

EFFET DES HERBICIDES SUR L'OXALIS PIED DE CHEVRE (*Oxalis pes-caprae*)

TANJI A.. *

ملخص

نفذت خمس تجارب عند المزارعين ما بين 87 - 1988 و 92 - 1993، لدراسة استجابة عشب الحميضة (*Oxalis pes-caprae*) لعدد من مبيدات الأعشاب في ناحية سيدي العايدي بالمغرب (مناخ شبه جاف). وأوضحت النتائج أن المبيدات المستعملة في القمح الطري في مرحلة 3 - 5 أوراق (تريبانرون مثيل Tribénuron Méthyl) ايوكسنيل Ixoinil بدوموكسنيل Bromoxynil كلوبر اليد clopyralide بنتازون Bentazone أو في مرحلة نهاية التفريخ 2.4 د 2,4 D م س ب أ MCPA ميكوبروب Mécoprop ديكلوربروب dichloprop لم تؤد الى تخفيض في العدد والوزن الجاف لعشب الحميضة، في حين زادت فعالية المبيد قليفوزات Glyphosate بعد رشه في أراضي بغلية عند ازدهار الحميضة كلما زادت الكمية من 360 الى 6480 غرام / هكتار وقد أدى خليط مبيد قليفوزات Glyphosate بمعدل 1080 غ / هـ و 3 كيلغ / هكتار من سولفات الأمونياك sulfate d'ammoniaque نقص 63 في المائة من عدد نبات الحميضة و 81 في المائة من وزنها الجاف. لقد أدت كميات 2160 ، 4320 أو 6480 غ / هـ من قليفوزات Glyphosate الى انخفاض في عدد من نبات الحميضة تراوح بين 79 و 99 في المائة ونقص في الوزن الجاف تراوح بين 93 و 99 في المائة وذلك خلال موسمي 92 - 1991 و 93 - 1992. لوحظ أن جدور الحميضة، بعد رشها بقليفوزات Glyphosate في مرحلة الازهار جفت ولم تتكون البصيلات وبذلك ينصح للمزارعين بان يستعملوا 2160 غرام / هكتار من قليفوزات Glyphosate (6 لترات / هكتار من روانداب Roundup) في الأراضي البغلية عند ازهار الحميضة.

* Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Aridoculture, B.P. 589, Settat, Maroc.

RESUME

Cinq essais différents ont été installés entre 1987-88 et 1992-93 chez des agriculteurs à Sidi El Aidi (climat semi-aride au Maroc) en vue de détruire l'oxalis pied-de-chèvre (*Oxalis pes-caprae* L.). Aucun traitement herbicide appliqué dans un blé tendre (*Triticum aestivum* L.) au stade 3-5 feuilles (bentazone, bromoxynil, clopyralide, ioxynil et tribénuron méthyl) ou au stade tallage (2,4-D, MCPA, dichlorprop et mécoprop) n'a eu un effet dépressif sur la densité et la biomasse de l'oxalis pied-de-chèvre. L'oxalis a été sensible au glyphosate au stade pleine floraison. L'efficacité du glyphosate a augmenté quand la dose du glyphosate a augmenté de 360 à 6480 g/ha. Le mélange de 1080 g/ha de glyphosate + 3Kg/ha de sulfate ammonique a réduit la densité de l'oxalis de 63% et la biomasse de 81%. Les doses de 2160, 4320 et 6480 g/ha de glyphosate ont réduit la densité de 79% à 99%, alors que la biomasse de l'oxalis a été réduit de 93 à 99% pendant les campagnes agricoles 1991-92 et 1992-93. Les racines des plantes endommagées sont complètement desséchées et les bulbilles ne sont pas formées. Il est recommandé d'appliquer 2160 g/ha de glyphosate (6 l/ha de Roundup) au stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre et en absence de toute culture.

Mots clés : Blé tendre, *Triticum aestivum*, *Oxalis pes-caprae*, herbicides, glyphosate, fallow, Maroc.

ABSTRACT

Five different field experiments were conducted from 1987-88 to 1992-93 at Sidi El Aidi (semi-arid Morocco) to control buttercup oxalis (*Oxalis pes-caprae* L.). In a wheat (*Triticum aestivum* L.) field study, none of the 20 herbicide treatments applied at 3-5 leaf stage (bentazone, bromoxynil, clopyralid, ioxynil, and tribenuron methyl) or tillering (2,4-D, MCPA, dichlorprop, and mecoprop) had an effect on buttercup oxalis. However, good control of buttercup oxalis was achieved when glyphosate was applied at the flowering stage. Glyphosate toxicity to buttercup oxalis increased with each rate increase from 360 to 6480 g/ha. A mixture of 1080 g/ha glyphosate + 3 kg/ha ammonium sulfate reduced density and biomass of buttercup oxalis by 63 and 81%, respectively. Glyphosate at 2160, 4320 or 6480 g/ha gave 79 to 99% density reductions and 93 to 99% biomass reductions. Roots of controlled plants were competely destroyed and bulbilis formation was prevented. In a fallow land, glyphosate at 2160 g/ha applied at the folwering stage of buttercup oxalis is recommended.

Key words : Wheat, *Triticum aestivum*, *Oxalis pes-caprae*, herbicides, glyphosate, fallow, Morocco.

