

Efficacité de quelques herbicides des céréales dans une culture du blé tendre conduite en semis direct

B. HAJJAJ¹, M BOUHACHE², R. MRABET¹, A. TALEB¹, A. DOUAIK¹

(Reçu le 31/07/2016; Accepté le 23/10/2016)

Résumé

Dans l'intérêt d'évaluer l'efficacité de 11 herbicides des céréales dans une culture du blé tendre en semis direct, deux essais ont été conduits dans la région de la Chaouia durant la campagne agricole 2014-2015. L'inventaire floristique a révélé la dominance des espèces graminées dans le site de Sidi El Aïdi à savoir le brome rigide (*Bromus rigidus*), l'ivraie raide (*Lolium rigidum*) et la folle avoine (*Avena sterilis*). Dans le site d'Ouled Said, les espèces suivantes ont été dominantes: la folle avoine (*Avena sterilis*), la centaurée élancée (*Centaurea diluta*) et le coquelicot (*Papaver rhoeas*). Les résultats obtenus sur l'impact des herbicides sur le brome (*Bromus rigidus*) ont révélé que «Pyroxsulam» et «Mesosulfuron Sodium +Iodosulfuron sodium» ont donné la meilleure efficacité sur cette espèce. Pro-sulfocarbe a permis un excellent contrôle de l'ivraie raide mais sans aucun effet sur le brome et la folle avoine. Les traitements antidicotylédones ont donné des niveaux de contrôle moyens à bons. Le traitement à base de « Mesosulfuron Sodium +Iodosulfuron sodium» doit être complété avec un traitement de rattrapage en présence de la centaurée élancée. Le traitement à base «Pyroxsulam» doit être mélangé avec un herbicide antidicotylédones pour élargir son spectre d'efficacité. Le traitement de prélevée à base de «Pendiméthaline» a permis d'anéantir les mauvaises herbes du début de cycle avec une bonne sélectivité vis-à-vis de la culture.

Mots clés: Semis direct, céréales, herbicides, mauvaises herbes, Chaouia.

Abstract

In order to evaluate the efficacy of 11 cereal herbicides on no till soft wheat, two trials were conducted in Chaouia region during 2014-2015 growing season. Dominant species of weed flora in Sidi El Aïdi site were: *Bromus rigidus*, *Lolium rigidum* and *Avena sterilis*. Dominant species of weed flora in Ouled Said site were: *Avena sterilis*, *Centaurea diluta* and *Papaver rhoeas*. The obtained results showed that "Pyroxsulam" and "Mesosulfuron Sodium + Iodosulfuron sodium" gave the best efficacy on rip gut brome. Pro-sulfocarb provided excellent control of ryegrass but no effect on ripgut brome or wild oat. Broadleaf herbicides provided moderate to good control. "Mesosulfuron Sodium +Iodosulfuron sodium" need to be completed with a broadleaf herbicide in case *centaurea diluta* is present. "Pyroxsulam" need to be tank mixed with a broadleaf herbicide to widen its weeds spectrum. Treatment with "Pendimethalin" as pre-emergence herbicide allowed an early complete control of weeds and good crop selectivity.

Key words: No-till, cereals, herbicides, weeds, Chaouia

INTRODUCTION

Les céréales jouent un rôle primordial dans l'alimentation des marocains, elles procurent 2/3 de leurs besoins en calories et 3/4 des besoins en protéines (Karrou, 2003). La région de la Chaouia est la première en termes d'espèces recensées dans les céréales avec un effectif de 315 espèces (Taleb, 2000). L'effet des mauvaises herbes sur le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau est significatif (Abouddare et al., 2000). Les pertes de rendement sont, dans les céréales d'hiver en absence de toute intervention contre les mauvaises herbes, importantes et varient de 30% à Abda-Chaouia, 41 à 68% au Sais, 15 à 35% au Gharb et 31 à 42% au Tadla (Taleb, 2007). En plus, les infestations massives gênent les opérations de moisson (perte à la coupe) et peuvent aussi

causer des problèmes de stockage si le produit n'est pas nettoyé (Boutahar, 2000; Hajjaj, 2010).

La lutte chimique et notamment le désherbage précoce reste le moyen de lutte le plus efficace contre les espèces difficiles à combattre dans les céréales. Sans désherbage précoce, les inputs investis ne seraient pas bien rentabilisés (Bouhache et al., 2000). Dans le même sens, le traitement herbicide (anti dicots + graminicides) coûte à l'agriculteur environ 2 quintaux de blé par hectare, il ne peut être rentable que si le gain de rendement est supérieur à 2 qx/ha. Généralement ce seuil a été largement dépassé dans tous les essais, surtout dans le cas du désherbage précoce (Mosseddaq, 2000).

Dans les régions semi-arides du Maroc, la transition du travail conventionnel du sol au semis direct a engendré

¹ Institut National de la Recherche Agronomique, Maroc

² Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc

un changement majeur dans la qualité des sols et l'amélioration des rendements à la fois dans les essais expérimentaux que dans les champs des agriculteurs (Mrabet, 2007a). En effet, le semis direct améliore le stockage et la séquestration du carbone et améliore les propriétés chimiques, hydrologiques et physiques du sol (Mrabet, 2007a).

