Afrique SCIENCE *13(5) (2017) 161 - 173*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Effet d'un apport de deux types de fumiers de bétail sur la biodégradation de deux herbicides (Glyphosate et 2,4-D) dans les sols agricoles de périmètre irrigable de Bounamoussa, extrême Nord Est Algérien

Rebeh CHELOUFI[1*], Hacéne ALAYAT[1] et Hocine MESSAADIA[2]

[1] Laboratoire Agriculture et Fonctionnement des Ecosystèmes, Université d'El Tarf El Tarf, 36000, Algérie
[2] Université de Batna, Département d'Agronomie, Laboratoire Biologie des sols, 5000, Algérie

* Correspondance, courriel : *hindchloufi@yahoo.fr*

Résumé

Ce travail porte sur l'étude des effets bénéfiques de l'apport de deux types de fumiers des bovins et d'ovins sur la décontamination des sols pollués aux herbicides Glyphosate et 2,4-D. (formulation commerciale) dans les deux sols agricoles (S_1 de Beni Ammar et S_2 de Maiz Bachir). L'étude a été menée dans des conditions de laboratoire en soumettant des échantillons de 10 g de sol mélangé avec les deux types de fumiers et les deux herbicides aux doses agronomiques. Nous avons utilisé les mesures de radiorespirométrie, le $^{14}CO_2$ des herbicides libérés a été analysé après 1, 3, 7,14, 28, 42, 60 jours d'incubation. Au cours de ce travail, nous avons utilisé deux types de fumier, F1de bovins et F2 d'ovin avec deux doses. Les résultats obtenus par cette expérimentation, révèlent l'existence d'un impact néfaste en absence de l'apport de deux fumiers, le Glyphosate et 2,4-D ont un effet moins prononcé sur la cinétique de minéralisation du carbone radioactif de l'herbicide 2,4-D dans les deux sols. Il s'ensuit que l'apport des fumiers dans les sols traités par le Glyphosate et 2,4-D est significativement différent et positif qui se traduit par un effet stimulant permettant de confirmer cet effet positif. Ce processus appelle la biostimulation De plus, l'activité respiratoire la plus forte a été observée en présence de fumier des moutons (F2) d'ovin vis-à-vis du fumier F1 des bovins. Puis la région possède un sol sableux où l'utilisation des herbicides, à effet toxique est très fort, ou alors il faudrait impérativement enrichir les sols de fumiers de manière à réduire les pertes environnementales. Enfin les résultats estimant que la biostimulation de l'activité bactérienne nichée dans les fumiers, pour dépolluer les sols par les herbicides, considérée comme le principal nouveau critère permettant de choisir et d'utiliser cette technique.

Mots-clés : *analyse des fumiers de bovin, d'ovin, radiorespirométrie, biostimulation, minéralisation, herbicides.*

Abstract

Intake effect of two types of livestock manure on two herbicides biodegradation (weed-killer) (Glyphosate and 2.4-D) in agricultural soils of Bou Namoussa's irrigable perimeter, extreme North East of Algeria

This work deals with the study of evaluate beneficial effects from contribution of both manures (bovine and ovine) on polluted soils decontamination by herbicides Glyphosate and 2,4-D. (commercial formulation) in the agricultural soils (S1 of Beni Ammar and S2 of Maiz el Bachir). The study was

performed in the laboratory conditions by submitting samples of 10 g of soil mixed to two manures types and the two herbicides with agronomic rate. We have used radio-respiro meter. The $^{14}CO_2$ of released herbicides has been analysed after 1, 3, 7,14, 28, 42, 60 days of incubation. During this work, we have used two manure types, F1 bovine and F2 ovine with two rates. Results obtained by this experiment reveal existence of a detrimental impact in absence of both manures inputs, the Glyphosate and 2,4-D have a less pronounced effect on carbon mineralisation radioactive kinetics of herbicide 2,4-D in the two soils. It results that manure input in soils treated by Glyphosate and 2,4-D is significantly different and positive translating by a stimulating effect which allow confirming this positive effect, this process is called biostimulation. In addition, the highest respiratory activity was observed in presence of sheep manure (F2) ovine against manure (F1) bovine. Then, region has a sandy ground where herbicides use has a very strong toxic effect, or, it should be imperative to enrich soils by manure in order to reduce environmental losses. At last, results estimating that biostimulation of bacterial activity nestled in manures to clean up soils by herbicides is considered as the main and new criterion allowing to chose and use this technique.

Keywords : *analyse of bovine-ovine manure, radio-respiro-meter, biostimulation, mineralisation, herbicides.*

1. Introduction

Au périmètre irrigable de Bou Namoussa, une plaine essentiellement agricole, qui associe la céréaliculture, la culture fourragère, maraîchère relativement intense à l'élevage de bétail (production laitières) ont une composante majeure du secteur de production. En effet, le secteur des systèmes agraires génère annuellement en valeur ajoutée, plus de milliers de tonnes des intrants chimiques (les engrais et les pesticides) [1]. Cependant, ils sont des outils indispensable à l'agriculture, ils aident à combattre les insectes nuisibles, les mauvaises herbes, et aussi contribuent ainsi à la production les plus économique d'aliments et en grande quantité [2]. Par contre, malgré ces herbicides peuvent être très dangereux pour les sols, eaux, l'environnement [3, 4] et enfin pour la santé humaine [5] par leurs résidus [6]. Effectivement, en Algérie, les herbicides le plus utilisé est le Glyphosate et le 2,4-D, notamment dans la région, pendant 1968 [7] d'une part. D'autre part pour toute entreprise laitière (Besbes, deraan), la saine gestion des fumiers du troupeau s'avère avantageuse à long terme sur les plans économiques, agronomiques et environnementaux [8]. Sur le plan économique, la gestion des fumiers permet de réduire les intrants sous forme d'engrais minéraux [9]. Sur une base agronomique, une bonne gestion des fumiers enrichit les sols de matière organique qui augmente à son tour le taux d'absorption des minéraux et leur disponibilité pour nourrir les plantes [10].