INTRODUCTION

L'oxalis pied-de-chèvre (*Oxalis pes-caprae* L.) (= *O. cernua* Thunb. = *O. lybica* Viv.) est une mauvaise herbe vivace, appartenant à la famille des Oxalidaceae (Figure 1), qui au début du siècle a été mentionnée dans quelques régions du Maroc (Jahandiez et Maire, 1932). Le niveau d'infestation de cette espèce dans les milieux cultivés et non cultivés a beaucoup augmenté depuis; elle est considérée comme l'un des principaux problèmes au Maroc (Montégut, 1983; Boulet et al. , 1989), et particulièrement en Chaouia (Tanji et al. , 1988).

La plante se multiplie essentiellement par bulbilles, qui sont formées dans le sol après dessèchement des hampes florales (Ducellier, 1914). Les repousses d'oxalis apparaissent en Chaouia dès les premières pluies d'automne (entre septembre et novembre), fleurissent dès le mois de décembre, et se dessèchent à partir du mois d'avril (Tanji et al. , 1988).

Considérant la capacité de la plante à se multiplier par bulbilles, il n'est pas surprenant que les travaux du sol soient peu efficaces pour lutter contre cette espèce. En Australie, Michael (1965) a recensé 630 bulbilles/m² dans un champ de lin labouré deux fois avant le semis, alors que la densité dans la jachère non travaillée est 4830 bulbilles/m². En Angleterre, Chawdhry et Sagar (1974) ont trouvé que la défoliation avec la faucheuse ou le paraquat au stade 15 à 30 feuilles de l'oxalis pied-de-chèvre a réduit la biomasse de la partie aérienne de 96% et empêché la formation de bulbilles. Des résultats de l'effet du glyphosate sur l'oxalis pied-de-chèvre ont été présentés en Australie (Mahoney, 1982; Blowes, 1984). En Afrique du Nord, la dose de glyphosate recommandée par le fabricant contre cette espèce est de 1440 à 2160 g/ha (Marlière, 1983). Par ailleurs, les herbicides sélectifs n'ont pas efficacement contrôlé cette espèce dans les cultures de blé tendre, *Triticum aestivum* L. (Catt, 1972; Peirce, 1980), de pomme de terre, *Solanum tuberosum* L. (Daou et al. , 1985) et d'artichaut, *Cynara scolymus* L. (Hildreth et Agamalian, 1985). Cependant, la fumigation avec 200 Kg/ha de métam-sodium au stade floraison de l'oxalis pied-de-chèvre a totalement détruit cette mauvaise herbe avant l'installation des cultures (Marinos, 1958).

Dans les conditions de la Chaouia, les fortes infestations de l'oxalis peuvent causer des pertes importantes du rendement des cultures, et particulièrement du blé tendre. L'effet sur l'oxalis des herbicides homologués au Maroc pour le désherbage du blé tendre n'est pas étudiée. Etant donné le coût élevé du glyphosate, la dose de cet herbicide nécessaire pour lutter contre la population d'oxalis se trouvant en Chaouia n'est pas connue. L'objectif de cette étude est d'évaluer d'une part l'efficacité sur l'oxalis pied-de-chèvre de plusieurs herbicides dans une culture de blé tendre, et d'autre part de tester l'efficacité du glyphosate sur cette espèce en absence de culture.

MATERIEL ET METHODES

Cinq essais de lutte chimique contre l'oxalis pied-de-chèvre ont été conduits entre 1987-88 et 1992-93 dans des champs naturellement infestés par cette espèce chez des agriculteurs à Sidi El Aidi (climat semi-aride du Maroc).

Effet des herbicides sélectifs du blé tendre sur l'oxalis

Un essai a été conduit en 1987-88 dans un champ naturellement infesté par l'oxalis pied-de-chèvre. Afin d'avoir une culture infestée d'oxalis, un semis direct du blé tendre "Saada" a eu lieu le 17 novembre 1987 à la dose de 80 kg/ha; l'espacement entre les lignes étant 30 cm. La quantité de 18 kg/ha de P_2O_5 (sous forme de superphosphate triple contenant 45% de P_2O_5) a été apportée au semis et 30 kg/ha d'azote (sous forme d'urée contenant 46% d'azote) ont été appliqués au stade tallage de la culture.

Les 10 traitements herbicides au stade 3 feuilles de la culture ont été réalisés le 15 décembre 1987 alors que les 10 traitements au stade fin tallage ont été appliqués le 2 février 1988 (Tableau I). Ils étaient employés à l'aide d'un pulvérisateur à gaz carbonique maintenu à une pression constante de 3 bars et délivrant un volume de 300 l/ha. Les traitements ont été répartis selon un dispositif en blocs aléatoires complets avec trois répétitions. La taille des parcelles était de 10 m x 2,4 m. Au stade épiaison du blé (7 avril 1988), deux échantillons de 0,5 m x 0,5 m ont été prélevés de chaque parcelle pour déterminer la densité de l'oxalis pied-de-chèvre. La partie aérienne a été desséchée à l'étuve à 60°C pendant 3 jours et ensuite pesée. Les données ont été traitées avec l'analyse de la variance et les moyennes ont été comparées avec le test de Duncan.

