

République Algérienne Populaire et Démocratique
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique



**LABORATOIRE
ADPVA**

**Université
Ferhat Abbas, Sétif 1**



*Association
« TRAIT D'UNION »
Sétif*

La Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
& LE DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

*En partenariat avec l'association
« TRAIT D'UNION » Sétif*

LE 1^{er} COLLOQUE INTERNATIONAL SUR

**SÉCURITÉ
ALIMENTAIRE**

**ET DEVELOPPEMENT DURABLE
EN MILIEU SEMI-ARIDE**

Gestion de désherbage chimique à base du glyphosate en semis direct et son devenir dans le sol

Labad Ryma ⁽¹⁾, Hartani Tarik ⁽¹⁻²⁾, Belguet Haroun ⁽³⁾, Bendada Hocine ⁽³⁾, Louahdi Nasredinne ⁽³⁾,
Taibi Mourad ⁽³⁾

¹ Département de Génie Rural, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA Ex INA),

El Harrach, 16000, Algérie

² Centre universitaire de Tipaza, 42000, Algérie

³ Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC). Sétif, 19000, Algérie

Résumé

Le présent travail se base sur la possible gestion du désherbage chimique à base de glyphosate en semis direct (SD), dans un but d'améliorer le rendement des cultures et respecter l'environnement. L'expérimentation s'est déroulée à l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, durant la campagne agricole 2015/2016. Douze préparations de liquide de pulvérisation ont été appliquées en combinant quatre doses d'herbicide à base de glyphosate avec trois eaux. Les résultats de rendement montrent que la qualité de l'eau utilisée a un effet significatif. Le rendement est plus implorant en utilisant une eau moins dure (TH= 4.97 meq/l) même à faible concentration d'herbicide. En parallèle des résidus du glyphosate persistent dans le sol en fonction de la dose appliquée, durant le cycle de développement de la culture. De ce fait, et dans un but environnemental, une gestion du traitement chimique par le choix d'une eau de bonne qualité afin de réduire la dose appliquée est marquée comme une nécessité.

Mots clés : Semis direct, glyphosate, dureté de l'eau, dose, rendement, environnement.

Introduction

Le développement des mauvaises herbes dans les parcelles agricoles est souvent une menace pour les rendements des cultures. Selon Caussanel (1989), les effets des mauvaises herbes sur les cultures peuvent s'exprimer par une perte des rendements en termes de qualité et quantité. En général, les mauvaises herbes rentrent en compétition avec les cultures cultivées sur l'eau, la lumière, l'azote et même les éléments minéraux. De ce fait, des méthodes de lutte contre l'infestation des mauvaises herbes ont été largement étudiées.

En SD, un des aspects de l'agriculture de conservation, la maîtrise des mauvaises herbes est un des plus importants problèmes qui persistent durant les premières années d'adoption (Mrabet 2001). En général, pour diminuer le développement des mauvaises herbes en SD et même en techniques simplifiées, un traitement chimique doit s'associer au système de rotation culturelle. Vu que le système de rotation permet de réduire le stock semencier pour une espèce donnée par le fait de diversification des cultures (Munier et al., 2005). De même, le recours vers l'application des herbicides totaux est crucial. La notion de SD s'est associée souvent à l'utilisation du glyphosate dans le monde. En Algérie, la question d'utilisation de glyphosate en SD n'a pas dépassé le souci que c'est une opération de désherbage, au moment où plusieurs travaux de recherche démontraient ses effets environnementaux au niveau mondial (Mamy 2004).

Afin de pouvoir discuter la possible gestion de traitement chimique des mauvaises herbes dans un contexte environnemental, une expérimentation a été mise en place au niveau de l'ITGC de Sétif durant la campagne agricole 2015-2016. Cependant la qualité de la bouillie à base de glyphosate est la variable étudiée.

1. Matériel et méthode

1.1 Mise en place de l'essai

L'expérimentation a été déroulée au niveau de la wilaya de Sétif, qui se caractérise par un climat semi-aride. La parcelle d'étude se situe au lieu dit R'Mada dans la commune de Mezlog. Le site se trouve à une altitude de 1080 m, à la latitude 36° 9' N et à la longitude 5° 21' E. Le sol d'étude est caractérisé par une texture limoneux-argileuse avec une teneur importante des argiles. Le taux de calcaire total est plus important en profondeur par rapport à la surface du sol tandis que les valeurs du pH ne révèlent pas des différences importantes. Les mesures des paramètres de fertilité de sol montrent que le sol présente une capacité d'échange cationique (CEC) élevée, un taux moyen de MO et une bonne aptitude biologique (Labad et al., 2018 (a)).

