

**AFPP – SEPTIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS, FRANCE, 3-4-5 DÉCEMBRE 2003**

**INFLUENCE DE LA VARIÉTÉ SUR LE DÉVELOPPEMENT DE
MYCOSPHAERELLA GRAMINICOLA ET SUR LES STRATÉGIES DE
PROTECTION FONGICIDE CHEZ LE BLÉ**

B. BODSON¹, O. AMAND², F. VANCUTSEM¹, J. MAROT², F. CALAY²,
H. MARAITE², J-M. MOREAU³ et A. FALISSE¹

1. Unité de Phytotechnie des régions tempérées – F.U.S.A.Gx, 2 Passage des Déportés, B-5030 Gembloux
2. Unité de Phytopathologie – U.C.L., Place Croix du Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve
3. Département « Phytopharmacie » - C.R.A., rue du Bordia, 11 – B-5030 Gembloux

RÉSUMÉ :

Le développement de *Mycosphaerella graminicola* est prioritairement influencé par les conditions climatiques. La pluviosité, l'humidité relative et la température, de l'air constituent les principaux paramètres pris en compte dans les modèles de développement du champignon et dans les supports d'aide à la décision dans la lutte contre cette maladie du blé (Moreau et Maraite, 2000). Les essais montrent cependant que le contrôle des maladies devra aussi prendre en compte différents paramètres culturaux, notamment la sensibilité variétale, dans le choix des modalités d'intervention.

Mots-clés : blé, *Mycosphaerella graminicola*, variété, protection fongicide

SUMMARY :

Mycosphaerella graminicola development is mainly influenced by climatic conditions. Rainfall, relative humidity and temperature are main parameters taken in account in fungi development models and in decision support system for control of this wheat disease (Moreau and Maraite, 2000). However field trials have also shown that various crop parameters such variety susceptibility, have to be taken into consideration for optimum fungicide protection.

key-words : Wheat, *Mycosphaerella graminicola*, variety, fungicide

CADRE DE L'ÉTUDE

Des variétés de blé présentant à priori des sensibilités différentes à la septoriose ont été semées côte à côte dans des conditions culturales strictement identiques ; des suivis réguliers de l'intensité des symptômes de septoriose et du développement de la plante ont été effectués.

Les essais ont été réalisés dans le cadre de la plate-forme expérimentale « Céréales » de Loncée mise en place annuellement au centre de la Belgique par l'Unité de Phytotechnie de la Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux (Belgique). Ils ont été réalisés durant les campagnes culturales 1999-2000 et 2001-2002, deux années climatiquement favorables au développement de *M. graminicola*.

La pression de *M. graminicola* durant les deux saisons culturales est illustrée dans la figure 1 reprenant la synthèse des données générées par le logiciel « Proculture » en fin des deux saisons pour les situations culturales des essais réalisés. Ce logiciel d'aide à la décision développé par l'Unité de Phytopathologie de l'UCL Louvain-la-Neuve est disponible sur le web (<http://www.fymy.ucl.ac.be/proculture>).

Au cours du printemps 2000, les conditions climatiques ont permis une bonne synchronisation entre la fin de la période d'incubation et l'occurrence de nouvelles périodes favorables à l'infection, ceci conduit à une colonisation de l'ensemble des étages foliaires par le champignon ; en 2002 par contre, une longue période de sécheresse centrée sur le début avril a retardé le développement de la maladie ; en mai et juin par contre, les journées favorables à l'infection se sont multipliées.

Les parcelles expérimentales ont une dimension de 7 mètres sur 2 ; elles sont selon les essais répétées 4 ou 5 fois, les schémas expérimentaux sont selon les protocoles soit du type « split-plot » soit du type « réseaux carrés latins équilibrés ».

Les observations visuelles ont été chaque fois effectuées sur 10 ou 20 tiges prélevées de manière aléatoire dans chacune des parcelles ; les cotations, exprimées en % de surface foliaire touchées par des symptômes, ont été attribuées pour chaque feuille individuelle sur base d'une évaluation visuelle des feuilles observées.

