



HAL
open science

Effet du traitement antipiétin sur les rendements du blé d'hiver et nuisibilité du piétin verse en Belgique

M Cavelier, L Couvreur

► **To cite this version:**

M Cavelier, L Couvreur. Effet du traitement antipiétin sur les rendements du blé d'hiver et nuisibilité du piétin verse en Belgique. *Agronomie*, 1995, 15 (2), pp.139-151. hal-00885677

HAL Id: hal-00885677

<https://hal.science/hal-00885677>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Effet du traitement antiépéin sur les rendements du blé d'hiver et nuisibilité du piépin verse en Belgique

M Cavelier ^{1*}, L Couvreur ²

¹ CRA-Gembloux, station de phytopathologie;

² CRA-Gembloux, station de phytotechnie, chemin de Liroux, B-5030 Gembloux, Belgique

(Reçu le 27 janvier 1995; accepté le 21 avril 1995)

Résumé — En Belgique et dans la plupart des régions céréalières de l'Europe de l'Ouest, le piépin verse (*Pseudocercospora herpotrichoides*) n'est plus considéré comme une maladie très dommageable au blé d'hiver, mais pèse encore fortement sur la décision de l'agriculteur lorsqu'un traitement fongicide est envisagé en cours de montaison. Ce paradoxe vient du fait que les éventuelles augmentations de rendement consécutives à ce traitement sont souvent associées par les utilisateurs à l'effet antiépéin du fongicide appliqué, alors que le principal produit utilisé, le prochloraze, agit également contre la septoriose des feuilles (*Septoria tritici*). Cette confusion serait à l'origine de plusieurs interprétations douteuses à propos de résultats d'essai en plein champ. Pour étudier cette question, on a observé en 1994 le comportement au champ de 6 variétés de blé d'hiver soumises à une épidémie naturelle de septoriose des feuilles et à une forte attaque de piépin verse, obtenue par inoculation. Des traitements au chlorothalonil, seulement actif contre la septoriose, et au prochloraze, actif à la fois contre la septoriose et le piépin verse, ont été appliqués afin de pouvoir dégager l'effet respectif de chacune de ces maladies sur le rendement du blé. La faible nuisibilité du piépin verse a été une nouvelle fois établie. En effet, les augmentations de rendement obtenues grâce aux applications fongicides au stade premier nœud et au stade dernière feuille sont principalement dues au contrôle de la septoriose, aussi bien dans les parcelles inoculées par le piépin verse que dans les parcelles non inoculées. Toutefois, que ce soit avec le chlorothalonil seul ou avec le mélange chlorothalonil-prochloraze, les traitements de montaison ont toujours été mieux valorisés dans les parcelles fortement attaquées par le piépin verse. La lutte contre le piépin verse ne serait donc rentable que si elle est associée à des mesures de lutte contre la septoriose, celles-ci étant, par elles-mêmes, suffisantes à assurer des rendements élevés. C'est probablement la raison pour laquelle, en absence de septoriose, la lutte contre le piépin verse n'a pas donné de résultats satisfaisants dans les essais que nous avons réalisés antérieurement. Le présent essai confirme d'ailleurs que de graves symptômes de piépin verse ne peuvent pas être à l'origine de pertes significatives de rendement sans qu'aucun échaudage ne se produise. L'importance vraisemblablement excessive accordée à la lutte contre le piépin verse dans les schémas de protection fongicide du blé d'hiver est discutée.

blé / *Pseudocercospora herpotrichoides* = piépin verse / *Septoria tritici* = septoriose des feuilles / nuisibilité / prochloraze / chlorothalonil

Summary — Effect of eyespot control on the yield of winter wheat and eyespot damage in Belgium. In Belgium and most cereal-growing countries of Western Europe, eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) is no longer considered as highly damaging to winter wheat, but still remains a major element of decision with farmers when contemplating fungicide application at the stem elongation stage. This paradox stems from the fact that users often associate increases in the yield subsequent to treatment with the activity of the fungicide against eyespot even though the

* Correspondance et tirés à part

most commonly used fungicide (prochloraz) is also effective against *Septoria tritici* blotch. This may result in questionable interpretations of field trial data. The matter was investigated in 1994 by observing the field behaviour of 6 winter wheat cultivars subjected to an artificial inoculation with eyespot and a natural *Septoria* epidemic. Applications of chlorothalonil, which is specifically active against *Septoria tritici* blotch, and prochloraz, which is active against both *Septoria* and eyespot, were made in order to discriminate the respective effects of the 2 diseases on the yield of winter wheat. The low level of yield losses caused by eyespot was again evidenced. The yield increases obtained with the fungicide applications at the first node and last leaf stages mainly resulted from the control of *Septoria tritici* blotch in both eyespot inoculated and uninoculated plots. Whatever the fungicide used (chlorothalonil or a mixture of chlorothalonil and prochloraz), the fungicide applications always resulted in higher yield increases in the eyespot-inoculated plots. Eyespot control is only economically advisable if associated with control measures against *Septoria*, which are actually sufficient to ensure high yields. This is probably the reason why, in the absence of *Septoria*, eyespot control did not give satisfactory results in previously conducted trials. The present trial confirms that eyespot does not result in significant yield losses as long as it is not producing white heads. The presumably overrated influence of eyespot control in winter wheat protection programs is discussed.

