Compétition entre l'avoine stérile (Avena sterilis ssp. macrocarpa Mo.) et le blé dur (Triticum durum Desf.)

Zidane L.1, El Antri M.2 & Douira A.1

¹Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences, B.P. 133, Université Ibn Tofaïl, Kénitra, Maroc

²Laboratoire de Malherbologie, Institut National de Recherche Agronomique, Rabat, Maroc



Résumé

Les interactions de compétitions entre l'avoine stérile (Avena sterilis ssp. macrocarpa Mo.) et le blé dur (Triticum durum Desf.) ont été étudiées en 1998 afin de déterminer les effets des densités croissantes d'avoine stérile (D0=0, D1=20, D2=40, D3=80 et D4=160 plantes/m²) sur la croissance, le développement et le rendement du blé dur. Les résultats de cette étude montrent qu'au delà de la densité de 20 plantes d'avoine stérile par m², le nombre de talles et le nombre de feuilles vertes par pied de blé, la hauteur du brin maître du blé et la matière sèche du blé ont été fortement reduits. Le nombre d'épis par m² et le nombre de grains par épi diminuent quand la densité de l'adventice augmente alors que le poids de 1000 grains n'a pas été affecté. Le pourcentage de réduction du rendement est de l'ordre de 10% soit 1,6 qx/ha pour la densité de 20 plantes d'avoine stérile par m², alors qu'il dépasse 20% pour toutes les autres densités testées. Ces résultats montrent que la densité de 20 plantes d'avoine stérile par m² constitue probablement le seuil de nuisibilité à partir duquel une stratégie de lutte contre l'avoine stérile s'avère nécessaire.

Mots clé: blé dur, avoine stérile (Avena sterilis ssp. Macrocarpa Mo.), compétition.

ملخص

تمحور هذا البحث الحقلي الذي أنجز سنة 1998 حول دراسة تأثير أربع كثافات زرع من القمح 250, 200 و 300 بذرة في المتر المربع) على نمو ومردودية الخرطال. وبينت النتائج أن مختلف كثافات القمح قد أدت إلى نقص في إنتاج عدد السيقان والأوراق الخضراء في النبتة الواحدة للخرطال وانخفاض مادته الجافة وعلو ساقه، مع نتائج متششابهة من كثافة إلى أخرى. كما أظهرت البحث ان خسائر مردود الحب للخرطال كانت أيضا متشابهة وتراوحت بين 2,44 و 2,79 قنطار في المكتار وذلك بالنسبة لكثافتي 150 و 300 نبتة قمح في المتر المربع. أما بالنسبة لمردود الحب للقمح فقد اختلف من 12 إلى14 قنطار في الهكتار وذلك بالنسبة لكثافتي 150 و 300 نبتة قمح في المتر المربع. تبين هذه النتائج أن أكبر الخسائر في المردود حصل عليها بالكثافات القوية بالنسبة للخرطال والضعيفة بالنسبة للقمح. وبناء على هذا، نستنتج أن الكثافات الضعيفة للقمح تسمح لنباتات الخرطال أن تنتج كمية كبيرة من البذور تساعد هذا الأخير على اكتساح أكبر المساحات المزروعة في الموسم الزراعي الموالي.

الكلمات المفتاحية : قمح، خرطال، كثافة، نمو، مردود

Abstract:

The competitive interactions between sterile oat (Avena sterilis ssp. macrocarpa MO.) and durum wheat (Triticum durum DESF.) have been studied in 1999 to determine the effect of sterile oat increasing densities (D0=0, D1=20, D3=40, D4=80 and D5=160 plants/m²) on durum wheat growth, development and yield components. The results showed that, beyond the density of 20 sterile oat plants/m², the number of tillers and the number of leaves per wheat plant, the height and the dry matter of wheat have been highly reduced. In the same way, all sterile oat densities reduced wheat yield components. Indeed, the spikes number per m² and the number of kernels per spike decreased with increasing sterile oat density. However, 1000 kernels weight was not affected. Wheat yield reduction was 10% at 20 sterile oat plants per m², and exceeded 20% for all other densities. These results showed that 20 sterile oat plants per m² was the sterile oat density from which significant wheat yield loss can be obtained.