En effet, le semis direct est une alternative pour les milieux arides et semi-arides afin d'améliorer la production agricole (Mrabet, 2001; Bendidi, 2006; Mrabet, 2007b; Razine, 2008; El Brahli, 2009; El Gharras et al., 2010; Chaban, 2011; Essahat, 2015; Tanji, 2015). Cependant, les mauvaises herbes causent de sérieux problèmes au niveau du semis direct des céréales en favorisant les espèces vivaces et les mauvaises herbes graminées qui ne supportent pas l'enfouissement tels que le brome et l'ivraie raide ainsi que certaines espèces vivaces adaptées au non labour (Aboudrare et al., 2000; El Brahli et Mrabet, 2000; Aibar, 2006; Garcia et al., 2008). Le brome rigide (*Bromus rigidus*) est devenu une des mauvaises herbes parmi les plus redoutables au Maroc et sa nuisibilité varie d'une région à l'autre (Hamal, 1997; 2005; Bouhache, 2008; Hamal et al., 2010). L'ivraie raide envahit davantage les champs des céréales et son impact sur le rendement des céréales est très considérable. En outre, il a développé une résistance aux inhibiteurs de l'ACCase dans certaines régions du Maroc et dans huit pays de la Méditerranée dont l'Espagne et la France (Tanji, 2009; De Prado et al., 2010).

À côté des espèces graminées, les dicotylédones sont aussi à prendre en considération. Ainsi, le non labour peut favoriser certaines espèces comme le coquelicot, le gaillet et la capselle bourse à pasteur (Dorado, 2012). En général, plus la graine des mauvaises herbes est petite, plus elle est adaptée à l'environnement du non labour (Dorado, 2012). En outre, les bisannuelles ont généralement une grande racine pivotante qui se prolonge en profondeur dans les sols des champs non labourés. Les vivaces se propagent dans les sols avec peu ou pas de labour, où la reproduction végétative (par rhizomes, stolons, tubercules ou bulbes) peut permettre à quelques plantes de devenir une grande communauté dans peu de temps.

En absence d'intervention mécanique pour lutter contre les mauvaises herbes en semis direct, la gestion des mauvaises herbes dépend fortement de l'usage des herbicides. Le désherbage chimique en pré levée ou en post levée est recommandable. Au Maroc, les herbicides de pré levée possibles à appliquer sont: Glyphosate, Glufosinate-Ammonium et Paraquat (Tanji, 2015) ou Diquat (Index phytosanitaire, 2015). Plusieurs herbicides de post levée des céréales sont disponibles sur le marché marocain dont le choix dépend essentiellement de la nature de la flore adventice dominante. L'envahissement des mauvaises herbes est un grand défi dans les parcelles conduites en semis direct. Par conséquent, une bonne connaissance de l'efficacité des traitements et leur spectre d'action permet un désherbage réussi afin d'améliorer les rendements et surtout empêcher la réinfestation des parcelles en éliminant presque toutes les mauvaises herbes avant leur production des semences jusqu'à l'épuisement du stock semencier dans le sol (Mrabet, 2007b).

Le but de cette étude est l'évaluation de l'efficacité de quelques herbicides des céréales sur les espèces graminées et dicotylédones et la connaissance de leur spectre d'action dans une culture du blé tendre conduite en semis direct.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Conduite des essais

Les essais ont été conduits dans deux sites à savoir le domaine expérimental de l'INRA à Sidi El Aïdi et chez un agriculteur dans la région d'Ouled Saïd (Settat). Le semis est réalisé le 20 Novembre 2014 avec un semoir semis direct (modèle australien). Le matériel végétal utilisé est un blé tendre variété Arrehane. La dose de semis est de 140 kg/ha. Les principales opérations culturales effectuées sont données dans le tableau 1.

Tableau 1: Calendrier des opérations effectuées dans les parcelles d'essais à Sidi El Aïdi et Ouled Saïd

Date	Opération
20/11/2014	Semis (Semoir combiné pour semis direct)
20/11/2014	Engrais de fond (150 kg de DAP)
28/12/2014 et 20/01/2015	Engrais de couverture (200 kg d'ammonitrate, fractionné en deux apports)
15/02/2015	Traitement fongique (Falcon 0,8 L/ha de en début montaison)

Dispositif expérimental

Les deux essais ont été conduits suivant un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. La distance entre les blocs est de 2 m et celle entre les parcelles de 1 m. La taille de la parcelle élémentaire est de 2 m x 2 m (4 m²). Chaque bloc comprend 13 parcelles élémentaires dont 11 parcelles sont traitées avec 11 herbicides différents des céréales et deux parcelles non traitées (témoins).

Présentation des produits utilisés

Au total 11 herbicides, mis sur le marché pour le contrôle des mauvaises herbes des céréales, ont été testés (Tableau 2). Il s'agit de quatre antidicotés de post levée, trois anti-graminées de post levée, trois herbicides anti-graminées et antidicotés de post levée et un herbicide anti-graminée et antidicotés de prélevée. Pour les traitements anti-graminées, il s'agit de juger leurs efficacités vis-à-vis des espèces graminées présentes sur les deux sites. Pour les traitements anti-dicotylédones, il s'agit de mettre en évidence leurs effets dans le contrôle des espèces dicotylédones seules. Pour les traitements qui sont la combinaison d'anti-dicotset d'anti-graminées, il s'agit de déterminer la meilleure efficacité qui permettra une bonne efficacité vis-à-vis des graminées seules ainsi que des dicotylédones seules.

