

Enregistrement scientifique n° : 1781

Symposium n° : 12

Présentation : poster

Organic fertilization and solarization under shelter: effects on the organic matter of a sandy soil

Amendement organique et solarisation sous abri: effets sur la matière organique d'un sol sableux

THURIÈS Laurent^(1,3,5), ARRUFAT Alain⁽²⁾, FELLER Christian⁽¹⁾, HERRMANN Patrick⁽³⁾, MARTIN Christian⁽⁴⁾, REMY Jean-Claude⁽³⁾, VIEL Maurice⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'étude du Comportement des Sols Cultivés ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France

⁽²⁾ Civambio LR, 15 avenue de Grande Bretagne, 66000 Perpignan, France

⁽³⁾ Science du Sol INRA-ENSAM, 2 place P. Viala 34060 Montpellier Cedex 1, France

⁽⁴⁾ Agriphyto Méditerranée, 19 avenue de Grande Bretagne, 66025 Perpignan, France

⁽⁵⁾ Phalippou-Frayssinet S.A., BP 42, 81270 Labastide-Rouairoux, France

In Mediterranean areas, market gardening is often practiced under shelter. One tends to minimize mineral fertilization and pesticide applications in order to obtain a sustainable and environmentally safe agriculture. Moreover, organic fertilization (organic amendments and fertilizers) and non-chemical techniques such as solarization to control soil-borne pathogens and weeds, are proposed.

The aim of our work was to investigate the medium-term effects (3 years) of these practices (application of a commercial compost and solarization), on the general characteristics of a Mediterranean soil (a sandy alluvial soil from Southern France).

Concerning the soil organic matter:

- the compost application allowed significant increases in C and N contents,
- however, N content decreased under solarization, possibly in relation with a preferential mineralization of the N-rich forms of organic matter.

With this experimental design, close relationships were revealed between C contents and some soil characteristics. The application of this compost seemed to induce a decrease of the bulk density, and increases of the exchangeable bases, cation exchange capacity, permanent wilting point, and water-stable macroaggregates content.

Keywords : organic fertilization, solarization, market gardening, greenhouse, soil organic matter, alluvial soil, Udifluent.

Mots clés : fertilisation organique, solarisation, maraîchage, serre, matière organique, sol alluvial, Fluvisol.

Enregistrement scientifique n° : 1781
Symposium n° : 12
Présentation : poster

Organic fertilization and solarization under shelter: effects on the organic matter of a sandy soil.

Amendement organique et solarisation sous abri: effets sur la matière organique d'un sol sableux.

THURIES Laurent^(1,3,5), **ARRUFAT Alain**⁽²⁾, **FELLER Christian**⁽¹⁾, **HERRMANN Patrick**⁽³⁾, **MARTIN Christian**⁽⁴⁾, **REMY Jean-Claude**⁽³⁾, **VIEL Maurice**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'étude du Comportement des Sols Cultivés ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France

⁽²⁾ Civambio LR, 15 avenue de Grande Bretagne, 66000 Perpignan, France

⁽³⁾ Science du Sol INRA-ENSAM, 2 place P. Viala 34060 Montpellier Cedex 1, France

⁽⁴⁾ Agriphyto Méditerranée, 19 avenue de Grande Bretagne, 66025 Perpignan, France

⁽⁵⁾ Phalippou-Frayssinet S.A., BP 42, 81270 Labastide-Rouairoux, France

Introduction

Afin de s'affranchir au maximum de problèmes cultureux, le maraîchage intensif est généralement caractérisé par l'utilisation de fortes doses d'intrants tels que les fertilisants et les pesticides.