Key words: : durum wheat, sterile oat, competition, yield

Introduction

Il est bien certain que l'éradication des mauvaises herbes dans un champ est presque irréalisable. Aussi, on est amené à considérer qu'une infestation réduite est tolérable tant qu'elle n'a pas de conséquences économiquement graves. Il s'avère donc opportun de faire le point sur les seuils de nuisibilité en prenant comme exemple l'avoine stérile dans une culture de blé. Ces seuils de nuisibilité ont fait l'objet de nombreuses études. Ainsi, en France, Barralis (1979) a rapporté qu'une densité de folle avoine de 10 pieds/m² constitue le seuil maximum à partir duquel une réduction de rendement de blé peut être enregistrée. Au Nord du Dakota (USA), Bell et Nalewaja (1968) ont montré que les réductions significatives de rendement ont été obtenues à partir d'une densité de 48 pieds d'Avena fatua/m². Au Maroc,. Sidibe (1982) a rapporté que des densités d'avoine stérile de 10 pieds/m2 pourraient engendrer des réductions de rendement en blé significatives, par contre, El Antri (1998) a montré que les pertes de rendement ne sont statistiquement significatives qu'à partir de 40 pieds d'avoine stérile/m².

Le seuil de nuisibilité biologique d'une mauvaise herbe dans une culture est habituellement exprimé par la densité critique de cette mauvaise herbe, c'est-à-dire par la densité à partir de laquelle une perte de rendement est mesurée (Caussanel et Barralis, 1986). Donc une meilleure connaissance des seuils de nuisibilité permettrait d'effectuer les traitements d'une façon plus rationnelle et de pratiquer en conséquence des économies non négligeables (Longchamp, 1977). Dans ce sens, une expérimentation en plein champ a été conduite en 1999 pour étudier les effets de la densité de l'avoine stérile sur la croissance, le développement et le rendement du blé afin de déterminer le seuil de nuisibilité de l'avoine stérile.

Matériel et méthodes

Un essai a été conduit sur le terrain expérimental de la Faculté des Sciences de Kénitra. Le climat y est de type sub-humide avec une moyenne des précipitations annuelles de 540,67 mm. Le sol de la parcelle d'essai présente une texture très sablonneuse, une faible teneur en matière organique (0,6%) et un pH légèrement basique (7,27). Pour remédier à l'irrégularité des précipitations, des arrosages ont été apportés régulièrement tout au long du cycle de la culture. La fertilisation de fond a été apportée à l'équivalent de 42-84-42 U/ha de NPK et les engrais de couverture à l'équivalent de 44 Kg/ha sous forme d'ammonitrate 33.5%.

Le matériel végétal était constitué du blé dur variété Karim et de l'avoine stérile récoltée sur des parcelles de la région du Gharb au cours de la campagne précédente.

Le dispositif expérimental était en blocs aléatoires complets avec 4 répétitions. Chaque bloc comporte cinq parcelles élémentaires de 1 m² représentant chacune un traitement. La parcelle élémentaire comportait 5 rangs de blé de 1 mètre linéaire alternant avec 5 rangs d'avoine stérile. Le dispositif expérimental est répété deux fois, de façon à ce que les paramètres relatifs à la croissance et au développement soient mesurés dans le premier et les paramètres relatifs au rendement dans le second.

Le semis a été effectué manuellement le 15/10/1998, aux densités D0=0, D1=20, D2=40, D3=80 et D4=160 plantes/m² pour l'avoine stérile et à la densité constante de 150 plantes/m² pour le blé. Les grains ont été placés à une profondeur de 3 cm. Le semis de l'avoine stérile est effectué en lignes équidistantes dans l'inter rang du blé, lui même semé à 20 cm d'écartement.

