

ACTIVITE CELLULOLYTIQUE DANS UN SOL CALCAIRE ENRICH EN PAILLE

Par : BOUGHEDAOU L.

Institut National Agronomique (Alger)

Département des Sciences du Sol

ملخص:

دراستنا المخبرية لمعرفة مقدرة تربة كلسية ما على تحليل السيللوز، بعد اضافة كمية من التبن لها ، أظهرت بأنه في ظروفنا للتحضين المخبري، فان الكائنات الحية الدقيقة نشيطة وبشكل خاص، وذلك لأن 75 % من السيللوز قد أختفت من التربة بعد 30 يوما، الكائنات الحية الدقيقة المحللة للسيللوز والمسؤولة عن هذه العملية تتمثل خاصة بالفطريات .

RESUME

L'activité cellulolytique d'un sol calcaire a été étudiée in vitro en lui incorporant une quantité connue de paille. Les résultats obtenus montrent que dans nos conditions d'incubation, les microorganismes sont particulièrement actifs puisque 75 % de la cellulose ont disparu au bout de 30 (trente) jours. Les microorganismes cellulolytiques responsables de cette dégradation sont surtout représentés par des champignons.

Mots clés :

Activité cellulolytique, sol calcaire, paille.

1. - INTRODUCTION

Les sources carbonées du sol sont essentiellement d'origine végétale. Elles y sont introduites par des processus naturels ou artificiels. Parmi les déchets organiques du secteur primaire, les résidus de récolte constituent des tonnages considérables, notamment en ce qui concerne les pailles de céréales (POMMEL, 1984). La constitution biochimique de ces produits végétaux influe considérablement sur leur dégradation. C'est ainsi que parmi les hydrates de carbone constituant les sources carbonées, la cellulose est quantitativement le polysaccharide le plus répandu. La décomposition de la cellulose joue un rôle primordial dans les sols. Elle aboutit à la formation de sucres simples utilisés par la majorité des microorganismes telluriques.

Dans cet article, nous présentons les résultats d'une étude effectuée sur l'évolution des activités cellulolytiques dans un sol calcaire enrichi en paille.

2. - MATERIEL ET METHODES

2.1. - La matière organique

L'enrichissement des sols en matière organique a été réalisé avec de la paille d'orge dont les caractéristiques sont les suivantes :

C%	N%	C/N	%Cellulose
51.04	0.59	86.51	43.50

La quantité de carbone introduite dans chaque erlenmeyer du dispositif d'incubation correspond à 1% de carbone, ce qui équivaut à un apport de 0,352 g de paille pour 20 g de sol sec.

2.2. - Le sol

Il s'agit d'un sol d'apport alluvial carbonaté prélevé à la ferme centrale de l'I.N.A. L'échantillonnage provient de l'horizon de surface (0 à 20 cm). Les principales caractéristiques physico-chimiques figurent dans le tableau suivant :

Granulométrie (%)					pH	C %	N %	C/N	CaCO ₃ (%)	Cellulose (%)	C.E.C. meq/100 g de sol
A	LF	LG	SF	SG							
39.9	21.96	06.32	08.38	23.35	08.30	01.51	00.07	21.42	19.18	00.68	48.83

2.3. Préparation des échantillons

Après prélèvement, l'échantillon de sol frais est tamisé à 2 mm puis homogénéisé. Une partie est utilisée pour les analyses de caractérisation, l'autre partie est répartie par fractions équivalente à 20 g de sol sec dans les quarante deux erlenmeyers du dispositif d'incubation. Les objets à comparer sont au nombre de deux.

- les sols non enrichis qui serviront de témoins (21)
- les sols enrichis en paille (21).

La quantité de carbone apportée est de 1 %, ce qui correspond à un apport de 0,352 g de paille pour 20 g de sol sec. Chaque échantillon est amené à 80 % de sa capacité au champ par de l'eau distillée et mis à incuber pendant une durée de 30 jours à la température de 28°C.

2.4. Analyses

Les analyses réalisées sont les suivantes :

2.4.1. Dosage de la cellulose

La cellulose résiduelle est solubilisée par la méthode GOK et OTTOW (1988) et dosée par colorimétrie à 620 nm avec le réactif à l'anthrone selon la méthode UPDEGRAFF (1969).

2.4.2. - Numération des germes cellulolytiques

Sur les mêmes échantillons enrichis en paille, on procède au dénombrement des germes cellulolytiques aérobies sur milieu solide selon la méthode préconisée dans le manuel de POCHON et TARDIEUX (1963).

2.5. - Périodicité des analyses

Au cours de l'incubation, des échantillons de sols sont soumis aux analyses. A chaque analyse, trois répétitions sont utilisées et éliminées. L'intervalle de temps séparant chaque dosage est établi comme suit :

- au temps zéro, au 2^{ème} jour d'incubation, 4^{ème}, 8^{ème}, 12^{ème}, 18^{ème}, 24^{ème} et 30^{ème} jour.