Parmi les pratiques agricoles, les cultures maraîchères sous abri sont une de celles présentant le plus de risque de contamination des ressources en eau par les nitrates, suite à l'utilisation massive de fertilisants azotés et à une forte irrigation. Aussi, les agriculteurs, dont les maraîchers, sont encouragés à avoir recours à des pratiques culturales raisonnées : cultures "intégrées", "biologiques", etc., respectant l'environnement. Pour limiter les pertes en azote minéral, l'utilisation de fertilisants azotés organiques est préconisée, cette forme d'azote étant considérée comme moins sensible au lessivage que les engrais minéraux. Qui plus est, l'apport de compost peut alors être intéressant pour maintenir ou restaurer des teneurs en matière organique (MO) du sol (MOS), avec des conséquences positives sur de nombreuses autres propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Par ailleurs, en maraîchage intensif, la pratique de rotations courtes entraîne souvent une installation durable de pathogènes telluriques. L'utilisation de pesticides ou la fumigation constitue une des formes courantes de désinfection des sols mais avec des risques sur l'environnement global (couche d'ozone) et sur la qualité des productions végétales (Ellis *et al.*, 1995). Aussi, d'autres méthodes comme la solarisation ont été pratiquées avec succès depuis une vingtaine d'années aux Etats Unis et en Israël (Katan *et al.*, 1987). Celle-ci est connue pour détruire à la fois des adventices et des organismes pathogènes comme *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, etc., (Chellemi *et al.*, 1997 ; Chen *et al.*, 1991 ; Katan, 1996 ; Katan *et al.*, 1987 ; Ristaino *et al.*, 1996 ; Raio *et al.*, 1997). La solarisation est testée depuis peu dans le sud de la France (Roussillon).

Un essai en maraîchage sous abri a été ainsi implanté en 1994 près de Perpignan permettant de tester l'intérêt et la faisabilité, en culture maraîchère sous abri, de la fertilisation organique et de la solarisation sur la production végétale et les propriétés des sols. Les

résultats présentés ici concernent essentiellement les effets sur le statut organique du sol. Les relations entre MOS et quelques autres caractéristiques physico-chimiques du sol seront aussi discutées.

Matériel et méthodes

Le sol est un sol sur alluvions récentes de la plaine du Réart (Fluvisol, Udifluent), de texture sablo-limoneuse (Servat et Callot, 1966), non carbonaté et à pH neutre. L'analyse minéralogique (RX), révèle la présence de quartz en abondance, de feldspaths et de micas. Les argiles les plus représentées sont la smectite, puis la kaolinite, la chlorite et les minéraux interstratifiés.

Le dispositif agronomique est constitué de quatre serres plastiques fixes (tunnels froids) orientées Nord-Sud. Les tunnels 1 et 2 (T1, T2) sont fertilisés avec des engrais minéraux (ammonitrate 50-100 kg N ha⁻¹/an ; superphosphate triple 60-200 kg P₂O₅ ha⁻¹/an ; sulfate potassique et Patentkali™ 370-500 kg K₂O ha⁻¹/an), et n'ont reçu que de très faibles doses d'amendement organique (4,2 t MO ha⁻¹ en 1994 et 1,2 t MO ha⁻¹ en 1996). Les tunnels 3 et 4 (T3, T4) sont fertilisés uniquement avec des fertilisants (amendement et engrais) organiques du commerce, à raison 6 et 2 t MO ha⁻¹/an respectivement, sous forme de Végethumus® et Guanor® 7/6/8. Dans ces deux tunnels, les autres fertilisants sont du phosphate naturel (170-290 kg P₂O₅ ha⁻¹/an) et Patentkali™ (380-500 kg K₂O ha⁻¹/an). Chaque tunnel est séparé en une partie Nord (N), et une partie Sud (S). Le calendrier cultural est présenté Fig. 1. Dans les tunnels 1, 2 et 3 une laitue d'hiver puis du melon sont cultivés chaque année. La même rotation existe pour le tunnel 4 une fois tous les 4 ans, les autres années sont consacrées à des rotations céleri-blette-tomate-fenouil. Les opérations culturales sont résumées dans le tableau 1. Les traitements estivaux sont les suivants : toutes les parties Sud sont solarisées durant l'été. La technique est identique à celle décrite par Chen *et al.* (1991), et Katan (1981, 1996). Elle consiste à tendre un film plastique transparent de 50 µm d'épaisseur sur un sol préalablement travaillé et humidifié. Les parties Nord des tunnels 1 et 2 (T1N, T2N) sont laissées nues pendant l'été, alors que celles des tunnels 3 et 4 (T3N, T4N) portent une culture de sorgho comme engrais vert (EV).