RESULTATS

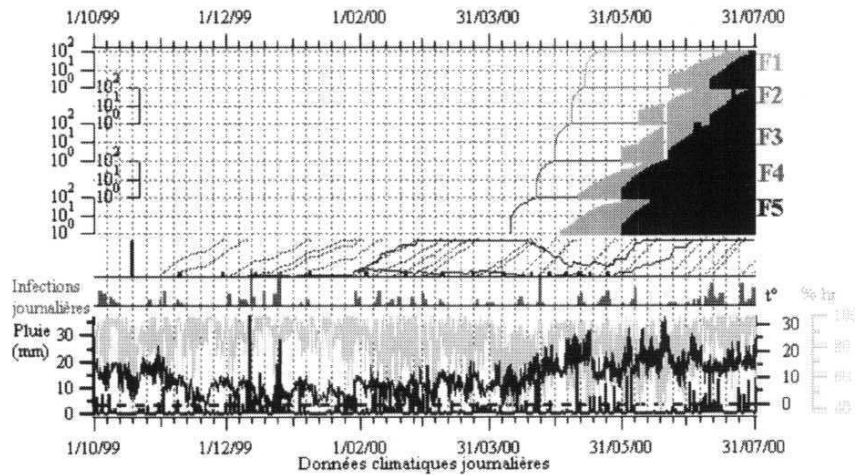
En 2000, l'expérimentation portait sur une analyse du comportement de deux variétés vis-à-vis de différents schémas de protection fongicide. Les deux variétés choisies étaient la variété tolérante Ordéal et la variété sensible Hussar.

L'évolution comparative de l'intensité de la maladie est illustrée dans le tableau I.

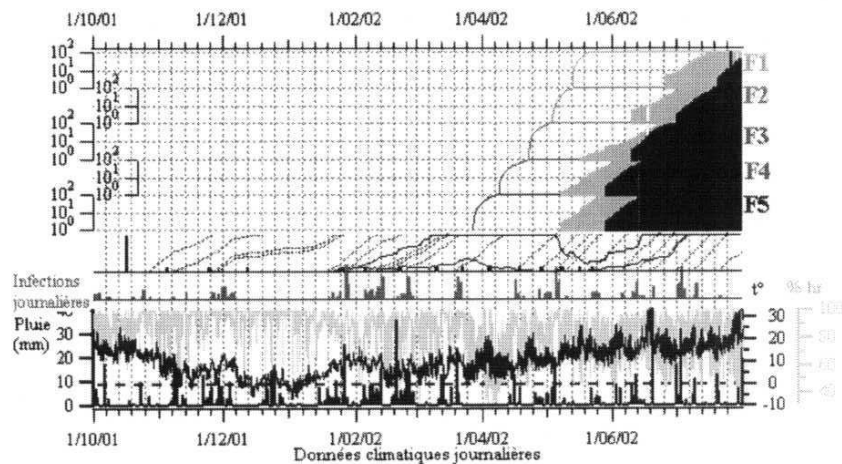
Les premiers symptômes apparaissent en même temps sur les feuilles F3 et F4 sur les deux variétés à partir du 13 mai ; ils s'expriment à des niveaux faibles néanmoins légèrement supérieurs sur la variété sensible (Hussar). Par la suite, on peut observer que la colonisation des feuilles supérieures est plus précoce et que l'extension des symptômes sur chacune des feuilles est beaucoup plus brutale sur la variété sensible.

Figure 1 : Développement de la septoriose selon « Proculture » pour les conditions des essais de Lonzée en 2000 et 2002
 Septoria development according to « Proculture » for Lonzée trials conditions in 2000 and 2002

2000 :



2002 :



Ces représentations générées par « Proculture » montrent le développement de la septoriose (% de la surface infectée) pour chacune des cinq feuilles supérieures du blé (F5 – F1).

- En bas de la figure : les données météorologiques : pluie (mm/jour), température (°C) et humidité relative (%)
- Partie centrale : Barres grises : sommes journalières des périodes horaires d'infection sur bases des données météorologiques – Barres noires : émergence des feuilles
- Partie supérieure : Simulation des niveaux de maladies : zone grises et noires : infections primaires et infections secondaires.

