

## FAIBLES DOSES D'HERBICIDES NON SELECTIFS POUR LA JACHERE CHIMIQUE

TANJI ABBES\*

### ملخص

أجريت تجارب على مكافحة الأعشاب في الأراضي البعلية بضيعة التجارب بجمعة الرياح الشاوية ذات مناخ شبه جاف بالمغرب خلال موسم 91 - 1992 و 92 - 1993 لدراسة معدلات ضئيلة لثلاث مبيدات. وهذه المبيدات هي قليفوزات (glyphosate) باراكوات (parquat) و قليفوزينات أمونيوم (glufosinate ammonium) وأوضحت النتائج المحصل عليها بعد ستة أسابيع من المعالجة أن استخدام مبيد قليفوزات بمعدل 360 غرام / هكتار + 1 كلغ / هكتار من سولفات أمونيك (sulfate d'ammoniaque)، ومبيد باركوات بمعدل 400 غرام / هكتار ومبيد قليفوزات أمونيوم بمعدل 400 غرام / هكتار + 2 كلغ / هكتار من سولفات أمونيك خفضوا من الوزن الجاف للأعشاب بالمقادير التالية وهي على التوالي 76 و 82 و 94 ٪ وقد زاد سولفات الأمونيك من فعالية مبيد قليفوزات وكليفوزينات الأمونيوم. بينما الأمونترات (cammonitrate) ولوري (urée) كان أقل فعالية. ولم تزد الأسمدة الثلاثة في فعالية مبيد باراكوات. إن استعمال كميات ضئيلة من المبيدات في الأراضي البعلية سيساعد على النقص من تكلفة الانتاج في الدورات الزراعية حبوب / أراضي بعلية / حبوب وعلى المحافظة على البيئة.

## RESUME

Des doses faibles de trois herbicides non sélectifs (glyphosate, paraquat et glufosinate ammonium) employés seuls ou en mélange avec 1,2 ou 3 kg/ha de l'un des engrais azotés (sulfate d'ammoniaque, ammonitrate ou urée ont été testées sur la végétation d'une jachère au Domaine expérimental de Jemaâ Riah en Chaouia (climat semi-aride du Maroc) en 1991-92 et 1992-93. Une évaluation faite six semaines après les traitements a montré que 360 g/ha de glyphosate + 1kg de sulfate d'ammoniaque, 400 g/ha de paraquat seul et 400 g/ha de glufosinate ammonium + 2 kg de sulfate d'ammoniaque ont permis d'obtenir des taux de réduction de la biomasse respectivement de 76, 82 et 94%. Le sulfate d'ammoniaque a augmenté l'efficacité du glyphosate et du glufosinate ammonium, alors que l'ammonitrate et l'urée ont été moins performants. Les trois d'engrais n'ont pas augmenté l'efficacité du paraquat. L'emploi des doses faibles d'herbicides non sélectifs dans les jachères chimiques peut contribuer à la réduction du coût de production dans le système de rotation céréale/ jachère/ céréale, et à la protection de l'environnement

---

**Mots clés :** Jachère, glyphosate, herbicides, paraquat, glufosinate ammonium, engrais azotés, Maroc.

## ABSTRACT

Low rates of three non selective herbicides (glyphosate, paraquat, and glufosinate ammonium) used alone or in mixture with ammonium sulfate, ammonium nitrate, or urea were evaluated on a fallow vegetation at the Jemaâ Riah experiment Station in Chaouia (semi-aride Morocco) in 1991-92 and 1992-93. At six weeks after treatments, results showed that glyphosate at 360 g/ha + 1 kg/ha ammonium sulfate, 400 g/ha paraquat alone, and 400/ha glufosinate ammonium + 2 kg/ha ammonium sulfate reduced weed biomass by 76, 82, and 94%, respectively. Ammonium sulfate enhanced glyphosate or glufosinate ammonium activity, but ammonium nitrate and urea did not improve weed control. The three nitrogen fertilizers did not enhance the phytotoxicity of paraquat. The cost of the best herbicide treatments is estimated to half that of the recommended rates. The use of low rates of non selective herbicides can contribute to the reduction of production cost in the cereal/ fallow/ cereal rotation system and to the protection of the environment.