On sait par ailleurs, qu'un niveau de matière organique du sol de 4 % au lieu de 2 % double l'efficacité des engrais minéraux [11]. Sur une base environnementale, une bonne gestion des fumiers permet de protéger la qualité des sols de la ferme, de l'air ambiant, des eaux souterraines et de drainage. Dans ce contexte pour valider ce but dans la région rurale, une étude à été entreprise pour connaitre les effets de l'épandage des déchets des animaux d'élevage sur la décontamination des herbicides et la libération de l'azote, phosphore et potassium (NPK) de ce recyclage de ces déchets et disponibilité pour les plantes fourragères et céréaliers. De telles manières, il consiste à l'incorporation des fumiers dans les sols, on parle de biostimulation, qui permet d'augmenter la biodégradation des herbicides en stimulant l'activité de populations microbiennes indigènes par apport de nutriments et par ajustement des conditions de milieu. L'objectif de ce travail de connaitre l'effet bénéfique d'un apport de deux types de fumiers de bétail sur la biodégradation de deux herbicides (Glyphosate et 2,4-D) dans les sols agricoles. Pour cela, une étude basée sur le marquage de substrats carboniques $^{14}CO_2$ des pesticides c'est-à-dire l'utilisation de traceurs isotopiques [12] à été effectuée dans le laboratoire.

2. Méthodologie

2-1. Présentation générale de la zone d'étude

La région d'étude située dans la wilaya d'El Tarf, et environ 15 km du sud-est de la ville d'Annaba, au Nord Est de l'Algérie ***(Figure 1)***, fait partie de l'atlas tellien. Cette région est connue pour sa vocation agricole et en particulier l'élevage des bovins et ovins et caprins et cela a cause de la richesse de la végétation, due à un mélange de très vastes plaines et des forets (notamment dans le périmètre irrigable de la Bou Namoussa) ainsi par la production végétale (Céréales, cultures maraichère) [1, 9]. Les limites géographiques du périmètre sont : au nord par un cordon dunaire, au sud et sud est par les contreforts des monts de la Medjerda, à l'ouest par le massif primaire de l'Edough, puis par les bourrelets qui le séparent du lac Fetzara, à l'est par les bourrelets qui le séparent des marais de la Mekada. La région est caractérisée par un climat méditerranéen, doux et humide. Les précipitations moyennes annuelles sont de 682 mm, pour une période allant de 1993 à 2015. Pour la même période la température du mois le plus aigre est de 10 °C et celle du mois le plus chaud est de 25 °C.

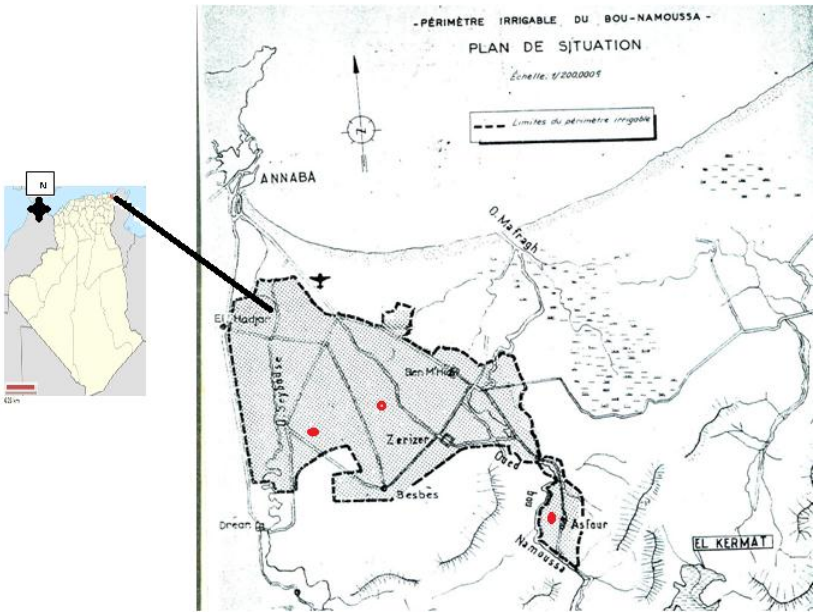

Figure 1 : *Situation de la région d'étude*

Cette étude a été effectuée en conditions contrôlées à la température de 28°C sur une période de 60 jours (02 mois) dans l'étuve à l'obscurité.

2-2. Échantillonnage et caractéristique physicochimique des sols

Nous avons choisi, deux (2) sols, l'un de Beni Ammar et l'autre de Maiz bachir. Au niveau de chaque station expérimental, nous avons prélevé (Janvier 2016) une quantité de 2 kg, La profondeur a été sur l'horizon 0 - 30 cm à l'aide d'une tarière, séché à température ambiante, broyé et tamisés à 2 mm. Les caractéristiques physicochimiques des sols sont présentées dans le ***Tableau 1***.

Tableau 1 : *Caractéristiques physico-chimiques des sols des régions d'étude*

Propriétés physico-chimiques	Unitéde mesure	SI de Beni Ammar		S2 de Maiz el bachir
Granulométrie	%	Sable	35	78
		Limon	15	10
		argile	40	12
Classe texturale	Triangle de texture (G.E.P.P.A) [13 et 14]	argiles-sableuses		Sable
pH	-	7.54		7.65
Conductivité électrique CE	Us / cm	99.00		68
Capacité de rétention en eau CR	%	32.54		25.25
Calcaire total	%	T		T
K	Ppm	173.10		57
Na	meq / 100 g	0.35		0.1
Mg	meq / 100 g	1.84		0.32
Ca	meq / 100 g	17.82		5.87
CEC	meq / 100 g	72		16.55
P (olsen)	Ppm	8.30		1.23
N	%	0.18		0.08
C	%	2.13		0.8
MO	%	3.66		1.376
C / N	-	11.83		10