wheat / eyespot / *Septoria tritici* / yield loss / prochloraz / chlorothalonil

INTRODUCTION

Parmi les maladies susceptibles de se développer précocement dans les cultures de blé d'hiver en Belgique, le piétin verse (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) et la septoriose des feuilles (*Septoria tritici* Rob ex Desm) sont aujourd'hui les plus fréquentes. En effet, les attaques de rouille jaune, pour spectaculaires qu'elles soient, ne se présentent pas toutes les années et seulement sur certaines variétés (Cavelier *et al*, 1993). Les attaques de jaunisse nanisante comme en 1989, et surtout 1990, sont exceptionnelles (Cavelier *et al*, 1990). Le développement précoce de l'oïdium sur certaines variétés, devenues trop sensibles, a accéléré l'abandon de celles-ci.

Le piétin verse et la septoriose des feuilles s'attaquent à l'ensemble des variétés cultivées et peuvent être maîtrisés simultanément par un traitement fongicide en cours de montaison. Des essais d'inoculation de différentes souches de piétin verse réalisés dans la région de Gembloux durant les saisons culturales 1991–1992 et 1992–1993 ont cependant montré que la nuisibilité de cet agent pathogène était très faible, même sur les variétés très sensibles (Cavelier *et al*, 1994). De fait, la réduction sensible des symptômes de piétin verse observée à la suite d'un traitement anti-piétin n'a pas eu d'effet significatif sur les rendements ou, si l'effet était significatif, le gain de rendement était trop faible (200 kg/ha soit 2,2% du rendement en 1993) pour justifier le traitement en absence de maladies foliaires.

Jusqu'à présent, aucune relation entre l'importance des nécroses sur la tige et le niveau des rendements n'a pu être établie, quelle que soit la variété de blé (King *et al*, 1990 ; Cavelier *et al*, 1994). Les raisons de cet échec peuvent être

multiples. À cet égard, Fitt *et al* (1988) soulignent le rôle éventuel de plusieurs facteurs difficilement quantifiables. Par exemple, l'effet de compensation des pertes de rendement, en fonction de la proportion de tiges saines dans les cultures, est difficilement mesurable. L'incidence du piétin verse sur les rendements du blé, liée surtout au risque d'échaudage depuis que la verse a pratiquement disparu de nos campagnes, dépend aussi des conditions météorologiques, par essence imprévisibles, qui prévalent de l'épiaison à la récolte. La difficulté de prévoir le risque piétin verse n'est évidemment pas étranger à la difficulté de mettre en évidence une relation entre la gravité des symptômes de cette maladie et les rendements du blé. Dans les expérimentations au champ, le développement d'autres maladies introduit un biais, trop souvent négligé, dans l'évaluation de la nuisibilité du piétin verse. En particulier, on peut se demander dans quelle mesure les gains de rendement obtenus dans certaines situations à la suite d'un traitement anti-piétin ne seraient pas dus au contrôle de la septoriose des feuilles. C'est ce que nous avons voulu vérifier en 1993–1994 dans un essai conçu de façon à pouvoir dégager l'effet respectif de chacune des maladies.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Comme les années précédentes (Cavelier *et al*, 1994), l'essai se situait dans la région de Gembloux, sur sol limoneux profond, et son emplacement a été choisi en raison de l'absence de céréales à paille depuis deux ans (pois en 1992, betterave en 1993). Six variétés de blé d'hiver ont été semées le 12 octobre 1993 : Apollo, Estica, Génial, Mobil, Sidéral et Soissons.

L'essai, réalisé selon un dispositif en *split-plot* avec 10 traitements (grandes parcelles) et 6 variétés

(petites parcelles), était conçu pour obtenir différents niveaux d'infection de piétin verse et de septoriose.

Pour le piétin verse, on a eu recours, d'une part, à des inoculations artificielles avec un mélange de 5 souches de type blé toutes sensibles à 0,5 mg/l de prochloraze et, d'autre part, en vue de maîtriser ces infections, à des applications de ce fongicide au stade 31 (premier nœud) ou au stade 39 (dernière feuille) (Zadoks *et al*, 1974).

Quant à la septoriose, dont on a laissé se développer les infections naturelles, elle a été contrôlée, dans certaines parcelles, au stade 31 et 39 avec du chlorothalonil appliqué seul ou en association avec du prochloraze.

L'essai a été réalisé en 6 répétitions avec des parcelles élémentaires de 15 m² (10 x 1,5 m). Les différents traitements étaient séparés entre eux par 4,5 m de culture pour limiter la contamination des parcelles non inoculées par le piétin verse. C'est aussi la raison pour laquelle le facteur «traitement» a été affecté aux grandes parcelles.

L'inoculum, à base de grains d'avoine infectés par *P herpotrichoides*, a été préparé selon la méthode habituelle (Cavelier *et al*, 1994) et répandu au champ le 28 décembre 1993, à l'aide d'un semoir, à raison de 250 grains par mètre carré.

Le protocole des applications fongicides est présenté au tableau I. Le chlorothalonil est un fongicide de contact qui prévient efficacement les infections de septoriose mais qui n'a pratiquement pas d'effet curatif lorsque l'infection s'est déjà déclarée. Le chlorothalonil peut néanmoins considérablement freiner les infections secondaires de septoriose (Eynard et Shephard, 1990). Ce fongicide n'a par ailleurs aucun effet direct sur le piétin verse.