---

**Key words :** Fallow, herbicides, glyphosate, paraquat, glufosinate ammonium, nitrogen fertilizers, Morocco.

## INTRODUCTION

Afin de stabiliser la production en milieu aride et semi-aride marocain, les agriculteurs tendent à utiliser le système céréale/jachère/céréale (Mazhar, 1987). Dans ce contexte, la jachère est une pratique qui consiste à laisser la terre inculte pendant une période pouvant atteindre 18 mois. El Khyari (1992) estime que 1,6 millions d'hectares au Maroc ont été en jachère (sur une superficie agricole utile de 8,8 millions d'hectares) pendant la campagne agricole 1988-89. Trois types de jachère sont définis: a) la jachère non travaillée, pâturée essentiellement par les bovins et les ovins, b) la jachère travaillée; les mauvaises herbes étant détruites par les labours, et c) la jachère chimique; la végétation étant traitée avec des herbicides non sélectifs (Mazhar 1987 et 1991; Bouzza, 1990; Kacémi, 1992). Bouzza (1990) a constaté que l'humidité conservée dans la jachère travaillée ou chimique était bénéfique pour la levée et la croissance du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) dans le système de rotation blé tendre/jachère/blé tendre. Il a trouvé que l'emploi de chlorsulfuron ou metsulfuron permet d'une part de contrôler les mauvaises herbes du blé, et d'autre part d'empêcher la levée de la végétation plusieurs mois après la récolte du blé. En Chaouia, Regeher (1986) a trouvé que 360 g/ha de gluphosate et 600 g/ha de paraquat ont donné une efficacité entre 86 et 96% sur l'ivraie raide (*Lolium rigidum* Caudin). Tanji et Karrou (1992) ont pu obtenir une destruction complète de la végétation de la jachère en utilisant le mélange de 540 g/ha de glyphosate + 720 g/ha de 2,4-D ester lourd. Cependant, le prix des herbicides non sélectifs n'est pas à la portée des agriculteurs qui désirent pratiquer la jachère chimique.

La réduction des doses d'herbicides permet la diminution du coût du produit à l'hectare tout en ayant une efficacité acceptable et même semblable à celle donnée par les doses recommandées par les fabricants (Defelice et al., 1989; Moseley et Hgood, 1990 et 1991; Steckel et al., 1990; Devlin et al., 1991; Griffin et al., 1992; Mulder et Doll, 1993; Prostko et Meade, 1993). L'addition des fertilisants azotés aux herbicides est aussi un moyen pour accroître l'efficacité des herbicides foliaires et élargir leur spectre d'activité (O'Sullivan et al., 1981; Hatzios et Penner, 1985; McWhorter, 1985).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité de faibles doses de trois herbicides non sélectifs employés seuls ou en mélange avec des engrais azotés.

## MATERIEL ET METHODES

Six essais ont été installés sur une jachère non travaillée au Domaine expérimental de Jemaâ Riah (climat semi-aride au Maroc) pendant les campagnes agricoles 1991-92 et 1992-93. Le précédent cultural est l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en 1991-92 et le blé tendre en 1992-93. La végétation des jachères est composée de repousses d'orge, de blé tendre et de mauvaises herbes dicotylédones annuelles: la hirschefeldie *Hirschfeldia incana* (L.) Lagrèze-Fossat, le diplotaxe à siliques ténues (*Diplotaxis tenuisiliqua* Delile), le chrysanthème des jardins (*Chrysanthemum coronarium* L.), le souci des champs (*Calendula arvensis* L.).