Pour ce dispositif, les effets de la fertilisation organique seule pourront être évalués par la comparaison des demi-tunnels 1S/3S, 1S/4S, 2S/3S, et 2S/4S. Les effets de la solarisation seront évalués par la comparaison des demi-tunnels 1N/1S et 2N/2S.

Des prélèvements de sols ont été effectués en troisième année de l'essai, dans les couches 0-10, 10-20 et 20-40 cm de profondeur. Il y a 6 répétitions par demi-tunnel. Chaque répétition est un échantillon composite de 10 prélèvements. Le sol a été séché à l'air et préparé à 2 mm. L'analyse mécanique a été réalisée selon la méthode internationale à la pipette Robinson. La capacité de rétention en eau a été déterminée à pF 2.7, 3.0 et 4.2 selon la méthode des plaques (Richards 1947). La densité apparente (Da, en t m⁻³) a été estimée à l'aide de cylindres biseautés (Monnier, 1994). La stabilité structurale des agrégats a été déterminée selon la méthode de Kemper et Rosenau (1986) modifiée par Kouakoua et al. (1997). Dans notre étude, l'indice d'agrégation (I_{agrégation}) représente la quantité de macroagrégats (>200µm-sables grossiers SG) rapportée à 100 g de « sol - sables grossiers (SG) ». L'indice de dispersion (I_{dispersion}) représente la quantité de microagrégats (<20 µm) rapportée à 100 g d'« argile+limon fin (A+Lf) granulométriques totaux ». Les teneurs en carbone (C) et azote (N) des sols ont été déterminées par voie sèche avec un autoanalyseur Carlo Erba NA 2000. Les cations échangeables ont été dosés après extraction par le chlorure de cobaltihexamine (Rouiller et al., 1994).

Résultats et discussion

Aperçu général sur les teneurs et les stocks en C et N des sols du dispositif

Les teneurs et stocks en C et N sont présentés au tableau 2. Que l'on considère les teneurs (g kg^{-1} sol) ou les stocks ($\text{t ha}^{-1}/\text{couche}$), le sens des variations entre les différents traitements reste le même, et seules les teneurs seront commentées ici.

Les tunnels 1 et 2 ont de faibles teneurs en C (*ca* 4.5 à 5.5 g kg^{-1}) comparées à celles des tunnels 3 et 4 (*ca* 6 à 11 g kg^{-1}) qui reçoivent une fertilisation organique forte. Les différences sont hautement significatives ($p < 0.0001$). Sur l'ensemble du profil, les tunnels 1 et 2 ont des teneurs en C proches, alors qu'elles sont significativement différentes de celles du tunnel 3 (1 et 3 $p = 0.0001$; 2 et 3 $p = 0.0012$) et du tunnel 4 (1 et 4 $p < 0.0001$; 2 et 4 $p < 0.0001$). Les résultats sont similaires pour les teneurs en N.

Par ailleurs, pour chaque demi-tunnel, on note peu de variations de C et N avec la profondeur : le travail du sol a homogénéisé les profils de C et N.

Les teneurs en argile (A, < 0.002 mm), en éléments fins (A+Lf, < 0.02 mm), ou en éléments grossiers (refus > 2 mm) peuvent exercer un effet sur les teneurs ou stocks en MO. Cet effet a été testé statistiquement. On constate (Tab 4) qu'il n'existe pas de relation significative entre teneurs en C ou N et taux de refus > 2 mm, et teneurs en argile. Toutefois une corrélation significative et positive existe avec les teneurs en (A+Lf). De ce fait, l'analyse des effets des traitements sur les teneurs en C et N nécessite de choisir des situations à faibles différences en éléments fins.

