

# Synthèse de 117 essais de désherbage chimique du blé dur réalisés au Maroc entre 1970 et 2001

Tanji A. Institut National de la Recherche Agronomique, BP 589, Settat, Maroc

# Résumé

Ce travail concerne la synthèse de 117 essais de désherbage chimique du blé dur (Triticum durum Desf.) réalisés dans 8 provinces et 4 périmètres irrigués entre 1970-71 et 2000-01 : 86 essais en bour et 31 en irrigué. Un total de 89 essais a été conduit dans les domaines de l'état et 28 essais chez les agriculteurs. Un total de 45 herbicides composés d'une, de deux ou de trois matières actives a été testé dans les essais en milieu bour et 15 herbicides testés dans les essais irrigués. Les densités des adventices estimées au stade épiaison de la culture dans les parcelles non désherbées ont varié entre 6 et 741 plantes/m², et les poids secs ont varié entre 50 et 7990 kg/ha. Les pertes en rendement grain du blé dues aux adventices ont varié entre 0 et 100 % en bour et entre 0 et 80 % en irrigué. Les gains de rendement grain dus au désherbage ont dépassé 100 % dans 8 essais en bour et dans 2 essais irrigués. Ils ont dépassé 100 kg/ha dans 100 % des essais irrigués et dans 70 % des essais en bour. Ils ont dépassé 1000 kg/ha dans 24 essais irrigués (77 %) et 15 essais en bour (17 %). Les rendements en paille ont dépassé 1000 kg/ha dans 10 essais irrigués et 6 essais en bour. Selon les prix actuels des grains du blé dur, des herbicides et de la main d'œuvre, le désherbage chimique avec les herbicides anti-dicotylédones a été rentable dans 100 % des essais irrigués et dans 70 % des essais en bour. Le désherbage avec les anti-graminées a été rentable dans 97 % des essais irrigués et dans 44 % des essais en bour. L'amélioration des rendements en grain et en paille a été évidente quand le désherbage chimique a été associé à d'autres techniques agricoles performantes. La formation des agriculteurs dans les domaines de reconnaissance des adventices au stade plantule, du choix des herbicides et des techniques d'application est nécessaire pour la généralisation du désherbage chimique du blé dur au Maroc.

Mots clés : Blé dur, désherbage chimique, rentabilité, Maroc

# Abstract: Synthesis of 117 chemical weed control trials in durum wheat in Morocco from 1970 to 2001

This synthesis concerned 117 chemical weed control trials in durum wheat (Triticum durum Desf.) conducted in 8 provinces and 4 perimeters of Morocco from 1970-71 to 2000-01:86 trials in rainfed conditions and 31 trials irrigated. Eighty nine (89) trials were conducted at experiment stations and 28 were on-farm trials. Forty five (45) herbicides with one, two or three active ingredients were tested in rainfed trials and 15 herbicides were evaluated in irrigated trials. Weed densities estimated at wheat heading varied from 6 to 741 plants/m<sup>2</sup>, and dry weights varied from 50 to 7990 kg/ha. Wheat grain yield losses due to weeds varied from 0 to 100 % in rainfed trials and from 0 to 80 % in irrigated trials. Increases in grain yield, compared to untreated checks, exceeded 100 % in 8 rainfed and two irrigated trials. They were higher than 100 kg/ha in 100 % of irrigated trials and in 70 % of rainfed trials. They exceeded 1000 kg/ha in 24 irrigated trials (77 %) and 15 rainfed trials (17 %). Increases in straw yield exceeded 1000 kg/ha in 10 irrigated trials and 6 rainfed trials. Referring to wheat grain value and costs of herbicides and labor, increases in grain yield of irrigated trials covered the money spent on broadleaf weed control in 100 % of irrigated trials and in 70 % of rainfed trials. Grass control with herbicides was profitable in 97 % of irrigated trials and in 44 % of rainfed trials. Increases in grain and straw yields were higher when weed control was associated with other efficient agricultural techniques. Training farmers in weed identification at the seedling stage, herbicide selection and application techniques is necessary for the generalization of chemical weed control in durum wheat fields in Morocco.

Key words: Durum wheat, chemical weed control, profitability, Morocco

ملخص: تقييم 117 تجربة المكافحة الكيماوية للأعشاب بالقمح الصلب في المغرب بين 1970 و 2001

طنجي ع. المعهد الوطني للبحث الزراعي، ص.ب. 589، سطات، المغرب

تضمن هذا المقال تحليل 117 تجربة لمكافحة الأعشاب بالقمح الصلب بالمغرب بين 1970-1971 و 2000-2000 : 88 تجربة غير مسقية و 31 تجربة مسقية. أقيمت 89 تجربة في الضيعات التابعة الدولة و 28 تجربة عند المزارعين. تم اختبار 45 مبيد الأعشاب في التجارب البعلية و 16 مبيد في التجارب المسقية. تراوحت كثافة الأعشاب في البقع المعشوشبة بين 6 و 741 نبتة في المتر المربع، كما تراوح الوزن الجاف للأعشاب بين 50 و790 كلغ/هكتار. تراوحت الخسارة في إنتاج حبوب القمح الصلب الناتجة عن منافسة الأعشاب بين 0 و100 بالمائة في التجارب المروية. فاقت الزيادة في الإنتاج بعد استعمال مبيدات الأعشاب 100 بالمائة في 8 تجارب غير مسقية و تجربتين مسقيتين. فاقت الزيادة في إنتاج حبوب القمح الصلب 50 بالمائة من التجارب المروية و 77 بالمائة من التجارب المروية. كما فاقت

الزيادة في الإنتاج 1000 كلغ/ هكتار في 24 تجربة مسقية (77 بالمائة) و 15 تجربة غير مسقية (17 بالمائة). فاقت الزيادة في إنتاج التبن 1000 كلغ/هكتار في 10 تجارب مسقية و 8 تجارب غير مسقية. حسب أثمنة القمح الصلب و المبيدات و اليد العاملة، تبين أن استعمال المبيدات ضد الأعشاب عريضة الأوراق كان مربحا في 100 بالمائة من التجارب البورية. كما تبين أن استعمال المبيدات ضد النجيليات كان مربحا في 97 بالمائة من التجارب المسقية و 44 بالمائة من التجارب الغير المسقية. تأكد أن إنتاج الحب و التبن كان مرتفعا عندما تم استعمال عدة تقنيات فلاحية زيادة على مكافحة الأعشاب بالمبيدات. إن تكوين الفلاحين في ميادين التعرف على الأعشاب خلال المراحل الأولى من نمو النبات واختيار مبيدات الأعشاب و كذا حسن استعمالها يعتبر ضروريا لتعميم مكافحة الأعشاب في القمح الصلب بالمغرب.

الكلمات المفتاحية: قمع صلب، المكافحة الكيماوية للأعشاب، خسارة في الإنتاج، الربح الإقتصادي، المغرب

# Introduction

Les premiers essais du désherbage du blé dur au Maroc ont été réalisés à Meknès en 1969-70 (Badri, 1970). D'autres essais ont été par la suite conduits en 1970-71 dans les provinces de Meknès et de Khémisset (Ratbi, 1971; Petzoldt et Salah-Bennani, 1978). L'objectif de ces essais était d'évaluer plusieurs herbicides (benzoylprop éthyle, chlortoluron, 2,4-D ou acide dichloro-phénoxy acétique, dichlobénil + monolinuron, flamprop isopropyle, MCPA ou acide méthyle-chloro-phénoxy acétique, MCPP ou mécoprop ou acide méthyle-chloro-phénoxy propionique, métoxuron, néburon, nitrofène, simazine, terbutryne, triallate, etc...) pour le contrôle de l'avoine stérile (Avena sterilis L.) et des dicotylédones. En 1976, nitrofène était suggéré pour la lutte contre l'avoine stérile en post-semis pré-levée du blé, benzoylprop éthyle était homologué pour combattre l'avoine stérile au stade montaison du blé, DNOC ou dinitro-orthocrésol et dinosèbe étaient recommandés pour combattre les dicotylédones au stade début tallage du blé, et les phytohormones (2,4-D, MCPA, MCPP et 2,4-D + MCPA) étaient recommandés pour la lutte contre les dicotylédones au stade fin tallage du blé (DRA, 1976). Ultérieurement, d'autres recherches sur le désherbage du blé dur ont été faites par les chercheurs de l'INRA (Tanji, 1983, 1989, 1997c et 2001; Simon et El Antri, 1984; Simon et al., 1984; Tanji et Regehr, 1988a et 1988b; Bouchoutrouch, 1990, 1992 et 1994; El Yamani et El Brahli, 1990; El Yamani et Bencharki, 1993; Aitounejjar et Tanji, 1997; El Antri, 1995 et 1998; El Antri et al., 1998; Abdennadher et Tanji, 2000; Hamal et al., 2000). D'autres essais ont été également réalisés dans le cadre des mémoires de fin d'études à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès (Badri, 1970; Ratbi, 1971; Dahmani, 1986) et à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Mechbal, 1992; Ait Hmida, 1993; Hassnaoui, 1994; Rsaissi, 1994; Sakhi, 1994; Errohi, 1995; Achgar, 1996; Diab, 1996; Haichem, 1996; Hajjaj, 1996; Halidou, 1996; Jawad, 1996; Sebbani, 1996; Zimaoui, 1996; Traibi, 1997; Hachimi, 1999 ; Benslimane, 2000). Quelques essais ont été également conduits par les sociétés phytosanitaires (Mihi, 1987; Zaimi, 1987; El M'Hammedi Alaoui, 1997).

Plusieurs herbicides ont été homologués au Maroc pour combattre les adventices dans différentes situations, en particulier pour le désherbage du blé dur (Tanji, 1996b; El Harmouchi, 1997). Environ 9 % des superficies totales de blé dur seraient traités avec les herbicides en 1995-96 (Tanji, 1998a). Dans les périmètres irrigués, environ 10 % des superficies de blé dur en bour et 30 % des superficies irriguées ont été traités avec les herbicides en 1996-97 (Tanji, 1997b). En 1999-00, environ 52 % des superficies de blé dur irrigué ont été traités avec les herbicides (Tanji, 2000).

Dans la province de Safi, les agriculteurs ont consacré 5, 40 et 83 heures pour le désherbage (avec les herbicides et/ou avec l'arrachage manuel) d'un hectare de blé dur non irrigué en 1986-87 respectivement dans les grandes, moyennes et petites exploitations (Rafsnider et al., 1990). Les durées ont été respectivement de 11, 6 et 17 heures/ha dans la province de Settat (Zimdahl et al., 1992).