Trois herbicides ont été testés. Le gluphosate a été appliqué à la dose de 180

ou 360 g/ha, Le paraquat à 200 ou 400 g/ha, et le glufosinate ammonium à 100 ou 800 g/ha. Chacune des doses d'herbicides a été appliquée seule ou en mélange avec 1,2 ou 3 kg/ha de l'un des trois engrais azotés: sulfate d'ammoniaque (à base d'un engrais contenant 21% de sulfate d'ammoniaque), ammonitrate (à base d'un engrais contenant 33,5% d'ammonatre) ou urée (à base d'un engrais contenant 46% d'azote). Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur à gaz carbonique à pression constante de 3 bars et délivrant le volume de 200 l/ha. Les traitements ont eu lieu au stade végétatif de la végétation de la jachère le 22 janvier 1992 et le 16 février 1993. Pour chacun des trois herbicides, les traitements ont été implantés selon le dispositif des blocs aléatoires complets à trois répétitions, sur des parcelles de 10m x 2m.

L'hiver et le printemps des deux campagnes agricoles ont été caractérisés par des stress hydriques (insuffisance de pluie) et thermique (élévation des températures maximales pendant le jour et baisse des températures minimales pendant la nuit) (Tableau I), causant ainsi une faible croissance de la végétation. La densité de la végétation est déterminée 47 et 42 jours après les traitements respectivement en 1991-92 et 1992-93 dans deux placettes de 0,5 m<sup>2</sup> chacune par parcelle. La partie aérienne des plantes est desséchée à l'étuve à 60°C pendant trois jours puis pesée. Les données ont été soumises à l'analyse de la variance, et les moyennes sont comparées selon le test de Duncan.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Effet du glyphosate sur la végétation de la jachère

En 1991-92, la dose de 180 ou 360 g/ha de glyphosate seul ou en mélange avec l'un des engrais n'a pas significativement réduit la densité et la biomasse de la végétation de la jachère (Tableau II). En se référant aux taux de réduction de la biomasse, les meilleurs traitements sont ceux obtenus avec la dose de 360 g/ha de glyphosate + 3 kg/ha de sulfate d'ammoniaque. Ce traitement a réduit la biomasse de 70% en 1991-92 et de 64% en 1992-93, en comparaison avec le témoin non traité. Tous les traitements ont significativement réduit la biomasse de la végétation en 1992-93. Des réductions de la biomasse de 70 et 76% ont été obtenues après application de 360 g/ha de glyphosate en mélange respectivement avec 2 et 1 kg/ha de sulfate d'ammoniaque. L'ammonitrate et l'urée n'ont pas augmenté l'efficacité du glyphosate pendant les deux années.

La densité mesurée a concerné les plantes partiellement détruites ainsi que les plantules qui ont émergé après les précipitations. Toutefois, l'effet des traitements s'est répercuté sur la matière sèche des plantes traitées.

L'action du glyphosate dépend particulièrement du climat, de la dose, de l'espèce et du stade des plantes lors du traitement (Caseley et Coupland, 1985). Mais les résultats restent comparables avec ceux trouvés par Nalewaja et Mytisiak (1991). Ces auteurs ont trouvé que le glyphosate à la dose de 200 g/ha a donné 73% de réduction de la biomasse fraîche du blé tendre traité au stade trois feuilles. Donald et Prato (1991) ont trouvé que 250 g/ha de glyphosate a donné entre 40 et 72% d'efficacité sur la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.) traitée au stade végétatif.

Tableau 1 : Précipitations et températures maximales et minimales au Domaine de Jemaâ Riah pendant les campagnes agricoles 1991-92 et 1992-93.