Effet fertilisation organique

Il n'existe pas de différence significative de teneur en (A+Lf) entre 2S et 3S quelle que soit la couche considérée. Aussi, les effets de la fertilisation organique sur les teneurs en C et N ont donc été évalués en comparant 2S/3S. Les teneurs en C sont plus élevées dans le demi-tunnel avec fertilisation organique (3S, Fig. 2a), mais la différence n'est significative que pour la couche 0-10 cm. Les teneurs en N sont significativement plus faibles dans le demi-tunnel sans fertilisation organique (2S, Fig. 2b) et ce, quelle que soit la couche de sol considérée. Selon les couches, les différences de teneurs en C ou N entre demi-tunnels peuvent atteindre de 30 à 70%. Elles sont les plus fortes pour la couche 0-10 cm.

Effet solarisation

Il n'existe pas de différence significative des teneurs en éléments fins (A+Lf) pour les demi-tunnels 2N/2S. On peut donc tester l'effet de la solarisation, *vs* sol nu, sur les teneurs en C et N (Fig. 3). Quel que soit l'horizon considéré, il n'y a aucune différence significative pour les teneurs en C (Fig. 3a). Par contre, les teneurs en N sont très significativement plus faibles ($p < 0.001$) pour toutes les couches des sols solarisés (Fig. 3b). Les différences varient de 17 à 25%. Ceci implique que l'augmentation de la minéralisation due à la solarisation s'exprime essentiellement sur les teneurs en N et peu sur celles en C. Ce sont donc des formes de MO riches en N qui sont prioritairement minéralisées (biomasse microbienne?). On sait par ailleurs que la solarisation conduit à augmenter la teneur en nitrates des sols (Chen et Katan, 1980; Chen et al., 1991; Katan, 1981; Katan et al., 1987), suite à l'augmentation de l'activité minéralisatrice liée à l'élévation de température.

Effets des variations des teneurs en C sur quelques propriétés physiques et chimiques

De nombreuses propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols sont fortement dépendantes des teneurs en C et de la teneur en A+Lf. Aussi, avons-nous calculé pour la couche 0-10 cm, les coefficients de corrélation (r_1 et r_2 respectivement) entre diverses

caractéristiques (Y) physiques et chimiques des échantillons et les teneurs en C et A+Lf. Les résultats sont portés au tableau 3.

On constate d'abord qu'aucune des propriétés Y testée n'est significativement liée à A+Lf. Par contre, des corrélations significativement :

- positives sont trouvées pour les propriétés d'échange telles que CEC et bases échangeables, le phosphore total (Pt) et la capacité de rétention en eau au point de flétrissement permanent (CRE 15),
- négatives sont trouvées pour les densités apparentes (Da) du sol total ou de la terre fine, et pour le phosphore assimilable (P Olsen-Dabin). Cette relation négative avec P Olsen-Dabin est liée au fait que la fertilisation minérale phosphatée est appliquée sur les situations recevant peu d'amendements organiques et de plus, pauvres en carbone.

Il n'y a pas d'effet significatif des teneurs en C sur le pH (eau ou KCl), la capacité au champ (CRE 0,5) et l'eau utile, ni sur les paramètres des tests d'agrégation ($I_{\text{agrégation}}$ et $I_{\text{dispersion}}$). Toutefois, la prise en compte à la fois de C et A+Lf dans une corrélation multiple de type $Y = aC + b(A+Lf) + c$, conduit à des valeurs de r significatives ($r = 0.865$) pour l'indice $I_{\text{agrégation}}$.

Conclusion

La fertilisation organique sous la double forme d'amendement organique (compost végétal) associé à un engrais organique, permet d'augmenter significativement, en surface, les teneurs en C et N de sols maraîchers sous abris, et ce à moyen terme (3 ans). Il en résulte des améliorations d'autres caractéristiques édaphiques telles que : CEC, bases échangeables, Da et des caractéristiques hydrodynamiques (pF).

Enfin, il est révélé ici l'effet fortement différencié de la solarisation sur les teneurs en C et N du sol, avec des diminutions significatives des teneurs en N alors que celles en C restent inchangées, indiquant une minéralisation préférentielle des MO à faibles rapports C/N.