Tableau 2: Présentation des herbicides utilisés dans l'expérience (Index Phytosanitaire 2015)

Herbicide	Matière active	Dose par hectare	Spectre d'action	Site d'action	Pénétration
Prowl Aqua	Pendiméthaline 455 g/l	2,6 l/ha	Anti-dicotylédones et Anti-graminées	Division cellulaire microtubules	Organes souterrains
Boxer	Prosulfocarbe 800 g/l	5 l/ha	Anti-dicotylédones et Anti-graminées	Lipide enzymes elongases et de cyclisation (synthèse des gibbérellines)	Organes souterrains et foliaire
Cossack OD	Iodosulfuron- méthyl-sodium + Mesosulfuron- methyl+ Mefenpyr-diethyl (7,5 g/l+7,5 g/ l+22,5 g/l)	1 l/ha	Anti-dicotylédones et Anti-graminées	Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Everest 70WG	Flucarbazone sodium 70%	43 g/ha	Anti-graminées	Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Pallas 45OD	Pyroxsulame + Cloquintocet- méthyl (Safener) (45 g/l + 90 g/l)	0,5 l/ha	Anti-dicotylédones et Anti-graminées	Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Axial 045EC	Pinoxaden + Cloquintocet- méxyl(Safener) (45 g/l + 11,25 g/l)	1 l/ha	Anti-graminées	Lipides enzyme acétyl coenzyme A Carboxylase (Accase)	Foliaire
Traxos 045EC	Pinoxaden + Clodinafop- propargyl + Cloquintocet- méxyl (Safener) (22,5 g/l+ 22,5 g/l + 6,25 g/l)	1,2 l/ha	Anti-graminées	Lipides enzyme acétylcoenzyme A Carboxylase (Accase)	Foliaire
Sektor OD	Amidosulfuron+ Iodosulfuron- méthyl-sodium + Mefenpyr-diethyl (100 g/l + 25 g/l +250 g/l)	150 cc/ha	Anti-dicotylédones	Acides aminées enzyme acetolactatesynthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Deft	Metsulfuron- méthyle 20%	30 g/ha	Anti-dicotylédones	Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Mustang 306SE	2,4-D + Florasulame (300 g/l + 6,25 g/l)	0,6 l/ha	Anti-dicotylédones	Croissance + Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire
Lancelot 450WG	Aminopyralide + Florasulame (300 g/kg + 150 g/kg)	33 g/ha	Anti-dicotylédones	Croissance + Acides aminées enzyme acetolactate synthase (ALS)	Foliaire/ racinaire

Application des herbicides

Les traitements de post-levée ont été appliqués le 6 Janvier 2015 qui coïncide avec le stade plantule des mauvaises herbes. En pré semis, une application du glyphosate (720 g/ha) a été effectuée sur l'ensemble de la parcelle expérimentale. Prowl Aqua a été appliqué en prélevée le 20 Novembre 2014. Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur à dos à pression constante (3 bars) muni d'une buse à miroir. Le volume de bouillie a été de 200 l/ha au niveau de chaque essai. Les conditions climatiques avant et après l'application des traitements sont présentées dans la figure 1.

Observations et mesures

Les observations ont concerné la sélectivité des traitements vis à vis du blé tendre et leur efficacité sur les mauvaises herbes.

La sélectivité (phytotoxicité) consiste à estimer visuellement les dégâts des traitements sur la culture selon une échelle allant de 0 à 100% avec 0% = pas de dégâts et 100% = destruction totale de la culture. Quant à l'efficacité, elle consiste à évaluer visuellement l'effet des herbicides sur les mauvaises herbes selon une échelle allant aussi de 0 à 100% avec 0% = pas d'efficacité et 100% = destruction totale des mauvaises herbes. Les notations visuelles ont été effectuées à 30 et 60 jours après traitement (JAT) sur les mauvaises herbes et la culture.

Analyse statistique

Préalablement, les conditions d'application de l'ANOVA ont été vérifiées. La méthode paramétrique de l'ANOVA ne pourrait être appliquée dans notre cas. Comme alternative, la méthode non-paramétrique de Friedman, qui utilise les rangs au lieu des valeurs observées, a été

utilisée (Siegel et Castellan, 1988). Dans le cas du rejet de l'hypothèse nulle, une comparaison multiple des rangs moyens a été réalisée en utilisant le test de Nemenyi (Siegel et Castellan, 1988). Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel statistique SAS 2004.

RÉSULTATS

Importance de la flore adventice rencontrée

La flore adventice dans les deux sites a été relativement diversifiée avec un total de 34 espèces appartenant à 14 familles botaniques. Le nombre d'espèces a varié de 28 espèces à Sidi El Aïdi et 25 à Ouled Saïd (Tableau 3). Le liseron des champs a été la seule espèce vivace observée. Cinq familles ont contribué aux deux tiers de l'effectif total à savoir: les Asteraceae (26,5%), Fabaceae (11,8%), Poaceae (11,8%), Apiaceae (8,8%), Papaveraceae (8,8%). Dans le site de Sidi El Aïdi il y'avait une forte infestation de *Bromus rigidus*, *Lolium rigidum*, *Avena sterilis*, *Centaurea diluta* et *Papaver rhoeas*. Dans le site d'Ouled Saïd, l'infestation par les graminées est relativement faible et la flore adventice a été dominée par *Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chrysanthemum coronarium*, *Sonchus oleraceus* et *Papaver rhoeas*.

Sélectivité des traitements

Excepté «Pallas» et «Cossak», tous les autres herbicides étudiés ont été parfaitement sélectifs du blé tendre (variété Arrehane). En effet, les parcelles traitées avec «Pallas» ou «Cossak» ont manifesté des symptômes de phytotoxicité passagère exprimée par un arrêt de croissance et enroulement des feuilles du blé à 30 JAT. Effectivement, après cette date, les symptômes de phytotoxicité ont commencé à disparaître.