Mois	1991-92		1992-93			
	Précipitations mm	Températures C°		Précipitations mm		
		Maximales	Minimales		Maximales	Minimales
Septembre	12,0	32,2	18,5	0,0	37,0	21,0
Octobre	60,5	25,6	13,1	22,0	27,3	13,5
Novembre	3,0	23,0	7,8	23,0	27,3	9,1
Décembre	20,0	20,8	8,2	6,0	21,8	9,6
Janvier	0,0	20,7	4,3	6,0	20,9	4,1
Février	41,5	22,1	7,4	12,0	21,5	7,4
Mars	28,5	25,9	8,8	56,5	24,1	11,6
Avril	58,5	26,4	12,1	11,0	24,9	10,5
Mai	0,0	33,4	16,6	12,0	26,8	12,9
Juin	0,0	28,4	16,2	0,0	32,0	16,6
Juillet	0,0	36,1	19,8	0,0	37,0	20,6
Août	0,0	36,9	21,4	0,0	35,8	20,3
Total	224,0			148,5		

Tableau II : Densité et biomasse de la végétation de la jachère après les traitements avec le glyphosate au Domaine Expérimental de Jemaâ Riah en 1991-92 et 1992-93 (1).

Glyphosate	Engrais azotés			1991-92		1992-93	
	Dose	Type	Densité	Biomasse	Densité	Biomasse	
g/ha	kg/ha		pl/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	pl/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	
180	0	Sulfate d'ammoniaque	46 ab	161 ab	60 ab	38 c-f	
180	1	Sulfate d'ammoniaque	29ab	66 abc	90 ab	36 c-g	
180	2	Sulfate d'ammoniaque	40 ab	160 ab	71 ab	27 f-i	
180	3	Sulfate d'ammoniaque	56 a	108 abc	59 ab	28 e-i	
180	1	ammonitrate	23 ab	99 abc	48 ab	32 c-h	
180	2	ammonitrate	41 ab	84 abc	59 ab	43 bcd	
180	3	ammonitrate	41 ab	85 abc	62 ab	42 bcd	
180	1	urée	43 ab	78 abc	66 ab	45 bc	
180	2	urée	25 ab	64 abc	63 ab	53 b	
180	3	urée	56 a	56 bc	71 ab	41 b-e	
360	0	Sulfate d'ammoniaque	34 ab	47 c	74 ab	30 d-h	
360	1	Sulfate d'ammoniaque	29 ab	59 bc	75 ab	16 i	
360	2	Sulfate d'ammoniaque	33 ab	37 c	70 ab	20 hi	
360	3	Sulfate d'ammoniaque	14 b	27 c	74 ab	24 ghi	
360	1	ammonitrate	40 ab	104 abc	84 ab	36 c-g	
360	2	ammonitrate	40 ab	80 abc	74 ab	41 b-e	
360	3	ammonitrate	13 b	43 c	42 b	27 f-i	
360	1	urée	31 ab	63 abc	48 ab	33 c-h	
360	2	urée	48 ab	169 a	61 ab	35 c-g	
360	3	urée	40 ab	92 abc	45 b	31 d-h	
Témoin non traité			39 ab	89 abc	96 a	66 a	

(1) Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan à la probabilité de 5%.

Blackshaw (1989) a trouvé, dans une jachère au Canada, que la dose de 400 g/ha de glyphosate a complètement détruit le blé tendre et l'orge au stade trois feuilles et même au stade tallage.

Les résultats ont mis en évidence que le sulfate d'ammoniaque à la dose de 1 ou 2 kg/ha a amélioré l'efficacité du glyphosate, en comparaison avec l'addition de l'ammonitrate ou l'urée. Nalewaja et Matysiak (1991) ont également trouvé que l'addition de sulfate d'ammoniaque à la concentration de 0,3 M à 200 g/ha de glyphosate a donné un taux de réduction de la matière fraîche du blé tendre de 74%.

#### **Effet du paraquat sur la végétation de la jachère**

En 1991-92, les taux de réduction de la biomasse de la végétation les plus élevés ont été obtenus avec les traitements contenant la dose de 400 g/ha de paraquat (Tableau III). La dose de 400 g/ha de paraquat seul a donné un taux de réduction de la biomasse de 82%. En 1992-93, tous les traitements ont réduit la biomasse de la végétation. La dose de 400 g/ha de paraquat seul a réduit la biomasse de végétation de 47%. L'addition des engrais aux deux doses de paraquat n'a pas significativement réduit la densité et la biomasse de la végétation, ce qui est en accord avec les résultats de Peters et al. (1974) et Hatzios et Penner (1985).

