



IMPORTANCE DES RESERVOIRS ENERGETIQUES DE LA BIOMASSE
MICROBIENNE PENDANT LA MINERALISATION DU CARBONE ORGANIQUE
DANS LES SOLS A FORTE UTILISATION DES HERBICIDES DANS LES SOLS DE
LA PLAINE D'ANNABA.
(EXTREME NE D'ALGERIEN).

R. CHELOUFI¹, H MESSAADIA² et H. ALAYAT¹

1- Laboratoire Agriculture et fonctionnement des écosystèmes. Université d'El Tarf El tarf 36000 Algérie.

hindchloufi@yahoo.fr, alayathacene@yahoo.fr,

2- Département d'agronomie, université de Batna, messaadiahocine@yahoo.fr.

Abstract— Toute cellule de la biomasse tellurique dispose invariablement de deux réservoirs d'énergie de base, représentés par le potentiel électrochimique membranaire est alimenté essentiellement par les respirations (la production du CO₂). De l'autre cote, le réservoir ATP représente les molécules à haut potentiel énergétique produites par la fermentation. L'idée fondamentale est donc de voir que cette énergie utilisée pour la biorémediation qui est une technique récente, utilisée volontairement pour éliminer les agents polluants du sol tels que les herbicides. Nous avons choisis deux types de sols à texture différentes, du périmètre irrigable d'oued Bounamoussa, qui connaît depuis 1968 l'utilisation d'herbicides par les agriculteurs. Les produits les plus utilisés sont Glyphosate et 2,4-D. Nous avons étudié l'effet de ces herbicides sur l'importance de la biomasse et leur activité microbienne (la respiration) qui intervient dans le cycle biogéochimique du carbone. Pour répondre à cette problématique, nous avons mené des incubations au laboratoire basé sur la technique de respirométrie. Il s'ensuit que le 2,4-D est plus toxique que le Glyphosate sur la minéralisation du carbone organique et la dépollution des microorganismes. Dans les sols argileux, 2,4-D adsorbé, il provoque la limitation de l'activité des microorganismes. Cependant pour le sol sableux, il peut présenter des risques de pollution sur la nappe par les métabolites des herbicides ainsi que sur la qualité du sol (stérilité = non renouvelable).

Keywords— biomasse et activité microbienne, les herbicides (Glyphosate et 2,4-D), cycle biogéochimique du carbone et sol.

I. INTRODUCTION

L'utilisation des herbicides dans l'agriculture pose un problème pour l'équilibre des écosystèmes. En effet, ils sont généralement, responsables de la pollution des sols et des eaux. En Algérie les herbicides les plus utilisés sont le glyphosate et 2-4 D, notamment dans la plaine d'Annaba. Ces herbicides ont un effet sur le cycle biogéochimique du carbone. Ce travail consiste à étudier l'effet comparatif de ces deux herbicides (H₁ glyphosate et H₂ 2-4 D) sur la dégradation et l'évolution du coefficient de minéralisation du carbone organique grâce au réservoir énergétique de la biomasse microbienne.

II- MATERIELS ET METHODES

II-1- Echantillonnage des sols

Dans le cadre de l'expérimentation, nous avons choisi, deux sols l'un argileux et l'autre sableux. Deux kilogrammes de sol séché à température ambiante et tamisés à 2 mm ont été prélevés au niveau de chaque station expérimental. La profondeur de prélèvement est de 0 – 30 cm. Leurs caractéristiques physicochimiques sont présentées dans le tab.3.

ii-2- choix et caractérisation des herbicides

Le choix porte sur deux désherbants, fréquemment utilisés dans l'Algérie ;

- a- Le Glyphosate est un acide organique faible en poudre blanche, analogue d'un acide aminé naturel, La glycine, doté d'un groupement phosphonate. N-(phosphonométhyl glycine), C₃H₈NO₃P est un désherbant total foliaire systémique, c'est-à-dire un herbicide non sélectif absorbé par les feuilles et ayant une action généralisée. Le Glyphosate est fortement adsorbé dans les sols, il y est dégradé par les microorganismes et peut être plus ou moins persistant.
- b- L'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (noté aussi 2,4-D) est un désherbant de formule brute C₈H₆Cl₂O₃. Cristaux incolores ou poudre blanche sans odeur, sélectif contre les mauvaises herbes mais inactif sur le gazon et les céréales. Il empêche la chute des fruits et agit comme une hormone de croissance (auxine) sur les plantes qui meurent. C'est un des contaminants de l'eau, des sols, de l'air et des pluies, qu'on retrouve aussi dans l'air intérieur.

