrolyse	81	66	113	42	80	108	173	309	0.97					
	2ème& 3ème hydrolyses	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	13	n.i.	186	0.20					
	Hydrolyses totales	81	66	113	42	80	121	173	494	1.17	0.27	0.90	3.28	1.83	0.66
50-2000															
	1ère hydrolyse	50	19	17	11	90	25	43	73	0.33					
	2ème& 3ème hydrolyses	n.i.	n.i.	1	n.i.	n.i.	2	n.i.	15	0.02					
	Hydrolyses totales	50	19	17	11	90	26	43	88	0.34	0.16	0.19	1.19	0.50	3.42
Sol total															
	1ère hydrolyse	86	43	53	40	93	90	119	227	0.75					
	2ème& 3ème hydrolyses	2	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	5	7	111	0.13					
	Hydrolyses totales	88	43	53	40	93	95	126	338	0.88	0.23	0.64	2.74	1.22	0.98

* moyenne de 3 déterminations.

n.i., non-identifié.

Ara, arabinose ; Rha, rhamnose ; Rib, ribose ; Fuc, fucose ; Xyl, xylose ; Man, mannose ; Gal-NH₂, galactosamine ; Gal, galactose ; Glc-NH₂, glucosamine ; Glc, glucose ; Gal-AU, galacturonic ac. ; Glc-AU, glucuronic ac r, mannose + galactose / arabinose + xylose.

Sol SN 1061 et fractions granulométriques



Sol SN 3543 et fractions granulométriques

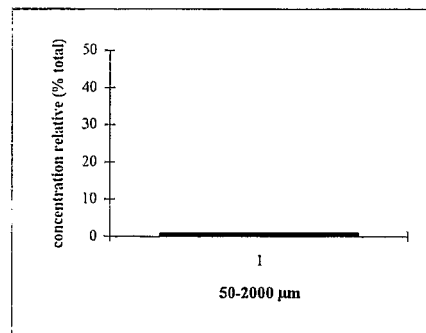
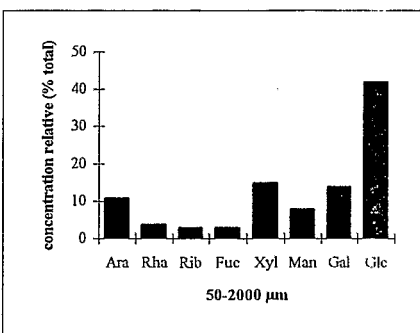
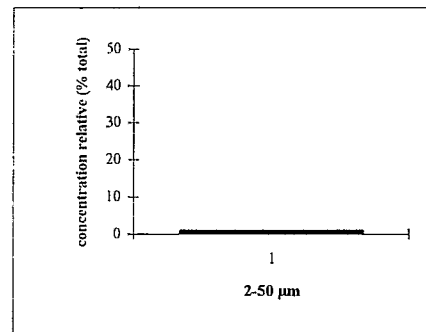
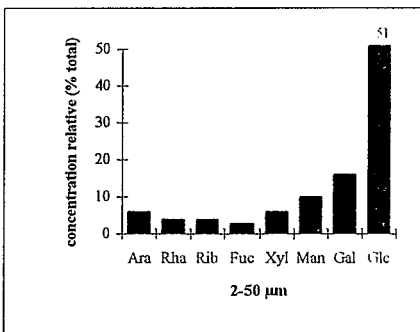
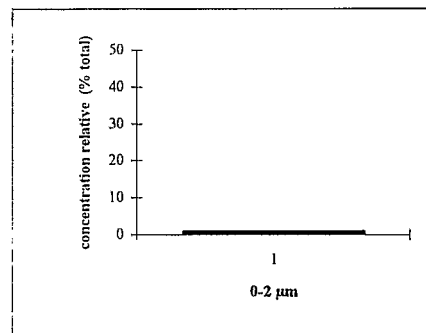
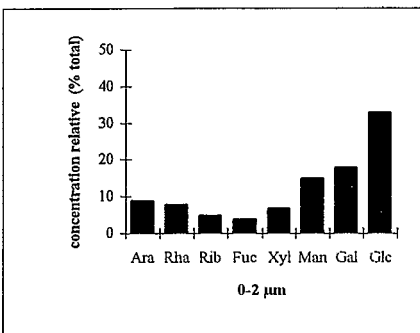
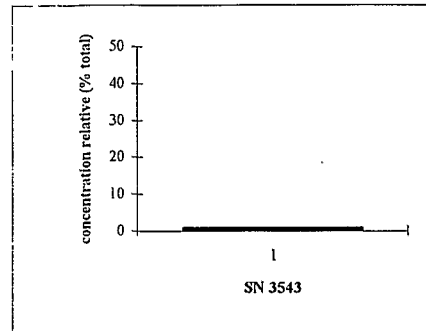
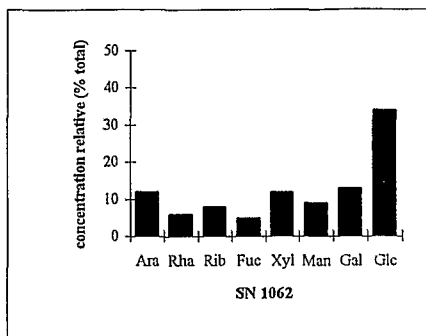
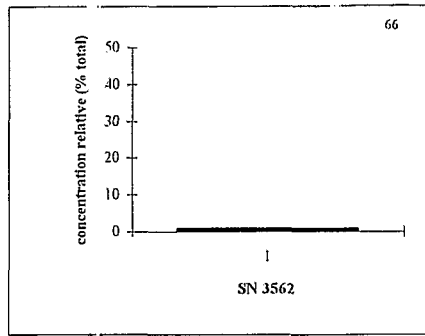