Le prochloraze est un fongicide de la famille des imidazoles, qui, bien que ne possédant pas vraiment de propriétés systémiques, présente une mobilité translaminare. Il est rapidement adsorbé par la cuticule des feuilles (Palmer, 1993). Son spectre d'activité est beaucoup plus large que celui du chlorothalonil. Outre son activité à l'égard du piétin verse et de la

fusariose du pied, le prochloraze présente une activité intéressante à l'égard de la septoriose des feuilles (Jordan *et al*, 1986).

Pour la détermination des stades d'intervention, on s'est basé sur la phénologie moyenne des variétés Génial et Mobil, celles-ci venant à épier plus tardivement que Sidéral et Soissons, mais plus précocement qu'Apollo et Estica. En conséquence, les applications fongicides ont été effectuées le 29 avril, le 24 mai et le 9 juin, qui furent respectivement les dates de réalisation des stades 31, 39 et 59 chez les variétés Génial et Mobil.

Une fumure azotée a été apportée en 3 fractions de 60 unités chacune sur l'ensemble de l'essai, le 28 mars, le 26 avril et le 26 mai 1994. Un régulateur de croissance à base de chlorure de chlormequat (460 g/l ; 1,5 l/ha) a été appliqué le 22 avril 1994.

Les principales observations ont été réalisées au stade laitieux (stade 75), sur 30 talles par parcelle, en fonction de la précocité des variétés : entre le 20 et 27 juin pour Sidéral et Soissons, entre le 27 juin et le 1^{er} juillet pour Mobil et Génial, entre le 4 et 6 juillet pour Apollo et entre le 6 et 8 juillet pour Estica.

La fréquence des maladies foliaires a été calculée sur 90 feuilles par parcelle (30 talles x les 3 dernières feuilles). Bien que l'essai ait été conçu pour favoriser ou freiner principalement le développement de la septoriose et du piétin verse, nos observations ont porté sur l'ensemble des maladies, au cas où certaines d'entre elles auraient eu une incidence sur les différents facteurs étudiés. Les observations ont donc également porté sur l'oïdium, la rouille brune et le rhizoctone. Les manifestations de fusariose du pied ne présentent pas de réel danger pour les cultures de blé en Belgique et elles ont donc été ignorées. Pour les tiges, le pourcentage de section nécrosée a été estimé suivant la formule $[(N1 \times 0,1) + (N2 \times 0,5) + N3] \times 100/30$, où *N1*, *N2* et *N3* représentent les nombres de talles regroupées respectivement dans les classes 1, 2 et 3 de l'échelle de gravité suivante :

– 1 : lésion superficielle s'étendant sur moins de la moitié de la circonférence de la tige ;

Tableau I. Protocole des applications fongicides ^a.

Traitements	Stades phénologiques		
	Stade 31 1 ^{er} nœud	Stade 39 Dernière feuille	Stade 59 Épiaison
T0(i) et T0(ni)	–	–	–
T1(i) et T1(ni)	–	–	D + M
T2(i) et T2(ni)	D	D	D + M
T3(i) et T3(ni)	D + S	D	D + M
T4(i) et T4(ni)	D	D + S	D + M

^a D : Daconil à 50% de chlorothalonil, 2 l/ha ; S : Sportak à 450 g/l de prochloraze, 1 l/ha ; M : Matador à 250 g/l de tébuconazole et 125 g/l de triadiménoil, 1 l/ha ; i : parcelles inoculées avec *P herpotrichoides* ; ni : parcelles non inoculées artificiellement.

- 2 : lésion plus profonde s'étendant sur plus de la moitié de la circonférence de la tige ;
- 3 : lésion brunissant complètement les tissus avec présence du champignon à l'intérieur de la tige.

Le pourcentage de tiges gravement atteintes par le piétin verse est la somme des pourcentages obtenus dans chacune des classes de fréquence 2 et 3.

Les parcelles ont été récoltées séparément le 3 août 1994, sous la canicule, à l'aide d'une moissonneuse Wintersteiger Elite (barre de coupe de 1,5 m). Le produit de la récolte a été pesé (poids brut) et une aliquote de grains a été prélevée dans chaque sac pour déterminer le taux d'humidité et les valeurs brutes du poids de l'hectolitre et du poids de 1 000 grains. Les valeurs nettes de la production ont été déduites de la façon suivante :

$$\text{Rendement} = \text{Production brute ramenée à l'ha} \times (100 - \% \text{humidité}) / 85$$

$$\text{Poids de l'hl} = \text{Poids brut de l'hl} + 0,4 \times (\% \text{humidité} - 15)$$

$$\text{Poids de 1 000 grains} = \text{Poids brut de 1 000 grains} \times (100 - \% \text{humidité}) / 85$$