Tableau I - Surface foliaire (en %) nécrosée sur les différentes feuilles (F1= dernière feuille) par la septoriose dans les parcelles « témoin »
Foliar surface (in %) affected by septoria on different leaves (F1= flag leaf) in untreated plots

2000	F6		F5		F4		F3		F2		F1	
	Or	Hu	Or	Hu	Or	Hu	Or	Hu	Or	Hu	Or	Hu
21-avr	<1	1	0	0								
28-avr	6	5	<1	1	0	0						
5-mai	26		1	<1	0	0	0	0				
13-mai					2	5	<1	<1	0	0		
18-mai					8	12	0	<1	0	<1		0
25-mai					20	42	<1	5	0	<1	0	0
1-juin						56	3	11	<1	5	0	<1
9-juin							7	16	2	8	0	2
16-juin							16	54	4	26	<1	5
23-juin							44	96	12	87	3	30
29-juin									36	100	9	47
6-juil											18	65
13-juil											40	78

En 2002, deux expérimentations réalisées sur le même site expérimental permettent d'illustrer les différences de comportement variétal vis-à-vis de *M. graminicola*.

Ainsi pour les variétés Ordéal, tolérante, et Drifter, sensible, semées côte à côte à la même date, les relevés de maladies effectués en fin avril et début mai dans les parcelles non traitées montraient des cultures saines avec une présence de septoriose uniquement sur la F6. Par la suite, la septoriose a progressé plus fortement sur Drifter que sur Ordéal. Au 11 juillet, seule la dernière feuille (F1) était encore en partie saine sur le Drifter alors que sur la variété Ordéal les deux dernières feuilles étaient encore presque intactes (tableau II).

Tableau II - Surfaces foliaires nécrosées par la septoriose (%) dans les parcelles non traitées sur les variétés Ordéal et Drifter – Lonzée 2002
Foliar surface (in %) necrosed by septoria in untreated plots on Ordéal and Drifter varieties.

	F6		F5		F4		F3		F2		F1	
	Or	Dr.	Or	Dr.	Or	Dr.	Or	Dr.	Or	Dr.	Or	Dr.
22-avr	4,5	9,5										
6-mai	7	13	<1	0	0	0						
13-mai	13		1	6	<1	<1	0	0		0		
27-mai					14	37	2	6	0	0	0	0
3-juin					39	61	1	19	0	0	0	0
24-juin							13	32	2	2	0	0
11-juil									18	95	5	75

La même année, quatre variétés ont été suivies dans un essai « dates de semis ». Les variétés Baltimore et Corvus pouvaient être cataloguées comme sensibles à la

septoriose, alors que Ordéal et Parador étaient considérées comme tolérantes. Les trois dates de semis s'étaient sur la période habituelle des semis de blé d'hiver en Belgique : le 12/10/01, le 15/11/01 et le 10/12/01.

Tableau III - Surfaces foliaires nécrosées par la septoriose (%) dans les parcelles non traitées sur les variétés Baltimore, Corvus, Ordéal et Parador – Essai dates de semis - Lonzée 2002
Foliar surface (in %) necrosed by septoria in untreated plots on Baltimore, Corvus, Ordéal and Parador varieties – Drilling dates trial – Lonzée 2002

Semis du 12 octobre

	F4				F3				F2				F1			
	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa
16-mai	1	1	<1	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
23-mai	6	4	7	5	4	1	2	1	0	0	0	<1	0	0	0	0
30-mai	32	14	19	15	16	7	5	5	1	<1	<1	<1	0	0	0	0
6-juin					16	13	7	8	2	1	<1	1	0	0	0	0
14-juin					24	19	8	10	3	2	<1	3	0	0	0	0
19-juin					28	39	14	22	10	8	2	3	1	<1	<1	<1
26-juin					31	40	33	23	36	57	6	7	3	2	<1	<1
5-juil							57	26	83	97	42	33	28	21	6	5
10-juil									100	100	85	74	61	100	16	13

Semis du 15 novembre

	F4				F3				F2				F1			
	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa
16-mai	16	<1	<1	<1	0	0	0	0								
23-mai	19	3	2	3	4	<1	<1	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
30-mai		9	8	7	8	1	<1	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
6-juin					4	1	<1	2	0	0	0	<1	0	0	0	0
14-juin					9	4	2	3	<1	<1	<1	1	0	0	0	0
19-juin					19	11	3	6	4	1	<1	<1	<1	0	0	0
26-juin					25	21	8	12	9	19	1	2	1	1	<1	<1
5-juil					39	40	20	21	46	74	8	6	9	11	2	2
10-juil							29	22	100	100	33	23	30	61	7	6