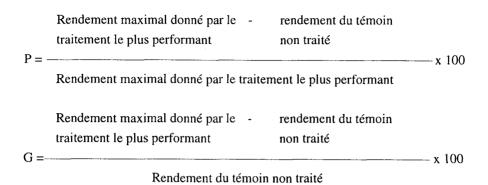
Certes, le désherbage chimique du blé dur a permis de détruire les adventices, de faciliter la récolte, d'augmenter le rendement grain et de réduire la quantité des semences d'adventices dans le grain et dans la paille (Aitounejjar et Tanji, 1997). Le désherbage chimique précoce, associé à d'autres techniques culturales performantes, est jugé indispensable pour améliorer la production du blé au Maroc (Shroyer et al., 1990; Bouaziz, 1999; Bouhache et al., 2000; Mosseddaq et al., 2000; Tanji, 2000).

Cette étude a pour buts : a) de faire le bilan des essais de désherbage chimique du blé dur réalisés au Maroc jusqu'à 2000-01, b) de mesurer les pertes de rendements grain et paille dues aux adventices, et c) de mesurer les gains de rendements grain et paille après application des herbicides.

# Matériel et méthodes

Toutes les publications disponibles (articles, rapports, communications, mémoires et thèses) qui concernent le désherbage chimique du blé dur ont été consultées (Tableaux 1 et 2). Les essais retenus dans cette synthèse sont les essais où le rendement grain a été mesuré et où le témoin non traité a été inclus dans le protocole. En général, les traitements herbicides ont été réalisés avec un pulvérisateur à dos réglé à une pression constante, équipé de buses à jet plat et délivrant un volume de 200 à 350 L/ha. Le nombre de traitements herbicides par essai a varié de 1 à 21. Les traitements ont été mis en blocs aléatoires complets à trois ou quatre répétitions. Le rendement grain a été le seul critère de performance des traitements herbicides employés

Le rendement grain a été le seul critère de performance des traitements néroicides employes dans cette analyse. Le gain de rendement dû au désherbage chimique a été calculé en faisant la différence entre le rendement maximal donné par le traitement le plus performant et le rendement des parcelles non traitées. Les pourcentages de perte de rendement grain (P) et de gain de rendement grain (G) ont été calculés selon les formules utilisées par Guillemenet (1972) et Caussanel (1989):



# Résultats et discussion

# Nombre et répartition des essais

Un total de 117 essais de désherbage chimique du blé dur a été recensé dans cette étude : 86 essais en bour (Tableau 1) et 31 essais irrigués (Tableau 2).

**Tableau 1.** Répartition de 86 essais de désherbage chimique du blé dur non irrigué selon les provinces.

		Rende	ement grain (k	g/ha)	Rendem	ent paille (k	g/ha)	
Province	e Campagne agricole	Meilleu traitem	ent non	Différence	Meilleur traitement	Térnoin non	Différence	Référence
					herbicide	désherbé		
		3204	3181	23	-	-	-	
		2903	3062	0	-	-	-	
Fès	1977-78	4199	3980	219	-	-	-	Simon et El Antri (1984)
		4880	4661	219	-	-	-	
		3686	3493	193	-	-	-	
		4891	3868	1023	-	-	-	
		3171	3126	45	-	-	-	
		3013	2835	178			-	
	1993-94	5650	3670	1980	5560	3750	1810	Sakhi (1994)
Kénitra								Bouhache et al. (2000)
	1995-96	3570	880	2690	4650	1650	3000	Jawad (1996), El Antri
								(1998)

Tableau 1. Suite

		Renden	ent grain (kg	g/ha)	Rendeme	ent paille (k	_	
rovince	Campagne	Meilleur	Témoin	Différence	Meilleur	Témoin	Différence	Référence
	agricole	traitemer	t non		traitement	non		
		herbicide	désherbé		herbicide	désherbé		
	1970-71	856	920	0	-	-	-	
	1971-72	3096	2580	516	•	-	-	
		5331	4760	571	-	-	-	<u></u>
	1972-73	2100	2000	100	-	-	-	Petzoldt et Bennani (1978
Chémiss	set	3068	2600	468		-	-	
		2299	1900	399	•	-	-	
		2436	1400	1036		-		_
	1973-74	2912	2600	312 -	• ,	-		
		3286	3100	186	-	-	-	
	4	2730	2600	130	-	-	-	
	1977-78	5994	4528	1466	-	-	•	Simon et El Antri (1984)
		5253	3801	1452		-	-	
		6526	5008	1518	-	-	-	
		6904	2386	4518	-	-	-	
	1993-94	3030	1890	1140	6280	5740	540	Nihou (1994)
		2750	1100	1650	6030	4270	1760	
Marrake	ech					31,1-		
	1981-82	265	125	140	-	-	-	Tanji (1983)
	1984-85	2550	1920	630	-	-	-	Mihi (1987)
Meknès	1985-86	4100	3000	1100	-	-	-	
	1993-94	2280	50	2230	3220	780	2440	Hassnaoui (1994),
								Bouhache et al. (1997)
Safi	1981-82	285	190	95	-	-	-	Tanji (1983)
		238	157	81	-	-	-	
	1986-87	420	230	190	-	-		Bouchoutrouch (1990)
		190	130	60	-		-	
		420	310	110	-	-	-	
		150	210	0	-	-	-	
		1020	865	155	-	•	-	
		1852	1481	371	-	-	-	
		2100	1547	553	-	-	-	
	1977-78	1608	1273	335	-	-	-	Simon et El Antri (1984)
		1086	770	316	-	-	-	
Settat		1656	1191	465	-	-	-	
		1150	758	392	-	-	-	
		1125	895	230	-	-	-	
		1388	1091	297	-	-	-	
		1098	883	215	-	-	-	

Tableau 1. Suite

		Rende	ment grain (k	g/ha)	Rendeme	ent paille (k	g/ha)		
Province	Campagne	Meilleu	r Témoin	Différence	Meilleur	Témoin	Différence	e Référence	
	agricole	traitem herbicio			traitement herbicide	non désherbé			
	1978-79	1300	964	336	- Her bicide	desilerbe	-	Simon et al. (1984)	
	1981-82	951	541	410				Tanji (1983)	
		2388	2390	0				Tanji (1963)	
		1683	1558	125	_		_		
	1984-85	2193	2153	40		•	-		
		3335	3058	277	_	_	-		
		3273	3268	5		-	-		
		2418	2355	63	•	-	-		
		900	713	187	•	-	•		
		1258	1313	0	_	-	-	Tanii at Dagaha (1000h)	
		1614	1426	188			<del>-</del>	_Tanji et Regehr (1988b)	
		2114	2200	0	•	-	-		
		2139	1858	281	•	-	-		
Settat		3934	3771	0	-	-	•		
	1985-86	3403	3427	0	•	-	•		
,	1703-00	2446	2342	104	-	-	-		
		1332	1168		-	•	-		
		1332		164	-	-	-		
			1016	273	-	-	-		
		1564 3087	1553 3323	11 0	-	-	-		
		1642	1759	0	-	-	-		
		1661	859						
				802	1838	1506	332	Tanji et Regeher (1988a)	
		580	600	0	-	-	-		
1	986-87	910 710	820 840	90 0	-	-	-	D 1	
	200-07	740	800		•	-	-	Bouchoutrouch (1990, 1992	
		730	820	0	-	-			
		1300	710	590	-	-	-		
		3006	1283	1723	10188	9140	1048	T:: (1000)	
		2810	1160	1650	10100	2140	1046	Tanji (1989)	
1	987-88	2930	1460	1470			-		
		2640	2600	40		-	-	Bouchoutrouch (1992)	
		1940	1810	130	-	-	_	200011001100011 (1772)	
1	988-89	4160	3830	330	-	-	-	Elyamani et El Brahli (1990	
1	993-94	1890	1454	436	6755	5804	951	Rsaissi (1994) Bouhache et al. (1997)	
		2006	1149	857	4289	3092	1197	Rsaissi (1994)	
1	995-96		2124	404	5025	4718	307	Tanji (1997)	
1	998-99		3400	1000	-	-		Tammah (2001)	
	000-01		4100	1000		_			
aounate			2229	306		-	-	Simon et al. (1984)	

Les essais en bour sont répartis dans 8 provinces. La province de Settat a connu la réalisation de 49 essais dont 23 ont été installés chez les agriculteurs (Tanji et Regehr, 1988b; Rsaissi, 1994 ; Tammah, 2001) et 26 au domaine expérimental de l'INRA à Sidi El Aidi ou aux unités de production de SOGETA (Tanji, 1983, 1989 et 2001; Simon et El Antri, 1984; Simon et al., 1984; Tanji et Regehr, 1988a; Bouchoutrouch, 1990, 1992; Elyamani et El Brahli, 1990). Dans la province de Khémisset, 14 essais ont été conduits au domaine de l'INRA à Merchouch (Petzoldt et Salah-Bennani, 1978; Simon et El Antri, 1984) et deux autres dans une unité de production de SOGETA (Nihou, 1994). A Fès, 8 essais ont été réalisés au domaine de l'INRA à Douivet (Simon et El Antri, 1984). Les 6 essais conduits dans la province de Safi ont été installés au domaine de l'INRA à Jemaa Shaim (Tanji, 1983; Bouchoutrouch, 1990). Dans la province de Kénitra, deux essais en bour ont été installés à la ferme d'application du Gharb (FAG) à Mograne, près de Sidi Allal Tazi (Sakhi, 1994; Jawad, 1996). A Meknès, deux essais ont été suivis chez les agriculteurs (Mihi, 1987) et un dans une unité de production de SOGETA (Hassnaoui, 1994). A Marrakech, un essai a été implanté au domaine de l'INRA à Souihla, Marrakech (Tanji, 1983). Un essai a été réalisé dans la région de Tissa, province de Taounate (Simon et al., 1984).

Tableau 2. Répartition de 31 essais de désherbage du blé dur irrigué selon les périmètres.