La superficie de la parcelle d'étude est de 10000 m², divisée en trois blocs. Pour chaque bloc douze (12) traitements à base de glyphosate ont été appliqués, plus un témoin sans traitement. Quatre doses ont été sélectionnées (D₁: 3 l.ha⁻¹, D₂: 2.5 l.ha⁻¹, D₃: 2 l.ha⁻¹ et D₄: 1.5 l.ha⁻¹) et mélangées avec trois eaux recueillies de différentes sources (W₁, W₂, et W₃). Les bouillies ont été préparées soigneusement et appliquées une semaine avant le semis de la culture d'orge

(*Hordeum vulgare*), variété « Fouara ». Le semis a été mis en place le 2 Décembre 2015 et la récolte a eu lieu le 15 juin 2016.

1.2 Paramètres mesurés

Entre le traitement herbicide et la récolte de la culture, une série des mesures a été effectuée :

- La détermination des caractéristiques des eaux utilisées pour la préparation de la bouillie,
- La mesure des résidus du glyphosate dans le sol à différents stades de développement de la culture,

Et enfin

- L'estimation de rendement de la culture.

Pour les caractéristiques des eaux utilisées, la conductivité électrique a été déterminée par le conductimètre, le pH par pH mètre et la concentration des cations Ca^{+2} , Mg^{+2} et Na^{+} par le spectrophotomètre d'adsorption atomique. Par la suite, le Sodium Adsorption Ratio (SAR) et la dureté de l'eau TH ont été calculés par les formules suivantes :

$$SAR = \frac{[Na^{+}]}{\sqrt{\frac{[Ca^{+2}] + [Mg^{+2}]}{2}}} \quad (1)$$

$$TH^{\circ} = [Ca^{+2}] + [Mg^{+2}] \text{ (meq.l}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Les concentrations du glyphosate dans le sol ont été mesurées par la CLHP en passant par une phase de dérivation avec FMOC-Cl (Peruzzo et al., 2008). Le rendement de la culture d'orge a été estimé par la formule suivante :

$$Rdt = Ng / m^2 * PMG \text{ (t. ha}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

Le traitement statistique des résultats a été fait par une analyse de la variance (one way) afin de déterminer l'effet des différentes bouillies du glyphosate sur le rendement de la culture.

2. Résultats et discussion

2.1 Effet de la qualité de la bouillie sur le rendement

« Parmi les conditions de succès de traitement d'herbicide est la préparation soigneuse de la bouillie qui est un élément important pour la pulvérisation en utilisant une eau de bonne qualité » (Le Bourgeois et al., 2002). Partant de ce principe et pour pouvoir répondre à la question d'une possible gestion et optimisation du traitement chimique à base du glyphosate trois eaux de la région d'étude ont été collectées. Les eaux utilisées pour la préparation du liquide de pulvérisation sont caractérisées par une basse valeur de SAR (<10) et faibles salinité sauf W₃ qui est légèrement alcaline. Les valeurs de la dureté calculées indiquent que les trois eaux utilisées sont dures avec des concentrations variables de Ca⁺² et Mg⁺². La dureté des eaux calculée est liée à des variations de pH mesurées (Tableau 01).

Tableau 01: Caractéristiques chimiques des eaux utilisées pour le traitement

Eau	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Ca ⁺² (meq.l ⁻¹)	Mg ⁺² (meq.l ⁻¹)	Na ⁺ (meq.l ⁻¹)	TH(meq/l)	SAR
W ₁	7.94	0.144	2.360	2.610	3.76	4,97	2.724
W ₂	7.7	0.194	3.750	2.790	3.60	6,54	2.702
W ₃	8.1	0.270	4.150	3.130	2.90	7,28	2.208

W₁: premier échantillon d'eau, W₂: deuxième échantillon d'eau, W₃: troisième échantillon d'eau