- *Choix et caractérisation des herbicides et leurs doses*

Le choix porte sur deux désherbants, fréquemment utilisés en Algérie : Le Glyphosate est un acide organique faible en poudre blanche de famille chimique organophosphoré, analogue d'un acide aminé naturel, La glycine, dotée d'un groupement phosphonate. N-(phosphonométhyl (glycine), $C_3H_8NO_5P$ est un désherbant total foliaire systémique, Le Glyphosate est fortement adsorbé dans les sols, il y est dégradé par les microorganismes et peut être plus ou moins persistant. L'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (noté aussi 2,4-D) est un désherbant de famille chimique organochloré de formule brute $C_8H_6Cl_2O_3$. 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 mourantes C'est un des contaminants de l'eau, des sols, de l'air et des pluies, qu'on retrouve aussi dans l'air intérieur. Nous avons retenu la dose agronomique (simple) de 2,5 µg pour le Glyphosate et 2,1 µg pour le 2,4-D [15].

- *Apport des fumiers (bovin et ovin)*

Nous avons utilisé deux types d'amendement organique, il s'agit de fumier de bovins (F1) et de Fumier de mouton (F2) d'une ferme d'une année. Pour faciliter son incorporation au sol, nous l'avons passé à travers les mailles d'un tamis de 2 mm. La dose de l'amendement s'effectue en fonction de la teneur en matière organique dans le sol, celle-ci sera rapportée à 5 % pour le sol argileux et 15 % pour le sol ablonneux. Pour le fumier de bovins et le fumier de mouton, nous avons retenu deux doses, la première correspond à la dose agronomique (simple) (F1D1 et F2D1), la seconde à la double dose (F1D2 = F1 x 2 et F2D2). Les caractéristiques physico-chimiques *des deux fumiers* [16] ***(Tableau 2)***.

Tableau 2 : *Caractéristiques physico-chimiques des deux fumiers*

	Unités	Fumier de bovins F1		Fumier de mouton F2	
		F1D1	F1D2	F2D1	F2D2
Matière sèche	%	28.4	57.3	29.3	58.2
pH	-	7.9	16	8.3	16.5
C_{org}	%	13.43	27.87	14.65	30.2
N	g / kg	6.2	13.6	8.6	16.65
P		1.41	3	1.8	3.9
K		5.93	11.9	11.03	22.12

- *Préparation des échantillons des traitements et Dispositif expérimental et dosage de ^{14}C des herbicides*

L'expérimentation comporte 10 traitements pour le sol 1 et 10 traitements pour le sol 2 :

Tableau 3 : *Modalité expérimentale des traitements*

Sol 1	Sol 2
1- S1 + H1	1- S2 + H1
2- S1 + H1 + F1D1	2- S2 + H1 + F1D1
3- S1 + H1 + F1D2	3- S2 + H1 + F1D2
4- S1 + H1 + F2D2	4- S2 + H1 + F2D2
5- S1 + H1 + F2D2	5- S2 + H1 + F2D2
6- S1 + H2	6- S2 + H2
7- S1 + H2 + F1D1	7- S2 + H2 + F1D1
8- S1 + H2 + F1D2	8- S2 + H2 + F1D2
9- S1 + H2 + F2D2	9- S2 + H2 + F2D2
10- S1 + H2 + F2D2	10- S2 + H2 + F2D2

Chaque traitement a donné lieu à trois répétitions (32+ 3R sans sol = 35). A savoir : H1 : herbicide 1 (Glyphosate), H2 : herbicide 2 (2,4-D), F1), F2 (fumier d'ovin) D1 : dose 1 et D2 : dose 2.Le dispositif utilisé est un bocal de 1 litre, dans lequel on place un pot en verre (250 mL) contenant 10 g de sol équivalent poids sec, une fiole à scintillation liquide (20 mL) contenant 5 mL de soude (NaOH 0,2 N) qui assure le piégeage du $^{14}CO_2$ dégagé lors de l'incubation, une fiole à scintillation liquide (20 mL) contenant 10 mL d'eau distillée afin de saturer l'atmosphère du bocal. Deux doses du fumier ont été étudiées 5 % et 10 % (40 et 80 tonnes / hec), 15 % et 30 % de la teneur de la matière organique, ont été mélangées avec le sol 1 et sol 2 respectivement. Le volume d'eau ajouté a été calculé pour obtenir 2 / 3 de la capacité de rétention, Pour chaque sol ont été traité par 2,5 µg de Glyphosate et 2000 Bq de C^{14} de Glyphosate et 2.1 de 2.4-D et 2000 Bq de C14 de 2.1 de 2.4-D le temps d'expérimentation a été aussi réalisé pendant 3 mois. Le dispositif expérimental comporte 20 traitements, trois répétitions ont été réalisées pour chaque échantillon (20 x 3Rép) = 60 échantillons), lesquels sont compares. Les dispositifs radiorespirometrique sont incubés à 28°C à l'obscurité dans des flacons fermés hermétiquement par un joint de caoutchouc. L'incubation a été étalée sur une période de 60 jours. Les piégeages du $^{14}CO_2$ résultant de la minéralisation dans 5 mL de NaOH (0.2 N). Ce dernier a été remplacé régulièrement (après ce qui a permis :

- d'aérer le système d'incubation ;
- d'assurer le non saturation du piège par le CO2 marqué ou non au 14C.

Après on ajoute de 10 mL de liquide scintillant à chaque fiole. Enfin, le dosage de la radioactivité à l'aide d'un compteur à scintillation liquide (Packard 1900 TR-Tricarb) [17].

- *Le taux d'inhibition de l'herbicide ou de stimulation*

La formule suivante pour l'évaluation du pourcentage d'inhibition ou de stimulation d'un traitement donné par rapport au témoin % d'inhibition ou de stimulation = % de dégradation du traitement X / % de dégradation du témoin (1). Quand :

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

- *Traitement statistiques*

L'analyse statique à un facteur et deux facteurs contrôlés :

- facteur 1 : Sol ;
- facteurs 2 : Herbicides et les deux fumiers.