Fig. 1. Distribution des monosaccharides des sols SN 1061, 3543 et de leurs fractions granulométriques (Ara, arabinose ; Rha, rhamnose ; Rib, ribose ; Fuc, fucose ; Xyl, xylose ; Man, mannose ; Gal, galactose ; Glc, glucose)

Sol SN 1062 et fractions granulométriques



Sol SN 3562 et fractions granulométriques



Sol SN 3570 et fractions granulométriques

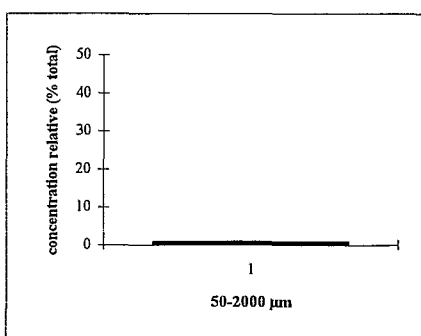
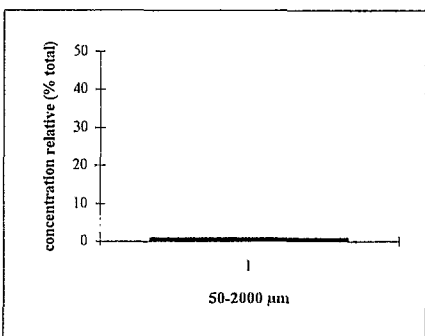
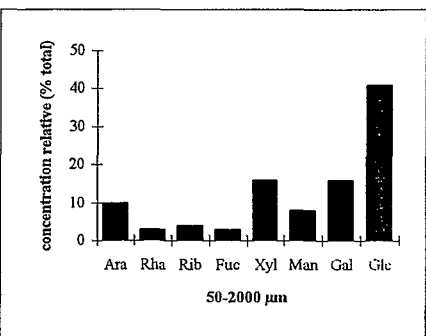
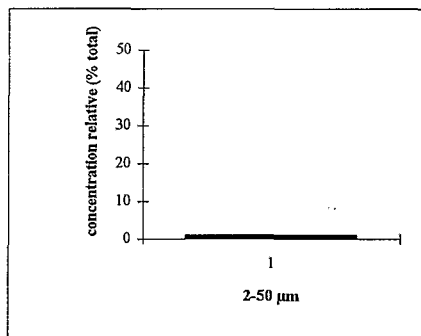
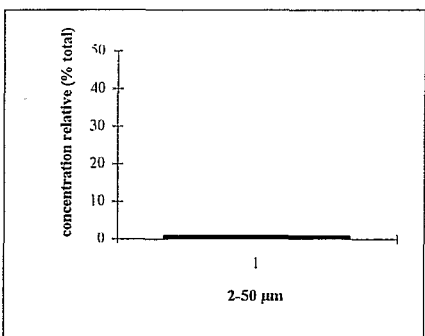
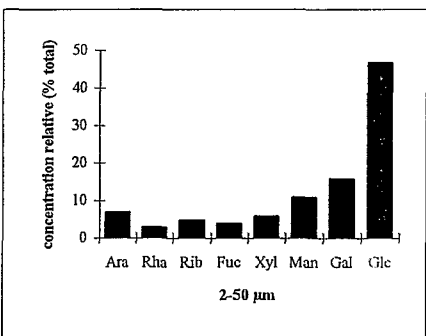
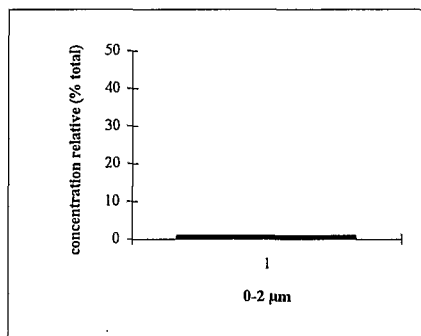
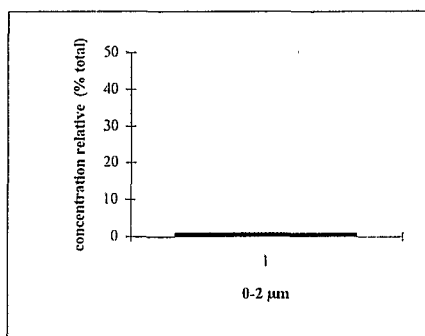
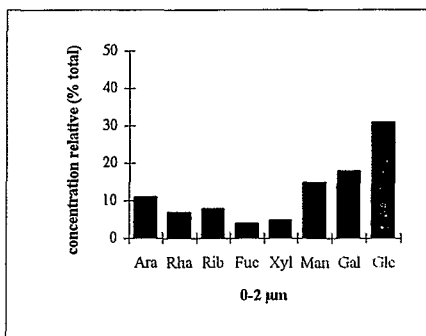
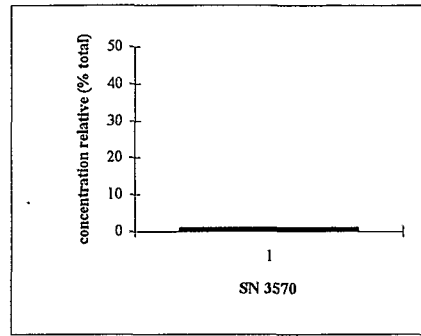


Fig. 2. Distribution des monosaccharides des sols SN 1062, 3562, 3570 et de leurs fractions granulométriques (Ara, arabinose ; Rha, rhamnose ; Rib, ribose ; Fuc, fucose ; Xyl, xylose ; Man, mannose ; Gal, galactose ; Glc, glucose)