3. - RESULTATS

3.1. - Discussion sur la méthode

La méthode de dosage de la cellulose utilisée semble ne présenter que peu d'inconvénients pour l'étude d'un matériel végétal, en l'occurrence la paille. En effet, les auteurs de la méthode admettent qu'avec du matériel végétal, la cellulose est entièrement conservée (UPDEGRAFF, 1969).

Cependant, sur des échantillons de sol, il faut être prudent quant aux résultats obtenus, en raison de nombreuses interactions entre cellulose, hemicellulose, pectine, lignine, etc... Compte tenu des quelques réserves que nous pourrions faire sur cette méthode, nous appellerons "**Cellulose**" le résidu obtenu après addition d'acide sulfurique et la discussion ne pourra être que comparative.

3.2. - Evolution du taux de cellulose résiduelle au cours de l'incubation

Le tableau 1 donne les variations en cellulose dans le sol à différents temps d'incubation.

Tableau 1 : Variation du taux de cellulose résiduelle du sol calcaire à différents temps d'incubation (exprimée en P. 100 du sol sec).

Temps d'incubation (jours)	Sol calcaire enrichi en paille	Sol calcaire non enrichi
0	1.53	0.73
2	1.31	0.64
4	1.23	0.57
8	1.14	0.47
12	0.99	0.38
18	0.88	0.33
24	0.66	0.21
30	0.45	0.095

Pour faciliter l'interprétation des résultats, les taux de cellulose du tableau 1 sont exprimés en taux de disparition de la cellulose en fonction des teneurs initiales (tableau 2).

Tableau 2 : Taux de disparition de la cellulose exprimés en p. 100 des teneurs initiales en cellulose à différents temps d'incubation.

Temps d'incubation	Sol calcaire enrichi	Sol calcaire non enrichi
2	14.44	12.32
4	5.16	9.58
8	5.88	13.69
12	9.80	12.32
18	7.18	6.84
24	14.37	16.43
30	13.72	15.75
TOTAL	70.55 %	86.93 %

Afin de mettre en évidence la quantité de cellulose de la paille qui s'est dégradée au cours de l'incubation, nous avons établi ce que nous avons appelé les "**taux de disparition de la cellulose complémentaire**" par analogie au T.M.C (Taux de Minéralisation Complémentaire). Les résultats obtenus figurent dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Taux de disparition de la cellulose complémentaire exprimés en p. 100 de la cellulose introduite.

Jours d'incubation	Taux de disparition de la cellulose introduite
2	16.25
4	1.12
8	0.00
12	7.5
18	7.5
24	12.5
30	11.87

L'étude in vitro du dénombrement de la microflore cellulolytique aérobie a mis en évidence une population importante prédominée par des champignons (tableau 4).

Tableau 4 : Variation de la population cellulolytique du sol enrichi en paille au cours de l'incubation.

Jours de prélèvement	Microflore cellulolytique totale	Champignons cellulolytiques
0	18.10^6	3.10^4
2	1.10^5	9.10^4
4	$11,9.10^4$	$9,9.10^4$
8	$10,7.10^4$	$8,4.10^4$
12	$8,8.10^4$	$6,3.10^4$
18	$8,1.10^4$	$6,3.10^4$
24	$9,4.10^4$	$8,3.10^4$
30	$10,2.10^4$	$8,6.10^4$

4. - DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats du tableau 1 indiquent que dans nos conditions d'incubation, l'activité cellulolytique est régulière et s'exerce de manière parallèle dans les deux traitements du sol calcaire. Lorsque l'on exprime les taux de cellulose en taux de disparition (tableau 2), les résultats font ressortir que durant les deux premiers jours, l'activité cellulolytique prédomine dans le sol enrichi en paille où l'on observe une disparition de 14,5% de cellulose contre 12,32% dans le témoin. Cet écart est attribué à l'apport du composé organique riche en cellulose. Selon KILBERTUS et REISINGER (1975), l'introduction de la paille modifie l'équilibre naturel du sol et permet, en raison des conditions d'incubation optimales, la prolifération d'une certaine catégorie de germes enzymatiquement bien adaptés, entraînant une dégradation accrue des composés de ce type les plus labiles. Après quarante huit (48) heures d'incubation, l'intensité de la cellulolyse diminue de plus de la moitié dans le sol enrichi. Ce ralentissement peut être dû :

- à la présence de substances incrustantes étroitement liées à la cellulose qui agissent sur la vitesse de dégradation (HARPER et LYNCH, 1984);
- à la prolifération d'une microflore plus variée dans le sol enrichi qui exerce une importante compétition vis-à-vis des sources trophiques;
- à la faible teneur en azote aussi bien du composé organique apporté que du sol utilisé. Selon BURESH (1980); APRIA (1982) et SOLTNER (1987), les pailles, en raison de leur grande proportion en cellulose et de leur pauvreté en azote, se dégradent lentement dans les sols. Ce phénomène est d'autant plus accentué que le sol lui-même présente une déficience en azote. DOMMERGUES et MANGENOT (1970) estiment grossièrement que la décomposition de 30 g de cellulose nécessite la fourniture d'un gramme d'azote.