La représentation graphique des résultats a été effectuée par logiciel Excel 2010.

3. Résultats et discussion

Au cours de cette partie, les quantités de carbone respirées des deux herbicides en présence ou en absence des fumiers F1et F2 seront comparées, de façon à déterminer leurs influences respectives sur l'activité minéralisatrice du carbone.

3-1. Impact des apports des deux fumiers sur la dégradation du Glyphosate dans S1

Dans ce travail, l'étude de l'influence des deux types des deux fumiers F1 bovin et F2 des ovin sur la cinétiques de minéralisation de l'herbicides Glyphosate (H1) dans le sol 1 (sol 1Beni Ammar) du périmètre irrigable de Bou Namoussa et dans des conditions de laboratoires bien déterminés (28 °C et 75 % de la capacité de rétention). L'examen des résultats présentés dans les graphes ***(Figure 2)*** révèle un effet positif des deux fumiers (F1 et F2) sur les germes minéralisateurs du carbone organique du Glyphosate dans les différents traitements vis-à-vis du témoin sans fumiers. En effet, après une période d''incubation de 60 jours, il se produit un dégagement de 48 % de ^{14}C-Glyphosate, initialement ajoutée aux sols témoins S1 alors que les quantités de $^{14}CO_2$ produites sous l'effet de F1, sont de 81 % pour la dose simple et de 87 % de ^{14}C-Glyphosate pour la double dose a été libéré sous forme de $^{14}CO_2$. Alors que les quantités de ($^{14}CO_2$) produites sous l'effet de l'apport de fumier F2 des ovins, sont de 90 % de ^{14}C-Glyphosate pour S1H1F2D1 et de 96 % de ^{14}C-Glyphosate pour S2H1F2D2 a été dégagé sous forme de $^{14}CO_2$ ***(Figures 2 et 3)***. En conséquence, les microflores minéralisatrices du carbone organique de Glyphosate dans les deux fumiers F1 et F2 présentent un effet améliorant et positif. En effet, selon [18], la matière organique (MO) constitue une niche écologique et un substrat énergétique pour les microorganismes telluriques et est donc indirectement impliquée dans la biodégradation de différents polluants organiques (les hydrocarbures aliphatiques polycycliques, les pesticides qui nous intéressent [19].

3-2. Impact des apports des deux fumiers sur la dégradation du Glyphosate dans S2

Parallèlement, dans le sol 2 de Maiz el Bachir et sous l'influence du fumier des bovin F1 et des ovins F2, les quantités minéralisées du carbone radioactif ^{14}C de l'herbicide Glyphosate ont atteint dans les quatre traitements : S2H1F1D1, S2H1F1D2 et S2H1F2D1, S2H1F2D2 respectivement : 73 %, 80 %, 79 % et 86 % a été libéré d'anhydride carbonique ($^{14}CO_2$). La concentration 46 % enregistrée dans le S2H1 est apparemment plus faible vis-à-vis des traitements mélangés avec les deux fumiers ***(Figures 2 et 3)***. Au cours de cette partie, les quantités de carbone respirées des deux herbicides en présence ou en absence de deux fumiers F1 de bovin et F2 des ovins avec leurs doses seront comparées, de façon à déterminer les influences des fumiers respectifs sur l'activité minéralisatrice du carbone des herbicides. Il résulte l'apport des deux fumiers des bestiaux provoque une augmentation de libération de $^{14}CO_2$ des herbicides utilisées. Donc, ils semblent stimuler quelque peu et paradoxalement l'activité des germes minéralisateurs du carbone organique de ^{14}C-Glyphosate et ^{14}C-2,4-D. parce que la matière organique adsorbe les pesticides [20] augmentant ainsi leur temps de séjour dans le sol. [21] ont également observé un effet similaire des matières organique sur la dégradation des polluants xénobiotique.

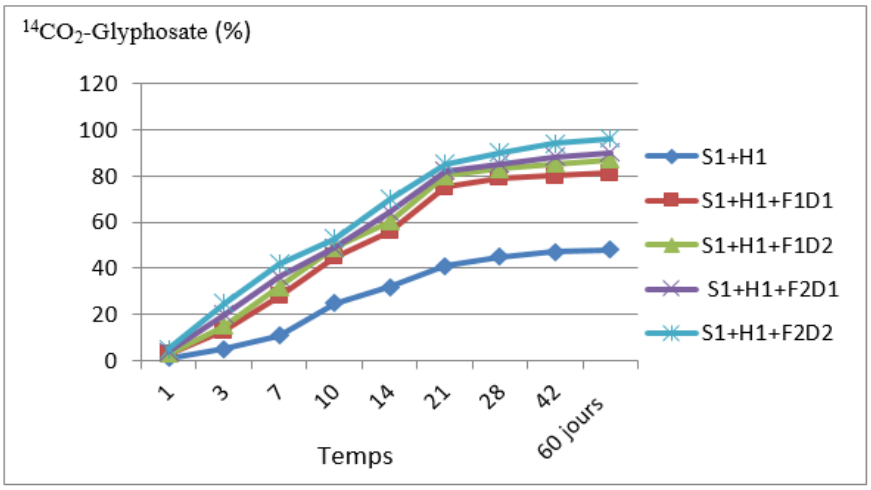

Figure 2 : *Effet des apports des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du 14C-Glyphosate dans le sol 1 durant 60 jours d'incubation*