Les caractères relatifs à la croissance et au développement de la culture du blé ont été évalués à 30, 60, 90 et 120 jours après semis (JAS). Sur chaque parcelle élémentaire, un mètre linéaire a été prélevé pour mesurer les paramètres suivants: le nombre de talles/pied, le nombre de feuilles vertes/pied, la matière sèche/mètre linéaire et la hauteur du brin maître du blé. La matière sèche a été déterminée après passage à l'étuve à 80 °C pendant 48 heures.

La récolte a été effectuée le 2/7/1999 en prélevant les 5 lignes de chaque parcelle élémentaire réservée à cette fin. Les paramètres étudiés sont le nombre d'épis/m², le nombre de grains /épi, le poids de 1000 grains et le rendement en grain du blé. La relation entre le rendement du blé et la densité d'avoine peut être exprimée en prenant comme variable le pourcentage du rendement par rapport au rendement du témoin sans avoine qui reçoit la valeur de 100%.

Les résultats obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance. La comparaison des moyennes a été faite avec le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5%.

Résultats et discussion

Croissance, développement et rendement de l'avoine

Les résultats obtenus montrent une diminution du nombre de talles et du poids de matière sèche par plante d'avoine stérile en fonction de la densité et ceci quelle que soit la date de prélèvement (tableau 1). Au cours du temps, le nombre de talles a connu une augmentation progressive et culmine à 90 jours après semis. Au delà de cette date, le nombre de talles a connu

Tableaul : Effet de la densité de semis de l'avoine stérile sur le nombre de talles, la hauteur et la matière sèche de l'avoine stérile en culture mixte avec le blé.

Densités de semis de l'avoine	30 JAS		60 JAS		90 JAS		13	120 JAS				
	tA	hA	mA	tA	hA	mA	tA	hA	mA	tA	hA	mA
20	1.35	4.43	0.08	2.80	8.73	0.32	5.47	27.37	1.84	3.18	65.51	4.34
40	1.27	4.40	0.08	2.73	8.72	0.22	4.95	26.45	1.74	2.99	63.35	3.28
80	1.25	4.44	0.06	2.70	8.57	0.15	4.51	25.25	1.67	2.65	59.85	2.94
160	1.25	4.43	0.04	2.65	8.57	0.10	4.15	24.6	7 1.66	2.42	59.50	2.86

une régression d'autant plus forte que la densité est élevée. Quant à la production de la matière sèche par plante d'avoine stérile, elle a connu une augmentation rapide à partir de 90 jours après semis. De même, la hauteur du brin maître de l'avoine stérile a connu une augmentation importante à partir de cette même date. A la récolte, l'analyse statistique (tableau 2) a montré que le nombre d'épis/panicule et la production de la matière sèche/mètre linéaire sont affectés, contrairement au nombre de panicules/pied.

Tableau 2 : Effet de la densité de semis de l'avoine stérile sur le nombre de panicules par pied, le nombre d'épis par panicule et la production de la paille à la récolte en culture mixte avec le blé.

Densités de semis de l'avoine	Panicules/pied	Epis/panicule	Paille (g)/mètre linéaire
20	1.49 a *	10.45 a	20.21 a
40	1.44 a	10.28 a	35.15 b
80	1.49 a	9.93 b	62.41 c
160	1.40 a	9.75 b	100.81 d

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à P=0.05 selon le test LSD.

Croissance et développement du blé

Nombre de talles par pied

Les résultats du tableau 3 montrent que le nombre de talles/pied de blé issu de différents traitements présente la même variation dans le temps et culmine au stade montaison (60 JAS). Au delà de ce stade, on assiste à une chute progressive témoignant de la sénescence de quelques talles.

