

## Effet de l'hymexazole et de la prométhryne sur la qualité physico-chimique et biologique des sols agricoles.

### Effect of hymexazole and promethryne on the physico-chemical and biological quality of agricultural soils

Wafa Tahar\*, Ouahiba Bordjiba & Nadjet Aimeur

Laboratoire de Biologie Végétale et Environnement, Université Badji Mokhtar,  
BP 12, 23000, Annaba, Algérie.

Soumis le : 30/06/2016

Révisé le : 18/07/2017

Accepté le : 26/09/2017

#### المخلص :

أصبحت المبيدات الاصطناعية فعالة جدا في عدد كبير من الحالات خاصة بعد أن صار من السهل الوصول إليها واستخدامها، فقد ساهمت هذه المواد في زيادة وانتظام الإنتاج الفلاحي. غير أنه في السنوات الأخيرة، و نتيجة الاستخدام المكثف لهذه المنتجات، ظهرت نتائج سلبية و اضطرابات على مستوى جميع مكونات البيئة. تبين أنه أثناء رش هذه المبيدات ، 90% منها ينتقل إلى التربة و يؤثر سلبا على الخصائص الفيزيوكيميائية و كذلك على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة. في هذا السياق ، يهدف بحثنا هذا إلى التحقق من أثر نوعين من المبيدات المستخدمة على نطاق واسع في منطقة شمال شرق الجزائر. تناولنا بالدراسة بعض المعايير الخاصة بالتربة و الكائنات الدقيقة و بعض إنزيمات الخصوبة. أظهرت النتائج أن بعض المعايير تتجاوز القياسات المعتمدة عالميا و خصوصا معيار التوصيل الكهربائي و الكربون الكلي. أما قيمة الإنزيمات فكانت أقل من قيمة الشاهد. الكائنات الدقيقة تتكون بنسبة 60% من البكتيريا من جنس ميكروكوكس و 40% من الفطريات من جنس أسبرجيليس.

الكلمات المفتاحية: المبيدات – التربة- معايير فيزيوكيميائية- الفوسفاتاز الخامضي- الديرندروجيناز

#### Résumé

Faciles d'accès et d'emploi, les pesticides de synthèse se sont révélés très efficaces dans un nombre important de cas. Ils ont largement contribué à l'augmentation et à la régularité de la production. Cependant, au cours de ces dernières années, l'utilisation systématique de ces produits est remise en question à la suite des perturbations générées pour toutes les composantes de l'environnement. Lors de la pulvérisation, plus de 90 % des quantités n'atteignent pas leurs cibles mais elles sont diffusées au niveau du sol provoquant la modification de ses propriétés physico-chimiques et de son activité biologique. A cet effet, notre travail visait à vérifier l'impact de deux pesticides utilisés massivement au niveau de la région du Nord-est algérien. Pour ce faire, quelques caractéristiques du sol ont été déterminées. La flore microbienne et les enzymes de fertilité, ont été également évalués à partir des fractions de sol. Les résultats obtenus montrent que les valeurs de certains paramètres dépassent les normes prescrites et en particulier celles de la conductivité électrique et du carbone total. Les taux des enzymes analysés sont plus bas que ceux des témoins. La microflore isolée est constituée de 60% de bactéries avec une prédominance de *Micrococcus* et de 40% de champignons dont les plus abondants sont des *Aspergillus*.

**Mots clés:** pesticides - sol - paramètres physico-chimiques - phosphatase acide – déshydrogénase.

#### Abstract

Easy to access and use, synthetic pesticides have been very effective in a significant number of cases. They have contributed to the increase and regularity of production. However, in recent years, the systematic use of these products is in question following the disturbances generated for all components of the environment. When spraying, over 90% of the quantities do not reach their targets, but they are distributed at ground level causing the modification of its physicochemical properties and biological activity. For this, our work was to verify the impact of two pesticides used extensively in the North-east Algerian region. To do this, some characteristics of the soil were determined. Microflora and fertilities enzymes were also evaluated from the soil fractions. The results show that the values of certain parameters exceed the prescribed standards and in particular of the electrical conductivity and total carbon. enzymes analyzed the rates are lower than those of control. The microflora isolated consists of 60% of bacteria Predominantly *Micrococcus* and 40% of fungi which the most abundant are *Aspergillus*.