Semis du 10 décembre

	F4				F3				F2				F1			
	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa	Ba	Co	Or	Pa
16-mai	5	<1	1	<1	0	0	0	0								
23-mai	6	3	6	1	1	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-mai	11	7	3	4	<1	<1	<1	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
6-juin					3	1	<1	<1	<1	0	0	0	0	0	0	0
14-juin					6	5	1	1	<1	<1	0	0	0	0	0	0
19-juin					12	15	2	4	3	7	0	0	<1	0	0	0
26-juin					32	28	6	11	16	30	<1	2	2	2	<1	<1
5-juil					48	53	18	15	50	90	6	4	9	21	2	1
10-juil								25	100	100	24	15	20	100	5	5

Quelle que soit la date de semis (tableau III), on peut observer le même scénario. Pour chacun des étages foliaires, la date de première observation des symptômes est quasi identique pour les quatre variétés, le niveau d'attaque est cependant légèrement plus élevé pour les variétés sensibles Corvus et surtout Baltimore par rapport à celui observé sur les variétés Ordéal et Parador. Par la suite, on observe que feuille par feuille, à la mi juin pour la F3, une semaine plus tard pour la F2 et fin juin début juillet pour la F1, le champignon peut rapidement provoquer des nécroses beaucoup plus importantes sur les variétés sensibles que sur les variétés tolérantes.

DISCUSSION

Dans l'ensemble des résultats présentés, le logiciel Proculture parvient à prédire correctement l'apparition des symptômes sur les différents étages foliaires à condition de pouvoir bien recalculer la phénologie de la culture en cours de montaison sur base d'observations au champs (Calay *et al.*; 2002).

L'aggravation des symptômes sur chaque feuille peut provenir à la fois de l'extension des lésions primaires mais aussi de nouvelles infections par la redistribution de spores produites sur la feuille même ou plus certainement par l'arrivée de spores produites sur les étages inférieurs du feuillage.

Les différences de phénologie dans l'apparition des différents étages foliaires entre variétés peuvent jouer un rôle important par le jeu des coïncidences entre l'apparition ou le stade de développement d'un étage foliaire et les périodes d'infection. La plus ou moins grande sensibilité ou tolérance d'une variété dans un essai peut en dépendre (Lovell *et al.*; 1997).

Dans les situations présentées ci-avant, les différences de phénologie entre variétés étaient minces et ne peuvent à elles seules expliquer les différences observées en terme de gravité des lésions en fin de végétation.

On n'observe pas non plus de relation directe entre l'inoculum primaire observé sur les étages foliaires inférieurs de la plante et le niveau d'infection des feuilles supérieures.

Une meilleure compréhension de la relation « pathogène-plante hôte » est nécessaire pour appréhender les mécanismes qui rendent certaines variétés plus aptes à limiter le développement des nécroses dues à *M. graminicola*. Dans les différents tableaux, le moment où pour chaque feuille les résultats d'observations entre variétés sensibles et tolérantes commencent à nettement diverger est repris en caractères gras.

Sur les variétés tolérantes, la plus lente progression de la maladie autorise une souplesse accrue dans le positionnement du ou des traitements.

Ces différences de comportement variétal ont aussi pour principale conséquence que les gains de rendement apportés par la protection fongicide et donc sa rentabilité sont tributaires de la plus ou moins grande sensibilité de la variété à la maladie.

Les gains de rendement, par rapport à l'objet non traité, obtenus avec un programme basé sur une application de 125g/ha d'époxiconazole au stade 32, suivie à l'épiaison

(stade 57) d'une application d'un traitement contenant une strobilurine à dose pleine souvent associée à une triazole, le tableau IV l'illustre clairement.

Tableau IV - Augmentation de rendement (en kg/ha) obtenue grâce à une protection fongicide par rapport à des parcelles non traitées pour des variétés de sensibilité différente à *M. graminicola*
Yield increase (in kg/ha) due to fungicide protection versus untreated plots on varieties with different sensibilities at *M. graminicola*

2000	
<i>Ordéal</i>	+ 1311
<i>Hussar</i>	+ 2430
2002	
<i>Ordéal</i>	+ 598
<i>Drifter</i>	+ 1536
2002- semis d'octobre	
<i>Baltimore</i>	+ 1902
<i>Corvus</i>	+ 2384
<i>Ordéal</i>	+ 738
<i>Parador</i>	+ 851

Le niveau de contrôle des lésions foliaires en fin de végétation (5 semaines après le second traitement) avec cette protection est aussi plus ou moins satisfaisant selon que la variété est tolérante ou sensible. Les surfaces foliaires des deux dernières feuilles nécrosées par *M. graminicola* dans les parcelles traitées sont en effet chaque année très différentes entre les deux variétés (Tableau V).