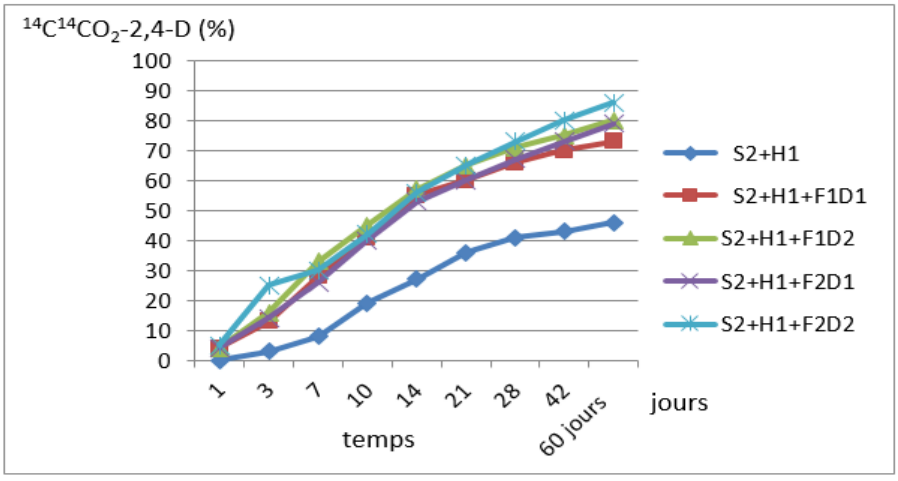

Figure 3 : *Effets des apports des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du 14C-Glyphosate dans le sol 2 durant 60 jours d'incubation*

3-3. Impact des apports des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du 2,4-D dans S1

Durant une période expérimentale de 60 jrs d'incubation au laboratoire, l'influence des apports des deux fumiers F1 des bovins et F2 des ovins sur la dégradation du carbone radioactif de l'herbicide 2,4-D dans le sol SI (Beni Ammar) est consignée dans les ***Figures (Figure 4)***. Son effet semble varier selon l'herbicide, type de fumier et le type de sol. Il produit un dégagement suivant le marquage cumulé 73 %, 75 %, 77 % et 79 % respectivement pour S1H2F1D1, S1H2F1D2, S2H2F2D1 et S2H2F2D2 comparées aux témoins que nous enregistrons de 39 % dans le S2H2.

3-4. Impact des apports des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du 2,4-D dans S2

Parallèlement, l'effet des deux fumiers F1 et F2 employés à la dose 1 et dose 2 dans le sol 2 de Maiz el Bachir produit un dégagement de 41 % de ^{14}C-2,4-D, initialement ajoutée aux sols S2, alors que les quantités de $^{14}CO_2$ produites sous l'effet de F1 et F2, sont de 69 % et 76 % pour la dose simple et de 77 % et 80 % de ^{14}C-2,4-D pour la double dose a été libéré sous forme de $^{14}CO_2$ ***(Figure 5)***. Nous avons trouvé environ 35 % à 39% plus grande de ^{14}C-CO_2 libéré par 2,4-D avec l'intervention des deux fumiers (F1 et F2) dans les deux sols. Probablement due à une biodisponibilité plus importante de molécules des fumiers et le degré de l'effet toxique d'une herbicide sur les microflores telluriques à l'autre [22, 23]. Cependant, les résultats sont apparemment similaires pour le Glyphosate. Ce dernier a été réduit respectivement de 12 ; 38 et 40 % après application des pesticides. Des résultats comparables ont été trouvés par [24] ont révélé que Zoom et le Topic réduisaient plus de 18 % l'activité respiratoire du sol. Selon [25], ces pesticides et leurs dérivés ont été détectés dans les eaux de surface de différents pays à des concentrations largement supérieures au taux minimum autorisé (en Europe 0.1 µg l-1, aux USA 3 µg l-1). Puisque la plupart des pesticides sont des rémanents à cause de leurs propriétés lipophile**,** par contre, beaucoup plus toxique de même par leur présence étant inévitable dans la chaine alimentaire. Les résultats obtenus montrent que les deux fumiers F2 des ovins et F1 des bovins appliqués ont un effet sur la physiologie des microorganismes du sol se traduisant par un temps de latence plus courte par rapport au témoin sans l'épandage des fumiers. Cependant le 2,4-D a eu plus d'effet dépressif que le Glyphosate.

Des études réalisées par [26] ont montré que le temps de latence augmente avec la quantité de résidus et la toxicité des pesticides. En générale, la dynamique ou le rythme et la vitesse de la minéralisation des deux herbicides dans les vingt quatre traitements, présentent également trois phases : une minéralisation rapide sur les 21 premiers jours avec des maximums à 14 jours. Après 42 jours le pic de minéralisation la vitesse ralentit jusqu'à 60 jours. La biodégradation des deux herbicides est globalement inférieure en présence de fumier F1 des bovins vis-à-vis du fumier F2 des ovins même si l'écart entre les modalités est faible. Ainsi, L'augmentation de la dose des deux fumiers semble induire un effet stimulateur des microflores dans les sols. Cette interprétation est basée sur les résultats de certains travaux de recherches [27]. Comparativement entre les traitements S1H1, S1H2, S2H1 et S2H2, les pourcentages de ^{14}C-CO_2 issus par Glyphosate et 2,4-D sont plus importants dans les sols 1 de Beni Ammar en absence des apports des deux fumiers est due certainement à la fois à une biomasse microbienne plus abondante et c'est peut être aussi dû à l'ambiance physicochimique du sol sableux (S2) de Maiz bachir qui se caractérise par une faible teneur en matière organique humifiée et par l'absence de colloïdes argileux (complexe argilo-humique) pouvant influencer autrement la dynamique de biodégradation des deux herbicides [28]. Contrairement, avec l'apport des deux fumiers la situation est en grande partie inversée. Les complexes humiques et les minéraux argileux auraient organisé et augmenté le pouvoir minéralisateur des herbicides comme l'avaient signalé [29].