Effet de la dose et du stade d'application du glyphosate sur l'oxalis

Dans une jachère naturellement infestée par l'oxalis pied-de-chèvre, le glyphosate, à la dose de 360, 540 ou 720 g/ha, a été appliqué à trois stades de l'oxalis pendant la campagne agricole 1987-88. Les traitements ont été réalisés au stade végétatif de l'oxalis le 11 décembre 1987, au stade début floraison le 26 janvier 1988 ou au stade pleine floraison le 26 février 1988. Ils étaient appliqués avec un pulvérisateur à gaz carbonique maintenu à une pression constante de 3 bars et délivrant un volume de 100 l/ha. Le protocole expérimental était un split-plot à trois répétitions dont les doses ont été affectées aux grandes parcelles et les stades d'application aux parcelles élémentaires. La taille des parcelles était de 3 m x 2 m. Deux échantillons de 0,5 m x 0,5 m ont été prélevés de chaque parcelle le 5 avril 1988 pour déterminer la densité de l'oxalis pied-de-chèvre. La partie aérienne a été desséchée à l'étuve à 60°C pendant 3 jours et ensuite pesée. Les données ont été traitées avec l'analyse de la variance et les moyennes ont été comparées avec le test de la plus petite différence significative (PPDS).

Par ailleurs, deux essais ont été conduits en 1991-92 et 1992-93 dans une jachère naturellement infestée par l'oxalis pied-de-chèvre. Pendant la première année (essai I), les doses de 0,540, 1080, 2160, 4320 et 6480 g/ha de glyphosate ont été appliquées le 11 février 1992 au stade pleine floraison de l'oxalis. Dans un autre essai conduit en 1992-93, les doses 2160, 4320 et 6480g/ha de glyphosate ont été employés le 10 février 1993 (essai II). Ces essais ont été implantés selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets à trois répétitions. Les traitements étaient appliqués avec un pulvérisateur à gaz carbonique maintenu à une pression constante de 3 bars et délivrant un volume de 600 l/ha.

Tableau I : Densité et biomasse de l'oxalis pied-de-chèvre après application d'herbicides sélectifs du blé tendre en 1987-88.

Matières actives et concentrations	Produits commerciaux (PC)	Dose PC/ha	Oxalis (l)	
			Densité	Biomasse
			P/m ²	g/m ²
Traitement au stade 3 feuilles du blé MCPA (350 g/l) + Clopyralide (35 g/l)	Lontrel M350	1,75 L	191 abc	69 b
		3,5 L	199 abc	77 b
Ioxynil (120 g/l) + Mécoprop (360 g/l)	Cetrol H	3 L	173 abc	95 b
		6 L	214 abc	70 b
Bentazone (480 g/l)	Basagran	3 L	216 abc	98 b
		6 L	300 a b	138 b
Tribénuron méthyl (75%)	Granstar	15 L	101 c	31 b
		30 L	125 bc	45 b
Bromoxynil (200 g/l) + MCPA (200 g/l)	Bructril M	1,4 L	248 abc	105 b
		2,8 L	163 bc	76 b
Traitement au stade fin tallage du blé 2,4-D ester lourd (480 g/l)	El Afrit	1 L	228 abc	53 b
		2 L	175 abc	47 b
2,4-MCPA (285 g/l) + 2,6-MCPA (56g/l) + 2,4-D (330g/l)	Printazol 75	1 L	368 a	145 ab
		2 L	265 abc	119 b
Mécorop (400 g/l) + 2,4-d (100 g/l)	Polymone 60	1 L	179 abc	94 b
Mécorop (130 g/l) + Dichloroprop (310 g/l) + 2,4-MCPA (160 g/l)		2 L	364 a	151 ab
2,4-D (350 g/l) + Mécoprop (35 g/l)	Triosyl S	3 L	365 a	236 a
		6 L	230 abc	51 b
	U 46 KV Combifluid	4 L	302 ab	67 b
		8 L	157 bc	41 b
Témoin non traité			206 bc	128 ab

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

Un échantillon de 5 m² a été prélevé de chaque parcelle le 10 avril 1992 dans l'essai 1 et le 14 avril 1993 dans l'essai 2 pour déterminer la densité de l'oxalis pied-de-chèvre. La partie aérienne a été desséchée à l'étuve à 60°C pendant trois jours et ensuite pesée. Les données sont représentées dans les figures 3 et 4.

Effet du mélange glyphosate + sulfate d'ammoniaque sur l'oxalis

Un essai a été conduit en 1991-92 dans une jachère naturellement infestée par l'oxalis pied-de-chèvre. Le glyphosate, à la dose de 540 ou 1080 g/ha, a été appliqué seul ou en mélange avec 1, 2 ou 3 kg de sulfate d'ammoniaque au stade pleine floraison de l'oxalis. Le sulfate d'ammoniaque employé dans le mélange est un engrais contenant 21% de sulfate d'ammoniaque. L'essai a été implanté selon un protocole expérimental en blocs aléatoires complets à trois répétitions. Les parcelles ont 10 m x 2 m.