TH: Degré hydrotimétrique (dureté de l'eau) /SAR: Sodium Adsorption Ratio

Le pH le plus élevé est causé par la dureté de l'eau où la concentration des cations Ca⁺², Mg⁺², Na⁺ est importante (Chahal et Johnson, 2012). Dans leur étude Stahlman et Phillips, (1979) ont conclu que les cations Ca⁺² et Mg⁺² présentent dans l'eau du traitement peuvent réduire l'efficacité du glyphosate. En comparant ces conclusions par les résultats observés à travers notre expérimentation où l'efficacité du glyphosate a été évaluée à partir du rendement d'orge obtenu, on observe que le rendement est significatif dans le cas du traitement avec W₁ par rapport à W₂ et W₃ pour la même dose appliquée (Fig. 1). W₁ est une eau dure mais caractérisée par des concentrations de Ca⁺² et Mg⁺² faibles par rapport à W₂ et W₃. Cette variation a pu affecter l'efficacité du glyphosate sachant que cet herbicide et tous ses principaux métabolites peuvent former un complexe avec Ca⁺² et Mg⁺².

Ce complexe engendre une diminution d'absorption et de translocation dans les plantes (Glass 1984, Nalewaja et Matysiak, 1991, 1993). Ceci est confirmé récemment par Chahal et Johnson (2012) qui a montré qu'en pH supérieur à 7, l'herbicide prend la charge négative et s'associe aux cations présents dans l'eau dure, ce qui rend l'herbicide inefficace, comme dans le cas de W_2 et W_3 en comparant avec W_1 .

Par conséquent, un des facteurs d'efficacité du traitement chimique à base de glyphosate est le choix de la qualité de l'eau pour une bonne préparation de la bouillie. D'après nos résultats, la variabilité de la qualité des eaux utilisée n'est pas un facteur limitant.

Le taux de la matière active appliquée ou la dose choisie est un autre paramètre qui gère l'efficacité du traitement. Les résultats des rendements d'orge estimés semblent plus sensibles au taux de la matière active appliquée. Un rendement important a été enregistré avec la dose la plus élevée (Fig.1). En comparant le rendement moyen obtenu par D_1 et D_4 (la $\frac{1}{2} D_1$), on enregistre une perte de 8 qt.ha^{-1} causée par le développement des mauvaises herbes (Fig. 1). La variation des rendements obtenus sous l'effet de D_1 et D_4 est hautement significative ($P < 0.0001$). Ces résultats sont similaires à ceux de Rouane (2009) qui a enregistré une baisse de rendement significative en appliquant la moitié de la dose homologuée avec un développement de mauvaises herbes. En revanche, les rendements moyens obtenus sous l'effet de D_2 et D_3 sont très rapprochés (Fig. 1). La variation de 180 g.ha^{-1} de matière active entre les deux doses appliquées se traduit par une différence non significative ($P < 0.369$) des rendements.