Bibliographie

- Chellemi D.O., Olson S.M., Mitchell D.J., Secker I., McSorley R. (1997) - Adaptation of soil solarization to the integrated management of soilborne pests of tomato under humid conditions. *Phytopathology* 87 : 250-258.
- Chen Y., Gamliel A., Stapleton J.J., Aviad T. (1991) - Chemical, physical, and microbial changes related to plant growth on disinfested soils. pp 103-129. *In* Soil solarization. J Katan, J.E. De Vay Edit., CRC Press Publ., Boca Raton, FL, USA.
- Chen Y., Katan J. (1980) - Effect of solar-heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science*. 130 (5) : 271-277.
- Ellis J.R., Watson D.M.H., Varvel G.E., Jawson M.D. (1995) - Methyl bromide soil fumigation alters plant element concentrations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 848-852.
- Katan J. (1981) - Solar-heating (solarisation) of soil for control of soil-borne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19 : 211-236.
- Katan J. (1996) - Soilborne pathogens and concepts related to their control. pp 250-278. *In* Principles and practices of managing soilborne pathogens, 342 pp. Chap 12 Soil solarization: integrated control aspects. R. Hall Edit., APS Press Publ., St Paul, MA, USA.
- Katan J., Grinstein A., Greenberger A., Yarden O., De Vay J.E. (1987) - The first decade (1976-1986) of soil solarisation (solar-heating) : a chronological bibliography. *Phytoparasitica*. 15 (3) : 229-255.

- Kemper W.D., Rosenau R.C. (1986) - Aggregate stability and size distribution. pp 425-441. *In* Methods of soil analysis. Part 1, 2nd ed. Agron. Monogr. 9. Klute A. Edit. ASA and SSSA. Madison, WI, USA.
- Kouakoua E., Sala G.-H., Barthès B., Larré-Larrouy M.-C., Albrecht A., Feller C. (1997) - La matière organique soluble à l'eau chaude et la stabilité de l'agrégation. Aspects méthodologiques et application à des sols ferrallitiques du Congo. *Eur. J. Soil Sci.* 48: 239-247.
- Monnier (1994) - Assemblage et organisation physique des particules. pp 325-348 *In* Constituants et propriétés du sol. *Pédologie* 2 .M. Bonneau et B. Souchier Edit., Masson, Paris, France.
- Richards L. A. (1947) - A pressure membrane apparatus construction and use. *Agric. Eng.* 28: 451-454
- Raio A., Zoina A., Moore L.W. (1997) - The effect of solar heating of soil on natural and inoculated agrobacteria. *Plant Pathology* 46 : 320-328.
- Ristaino J.B., Perry K.B., Lumsden R.D. (1996) - Soil solarization and *Gliocladium virens* reduce the incidence of southern blight (*Sclerotium rolfsii*) in bell pepper in the field. *Biocontrol Science and Technology* 6 : 583-593.
- Rouiller J., Souchier B., Bruckert S., Feller C., Toutain F., Vedy J.C. (1994) - Méthodes d'analyses des sols. pp 619-652. *In* Constituants et propriétés du sol . *Pédologie*.2. Bonneau M. et Souchier B. Edit. Masson, Paris, France.
- Servat E., Callot G., (1966) - Notice explicative de la carte des sols du Roussillon. INRA Service d'étude des sols, ENSA Montpellier, 68 pp.

Keywords : organic fertilization, solarization, market gardening, greenhouse, soil organic matter, alluvial soil, Udifluent.

Mots clés : fertilisation organique, solarisation, maraîchage, serre, matière organique, sol alluvial, Fluvisol.