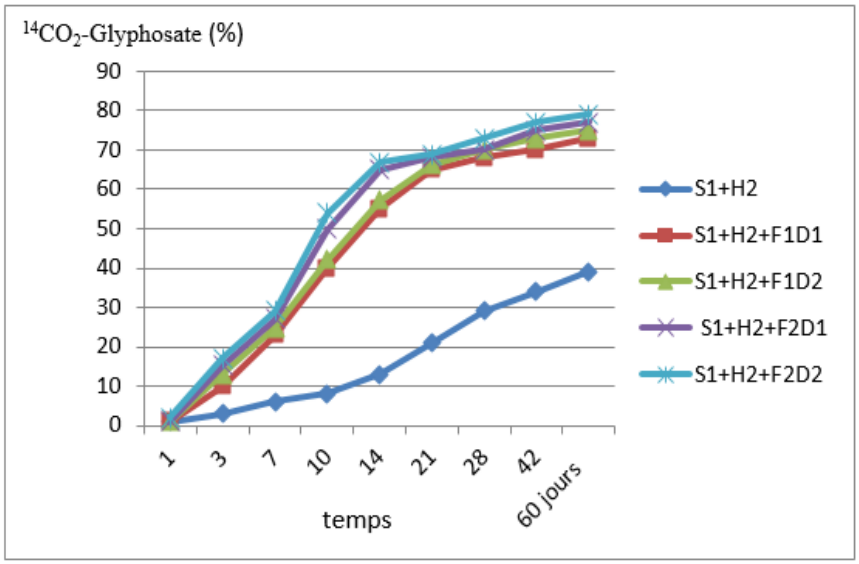

Figure 4 : *Effets des apports des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du ^{14}C-2,4-D dans S1 durant 60 jours d'incubation*

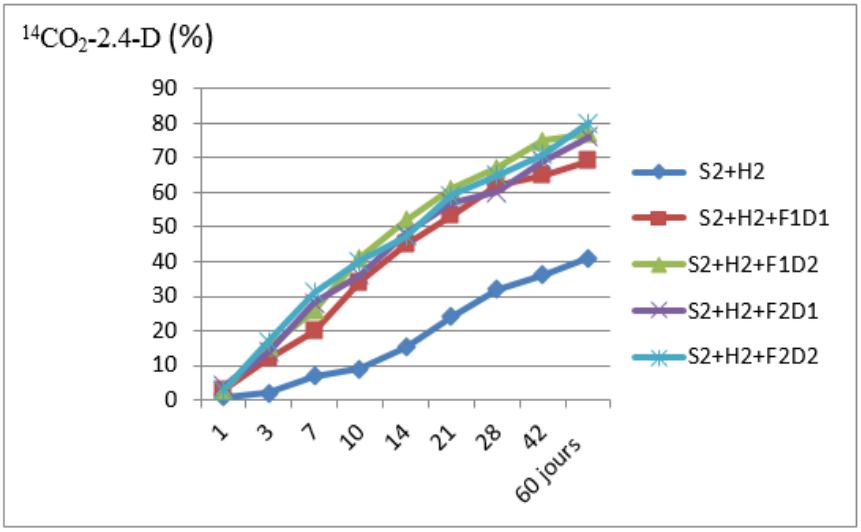

Figure 5 : *Effets des deux fumiers sur la Cinétiques de minéralisation du ^{14}C-2.4-D dans S2 durant 60 jours d'incubation*

Le but de l'expérience était essentiellement de comparer les effets des deux types de fumiers sur les intensités radio-respiratoires des germes minéralisateurs du carbone au niveau des chaines des deux herbicides utilisée, traduit par ^{14}C-CO_2 dégagé dans deux sols agricoles en %. L'étude statistique basée sur l'analyse de variance a deux facteurs facteur a fumiers et facteur b herbicides) et interaction entre les deux. L'analyse des résultats montre qu'il y a effet facteurs de différence significative dans le sol 1 (F_{a1}cal = 4,13* et F_{b1} cal = 5,01*) et de différence hautement significative dans le sol 2 (F_{a2} cal = 8,29** et F_{b2}cal = 9,12**). Ainsi le ***Tableau*** révèle l'existence d'interaction de différence très hautement significative au seuil 0,1 % entre les deux fumiers (facteur a) et les deux herbicides (facteur b). L'apport des fumiers dans les sols traités par le Glyphosate et 2,4-D sont différentes, l'influence de celle-ci sur la biodégradabilité des ces produits xénobiotiques est de manière significative. Le ***Tableau*** d''analyse de variance qui suit présente les résultats ***(Tableau 4)***.

Tableau 4 : *Tableau d'analyse de variance*

	Source de variation (SV)	ddl	SCE	Carrés moyens (CM)	F calculé (observé)
Sol 1	Facteur $_a$ fumiers	2	159.74	79.87	4.13*
	Facteur $_b$ herbicides	1	96.89	96.89	5.01*
	Interaction entre deux facteurs	2	476.924	238.462	12.33***
	résiduelle	48	928.462	19.34	
	totaux	53	1661.874		
Sol 2	Facteur a fumiers	2	235.93	117.966	8.29***
	Facteur b herbicides	1	129.777	129.777	9.12**
	Interaction entre deux facteurs	2	490.364	245.18	17.23***
	résiduelle	48	683.04	14.23	
	totaux	53	1539.111		

Les deux ***Tableaux*** suivants ***(Tableaux 5 et 6)*** présentent des taux de stimulation de fumier de bovin F1 et de fumier d'ovin F2 sur la minéralisation du ^{14}C-Glyphosate et ^{14}C-2,4-D dans le sol S1 (Beni Ammar) et le sol S2 (Maiz Bachir) du périmètre irrigable de la Bou Namoussa durant une période de 60 jours d'incubation. Nous remarquons alors que les deux ***Tableaux*** révèlent les tendances intéressantes :

Tableau 5 : *Biostimulation de deux fumiers F1 et F2 sur la dégradation des herbicides*

	S1							
	H1				H2			
	F1D1	F1D2	F2D1	F2D2	F1D1	F1D2	F2D1	F2D2
% stimulation	1.67 %	1.81 %	1.87 %	2 %	1.87 %	1.92 %	1.97 %	2.05 %

Tableau 6 : *Biostimulation de deux fumiers F1 et F2 sur la dégradation des herbicides*

