

Résistance partielle et interaction dans l'association *Triticum aestivum*-*Septoria tritici*

El Bouami F.¹, Jlibene M.² et Mazouz H.²

¹ Département de Biologie, Faculté des sciences, Université moulay Ismaïl, B.P. 4010 Meknès, 50000 Maroc.

² Programme bour favorable, INRA, Centre régional de la recherche agronomique du Saïs et Moyen atlas, BP 578, Meknès, 50000 Maroc.

Résumé

La période d'incubation (PI), la période de latence (PL), la surface foliaire nécrosée (SFN) et le recouvrement pycnidial (RP) ont été évalués chez seize génotypes de blé tendre inoculés avec vingt sept isolats de *Septoria tritici*. Des effets génotype, isolat et interaction génotype x isolat ont été observés pour les quatre paramètres, indiquant une interaction différentielle dans le pathosystème *Triticum aestivum*-*Septoria tritici*. Les génotypes résistants (*Nasma**2/14-2, *Vee's*'/Snb's', *Saada* et *Tegyey*) ont eu de longue PI et PL, et des SFN et RP réduits. Le génotype le plus sensible, *Nasma*, est caractérisé par de courtes PI et PL, des taches nécrotiques larges, coalescentes, et complètement recouvertes de pycnides. Un isolat obtenu à partir d'un blé dur s'est révélé avirulent sur les 16 génotypes de blé tendre.

Mots clés : Blé, septoriose, *septoria tritici*, résistance partielle, interaction hôte-parasite

Abstract: Partial Resistance and Interaction in the *Triticum aestivum*-*septoria tritici* association

Sixteen bread wheat genotypes were tested at the seedling stage for their partial resistance to twenty seven isolates of *Septoria tritici* originating from diverse locations in Morocco. The parameters evaluated were incubation period (PI), latent period (PL), necrotic leaf area (SFN), and pycnidial coverage (RP). Significant genotype, isolate and genotype x isolate interaction effects were observed, indicating a differential host-pathogen interaction. Resistant genotypes (*Nasma**2/14-2, *Vee's*'/Snb's', *Saada* and *Tegyey*) had longer PI and PL, and reduced SFN and RP. The most susceptible genotype, *Nasma*, had short PI and PL, and large SFN fully covered with pycnidia. An isolate from durum wheat was avirulent on the 16 bread wheat genotypes.

Key words: Wheat, *Septoria* leaf blotch, partial resistance, host-parasite interaction

ملخص : المقاومة الجزئية و التأثير بين القمح الطري و الفطر سبتوريا تريتيسي (*Septoria tritici*)

ف. البوعامي، 1، مجلين 2، و ح. مزوز 2

1 جامعة مولاي إسماعيل، كلية العلوم مكناس، المغرب

2 المعهد الوطني للبحث الزراعي، المركز الجهوي للبحث الزراعي، مكناس، المغرب

قمنا بدراسة فترة الحضانة و فترة الكمون و النسبة المئوية للأنسجة الورقية المصابة و النسبة المئوية للأنسجة الورقية المغطاة بالبكنيدات لسته عشر صنفا و سلالة من القمح الطري بعد إصابتها بسبعة و عشرين عزلة من سبتوريا تريتيسي. لوحظ وجود تأثير بين الطفيل و العائل. الأنماط الوراثية المقاومة (Nasma *2/14-2, Vee's/Snb's', Saada, Tegye) لها فترة حضانة و فترة كمون طويلتين و بقع نخر محدودة عليها بكنيات قليلة. النمط الوراثي الصساس (Nasma) له فترة حضانة و فترة كمون قصيرتين و بقع نخر عريضة مغطاة ببكنيدات كثيفة.

إن العزلة من سبتوريا تريتيسي المنحدرة من القمح الصلب تميزت عن باقي العزلات بعدم إحداث بقع نخر على جميع الأنماط الوراثية من القمح الطري.