Tab. 1 - Apports de matière organique (MO) et d'azote (N), et traitements du sol pendant l'interculture d'été. *Organic matter inputs, N fertilization, and summer soil treatments*

demi-tunnel	1N	1S	2N	2S	3N	3S	4N	4S
fertilisation	MIN+o	MIN+o	MIN+o	MIN+o	ORGA	ORGA	ORGA	ORGA
MO t ha ⁻¹ §	5,4	5,4	5,4	5,4	20	19	23	23
N engrais § *	361	324	265	295	835	735	1316	1191
N amend § **	221	221	221	221	523	523	523	523
sol (été)	nu	solarisé	nu	solarisé	EV	solarisé	EV	solarisé

MIN+o : fertilisation minérale avec un très faible apport organique

ORGA : fertilisation exclusivement organique

§ sur 3 ans

* N apporté par l'engrais (minéral ou organique) en kg ha⁻¹

** N apporté par l'amendement organique en kg ha⁻¹

Tab 2 - Teneurs et stocks de carbone et d'azote, densité apparente du sol total, teneurs en éléments grossiers (refus>2mm) et en argiles + limon fin. *Carbon and nitrogen contents and stocks, bulk density, fraction >2mm and clay + fine silt (A+Lf).*

	horizon (cm)	Da		A+Lf		C		N	
		sol total	% total	% sol	C	N	C	N	
						g kg ⁻¹ sol sec		t ha ⁻¹	
1N	0-10	1.543	8.85	25.3	4.444	0.595	6.25	0.84	
	10-20	1.539	8.94	22.7	4.596	0.630	6.44	0.88	
	20-40	1.508	8.22	22.8	4.946	0.639	14.30	1.85	
	0-40						26.99	3.57	
1S	0-10	1.468	5.21	22.5	4.440	0.495	6.18	0.69	
	10-20	1.462	6.68	20.4	4.580	0.499	6.25	0.68	
	20-40	1.462	8.53	19.2	4.435	0.490	12.42	1.37	
	0-40						24.84	2.74	
2N	0-10	1,532 ^a	15.32	24.5	5.271	0.667	6.84 [§]	0.86 [§]	
	10-20	1,521 ^a	13.85	25.7	5.169	0.676	6.77 [§]	0.88 [§]	
	20-40	1,526 ^a	14.52	23.5	4.906	0.634	12.80 [§]	1.65 [§]	
	0-40						26.41 [§]	3.40 [§]	
2S	0-10	1.545	15.58	24.5	5.292	0.504	6.90	0.66	
	10-20	1.508	14.99	24.1	5.469	0.527	7.01	0.68	
	20-40	1.585	18.41	24.9	5.156	0.501	13.34	1.29	
	0-40						27.25	2.63	
3N	0-10	1.401	8.04	28.3	8.162	0.851	10.51	1.10	
	10-20	1.393	8.20	26.1	9.091	0.901	11.63	1.15	
	20-40	1.490	9.25	27.2	8.885	0.862	25.26	2.46	
	0-40						47.39	4.71	
3S	0-10	1.488	5.09	28.1	7.492	0.808	10.58	1.14	
	10-20	1.465	4.56	29.4	6.092	0.664	8.52	0.93	
	20-40	1.477	4.87	25.1	6.002	0.657	17.30	1.89	
	0-40						36.39	3.96	
4N	0-10	1.395	2.58	28.1	11.22	1.289	15.25	1.75	
	10-20	1.366	2.43	28.9	10.29	1.078	13.71	1.44	
	20-40	1.416	2.95	28.8	10.38	1.137	28.97	3.15	
	0-40						57.93	6.34	
4S	0-10	1.394	1.18	24.1	7.204	0.777	9.92	1.07	
	10-20	1.468	1.28	32.1	8.013	0.813	11.61	1.18	
	20-40	1.487	2.05	31.5	7.415	0.779	21.83	2.28	
	0-40						43.36	4.53	

§ stocks estimés

^a Da estimée

Tab. 3 - Coefficients de régression (r_1 et r_2 respectivement) des équations $Y = a C + b$ et $Y = a (A+Lf) + b$, couche 0-10 cm, $n=8$, signification : * ($R_{0,05} = 0,6664$). *Regression coefficients (r_1 and r_2 respectively) of the equations $Y = a C + b$ and $Y = a (A+Lf) + b$, 0-10 cm layer, $n=8$, signification : * $R_{0,05} = 0,6664$, $(A+Lf) = \text{clay+fine silt}$.*