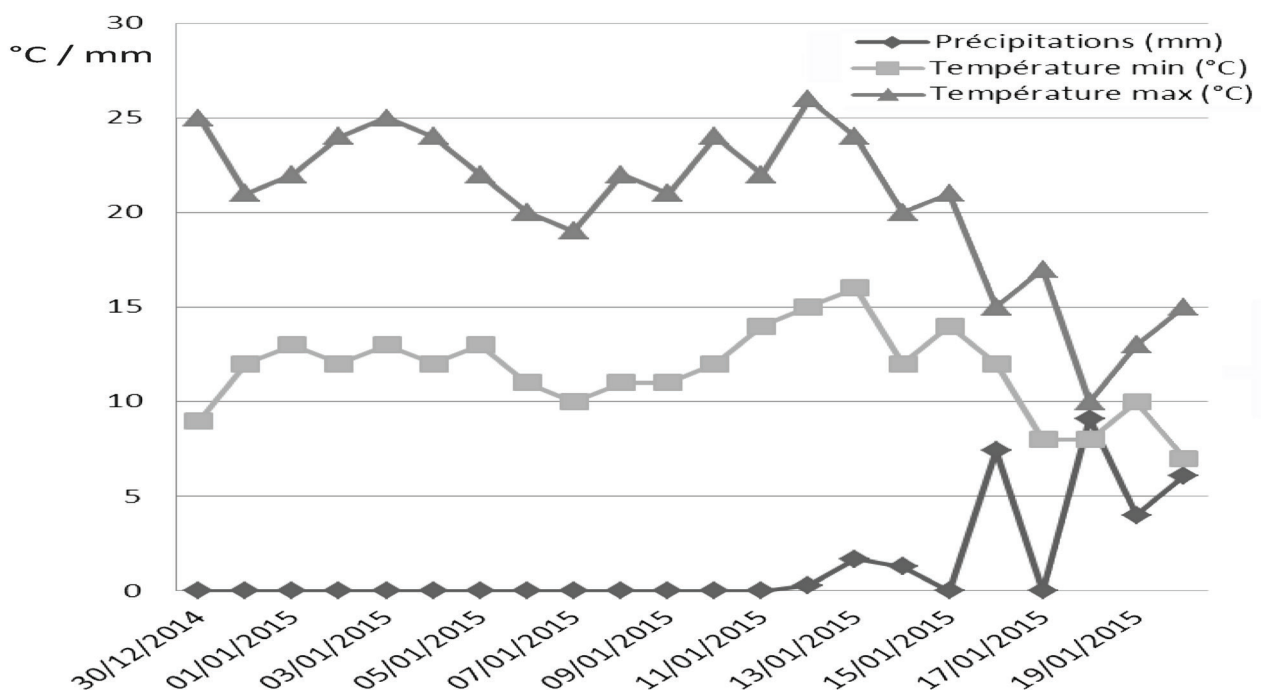


Figure 1: Conditions climatiques avant et après l'application des traitements

Tableau 3: Inventaire de la flore adventice dans les deux sites expérimentaux

Noms scientifiques**	Noms en français	Famille	Type biologique	Sidi El Aidi	Ouled Said
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Mouron bleu	<i>Primulaceae</i>	Annuelle	+*	+
<i>Astagalus boeticus</i> L.	Astragale de bétique	<i>Fabaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Avena sterilis</i> L.	Avoine stérile	<i>Poaceae</i>	Annuelle	++	++
<i>Bromus rigidus</i> Roth	Brome rigide	<i>Poaceae</i>	Annuelle	+++	+
<i>Calendula arvensis</i> L.	Souci des champs	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Centaurea diluta</i> Aiton	Centaurée élancée	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	++	++
<i>Centaurea eriophora</i> L.	Centaurée laineuses	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Chrysanthème des jardins	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	+	++
<i>Cichoriu mendivia</i> L.	Chicorée sauvage	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	++	+
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	liseron des champs	<i>Convolvulaceae</i>	Vivace	+	+
<i>Diploaxis catholica</i> (L.) DC.	Diploaxe catholique	<i>Brassicaceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Emex spinosa</i> (L.) Campd.	Émexepineux	<i>Polygonaceae</i>	Annuelle	++	+
<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	Fumeterre	<i>Fumariaceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Galium spp</i>	Gaillet	<i>Rubiaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) J.H. R.	Glaucière	<i>Papaveraceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamier amplexicaule	<i>Lamiaceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	Ivraie raide	<i>Poaceae</i>	Annuelle	+++	+
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Luzerne à gousses hérissées	<i>Fabaceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Misopate sorontium</i> (L.) Rafin.	Mufler	<i>Plantaginaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Papaver hybridum</i> L.	Pavot hybride	<i>Papaveraceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Coquelicot	<i>Papaveraceae</i>	Annuelle	++	+
<i>Phalaris brachystachys</i> Link	Alpiste à épi court	<i>Poaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Mouron des oiseaux	<i>Polygonaceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Ridolfia segetum</i> Moris	Aneth des moissons	<i>Apiaceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Peigne de Vénus	<i>Apiaceae</i>	Annuelle	++	-
<i>Scolymus maculatus</i> L.	Scolyme maculé	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	Chenillette épineuse	<i>Fabaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Moutarde des champs	<i>Brassicaceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron maraicher	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	+	++
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Chardon de Marie	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	Torilisglomérulé	<i>Apiaceae</i>	Annuelle	+	-
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop.	Urosperme faux picris	<i>Asteraceae</i>	Annuelle	-	+
<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) R.	Saponaire	<i>Caryophyllaceae</i>	Annuelle	+	+
<i>Vicia spp</i>	Vesce	<i>Fabaceae</i>	Annuelle	+	+

*+++ : Très abondante. ++ : Abondante. + : Peu abondante.

* Nomenclature est celle de l'index synonymique des taxons présents dans les milieux cultivés ou artificialisés du Maroc occidental et central (Boulet et al., 1989).