	S2							
	H1				H2			
	F1D1	F1D2	F2D1	F2D2	F1D1	F1D2	F2D1	F2D2
% stimulation	1.59 %	1.74 %	1.72 %	1.87 %	1.68 %	1.88 %	1.85 %	1.95 %

L'examen des résultats ***(Tableaux 5 et 6)***, révèle que dans tous les traitements, le taux de dégradation est supérieur à 1 qui se traduit par un effet stimulateur. Ce qui peut dire que l'effet des deux fumiers a eu lieu bénéfiquement, ils sont utilisés pour faciliter la biodégradabilité des substances organiques xénobiotique (herbicides). L'ajout de matière organique au sol améliore souvent le taux de dégradation des pesticides et des hydrocarbures aromatiques polycycliques, en fonction du type et de la réactivité de la matière organique et de son effet sur les micro-organismes [30]. Cela pourrait être attribué aux effets conjugués des deux herbicides utilisés. Des résultats similaires ont été observés par [31]. Nous remarquons, aussi que l'effet stimulateur augmente significativement avec la dose [32]. Le taux de stimulation le plus important est obtenu en présence de fumier d'ovin F2 dans le sol argileux. Ce résultat rappelle ceux de [33], qui ont observés une activité respiratoire plus élevée des sols plus riches en matière organique.

4. Conclusion

A la lumière des résultats obtenus indiquant une variabilité de dégagement ^{14}C-CO_2-Glyphosate et ^{14}C-CO_2-2,4-D dans les deux sols contractés; de point de vue texture et structure, terre argileuse et l'autre sableuse dans le périmètre irrigable de Bounamoussa, pendant une période d'incubation de 60 jours dans les conditions contrôlées. Globalement, cette étude a fait ressortir les aspects suivants :

- En absence de l'apport des deux fumiers, le Glyphosate et 2,4-D qui ont un effet moins prononcé sur la cinétique de minéralisation carbone radioactif de l'herbicide 2,4-D dans les deux sols (SI Beni Ammar et S2 Maiz el bachir) ;
- En revanche, l'application des' apports des deux fumiers des bestiaux sur la minéralisation des Glyphosate et 2,4-D dans les sols utilisés peut affecter les communautés microbiennes indigènes par un effet stimulant, qui favorise la croissance des microorganismes dégradants spécifiques, capables d'utiliser les molécules des deux herbicides comme source de carbone et d'énergie ;
- L'apport des fumiers dans les sols traités par le Glyphosate et 2,4-D, est significativement différent, influe sur la biodégradabilité de ces produits xénobiotiques et de manière significative ;
- Dans tous les traitements, où les taux de dégradation sont supérieurs à 1 qui se traduisent par un effet stimulateur permettant de confirmer cet effet positif. Ce processus appelle la biostimulation ;
- Aussi, l'activité respiratoire la plus forte a été observée en présence de fumier des moutons (F2) d'ovin vis-à-vis du fumier F1 des bovins. Les résultats obtenus montrent que les deux fumiers F2 des ovins et F1 des bovins appliqués ont un effet sur la physiologie des microorganismes du sol se traduisant par un temps de latence plus courte par rapport au témoin sans l'épandage des fumiers ;
- Il faudrait aussi éviter l'utilisation des herbicides surtout dans les sols sableux, ou son effet toxique est très fort, ou alors il faudrait impérativement enrichir les sols en fumiers de manière à réduire l'impact négatif des herbicides et les pertes environnementales ;
- il devrait valoriser et gérer de manière durable avec le moins d'effet néfaste possible, de manière que les trois secteurs (l'économie, social et l'environnement) seraient grandement favorisés.

Références

[1] - D. S. A. Statistiques de la Direction des Services Agricole D'El Tarf, (2014) 76 p.
[2] - C. GAUVRIT, Efficacité et sélectivité des herbicides. *INRA,* (1996) 158 p.
[3] - C. MONARD, biodegradation des herbicides en sols temperes – controle des communautes bacteriennes degradantes par la bioturbation du sol. *Thèse de doctorat de l'université de rennes,* (2009) 251 p.
[4] - R. L. HANEY, S. A. SENSEMAN and F. M. HONS, Effect of glyphosate on soil microbial activity. *Weed Science,* 48 (2000) 89 - 93
[5] - M. PIEUCHOT, Etude du Métabolisme De L'isoproturon Dans Trois Types De Sols Lorrains, DEA de Toxicologie de l'Environnement, Nancy, (1995) 467
[6] - D. A. WARDLE and D. PARKINSON, Influence of the herbicides 2.4-D and Glyphosate on soil microbial biomass and activity a field experiment. *Soil biology and biochemistry*, 24 (1997) 185 - 186
[7] - T. MERDACI, Le périmètre irrigué de la Bounamoussa historique- vocation et contraintes de l'irrigation (document dans le cadre de l'aménagement rural - D.S.A. El Tarf, (2000) 15 p.
[8] - A. BERNER, M. BIERI, U. GALLI J, FUCHS J, MAYER K. SCHLEISS, Influence des composts et des digestats sur l'environnement, la fertilité des sols et la santé des plantes. *Rev.Agroscope. Ed.FIBL,* (2004) 17 p.