Tableau 3 : Effet de la densité de semis de l' avoine stérile sur le nombre de talles par pied du blé en culture mixte

Densités de semis de l'avoine	Jours après semis			
	30	60	90	120
0 (témoin)	1.86 a*	3.58 a	2.85 a	1.43 a
20	1.84 a	3.47 a	2.69 a	1.41 a
40	1.65 a	3.44 a	2.43 b	1.34 b
80	1.66 a	3.39 a	2.20 c	1.24 c
160	1.65 a	3.38 a	2.20 c	1.23

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas différentes à P=0.05 selon le test LSD.

L'analyse statistique a révélé un effet significatif des traitements sur ce paramètre. Ceci s'explique par le fait qu'au fur et à mesure que la densité de l'avoine augmente le nombre de talles/plante de blé diminue.

Le test LSD a permis de distinguer trois groupes homogènes de talles par pied de blé aux stades épiaison (90) et floraison (120 JAS): D0= D1>D2> D3=D4. Ces résultats montrent que l'effet de l' avoine était très net à partir de l'épiaison et qu'au delà de la densité de 20 plantes d'avoine /m² le nombre de talles/pied de blé a connu une chute considérable. Ceci s'explique par le tallage maximal de l'avoine au cours de l'épiaison (tableau 1).

Nombre de feuilles vertes par pied

L'évolution du nombre de feuilles vertes/pied de blé est présenté dans le tableau 4. Tous les traitements montrent un nombre maximum de feuilles vertes/pied de blé au stade montaison (60 JAS). Ceci s'explique par l'importance du nombre de talles portant des feuilles vertes au même stade. Au delà de 60 JAS, on note une régression progressive du nombre de feuilles/pied de blé, due à la sénescence des talles n'ayant pas monté en épi et des feuilles basales des tiges fertiles.

Tableau 4 : Effet de la densité de semis de l'avoine stérile sur le nombre de feuilles vertes par pied du blé en culture mixte

Densités de semis de l'avoine		Jours après semis				
	30	60	90	120		
0 (témoin)	4.24 a*	7.25 a	6.56 a	4.17 a		
20	4.16 a	7.01 a	6.37 a	4.15 a		
40	4.29 a	6.50 b	5.46 b	4.14 a		
80	4.21 a	6.21 b	5.11 b	4.13 a		
160	4.17 a	6.14 b	5.15 b	4.12 a		
160	1.65 a	3.38 a	2.20 c	1.23		

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas différentes à P= 0.05 selon le test LSD.

L'analyse statistique a révélé des différences significatives à 60 JAS et 90 JAS, mais pas à 30 JAS et 120 JAS. Le test LSD a permis de mettre en évidence 2 groupes homogènes à 60 et 90 JAS: D0=D1>D2=D3=D4. De même que le nombre de talles/pied de blé, la moyenne du nombre de feuilles vertes/pied de blé à la densité 20 plantes d'avoine par m² est statistiquement identique à celle du témoin propre.

Hauteur du brin maître

L'analyse statistique n'a révélé une différence significative des traitements sur la hauteur du blé qu'au stade floraison (120 JAS), ceci s'explique par le fait que la folle avoine dispose d'une hauteur supérieure à celle du blé (tableaux 1 et 5) et par conséquent, elle a affecté la partie foliaire et le tallage herbacé du blé. Ce résultat est conforme à ceux de Petzoldt et Salah Bennani (1978), Schuler (1984) et Cousens et al. (1991), qui confirment qu'il faut un temps important

pour que les folles avoines atteignent une taille égale à celle des céréales, mais à partir du stade épiaison, les folles avoines prennent nettement le dessus et deviennent plus compétiteurs.

Tableau 5 : Effet de la densité de semis d'avoine stérile sur la hauteur (cm) du brin maître du blé en culture mixte.