**Key words:** pesticides - soil - physicochemical settings - acid phosphatas – deshydrogenas.

\* Auteur Correspondant : thrwafaz@gmail.com

## 1. INTRODUCTION

Au siècle dernier, la population a été exposée à une augmentation de l'utilisation des produits agropharmaceutiques. Les progrès dans la protection des plantes et le développement de produits chimiques de synthèse tels que les pesticides ont largement contribué à la régularité de la production. Cependant, aujourd'hui l'utilisation systématique de ces produits est remise en question, avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour toutes les composantes de l'environnement, voire pour la santé de l'homme. Les conséquences toxicologiques dues à l'exposition à ces milliers de composants chimiques par le biais de l'alimentation, de l'eau et du sol sont alarmantes.

La plupart des substances actives de ces produits phytosanitaires peuvent former des résidus liés au niveau des différents compartiments du sol en modifiant sa fertilité et son activité biologique. La notion de qualité chimique et biologique d'un sol pollué soumis aux effets de la pollution organique par les pesticides a donné lieu à de nombreuses interprétations. Selon Morel et al [1], la qualité d'un sol dépend d'un ensemble de facteurs de la croissance végétale tels que les éléments chimiques nécessaires à la plante et les substances organiques de croissance. La production de ces éléments nutritifs par les actions microbiennes se traduit par la fourniture de l'azote, le carbone, phosphore et autres nutriments. Cependant la présence de pesticides dans le sol provoque l'inhibition de tous ces éléments. Par ailleurs, l'action toxique du pesticide peut provoquer un ralentissement de l'activité microbienne du sol et la sélection de populations les mieux dotées pour résister au polluant [2] et une diminution de la diversité des microorganismes [3-4-5].

De même, la présence répétée de plusieurs molécules de pesticides à des doses exagérées dans le sol ainsi que les interactions entre les polluants et les microorganismes du sol peuvent conduire à une inhibition des activités enzymatiques ou à leur stimulation dépendant à la fois de la nature du polluant, de la concentration du polluant dans le sol, et du type d'enzyme [6-7-8]. Les enzymes pouvant être affectées sont de type respiratoires dont les plus courants sont les déshydrogénases, les phosphatases, les oxydoréductases et les hydrolases.

Parmi les pays émergents utilisant les plus grandes quantités de pesticides, l'Algérie figure dans les premiers rangs avec d'autres pays africains. Ainsi plusieurs milliers de produits phytosanitaires sont homologués chaque année en Algérie [9]. Cette situation est d'autant plus préoccupante que l'usage des pesticides doit être répété périodiquement et à des doses aléatoires. Ceci peut générer des conséquences graves de manière définitive notamment sur la fertilité des sols.

Pour toutes ces raisons, nous avons essayé d'étudier l'effet de l'emploi répété de deux molécules de pesticides (hyméazole et prométryne) sur la qualité physico-chimique et sur l'activité biologique du sol.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Conduite de l'essai

L'essai a été réalisé dans des pots contenant 1 kg d'un mélange de plusieurs échantillons de sol prélevés à partir d'une zone non polluée. Les pots ainsi préparés sont préalablement irrigués à l'eau distillée stérile. Après 48h, les pots contenant le sol autoclavé tous les 15 jours pendant trois mois à l'aide de trois doses du pesticide. Les pots témoins subissent le même traitement mais avec de l'eau stérile.

### 2.2. Préparation des solutions de pesticides

Les molécules de pesticides utilisés nous ont été fournies sous forme liquide par la station de l'institut national de la protection des végétaux (I.N.P.V) de Ben M'Hidi. Ce sont des composés utilisés massivement pour les cultures maraichères et céréalières au niveau de la région d'Annaba. Il s'agit d'un herbicide la prométryne et d'un fongicide, l'hyméazole.

#### - Fongicide

L'hyméazole est la substance active d'un fongicide systémique des semences provenant de *golden union agrochemical*, commercialisé en Algérie sous le nom de *tachigazol*. Il appartient à la famille chimique des Triazines, de formule chimique brute :  $C_4H_5NO_2$ , de formule développée *5-methyl-3(2H)-isoxazolone* et dont la structure chimique est présentée dans la figure suivante (Fig.1).

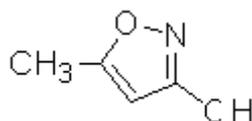


Figure 1. Structure chimique de l'hyméxazole.