الكلمات المفتاحية : قمح، التبغ السبتوري، سبتوريا تريتيسي، مقاومة جزئية، تأثير بين العائل و الطفيل

Introduction

La Septoriose, causée par *Septoria tritici* Rob. ex Desm. (forme sexuée : *Mycosphaerella graminicola* (Fückel) Schroeter) est un facteur limitant des rendements du blé, *Triticum aestivum* L. dans plusieurs régions du monde (Eyal *et al.* 1987). Au Maroc, c'est la maladie foliaire la plus répandue sur blé tendre (Burleigh *et al.* 1991 ; Mazouz 1992). Sous des conditions favorables au pathogène, les pertes de rendement dues à cette maladie ont été estimées à 35-40 % (Schluter et Janati 1976). La lutte chimique est efficace (Eyal *et al.* 1987), mais la résistance variétale est le moyen de contrôle le plus pratique (Rosielle 1972 ; Eyal *et al.* 1987). Des variations dans la résistance à *S. tritici* chez le blé ont été rapportées (Rosielle 1972 ; Djerbi *et al.* 1974 ; Eyal *et al.* 1983). A côté de la résistance de type classique qui a souvent l'inconvénient d'être peu durable, le blé tendre possède des caractères de résistance partielle qui permettent d'augmenter la résistance à la septoriose sans être rapidement surmontés par le pathogène (Brokenshire 1976 ; Farih 1992). La sélection des blés pour la résistance partielle à *S. tritici* a été initiée par Brokenshire (1976) qui a évalué les périodes d'incubation et de latence d'un mélange d'isolats de *S. tritici* sur 33 génotypes de blé tendre sur la base du degré d'expression des symptômes manifestés par les hôtes. Cette approche a été reprise par Farih (1992) qui a étudié la période d'incubation et la surface foliaire nécrosée chez 4 génotypes de blé tendre testés avec un isolat de *S. tritici*.

Notre objectif est d'évaluer les composantes de la résistance partielle (période d'incubation, période de latence, potentiel de sporulation du pathogène et les nécroses foliaires) de seize génotypes de blé tendre à vingt sept isolats de *Septoria tritici*.

Matériel et méthodes

Nous avons utilisés seize variétés et lignées de blé tendre (*Triticum aestivum L.*), choisies sur la base de leur réaction à *S. tritici* au champ (Tableau 1), et vingt sept isolats de *S. tritici* désignés St1 à St27 obtenus à partir de feuilles de blé et de triticales collectées dans différentes régions céréalières du Maroc (Figure 1).

Le semis a été effectué dans 28 terrines en bois (40 x 35 x 15 cm³) contenant du sol stérile et tourbe (ratio 2 : 1), chaque terrine contenant les 16 génotypes de blé en 3 répétitions, à raison de 5 plantules par répétition.

Des isolats monopycnidiaux du pathogène ont été cultivés sur milieu gélosé à base d'extrait de malt et levure. La culture, âgée d'une semaine, est transférée dans un Erlenmeyer contenant de l'eau stérile. Deux gouttes du détergent 'Tween 20' sont ajoutées à chaque 100 ml de suspension titrant 10⁶ spores/ml, concentration qui donne une expression optimale des symptômes avec une différenciation des réactions des génotypes de blé à la maladie (Brokenshire 1976). Chaque isolat est inoculé aux plantules d'une terrine à raison de 1 ml de la suspension par plantule. Ces dernières sont inoculées après émergence complète de la deuxième feuille et maintenues dans une chambre à humidité relative saturante durant 72 heures, puis transférées dans une serre. Des plantes témoins sont pulvérisées avec l'eau distillée et le détergent.