		Rende	ment grain (i	(g/ha)	Rendeme	ent paille (kg	/ha)	_
Lieu	Campagne agricole		r Témoin ent non le désherbé	Différence	Meilleur traitement herbicide	Témoin non désherbé	Différence	Référence
		6200	4400	1800	•	-	-	
	1993-94	6500	5400	1100	-	-	-	
		6000	4400	1600	-	-	-	Bouaziz (1999)
Doukka	ala	4400	3200	1200	-	-	-	
		5000	4100	900	-	-	-	
		5200	3900	1300	-		-	
	1994-95	1420	1149	271	-	-		Aitounejjar et Tanji (1996)
		3319	2769	550	-	-	-	
		3351	2313	1038	-	_	-	Tanji (1997)
		6330	3370	2960	8100	8400	0	
	1995-96	6170	3080	3090	8600	9000	0	
		6010	3810	2200	11400	9800	1600	Haichem (1996)
		4540	2660	1880	8900	7800	1100	
		6070	3090	2980	11900	10900	1000	
		6020	3380	2640	10900	10400	500	

Tableau 2. Suite

		Reno	lement grain (	(kg/ha)	Rendem	ent paille (kg	g/ha)	. ,
Lieu	Campagne	Meille	ur Témoin	Différence	Meilleur	Témoin	Différence	Référence
	agricole	traiten	nent non		traitement	non		
		herbic	ide désherbé	£	herbicide	désherbé		
	1991-92	4130	3710	420	6940	5500	1440	Mechbal (1992)
	1992-93	7020	5109	1911	5412	4808	604	Ait Hmida (1993)
		7139	6045	1094	8036	6893	1143	
	1993-94	6250	3550	2700	-	-	-	Sakhi (1994),
								Bouhache et al. (2000)
Gharb	1995-96	2830	1796	1034	5643	3548	2095	Hajjaj (1996)
		5080	4370	710	8100	5380	2720	Sebbani (1996)
	1996-97	3170	1890	1280	7293	4645	2648	Traibi (1997)
	1998-99	9627	3641	5986	-	-		Hachimi (1999)
	1999-00	6000	4810	1190	-	-	_	Benslimane (2000)
Haouz	1985-86	5000	4050	950	-	-	-	Mihi (1987)
	1984-85	4200	3100	1100	•	-		Mihi (1987)
	1985-86	4500	2900	1600	-	-		, ,
	1993-94	7219	5444	1775	9501	7908	1593	Errohi (1995)
Tadla								Mosseddaq et al. (2000)
	1994-95	6825	6087	738	9095	8792	303	Diab (1996)
								Mosseddaq et al. (2000)
		7150	4540	2610	9181	5690	3491	
	1996-97	3570	890	2680	-		El Antri (	1998)

Trente et un (31) essais de désherbage du blé dur irrigué ont été réalisés dans les périmètres (Tableau 2). Au Doukkala, trois essais sur 15 ont été suivis au domaine expérimental de l'INRA à Khémis Zemamra (Aitounejjar et Tanji, 1996; Tanji, 1997c). Les 9 essais du Gharb ont été conduits à la ferme d'application du Gharb (FAG) (Mechbal, 1992; Ait Hmida, 1993; Sakhi, 1994; Hajjaj, 1996; Sebbani, 1996; Traibi, 1997; Hachimi, 1999; Benslimane, 2000). Au Tadla, deux essais ont été conduits chez les agriculteurs (Mihi, 1987) et quatre dans les domaines publiques: un au domaine expérimental de l'INRA à Afourer (El Antri, 1998), un à la ferme d'application du Tadla (FAT) (Errohi, 1995), un à la ferme école du Tadla (FETA) à Fkih Ben Salah (Diab, 1996) et un à la station des expérimentations hydro-agricoles (SEHA) à Oulad Gnaou (Diab, 1996). Au Haouz, un essai a été réalisé chez un agriculteur près d'El Kelaa des Sraghna (Mihi, 1987).

# Adventices rencontrées dans les essais

En bour, 39 essais de désherbage chimique du blé dur ont concerné la lutte contre les adventices dicotylédones : 35 à Settat (Tanji et Regehr, 1988a et 1988b ; Tanji, 1989 ; Bouchoutrouch 1990 et 1992 ; Tammah, 2001) et 4 à Safi (Bouchoutrouch, 1990). Trois essais irrigués visaient

la lutte contre les dicotylédones dans le périmètre des Doukkala (Aitounejjar et Tanji, 1996; Tanji, 1997c). Parmi les espèces adventices identifiées dans les essais, il faut citer l'astragale d'Andalousie (Astragalus boeticus L.), la centaurée géante (Centaurea diluta Aiton), le chardon de Marie (Sylibum marianum L.), la chicorée frisée (Cichorium intybus L.), le chrysanthème à couronnes (Chrysanthemum coronarium L.), le coquelicot (Papaver rhoeas L.), l'émex épineux (Emex spinosa (L.) Campd.), le gaillet à trois cornes (Galium tricornutum Dandy), la moutarde des champs (Sinapis arvensis L.) et la vaccaire d'Espagne (Vaccaria hispanica (Miller) Rauschert). Un essai à Settat avait pour objectif la destruction chimique de l'oxalis pied de chèvre (Oxalis pes-caprae L.) dans un champ de blé dur (Rsaissi, 1994; Rsaissi et Bouhache, 1994). Toutes ces espèces sont considérées nuisibles aux céréales d'automne en général et au blé dur en particulier (Hoesle, 1984; Ouattar et Ameziane, 1989; Tanji, 1994 et 1997a; El Antri, 1997; Taleb et al., 1998 et 2000; Tourkmani et al., 2000).

En bour, 27 essais ont concerné la destruction de l'avoine stérile et des dicotylédones : 16 à Khémisset (Petzoldt et Salah-Bennani, 1978 ; Nihou, 1994), huit à Fès (Simon et El Antri, 1984), deux à Meknès (Mihi, 1987) et un à Taounate (Simon et al., 1984). Cette même espèce a fait l'objet de 22 essais dans les périmètres irrigués : neuf au Gharb (Mechbal, 1992 ; Ait Hmida, 1993 ; Sakhi, 1994 ; Hajjaj, 1996 ; Sebbani, 1996 ; Traibi, 1997 ; Hachimi, 1999 ; Benslimane, 2000), six à Doukkala (Haichem, 1996), six au Tadla (Mihi, 1987 ; Errohi, 1995 ; Diab, 1996 ; El Antri, 1998) et un au Haouz (Mihi, 1987). L'avoine stérile est une graminée redoutable dans les champs de céréales d'automne (Soriba, 1982 ; Hoesle, 1984 ; DPVCTRF, 1987 ; Ouattar et Ameziane, 1989 ; Tanji, 1994 et 1997a ; Taleb et al., 1998 et 2000 ; Tourkmani et al., 2000).

Des essais dans le Gharb ont concerné la lutte contre l'ivraie raide (*Lolium rigidum* Gaud.) (Sakhi, 1994; Jawad, 1996; Hachimi, 1999). Cette graminée annuelle prend de plus en plus de l'ampleur dans les champs de blé dans plusieurs régions céréalières (Hoesle, 1984; Tanji, 1994 et 1997a; Taleb et al., 1998 et 2000; Tourkmani et al., 2000).

L'alpiste à épi court (*Phalaris brachystachys* Link) a été indiqué dans certains essais irrigués au Tadla (Diab, 1996) et dans d'autres régions céréalières (Hoesle, 1984). L'alpiste mineur (Phalaris minor Retz.) a été rencontré dans des essais irrigués au Gharb (Mechbal, 1992), au Doukkala (Haichem, 1996), à Safi et à Settat (Tanji, 1997a). L'alpiste déformé (*Phalaris paradoxa* L.) a été rencontré dans des essais en bour à Khémisset (Nihou, 1994), à El Jadida et Settat (Tanji, 1997a).

**Tableau 3.** Répartition de 117 essais de désherbage chimique du blé dur selon le mode de gestion des essais.

Lieu	Nombre d'essais réalisés dans les domaines de l'état <sup>a</sup>	Nombre d'essais réalisés chez les agriculteurs <sup>b</sup>	Total
Essais en bour			
Fès	8	0	8
Kénitra	2	0	2
Khémisset	16	0	16
Marrakech	1	0	I
Meknès	1	2	3
Safi	6	0	6
Settat	26	23	49
Taounate	1	0	1
Total	61	25	86
Essais en irrigu	ıé		
Doukkala	15	0	15
Gharb	9	0	9
Haouz	0	1	1
Tadla	4	2	6
Total	28	3	31

<sup>a</sup>Domaines expérimentaux de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), fermes d'application de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, ferme d'application de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, fermes d'application des Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole (ORMVA), fermes d'application des Instituts Techniques Agricoles (ITA), unités de production de la Société de Gestion des Terres Agricoles (SOGETA), etc...

<sup>b</sup>L'agriculteur cède gratuitement au chercheur une parcelle ou une portion de parcelle semée. Le chercheur fait les traitements herbicides, évalue les traitements et prélève les échantillons de culture pour estimer les rendements. Le reste de la récolte est laissé à l'agriculteur.

Plusieurs essais de désherbage ont concerné le contrôle du brome rigide (*Bromus rigidus* Roth) : des essais à Settat (Rsaissi, 1994 et 2000 ; Bouhache et al., 1997 ; Tanji, 1997d, 1998b, 1999 et 2001 ; Abdennadher et Tanji, 2000) et autres à Meknès (Saffour, 1992 ; Hamal, 1993 ; Hassnaoui, 1994 ; Bouhache et al., 1997 ; Rzozi et al., 1998). C'est une adventice redoutable dans plusieurs régions céréalières marocaines (Taleb, 1998). Heureusement, métribuzine et sulfosulfuron ont démontré une bonne efficacité sur cette espèce (Tanji, 1998b, 1999 et 2001).

Les densités des adventices dans les parcelles non désherbées ont été estimées dans 40 essais : 29 en bour et 11 en irrigué (Tableau 4). Elles ont été inférieures à 200 plantes/m² dans 33 essais. Cinq essais en bour ont enregistré des densités variant entre 400 et 800 plantes/m².

**Tableau 4.** Densité des adventices rencontrées dans les parcelles non traitées dans 40 essais de désherbage chimique du blé dur.