Pour chaque herbicide nous avons retenu deux doses, la première correspond à la dose agronomique (simple) (D1), la seconde à la double dose (D2 = D1x2) et la troisième dose (D3= D1x5 D1). (tab.1).



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 13 et 14 Octobre 2014



	glyphosate	2,4-D
Dose 1 (D1)	2,5 µg	2,1 µg
Dose 2 (D2)	5 µg	4,2 µg
Dose 3 (D3)	12,5 µg	10,5 µg

TAB. 1 : les deux doses des herbicides utilisés.

II-3- Caractéristique physico-chimique des sols étudiés

Les propriétés physico-chimiques des échantillons de sol ont été déterminées sur des échantillons de sols tamisés à 2 mm, qu'il réalisé au niveau de laboratoire agronomique de FERTIAL (Annaba). Qui sont la granulométrie, la capacité de rétention en eau, le ph, calcaire total, le carbone organique total, la matière organique, dosage de l'azote total, la capacité d'échange cationique (CEC) et méthode du phosphore assimilable Olsen (tab. 3 résultats et discussion).

II-4- Diapositif expérimentale :

Puisque l'activité respiratoire des sols étant un critère largement utilisé pour mettre en évidence l'impact des xénobiotiques sur l'activité de la microflore dans les sols (Anderson J.P.E. et Domsch K.H., 1978). Nous avons adopté la méthode de respirométrie (BACHELIER, (1968), basé sur l'incubation à 28 °C et 2/3 de la capacité de rétention.

La dynamique et la mesure de la minéralisation du carbone total sous forme de CO₂ provenant de la respiration des microflores du sol sont étudiées par incubation dans des conditions de température et d'humidité.

Dans des flacons, nous avons placés, des échantillons de sol de 25 mg tamisée à 2mm et humectées avec un mélange d'eau + l'herbicide relevé, les flacons sont fermés hermétiquement et incubé dans l'étuve au laboratoire.

Dans chaque flacon, nous avons déposé une coupelle contenant de Na OH (0,2 N) dont les caractéristiques et les durées et fréquences de piéages sont en fonction des expérimentations concernées

TABL. 2 : CARACTERISTIQUES DES ANALYSES DU CARBONE TOTAL EXPIRE

Caractéristique	Expérimentation de respirométrie
Na OH	0,2 N
Quantité	20 ml
Durée de piéage	Les 1 ^{ère} 3 jours chaque 24H, jusqu'à 14 jours chaque /48h et après Continu une fois / semaine jusqu'au la fin.
Fréquence de piéage (les points cinétiques)	1, 3,7, 14, 21, 28, 42, 60, 72 et 90 j.
Durée du suivi	90 j.

Les Modalité expérimentales de la minéralisation de carbone organique sous l'influence des herbicides sont 14 traitements : S1, S1H1D1, S1H1D2, S1H1D3, S1H2D1, S1H2D2, S1H2D3, S2, S2H1D1, S2H1D2, S2H1D3, S2H2D1, S2H2D2, S2H2D3. Chaque traitement a donne lieu à trois répétitions (14 X 3= 42 + 3R sans sol = 45). A savoir : H1 : herbicide 1 (glyphosate), H2 : herbicide 2 (2,4-D), D1 : dose 1, D2 : dose 2, D3 : dose 3.

La formule pour l'évaluation du pourcentage d'inhibition ou de stimulation d'un traitement donné par rapport au témoin est :

$$\text{Taux d'inhibition ou de stimulation} = \frac{\text{Taux de dégradation du traitement X}}{\text{Taux de dégradation du témoin}}$$

Quand :

- Le taux est inférieur à 1 : une inhibition (un effet négative)
- Le taux est supérieur à 1 : une stimulation (un effet positif)
- Le taux est égal 1 : pas d'effet

III- RESULTATS ET DISCUSSION

III-1- Interprétation des analyses physicochimique

L'étude des résultats des l'analyse de sol consignés sur les tableaux (3), révèle que le sol 1 et le sol 2 possède une texture argiles-sableuse et sableuse (triangle des texture (G.E.P.P.A) (3). La teneur des sols en C organique varie de 0,4 % et 3,3 %. Alors que la teneur en N varie entre 0,04 % et 0,13%. Les sols qui présentent les plus fortes teneurs en C et en N sont de type argileux, le taux en C et N des sols est corrélée à la teneur en argile. Donc, le sol pauvre en argile (sableux), possède de faibles teneurs en C et en N.