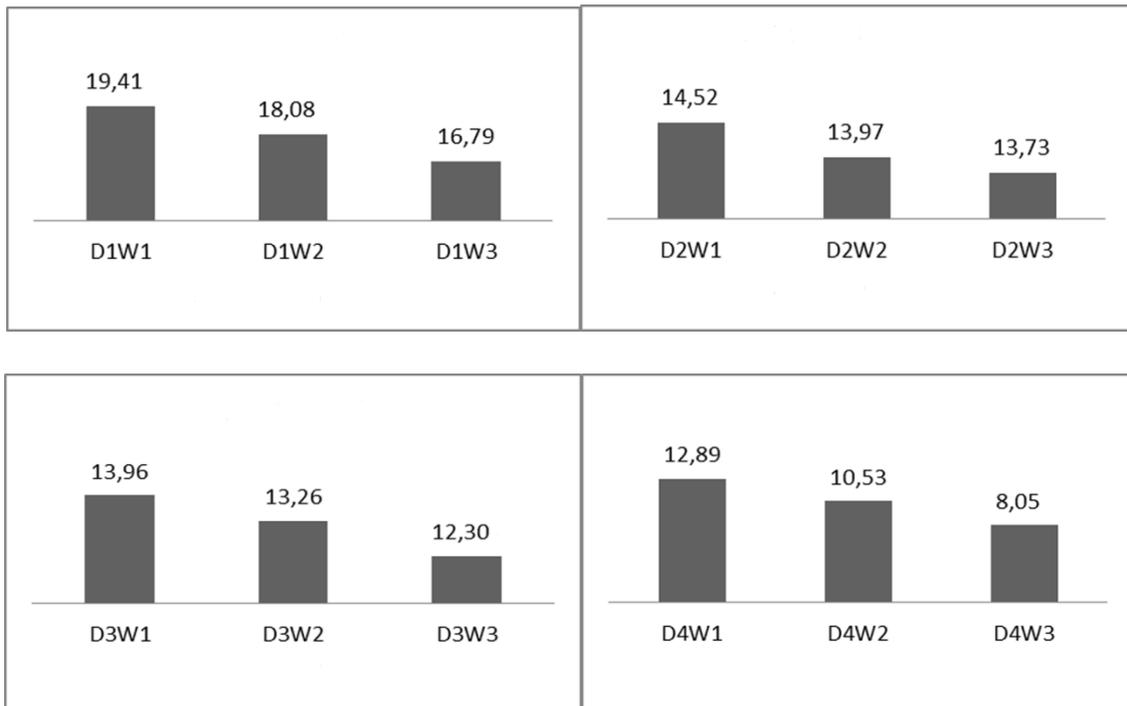


Fig. 1 : Rendement de l'orge en relation avec le liquide de la pulvérisation à base de glyphosate

2.2 Le devenir de l'herbicide dans le sol en relation avec les stades de développement de la culture

La gestion du traitement des mauvaises herbes en utilisant des herbicides à base du glyphosate en semis direct est une des étapes clé qui assure la rentabilité des cultures. Sa solubilité très élevée dans le sol et sa polarité sont parmi les caractéristiques qui empêchent la détection du glyphosate (Mamy et al., 2005). En passant par une phase de dérivation, nous avons pu détecter des concentrations du glyphosate présentes dans le sol. Les concentrations du glyphosate mesurées au niveau des deux horizons du sol se différent et dépendent de la concentration du taux de la matière active appliquée.

Pour le premier horizon et en début de cycle végétatif de la culture (stade1), la concentration moyenne du glyphosate varie entre 10.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ et 6.41 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de D₁ à D₄ pour les différentes préparations (W₁, W₂, W₃). A la fin de la levée- début tallage (stade 2) jusqu'à la fin montaison - début épiaison de l'orge (stade 4), un déclin de concentration de glyphosate a été enregistré dans le premier horizon (Fig. 2).