_			Densité	des adve	ntices (p	lantes/m²	·)		
	0 - 50	51 - 100	101 - 150	151 - 200	201 - 250	251 - 300	301 - 400	401 - 500	501 - 800
Blé dur bour									
Kénitra (2 essais)	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Khémisset (2 essais)	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Meknès (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Settat (24 essais)	9	5	6	3	0	0	0	0	1
Blé dur irrigué									
Doukkala (3 essais)	1	2	0	0	. 0	0	0	0	0
Gharb (4 essais)	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Tadla (4 essais)	3	0	0	0	0	0	1	0	0

Les poids secs de la partie aérienne des plantes adventices dans les parcelles non désherbées ont été indiqués pour 60 essais : 41 en bour et 19 en irrigué (Tableau 5). Cinq essais en irrigué et 23 en bour ont produit moins de une tonne/ha. Onze essais en bour et deux en irrigué ont donné entre une et deux tonnes de biomasse/ha. Entre 6 et 8 tonnes ont été récoltées dans 4 essais. Ces valeurs démontrent clairement les quantités importantes de phytomasse qui peuvent être produites dans les champs de blé dur qui restent sans désherbage. D'ailleurs, de nombreux agriculteurs (qui ne font pas de désherbage chimique) s'intéressent à collecter les adventices entre stade tallage et maturité de la culture pour alimenter le cheptel (Tanji, 1993).

**Tableau 5.** Poids sec de la partie aérienne des plantes adventices rencontrées dans les parcelles non traitées dans 60 essais de désherbage chimique du blé dur.

e,				Poids sec	des adventi	ces (kg/ha)				
	0 - 100	101 - 250	251-500	501-1000	1001-2000	2001-3000	3001-4000	4001 - 5000	5001-6000	6000-8000
Blé tendre bour										
Kénitra (2 essais)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Khémisset (2 essais)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Meknès (1 essai)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Safi (4 essais)	0 .	0	2	0	2	0	0	0	0	0
Settat (32 essais)	2	- 4	6	9	9	2	0	0	0	0
Blé tendre irrigué										
Doukkala (7 essais)	0	0	0	1	0	1	1	3	1	0
Gharb (9 essais)	0	0	0	2	2	2	. 1	0	0	2
Tadla (3 essais)	. 0	0	1	1	0 .	0	1	0	0	0

# Efficacité des herbicides

Quarante cinq (45) herbicides ont été testés dans 86 essais de désherbage chimique du blé dur non irrigué (Tableau 6). Les 4 herbicides les plus étudiés ont été : 2,4-D (29 essais), bentazone + 2,4,5-T (24 essais), ioxynil + mécoprop (24 essais) et mécoprop + 2,4-D (23 essais).

Les deux herbicides anti-folles avoines les plus étudiés ont été : métoxuron (28 essais) et chlorphénoprop méthyle (22 essais). Vingt deux (22) herbicides ont été testés une ou deux fois seulement en milieu bour.

Quinze désherbants ont été testés en irrigué (Tableau 7). Les 5 herbicides anti-graminées les plus étudiés ont été: tralkoxydime (11 essais) et diclofop méthyle (5 essais). Les 3 herbicides anti-dicotylédones les plus étudiés ont été: 2,4-D + MCPA (10 essais), triasulfuron + terbutryne (8 essais) et tribénuron méthyle (6 essais). Huit herbicides ont été testés une ou deux fois seulement.

La longue liste des herbicides testés dans les essais du désherbage du blé dur (Tableaux 6 et 7) montre l'intérêt des sociétés phytosanitaires à homologuer continuellement des produits valables. Ainsi, les herbicides anti-graminées qui ont été efficaces sur l'avoine stérile sont :

- 1) clodinafop propargyle (El M'Hammedi-Alaoui, 1997; Hachimi, 1999),
- 2) diclofop méthyle (Petzoldt et Salah-Bennani, 1978; Hamal, 1984; Mechbal, 1992; Ait Hmida, 1993; Nihou, 1994; Sakhi, 1994; Sakhi et al., 1994; Diab, 1996; Haichem, 1996),
- 3) Fénoxaprop-p-éthyle (Ait Hmida, 1993),
- 4) flampropisopropyle (Hamal, 1984),
- 5) imazaméthabenz (El Antri, 1995),
- 6) tralkoxydime (Mihi, 1987; Mechbal, 1992; Ait Hmida, 1993; Sakhi, 1994; El Antri, 1995; Errohi, 1995; Hajjaj, 1996; Sebbani, 1996; Zimaoui, 1996; Traibi, 1997) et
- 7) triallate (Badri, 1970; Ratbi, 1971; Petzoldt et Salah-Bennani, 1978; El Antri, 1995 et 1998; Jawad, 1996).

Les anti-graminées qui ont donné entière satisfaction sur l'ivraie raide sont : clodinafop propargyle (El M'Hammedi-Alaoui, 1997 ; Hachimi, 1999), diclofop méthyle (Haichem, 1996) et tralkoxydime (Mihi, 1987 ; Errohi, 1995 ; Hajjaj, 1996). Le seul herbicide qui a été très efficace sur les alpistes est clodinafop propargyle (El M'Hammedi-Alaoui, 1997 ; Hachimi, 1999 ; Tanji, 2000). Malgré son imparfaite sélectivité vis-à-vis du blé dur, métribuzine a été efficace sur le brome rigide et plusieurs dicotylédones annuelles (Hassnaoui, 1994 ; Rsaissi, 1994 ; Tanji, 1998b ; Hamal et al., 2000). Sulfosulfuron a ralenti passagèrement la croissance des plantes du blé dur, mais il a donné une efficacité acceptable sur le brome rigide particulièrement au stade plantule (Tanji, 1999 ; Abdennadher et Tanji, 2000 ; Hamal et al., 2000 ; Rsaissi, 2000 ; Tammah, 2001).

Tableau 6. Liste des herbicides et nombre de tests pour chacun des produits utilisés dans 86 essais de désherbage chimique du blé dur non irrigué.

Matière active	Spécialité	Fès	Kénifra	Khemisser	Marrakech	Meknes	San	Settat	Jaounate	Iotai
	commerciale	(8 essais)	(2 essais)	(16 essais)	(1 essai)	(3 essais)	(6 essais)	(49 essais)	(1 essai)	(86 essais)
Bentazone	Basagran	0	0	0	-	0	_	<u>-</u>	0	8
Bentazone + dichlomron	Basagran DP	0	0	0	0	=	0	7	0	7
Bentazone + 2.4.5-T	Basagran DPT	∞	0	4	0	0	0	11	-	24
Bentazone + MCPA	Basagran M	0	0	0	0	0	0	_	0	1
Benzovlprop 6thyle	Suffix 20	~	0	13	0	0	0	01	0	31
Bifenox	Modown	0	0	0		0	0	0	0	-
Bromoxvnil + MCPA	Buctril M	0	0	0	0	0	-	3	С	4
Chlorobénoprop méthyle	Bidisin	<b>∞</b>	0	4	0	0	0	10	0	22
Chlorsulfuron	Glean = DPX 4189	0	0	0	0	0	2	_	0	3
Chlortoluron	Dicuran	0	0	5	0	0	0	_		7
Clopyralide + MCPA	Lontrel M350	0	0	0	0	0	0	2	0	2
2.4-D	Plusieurs	0	-	0		0		56	0	53
2,4-D + MCPA	Plusicurs	c	-	0	0	2	4	6	0	16
Dichlobenil + monolinuron	Cyclanit	0	0	0	0	_	0	0	c	-
Dichlorprop	U 46 DP Fluide	Φ	0	0	0	0	0	1	0	_
Dichlorprop-p	Duplosan DP	0	0	0	0	0	0	_	0	
Diclofop methyle	Illoxan	o		0	0	3	0	2	_	7
Diclofop méthyle + bromoxynil		0	0	0	0	0	-	_	0	7
Dinoterbe + Mécoprop	DM 68	0	0	0	0	0	c	_	0	
Flamprop isopropyle R isomère	e Suffix 425	0	0	0	0	0	0	_	_	7
Flamprop isopropyle + MCPA	Suffix double action	0 10	0	0	0	0	-	7	0	7
Florasulame + 2,4-D	Mustang	0	0	0	0	0	0	-	0	_
Florasulame + flumetsulame	Derby	0	0	0	0	0	0	_	0	
loxynil	Touryl	0	0	9	0	0	0	_	<b>-</b>	7
loxynil + mécoprop	Certrol H	∞	0	4	0	0	0	12	0	24
Isoproturon	Ip Flo	0	0	0	0	0	_	7		4 :
Isoproturon + dinoterbe	Tolkan	4	0	0	0	0	o ·	S.	o «	ς,
Isoproturon + ioxynil + mécoprop		0	0	0	0	0	_		0 (	7
Mécoprop-p	Duplosan KV	0	0	0	0	0	0	_	0	_ :
Mécoprop + 2.4-D	U 46 KV Combi Fluide	luide 8	0	4	0	0	0	=	0	23
Mécoprop + dichlorprop + MCPA	Triot	uper 0	0	0	-	0	_	_	0 (	m e
Mécoprop-p+dichlorprop-p+MCP/	ACPA Duplosan Super	per 0	-	0	0	0	0	_ :	0 (	7
Méthabenzthiazuron	Tribunil	4	0	0	0	0	0	9	0 ;	4
Métosulame + 2,4-D	Sansac	0	0	0	0	c ·	0	_ ;	٥,	- 8
Métoxuron	Dosanex	<b>∞</b>	0	œ	0	0	0	Ξ,	<b>-</b>	87.
Métribuzine	Sencor	0	0	0	0		0 (	m (	<b>-</b>	4.
Métribuzine + isoproturon	Sencor IP	0	0	0	0	_	0	0	0	<b>-</b> , ·
Nitrofène	Tok E 25	0	0	4	0	0	0	_	(	9 .
Oxadiazon	Ronstar	0	0	0	0	0	0	_	0 ,	<b></b> .
Simazine	Gésatope	0	0	0	0	_	0	0	o (	
Terbutryne	Igrane	0	0	0	0	_	0		0 0	7 (
Tralkoxydime	Grasp	0	-	0	0	2	0	0	0 :	<b></b>
Triallate	Avadex	0	_	7	0	0	0	0	0	×
Triasulfuron + terbutryne	Logran Extra	C		o	0	c	0	_	0	2
		<	•	•	•		_	~	c	•

**Tableau 7.** Liste des herbicides et nombre de tests pour chacun des produits utilisés dans 31 essais de désherbage chimique du blé dur irrigué.