La densité de la végétation en 1992-93 (105 plantes/m<sup>2</sup> en moyenne dans le témoin) était supérieure que celle de 1991-92 (13 plantes/m<sup>2</sup> en moyenne dans le témoin). La faible densité en 1991-92 a favorisé l'interception des gouttelettes de bouillie par le feuillage des plantes, ce qui a permis d'avoir une réduction de 82% de la biomasse après l'application de 400 g/ha de paraquat.

Les taux de réduction de la biomasse obtenus après l'application de 200 ou 400 g/ha de paraquat sont comparables avec ceux trouvés par Anderson et Nielsen (1991). Ces auteurs ont trouvé que 280 g/ha de paraquat appliqué sur le blé tendre au stade tallage a donné 64% de réduction de la biomasse fraîche et que 560 g/ha a donné 71% de réduction. Higgins et al. (1991) ont trouvé que l'application de 300 g/ha de paraquat a donné entre 27 et 63% d'efficacité sur le chénopode blanc traité au stade végétatif.

L'efficacité de 400 g/ha de paraquat n'a pas été consistante pendant les deux années d'étude. L'irrégularité de l'efficacité du paraquat a été également rapportée par Diawara et Banks (1990).

Les précipitations qui ont eu lieu après les traitements en 1992-93 ont favorisé d'une part la survie des plantes partiellement détruites, et d'autre part la levée des plantules. Wilson et Worsham (1988) ont également constaté la réinfestation des jachères quelques semaines après l'emploi du paraquat.

#### **Effet du glufosinate ammonium sur la végétation de la jachère**

Le glufosinate ammonium à la dose de 400 ou 800 g/ha a significativement réduit la biomasse de la végétation pendant les deux années d'étude (Tableau IV). La densité n'a pas été significativement réduite dans tous les traitements. La dose de 400 g/ha de glufosinate ammonium seul a causé la réduction de la densité de 57% en 1991-92 et 87% en 1992-93.

Tableau III : Densité et biomasse de la végétation de la jachère après les traitements avec le paraquat au Domaine Expérimental de Jemaâ Riah en 1991-92 et 1992-93 (1).

paraquat g/ha	Engrais azotés			1991-92		1992-93	
	Dose kg/ha	Type		Densité pl/m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>	Densité pl/m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>
200	0	Sulfate d'ammoniaque		12 b	46 abc	66 ab	46 b
200	1	Sulfate d'ammoniaque		13 b	34 bc	44 b	38 bc
200	2	Sulfate d'ammoniaque		11 b	43 abc	59 ab	40 bc
200	3	Sulfate d'ammoniaque		15 b	52 abc	74 ab	49 b
200	1	ammonitrate		9 b	43 abc	57 ab	40 bc
200	2	ammonitrate		10 b	41 abc	73 ab	39 bc
200	3	ammonitrate		15 b	42 abc	63 ab	43 bc
200	1	urée		7 b	46 abc	50 b	36 bc
200	2	urée		37 a	58 abc	63 ab	37 bc
200	3	urée		15 b	38 abc	42 b	38 bc
400	0	Sulfate d'ammoniaque		6 b	15 c	47 b	39 bc
400	1	Sulfate d'ammoniaque		10 b	26 bc	38 b	34 bc
400	2	Sulfate d'ammoniaque		12 b	27 bc	51 b	39 bc
400	3	Sulfate d'ammoniaque		19 b	28 bc	67 ab	38 bc
400	1	ammonitrate		20 b	54 abc	61 ab	32 bc
400	2	ammonitrate		15 b	31 bc	62 ab	24 c
400	3	ammonitrate		16 b	33 bc	53 b	35 bc
400	1	urée		15 b	38 bc	56 b	37 bc
400	2	urée		13 b	40 bc	48 b	32 bc
400	3	urée		12 b	26 bc	75 ab	39 bc
Témoin non traité				13 b	83 a	105 a	73 a

(1) Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan à la probabilité de 5%



Tableau IV : Densité et biomasse de la végétation de la jachère après les traitements avec le glufosinate ammonium au Domaine Expérimental de Jemaâ Riah en 1991-92 et 1992-93 (1).