Densités de semis de l'avoine		Jours après semis				
	30	60	90	120		
0 (témoin)	8.53 a*	16.86 a	39.49 a	54.09 a		
20	8.43 a	16.67 a	38.86 a	50.50 b		
40	8.36 a	16.51 a	38.75 a	49.25 b		
80	8.35 a	16.43 a	38.70 a	46.78 c		
160	8.33 a	16.35 a	38.28 a	46.73 c		

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas différentes à P= 0.05 selon le test LSD.

Matière sèche

La matière sèche était faible entre le stade tallage (30 JAS) et le stade montaison (60 JAS). Mais, à partir de l'épiaison (90 JAS), elle a connu une augmentation importante due essentiellement à l'accumulation de la matière sèche dans les tiges et les épis (TableauVI). En effet, la matière sèche a varié entre 8,5 et 10,80 g/mètre linéaire et entre 27,40 et 37,75 g/mètre linéaire respectivement aux stades montaison (60 JAS) et épiaison (90 JAS).

Le test LSD a permis de noter que les moyennes de la biomasse du blé à la densité 20 plantes d'avoine stérile/m² sont statistiquement identiques à celles du témoin à 30, 60 et à 90 JAS (tableau 6). Mais au delà de la densité de 20 plantes d'avoine stérile/m², toutes les moyennes de la biomasse du blé ont été statistiquement différentes de celles du témoin. Ainsi, la biomasse du blé à la densité de 40 plantes d'avoine stérile/m² a été réduite de 1,27% à 30 JAS, 9,25% à 60 JAS, 12,58% à 90 JAS et 20,17% à 120 JAS. Ces résultats montrent qu'au delà de la densité de 20 plantes d'avoine stérile/m², la biomasse du blé a connu une forte réduction.

Tableau 6 : Effet de la densité de semis d'avoine stérile sur la matière sèche (g/mètre linéaire) du blé en culture mixte.

Densités de semis de l'avoine		Jours après semis				
	30	60	90	120		
0 (témoin)	2.36 a*	10.80 a	37.75 a	53.37 a		
20	2.35 a	10.67 a	36.75 a	48.00 b		
40	2.33 a	9.80 b	33.00 b	42.60 c		
80	2.32 a	8.65 c	28.30 c	36.40 d		
160	2.31 a	8.50 c	27.40 c	35.20 d		

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P= 0.05 selon le test LSD.

Composantes du rendement du blé

Nombre d'épis au m²

L'analyse statistique a permis de montrer que le nombre d'épis par m² est statistiquement supérieur à faible densité de la folle avoine (205,64 épis pour le témoin contre 166,99 pour la densité de 160 plants/m²) (tableau 7). Ces résultats montrent que l'avoine stérile a exercé un pouvoir compétitif très net sur la culture du blé.

Tableau 7 : Effet de la densité de semis de l'avoine stérile sur le rendement du blé et ses composantes en culture mixte.

Densités de semis de l'avoine	Epis/ m ²	Grains/épi	PMG	Rendement (qx/ha)	Perte de rendement (en %)
O(témoin)	205.64 a*	30.60 a	25.96 a	16.34 a	0.00
20	202.32 a	28.30 b	25.65 a	14.69 b	10,00
40	190.25 b	25.02 c	25.36 a	12.06 c	26.19
80	169.19 c	23.58 d	25.35 a	10.11 d	38.12
160	166.99 с	23.03 d	25.26 a	9.71 d	40.57

^{*:} Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes à p= 0.05 selon le test LSD.

PMG: poids de mille grains.

L'augmentation de la densité d'avoine a principalement réduit le nombre d'épis par plante et, par la suite, le nombre d'épis/m² puisque le nombre de plantes de blé était constant dans toutes les parcelles de l'essai. Ces résultats sont similaires à ceux de Wilson et Peters (1982), Peters (1985) Caussanel et al. (1988 et 1993) qui ont noté que lorsque la densité d'Avena fatua s'élève, le nombre d'épis/m² de céréale diminue fortement sur les parcelles infestées.