Matière active <sup>a</sup>	Spécialité		Périmètr	e		Total
	commerciale	Doukkala	Gharb	Haouz	Tadla	(31 essais)
		(15 essais)	(9 essais)	(1 essai)	(6 essai:	s)
Carfentrazone + 2,4-D	Aurora	0	1	0	0	1
Clodinafop propargyle	Topik	0	1	0	0	1
2,4-D	Plusieurs	0	3	0	0	3
2,4-D + MCPA	Plusieurs	7	2	0	1	10
Diclofop méthyle	Illoxan	0	3	0	2	5
Diflufénican + bromoxyni	il Jaguar	1	0	0	0	1
Diflufénican + MCPA	Tigrex	1	0	0	0	1
Fénoxaprop-p-éthyle	Puma S	0	1	0	0	1
Imazaméthabenz	Assert=Dagger=Phara	on 0	1	0	0	1
мсра	Printyl	0	2	0	0	2
Mécoprop-p + dichlorpro	p-					
p + MCPA	Duplosan Super	0	3	0	0	3
Tralkoxydime	Grasp	0	7	1	3	11
Triallate	Avadex	0	0	0	1	1
Triasulfuron + terbutryne	Logran Extra	0	6	0	2	8
Tribénuron méthyle	Granstar	3	3	0	0	6

<sup>\*2,4-</sup>D: acide dichloro-2,4 phénoxy acétique; MCPA: acide méthyle chloro-2,4 phénoxy acétique ou acide méthyle chloro-2,6 phénoxy acétique.

Depuis son introduction au Maroc en 1947 (Rosella, 1947), le 2,4-D a été efficace sur de nombreuses dicotylédones annuelles comme le coquelicot, la moutarde des champs, le chardon de Marie, l'émex épineux, etc... et vivaces comme le liseron fausse guimauve : *Convolvulus althaeoides* L. et le liseron des champs : *C. arvensis* L. (Tanji et Regehr, 1988a et 1988b ; Mechbal, 1992 ; Sakhi, 1994). Le mélange 2,4-D + MCPA a été également efficace sur de nombreuses adventices dicotylédones (Bouchoutrouch, 1990, 1992 et 1994 ; Mechbal, 1992 ; Nihou, 1994 ; Errohi, 1995 ; Haichem, 1996 ; Zimaoui, 1996). Tribénuron méthyle a été efficace sur les plantules de nombreuses dicotylédones annuelles, en particulier l'émex épineux (Zaimi, 1987 ; Tanji et Regehr, 1988a ; Mechbal, 1992 ; Rsaissi, 1994 et 2000 ; Aitounejjar et Tanji, 1997 ; Hachimi, 1999 ; Tanji, 2000 ; Tammah, 2001). Triasulfuron + terbutryne a donné une bonne efficacité sur les plantules de nombreuses dicotylédones (Tanji et Regehr, 1988a ; Mechbal, 1992 ; Rsaissi, 1994 ; Sakhi, 1994 ; Sakhi et al., 1994 ; Diab, 1996 ; Hajiaj, 1996 ; Sebbani, 1996 ; Traibi, 1997 ; Rsaissi, 2000 ; Tanji, 2000 ; Tammah, 2001).

Le désherbage visant la destruction des adventices graminées et dicotylédones a permis d'avoir des rendements en grain plus intéressants que le contrôle des graminées seules ou des dicotylédones seules (Mechbal, 1992 ; Ait Hmida, 1993 ; Fenni, 1994 ; Sakhi, 1994 ; Zimaoui, 1996 ; Hachimi, 1999 ; Chafik, 2000). D'ailleurs, les herbicides anti-graminées et anti-dicotylédones cités dans les tableaux 6 et 7 ont été non seulement testés dans des essais de désherbage du blé dur, mais également recommandés par la recherche et la vulgarisation et par conséquent employés par les agriculteurs à travers tout le Maroc (DRA, 1976 ; El Behri,

1985; Tanji, 1992, 1994 et 1995; Tanji et Karrou, 1993) et particulièrement à Meknès (Hamal, 1984), à Khénifra (El Bejjaj, 2000), au Doukkala (Maddahi, 1992; Chaouki, 1994; Haichem, 1996), au Haouz (El Midaoui, 1997; Chafik, 2000), au Loukkos (Anechoum, 1975), au Gharb (Tammah, 1995) et au Tadla (Rami, 1992; El Majnaoui, 1993; Errohi, 1995; Mosseddaq et al., 1997).

En réalité, aucun herbicide ou mélange d'herbicides cités dans les tableaux 6 et 7 n'a pu contrôler efficacement la totalité des adventices rencontrées dans les parcelles de blé dur. Les avantages et les inconvénients du désherbage chimique et des autres techniques de désherbage non chimique ont été évoqués par différents auteurs en particulier Petzoldt et Salah-Bennani (1978), Tanji et al. (1993), Bouhache et El Antri (1998) et Hamal (1997). La lutte intégrée (combinant la rotation des cultures, les traitements herbicides précoces, l'arrachage manuel des adventices partiellement contrôlées ou incontrôlées par les herbicides, etc...) permettrait de mieux contrôler les adventices et de mieux valoriser les intrants.

#### Sélectivité des herbicides

Un total de 23 essais en bour a concerné la sélectivité des variétés du blé dur à l'égard des herbicides : 11 essais à Settat (Simon et El Antri, 1984 ; Simon et al., 1984), 8 essais à Fès (Simon et El Antri, 1984) et 4 à Khémisset (Simon et El Antri, 1984). Les herbicides testés (Tableaux 6 et 7) ont été dans la plupart des cas sélectifs au blé dur. Toutefois, des dégâts de phytotoxicité ont été parfois visibles sur les plantes de blé dur. Ces dégâts sont généralement sans incidence sur les rendements en grain comme le cas de métribuzine (Bouhache et Saffour, 1993; Hassnaoui, 1994; Bouhache et al., 1997; Tanji, 1998b; Hamal et al., 2000), de triallate (El Antri et al., 1998), de sulfosulfuron (Tanji, 1999; Abdennadher et Tanji, 2000; Hamal et al., 2000; Rsaissi, 2000; Tammah, 2001) ou d'autres herbicides (Achgar, 1996; Halidou, 1996).

# Pertes de rendement (en %) dues aux adventices

Dans les 86 essais en bour, les pertes en rendement grain dues à la compétition des adventices ont varié entre 0 et 98 % (Tableau 8). Des pertes entre 0 et 10 % ont été enregistrées dans 35 essais. Treize essais en bour ont connu des pertes entre 11 et 20 %, et 17 autres essais ont eu des pertes entre 21 et 30 %. Vingt essais ont eu des pertes entre 31 et 80 %. Un essai de lutte contre le brome rigide à Meknès a connu la perte de rendement grain de 98 % (Hassnaoui, 1994).

Dans les 31 essais en irrigué, les pertes ont varié entre 0 et 80 % (Tableau 8). Neuf essais ont eu des pertes entre 11 et 20 %. Sept essais ont connu des pertes entre 21 et 30 %. Douze essais ont enregistré des pertes de 31 à 50 % et deux essais ont eu des pertes entre 61 et 80 %.

Les rendements de paille ont été estimés dans 25 essais : 10 essais en bour et 15 en irrigué (Tableau 9). Huit essais en bour et 15 en irrigué ont eu des pertes variant entre 0 et 40 %. Deux essais en bour ont eu des pertes entre 61 et 80 %.

**Tableau 8**. Pertes de rendement grain (en %) dues aux adventices dans 117 essais de désherbage chimique du blé dur.

Lieu		P	ertes en	rendeme	nt grain	(%)				
	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 -60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
Blé dur bour										
Fès (8 essais)	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Kénitra (2 essais)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Khémisset (16 essais)	5	4	3	1	1	1	1	0	0	0
Marrakech (1 essai)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Meknès (3 essais)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
Safi (6 essais)	1	0	1	3	1	0	0	0	0	0
Settat (49 essais)	22	9	10	1	5	2	0	0	0	0
Taounate (1 essai)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Blé dur irrigué										
Doukkala (15 essais)	0	4	4	2	5	0	0	0	0	0
Gharb (9 essais)	1	3	1	2	1	0	1	0	0	0
Haouz (1 essai)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tadla (6 essais)	0	1	2	2	0	0	0	11	0	0

**Tableau 9.** Pertes de rendement paille (en %) dues aux adventices dans 25 essais de désherbage chimique du blé dur.

Lieu			Pert	es en rendem	ent paille (9	%)			
•	0 - 10	11 – 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 -60	61 - 70	71 - 80	
Blé dur bour			·	-					
Kénitra (2 essais)	0	0	0	1	0	0	1	0	
Khémisset (2 essais)	1	0	1	0	0	0	0	0	
Meknès (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	1	
Settat (5 essais)	2	2	1	0	0	0	0	0	
Blé dur irrigué									
Doukkala (6 essais)	4	2	0	0	0	0	0	0	
Gharb (6 essais)	0	2	1	3	0	0	0	0	
Tadla (3 essais)	1	1	0	1	0	0	0	0	

Tous ces niveaux de pertes de rendements en grain et en paille (Tableaux 8 et 9) mettent en évidence la nuisibilité des adventices aussi bien en milieu bour qu'en irrigué. En effet, les plantes adventices d'une part concurrencent les plantes du blé dur pour l'humidité du sol, les éléments fertilisants et la lumière, et causent par conséquent des pertes de rendements grain et paille (El Alami-Idrissi, 1992 ; Saffour, 1992 ; Zimdahl et El Brahli, 1992 ; Hamal, 1993 ; Hajjaj, 1996 ; Sebbani, 1996 ; Traibi, 1997 ; Benslimane, 2000), et d'autre part entravent l'avancement de la moissonneuse-batteuse et causent des pertes au moment de la récolte (Tanji, 1997a ; Aitounejjar et Tanji, 1997). Les pertes en grain seraient dues à la réduction du nombre d'épis/plante et du nombre de grains par épi, alors que les pertes en paille seraient dues à la

diminution de la hauteur des plantes, du nombre de talles par plante, du nombre de feuilles par plante et de la surface foliaire (Soriba, 1982; Saffour, 1992; Hamal, 1993; Fenni, 1994). Aussi, certaines espèces adventices hébergent des maladies importantes du blé dur (Tanji et al., 1995; Taleb et al., 1999).

Les pertes de rendement comprises entre 0 et 10 % sont considérées faibles. Ceci est probablement dû soit au faible degré d'infestation par les adventices dans les parcelles non désherbées soit à la faible efficacité des traitements herbicides. Par ailleurs, la variation des pertes de rendement d'un essai à un autre ou d'une campagne à une autre est due à plusieurs facteurs, en particulier les conditions climatiques, l'espèce adventice, la fertilisation, la variété, la date de semis, la densité de la culture, la densité des adventices, la levée des adventices par rapport à la culture, l'époque du désherbage et le niveau d'efficacité des traitements herbicides (Zimdahl, 1990).