RÉSULTATS

Évolution des maladies

Un bref aperçu de la fréquence des pluies et de l'évolution de la température moyenne durant les 7 premiers mois de l'année (fig 1) suffit à montrer combien 1994 a été très favorable au piétin verse, non seulement pour le développement des infections primaires mais également pour la multiplication des foyers d'infections secondaires (Moreau *et al*, 1990). En revanche, le rhizoctone n'a pas bénéficié de conditions sèches au printemps pour pouvoir s'implanter, comme en 1993, sur un grand nombre de talles. En effet, si l'automne 1993 a été froid et humide, il a fait très doux et très humide à partir de décembre jusqu'à la fin du mois de mars, sauf pendant une dizaine de jours en février. Les 2 premières décades d'avril furent plus froides que la normale mais toujours assez humides. À partir de la troisième décade d'avril

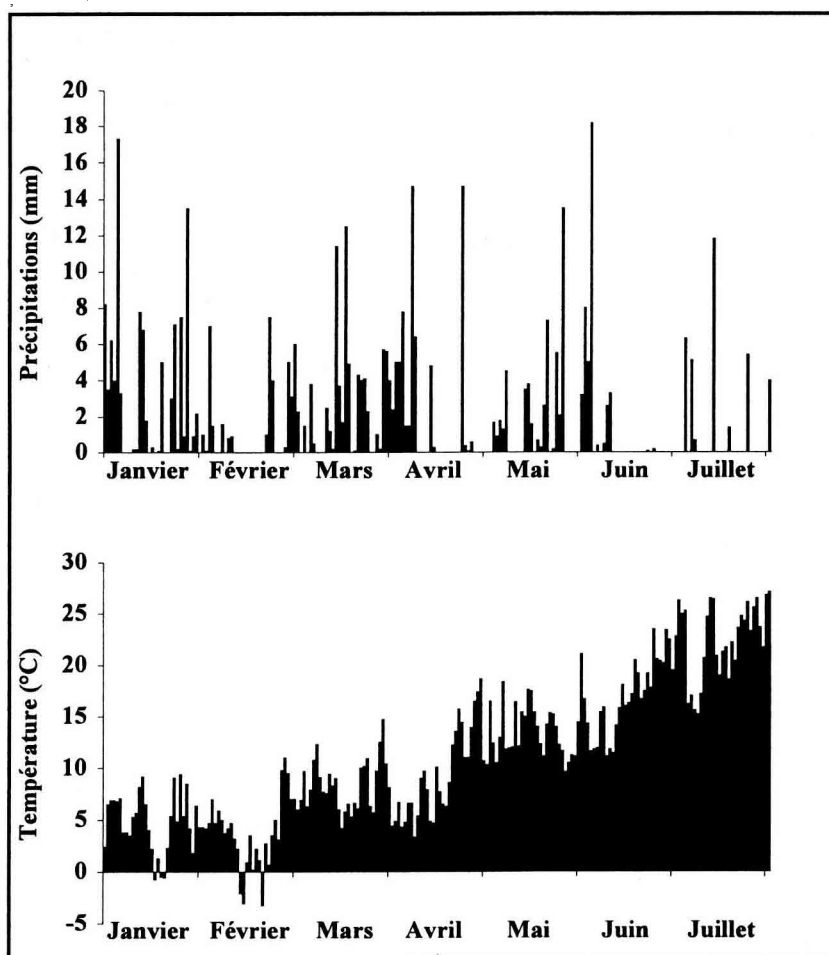


Fig 1. Évolution journalière de la température moyenne et des précipitations à la station météorologique d'Ernage (Gembloux) en 1994.

jusqu'au 10 juin, le temps doux et très humide a contribué à la croissance régulière des plantes, entraînant précocement l'épiaison des variétés les plus hâtives, comme Soissons et Sidéral. Dans ces conditions, la progression du piétin verse a été telle qu'au début du mois de juin, dans les parcelles inoculées et non traitées au prochloraze, 50% des tiges de la variété Génial étaient déjà complètement envahies par le champignon. L'emploi de souches appartenant exclusivement au pathotype blé, alors que ce pathotype représente bien souvent moins de 50% des isolats de piétin verse (données non publiées), a contribué à la gravité des attaques (Cavelier *et al*, 1994). Dès lors, on pouvait craindre que cette évolution ne soit extrêmement nuisible au développement des grains, particulièrement pour les variétés tardives qui ont été soumises à une évapotranspiration intense durant le remplissage et la maturation des grains. L'été fut en effet très chaud à partir du 24 juin mais aucun échaudage significatif ne fut observé avant la récolte en août.

Les conditions climatiques décrites ci-dessus ont été tout aussi favorables au développement d'une épidémie naturelle de *Septoria tritici*. En effet, le potentiel d'inoculum de cette maladie a augmenté considérablement durant les mois d'hi-

ver et au début du printemps. Les pluies du mois de mai (12 j de pluie avec des précipitations supérieures à 1 mm) ont dispersé cet inoculum sur le feuillage supérieur du froment en phase finale de montaison. Hansen *et al* (1994) considèrent que, si le mois de mai compte plus de 8 j de pluie avec des précipitations supérieures à 1 mm, un développement nuisible de la septoriose des feuilles risque de se produire.

Les facteurs édaphiques et génétiques ont été prépondérants dans le développement de l'oïdium, spécialement sur la variété Apollo. C'est dans la partie la plus humide du champ, où les plantes ont souffert temporairement d'une asphyxie radiculaire au début du printemps, que la poussée d'oïdium a été la plus prononcée. La rouille brune a connu de bonnes conditions d'implantation au mois de juin mais l'été a été trop chaud par la suite pour que cette maladie ne provoque des dégâts. Ces mêmes conditions estivales n'ont pas permis le développement des maladies de l'épi.