### - Herbicide

L'herbicide est une molécule de pré-levée de certaines graminées et dicotylédones, commercialisée sous le nom de *gésagard*. Sa substance active est la prométryne appartenant à la famille des Triazines, fabriquée par Syngenta, de formule chimique brute  $C_{10}H_{19}SN_3$  et de formule développée *bis* (isopropylamino)-2,4 méthylthio-6 triazine-1,3,5. Sa structure chimique se présente comme suit (Fig.2).

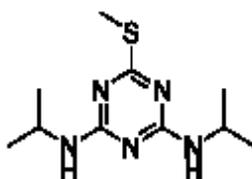


Figure 2. Structure chimique de la prométryne.

### - Pulvérisation des pesticides

Les pesticides sont solubilisés dans de l'eau distillée stérile et de méthanol à 80 % (20v/80v). Les concentrations sont employées à la dose de champs (DC1 : 45  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ) (D1) ; la dose de champs multipliée par 10 (DC2X10 : 450  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ) (D2); et la dose de champs divisée par 5 (DC3 : 9  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ) (D3). Les suspensions préparées sont bien mélangées, puis pulvérisées tous les 15 jours, pendant trois mois. Les témoins (t) sont pulvérisés avec de l'eau stérile. Après 90 jours, des échantillons de sol sont prélevés de chaque pot à la profondeur allant jusqu'à 10cm. Les fractions de sols obtenues à partir des échantillons prélevés sont ensuite utilisées pour les analyses.

### 2.3. Analyse des paramètres physico-chimiques du sol

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants (Tab. 1): la conductivité électrique, le carbone total, le phosphore et l'azote. Tous les paramètres ont été analysés par voie automatique grâce à des analyseurs électroniques et comparés avec les échelles des sols signalées par les références [10-11-12].

Tableau 1. Paramètres physico-chimiques de sols traités par le pesticide

Paramètres	Méthodes	Unités
Conductivité électrique	Multiparamètre type WTW197	Ms/m
Carbone total	Analyseur automatique	g/kg
Phosphore	Analyseur automatique	mg/kg
Azote	Analyseur automatique (méthode Dumas)	g/kg

### 2.4. Evaluation quantitative de la microflore totale

La détermination de la biomasse microbienne a été déterminée par la technique de dilution suspension. Une goutte calibrée de la suspension de sol est diluée plusieurs fois de  $10^{-1}$  à  $10^{-6}$  puis ensemencés sur des boîtes de pétri contenant un milieu gélosé stérile. Des témoins ensemencés par une goutte d'eau distillée stérile sont inclus dans les essais. Les boîtes en triple exemplaires pour chaque cas sont incubées à la température de 30°C pendant 5 à 7 jours. Les microorganismes isolés sont d'abord purifiés par plusieurs repiquages successifs de monospore ou mono-colonie sur des milieux de culture spécifiques. La détermination de la biomasse microbienne est faite par comptage des colonies et les

résultats sont exprimés en UFC (nombre d'Unités Formant Colonies) / g de sol selon Dutruc-Rosset [13].

Après purification, les isolats bactériens sont caractérisés après coloration de gram ainsi que le test d'oxydase et de catalase et les tests biochimiques des galeries API 20 E et API 20 NE. L'identification se fait d'après le tableau de lecture fourni dans le kit à l'aide d'un logiciel (base de données Api Web).

En ce qui concerne les souches fongiques, elles sont déterminées à l'aide des clés d'identification de Botton et al [14].

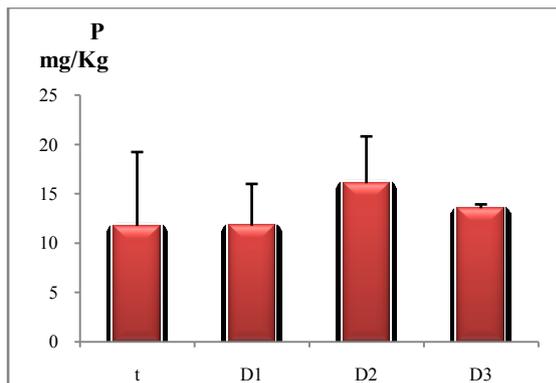
### 2.5. Evaluation quantitative des activités enzymatiques

Afin d'aboutir à une estimation rapide de l'activité globale du sol, les teneurs en déshydrogénase et phosphatase acide ont été évaluées à partir des fractions de sol en se basant sur les méthodes de Eivazi & Tabatabai et de Domsch Gams [15-16].