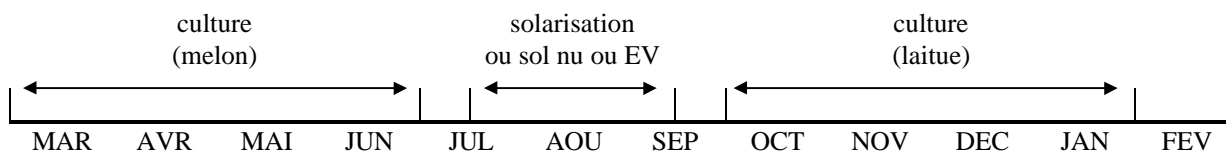
Y	r_1 (Y et C)		r_2 (Y et A+Lf)	
refus >2 mm	-0.536	ns	-0.220	ns
A+Lf	0.761	*	1	
Da sol total	-0.754	*	-0.369	ns
Da terre fine	-0.749	*	-0.480	ns
CRE 0,5	0.649	ns	0.542	ns
CRE 1	0.617	ns	0.516	ns
CRE 15	0.788	*	0.615	ns
eau utile	0.544	ns	0.469	ns
$I_{\text{agrégation}}$	0.594	ns	0.044	ns
$I_{\text{dispersion}}$	-0.385	ns	-0.128	ns
pH eau	-0.152	ns	0.181	ns
pH KCl	-0.279	ns	0.083	ns
CEC	0.749	*	0.606	ns
Bases échangeables	0.751	*	0.605	ns
P total	0.775	*	0.594	ns
P Olsen-Dabin	-0.726	*	-0.648	ns

ns = non significatif * = significatif à $P = 0.95$
 Les caractéristiques Y sont décrites dans Matériel et méthodes

Tab 4 - Coefficients de corrélation entre refus>2 mm, A+Lf, A et teneurs en C et N. *Correlation coefficients between fraction>2mm, clay+fine silt, clay and C and N contents.*

R	refus				A+Lf				A			
	C		N		C		N		C		N	
0-10 cm	-0,536	ns	-0,534	ns	0,761	*	0,738	*	-0,290	ns	0,351	ns
10-20 cm	-0,567	ns	-0,555	ns	0,736	*	0,726	*	0,372	ns	0,453	ns
20-40 cm	-0,545	ns	-0,602	ns	0,731	*	0,671	*	0,330	ns	0,250	ns

Fig. 1 - Calendrier cultural. *Cropping calendar*



Tunnels 1 à 3 : rotation laitue-melon
 Tunnel 4 : rotation laitue-melon-céleri-tomate-blette-fenouil
 EV : engrais vert = sorgho

Fig. 2 - Teneurs en C (a) et N (b) en g kg⁻¹ de sols recevant (3S : triangle) ou non (2S : diamant) une fertilisation organique. C (a) and N (b) contents in g kg⁻¹ of soils receiving (3S : triangle) or not (2S : diamond) organic fertilization.

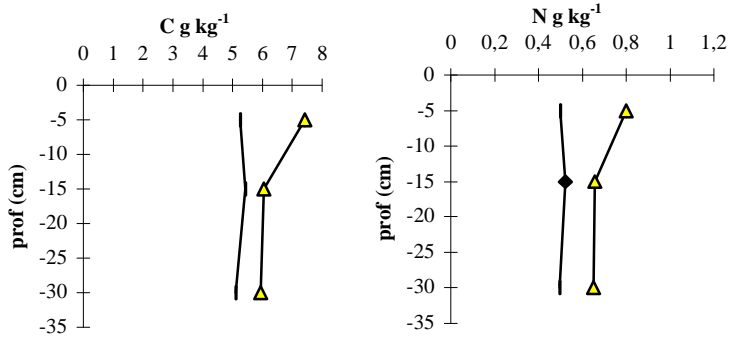


Fig. 3 - Teneurs en C (a) et N (b) en g kg⁻¹ de sols solarisés (2S : diamant) ou non (2N : point). C (a) and N (b) contents in g kg⁻¹ of solarized soils (2S : diamond) or not (2N : point).