Analyse statistique des résultats

Le tableau II présente les données de l'analyse de la variance pour les 11 variables mesurées.

Tableau II. Analyse de la variance d'un dispositif en *split-plot* à 10 traitements (grandes parcelles), 6 variétés de blé (petites parcelles) et 6 répétitions (blocs).

Sources de variation	Degrés de liberté	Carrés moyens des variables mesurées										
		Nombre de feuilles atteintes par			Nombre de tiges atteintes par		Gravité des attaques sur tige			Composantes du rendement		
		Oïdium	Rouille brune	Septoriose	Rhizoctone	Piétin verse	Nombre de tiges saines	Nombre de tiges très atteintes	Section nécrosée	Rendement	Poids de l'hl	Poids de 1000 grains
		(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(arcsin %)	(kg/ha)	(kg)	(g)
Traitement	9	0,025 6	0,026 7	1,744 1	0,054 6	4,054 4	0,689 1	4,995 4	1,696 7	6 421 638	1,914	465
Bloc	5	0,211 7	0,004 4	0,060 3	0,078 6	0,482 1	0,129 6	0,645 5	0,126 2	16 578 144	4,814	493
Trait x Bloc	45	0,008 5	0,003 6	0,022 5	0,008 6	0,059 6	0,015 8	0,068 9	0,020 8	593 100	0,494	32
Variété	5	0,849 6	0,085 2	0,204 0	0,088 2	0,765 7	0,124 0	1,882 3	0,529 1	8 837 708	72,919	1.131
Var x Trait	45	0,020 5	0,020 2	0,009 2	0,006 0	0,048 8	0,019 9	0,044 1	0,019 9	83 024	0,581	33
Erreur	250	0,009 7	0,002 6	0,008 0	0,005 6	0,034 6	0,007 4	0,024 2	0,010 6	39 703	0,151	19

Valeurs observées de F

Traitement	2,99	7,39	77,40	6,34	68,02	43,47	72,49	81,34	10,83	3,87	14,63
Variété	87,56	32,19	25,35	15,60	22,09	16,60	77,66	49,85	222,59	481,99	60,20
Var x Trait	2,12	7,63	1,15	1,07	1,41	2,68	1,82	1,88	2,09	3,84	1,78

Les variables qui sont exprimées en pourcentage ont subi une transformation en arc sinus avant l'analyse de la variance. Pour les variables «septoriose», «rhizoctone» et «piétin verse», on n'a pas observé d'interaction entre le facteur «traitement» et le facteur «variété». Pour les 3 variables relatives à la gravité des attaques sur tige par le piétin verse, ainsi que pour les variables «rendement» et «poids de mille grains», on note une interaction significative entre les 2 facteurs, dont l'effet peut cependant

être considéré comme négligeable par rapport aux effets principaux. Pour les variables «oïdium» et «poids de l'hectolitre», la réponse aux différents traitements dépend de la variété, mais l'importance relative des carrés moyens autorise cependant de comparer les variétés entre elles. Pour la variable «rouille brune», le niveau des infections est faible ou nul selon les variétés de sorte que l'on ne peut tirer aucune conclusion à partir de l'analyse globale des résultats. Dans le tableau III, les pourcentages

Tableau III. Fréquence des maladies foliaires sur 6 variétés de blé d'hiver au stade laiteux.

<i>Oïdium</i>		<i>Rouille brune</i>		<i>Septoriose des feuilles</i>			
<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Moyenne du traitement^b le plus attaqué</i>	<i>Moyenne du traitement^b le moins attaqué</i>
Apollo	29	Apollo	9	Sidéral	42	69 (T0 <i>i</i>)	16 (T3 <i>ni</i>)
Mobil	19	Soissons	1	Mobil	40	64 (T0 <i>i</i>)	15 (T3 <i>ni</i>)
Génial	6	Sidéral	0	Génial	36	64 (T0 <i>ni</i>)	6 (T3 <i>i</i>)
Sidéral	5	Estica	0	Estica	35	61 (T0 <i>ni</i>)	10 (T3 <i>ni</i>)
Estica	0,4	Génial	0	Soissons	32	57 (T0 <i>i</i>)	13 (T3 <i>i</i>)
Soissons	0	Mobil	0	Apollo	27	55 (T0 <i>i</i>)	4 (T3 <i>ni</i>)
Erreur standard	1,3		0,7		1,2		

^a Pourcentage moyen de feuilles du feuillage supérieur présentant des symptômes de maladie : résultat de l'examen de 5 400 feuilles (6 parcelles x 10 traitements x 30 tiges x 3 dernières feuilles) ; ^b résultats de l'examen de 540 feuilles (6 parcelles x 30 tiges x 3 dernières feuilles) : le type de traitement (voir tableau I) ainsi que la catégorie de parcelles (*i* pour inoculées par le piétin verse, *ni* pour non inoculées) figurent entre parenthèses.

Tableau IV. Fréquence des piétins sur 6 variétés de blé d'hiver au stade laiteux.