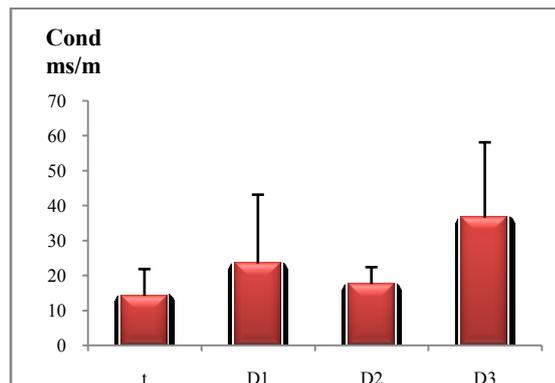
Les paramètres analysés (paramètres physico-chimiques et enzymatiques) ont été validés par les tests statistiques : Anova, Tukey et Dunnett [17].

### 3. Résultats et discussion

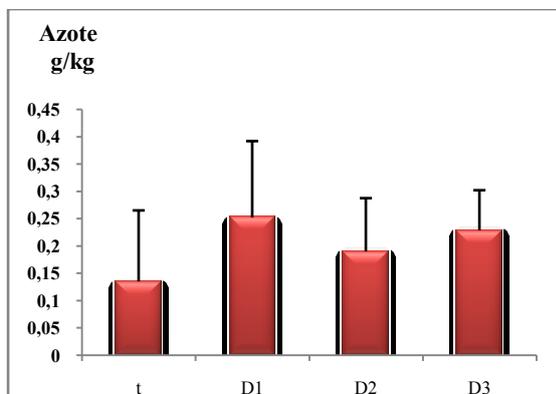
Les paramètres physico-chimiques analysés montrent une grande variabilité dans les résultats (Fig. 3 à 6 et Fig. 9 à 12). Les valeurs varient en fonction de la nature du pesticide et des doses employées.



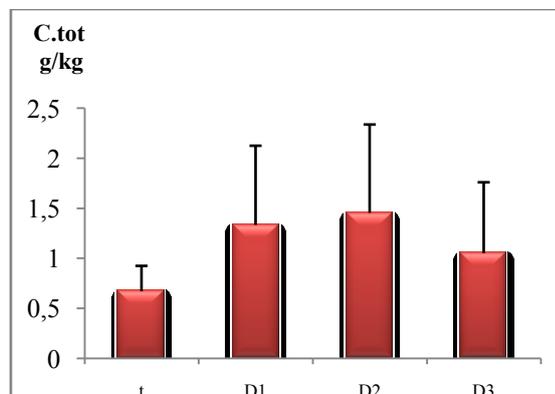
**Figure 3:** Taux du phosphore ne présence des trois doses de l'herbicide (prométryne)