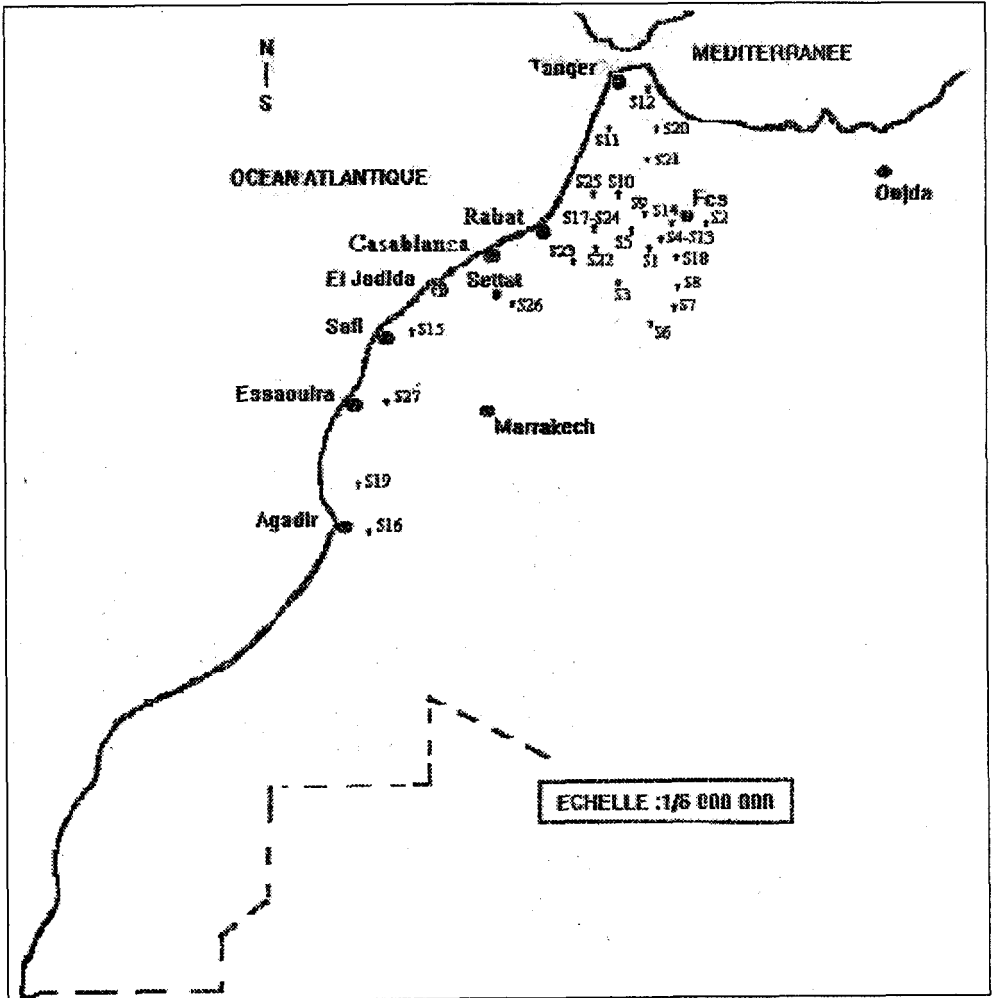
Tableau 1. Génotypes de blé tendre utilisés dans la sélection

Génotype	Nom	Réaction à <i>S. tritici</i> ¹
A	Jouda/THB'S'	MR
B	RBP709.71/Coc//*2CAR.853/Coc	MS
C	IAS20*5/H567.71//2*RBP709.71/Coc	MR
D	Saïs*2/14-2	MR
E	Nasma*2/14-2	R
F	Nasma/Saada	MR
G	IAS20*5/H567.71//CAR.853/Coc	R
H	THB'S//CAR.853/Coc	MR
I	BOW'S'	MR
J	Vee'/Snb's'	MR
K	THB'S'	R
L	IAS20*5/H567.71	R
M	RBP709-71/Coc	R
N	Nasma	S
O	Tegyey	MR
P	Saada	R

¹ Génotypes évalués sous conditions naturelles au champ.

R = Résistant, MR = Moyennement résistant, MS = Moyennement sensible, S = Sensible

Figure 1. Origine géographique des isolats



L'évaluation a porté sur :

- La période d'incubation PI (durée entre l'inoculation et l'apparition des premiers symptômes) ;
- La période de latence PL (durée entre l'inoculation et l'apparition des pycnides) ;
- La surface foliaire nécrosée SFN mesurée au 24^e jour après l'inoculation selon une échelle de 1 (10 % de SFN) à 9 (90 % de SFN) ;
- Le recouvrement pycnidial RP (surface occupée par les pycnides) noté au 24^e jour après l'inoculation selon l'échelle de Ziv-Eyal (Eyal *et al.* 1987).

Tous ces paramètres ont été mesurés sur la deuxième feuille. Chaque répétition est constituée de la moyenne de 5 mesures prises sur les 5 plantules de la répétition.

Résultats

La PI, PL, SFN et le RP des trois répétitions sont résumés respectivement dans les tableaux 2, 3, 4, et 5. La PI (Tableau 2) a varié entre 7,7 et 9,0 jours, selon le génotype et entre 7,3 et 9,7 jours selon l'isolat. Nasma a eu une PI des plus réduites 7,8 j. L'isolat qui a eu la plus courte PI a été l'isolat 26, suivi des isolats 5, 25, 19, 17, 13 et 27. La période de latence (Tableau 3) a varié entre 16,8 et 23,3 jours selon le génotype et entre 16,9 et 24 jours selon l'isolat. La SFN (Tableau 4) a varié entre 1,4 et 7,5 selon le génotype et entre 1,2 et 5,5 selon l'isolat. Le RP (Tableau 5) a varié entre 2,3 et 64,5 selon le génotype et entre 0,0 et 48,4 selon l'isolat. Les valeurs extrêmes qui expriment la sensibilité ont été enregistrées sur le génotype Nasma pour les quatre paramètres.