A partir du 12^{ème} jour d'incubation, on assiste dans le sol calcaire enrichi à une augmentation de la cellulolyse. Il est fort probable que l'apport de paille a favorisé l'activité fixatrice d'azote BURESH et al. (1980), STEPHEN et al. (1986) ont à ce propos montré que la fixation asymbiotique de l'azote est particulièrement intense lors de la décomposition de la paille.

On pense que les bactéries fixatrices d'azote anaérobies sont soutenues par les productions d'enzymes cellulolytiques de champignons aérobies dans les interfaces aérobie-anaérobie (BURESH et al., 1980; STEPHEN et al., 1986). De plus, les Azotobacter dans le sol sont capables d'utiliser les produits de décomposition de la paille comme source d'énergie pour la fixation d'azote moléculaire (JENSEN et SWABY, 1941; LYNCH et HAPER, 1983) et quelques espèces peuvent même utiliser directement les composants de la paille (HALSALL et al., 1985). Cependant, cette capacité qu'ont les fixateurs asymbiotiques d'azote d'utiliser les sources organiques varie d'un sol à l'autre ROPER et HALSALL (1986) ont ainsi montré qu'un sol enrichi en paille à pH neutre à alcalin avec un taux élevé en argile présentait un taux plus élevé d'activité nitrogénase par rapport à un sol acide et moins argileux (17%). De toute évidence, c'est ce qui s'est probablement produit dans le sol calcaire que nous avons utilisé. Les résultats du tableau 3 semblent en accord avec les hypothèses précédemment émises. On assiste à une diminution de la dégradation de la paille entre le 2^{ème} et le 8^{ème} jour d'incubation. Les sucres et les enzymes cellulolytiques produits durant les premières 48 heures ont probablement stimulé la prolifération des germes fixateurs d'azote. Leur activité a permis de promouvoir la cellulolyse qui s'intensifie à partir du 18^{ème} jour d'incubation.

En conclusion, comme l'indique le tableau 2, 70,55 % et 86,93 % de la cellulose ont disparu au bout d'un mois respectivement dans le sol enrichi et le témoin. La dégradation de la cellulose est donc intense spécifiquement dans ce sol calcaire sous des conditions optimales.

Les principaux microorganismes cellulolytiques qui interviennent très activement sont représentés par des champignons. Nos observations coïncident avec celles de RASHID et SCHAEFER(1984) qui ont mis en évidence la supériorité fongique dans la dégradation aérobie de la cellulose.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APRIA (1982) - La paille et l'économie agro-industrielle
Association pour la promotion industrie
Assises régionales d'Angoulême. PP. 24-32.
- BURESH R.J. (1980) - Nitrogen fixation in flooded soil systems
A review advances in Agronomy 33, PP. 149-192.
- DOMMARGUES Y. et MANGENOT F. (1970) - Ecologie microbienne du sol.
Ed. Masson, Paris; PP. 92-121.
- GÖK M. and OTTOW J.G.G. (1988) - Effect of cellulose and straw
incorporation in soil on total denitrification
and nitrogen immobilization at initially aerobic
and permanent anaerobic conditions.
Biol. Fertil. Soils, 5; PP. 317-322.
- HARPER S.H.T. and LYNCH J.M. (1981) - The chemical component and
decomposition of wheat straw leaves, internodes
and nodes.
J. Sci. Food Agric. 32; PP. 1057-1062.
- KILBERTUS G. et REISINGER O. (1975) - Dégradation du matériel
végétal in vitro et in situ par quelques
microorganismes.
Rev. Ecol. Biol. Sol, 12; PP 363-374.
- POCHON J. et TARDIEUX P. (1963) - Techniques d'analyse en micro-
biologie du sol.
Ed. de la Tourelle. Saint-Mandé, Seine; 112 P.

- POMMEL B. (1984)- Aptitude des déchets organiques à alimenter les cultures en phosphore.
Thèse Doc. d'Etat, Univer. Pierre et Marie Curie, Paris 6; PP. 6-13.
- RASHID G.H. et SCHAEFER R. (1984) - Activité cellulolytique dans deux sols d'une "catena" de la forêt d'Orsay.
Rev. Ecol. Biol. Sol, 1984, 21 (4); PP. 431-438.
- SOLTNER D. (1987) - Les bases de la production végétale.
Tome 1, le sol - 15^{ème} Edition.; PP. 139-140.
- STEPHEN H.T.; HARPER and JAMES M. LYNCH (1986) - Dinitrogen fixation by obligate and facultative anaerobic bacteria in association with cellulolytic fungi.
Current Microbiology, vol. 14; PP. 127-131.
- UPDEGRAFF D.M. (1969) - Semi-microdétermination of cellulose in biological materials.
Ann. Bioch. 32; PP. 420-424.