<i>Tiges saines</i>		<i>Rhizoctone</i>		<i>Piétin verse</i>			
<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Variété</i>	<i>Moyenne générale^a</i>	<i>Moyenne du traitement^b le plus attaqué</i>	<i>Moyenne du traitement^b le moins attaqué</i>
Mobil	20	Mobil	19	Estica	90	100 (T0 <i>i</i>)	52 (T3 <i>ni</i>)
Sidéral	18	Soissons	19	Génial	87	98 (T0 <i>i</i>)	48 (T3 <i>ni</i>)
Soissons	17	Sidéral	17	Apollo	86	100 (T0 <i>i</i>)	36 (T3 <i>ni</i>)
Apollo	13	Génial	13	Soissons	85	100 (T0 <i>i</i>)	28 (T3 <i>ni</i>)
Estica	11	Apollo	12	Sidéral	83	99 (T1 <i>i</i>)	29 (T3 <i>ni</i>)
Génial	8	Estica	10	Mobil	71	96 (T0 <i>i</i>)	41 (T3 <i>ni</i>)
Erreur standard	1,1		1,0		2,4		

^a Pourcentage moyen de tiges saines ou de tiges présentant des symptômes de rhizoctone ou de piétin verse : résultats de l'examen de 1 800 tiges (6 parcelles x 10 traitements x 30 tiges) ; ^b résultats de l'examen de 180 tiges (6 parcelles x 30 tiges) : le type de traitement (voir tableau I) ainsi que la catégorie de parcelles (*i* pour inoculées par le piétin verse, *ni* pour non inoculées) figurent entre parenthèses.

Tableau V. Sensibilité variétale du blé d'hiver à la nécrose des tiges causée par le piétin verse.

Pourcentage de tiges gravement attaquées par le piétin verse		Pourcentage de section nécrosée			
Variété	Moyenne générale ^a	Variété	Moyenne générale ^a	Moyenne du traitement ^b le plus attaqué	Moyenne du traitement ^b le moins attaqué
Génial	75	Estica	50	78 (T1 <i>i</i>)	22 (T3 <i>ni</i>)
Estica	75	Génial	49	70 (T2 <i>i</i>)	18 (T3 <i>ni</i>)
Apollo	66	Apollo	46	76 (T1 <i>i</i>)	11 (T3 <i>ni</i>)
Soissons	65	Soissons	44	76 (T0 <i>i</i>)	9 (T3 <i>ni</i>)
Sidéral	58	Sidéral	40	64 (T1 <i>i</i>)	10 (T3 <i>ni</i>)
Mobil	36	Mobil	27	52 (T0 <i>i</i>)	8 (T3 <i>ni</i>)
Erreur standard	2,0		1,3		

^a 1 800 tiges examinées au stade laiteux (6 parcelles x 10 traitements x 30 tiges) ; ^b 180 tiges examinées (6 parcelles x 30 tiges) : le type de traitement (voir tableau I) ainsi que la catégorie de parcelles (*i* pour inoculées par le piétin verse, *ni* pour non inoculées) figurent entre parenthèses.

Tableau VI. Influence des variétés sur les composantes de la production du blé d'hiver.

Poids de l'hectolitre		Poids de 1 000 grains		Rendement à l'hectare			
Variété	Moyenne générale ^a (kg)	Variété	Moyenne générale ^a (g)	Variété	Moyenne générale ^a (kg)	Moyenne du traitement ^b le plus productif	Moyenne du traitement ^b le moins productif
Génial	80,8	Soissons	41,4	Estica	9 906	10 421 (T4 <i>ni</i>)	9 184 (T1 <i>i</i>)
Soissons	80,7	Génial	41,3	Apollo	9 846	10 381 (T3 <i>ni</i>)	9 065 (T0 <i>i</i>)
Mobil	80,6	Apollo	40,9	Mobil	9 827	10 177 (T3 <i>ni</i>)	9 343 (T1 <i>i</i>)
Apollo	80,0	Estica	39,9	Génial	9 495	9 898 (T3 <i>ni</i>)	8 786 (T1 <i>i</i>)
Sidéral	79,2	Mobil	38,5	Sidéral	9 268	9 871 (T3 <i>ni</i>)	8 443 (T0 <i>i</i>)
Estica	78,0	Sidéral	38,4	Soissons	8 948	9 368 (T2 <i>ni</i>)	8 201 (T0 <i>i</i>)
Erreur standard	0,05		0,56		26		

^a Moyenne de 60 observations (6 parcelles x 10 traitements) ; ^b moyenne de 6 observations (6 parcelles) : le type de traitement (voir tableau I) ainsi que la catégorie de parcelles (*i* pour inoculées par le piétin verse, *ni* pour non inoculées) figurent entre parenthèses.

moyens d'infection des variétés par la rouille brune ne sont donc cités qu'à titre indicatif.

Fréquence des maladies, rendement du blé et sensibilité variétale

Tous traitements confondus, les variétés de blé ont présenté des sensibilités fort différentes à l'égard des maladies foliaires (tableau III) et des maladies du pied (tableau IV et V), avec des

conséquences variables sur les rendements (tableau VI) dont la signification ne peut être tirée sans tenir compte du potentiel spécifique de production de chacun des cultivars.