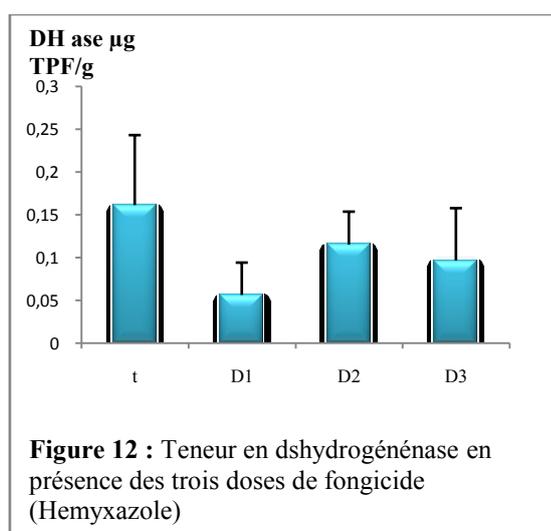
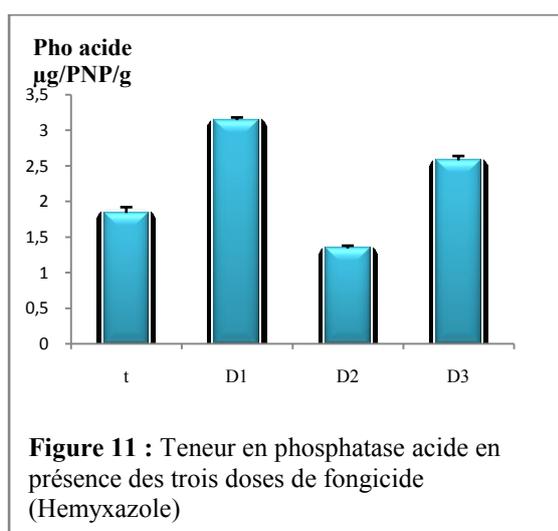
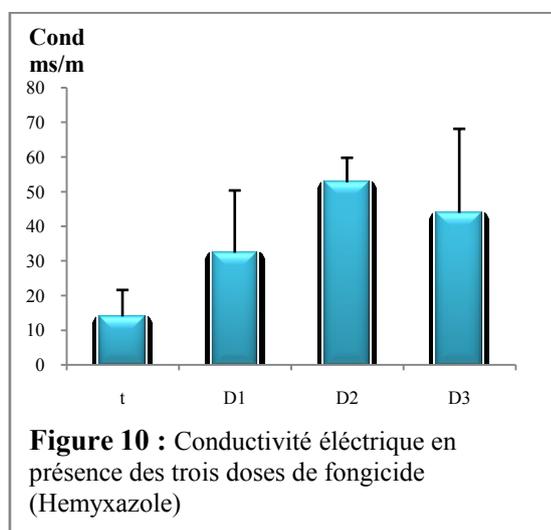
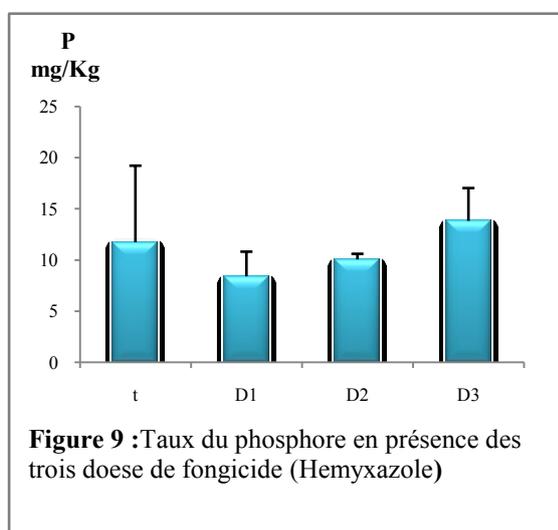
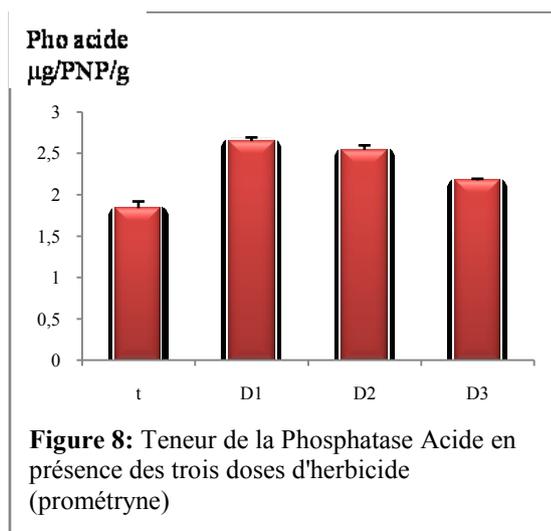
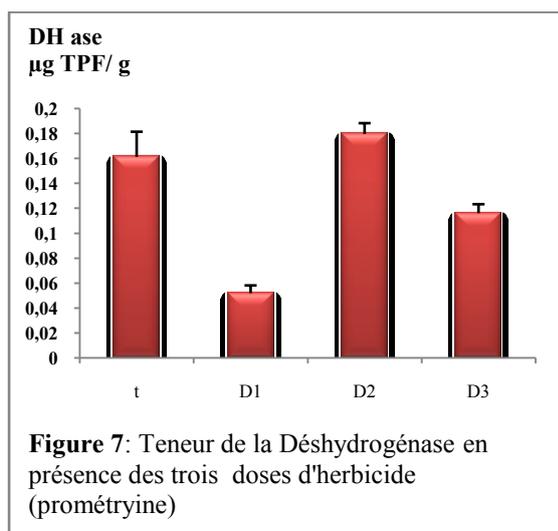
**Figure4 :**Conductivité électrique en présence des trois doses d'herbicide (prométryne)