Glufosinate ammonium	Engrais azotés		1991-92		1992-93	
	Dose	Type	Densité	Biomasse	Densité	Biomasse
g/ha	kg/ha		pl/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	pl/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
400	0	Sulfate d'ammoniaque	12 ab	22 bc	23 b	7 bc
400	1	Sulfate d'ammoniaque	13 ab	8 bc	19 b	6 bc
400	2	Sulfate d'ammoniaque	10 ab	17 bc	17 b	3 c
400	3	Sulfate d'ammoniaque	18 ab	26 b	18 b	6 bc
400	1	ammonitrate	21 ab	19 bc	17 b	6 bc
400	2	ammonitrate	22 ab	16 bc	14 b	9 bc
400	3	ammonitrate	17 ab	22 bc	35 ab	21 b
400	1	urée	23 a	15 bc	28 b	12 bc
400	2	urée	20 ab	20 bc	30 ab	8 bc
400	3	urée	11 ab	7 c	19 b	21 b
800	0	Sulfate d'ammoniaque	9 b	11 bc	17 b	7 bc
800	1	Sulfate d'ammoniaque	15 ab	16 bc	26 b	8 bc
800	2	Sulfate d'ammoniaque	18 ab	15 bc	13 b	4 bc
800	3	Sulfate d'ammoniaque	13 ab	14 bc	33 ab	7 bc
800	1	ammonitrate	11 ab	9 bc	19 b	7 bc
800	2	ammonitrate	16 ab	8 bc	12 b	9 bc
800	3	ammonitrate	17 ab	13 bc	9 b	6 bc
800	1	urée	9 b	5 c	10 b	6 bc
800	2	urée	9 b	14 bc	18 b	6 bc
800	3	urée	10 ab	6 c	21 b	5 bc
Témoin non traité			19 ab	51 a	56 a	54 a

(1) Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan à la probabilité de 5%

L'addition de 1 kg/ha de sulfate d'ammoniaque à 400 g/ha de glufosinate ammonium a permis d'avoir la réduction de 84% de biomasse en 1991-92 et 89% en 1992-93. Le mélange de 2 kg/ha de sulfate d'ammoniaque avec 400 g/ha de glufosinate ammonium a causé la réduction de 94% de la biomasse en 1993. L'emploi de 800 g/ha de glufosinate ammonium seul ou en association avec les engrais n'a pas amélioré l'efficacité du produit par rapport à celle des traitements contenant 400 g/ha de glufosinate ammonium.

L'efficacité obtenue avec 400 g/ha de glufosinate ammonium est en accord avec les résultats d'Eberlein et al. (1993). Ces auteurs ont trouvé que la dose de 420 g/ha de ce produit appliqué en dirigé dans une culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) a donné une efficacité de 78% sur le chénopode blanc traité au stade 3-5 feuilles.

Pendant les deux années d'étude, la dose de 1 ou 2 kg/ha de sulfate d'ammoniaque + 400 g/ha de glufosinate ammonium a augmenté le taux de réduction du poids sec de la végétation. Blackshaw (1989) a trouvé que le mélange de 250 ou 750 g/ha de glufosinate ammonium avec 2,5 kg/ha de sulfate d'ammoniaque a faiblement amélioré le taux de réduction de la biomasse fraîche du blé tendre, de l'orge et de l'avoine folle (*Avena fatua* L.).