Tableau 2. Réaction de 16 génotypes de blé tendre à 27 isolats de *Septoria tritici* mesurée par la période d'incubation (jours)

Isolat	Génotype																Moyenne isolat ¹
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
St01	8	7	9	9	8	7	8	9	9	9	7	8	9	7	8	8	8 c
St02	7	9	8	8	8	7	8	7	9	9	7	7	8	7	9	8	8 c
St03	7	7	7	9	8	8	7	8	8	8	7	7	8	7	8	8	8 c
St04	9	11	11	10	10	9	10	10	11	10	8	8	11	10	11	7	10 a
St05	7	7	7	8	7	7	8	7	7	8	7	7	9	7	7	7	7 d
St06	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7	7	8	7	8	8	8 c
St07	10	7	10	10	10	9	10	9	11	11	8	10	11	9	11	11	10 a
St08	8	8	9	9	8	7	8	8	8	9	7	7	8	7	8	8	8 c
St09	8	8	11	10	10	9	9	8	10	9	7	7	10	8	10	9	9 b
St10	9	9	9	8	9	8	9	8	7	11	9	9	8	8	11	9	9 b
St11	8	8	8	8	10	8	9	7	9	10	8	8	9	7	8	7	8 c
St12	10	10	11	10	10	9	7	10	10	10	8	7	11	9	11	9	10 a
St13	8	8	9	9	8	9	9	8	10	9	9	7	9	8	8	8	8 c
St14	7	7	8	8	9	7	7	8	9	9	7	7	8	7	9	8	8 c
St15	9	9	8	10	8	8	9	9	8	8	8	8	9	7	9	8	8 c
St16	8	8	8	8	9	8	9	8	8	8	7	7	9	7	9	8	8 c
St17	7	8	8	9	8	7	7	7	7	8	7	7	9	7	8	7	8 c
St18	9	8	10	11	10	8	9	9	11	8	7	8	9	8	9	9	9 b
St19	7	8	8	9	8	7	7	7	7	7	7	7	8	7	8	8	8 c
St20	9	10	10	9	11	10	9	9	10	9	9	9	11	9	10	9	10 a
St21	10	10	11	10	11	9	8	11	10	10	8	9	10	11	10	9	10 a
St22	8	9	10	9	10	7	8	7	8	9	8	8	10	7	8	10	8 c
St23	8	9	11	10	10	8	10	9	9	9	9	9	9	8	10	10	9 b
St24	9	10	10	10	11	10	9	9	10	10	11	9	10	10	10	9	10 a
St25	8	7	7	8	7	8	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8	7 d
St26	7	7	8	8	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7 d
St27	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	9	8	8 c
Moy. génot.	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9	8	8	9	8	9	8	
	b	b	a	a	a	b	b	b	a	a	b	b	a	b	a	b	

¹Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison multiple des moyennes de Duncan à $p = 0.05$

Le témoin non inoculé n'a pas montré de lésions

Tableau 4. Suite

St18	7	5	1	5	1	2	5	5	6	1	5	1	6	8	2	1	3.8 cde
St19	6	6	4	6	2	2	3	2	6	2	3	2	4	9	4	1	3.8 cde
St20	7	5	6	5	1	5	1	1	5	2	1	1	5	8	2	1	3.8 hi
St21	5	3	2	6	1	5	1	1	4	1	5	2	3	8	1	1	3.0 hij
St22	6	4	3	5	1	2	3	2	2	3	1	1	3	6	2	1	2.8 efg
St23	6	2	3	4	3	5	2	1	5	1	6	1	6	8	3	1	3.5 j
St24	5	1	1	5	2	1	1	1	4	1	3	1	3	8	1	1	2.4 j
St25	6	1	3	3	2	5	1	2	7	1	2	2	3	8	2	1	3.1 fghi
St26	2	2	2	4	1	2	2	3	4	2	2	2	2	7	2	1	2.4 j
St27	6	7	5	6	5	6	7	6	4	5	6	4	6	9	1	4	5.5 j
Moy. génotype	5	4	3	5	2	3	2	2	5	1	4	2	4	8	2	1	
	b	e	f	b	h	e	g	g	c	i	e	i	d	a	f	i	
					i		h	h									g

¹ Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison multiple des moyennes de Duncan à p = 0.05

Le témoin non inoculé n'a pas montré de lésions

Tableau 5. Réaction de 16 génotypes de blé tendre à 27 isolats de *Septoria tritici* mesurée par le recouvrement pycnidial (%).