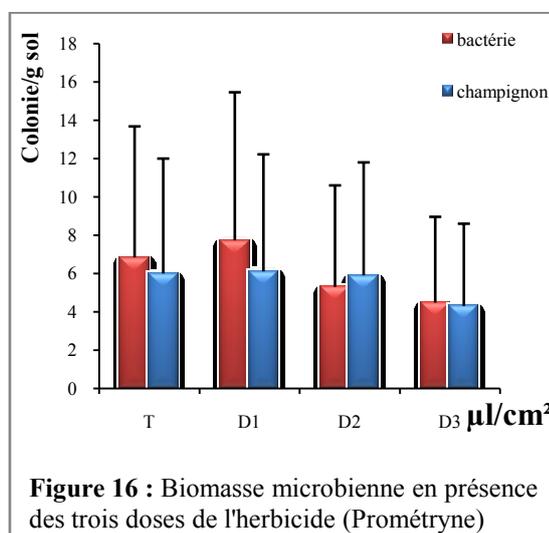
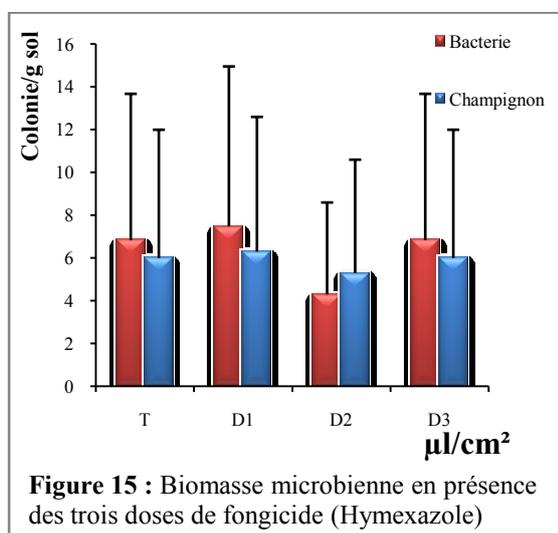
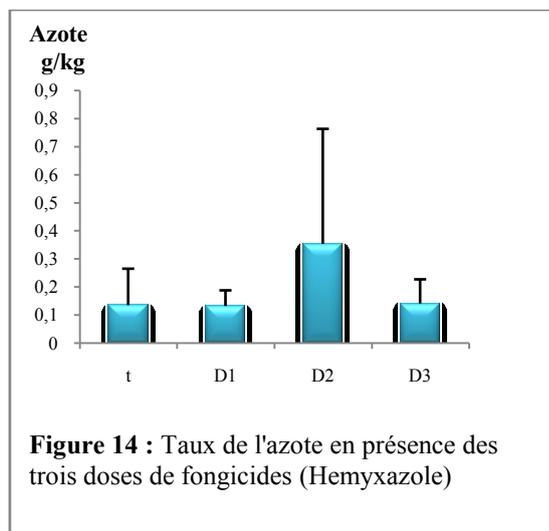
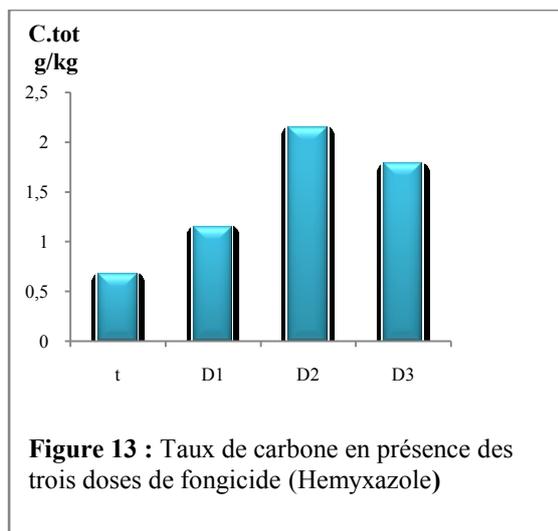


**Figure 5:** Taux de l'azote en présence des trois doses de l'herbicide (prométryne)



**Figure 6:** Taux du carbone total en présence des trois doses d'herbicide (prométryne)





La plupart des paramètres testés sont supérieurs dans les sols traités avec les trois doses de pesticide utilisé. Le carbone total et l'azote sont d'une grande utilité pour les microorganismes et constituent une source d'énergie qui se transforme en nouveaux produits du métabolisme et, également, jouent un rôle dans la solubilité des pesticides. L'adsorption des pesticides par le carbone de la matière organique augmente leur solubilité et leur stabilité dans les profils de sol [18]. Bien qu'il y ait une différence dans les valeurs de tous les paramètres physico-chimiques entre le sol témoin et les sols traités, l'appréciation du degré de la fertilité du sol et de sa qualité reste quelque peu difficile.