## CONCLUSIONS

Les résultats de six essais de désherbage conduits en aridoculture pendant les campagnes agricoles 1991-92 et ont montré que le mélange de 360 g/ha de glyphosate + 1 kg/ha de sulfate d'ammoniaque, le paraquat seul à la dose de 400 g/ha et le mélange de 400 g/ha de glufosinate ammonium + 2 kg/ha de sulfate d'ammoniaque ont permis d'obtenir des taux de réduction de la biomasse de la végétation des jachères respectivement de 76, 82 et 94%. Ces taux d'efficacité sont considérés intéressants puisque les 3/4 à 4/5 de la végétation ont été détruits en appliquant environ la moitié des doses recommandées par les fabricants. Le prix des herbicides à l'hectare est ainsi réduit.

La mesure de la densité de la végétation a seulement montré le niveau d'infestation qui a prévalu dans les essais. Par contre, la biomasse a réellement indiqué la quantité de matériel végétal présente environ six semaines après les traitements. Le taux de réduction de la matière sèche a été un critère fiable pour l'expression de l'efficacité des traitements herbicides.

L'addition du sulfate d'ammoniaque a augmenté l'efficacité du glyphosate et du glufosinate ammonium. Par contre, l'ammonitrate et l'urée n'ont pas amélioré l'efficacité de ces deux produits. Les trois engrais n'ont pas amélioré l'efficacité du paraquat.

Les symptômes causés par le glufosinate ammonium ou le paraquat (herbicides de contact) ont été visibles quelques heures après les traitements, alors que ceux dus au glyphosate (herbicide systémique) n'ont été apparents que deux à trois semaines après les traitements.

Les trois herbicides utilisés dans cette étude ne sont pas rémanents, et des réinfestations dans les parcelles traitées ont été constatées. Aussi bien les plantes partiellement détruites que celles émergeant après les précipitations peuvent envahir les jachères, ce qui nécessite des traitements répétés avant l'installation des cultures. Il serait souhaitable d'évaluer, dans le cadre d'un système de rotation céréale/jachère/ céréale, la faisabilité des doses faibles d'herbicides rémanents seuls ou en mélange avec des produits non sélectifs. L'emploi des doses faibles d'herbicides a certainement des avantages agronomiques (destruction de la végétation, réduction du stock de semences des mauvaises herbes dans le sol et conservation de l'humidité et de l'azote dans le sol), économique (diminution du coût des herbicides à l'hectare) et écologique (protection de l'environnement).

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Drs Bouzza M., El Gharous M., Bouhache M. et Mouch M. qui ont bien voulu lire et corriger le manuscrit.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- ANDERSON R. L. and D. C. NIELSEN. 1991. Winter wheat (*Triticum aestivum*) growth stage effect on paraquat bioactivity. *Weed Technol.* 5: 439-441.
- BLACKSHAW R. E. 1989. HOE-39866 use in chemical fallow systems. *Weed Technol.* 3: 420-428.
- BOUZZA A. 1990. Water conservation in wheat rotations under several management and tillage systems in semi-arid areas. Ph. D. dissertation, Univ. of Nebraska, NE, 125p.
- CASELEY J. C. and D. COUPLAND. 1985. Environment and plant factors affecting glyphosate uptake, movement and activity. 92-123 In *The herbicide glyphosate*, Grossbard E. and Atkinson eds, Butterworths, London.
- DEFELICE M. S., W. B. BROWN, R. J. ALDRICH, B. D. SIMS, D. T. JUDY and D. R. CUETHLE. 1989. Weed control in soybeans (*Glycine max*) with below label rates of postemergence herbicides. *Weed Sci.* 37: 365-374.
- DEVLIN D. L., J. H. LONG and L. D. MADDUX. 1991. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technol.* 5:834-840.
- DIAWARA M. M. and P. A. BANKS. 1990. Weed control in barley (*Hordeum vulgare*)-no-till grain sorghum (*Sorghum bicolor*) production. *Weed Sci.* 38:50-53.
- DONALD W. W. and T. PRATO . 1991. Profitable, effective herbicides for planting-time weed control in no-till spring wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Sci.* 39:83-90.
- EBERLEIN C. V., M. J. GUTTIERI and F. N. FLETCHER. 1993. Broadleaf weed control in potatoes (*Solanum tuberosum*) with postemergence directed herbicides. *Weed Technol.* 7: 298-303.
- EL KHYARI T. 1992. L'évolution de l'affectation de la superficie agricole utile. *Economie et Socialisme* 12:37-66.
- GRIFFIN J. L., D. B. REYNOLDS, P. R. VIDRINE and A. M. SAXTON. 1992. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control with reduced rates of soil and foliar-applied imazaquin. *Weed Technol.* 6:847-851.
- HATZIOS K. K. and D. PENNER. 1985. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. *Rev. Weed Sci.* 1:1-63.
- HIGGINS J. M., T. WHITWELL and J. E. TOLER. 1991. Common lambsquarters (*Chenopodium album*) control with non selective herbicides. *Weed Technol.* 5: 884-886.