	Génotype																Moy. isolat ¹
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
St1	56	18	2	56	0	18	0	0	50	0	7	0	30	90	25	0	22.0 efg
St2	57	47	40	63	0	47	0	0	63	0	5	0	42	90	30	0	30.2 cd
St3	30	20	30	56	0	20	20	0	30	0	30	0	10	70	3	0	20.0 fghi
St4	40	30	0	56	0	2	2	0	30	0	46	0	25	70	2	0	18.9 fghi
St5	50	50	23	15	15	40	30	30	5	7	50	2	40	57	30	30	29.5 cd
St6	25	15	0	15	0	0	0	0	40	0	5	3	40	70	0	0	13.3 jkl
St7	47	3	7	5	0	7	23	8	23	0	0	0	8	57	7	0	12.1 kl
St8	57	40	46	70	0	37	0	0	70	0	47	5	53	70	10	0	31.5 c
St9	3	0	0	30	0	8	0	0	10	0	0	0	0	46	0	0	6.1 m
St10	47	57	7	30	0	20	0	0	57	0	35	0	40	70	5	0	22.9 efg
St11	10	0	2	20	0	10	0	0	15	0	50	0	5	63	40	0	13.4 jkl
St12	70	50	0	57	2	13	0	0	70	0	17	0	57	70	5	0	25.6 def
St13	47	63	20	30	0	0	0	25	40	0	50	0	23	80	0	0	23.6 efg
St14	42	5	0	53	0	0	0	0	46	0	0	0	25	70	15	0	16.0 ijk
St15	57	7	0	57	0	50	0	0	50	0	50	0	20	57	20	0	22.9 efg
St16	63	47	57	57	20	20	57	47	57	7	40	10	10	63	50	20	38.9 b
St17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0 n
St18	70	30	0	30	0	5	40	30	57	0	40	2	47	70	5	0	26.5 cde
St19	50	57	20	57	0	5	5	0	50	10	20	0	15	70	15	0	23.3 efg
St20	63	40	50	20	0	40	0	0	40	5	0	0	30	70	7	0	22.8 efg
St21	40	15	2	35	0	40	0	0	20	0	20	3	20	63	0	0	16.1 ijk
St22	40	30	25	40	0	15	15	10	8	5	5	0	20	50	5	0	16.7 hijk
St23	48	0	17	25	15	35	0	0	40	0	40	0	47	63	5	0	21.3 efg
St24	40	2	0	35	7	0	0	0	37	0	20	0	13	70	0	0	13.9 jk
St25	47	0	20	15	0	30	0	0	53	0	0	0	20	63	20	0	16.7 hijk
St26	0	0	10	20	0	0	0	13	20	0	0	3	5	50	10	0	8.2 lm
St27	63	63	50	63	25	57	63	57	30	47	63	35	47	80	2	30	48.4 a
Moy. Génotype	43	25	15	37	3	19	9	8	37	3	24	2	26	65	11	3	
	b	d	e	c	g	e	f	f	c	g	d	g	d	a	f	g	

¹ Les moyennes suivies par la même lettre sont significativement différentes d'après le test de comparaison multiple des moyennes de Duncan à p = 0.05

Le témoin non inoculé n'a pas montré de lésions

L'examen des différentes combinaisons génotype-isolat montre que certains isolats ont eu des virulences opposées sur certains génotypes, pour les quatre paramètres.

L'analyse de la variance (Tableau 6) montre des effets hautement significatifs du génotype, de l'isolat et de l'interaction génotype x isolat pour les quatre paramètres.

L'analyse de la corrélation (Tableau 7) montre que les deux paramètres PL et RP sont fortement corrélés entre eux et avec la SFN. Par contre la PI n'est corrélée avec aucun des trois autres paramètres.