Efficacité des traitements sur les graminées

Efficacité sur le brome

Les efficacités obtenues avec Prowl Aqua, Cossack, Everest et Pallas ne sont pas statistiquement différents (Tableau 4). Les notations visuelles de l'efficacité des herbicides ont révélé que Pallas a donné une bonne efficacité sur le brome à 30 jours après traitement. A 60 jours après traitement, Pallas et Cossack ont manifesté une bonne efficacité sur le brome avec une suprématie de Pallas dans le contrôle de cette espèce (93%). Les traitements à base Prowl Aqua et Everest ont donné des résultats de contrôle moyens à bons vis-à-vis cette espèce. Il est important de mentionner il y a eu présence de quelques résidus de paille de la culture précédente dans la parcelle d'essai qui éventuellement ont agi comme écran sur le sol vis à vis la solution herbicide lors de la pulvérisation de Prowl Aqua en pré levée ce qui pourrait compromettre d'atteindre sa performance maximale. Les traitements à base de Boxer, Axial et Traxos n'ont pas permis le contrôle du brome en enregistrant des efficacités sans intérêt pratique ne dépassant pas 20% (Tableau 4).

Tableau 4: Efficacité des anti-graminées (en %) sur le brome

Traitements	Sidi El Aidi		Ouled Saïd	
	30 JAT	60 JAT	30 JAT	60 JAT
Prowl Aqua	78 ab*	75 ab	83 a	81 ab
Boxer	20 b	20 b	20 a	20 b
Cossack	76 ab	88 ab	78 a	88 ab
Everest	73 ab	71 ab	71 a	72 ab
Pallas	83 a	93 a	83 a	91 a
Axial	20 b	20 b	20 a	20 b
Traxos	20 b	20 b	20 a	20 b
P α=0,05	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

*Les chiffres suivis, dans une même colonne, d'une même lettre ne diffèrent pas significativement selon le test de Nemenyi à 5%.

Efficacité sur la folle avoine

Dans les deux sites, la folle avoine a été bien contrôlée par tous les traitements à l'exception de Boxer qui a enregistré des efficacités très négligeables sans intérêt pratique ne permettant pas de limiter l'infestation des parcelles traitées. Ainsi, Cossack, Everest, Pallas, Axial et Traxos ont très bien contrôlé la folle avoine. Les efficacités enregistrées pour ces derniers herbicides ne sont pas différents statistiquement (Tableau 5) Cependant, il est important de noter qu'en général Prowl Aqua appliqué en prélevée a donné des bonnes efficacités sur la folle avoine ayant atteint 85% de contrôle (Tableau 5).

Tableau 5: Efficacité des anti-graminées (en %) sur la folle avoine

Traitements	Sidi El Aidi		Ouled Saïd	
	30 JAT	60 JAT	30 JAT	60 JAT
Prowl Aqua	77 ab	81 ab	81 ab	85 ab
Boxer	20 b	20 b	20 b	20 b
Cossack	85 ab	93 ab	85 ab	93 ab
Everest	82 ab	92 ab	83 ab	90 ab
Pallas	87 ab	93 ab	86 ab	93 ab
Axial	88 a	95 a	88 a	93 ab
Traxos	88 a	95 a	88 a	95 a
P α=0,05	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

*Les chiffres suivis, dans une même colonne, d'une même lettre ne diffèrent pas significativement selon le test de Nemenyi à 5%.

Efficacité sur l'ivraie raide

Tous les traitements dans les deux sites ont permis un bon à très bon contrôle de l'ivraie raide. En effet, l'analyse statistique n'a pas révélé de différence statistique entre les traitements au site de Sidi El Aïdi à 30 et 60 JAT et celui d'Ouled Saïd à 30 JAT. Cependant, une différence statistiquement significative et révélée entre les traitements au site d'Ouled Saïd à 60 JAT avec une suprématie de l'efficacité de Traxos en enregistrant une très bonne efficacité de l'ordre de 97% (Tableau 6).

Tableau 6: Efficacité des anti-graminées (en %) sur l'ivraie raide

Traitements	Sidi El Aidi		Ouled Saïd	
	30 JAT	60 JAT	30 JAT	60 JAT
Prowl Aqua	82 a	86 a	81 a	80 b
Boxer	81 a	90 a	80 a	91 ab
Cossack	86 a	93 a	86 a	96 ab
Everest	85 a	92 a	80 a	93 ab
Pallas	85 a	93 a	86 a	92 ab
Axial	88 a	95 a	87 a	96 ab
Traxos	86 a	95 a	90 a	97 a
P α=0,05	0,0501	0,0004	0,0010	<,0001

*Les chiffres suivis, dans une même colonne, d'une même lettre ne diffèrent pas significativement selon le test de Nemenyi à 5%.

Efficacité sur les dicotylédones

Les traitements contre les dicotylédones dans les deux sites étaient variables suivant les espèces. Cependant, l'efficacité globale dans les parcelles traitées a permis de classer les herbicides suivant leur niveau général de contrôle qui a varié de moyen à bon (Tableau 7). Dans les deux sites, Boxer et Pallas étaient les moins efficaces avec des efficacités moyennes à 30 et 60 JAT alors que Cossack, Deft, Lancelot, Mustang et Sekator ont permis un bon contrôle des mauvaises

herbes dicotylédones. En effet, la centaurée élançé a été très sensible au Mustang et Lancelot mais moyennement sensible à Cossack et Pallas, le chrysanthème couronné très sensible au Sekator mais moyennement sensible à Boxer, le coquelicot était très sensible à la majorité des traitements avec une grande sensibilité à Cossak, le laiteron maraîcher très sensible à Cossack, Sekator et Mustang mais moyennement sensible à Pallas. Les sensibilités de chaque espèce aux herbicides testés sont consignées au Tableau 8.

Tableau 7: Efficacité des anti-dicots (en %) sur les dicotylédones

Traitements	Sidi El Aidi		Ouled Saïd	
	30 JAT	60 JAT	30 JAT	60 JAT
Boxer	67 bc	71 b	71 b	70 b
Cossack	81 abc	87 ab	81 ab	92 a
Deft	82 abc	88 a	80 ab	88 ab
Lancelot	80 abc	83 ab	83 ab	87 ab
Mustang	85 ab	86 ab	85 ab	87 ab
Pallas	65 c	75 ab	75 ab	78 ab
Sekator	86 a	86 ab	86 a	87 ab
P $\alpha=0,05$	<,0001	<,0001	0,0023	0,0002

*Les chiffres, dans une même colonne, d'une même lettre ne diffèrent pas significativement selon le test de Nemenyi à 5%.