Les traitements ont été réalisés au stade pleine floraison de l'oxalis le 29 janvier 1992. Ils étaient appliqués avec un pulvérisateur à gaz carbonique maintenu à une pression constante de 3 bars et délivrant un volume de 300 l/ha. Un échantillon de 5 m²/parcelle a été prélevé le 10 avril 1992 pour déterminer la densité de l'oxalis pied-de-chèvre. La partie aérienne a été desséchée à l'étuve à 60°C pendant 3 jours et ensuite pesée. Les analyses statistiques des données ont été réalisées à l'aide du test de l'analyse de la variance et les moyennes ont été comparées avec le test de Duncan.

RESULTATS ET DISCUSSION

Effet des herbicides sélectifs du blé tendre sur l'oxalis

Les herbicides sélectifs du blé tendre n'ont pas significativement réduit la densité et la biomasse de l'oxalis pied-de-chèvre (Tableau I). L'évaluation a eu lieu 113 jours (environ quatre mois) après la réalisation des traitements précoces (stade trois à cinq feuilles du blé) et 64 jours (environ deux mois) après les traitements tardifs (stade fin tallage du blé). Au moment des traitements précoces, l'oxalis était au stade végétatif, tandis que les traitements tardifs ont eu lieu au stade début floraison de l'oxalis. Ni les doses d'herbicides recommandées pour le désherbage du blé, ni le double de ces doses n'ont eu un effet significatif sur la densité et la biomasse de l'oxalis. De même, ni les herbicides de contact (ioxynil, bromoxynil ou bentazone) ni les herbicides systémiques (2,4-D, clopyralide, dichlorprop, MCPA, mécoprop ou tribénuron méthyl) n'ont pu réduire l'infestation.

Les herbicides sélectifs du blé tendre et autres cultures n'ont que rarement contrôlé totalement l'oxalis pied de chèvre. Micharl (1965) rapporte que l'acide sulfurique, l'amitrole, le chlorate de sodium, le thiocyanate de sodium, le pentoxide arsenique, le dinitrophénol et le fénoprop n'ont donné qu'une efficacité partielle contre l'oxalis pied-de-chèvre. L'oxadiazon à la dose de 1 kg/ha a réduit la densité de l'oxalis pied-de-chèvre de 81% quand le traitement a eu lieu au stade pleine floraison de l'oxalis correspondant au stade début tallage du blé tendre (Catt, 1972). Peirce (1980) a trouvé que diuron, appliqué au stade 1,5 à 2,5 feuilles du blé tendre, a été meilleur dans la réduction de la densité de

l'oxalis pied-de-chèvre que linuron ou méthabenzthiazuron. Tamsamani et Bouchta (1992) ont remarqué que les sulfonylurées sélectifs du blé tendre ont une efficacité intéressante sur cette espèce.

Dans un essai de désherbage de la pomme de terre au Liban, Daou et al. (1985) ont trouvé que 750 g/ha de trifluraline appliqué avant le semis et 1,5 kg/ha de métazachlore utilisé après la levée de la culture n'ont pas significativement réduit la biomasse de l'oxalis mesurée 80 jours après les traitements.

En Chaouia, les stades d'application des herbicides sélectifs du blé tendre (entre 3 feuilles et fin montaison) correspondent au stade végétatif ou début floraison de l'oxalis pied-de-chèvre. Aux stades végétatif et début floraison de l'oxalis, la translocation des herbicides systémiques du feuillage vers la partie souterraine est faible. Par contre, la translocation des herbicides systémiques n'a lieu qu'au stade pleine floraison de l'oxalis. Une efficacité satisfaisante des herbicides de translocation et sélectifs du blé tendre ne peut être atteinte que lorsque le stade de traitement de la culture coïncide avec le stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre. Un décalage d'environ un mois existe entre le stade fin tallage de blé convenable pour les traitements tardifs à base d'herbicides systémiques (exemples: 2,4-D ester, MCPA, clopyralide, dichlorprop, mécoprop ou tribénuron méthyl) et le stade pleine floraison de l'oxalis.

En Australie, Peirce (1980) a trouvé un décalage de quatre semaines entre le stade optimal d'application de linuron et méthabenzthiazuron pour obtenir un rendement maximal du blé tendre et le stade convenable d'oxalis pied-de-chèvre pour avoir un taux élevé de réduction de la densité de cette mauvaise herbe.

Effet du stade d'application du glyphosate sur l'oxalis

L'analyse statistique a révélé que les facteurs dose de glyphosate et stade d'application ont des effets significatifs sur la densité et la biomasse de l'oxalis (Tableaux II et III). La dose de 720 g/ha de glyphosate appliqué au stade début floraison ou en pleine floraison a réduit la densité de respectivement de 77 et 78%, en comparaison avec le témoin non traité (Tableau II). Cette même dose a réduit la biomasse de l'oxalis respectivement de 87 et 94% (Tableau III). La densité et la biomasse de l'oxalis n'ont pas été réduites quand le glyphosate a été appliqué au stade végétatif.

En Australie, Mahoney (1982) a constaté que la dose de 1080 g/ha de glyphosate appliqué au stade végétatif de l'oxalis pied-de-chèvre a été inefficace contre cette espèce. En Californie, Hildreth et Agamalian (1985) ont trouvé que l'oxalis pied-de-chèvre a été complètement éliminé après l'application de l'oxyfluorfen au stade fin floraison en comparaison avec le même traitement au stade début floraison.