Tableau 6. Carrés moyens de l'analyse de la variance de la période d'incubation (PI), de la période de latence (PL), de la surface foliaire nécrosée (SFN) et du recouvrement pycnidial (RP) de 16 génotypes de blé tendre et de 27 isolats *S. tritici*

Source de variation	ddl ¹	PI	PL	SFN	RP
Isolat ⁽¹⁾	26	35.05**	117.74**	39.74**	4759.69**
Génotype ⁽²⁾	15	18.30**	42.32**	243.91**	25458.28**
I x G	390	1.33**	9.75**	4.65**	565.78**
Erreur		0.49	0.99	1.08	145.78
CV(%) ²		8.35	4.79	31.51	58.02

** différence significative à p = 0.01

1ddl : degré de liberté

2cv : coefficient de variation

Tableau 7. Corrélations entre période d'incubation (PI), période de latence (PL), surface foliaire nécrosée (SFN) et recouvrement pycnidial (RP) de 16 génotypes de blé tendre testés avec 27 isolats de *S. tritici*

Paramètre	PL	SFN	RP
PI	0.18	0.06	0.06
PL	-	-0.80**	-0.80**
SFN	-	-	-0.96**

**Significatif à p = 0.05

Discussion et conclusion

Les génotypes de blé tendre testés avec une gamme d'isolats de *S. tritici* originaires de diverses localités du Maroc ont montré des réactions variables à l'infection par *S. tritici*. La variété Nasma semble être dépourvue de tout mécanisme de résistance partielle. Les PI et PL de cette variété sont les plus courtes et la SFN et le RP sont les plus élevés.

La variété Saada et les lignées Nasma*2/14-2 et Vee's/Snb's' ont une SFN et un RP significativement inférieurs à ceux des autres génotypes, indiquant une colonisation limitée des tissus de l'hôte par le pathogène. Des réactions similaires ont été signalées chez d'autres génotypes de blé tendre confrontés avec d'autres isolats de *S. tritici* (Narvaez 1957 ; Brokenshire 1976 ; Farid 1992). Parlevliet (1979) a rapporté qu'en général, les symptômes des maladies provoqués sur l'hôte reflètent quantitativement la croissance du pathogène dans les tissus de l'hôte. Dans le cas de *S. tritici*, Harrower (1977) a trouvé une relation entre la masse de mycélium du pathogène présente dans les tissus de l'hôte et les symptômes observés.

La zone recouverte de pycnides sur les tissus infectés est l'un des paramètres importants qui conditionnent l'extension d'une épidémie de septoriose. En effet, la quantité d'unités de dissémination produites à partir des fructifications dépend de l'extension de la zone recouverte de pycnides d'où l'importance de l'utilisation de ce paramètre en sélection (Shaker *et al.* 1975).

En plus de leurs SFN et RP élevés, les génotypes Nasma*2/14-2, Vee's'/Snb's' et Saada ont eu les PI et PL les plus longues. Ces deux paramètres reflètent des différences de vitesse de développement du pathogène dans l'hôte (Neervoort et Parlevliet 1978) et méritent donc d'être pris en considération dans les tests de sélection.

Les 27 isolats utilisés dans cette étude diffèrent significativement dans leur aptitude à infecter les génotypes de blé tendre sur la base des quatre variables. Eyal et Levy (1987) et Saadaoui (1987) ont fait la même constatation sur la base de la sévérité de la maladie pour des isolats de *S. tritici* provenant d'un même pays. Le stade parfait n'ayant pas été identifié au Maroc, l'origine de cette variabilité reste à élucider.

L'isolat St17 du blé dur s'est avéré différent de tous les autres. Il semble que les isolats de *S. tritici* accusent une certaine tendance à se spécialiser soit sur le blé tendre, soit sur le blé dur. Cette hypothèse a été également suggérée par Eyal *et al.* (1973). Notons que le blé tendre est une culture introduite et donc relativement récente au Maroc. La similitude observée entre l'isolat du triticales et certains isolats du blé tendre suggère que *S. tritici* a pu s'adapter au triticales malgré l'introduction récente de cette nouvelle céréale au Maroc.

Les corrélations entre PL, SFN et RP, rapportées aussi par Brokenshire (1976), indiquent que les tissus infectés se recouvrent de pycnides et que la PL conditionne aussi bien le développement des nécroses que la sporulation. Par conséquent, le choix de la PL comme critère de sélection se répercute sur le niveau d'extension des tissus infectés et la surface recouverte de pycnides.