#### Gains de rendement (en %) dus au désherbage chimique

Sur 86 essais en bour, 33 essais ont eu des gains de rendement grain compris entre 0 et 10 % (Tableau 10). Onze essais ont connu des gains variant entre 11 et 20 %. Treize essais ont enregistré des gains entre 21 et 30 % et 15 autres ont eu des gains entre 31 et 60 %. Six essais ont connu des gains compris entre 71 et 100 % et huit ont eu des gains dépassant 100 %.

**Tableau 10.** Gains de rendement grain (en %) dus aux traitements herbicides dans 117 essais de désherbage chimique du blé dur.

Lieu	Gains de rendement grain (%)										
	0 -10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 -50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100	> 100
Blé dur bour											
Fès (8 essais)	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Kénitra (2 essais)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Khémisset (16 essais)	4	4	2	2	0	1	0	1	0	0	2
Marrakech (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	i
Meknès (3 essais)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	ł
Safi (6 essais)	1	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0
Settat (49 essais)	21	6	10	3	1	1	0	2	1	1	3
Taounate (1 essai)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé dur irrigué											
Doukkala (15 essais)	0	2	2	3	2	1	0	2	1	2	0
Gharb (9 essais)	0	3	1	1 .	0	1	1	1	0	0	1
Haouz (1 essai)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tadla (6 essais)	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	1

Sur 31 essais en irrigué, dix ont eu des gains de rendement grain variant entre 11 et 30 % (Tableau 10). Douze essais ont connu des gains entre 31 et 60 %. Sept essais ont enregistré des gains entre 61 et 100 % et deux ont dépassé 100 % de gain de rendement en grain.

Les rendements de paille ont été estimés dans 25 essais : 10 en bour et 15 en irrigué (Tableau 11). Huit essais non irrigués ont eu des gains entre 0 et 50 %, alors que deux essais ont eu des gains dépassant 100 %. Onze essais irrigués ont généré des gains entre 0 et 30 % et quatre autres ont eu des gains compris entre 51 et 70 %.

**Tableau 11.** Gains de rendement paille (en %) dus aux traitements herbicides dans 25 essais de désherbage chimique du blé dur.

Lieu _	Gains de rendement paille (%)											
	0 -10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 -50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	09 - 18	91 - 100	> 100	
Blé dur bour												
Kénitra (2 essais)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Khémisset (2 essais)	1	0	0	0	ı	0	0	0	0	0	0	
Meknès (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Settat (5 essais)	1	2	11	1	0	0	0	0	0	0	0	
Blé dur irrigué												
Doukkala (6 essais)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gharb (6 essais)	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	
Tadla (3 essais)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

Les gains de rendement en grain et/ou en paille variant entre 0 et 10 % sont probablement dus au faible degré d'infestation par les adventices ou à la faible efficacité des traitements herbicides. Par contre, les gains dépassant 100 % démontrent clairement qu'il est possible d'augmenter les rendements de grain et de paille du blé dur si le désherbage chimique est correctement fait sur des parcelles très infestées par les adventices.

# Gains de rendement (en kg/ha) dus au désherbage chimique

Dans 86 essais en bour, les gains de rendement grain ont varié entre 0 et 100 kg/ha dans 26 essais (Tableau 12). Quatorze essais ont généré des gains entre 101 et 200 kg/ha. Des gains compris entre 201 et 700 kg/ha ont été obtenus dans 27 essais. Quatre essais ont connu des augmentations entre 801 et 1000 kg/ha. Dans 15 essais, les gains en grain ont dépassé 1000 kg/ha. Dans 31 essais irrigués, 24 essais ont eu des augmentations de rendement en grain supérieures à 1000 kg/ha (Tableau 12). Concernant la paille, 6 essais en bour et 10 essais irrigués ont connu des augmentations de rendement dépassant 1000 kg/ha (Tableau 13).

Aussi bien en bour qu'en irrigué, les chiffres concernant les gains de rendement en grain et en paille démontrent nettement qu'il est possible d'augmenter les rendements grâce d'une part à un désherbage chimique bien fait et d'autre part à la combinaison du désherbage chimique avec d'autres techniques agricoles. Ainsi, la combinaison de l'irrigation et du désherbage a permis d'améliorer substantiellement les rendements en grain et en paille (Tableaux 1, 2, 10, 11, 12 et 13). Bouchoutrouch (1990, 1992 et 1994) a trouvé que le désherbage chimique du blé dur semé en novembre a amélioré les rendements en grain par rapport au blé semé en décembre ou en janvier. L'emploi d'un mélange d'herbicides pour contrôler les graminées et les dicoty-lédones dans un blé dur irrigué a donné des rendements meilleurs qu'avec le contrôle des gra-

minées seules ou des dicotylédones seules (Sakhi, 1994; Hachimi, 1999). D'ailleurs, les rendements dans les parcelles de blé dur maintenues propres avec les herbicides et l'arrachage manuel ont été supérieurs que les rendements obtenus dans les parcelles traitées avec les herbicides uniquement ou dans celles désherbées manuellement (Chafik, 2000).

**Tableau 12.** Gains de rendement grain (en kg/ha) dus aux traitements herbicides dans 117 essais de désherbage chimique du blé dur

Lieu	Gains de rendement grain (kg/ha)										
	0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-1000	> 1000
Blé dur bour											
Fès (8 essais)	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	I
Kénitra (2 essais)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Khémisset (16 essais	s) 2	2	0	2	1	2	0	0	0	0	7
Marrakech (1 essai)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meknès (3 essais)	0	0	. 0	0	0	0	1	0	0	0	2
Safi (6 essais)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settat (49 essais)	17	7	6	6	4	2	0	0	2	2	3
Taounate (1 essai)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Blé dur irrigué											
Doukkala (15 essais	0 (	0	1	0	0	ţ	0	0	0	1	12
Gharb (9 essais)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	7
Haouz (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tadla (6 essais)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5

Comparativement au désherbage tardif (stade montaison du blé), le désherbage chimique précoce au stade début tallage de la culture a) a permis de contrôler la plupart des plantules adventices et d'arrêter tôt leur compétition, b) de conserver l'humidité et les fertilisants au profit de la culture (essentiellement en milieu bour), et c) de donner des rendements meilleurs (Tanji et Regehr, 1988a; Tanji, 1994; Tanji, 1996a). Le désherbage d'un blé dur semé à un peuplement de 400 graines/m<sup>2</sup> a permis d'avoir des rendements meilleurs qu'un blé semé à 200 graines/m² (Tanji, 1997d; Bouaziz, 1999). L'irrigation ainsi que les traitements fongicides sur des parcelles désherbées avec les herbicides ont permis d'augmenter les rendements en grain et en paille (Haichem, 1996; Hachimi, 1999). Le contrôle des pucerons vecteurs du virus de la jaunisse nanisante de l'orge a permis aux plantes de blé dur d'être productives et compétitives à l'égard des adventices (El Yamani et El Brahli, 1990; El Yamani et Bencharki, 1993). L'apport d'une fertilisation adéquate aux parcelles de blé dur désherbées a amélioré les rendements en comparaison avec les parcelles non adéquatement fertilisées (Haichem, 1996). L'arrachage manuel des adventices au stade montaison du blé dans les parcelles désherbées chimiquement au stade tallage a amélioré les rendements en comparaison avec l'emploi du désherbage chimique seul ou avec l'arrachage manuel seul (Rami, 1992; Chafik, 2000).

Il faut comprendre qu'un désherbage bien fait présente toujours des avantages à court et à long termes. Car, même si le désherbage n'augmente pas ou augmente peu les rendements (cas des gains inférieurs à 10 % ou à 100 kg/ha), il contribue a) à la réduction de la production de se-

mences des adventices (ce qui diminue les infestations d'adventices dans les cultures subséquentes), b) à la facilité de la récolte, et c) à l'amélioration de la qualité des produits récoltés (grain et paille).

**Tableau 13.** Gains de rendement paille (en kg/ha) dus aux traitements herbicides dans 25 essais de désherbage chimique du blé dur.

	Gains de rendement paille (kg/ha)												
	0 -100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601 - 700	701 - 800	801 - 900	901-1000	> 1000		
Blé dur bour													
Kénitra (2 essais)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Khémisset (2 essa	is) 0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
Meknès (1 essai)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Settat (5 essais)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2		
Blé dur irrigué													
Doukkala (6 essais	s) 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3		
Gharb (6 essais)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5		
Tadla (3 essais)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2		

# Coût du désherbage

Avec le prix de 300 DH le quintal de grain de blé dur, le traitement anti-dicotylédones coûte actuellement l'équivalent de 30 à 50 kg de grain de blé (50 à 80 DH pour les phytohormones : 2,4-D et 2,4-D + MCPA ou 80 à 100 DH/ha pour les autres herbicides + 50 DH pour une journée de travail pour traiter un hectare). En se référant au tableau 12 relatif aux gains de rendement grain en kg/ha, il est évident que les gains ont pu couvrir les frais du désherbage contre les adventices dicotylédones dans 100 % des essais irrigués (31 essais) et 70 % des essais en bour (60 essais sur 86) ; les gains en rendement paille (Tableau 13) étant exclus de ces calculs économiques élémentaires.

Contre les graminées adventices (avoines sauvages, alpistes, ivraies et/ou bromes), le traitement herbicide coûte actuellement entre 400 et 700 DH/ha (+ 50 DH d'une journée de travail pour faire le traitement d'un hectare), soit l'équivalent de 150 à 250 kg de grain de blé dur. L'examen du tableau 12 montre que les gains en grain dépassant 300 kg/ha ont permis de couvrir les frais du désherbage dans 97 % des essais irrigués (30 essais sur 31) et dans 44 % des essais en bour (38 essais sur 86). En milieu bour, la rentabilité du désherbage chimique du blé en général (et particulièrement la lutte chimique contre les graminées) dépend essentiellement du niveau de rendement prévu (selon les conditions climatiques) et du prix de l'herbicide choisi.