DISCUSSION

Dans le site de Sidi El Aïdi, l'infestation est dominée par les adventices graminées. Cependant, il y avait présence de certaines espèces problématiques dicotylédones à savoir la centaurée élançée (*Centaurea diluta*) et le coquelicot (*Papaver rhoeas*). Dans le site d'Ouled Saïd, l'infestation par les graminées est relativement faible et la flore adventice est dominée par la folle avoine (*Avena sterilis*), la centaurée

élançée (*Centaurea diluta*), le chrysanthème couronné (*Chrysanthemum coronarium*), le laiteron maraîcher (*Sonchus oleraceus*) et le coquelicot (*Papaver rhoeas*). En effet, ces infestations sont similaires d'une part à celles des parcelles des agriculteurs de la Chaouia en semis direct caractérisées par la dominance des espèces graminées (Hajjaj et al., 2015) et d'autre part aux relevés floristiques effectués dans les céréales dans la Chaouia (Taleb et al., 2000) ayant révélé des fréquences relatives de 65%, 24%, 21% et 18% respectivement pour *Papaver rhoeas*, *Chrysanthemum coronarium*, *Avena sterilis* et *Sonchus oleraceus*.

Les résultats obtenus montrent que les traitements permettent de contrôler différemment les mauvaises herbes. Dans le cas des anti-graminées, l'herbicide Pallas a manifesté un bon contrôle contre le brome. Cette espèce est très redoutable pour la céréaliculture marocaine vu sa compétition sévère vis-à-vis du blé ainsi que sa grande production de semence. En outre elle échappe à plusieurs herbicides anti-graminées homologués au Maroc. D'ailleurs, El Brahli et al., (1997) ont montré que cette espèce cause des infestations massives dans les essais sur le semis direct dans les stations expérimentales de Sidi El Aïdi et Jemaa Shaim qui sont dues à la faible efficacité des herbicides testés sur cette espèce. Cependant, Pallas contient du Pyroxsulam qui est une nouvelle matière active appartenant à la famille des triazolopyrimidines. Cette famille présente le même mode d'action que les sulfonyles (inhibition de l'ALS) dont Cossack et Everest. Il ne devrait pas apporter de solution en cas de résistance. D'ailleurs, la résistance de l'ivraie raide aux inhibiteurs de l'Accase et aux inhibiteurs de l'ALS dont les sulfonyles est déjà déclarée à Doukkala et Tadla (Baye, 2013; Tanji, 2014). Dans la région méditerranéenne, il y a une grande augmentation du nombre des cas de résistance des espèces à cette famille chimique avec presque 60 espèces, la France et l'Espagne se distinguent avec 32 cas (De Prado J.L. et al., 2010). De plus, cet herbicide devra nécessairement être complété avec un herbicide antidicots pour élargir son spectre d'action contre le coquelicot et les fumeterres.

Prowl Aqua semble être une bonne solution au désherbage de

Tableau 8: Sensibilité de quelques espèces problématiques aux herbicides testés.

Espèces	Prowl Aqua	Boxer	Cossack	Everest	Pallas	Axial	Traxos	Sekator	Deft	Mustang	Lancelot
<i>Avena sterilis</i>	S*	T	S	S	S	TS	TS	T	T	T	T
<i>Bromus rigidus</i>	S	T	S	MS	S	T	T	T	T	T	T
<i>Centaurea diluta</i>	S	S	MS	T	MS	T	T	S	S	TS	TS
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	S	MS	TS	T	T	T	T	TS	S	S	S
<i>Fumaria parviflora</i>	MS	-	TS	T	MS	T	T	S	MS	S	S
<i>Lamium amplexicaule</i>	-	-	S	T	MS	T	T	MS	MS	S	-
<i>Lolium rigidum</i>	S	S	TS	S	S	TS	TS	T	T	T	T
<i>Papaver rhoeas</i>	S	T	TS	T	T	T	T	S	S	-	S
<i>Sonchus oleraceus</i>	S	T	TS	T	MS	T	T	TS	S	TS	S

*- : Espèce absente; TS: Très sensible (95 à 100%); S: Sensible: 80 à 95, MS: Moyennement sensible (60 à 80); T: Tolérante (0 à 60)

prélevée en semis direct, il a permis de contrôler les graminées lors des premiers stades de la culture. C'est un herbicide qui contrôle les mauvaises herbes en cours de germination en inhibant la formation des microtubules, ceci lui confère un site d'action différent de tous les autres herbicides. Dans les travaux réalisés par El Brahli et al., (1997), il est recommandé d'utiliser les herbicides de pré semis résiduels mais s'il y a présence des mauvaises herbes au moment du semis l'application du glyphosate, paraquat, MCPA ou 2,4D est nécessaire. Cependant, l'insuffisance de l'humidité du sol et la présence abondante des résidus des cultures précédentes pourrait compromettre son efficacité qui empêcherait le contact de l'herbicide avec le sol lors de la pulvérisation. Cette contrainte était un peu présente (quelques résidus) dans les deux sites expérimentaux néanmoins elle est peu accentuée chez les agriculteurs de la région car le semis direct tel qu'il est pratiqué dans la Chaouia néglige toujours de garder les résidus. Ceci est principalement dû au pâturage des chaumes, le brûlage et l'enlèvement de la paille pour la combustion (Mrabet, 2007a). En outre, il est important d'effectuer le traitement avant l'émergence des mauvaises herbes afin d'atteindre sa performance maximale sinon son efficacité serait limitée seulement aux mauvaises herbes n'ayant pas encore émergé.