- KACEMI M. 1992. Water conservation, crop rotation, and tillage systems in semi-arid Morocco. Ph. D. dissertation; Colorado State Univ., Fort Collins, Co., 203p.
- MAZHAR M. 1987. Effects of crop rotation on wheat and herbage yield, evapotranspiration and water use efficiency in Morocco. Ph. D. dissertation, Univ. Mis Colubia, MI., 188p.
- MAZHAR M. 1991. Influence des rotations culturales sur la production de blé et la conservation de l'eau. INRA, Mémoire d'ingénieur en chef, 40p.
- McWHORTER C. G. 1985. The physiological effects of adjuvants on plants. Pages 141-158 In Weed Physiology, volume II, Herbicide physiology, S. O. Duke ed., CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- MOSELEY C. M. and E. S. HACOOD, Jr. 1990. Reducing herbicide inputs when establishing no-till soybeans (*Glycine max*). Weed Technol. 4: 14-19.
- MOSELEY C. M. and E. S. HAGOOD, Jr. 1991. Decreasing rates of non selective herbicides in double-crop no-till soybeans (*Glycine max*); Weed Technol. 5:198-201.
- MULDER T. A. and J. D. DOLL. 1993. Integrating reduced herbicide use with mechanical weeding in corn (*Zea mays*). Weed Technol. 7: 382-389.
- NALEWAJA J. D. and R. MATYSIAK. 1991. Salt antagonism of glyphosate. Weed Sci. 39: 622-628.
- O'SULLIVAN P. A., J. T. O'DONOVAN and W. M. HAMMAN. 1981. Influence of non-ionic surfactants, ammonium sulfate, water quality and spray volume on the phytotoxicity of glyphosate. Can J. Plant Sci. 61: 391-400.
- PETERS R. A., W. M. DEST and A. C. TRIOLO. 1974. Preliminary report on the effect of mixing liquid fertilizers and residual herbicides with paraquat and glyphosate. Proc. North Eastern Weed Sci. Soc. 28: 35-40.
- PROSTKO E. P. and J. A. MEADE. 1993. Reduced rates of postemergence herbicides in conventional soybeans (*Glycine max*). Weed Technol. 7: 365-369.
- REGEHR D. L. 1986. Herbicides pour la destruction de la végétation avant le semis direct du blé. INRA, Programme Aridoculture, Rapport d'activités 1984-85, pp. 100-102.
- STECKEL L. E., M. S. DEFELICE and B. D. SIMS. 1990. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybeans (*Glycine max*). Weed Sci. 38: 541-545.
- TANJI A. and M. KARROU. 1992. Water use and water use efficiency of weeds and wheat in semi-arid Morocco. Al Awamia 78: 29-43.
- WILSON J. S. and A. D. WORSHAM. 1988. Combinations of nonselective herbicides for difficult to control weeds in no-till corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). Weed Sci. 36: 648-652.