#### Seuil de nuisibilité

Même une plante adventice par m² (10 000 plantes/ha) pourrait, en cas de présence d'une espèce adventice compétitive comme l'avoine stérile, le brome rigide, l'astragale d'Andalousie,

le chardon de Marie, le chrysanthème à couronnes, la centaurée géante, l'émex épineux, etc..., a) causer des pertes de rendement grain et paille à travers la compétition pour les ressources (humidité du sol, fertilisants et lumière), b) produire des semences, c) entraver la récolte, et d) déprécier la qualité des produits récoltés (grain et paille). L'absence des adventices dans un champ de blé dur pourrait sans doute avoir des avantages à court terme (amélioration des rendements et de la qualité du grain et de la paille, facilité de la récolte) et à long terme (réduction du nombre de semences dans le sol et diminution du nombre de plantes adventices dans les cultures subséquentes). Pour bien produire le blé dur (ou autre culture), il faut tout faire pour avoir des parcelles propres (sans adventices). Norris (2000) suggère le seuil de zéro adventice "no seed threshold" (c'est à dire il ne faut pas laisser une seule plante adventice qui pourrait produire des semences dans un champ cultivé).

#### Conclusion

Ce travail de synthèse a permis de recenser 117 essais de désherbage chimique du blé dur réalisés au Maroc entre 1970-71 et 2000-01 dans 8 provinces et 4 périmètres irrigués. En milieu irrigué, les gains de rendements grain et paille dus au désherbage chimique justifient la généralisation de l'emploi des herbicides anti-dicotylédones et anti-graminées. En milieu bour, les gains de rendement permettent de généraliser l'emploi des herbicides anti-dicotylédones. Toutefois, la rentabilité des herbicides anti-graminées en milieu bour dépend du niveau de rendement (prévu selon les précipitations) et du prix de l'herbicide choisi.

Il faut rappeler que l'objectif du désherbage est de réduire les infestations des adventices à un niveau n'affectant ni le rendement ni la qualité des produits récoltés. Même si le désherbage n'augmente pas les rendements grain et paille, il présente des avantages à court et à long termes. Le rôle du désherbage dans l'amélioration des rendements grain et paille ne s'exprime réellement que si d'autres techniques culturales (variété performante, semis précoce au semoir, densité optimale de la culture, fertilisation adéquate, irrigation d'appoint, protection phytosanitaire, etc...) lui sont associées dans le cadre d'une rotation appropriée.

Toutefois, les recherches sur le désherbage chimique du blé dur doivent continuer, aussi bien en bour qu'en irrigué, afin de trouver des traitements économiques à la portée de la majorité des céréaliculteurs marocains. La formation des agriculteurs dans les domaines a) de reconnaissance des adventices surtout au stade plantule, b) du choix des herbicides, et c) des techniques d'application est nécessaire pour la généralisation du désherbage chimique du blé dur au Maroc.

# Références bibliographiques

Abdennadher M. and Tanji A. (2000). Sulfosulfuron persistence and rate response of durum wheat cultivars and rotational crops in North Africa. Pages 117-126 in actes de la journée nationale sur le désherbage, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Achgar L. (1996). Etude de la réaction de quelques variétés du blé dur et du blé tendre aux principaux herbicides anti-graminées. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 107p.

Ait Hmida Z. (1993). Désherbage chimique du blé dur dans le Gharb. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 121p.

Aitounejjar A. et Tanji A. (1997). Le désherbage chimique, un moyen d'augmenter la qualité de la récolte mécanique du blé. Al Awamia 96:47-53.

Anechoum M. (1975). Etude agronomique du blé dur dans le région de Larache. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 90p.

Badri A. (1970). Essais de désherbage sur céréales. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, 73p.

Benslimane M. (2000). Compétitivité de quelques variétés du blé vis-à-vis des mauvaises herbes dicotylédones. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 122p.

Bouaziz A. (1999). Intensification de la céréaliculture en irrigué, cas des Doukkala. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture, No 59, Aout 1999.

Bouchoutrouch M. (1990). Etude de l'interaction date de semis, variété et contrôle des mauvaises herbes sur les rendements du blé en zone semi-aride. INRA, Rapport de stage, 32p.

Bouchoutrouch M. (1992). Yields and yield components, water use and weed infestation as affected by planting date of wheat in a semi-arid environment. INRA, Settat, 41p.

Bouchoutrouch M. (1994). Effect of date of seeding on wheat water use and weed infestation in the Chaouia region. Pages 164-169 in actes de la conférence sur les acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc, INRA, Rabat.

Bouhache M. et El Antri M. (1998). Possibilités de lutte chimique contre le brome dans une culture de blé. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture, No 41, Février 1998.

Bouhache M. et Saffour K. (1993). Désherbage des céréales. Page 15 in actes de la journée nationale de protection des plantes, Association Marocaine de Protection des Plantes (AMPP), Rabat.

Bouhache M., Rzozi S. B., Taleb A., Hassnaoui A. et Rsaissi N. (1997). Possibilités 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. et Sakhi M. (2000). Nécessité du désherbage précoce des céréales pour la valorisation des inputs. Pages 93-98 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

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

Chafik H. (2000). Diagnostic de la conduite technique des blés en irrigué dans le Haouz. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 147p.

Chaouki A. (1994). Essai itinéraire technique pour la conduite du blé dur en irrigué dans les Doukkala. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 148 p.

Dahmani M. (1986). Etude de la flore adventice du blé dur et appréciation de l'effet de divers traitements sur cette flore. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, 34p.

Diab A. (1996). Essais sur la conduite technique des blés en irrigué (cas de Tadla). Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 117p.

DRA (Direction de la Recherche Agronomique) (1976). Le désherbage des céréales. Le Vulgarisateur, Mars-Avril 1976, pp.3-6.

DPVCTRF (Direction de la Protection des Végétaux, des Contrôles Techniques et de la Répression des Fraudes) (1987). Luttons contre la folle avoine ennemi du blé. Le Vulgarisateur, pp.23-24.

El Alami-Idrissi N. (1992). Concurrence entre le blé dur et les mauvaises herbes dans le Gharb. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 122p.

El Antri M. (1995). Wild oat (Avena fatua) and stérile oat (Avena sterilis) response to selected herbicides. Ph D dissertation, North Dakota State University, Fargo, North Dakota, 93p.

El Antri M. (1997). Acquis de la recherche en matière de désherbage : cas des céréales. Pages 11-16 in actes de la journée nationale sur la problématique du désherbage des grandes cultures, Association Marocaine de Malherbologie, Meknès.

El Antri M. (1998). Stratégies de lutte contre l'avoine stérile dans les blés au Maroc. Mémoire d'accès au grade d'ingénieur en chef, INRA, Rabat, 52p.

El Antri M., Bouhache M. and Hilali H. (1998). Wheat varieties response to triallate. Pages 373-374 in Proceedings of the 6th European Weed Research Society (EWRS), Montpellier, France.

El Behri A. (1985). Synthèse des recherches sur le blé au Maroc et perspectives d'intensification de cette culture. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 120p.

El Bejjaj A. (2000). Intensification céréalière en zone de montagne : cas de la région de khénifra. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 96p.

El Harmouchi A. (1997). Situation actuelle d'utilisation des herbicides. Pages 53-60 in journée nationale sur la problématique du désherbage des grandes cultures, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Meknès.

El Majnaoui M. (1993). Contribution à l'étude de la céréaliculture en irrigué et de l'encadrement des agriculteurs (cas du périmètre du Tadla). Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 267p.

El M'Hammedi Alaoui H. (1997). Topik 080 EC: le nouvel anti-graminées sur céréales de Novartis Maroc S. A. Pages 17-20 in Actes du Troisième Congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes (AMPP), Rabat.

El Midaoui A. (1997). Place et rentabilité du blé dans le Haouz : cas du périmètre irrigué du Nfis (rive droite). Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 154p.

El Yamani M. et El Brahli A. (1990). Etudes des traitements combinés des adventices et des pucerons vecteurs du virus de la jaunisse nanisante de l'orge (VJNO) sur le rendement du blé dur 'karim' et ses composantes. Rapport d'activités 1988-89, INRA, Settat, pp.97-98.

El Yamani M. et Bencharki B. (1993). Effet du virus de la jaunisse nanisante de l'orge sur la compétitivité du blé dur avec les mauvaises herbes. Page 20 in journées nationales de protection des plantes, Association Marocaine de Protection des Plantes (AMPP), Rabat.

Errohi A. (1995). Conduite technique des blés en irrigué au Tadla : essais itinéraires techniques. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 136p.

Fenni M. (1994). Effets des mauvaises herbes sur le rendement du blé dur (variété Waha) et efficacité de quelques herbicides. Med. Fac. Landbouwm. Univ. Gent 59(3b):1299-1303.

Guillemenet R. (1972). Etude de la concurrence exercée par le vulpin des champs à l'égard du blé tendre d'hiver. Phytoma 241:9-12.

Haichem A. (1996). Intensification du blé dans le périmètre irrigué des Doukkala : densité de semis, désherbage chimique, contrôle des maladies cryptogamiques et dose d'azote. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 135p.

Hachimi M. T. (1999). Intérêt de l'utilisation des herbicides et des fongicides dans la culture du blé dur en irrigué. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 144p.

Hajjaj I. (1996). Etude comparative de la capacité compétitive de 23 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'une variété de triticale vis-à-vis des mauvaises herbes sous deux niveaux d'azote. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 99p.

Halidou A. (1996). Etude comparative de la réaction de quelques variétés du blé aux herbicides antigraminées. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 97p.

Hamal A. (1984). Désherbage du blé dans la région de Meknès. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, 63p.

Hamal A. (1993). Concurrence entre le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et une communauté d'adventices dominée par le brome dans le Saïs. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 181p.

Hamal A. (1997). Lutte non chimique contre le brome raide (*Bromus rigidus* Roth) dans les céréales. Revue de Malherbologie 1(1):10-11.

Hamal A., Rzozi S. B., Benbella M., Bouhache M. et Msetef Y. (2000). Tolérance des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) à la métribuzine et au sulfosulfuron et contrôle du brome raide (*Bromus rigidus* Roth). Pages 127-131 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Hassnaoui A. (1994). Stratégie de lutte chimique contre le brome (*Bromus rigidus* Roth) dans le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et la féverole (*Vicia faba* L.) dans le Saïs. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 162p.

Hoesle U. (1984). L'envahissement par les mauvaises herbes des parcelles céréalières dans le centre marocain. Pages 10-18 in Contribution à la Biologie, à la Propagation et à la Lutte contre les Adventices au Maroc, Link R. et Mouch M. eds, GTZ 146, Eschborn, Allemagne.

Jawad A. (1996). Possibilité de contrôle du brome rigide (*Bromus rigidus* Roth) et du ray grass (*Lolium rigidum* Gaud.) par le triallate dans une culture de blé. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 138p.