Boxer n'a pas contrôlé le brome et la folle avoine. Cependant, son efficacité est remarquable sur l'ivraie raide. Tenant compte de son efficacité sur cette dernière espèce ainsi que son site d'action (inhibition de la synthèse des gibbérélines) différent des autres germinicides homologués sur ivraie raide, il peut jouer un rôle primordial dans le contrôle de l'ivraie raide résistant.

Axial a bien contrôlé la folle avoine et l'ivraie raide. Cet herbicide contient de la Pinoxaden. Cette molécule est sélective à l'orge (Index phytosanitaire, 2015). Son avantage serait plutôt senti dans le désherbage chimique de l'orge en semis direct.

Il est important de noter que lors des observations des parcelles traitées avec Sekator, on a pu constater un effet du traitement sur la croissance de la folle avoine et de l'ivraie raide par rapport au témoin non traité. Ceci mène à supposer un effet graminicide de Sekator si une dose supérieure serait appliquée. En effet, le coût de cet herbicide reste bon marché eu égard aux prix élevés des anti-graminées au Maroc. Cependant, dans une étude sur l'évaluation de différentes doses de l'Iodosulfuron-méthyl-sodium, il a été mentionné que les doses supérieures de cet herbicide ne permettaient pas l'augmentation des rendements de l'orge malgré l'amélioration de l'efficacité vis-à-vis les mauvaises herbes (Barros et al., 2016). En effet, lors de l'évaluation du comportement d'un herbicide, l'objectif est à la fois un bon contrôle des mauvaises herbes sans nuire aux rendements des cultures d'où la nécessité de confirmer cette hypothèse par des essais expérimentaux et évaluer l'efficacité et la sélectivité de Sekator dans la culture du blé.

Les efficacités des différents antidicot ont été généralement satisfaisantes. Cependant, quelques espèces ont échappé au contrôle de certains traitements. Ainsi, le coquelicot (*Papaver rhoas*) a été faiblement contrôlé par Boxer et Pallas. En effet, cette espèce est très compétitive et ayant déjà développé des résistances au sulfonilurées dans certains foyers au Maroc. La fumeterre (*Fumaria parviflora*) semble être faiblement

contrôlée par Pallas et Defl. Pourtant, ce dernier herbicide a bien contrôlé dans le site d'Ouled Saïd l'aneth des moissons (*Ridolfia segetum*), espèce de fin de cycle très problématique dans les céréales. Dans le même sens, une autre espèce dans les deux sites a été faiblement contrôlée par Cossack, il s'agit de la centaurée élancée (*Centaurea diluta*). Alors, que Mustang et Lancelot ont permis un excellent contrôle de cette espèce. Malgré que Cossack ait permis de détruire toute les mauvaises herbes, il est nécessaire de compléter avec un traitement de rattrapage avec Mustang ou Lancelot en cas de présence de la centaurée élancée pour pallier à ce problème. Il est important de noter que Pallas et Sekator ont peu contrôlé le lamier amplexicaule (*Lamium amplexicaule*) espèce présentant quelques pieds dans certaines parcelles dans le site d'Ouled Saïd.

CONCLUSION

La lutte contre les mauvaises herbes dans la culture du blé en semis direct est indispensable afin de limiter la compétition et assurer des rendements élevés. Les herbicides à base de "Mesosulfuron Sodium + Iodosulfuron sodium + Mefenpyrdiethyl" et "Pyroxsulam + Cloquintocet-méthyle" sont recommandés dans le contrôle du brome dans le blé tendre en semis direct. Les efficacités des traitements anti-dicots sont généralement satisfaisantes sur la majorité des espèces. Cependant, le choix d'un herbicide doit tenir compte de la flore adventice problématique dominante. "Mesosulfuron Sodium + Iodosulfuron sodium + Mefenpyrdiethyl" doit être complété avec un traitement de rattrapage en cas de présence de la centaurée élancée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Dr. Berradi Touban, agriculteur à Ouled Saïd, pour avoir mis à leur disposition toutes les facilités pour la conduite de cet essai.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboudrare A., Bouaziz A., Chekli H. (2000). Effet de différentes séquences d'installation du blé tendre sur la flore adventice et impact du désherbage sur le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau: cas de la région de Meknès. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp. 53-64.
- Aibar J. (2006). La lutte contre les mauvaises herbes des céréales en semis direct: Principaux problèmes *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens* 69: 19- 26.
- Barros J.C., Calado J.G., Basch G., Carvalho M.J. (2016). Effect of different doses of post-emergence-applied iodosulfuron on weed control and grain yield of malt barley (*Hordeum distichum* L.), under Mediterranean conditions. *Journal of Plant Protection Research*. 56: 15 - 20.
- Baye Y. (2013). Le ray-grass (*Lolium rigidum* gaudin) résistant aux herbicides «fops» dans la région de Tadla (Maroc): état d'infestation et gestion intégrée. AFPP – 22^{ème} conférences du COLUMA journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes Dijon – 10, 11 et 12 décembre 2013.
- Bendidi A. (2006). Contribution à l'étude de l'influence