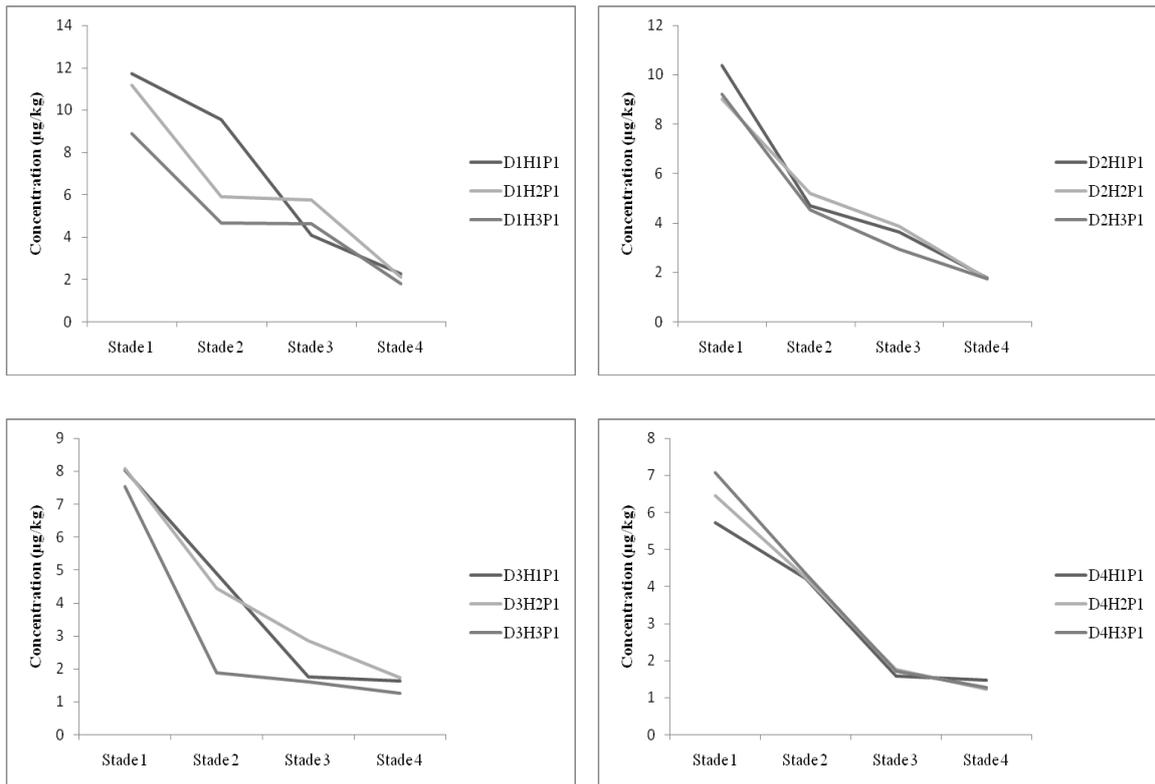


Fig. 2 : Devenir du glyphosate dans le premier horizon du sol en fonction des stades de développement de la culture

Tandis que l'analyse du deuxième horizon montre clairement qu'une partie du glyphosate a été transférée à partir du premier horizon (Fig. 3). Au début de cycle végétatif de l'orge, la concentration enregistrée était très faible pour les douze préparations tandis qu'en fin de levé et début tallage, la concentration a augmenté dans le sol pour s'abaisser du nouveau à partir de fin tallage jusqu'au début épiaison (stade 3 et 4).

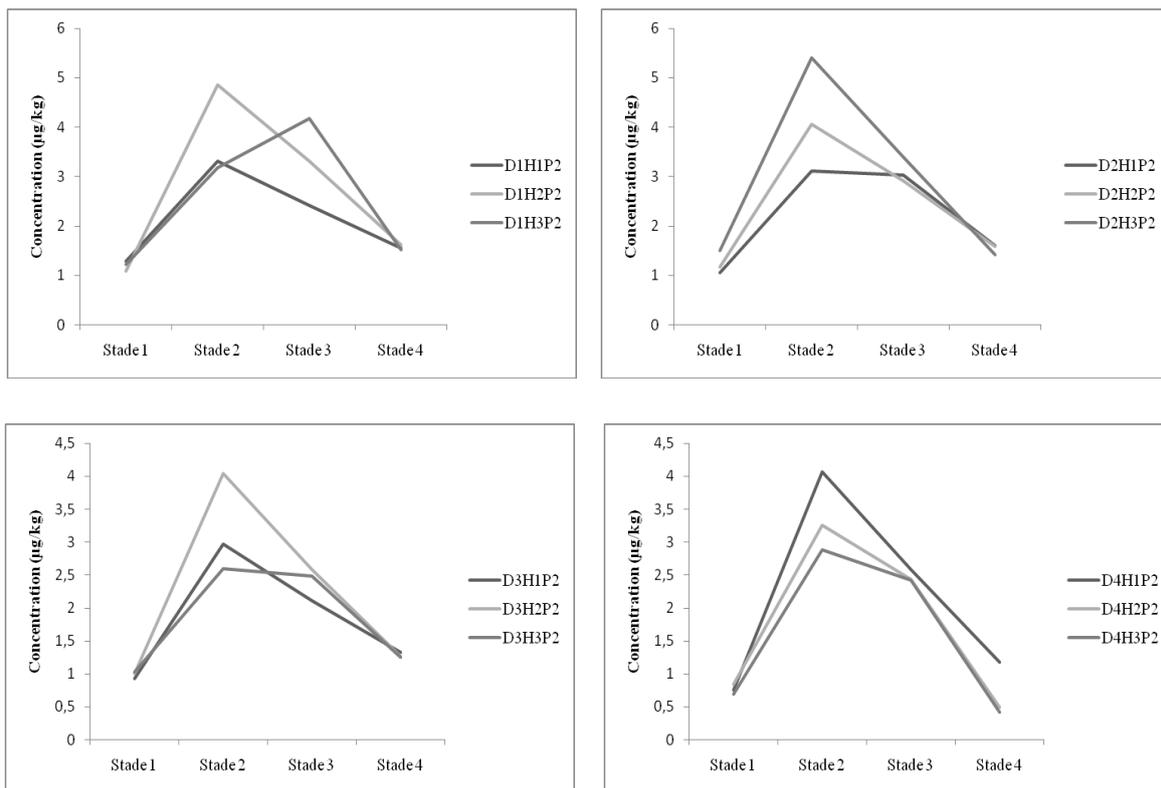


Fig. 3 : Devenir du glyphosate dans le deuxième horizon du sol en fonction des stades de développement de la culture

Les résultats obtenus montrent clairement que le glyphosate atteint le sol lors de traitement des mauvaises herbes (Tejada 2009). Ainsi qu'il s'adsorbe aux particules du sol (Mamy 2004). Mais sa dissipation par dégradation et/ou transfert en profondeur a été observé (Labad et al., 2018 a-b). En outre, au cours de développement de la culture, la concentration du glyphosate a diminué et les résidus dans le sol sont proportionnels à la dose appliquée.