[9] - G. MEHYUS et A. MACKENZIE, La matière organique du sol et l'utilisation d'engrais chimiques. *Conseil de recherche et de l'enseignement agricole du Québec. Ministère de l'agriculture, des pêcherie et de l'alimentation du Québec, Québec,* (1990)
[10] - E. I. BERTONCINI, V. D'ORAZIO, N. SENESI and M. E. MATTIAZZO, Effects of sewage sludge amendment on the properties of two Brazilian oxisols and their humic acids. *Bioresource Technology*, 99(2008) 4972 - 4979, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852407007687
[11] - R. MADRIÑAN-MOLINA and P. TORRES-LOZADA, Influence of the application of biosolids on the content of humic and fulvic acids in soil cultivated with sugar cane. *Livestock Research for Rural Development,* 28 (2016), http://www.lrrd.org/lrrd28/5/silv28073.html
[12] - E. BARRIUSO, S. HOUOT and C. SERRA-WILING, Influence of compost addition to soi1 on the behaviour of herbicides. *Pestic. Sci.*, 49 (1997) 65 - 75
[13] - C. MATHIEU, Analyse chimique des sols, Méthodes choisies. *TEC et DOC,* (2003)
[14] - G. CALVET et VILLEMIN, Interprétation des analyses des terres. *Ed. SCPA*, (1986) 25 p.
[15] - R. CALVET, E. BARRIUSO, C. BEDOS, P. BENOIT, P. CHARNAYM et Y. COQUET, les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. *Edition France Agricole,* (2005) 637 p.
[16] - J. M. PAUWELS, E. VAN RANST, M. VERLOO et Z. A. MVONDO, Manuel de laboratoire de pédologie : méthodes d'analyses des sols et des plantes, équipement, gestation des stocks de verrerie et des produits chimiques (Soil laboratory manual : analytical methods for soils and plants, equipment, stock management of glassware and chemical products), (1992) 75 - 126
[17] - T. A. ANDERSON, E. L. KRUGER and J. R. COATS, Enhanced degradation of a mixture of three herbicides in the rhizosphere of a herbicide-tolerant plant. *Chemosphere,* 28 (1994) 1551 - 1557
[18] - C. D. CAMPBELL, S. J. GRAYSTON and D. J. HIRST, Use of rhizosphere carbon sources in soil carbon source tests to discriminate soil microbial communities. *Microbiological Methods,* 30 (1997) 33 - 41
[19] - R. CHELOUFI, H. MESSAADIA and H. ALAYAT, The Bio-Augmentation of Glyphosate and 2,4- D By *Pseudomonas Aeruginosa* In Two Soil Types of The Bou Namoussa' Irrigable Perimeter (Algerian Extreme Northeast) : Effects on Bioavailability of Assimilable Phosphorus (P_2O_5) And Nitrates (NO_3^-). *Advances in Environmental Biology,* 10 (2016) 140 - 148
[20] - L. DELGADO-MORENO and A. PEÑA, Organic amendments from olive cake as a strategy to modify the degradation of sulfonylurea herbicides in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 55 (2007) 6213 - 6218
[21] - CHAINEAU C. H. ROUGEUX G., C. YEPREMIAN and J. OUDOT, Effects of nutrient concentration on the biodegradation of crude oil and associated microbial populations in the soil. *Soil Biol Biochem,* 37 (2005) 1490 - 1497
[22] - A. ZOUAOUI, R. CHELOUFI et H. MESSAADIA, Impact of herbicides upon the dynamic of the organic carbon in soils. *Albanian j. agric. sci.,* 12 (2013) 223 - 228
[23] - B. OUATTARA, P. W. SAVADOGO, O. TRAORE, B. KOULIBALY, M. P. SEDOGO et A. S. TRAORE, Effet des pesticides sur l'activité microbienne d'un sol ferrugineux tropical du Burkina Faso. *Cameroon Journal of Experimental Biology,* 06 (2010) 11 - 20, http://www.ajol.info/browse-journals.php
[24] - R. CHELOUFI, H. ZOUAOUI et H. MESSAADIA, Impact of Herbicides upon dynamic of the nitrogen in Soils. *Albanian j. agric. sci.,* (2013) 375 - 381
[25] - J. LILIANA, Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse Lyon I, (2007) 180 p.
[26] - J. KAARE, S. CARSTEN, J. V. TORSVIK, J. SORENSEN, Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils – a review. *Biology and Fertility of Soils,* 33 (2001) 443 - 453
[27] - W. PAUL, SAVADOGO, FRANÇOIS LOMPO, YVONNE L. BONZI-COULIBALY, S. ALFRED TRAORE et P. M. SEDOGO, Influence de la Température et des Apports de Matière Organique sur la dégradation de

l'Endosulfan dans trois types de Sols de la Zone cotonnière du Burkina Faso. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim,* 26 (2008) 79 - 87

[28] - N. JEDIDI, A. HASSEN, O. VAN CLEEMPUT and A. M'HIRI, Microbial biomass in soil amended with different types of organic wastes. *Waste Management & Research*, 22 (2004) 1 - 7

[29] - R. C DOYLE, D. D. KAUFMAN and G. W. BURT, Effect of dairy manure and sewage sludge on14C-pesticide degradation in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26 (1978) 987 - 989

[30] - J. A. SILVA-LEAL, R. MADRIÑAN-MOLINA and P. TORRES-LOZADA, Influence of the application of biosolids on the content of humic and fulvic acids in soil cultivated with sugar cane. *Livestock Research for Rural Development, 28 (2016)* http://www.lrrd.org/lrrd28/5/silv28073.html

[31] - I. ROBLES-GONZÁLEZ, E. RÍOS-LEAL, R. FERRERA-CERRATO, F. ESPARZA-GARCÍA, N. RINDERKENECHT-SEIJAS and H. M. POGGI-VARALDO, Bioremediation of a mineral soil with high contents of clay and organic matter contaminated with herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid using slurry bioreactors : effect of electron acceptor and supplementation with an organic carbon source. *Process Biochemistry,* 41 (2006) 1951 - 1960

[32] - T. B. MOORMAN, J. K. COWAN, E. L. ARTHUR, J. R. COATS, T. B. MOORMAN, J. K. COWAN., E. L. ARTHUR and J. R. COATS, Organic amendments to enhance herbicide biodegradation in contaminated soils. *Biology and Fertility of Soils,* 33 (2001) 541 - 545

[33] - B. OLSON and E. W. MAND LINDWALL, Soil microbial activity inder chemical fallow conditions effets of 2,4 D and Glyphosate. *Soil biology and biochemistry,* 23 (1991) 1071 - 1075