Maddahi M. (1992). Diagnostic de la conduite technique des céréales en irrigué : cas des blés dur et tendre dans les Doukkala. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 202p.

Mechbal S. (1992). Contribution à la recherche d'une stratégie de désherbage chimique du blé dur dans le Gharb. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 120p.

Mihi M. (1987). Nouvelle molécule contre folle avoine, ray grass et alpiste des céréales. Bulletin de l'Association Marocaine de Malherbologie, No 1, Mars 1987, 20-23.

Mosseddaq F., Errohi A. et Diab A. (2000). Intensification de la conduite du blé en irrigué au Tadla : efficacité et rentabilité du désherbage chimique. Pages 65-77 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocain de Malherbologie (AMM), Settat.

Mosseddaq F., Khatouri M. and Amediaz R. (1997). Cropping systems and pesticide use in the Tadla irrigated perimeter in Morocco. Page 480 in Proceedings of the Arab Congress of Plant Protection, Beirut, Lebanon.

Nihou D. (1994). Economie de l'eau et productivité de blé sur les terrains en pente. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 110p.

Norris R. (2000). My view. Weed Science 48:273.

Ouattar S. et Ameziane T. E. (1989). Le désherbage des céréales. Pages 69-81 in Les Céréales au Maroc. Les éditions Toubkal,

Petzoldt K. et Salah Bennani A. (1978). Les folles avoines au Maroc et les moyens de les combattre. Al Awamia 55:75-104.

Rafsnider G. T., Zimdahl R. L and Hammida M. (1990). Costs associated with weed management in cereals and food legumes in Safi province, Morocco. FAO Plant Protection Bulletin 38(4):188-193.

Rami E. G. (1992). Etude diagnostique de la conduite technique des blés en irrigué au Tadla. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 183p.

Ratbi M. (1971). Etude de quelques nouveaux produits herbicides proposés à l'agriculture marocaine. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, 71p.

Rosella E. (1947). Colorants nitrés ou phytohormones herbicides ? La Terre Marocaine 21(217):429-431.

Rsasisi N. (1994). Lutte chimique contre le brome rigide (*Bromus rigidus* Roth) et l'oxalide (*Oxalis pescaprae* L.) dans la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la Chaouia. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 106p.

Rsaissi N. (2000). Efficacité de quelques nouvelles molécules herbicides sur les mauvaises herbes dicotylédones associées aux céréales. Pages 99-107 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Rsaissi N. and Bouhache M. (1994). Chemical control of buttercup (*Oxalis pes-caprae* L.) in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Page 231 in proceedings of the fifth arab congress of plant protection, Fez, Morocco.

Rzozi S. B., Bouhache M., Hamal A. et Saffour K. (1998). Période critique de compétition entre le brome et le blé dur. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture, No 41, Février 1998.

Saffour K. (1992).Concurrence entre le blé dur et les mauvaises herbes dans le Saïs. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 175p.

Sakhi M. (1994). Validation de stratégies de désherbage chimique du blé dur dans le Gharb. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 99p.

Sakhi M., Rzozi S. B. and Bouhache M. (1994). Weed control in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Gharb, Morocco. Page 230 in proceedings of the fifth arab congress of plant protection, Fez, Morocco.

Sebbani L. A. (1996). Etude comparative de la capacité compétitive d'un groupe de variétés et de lignées de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'une variété de triticale vis-à-vis des mauvaises herbes sous deux régimes hydriques contrastés. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 110p.

Shroyer J. P., Ryan J., Abdel Monem M. and El Mourid M. (1990). Production of fall-planted cereals in Morocco and technology for its improvement. Journal of Agronomic Education 19:32-40.

Simon M. et El Antri M. (1984). Compte rendu des essais de désherbage chimique des céréales: essais de sélectivité. Pages 103-115 in Contributions à la biologie, à la propagation et à la lutte contre les adventices au Maroc, Link R. et Mouch M. eds., GTZ, Eschborn, Allemagne.

Simon M., El Antri M. et Bouraga L. (1984). Compte rendu des essais de désherbage chimique des céréales pour la multiplication des semences au Maroc. Pages 116-132 in Contributions à la biologie, à la propagation et à la lutte contre les adventices au Maroc. Link R. et Mouch M. eds., GTZ, Eschborn, Allemagne.

Soriba S. (1982). Etude des effets de concurrence de quatre espèces adventices sur blé dur et blé tendre. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, 50p.

Taleb A. (1998). Le brome. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture, No 41, Février 1998.

Taleb A., Bouhache M. et Rzozi S. B. (2000). Les mauvaises herbes des céréales au Maroc. Pages 1-9 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Taleb A., Bouhache M. et Rzozi S. B. (1998). Flore adventice des céréales d'automne au Maroc. Actes Inst. Agron. Vét. 18(2):121-130.

Taleb A., Ezzahiri B. et Bouhache M. (1999). Liste annotée des adventices hôtes des ennemis des céréales et légumineuses alimentaires au Maroc. Pages 295-303 in actes du deuxième symposium régional sur les maladies des céréales et légumineuses alimentaires, Nabeul, Tunisie.

Tammah E. A. (1995). Etude préliminaire de l'utilisation des pesticides dans la région de Mnasra. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 90p.

Tammah E. A. (2001). Evaluation de quelques nouveaux herbicides et fongicides sur blé à Settat. Direction Provinciale d'Agriculture (DPA), Service de la Protection des Végétaux, Settat, 30p.

Tanji A. (2001). Response of ripgut brome (*Bromus rigidus*) and foxtail brome (*Bromus rubens*) to MON 37500. Weed Technology 15:450-453.

Tanji A. (2000). Désherbage du blé et de l'orge : situation dans les périmètres irrigués en 1999-2000. Pages 79-92 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Tanji A. (1999). Désherbage des céréales : lutte raisonnée contre les bromes avec sulfosulfuron. Le Monde Agricole et la Pêche Maritime, No 134, Décembre 1999.

Tanji A. (1998a). Herbicides commercialisés au Maroc en 1996. Le Monde Agricole et la Pêche Maritime, No 118, Janvier 1998, No 119, Février 1998.

Tanji A. (1998b). Désherbage des céréales : lutte raisonnée contre les bromes avec métribuzine. Le Monde Agricole et la Pêche Maritime, No 127, Décembre 1998.

Tanji A. (1997a). A survey of weeds interfering with mechanical harvesting of small grain cereals in Morocco. Arab Journal of Plant Protection 15(1):19-23.

Tanji A. (1997b). Désherbage des céréales : situation dans les zones d'action des 9 ORMVA en 1996-97. Le Monde Agricole et la Pêche Maritime, No 116, Novembre 1997.

Tanji A. (1997c). Effet de Tigrex et de Jaguar sur les mauvaises herbes du blé dur. Rapport d'activités 1987-88, INRA, Settat, pp.151-152.

Tanji A. (1997d). Effet de la variété, de la densité de semis et du métribuzine sur le blé dur et le brome raide. Rapport d'activités 1995-96, INRA, Settat, pp.143-146.

Tanji A. (1996a). Céréales : l'INRA recommande le désherbage précoce. Le Monde Agricole et la Pêche Maritime, No 100, Janvier 1996.

Tanji A. (1996b). Guide du désherbage au Maroc. INRA, 207p.

Tanji A. (1995). Désherbage des céréales. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture. No 15, Décembre 1995.

Tanji A. (1994). Mauvaises herbes et désherbage des cultures pluviales dans les régions arides et semiarides du Maroc. Pages 190-204 in actes de la conférence : "acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc", INRA, Rabat.

Tanji A. (1993). Analyse fourragère de 26 adventices du blé non irrigué en Chaouia. Al Awamia 83:59-75.

Tanji A. (1992). Quelques désherbants du blé et de l'orge disponibles au Maroc. Bulletin de l'Association Marocaine de Malherbologie, No 3, janvier 1992, 18-20.

Tanji A. (1989). Désherbage chimique du blé dur avec les herbicides anti-dicotylédones. Rapport d'activités 1987-88, INRA, Settat, pp.92-95.

Tanji A. (1983). Premiers résultats du désherbage chimique des céréales dans les zones arides et semiarides. Journées d'études sur les expérimentations en aridoculture, INRA, Rabat, 6p.

Tanji A. and Regehr D. L. (1988a). Small grain cereals and dicotyledonous weed response to herbicides applied at two growth stages in Chaouia (semi-arid region of Morocco). Arab Journal of Plant Protection 6:119-124.

Tanji A. and Regehr D. L. (1988b). Weeding and nitrogen effects on farmers wheat crops in semi-arid Morocco. Weed Research 28:101-109.

Tanji A. et Karrou M. (1993). Désherbage des céréales au Maroc. Pages 27-38 in actes de la journée d'information et d'étude "la recherche sur les céréales d'automne", INRA, Rabat.

Tanji A., El Brahli A. et Jlibène M. (1993). Capacité compétitive de vingt variétés de céréales à l'égard des mauvaises herbes. Al Awamia 83:77-93.

Tanji A., Toufiq M., Elyamani M., Bencharki M. et Ghoulam C. (1995). Mauvaises herbes hôtes de quelques maladies importantes au Maroc. Al Awamia 90:59-67.

Tourkmani M., Belhadri M., Frouni M. et Souam M. (2000). Importance des semences de mauvaises herbes dans les lots de semences de céréales à certifier. Pages 33-52 in actes de la journée nationale sur le désherbage des céréales, Association Marocaine de Malherbologie (AMM), Settat.

Traibi S. (1997). Etude comparative de la capacité compétitive d'un groupe de variétés de blé dur et d'une variété de triticale vis-à-vis de quelques graminées adventices. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 89p.

Zaimi M. (1987). Granstar. Bulletin de l'Association Marocaine de Malherbologie 2:26-28.

Zimaoui B. (1996). Essai d'intensification du blé dur en irrigué au Tadla. Mémoire de fin d'études, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 135p.

Zimdahl R. L. (1990). The effect of weeds on wheat. Pages 11-32 in Systems of Weed Control in North America, Donald W. W. ed., Weed Science Society of America, Champaign, Illinois, USA.

Zimdahl R. L. et El Brahli A. (1992). Pertes occasionnées par les mauvaises herbes sur les céréales en zone semi-aride du Maroc occidental. Al Awamia 75:53-61.

Zimdahl R. L., Rafsnider G. T., Boughlala M. and Laamari A. (1992). Costs associated with weed management in cereals and food legumes in the Chaouia region of Settat province, Morocco. Weed Technology 6:156-160.