La translocation du glyphosate de la partie aérienne vers le système racinaire n'a lieu qu'au stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre. A ce stade, le mouvement des photoassimilats se fait du feuillage vers la partie souterraine (Chawdhry et Sagar, 1973).

Tableau II : Densité de l'oxalis pied-de-chèvre après les traitements au glyphosate dans une jachère à Sidi El Aidi en 1987-88.

	Stade et date de traitement (1)				ppDS (0,05)
	végétatif 11/12/87	début floraison 26/1/88	pleine floraison 26/2/88		
 pl/m2				
360	132	56	57	38	
540	117	32	40	63	
720	205	25	19	93	
Témoin non traité	133	107	87	NS	
PPDS (0,05)	NS	58	62		

(1) date d'échantillonnage le 5/4/88.

Tableau III : Biomasse de l'oxalis pied -de- chèvre après les traitements au glyphosate dans une jachère à Sidi El Aidi en 1987-88.

	Stade et date de traitement (1)				ppDS (0,05)
	végétatif 11/12/87	début floraison 26/1/88	pleine floraison 26/2/88		
 g/m ²				
360	40	25	32	NS	
540	32	14	22	NS	
720	49	8	3	24	
Témoin non traité	57	62	51	NS	
PPDS (0,05)	NS	18	22		

(1) date d'échantillonnage le 5/4/88.

Fig 1: Pied d'Oxalis pied de chèvre au stade pleine floraison



Fig 2: Racine desséchée suite à l'application de 2160 g/ha de glyphosate au stade floraison de l'oxalis (à gauche) en comparaison avec la racine produisant des bulbilles chez une plante non traitée (à droite)



Chez le chardon des champs (*Cirsium arvense* (L.) Scop), la translocation du glyphosate au stade pleine floraison suit la voie basipétale des photoassimilats (McAllister et Haderlie, 1985). De même, un parallélisme se trouve entre la distribution du glyphosate dans les plantes de chiendent (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) et celle des assimilats (Shieh et al., 1993). Ceci est consistant avec le mécanisme de translocation des substances mobiles dans le phloème proposé par Tyree et al. (1979) et modifié par Kleier (1988).

Effet du mélange glyphosate + sulfate ammonique sur l'oxalis

Les doses de 540 et 1080 g/ha de glyphosate appliqué seul ou en mélange avec le sulfate d'ammoniaque ont significativement réduit la densité et la biomasse de l'oxalis, en comparaison avec le témoin non traité (Tableau IV). La dose de 3 kg/ha de sulfate d'ammoniaque + 1080g/ha de glyphosate n'a pas statistiquement réduit la densité et la biomasse de l'oxalis en comparaison avec les parcelles traitées avec 1080 g/ha de glyphosate seul. Pourtant, le dose de 1080 g/ha de glyphosate + 3 kg de sulfate d'ammoniaque a été le meilleur traitement, puisque la densité et la biomasse de l'oxalis ont été respectivement réduites de 63 et 81%. Les pieds détruits ont eu un système racinaire entièrement détruit, et aucune bulbille n'a pu se former (Figure 2).

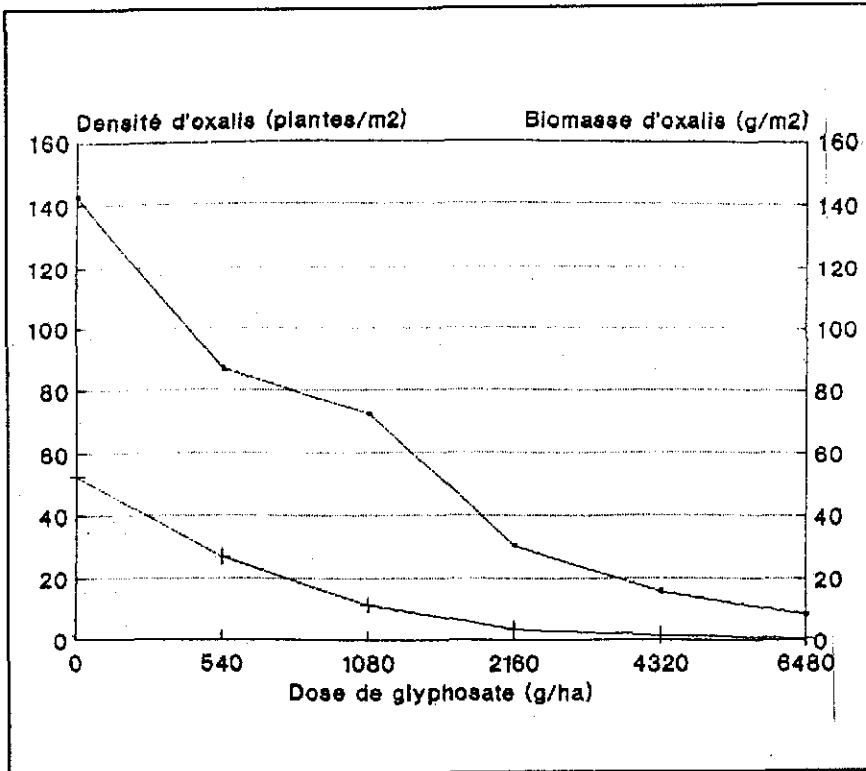
Duke (1988) rapporte que les cations monovalents de NH_4^+ qui se trouvent dans le sulfate d'ammoniaque augmentent la translocation du glyphosate.