La biomasse microbienne est de plus en plus considérée comme un marqueur écologique [19] et un indicateur utile de l'amélioration ou de la dégradation des sols [20]. Ainsi, le dénombrement réalisé à partir des échantillons de sol a fait ressortir une microflore variée aussi bien du point de vue quantitative que qualitative avec un total de 1152 isolats bactériens et 1002 isolats fongiques. Cependant, le nombre de microorganismes notamment les bactéries du sol témoin est de loin le plus dominant avec  $112 \cdot 10^5$  colonies/g de sol. Si l'on se réfère aux paramètres chimiques analysés, on remarque qu'il y a une parfaite corrélation entre l'abondance de la microflore totale et les teneurs en carbone total. En effet, il a été signalé que l'abondance de la biomasse microbienne est liée à des taux élevés de matière organique et de carbone nécessaires à la vie des microorganismes du sol; et notamment pendant les premières étapes de la décomposition [21]. Les populations bactériennes et fongiques semblent être inhibées par la présence du pesticide et ce, avec toutes les doses et notamment les doses D2 et D3 (Fig. 15 et 16). Cette action toxique du pesticide sur la biomasse microbienne se

traduisant par un ralentissement de la croissance et une sélection des souches résistantes a été signalée par Bariuso [2].

La quantification des paramètres bioindicateurs de l'activité enzymatique a été réalisée dans le but de caractériser la qualité de sol dans un contexte de pollution organique par des molécules de fongicide et d'herbicide. Ce dosage enzymatique nous a permis de constater que les teneurs de la déshydrogénase sont faibles pour les trois doses testées du fongicide par comparaison aux témoins (Fig. 7 et 8). Des teneurs inférieures à celles des témoins ont été notées également pour les deux doses D3 et D1 de l'herbicide. Quant aux teneurs de la phosphatase acide, elles semblent supérieures dans le sol traité par le pesticide (Fig. 13 et 14). En effet, Les activités enzymatiques dans les sols sont sensibles aux modifications environnementales [22] et sont de ce fait considérées comme des indicateurs des perturbations naturelles ou anthropiques [23].

Les résultats démontrent l'hétérogénéité des réponses des activités enzymatiques obtenues uniquement à partir de la déshydrogénase et de la phosphatase acide notamment en fonction du type des caractéristiques physico-chimiques du sol. L'activité biologique d'un sol ne peut donc s'apprécier à travers l'étude d'un ou deux types d'enzyme [24]. D'autres auteurs ont éprouvé des difficultés à relier la biomasse microbienne et les activités enzymatiques, même dans des conditions expérimentales favorables [25]. D'après Cortez & Lossaint [26], même si l'on essaie d'en quantifier plusieurs, l'interprétation n'est pas facilitée car leurs variations sont parfois contradictoires.

#### 4. CONCLUSION

Les multiples interactions entre la nature du produit, les caractéristiques physico-chimiques du sol et les facteurs de l'environnement rendent l'estimation de la qualité chimique et biologique, du sol soumise à l'effet de la pollution par les deux triazines hyméxazole et prométryne, difficile car les valeurs obtenues sont souvent contradictoires. De même, la quantification de l'activité enzymatique d'un sol vis à vis des pesticides paraît difficilement interprétable. Toutefois, certains enzymes, telle que la déshydrogénase semblent sensibles à la présence du fongicide. Parmi les paramètres étudiés dans notre étude, le nombre total de la microflore et l'activité enzymatique de la déshydrogénase s'avèrent des critères fiables dans l'évaluation de la qualité biologique du sol lorsqu'il subit l'action toxique de l'herbicide ou du fongicide et son activité microbienne est inhibée. Une suite intéressante à ce travail serait donc de doser d'autres enzymes sensibles aux pesticides et d'étudier la densité et la diversité fonctionnelle des populations bactériennes et fongiques.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Morel Y., David M., Forest M.G., Betuel H., Hauptman G., André J., Miller W.L. 1989, Gene conversions and rearrangement discordance between inheritance of forms of 21- hydroxylase deficiency and HLA types, *J. Clin. Endocrinol Metab.* 68, 592-599.
- [2] Bariuso E. 1994. Pesticide pollution of soils/ analytical aspects, *Analysis*, 22, 13-15.
- [3] Rouard N., Dictor M.C., Chaussod R., Soulas G. 1996, Side-effect of herbicides on the size and activity of the soil microflora : DNOC as attest case. *Eur. J. Soil Sci.*
- [4] Soulas G., 1996. Pesticides: New Trend in Side-effect Testing in Pesticides, Soil Microbiology and Soil Quality, 2nd Int. Symp. On Environnement Aspect Of Pesticide Microbiology, Setac-Europe, 12-21,
- [5] Chaussod R., Nicolardot B. 1982. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 19, 501-512,
- [6] Ascoli R.D., Rao M.A., Adamo P., Renella G., Landi L., Rutigliano F.A., Terribile F., Gianfreda L. 2007. "Impact of river overflowing on trace element contamination of volcanic soils in south Italy"; Part II. Soil "biological and biochemical properties inrelation to trace element speciation", *Environmental Pollution*, 144, 317-326.
- [7] Dick W.A., Tabatabai M.A. 1983. Activation of soil phosphatase by metal ions. *Soil, Biol. Biochem*, 15, 59-363,
- [8] Fotio D., Monkiédje A., Miépi N.S., Nguéack J., Amvam Z. 2006. "Évaluation des résidus pesticides et de leurs effets sur la qualité des récoltes, du sol et de l'eau en zone périurbaine de Yaoundé à cultures maraîchères", Actes de l'atelier de présentation des résultats des opérations de recherche participative, 21-23 février 2006, Yaoundé, Cameroun du Pôle de Compétence en Partenariat (PCP) Grand Sud Cameroun, 33-39.
- [9] Bouziani M. 2007. "L'usage immodéré des pesticides: de graves conséquences sanitaires", Le guide de la médecine et la santé en Algérie.
- [10] Soltner H. 2005. "Les bases de production végétale", 24 e Edit. Tome I, paris, 472 p.