- des systèmes de travail du sol sur le rendement et le comportement du blé dans la région du Saïs. Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du grade d'ingénieur d'état en agronomie, ENA Meknès.
- Bouhache M. (2008). Désherbage des céréales d'automne: Mode d'emploi des herbicides anti-graminées. *Agriculture du Maghreb* 32: 66-72.
- Bouhache M., Rzozi S. B., Taleb A., Hassnaoui A., Rssaisi N. (1997). Possibilité de contrôle chimique du brome rigide (*Bromus rigidus* Roth.) dans une culture de blé. *Actes Inst. Agron. Vét.* 17: 261-266.
- Bouhache M., Rzozi S.B., Taleb A., Sakhi M. (2000). Nécessité de désherbage précoce des céréales pour la valorisation des inputs. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp. 93-98.
- Boulet C., Tanji A., Taleb A. (1989). Index synonymique des taxons présents dans les milieux cultivés ou artificialisés du Maroc occidental et central. *Actes de l'Inst. Agron. Vét.* 9: 65-94.
- Boutahar K. (2000). Récolte mécanisée du blé tendre en agriculture pluviale marocaine: influence des adventices sur les pertes en grain et le taux d'impuretés au stockage. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp. 27 – 33.
- Chabane M. (2011). L'agriculture de conservation: voie de sécurité alimentaire dans les pays du Maghreb. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* 96: 189- 208.
- De Prado J.L., Cruz-Hipolito H., Bouhache M, Taleb A., Torralva Gand De Prado R (2010). Situation actuelle de la résistance aux herbicides dans la région méditerranéenne. *Proceedings 7^{ème} congrès de l'association marocaine de protection des plantes*, Rabat, pp.1-10.
- Dorado J. (2012). Reduced and No-Tillage. Séminaire sur: Gestion des mauvaises herbes dans l'agriculture actuelle. IAMZ Espagne.
- El-Brahli A., Bouzza A., Mrabet R. (1997). Stratégies de lutte contre les mauvaises herbes dans plusieurs rotations céréalières en conditions de labour et de non-labour. *INRA Rapports Annuels*. Centre Aridoculture, Settat, Maroc. pp: 171-174.
- El Brahli A., Mrabet R (2000). La Jachère chimique: pour relancer la céréaliculture non-irriguée en milieu semi-aride marocain. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp. 133-145.
- El Brahli A., El Gharras O., El Hantaoui N. (2009). Le système semis direct, nouveau mode de production et modèle d'agrégation pour une agriculture pluviale durable au Maroc, *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture* 182.
- El Gharras O., El Hantaoui N., El Brahli A. (2010). Le semis direct dans la Chaouia. *Agriculture de Maghreb* 46: 89-93.
- Essahat A (2015). Le semis direct dans le plateau du Saïs. *Agriculture de Maghreb* 83: 46-47.
- Garcia A.L., Royo-Esnal A., Torra J., Cantero-Martinez C., Recasens J. (2014). Integrated management of *Bromus diandrus* in dryland cereal fields under no-till. *Weed Research Journal* 54: 408–417.
- Hajjaj B. (2010). Le désherbage tardif des céréales, une année de mauvaises herbes génère 7 années de désherbage. *Agriculture de Maghreb* 42: 80.
- Hajjaj B., Bouhache M., Mrabet R., Taleb A. (2015). Enquête sur le désherbage des céréales en semis direct dans la région de la Chaouia, Maroc. Séminaire national sur l'agriculture de conservation : semis direct pour le système blé et alley-cropping pour le système orge parcours. INRA-CRRA de Settat.
- Hamal A. (2005). Élaboration des bases de gestion intégrée du brome raide (*Bromus rigidus* Roth.) dans la culture du blé dans le Saïs, Maroc. Thèse de docteur ès-sciences agronomiques, IAV Hassan II.
- Hamal A., Rzozi S., Benbella M., Bouhache M. Msatef Y. (1997). Lutte chimique contre le brome rigide (*Bromus rigidus* Roth.) dans une culture du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) au Saïs – Maroc. *Al Awamia* 97: 17-25.
- Hamal A, Saffour K, Lhaloui S., Ibriz H. (2010). Criblage des herbicides contre le brome rigide (*Bromus rigidus* Roth.) du blé (*Triticum sativum* L.). *Proc. 7^{ème} congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes*, Rabat, pp. 365-370.
- Karrou M. (2003). Conduite du blé au Maroc. INRA-Maroc, Rabat, 57p.
- Mosseddaq F., Errohi A., Diab A. (2000). Intensification de la conduite du blé en irrigué au Tadla: efficacité et rentabilité du désherbage chimique. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp.65-77.
- Mrabet R. (2007 a). No till practices in Morocco. No-Till Farming system. *The World Association of Soil and Water Conservation, Special publication* 3: 393-412.
- Mrabet R. (2007 b). No-tillage systems for sustainable dryland agriculture in Morocco. INRA-Maroc, Rabat, 154 p.
- Mrabet R., (2001). Le semis direct, une technologie avancée pour une agriculture durable. *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture* 76.
- Razine M., Raguin M. (2008). Le semis direct des céréales, expérience du domaine agricole de Sidi Kacem. *Bulletin de Transfert de technologie en Agriculture* 163.
- Siegel S., Castellan N.J. (1988). Non parametric statistics for the behavioral sciences (2nd ed.). New York: Mc Graw-Hill.
- Taleb A. (2007). Les mauvaises herbes des céréales au Maroc. *Agriculture du Maghreb* 25: 52 – 56.
- Taleb A., Bouhache M., Rzozi S.B. (2000). Les mauvaises herbes des céréales au Maroc. *Proc. Journée nationale sur le désherbage des céréales*, Settat, pp. 1-10.
- Tanji A. (2009). Efficacité sur l'ivraie raide (*Lolium rigidum*). *Proc. Symposium international sur l'agriculture durable en région méditerranéenne (AGDUMED)*, Rabat: 380-383.
- Tanji A. (2014). Attention à la résistance du ray-grass et du coquelicot. *Agriculture du Maghreb* 72:68-73.
- Tanji A. (2015). Guide de lutte contre les mauvaises herbes dans l'agriculture de conservation au Maroc. INRA-Maroc, Rabat, 169p.