D'après Vanderplank (1968), des interactions génotype x isolat qui sont significatives lors de l'analyse de la variance indiquent une résistance spécifique (Les isolats du pathogène sont adaptés différemment à des hôtes spécifiques). Dans notre étude, l'interaction de 16 génotypes x 27 isolats a été significative ($P=0.05$) pour tous les paramètres, indiquant que la résistance partielle du blé tendre et la virulence de *S. tritici* sont des caractères spécifiques, ce qui suggère l'existence d'une relation gène pour gène dans le système *T. aestivum*-*S. tritici*. D'autres chercheurs (Eyal *et al.* 1985 ; Eyal *et al.* 1987) ont trouvé des résultats comparables.

En conclusion, nos résultats ont confirmé la possibilité de sélection pour la résistance partielle du blé tendre à *S. tritici* sur la base de PI, PL, SFN et RP. Cependant, cette résistance apparaît spécifique, en raison de l'interaction génotype x isolat significative. Il serait intéressant de connaître avec détail la réaction du blé à des isolats spécifiques au sein d'une population de *S. tritici* pour identifier des sources de résistance partielle, en voie d'établir une stratégie plus efficace d'amélioration du blé dans la lutte contre la septoriose.

Références bibliographiques

- Brokenshire T. (1976) : The reaction of wheat genotypes to *Septoria tritici*. *Ann. appl. biol.*, **82** : 415-423.
- Burleigh J.R., Ezzahiri B. and Roelfs A.P. (1991). Assessment of cultivar performance and disease impact on cereals in Morocco. *Plant disease*, **75** : 65-73.
- Djerbi M., Ghodbane A., Daaloul A. et Varughese G. (1974). Identification de sources de résistance à la septoriose du blé (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.). *Ann. phytopath.*, **6** : 495-496.
- Eyal Z. and Levy E. (1987). Variation in pathogenicity patterns of *Mycosphaerella graminicola* within *Triticum* spp. in Israel. *Euphytica*, **36** : 237-250
- Eyal Z., Amiri Z. and Wahl I. (1973). Physiological specialization of *Septoria tritici*. *Phytopathology*, **63** : 1087-1091.
- Eyal Z., wahl I. and Prescott J.M. (1983) . Evaluation of germplasm response to septoria leaf blotch of wheat. *Euphytica*, **32** : 439-446.
- Eyal Z., Scharen A.L., Huffman M.D. and prescott J.M. (1985). Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. *Phytopathology*, **75** : 1456-1462.
- Eyal Z., Scharen A.L., Prescott J.M. and Vanginkel M. (1987). The septoria diseases of wheat : Concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, D. F.
- Farih A. (1992). Components of partial resistance, mode of inheritance of resistance to *Septoria tritici* blotch, and status of septoria diseases in Morocco. PhD, Thesis, Oklahoma state university. 89 pp
- Harrower K.M. (1977) . Estimation of resistance of three wheat cultivars to *Septoria tritici* using a chemical method for determination of fungal mycelium. *Trans. br. mycol. soc.* **69** : 15-19.
- Mazouz H. (1992). Etudes sur la septoriose du blé, due à *Mycosphaerella graminicola* (Fückel) Schroeter (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) au Maroc. Thèse de 3ème cycle, Université moulay Ismail, Meknès. 112 pp.
- Narvaez I.M. (1957). Studies of septoria leaf blotch of wheat. PhD. Thesis, Purdue university, Lafayette.
- Neervoort W.J. and Parlevliet J.E. (1978). Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. V. Analysis of the components of partial resistance in eight barley cultivars. *Euphytica*, **27** : 33-39.
- Parlevliet J.E. (1979). Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annu. rev. phytopathol.*, **17** : 203-222.
- Rosielle A.A. (1972) . Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. *Euphytica*, **21** : 152 -161.
- Saadaoui E. M. (1987). Physiologic specialization of *Septoria tritici* in Morocco. *Plant disease*, **71** : 153-155.
- Schluter K. et Janati A. (1976). Les septorioses du blé au Maroc. *Phytopath. med.* **15** : 7-13.
- Shaner G., Finney L.E. and Paterson F.L. (1975). Expression and effectiveness in wheat to *Septoria* leaf blotch. *Phytopathology*, **65** : 761-766.
- Vanderplank J.E. (1968). Diseases resistance in plants. Academic Press , New York.