Les maladies foliaires

La septoriose des feuilles (tableau III) est la seule maladie foliaire qui se soit développée précocement sur toutes les variétés avec des pourcentages d'attaque très différents selon les traite-

ments. Les autres maladies foliaires ont connu, dans presque tous les cas, un développement tardif et limité. Néanmoins, en absence de tout traitement fongicide, plus de la moitié du feuillage de la variété Apollo était atteint d'oïdium vers le 4 juillet et plus de 30% des feuilles de cette variété présentaient vers cette date des pustules de rouille brune. L'oïdium était aussi présent, mais dans une moindre mesure, sur les variétés Sidéral et Génial (5% du feuillage, respectivement vers le 22 et le 28 juin) et sur la variété Mobil (19% du feuillage vers le 29 juin). La variété Soissons, qui a été échantillonnée vers le 22 juin en même temps que la variété Sidéral, n'a présenté de la rouille brune que 10 j plus tard. Le traitement fongicide à l'épiaison a maîtrisé efficacement l'oïdium et la rouille brune, de sorte que l'on peut considérer que ces maladies n'ont pas vraiment interféré avec les résultats de l'essai relatifs aux effets de la septoriose et du piétin verse sur les rendements.

Les maladies du pied

L'inoculation du piétin verse a été un succès, même sur la variété Mobil qui est porteuse du gène de VPM 1 (tableau IV), avec pratiquement 100% de tiges atteintes dans les parcelles inoculées, non protégées par le prochloraze (traitements T0, T1 et T2). Mobil reste cependant la variété la moins atteinte par le piétin verse et une des variétés les plus touchées par le rhizoctone (Cavelier *et al*, 1994). C'est dans les parcelles non inoculées, protégées par le prochloraze au stade 31 (traitement T3), que le pourcentage moyen de tiges attaquées par le piétin verse a été le plus faible (entre 28 et 52%, selon les cultivars). La variabilité des attaques de piétin verse est beaucoup plus discriminante quand on considère le nombre de tiges gravement attaquées par le piétin verse et le pourcentage de section nécrosée (tableau V). Selon les variétés, ce dernier pourcentage variait de 52 à 78% dans les traitements les plus attaqués et de 8 à 22% dans le traitement le moins attaqué.

Les composantes de la production du blé

Le tableau VI montre que les variétés précoces (Soissons et Sidéral) ont été pénalisées par rapport aux variétés tardives (Apollo et Estica) en ce qui concerne les rendements à l'hectare. On aurait pu s'attendre à l'effet contraire étant donné la sécheresse de l'été qui a spécialement écourté la période de maturité des variétés tardives. En

effet, la variété la plus tardive (Estica), qui a commencé à fleurir à partir du 14 juin, était la seule à montrer, dès le 10 juillet, des signes de stress hydrique dans toutes les parcelles. Aucune explication valable n'a pu être avancée pour justifier ces différences de comportement variétal, d'autant plus que ce phénomène ne s'est pas vérifié partout dans la région, ce qui laisse à penser que l'interaction du climat avec les conditions culturales était très importante (JL Herman, station de phytotechnie, centre de recherches agronomiques de Gembloux). Dans cet essai, on notera l'écart très important entre les valeurs minimales et maximales de rendement en fonction des différents traitements appliqués, ce qui souligne l'enjeu de la protection phytosanitaire dans le contexte de maladies décrit ci-dessus. En revanche, le classement des variétés en fonction des poids de l'hectolitre et des poids de 1 000 grains est conforme au potentiel de ces variétés. Il est important de souligner, pour la représentativité de l'essai, que les poids de l'hectolitre obtenus dans cet essai sont très proches de ceux des blés analysés par le réseau de l'ASBL Requasud, dont la valeur moyenne (80,5) est la plus élevée enregistrée depuis 10 ans (Sinnaeve *et al*, 1994).

Influence de l'inoculation par le piétin verse

Les différences de résultats observées entre les parcelles non inoculées et les parcelles inoculées par le piétin verse peuvent être examinées pour 5 traitements différents (fig 2). La comparaison la plus pertinente est celle relative aux parcelles où l'effet *Septoria* a été minimisé par les seules applications de chlorothalonil (traitement T2). Dans tous les cas cependant, les parcelles non inoculées présentaient des tiges beaucoup moins attaquées par le piétin verse que les parcelles inoculées par ce pathogène, alors que la fréquence des autres maladies demeurait inchangée. Les différences de rendement en faveur des parcelles non inoculées par le piétin verse ne sont pas significatives sauf dans le cas où les parcelles n'ont reçu qu'un traitement à l'épiaison (traitement T1).