Tableau IV : Densité et biomasse de l'oxalis pied-de-chèvre 71 jours après les traitements herbicides dans une jachère à Sidi El Aidi en 1991-92.

Glyphosate	Sulfate d'ammoniaque	oxalis pied -de- chèvre (1)	
		densité	biomasse
g/ha	kg/ha	plantes/m ²	g/m ²
540	0	87 b	27 b
540	1	76 bc	20 bcd
540	2	70 bcd	18 bcde
540	3	82 b	21 bc
1080	0	73 bcd	11 de
1080	1	53 cd	10 de
1080	2	54 cd	11 de
1080	3	49 d	9 e
Témoin non traité		134 a	48 a

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

Fig 3 : Densité (--- · ---) et biomasse (--- + ---) de l'oxalis pied de chèvre 58 jours après les traitements au glyphosate dans une jachère à Sidi El Aidi en 1991-92

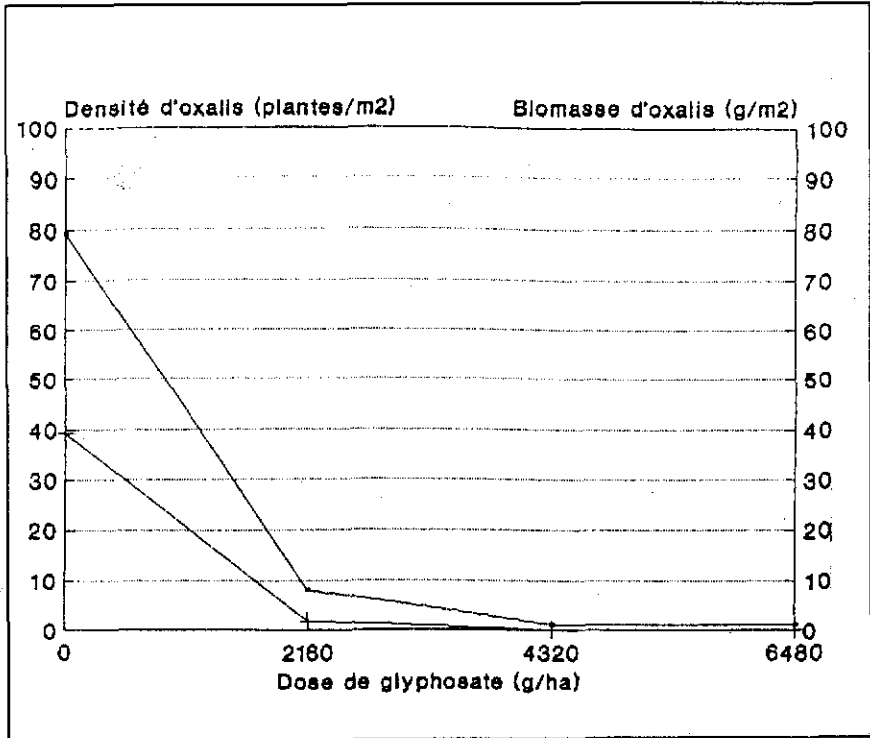


Plusieurs auteurs ont trouvé que le glyphosate à des doses optimales peut donner des taux acceptables de contrôle des mauvaises herbes vivaces quand le sulfate d'ammoniaque est utilisé comme adjuvant (Turner et Loader, 1980; Hatzios et Penner, 1985; McWhorter, 1985; Donald, 1988; Wills et McWhorter, 1988; Conn and Deck, 1991; Salisbury et al., 1991).

Effet de la dose du glyphosate sur l'oxalis

La densité et la biomasse de l'oxalis ont été réduites lorsque la dose du glyphosate a augmenté de 0 à 6480 g/ha (Figures 3 et 4). La dose de 2160 g/ha de glyphosate a réduit la densité de l'oxalis de 79% en 1991-92 et 90% en 1992-93, en comparaison avec le témoin non traité. Cette même dose a réduit la biomasse de 93 et 95% respectivement en 1991-92 et 1992-93. La dose de 4320 g/ha de glyphosate a réduit la densité de 89% en 1991-92 et 98% en 1992-93; alors que la biomasse a été réduite de 97 et 99% respectivement en 1991-92 et 1992-93.

Fig 4 : Densité (--- · ---) et biomasse (--- + ---) de l'oxalis pied de chèvre 63 jours après les traitements au glyphosate dans une jachère à Sidi El Aidi en 1992-93



Mais les doses de 4320 et 9480 g/ha de glyphosate n'ont pas significativement augmenté l'efficacité sur l'oxalis en comparaison avec l'efficacité obtenue avec 2160 g/ha. De plus, les coûts de 4320 et 6480 g/ha de glyphosate sont élevés et il n'est pas nécessaire d'employer ces doses. Ces résultats sont en accord avec ceux de Mahoney (1982) qui a trouvé que 2160 g/ha de glyphosate appliqué au stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre a causé des réductions de la densité entre 68 et 96%.