Tab. 3 : caractéristique physico-chimiques des sols.

Propriété physico-chimique	L'unité	sol 01 argileuse	sol 2 sableuse
Granulométrie	%	Sable : 44 Argile : 36 Limon : 20	Sable : 92 Argile : 0 Limon : 8
pH	-	7,43	7,65
Capacité de rétention en eau CR	%	33,54	19,45
Calcaire total	%	T	T
Azote total N	%	0,13	0,04
Carbone organique C	%	1,92	0,4
Matière organique MO	%	3,30	0,69
C/N	-	14,76	10

III-2- Effet des herbicides sur la production du carbone minérale dans les deux sols

L'expérimentation de 90 j d'incubation consignée dans les graphes (fig. 1 et 2) révèle un effet néfaste du 2,4-D par rapport au témoin sur le dégagement du CO₂. Cet effet augmente en concomitance avec la dose quelque soit la texture.

Cette action toxique des herbicides modifie le métabolisme microbien. La faible dégradation est due a un co-métabolisme



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 13 et 14 Octobre 2014



microbien, ou encore que cet herbicide fixe les enzymes et inhibent l'activité microbiologique (PIEUCHOT. M., 1995).

Dans les sols à texture argileuse ou sableuse, l'effet du glyphosate semble pousser l'activité des germes minéralisateurs du carbone organique de tel manière la production du CO_2 est augmenté par rapport aux témoins ainsi que. Les graphes (1 et 2) prouvent que L'augmentation de la dose de l'herbicide glyphosate semble induire un effet stimulateur des microflores dans les sols. Cet effet défavorable ou favorable à l'égard des microflores telluriques a été observée dans les différents travaux (MAZZATURA., 2001, ZOUAOUI et al., 2013 et CHELOUFI et al., 2013).

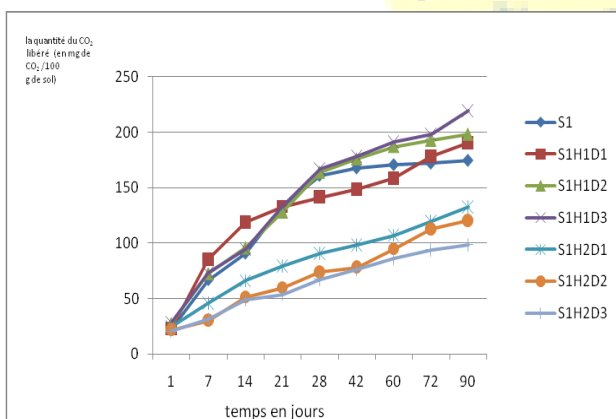


Fig.1 : effet des herbicides glyphosate H1 et 2,4-D H2 sur la production du CO_2 dans le sol 1 argileux, pendant une période de 90 jours d'incubation.

S1 : terre argileuse, D1 : dose agronomique et D2 : dose double dose

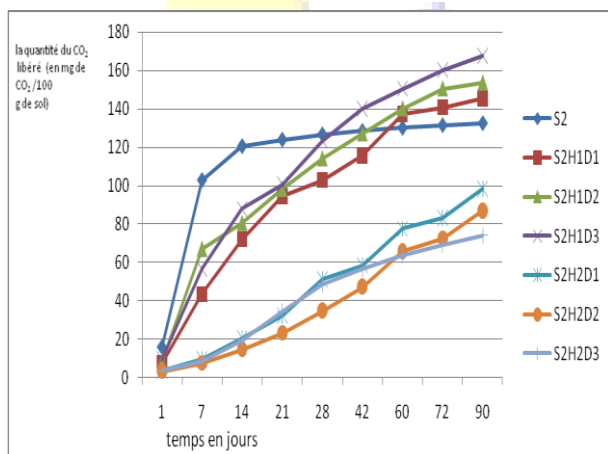


Fig.2 : effet des herbicides glyphosate H1 et 2,4-D H2 sur la production du CO_2 dans le sol 2 sableux, pendant une période de 90 jours d'incubation.