CONCLUSION

La gestion de traitement des mauvaises herbes par la préparation soignée de la bouillie nécessite une combinaison entre la qualité de l'eau utilisée et la concentration de la matière active appliquée. De sorte que la dureté de l'eau exprimée par la concentration des cations Ca^{+2} et Mg^{+2} influe sur le traitement herbicide et le rendement de la culture, même à faibles concentrations de la matière active. Sur le plan rentabilité et revenu pour l'agriculteur, la perte des rendements n'est pas un facteur encourageant pour la réduction de la dose appliquée tandis que sur le plan environnemental, le traitement avec des doses importantes est une

menace pour le sol : le substrat de développement des cultures et la source des éléments nutritifs pour le développement. Par conséquent, une gestion du traitement chimique par le choix d'une eau de bonne qualité afin de réduire la dose appliquée est marquée comme une nécessité.

Références Bibliographiques

Caussanel J. P. 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, EDP Sciences. 9 (3), 219-240.

Chahal G. S., Johnson W.G. 2012. Influence of glyphosate or glufosinate combination with growth regulator herbicides and other agrochemicals in controlling glyphosate resistant weeds. *Weed Technology* 26 (4), 638-643.

Glass R., 1984. Adsorption of glyphosate by soils and clay minerals *J. Agric. Food Chem.*, 35 (4), 497–500. doi: 10.1021/jf00076a013

Labad Ryma, Hartani Tarik and Gopal U. Shinde. 2018. Optimum herbicide dose management in direct seeding for cereals production : case of semi arid area of Algeria. *J.Agron.*, 17 : 99-105.

Labad Ryma, Hartani Tarik, Belguet Haroun, Bendada Houcine, Louahdi Nasredinne et Taibi Mourad. 2018. Evaluation de la biologie du sol sous l'effet du traitement chimique en semis direct dans une zone semi-aride de l'Algérie. *Agriculture Journal* : 46-55.

Le Bourgeois T., Marnotte P. 2002. Edit the technical itineraries : Weed. In : *Mémento de l'agronome*. Montpellier, France, CIRAD, 663-684.

Mamy L. 2004. Comparaison des impacts environnementaux des herbicides à large spectre et des herbicides sélectifs: Caractérisation de leur devenir dans le sol et modélisation. INAPG (Agro Paris Tech).

Mamy L., Barriuso E., Gabrielle B. 2005. Environmental fate of herbicides trifluralin, metazachlor, metamitron and sulcotrione compared with that of glyphosate, a substitute broad spectrum herbicide for different glyphosate-resistant crops. *Pest Manag Sci*, 61,905–916.

Mrabet R. 2001. Le semis direct: Potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord. CEA/TNG/CDSR/AGR, Centre de Développement Pour l'Afrique du Nord (CDSR-AN), Tangier, Morocco.

Munier-Jolain N.M., Chauvel B., Gasquez J. 2005. Stratégies de Protection Intégrée contre les adventices des cultures : le retour de l'agronomie. In : Regnault-Roger C. (Ed.), *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*, Lavoisier, Paris, p. 411-430.

Nalewaja J. D., Matysiak R. 1991. Salt antagonism of glyphosate. *Weed Sci.*, 39, 622_628.

Nalewaja J. D., Matysiak R. 1993a. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. *Pestic. Sci.*, 38, 77-84.

Peruzzo P.J., Porta A.A., Ronco A.E. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in North Pampasic region of Argentina. *Environ. Pollut.*, 156, 61-66.

Rouane S. 2009. Doses minimales biologiquement efficaces pour le désherbage dans la rotation de maïs-soya tolérants au glyphosate et au glufosinate. Mémoire de maîtrise. Université Laval.

Stahlman P. W., Phillips W. M. 1979. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Sci.*, 27, 38-41.

Tejada M. 2009. Evolution of soil biological properties after addition of glyphosate, diflufenican and glyphosate+diflufenican herbicides. *Chemosphere*, 76, 365-373.