Il semble que plus la dose de glyphosate augmente, plus la quantité absorbée au stade pleine floraison de l'oxalis augmente. Ainsi, la destruction de la partie souterraine de l'oxalis est due à la translocation et à l'accumulation du glyphosate en quantité suffisante dans cette partie. Les plantes qui survivent après l'application des doses de 2160 g/ha (ou même plus) de glyphosate n'étaient pas au stade pleine floraison lors des traitements herbicides. Et il est possible que les bulbilles des plantes survivantes ainsi que les bulbilles dormantes dans le sol puissent réinfester les champs l'année suivante.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les herbicides sélectifs du blé tendre, employés au stade 3 à 5 feuilles ou au stade fin tallage de la culture, n'ont eu aucun effet sur la densité et la biomasse de l'oxalis pied-de-chèvre. Dans les conditions de S di El Aidi, ces deux stades de la culture correspondent au stade végétatif ou début floraison de l'oxalis pied-de-chèvre. Aux stades végétatif et début floraison de l'oxalis, la translocation des herbicides systémiques du feuillage vers la partie souterraine est faible. Une efficacité satisfaisante des herbicides de translocation et sélectifs du blé tendre ne peut être atteinte que lorsque le stade de traitement de la culture coïncide avec le stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre. Or, le stade pleine floraison de l'oxalis n'est observé qu'au stade gonflement ou épiaison du blé. En cas de coïncidence du stade pleine floraison de l'oxalis avec le stade début tallage à fin montaison du blé, il est possible que les doses normales ou supérieures des herbicides systémiques à base de 2,4-D ester, MCPA, clopyralide, dichlorprop, mécoprop ou tribénuron méthyl soient efficaces.

Le glyphosate à la dose de 2160 g/ha (6 l/ha de Roundup) au stade pleine floraison de l'oxalis a permis de réduire la densité de 90% et la biomasse de 95%. Ce traitement considéré excellent est à recommander aux agriculteurs. Au stade pleine floraison, le glyphosate a l'avantage de migrer jusqu'aux extrémités des racines. Sa toxicité dans la partie souterraine est double:

- il détruit le système racinaire en place, et
- il empêche la formation de nouvelles bulbilles. La propagation végétative de l'oxalis est ainsi jugulée.

Lors de l'application du glyphosate en pleine floraison de l'oxalis, certains pieds étaient au stade végétatif ou au stade début floraison. Les plantes qui n'étaient pas au stade pleine floraison pendant l'application du glyphosate ont pu survivre. Ainsi, il n'a pas été possible d'obtenir 100% de réduction de la densité de l'oxalis même après l'emploi de 6480 g/ha de glyphosate. Les plantes partiellement détruites peuvent survivre et produire des bulbilles. Il semble donc que tout programme de lutte contre l'oxalis, visant la réduction du peuplement à un niveau où cette mauvaise herbe est peu ou pas nuisible, doit être réalisé durant plusieurs années.

Sachant que le prix du glyphosate à l'hectare est cher pour de nombreux agriculteurs, il est possible d'appliquer la dose de 2160 g/ha de glyphosate (6 l/ha de Roundup) seul ou en mélange avec 3 kg/ha de sulfate d'ammoniaque (soit 14 kg d'engrais contenant 21% de sulfate d'ammoniaque) dans un volume d'eau de 600 l/ha. Cette dose est équivalente à 1% de Roundup (c'est-à-dire 1 litre de Roundup dans un volume de 100 litres d'eau). Le traitement doit avoir lieu dans une jachère au stade pleine floraison de l'oxalis.

L'évaluation de l'efficacité du glyphosate a été faite entre 38 et 71 jours après les traitements. Cette période de 5 à 10 semaines était suffisante pour juger l'efficacité du produit sur l'oxalis. Un intervalle minimal de 5 semaines après l'application de 2160 g/ha de glyphosate serait suffisant avant de travailler le sol.

Les agriculteurs pourront alors semer des cultures de fin de printemps et d'été tel que le maïs en irrigué ou les cultures maraichères.