S2 : terre sableuse, D1 : dose agronomique et D2 : dose double dose

III-3- Le taux d'inhibition et de stimulation des herbicides
En effet, l'effet inhibiteur ou stimulateur des herbicides à l'égard des microflores dans les sols de sont traduit par le taux suivant (Tab. 4 et 5) :

Herbicides	doses	Taux d'inhibition ou de stimulation (S1)
Glyphosate	2,5 μg (dose 1)	1,093 %
	5 μg (dose 2)	1,1369 %
	12,5 μg (dose 3)	1,257 %
2,4-D	2,1 μg (dose 1)	0,7604 %
	4,2 μg (dose 2)	0,6902 %
	10,5 μg (dose 3)	0,5606 %

Tab.4 : Taux d'inhibition ou de la stimulation des herbicides dans Sol à texture argileuse (S1). (Le % = 1 : pas d'effet ; le % < 1 : inhibition et le % > 1 : stimulation)

Le 2,4-D apparait plus dangereux que le glyphosate sur le rendement du carbone minéral dans le sol sableux pour les deux doses appliquées (Tab. 4).

Herbicides	doses	Taux d'inhibition ou de stimulation (S2)
Glyphosate	2,5 μg (dose 1)	1,098 %
	5 μg (dose 2)	1,16 %
	12,5 μg (dose 3)	1,266 %
2,4-D	2,1 μg (dose 1)	0,743 %
	4,2 μg (dose 2)	0,658 %
	10,5 μg (dose 3)	0,56 %

Tab.5 : Taux d'inhibition ou de la stimulation des herbicides dans Sol à texture argileuse (S2). (Le % = 1 : pas d'effet ; le % < 1 : inhibition et le % > 1 : stimulation)

Nous notons un effet dépressif du 2,4-D sur la minéralisation du carbone organique dans le sol, c'est-à-dire le 2,4-D inhibe les enzymes responsables de la respiration des microflores, et que la dose augmente l'inhibition devient plus important.

Dans cet ordre d'idées, une stimulation de la microflore sous l'effet de l'herbicide glyphosate, qu'elle stimulé plus avec l'élévation de la dose et apparait plus important dans le sol argileux. Il s'expliquer par cette différence de l'ambiance édaphique existant dans le sol argileux. Les complexes humiques et les minéraux argileux auraient réduit le pouvoir inhibiteur des herbicides. D'un autre coté, les souches, tuées après l'apport d'herbicide deviendraient éventuellement une source supplémentaire de substrats carbonés facilement



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 13 et 14 Octobre 2014



biodégradables par les microflores du sol. (PIEUCHOT. M., 1995 et SOULAS. G., 1999).

IV- CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude démontrent clairement qu'il existe un impact de ces herbicides sur la respiration des sols. L'action du 2,4-D est notablement plus toxique que celle du glyphosate; cet effet s'est traduit en conséquence par une diminution ou l'augmentation du CO₂ dégagé dans les deux sols. La dégradation 2,4-D lente du s'explique par l'adsorption de cette molécule dans le sol argileux et constitue un facteur limitant de l'activité microbienne, cependant il migre dans les couches inférieures dans le sol sableux, donc, il peut présente des risques de pollution de la nappe par les métabolites des herbicides ainsi la stérilité des sols qu'il devient non renouvelable.

V- REMERCIEMENT

Mes remerciements vont particulièrement et sincèrement à Mrs les docteurs MESSAADIA Hocine, ALAYAT Hacène et mon marie.

VI- REFERENCES

- [1] Anderson J.P.E. et Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils, *Soil Biol. Biochem.*, 215-221, (1978).
[2] BACHELIER, Contribution à l'étude de la minéralisation des carbone du sol des sols, *Mem.* 30-143 p, (1968).

[3] CALVET G et VILLEMIN, *Interprétation des analyses des terres.* Ed. SCPA, 25 p, (1986).

[4] CHELOUFI R, ZOUAOUI. H ET MESSAADIA. H, impact of Herbicides upon dynamic of the nitrogen in Soils *Albanian j. agric. sci. p: 375-381*, (2013).

[5] MAZZATURA Angelo, SCRANO Laura, SCOPA Antonio, CHOVELON Jean-Marc., Effet des sulfonilurées de première et de deuxième génération sur les propriétés biochimiques et microbiologiques d'un sol. p 414 – 419, (2001).

[6] PIEUCHOT. M., étude du Métabolisme De L'isoproturon Dans Trois Types De Sols Lorrains, DEA de Toxicologie de l'Environnement, Nancy, p 467, (1995).

[7] SOULAS. G., Techniques d'évaluation de l'écotoxicité des substances xénobiotiques vis-à-vis de la microflore des sols. INRA-CMSE, Microbiologie des sols, (1999).

[8] ZOUAOUI A, CHELOUFI R, MESSAADIA H., Impact of herbicides upon the dynamic of the organic carbon in soils. *Albanian j. agric. Sci. p: 223-228*, (2013).