Nombre de grains par épi

Le nombre de grains/épi de blé a été fortement influencé par la densité de l'avoine stérile puisque la différence étant significative entre les différents traitements (tableau VII). L'analyse statistique permet de constater que le nombre de grains/épi de blé diminue avec les fortes densités de l'avoine stérile (30,6 pour le témoin contre 23 pour la densité de 160 plantes d'avoine/m²). Ce résultat est conforme à ceux de Sidibe (1982) et Caussanel et al. (1993), qui confirment que sur les parcelles infestées en avoine jusqu'à la récolte, le nombre de grains/épi de blé diminue quand la densité d'avoine augmente.

Poids de 1000 grains

Cette composante du rendement de blé n'a pas été influencée par la folle avoine. En effet, il n'y avait pas de différence significative entre les traitements étudiés (tableau 7). Toutefois, le poids moyen de 1000 grains est de l'ordre de 25,51 et a varié entre 25,96g pour le témoin et 25,26 pour la densité de 160 plantes d'avoine/m².

Rendement en grain

Le rendement en grain des céréales est le produit de trois paramètres: le nombre d'épis au m², le nombre de grains par épi et le poids de mille grains.

L'analyse statistique a permis de constater que le rendement du blé est plus élevé à faible densité de folle avoine. Le rendement moyen obtenu est de l'ordre de 12,58 qx/ha, variant entre 16,34 qx/ha pour le témoin et 9,71 qx/ha pour la densité de 160 plantes d'avoine/m² (tableau 7).

Les pertes de rendement en grain de blé sont de l'ordre de 1,65 qx/ha (10%), 4,9 qx/ha (26,19%), 6,23 qx/ha (38,12%) et 6,63 qx/ha (40,57%) respectivement pour des densités de 20, 40, 80 et 160 plantes d'avoine/m².

D'après ces résultats, il suffit que la densité d'avoine stérile excède 20 plantes/m² pour que la perte de rendement du blé soit supérieure à 1,65 quintaux par hectare. De nombreuses études réalisées sur d'autres cultures et dans d'autres milieux ont abouti à des résultats contradictoires. Ainsi, au Maroc, Sidibe (1982) a rapporté que des densités d'avoine stérile de 10 pieds/m² pourraient engendrer des résultats de rendement en blé significatives, contrairement à Pedzoldt et Salah Bennani (1978) qui ont rapporté qu'une densité de 10 à 20 pieds/m² d'avoine stérile n'affecte pas significativement le blé. Par contre, El Antri (1998) a rapporté que les pertes de rendement de blé ne sont statistiquement significatives qu'à partir de 40 pieds d'avoine stérile/m². D'autres travaux sur la compétition ont montré que des densités de 10 à 20 pieds d'avoine stérile/m² ont réduit d'environ 20% les rendements du blé, et que des densités de 50 pieds/m² ou plus, l'ont réduit de 50 à 80% (Derbal et Zidane, 1980; El Antri et Bouraga, 1986). Il s'avère à travers toutes ces études que les conditions environnementales (climat et sol) jouent un rôle déterminant dans l'estimation des pertes de rendement, phénomène déjà constaté par Zimdahl (1980), Sebbani (1996), Triboi (1990), Torner et al. (1991), El Antri (1998) et Ricardo Gonzalez et Inés (2001).