Tableau V Comparaison des surfaces foliaires (en %) nécrosées par *M. graminicola* dans des parcelles traitées(32 + 57) et non traitées sur variété sensible et tolérante
Comparison of foliar surface (in %) necrosed by *M. graminicola* in treated (32 + 57) and untreated plots on sensible and tolerant variety

2000	Ordéal		Hussar	
	Traité	Témoin	Traité	Témoin
F1	2	40	22	78
F2	15	100	100	100
2002	Ordéal		Drifter	
	Traité	Témoin	Traité	Témoin
F1	2	5	13	75
F2	10	18	40	95

Ces comparaisons d'évolution de *M. graminicola* en fonction des variétés ont permis de mettre en exergue :

- la nécessité de mieux comprendre les mécanismes qui permettent à certaines variétés mieux que d'autres de limiter l'expression ou le développement du champignon sur sa surface foliaire ;
- l'importance d'adapter la stratégie de protection en fonction des caractéristiques de chaque culture ; la sensibilité de la variété constitue à cet égard un élément majeur à côté des conditions climatiques de l'année ; le précédent cultural et les modalités de fertilisation azotée doivent également être pris en compte ; le rôle de l'alimentation azotée de la plante n'est pas souvent cité mais il est loin d'être négligeable (Bodson *et al*; 2000 ; Olesen *et al*; 2003);
- la difficulté de bien appréhender les risques de développement des maladies

au stade 2 nœuds : les différences d'intensité de développement de la septoriose entre les variétés ne se marquent que plus tardivement et le climat durant le développement des dernières feuilles conditionne fortement les possibilités de développement ultérieur de la septoriose (Gladders et al ; 2001) ; dans les conditions belges, le logiciel « Proculture » s'avère être, à cet égard, un outil précieux ;

- que la septoriose constitue certes le risque le plus important, cependant d'autres maladies, comme par exemple les rouilles brune et jaune, peuvent également induire des pertes de rendement conséquentes, elles doivent aussi être prises en compte dans le choix d'une stratégie de protection de la culture ;
- la possibilité de réduire les contraintes de positionnement correct et les coûts de la protection fongicide en recourant à des variétés moins sensibles aux maladies en particulier vis-à-vis de la septoriose.

REMERCIEMENTS

Les équipes de la F.U.S.A.Gx et de l'U.C.L. ont bénéficié des subsides du Ministère de l'Agriculture et des Classes Moyennes et ensuite du Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture (pour l'U.C.L. : convention S-5985, RW-1020, FF00/21 (358), FF 02/43 (540)) (pour la F.U.S.A.Gx : convention S-65915, RW-2671/1).

BIBLIOGRAPHIE

BODSON B., MEEUS P., MOREAU J.M., VANCUTSEM F. et FALISSE A., 2000 – Protection fongicide du blé intégrée au mode de conduite de la culture: exemple de la Belgique. *AFPP Sixième conférence internationale sur les maladies des plantes*. Tours, France, 6-7-8 décembre 2000, 49-58.

CALAY F., COQUILLART L., LUCAS C., LEMAIRE D., BODSON B., MOREAU J.M. and MARAITE H., 2002 – Lessons from the year 2001 *Mycosphaerella graminicola* epidemic on winter wheat in Belgium. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 67/2, 197-204.

GLADDERS P., PAVELEY N.D., BARRIE I.A., HARWICK N.V., HIMS M.J., LANGTON S. and TAYLOR M.C., 2001 – Agronomic and meteorological factors affect the severity of leaf blotch caused by *Mycosphaerella graminicola*. *In: Commercial wheat crop in England*. *Ann. Appl. Biol.*, 138. 301-311.

LOVELL D.J., PARKER S.R., HUNTER T., ROYLE D.J. and COKER R.R., 1997 – Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) in winter wheat. *In: Plant pathology*, 46: 126-138.

MOREAU J.M., MARAITE H., 2000 – Development of an interactive decision – support system on a web site for control *Mycosphaerella graminicola* in winter wheat. *Bulletin OEPP/EPPO* 30. 161-163.

OLESEN J.E., JORGENSEN L.N., PETERSON J. and MORTENSEN J.V., 2003 – Effects of rates and timing of nitrogen, fertilizer on disease control by fungicides in winter wheat. 2. Crop growth and disease development. *Journal of Agricultural Science*, 140. 15-20