- [11] Gauchers F., Soltser H. 1981. "Base de la production végétale : le sol", Edition Techniques agricoles
- [12] Durand R., Dutil P. 1972. Contribution à l'étude de l'évolution des sols en milieu calcimagnésique. *Sci. sol*, 1, 25
- [13] Dutruc-Rosset G. 2003. Techniques analytiques et de contrôle (Codex œnologique). Partie microbiologique. Office International de la Vigne et du Vin. 23 pp.
- [14] Botton, B., Breton, A., Fevre, M., Ganthier, S., Gux, PH., Larpënt, J.P., Reymond, P., Sanglier, J.J., Vayssier, Y. et Veau, P. 1990. Moisissure utiles et nuisibles importances industrielles. 2 Ed. 3 Ed. Milan Barcelone Mexico. Paris. 498p
- [15] Eivazi F., Tabatabai M.A. 1977. "Phosphatases in soils. Soil", *Biol. Biochem.*, 9, 167-172,
- [16] Domsch H.H., Gams T.H. 1980. "Compendium of soil fungi", Vol 1 et 2. Edit Academic. Press. London,
- [17] Dagnelie P. 2009. – Statistiques théorique et appliquée, Tome 2, 850p, Edition Unité de Boeck et Larcier.
- [18] Chiou C.T., Malcolm R.I., Brinton T.I., Kile D.E., 1986. "Water solubility enhancement of some organic pollutants and pesticides by dissolved humic and fulvic acids". *Environ. Sci. Technol.*, 20, 502-508.
- [19] Franco I., Contin M., Bragato G. & De Nobili M., 2004. Microbiological resilience of soils contaminated with crude oil. *Geoderma*, 121, 17-30.
- [20] Gil-Sotres F., Trasar-Cepeda C., Leiros M.C. & Seoane S., 2005. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 877-887.
- [21] Bordjiba O., Steiman R., Kadri M., Semadi A., Guiraud P. 2001. "Removal of herbicides from liquid media by fungi isolated from a contaminated soil", *J. Environ. Qual.*, 30(2): 418-426,
- [22] Mbonigaba Muhinda J.J., Nzeyimana I., Bucagu C., Culot M. 2009. Caractérisation physique, chimique et microbiologique de trois sols acides tropicaux du Rwanda sous jachères naturelles et contraintes à leur productivité. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(4), 545-558
- [23] Schloter M., Dilly O. & Munch J.C., 2003. Indicators for evaluating soil quality. *Agric. Ecosystems Environ.*, 98, 255-262.
- [24] Fauvel B., Rocquerol T. 1970. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 7, 393-406.
- [25] N LADD J., PAUL E.A. 1973. *Soil Biol. Biochem.*, 5, 825-840,
- [26] J. Cortez P., Lossaint G., Billes. 1972. *Rev. Ecol. Eliol. Sol*, 9, 1-19,