Conclusion

La méthode suivie dans cette expérimentation a permis de montrer que les pertes de rendement dans une culture de céréales sont dues à la densité de population de l'adventice graminée en question. L'utilisation d'une espèce d'avoine stérile, semée à une densité connue a permis de suivre l'évolution de cette population dans le temps. Dans ces conditions, les mesures périodiques de la biomasse et les comptages du nombre de feuilles vertes et de talles montrent que la pression de concurrence exercée par l'avoine sur le blé s'amplifie à partir de 60 JAS. Par ailleurs, dès que la densité d'avoine dépasse 20 plantes/m², le pourcentage de réduction du rendement du blé est supérieur à 10%. Une telle densité, à la récolte, correspond à 101g de paille par m² et à une densité de 30 panicules/m². Pour les densités d'avoine de 40, 80 et 160 plantes par m², les pourcentages de réduction du rendement excède 20%. Ces résultats montrent d'une part que la concurrence de l'avoine stérile a principalement réduit le nombre d'épis/m² et le nombre de grains/épi de blé et d'autre part que le seuil de nuisibilité doit être inférieur à 20 pieds/m².

Références bibliographiques

Barralis G., 1979. Bases écologiques de la lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures annuelles. Coll. C. N. R. S. Ecologie et développement, 283-291.

Bell A. R. et Nalewaja J. D., 1968. Competition of wild oats in wheat and barley. Weed Sci., 16, 505-508.

Caussanel J. P. et Barralis G., 1986. La détermination des seuils de nuisibilité des mauvaises herbes: méthodes d'études. Perspectives Agricoles, 108, 58-65.

Caussanel J. P., Kafiz B et Carteron A., 1988. Analyse expérimentale des effets de concurrence d'une graminée adventice dans un blé de printemps en relation avec le désherbage. Weed research, 28, 309-322.

Caussanel J. P., Kafiz B.et Carteron A., 1993. Yield Reponses of spring wheat to increasing densities of spring oats and various forms of post-emergence weed control. Agronomie, 13, 815-827.

Cousens R. D., Weaver S. E., Martin T. D., Blair A. M. et Wilson J., 1991. Dynamics of competition between wild oats (Avena fatua L.) and winter cereals. Weed research, 31, 203-210.

Derbal A. et Zidane A., 1980. Contribution à l'étude du désherbage du blé. Mémoire de fin d'étude, E.N.A. Méknes.

El Antri M., 1998. Stratégie de lutte contre l'avoine stérile dans les blés au Maroc. Mémoire d'accès au grade d'Ingénieur en Chef. I.N.R.A, Rabat, 52 p.

El Antri M. et Bouraga L., 1986. Influence agronomique et économique des mauvaises herbes des cultures. Séminaire sur le désherbage au Maroc, AMM, Rabat, 10 p.

Longchamp J. P., 1977. La nuisibilité des mauvaises herbes. Journée d'étude sur les herbicides. Compte rendu de COLUMA. 9ième conférence. Tome II.

Peters N. C. B., 1985. Competitive effects of Avena fatua L. Plants derived from seeds of different weights. Weed research, 25, 67-77.

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

Ricardo Gonzalez P. et Inés S., 2001. Competitive ability of wheat cultivars with wild oats depending on nitrogen fertililization. Agronomie, 21, 119-125.

Schuler B., 1984. Biologie et comportement de la folle avoine (Avena sterilis L.) dans le blé (champs et récoltes) et mesures destinées à la contrôler. In Contribution à la biologie, à la propagation et à la lutte contre les adventices au Maroc. GTZ, 52-73.

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 3ème cycle en Agronomie. IAV Hassan II, Rabat, 85 p.

Sidibe S., 1982. Etude des effets de concurrence de quatre espèces adventices sur blé dur et blé tendre. Mem. Ecole Nat. Agric. Méknès.

Torner C., Gonzalez Andujar J. L. et Fernandez-Quitanilla., 1991. Wild oat (Avena sterilis L) competition with winter barly: plant density effets. Weed research, 31, 301-307.

Triboi E., 1990. Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (Triticum aestivum Thell.). Agronomie, 10, 191-200.

Wilson B. J. et Peters N. C. B., 1982. Some studies of competition between Avena fatua L. and spring barley. Weed research, 22, 143-148.

Zimdahl R. L., 1980. Weed crop competition a Review. International plant protection. Center. Oregon State. University., 196 p.