Ces études de lutte chimique contre l'oxalis ont été suivies pendant une période maximale de 10 semaines après les traitements herbicides. Dans le cas des plantes vivaces comme l'oxalis pied-de-chèvre, il serait souhaitable dans le futur d'évaluer l'efficacité des traitements herbicides un ou deux ans après les traitements. Toutefois, les possibilités de combiner les travaux du sol et les herbicides systémiques ou de contact au stade pleine floraison de l'oxalis pied-de-chèvre doivent être évaluées dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. Des études de nuisibilité et de pertes de rendement causées par cette mauvaise herbe doivent être également abordées.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les agriculteurs M. Idri Khalouk, Ouidadi Mohamed et Benlachhab Ahmed pour leur contribution à la réalisation de ces essais dans leurs champs situés aux douars Dladla et Ouled Boukalou, commune rurale de Sidi El Aidi. Il remercie également Drs. Nsarellah N. , Meskine M. , El Gharous M. , Bouhache M. et Mouch M. qui ont bien voulu lire et corriger le manuscrit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLOWES W. M. 1984. Commercial development of Roundup for long-term control of soursob (*Oxalis pes-caprae* L.). *Australian Weeds* 3: 102-104.
- BOULET C, A. TANJI et A. TALEB. 1989. Index synonymique des taxons présents dans les milieux cultivés ou artificialisés du Maroc occidental et central. *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)* 9: 65-98.
- CATT M. J. 1972. New herbicide for controlling soursob. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 38: 139-140.
- CHAWDHRY M. A. and G. R. SAGAR. 1974. Control of *Oxalis latifolia* H. BK. and *O. pes-caprae* by defoliation. *Weed Res.* 14: 293-299.
- CONN J. S. and R. E. DECK. 1991. Bluejoint reedgrass (*Calamagrostis canadensis*) control with glyphosate and additives. *Weed Technol.* 5: 521-524.
- DAOU M. , T. MASRI, A. R. SAGHIR and T. AADEL-MALAK. 1985. The combined use of mineral fertilizers and herbicides in potatoes. *Arab J. Pl. Prot.* 3: 81-90.
- DONALD W. W. 1988. Established foxtail barley, *Hordeum jubatum*, control with glyphosate plus ammonium sulfate. *Weed Technol.* 2: 364-368.
- DUCELLIER M. L. 1914. Note sur la végétation de l'*Oxalis cernua* Thunb en Algérie. *Revue Gen. Bot.* 25: 217-227.
- DUKE S. O. 1988. Glyphosate. Pages 1-70 In *Herbicides, chemistry, degradation, and mode of action*, volume 3, Kearney P. C. and D. D. Kaufman ed. , Marcel Dekker Inc. , New York.
- HATZIOS K. K. and D. PENNER. 1985. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. *Rev. Weed Sci.* 1: 1-63.
- HILDRETH R. C. and H. AGAMALIAN. 1985. Control of herbicides with other agrochemicals in higher plants. *Rev. Weed Sci. , Res. Rpt* 38: 187-195.
- JAHANDIEZ E. et R. MAIRE. 1932. *Catalogue des plantes du Maroc*. P. Lechevallier, Paris, tome 2, p.448.
- KLEIER D. A. 1988. Phloem mobility of xenobiotics. J. Mathematical model unifying the weak acid and intermediate permeability theories. *Plant Physiol.* 86: 803-810.
- MAHONEY J. E. 1982. The effect of rate and time of application of glyphosate on soursob (*Oxalis pes-caprae*). *Australian Weeds*, March 1982, pp. 8-10.
- MARINOS N. G. 1958; The control of soursob (*Oxalis pes-caprae*) with Vapam. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 24: 259-261.
- MARLIERE A. M. 1983. Un moyen de lutte contre les mauvaises herbes vivace

- en Afrique du Nord: le glyphosate. Comptes rendus du Symposium sur le désherbage en Algérie le 1 mars 1983, Alger : 35-54.
- McALLISTER R. S. and L. C. HADERLIE. 1985. Translocation of ^{14}C -glyphosate and $^{14}\text{CO}_2$ -labeled photoassimilates in Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Sci.* 33: 153-159.
- McWHORTER C. G. 1985. The physiological effects of adjuvants on plants. P. 141-158 In *weed Physiology, volume II, Herbicide physiology*, Duke S. O. ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.
- MICHAEL P. W. 1965. Studies on *Oxalis pes-caprae* L. in Australia. II. The control of the pentamloid variety. *Weed Res.* 5: 133-140.
- MONTEGUT J. 1983. Pérennes et vivaces en Afrique du Nord. Comptes rendus sur Symposium sur le désherbage en Algérie le 1 mars 1983, Alger : 1-33.
- PEIRCE J. R. 1980. Effect of rates and times of application of diuron, linuron and methabenzthiazuron on wheat and soursob control. *Proc. First Conf. Council Australian Weed Sci. Soc.*, pp. 249-253.
- SALISBURY C. D., J. M. CHANDLER and M. G. MERKLE. 1991. Ammonium sulfate enhancement of glyphosate and SC-0224 control of Johnson grass (*Sorghum halepense*). *Weed Technol.* 5: 18-21.
- SHIEH W. J., D. R. GEIGER and S. R. BUCZYNSKI. 1993. Distribution of imported glyphosate in quackgrass (*Elytrigia repens*) rhizomes in relation to assimilate accumulation. *Weed Sci.* 41: 7-11.
- TANJI A., C. BOULET et D. L. REGEHR. 1988. Mauvaises herbes des régions arides et semi-arides du Maroc occidental. INRA, 397p.
- TEMSAMANI K. R. and D. BOUCHTA. 1992; Study of some inhibitors of the hill reaction of *Oxalis pes-caprae*. *Colloque international sur les pesticides et leurs utilisations, El Jadida*, p. 24.
- TURNER D. J. and M. C. P. LOADER. 1980. Effects of ammonium sulfate and other additives upon the phytotoxicity of glyphosate to *Agropyron repens* (L.) Beauv. *Weed Res.* 20: 139-146.
- TYREE M. T., C. A. PETERSON and L. V. EDGINGTON. 1979. A simple theory regarding ambimobility of xenobiotics with special reference to the nematicide, oxamyl. *Plant physiol.* 63: 367-374.
- WILLS G. D. and C. G. McWHORTER. 1985. Effect of inorganic salts on the toxicity and translocation of glyphosate and MSMA in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Sci.* 33: 755-761.