Influence des différents traitements fongicides

Les résultats de l'analyse de la variance nous autorisent à dégager l'effet des différents traite-

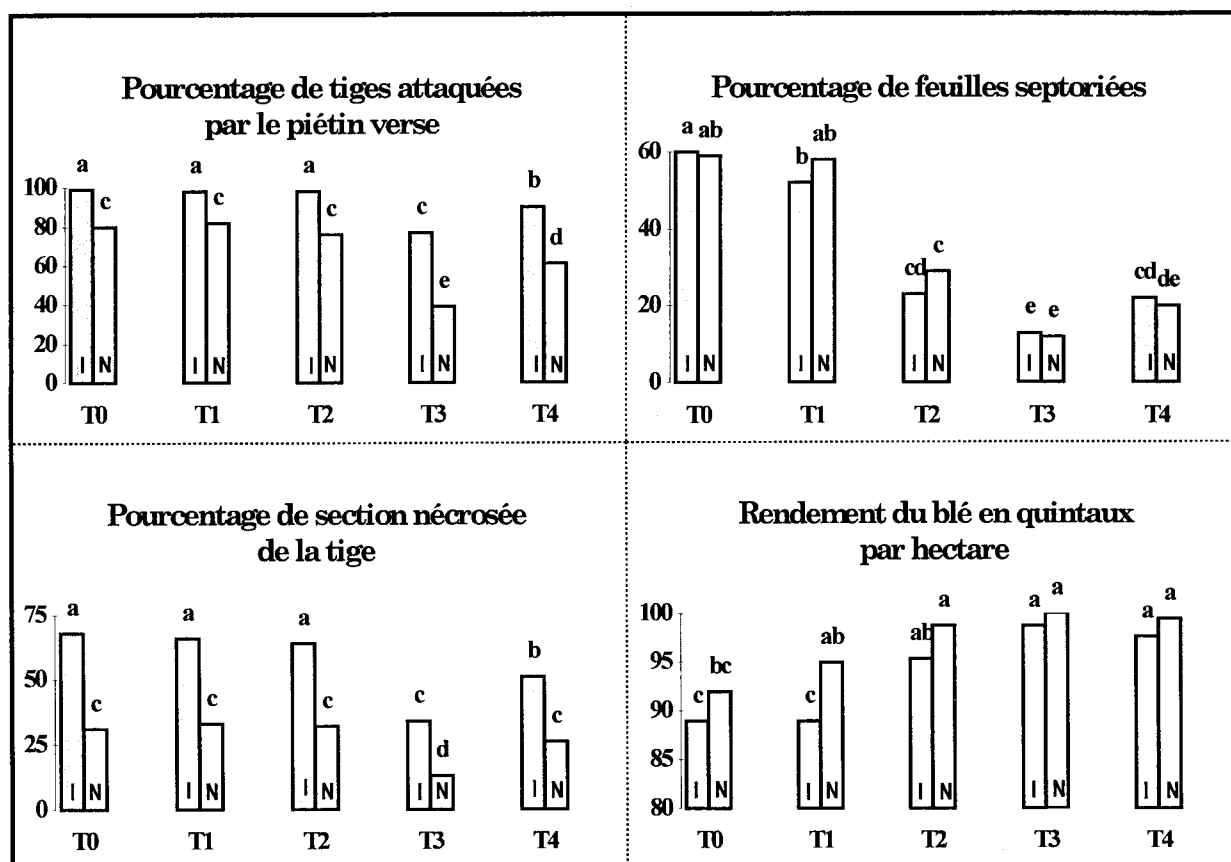


Fig 2. Influence des traitements T0, T1, T2, T3 et T4 sur la fréquence et la gravité des attaques du piétin verse, sur la fréquence de la septoriose des feuilles (*Septoria tritici*), et sur le rendement de 6 variétés de blé d'hiver (I : parcelles inoculées par le piétin verse ; N : parcelles non inoculées). Les moyennes associées à une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Newman et Keuls, $\alpha = 0,05$). T0 : pas d'application de fongicide ; T1 : traitement fongicide à l'épiaison ; T2 : traitement fongicide à l'épiaison + application de chlorothalonil aux stades 31 et 39 ; T3 : comme T2 + application de prochloraz au stade 31 ; T4 : comme T2 + application de prochloraz au stade 39.

ments fongicides en comparant la gravité des maladies ainsi que le rendement des 6 variétés de blé testées, dans chacune des 2 catégories de parcelles, c'est-à-dire tantôt dans les parcelles non inoculées, tantôt dans les parcelles inoculées par le piétin verse (fig 2).

Effet du traitement d'épiaison

Le traitement fongicide d'épiaison est trop tardif pour avoir une quelconque incidence sur le piétin verse. En revanche, il permet de protéger le feuillage supérieur et les épis pendant la période critique du développement du grain.

L'effet du traitement d'épiaison par rapport à aucune application fongicide a été mesuré par différence entre les traitements T1 et T0 dans les parcelles inoculées par le piétin verse et entre ces mêmes traitements dans les parcelles non inoculées. Hormis l'effet de ce traitement sur la maîtrise de l'oïdium et de la rouille, principale-

ment sur la variété Apollo, aucune différence significative n'a été mise en évidence pour les autres variables mesurées, si ce n'est une différence de 8% de la fréquence de la septoriose des feuilles dans les parcelles inoculées par le piétin verse. Globalement, le traitement fongicide d'épiaison n'a pas apporté d'augmentation significative de rendement. En effet, la durée d'action de ce traitement a été fortement raccourcie par le fait que les conditions estivales ont précipité la maturité des céréales.

Effet des traitements de montaison au chlorothalonil

L'importance relative de la septoriose a été estimée en comparant les parcelles ayant reçu, en plus du traitement d'épiaison, une application de chlorothalonil aux stades 31 et 39 (traitement T2) avec celles n'ayant pas reçu cette application (traitement T1). Que les parcelles aient été ino-

culées ou non par le piétin verse, la septoriose a été de façon équivalente sensiblement réduite par les applications de chlorothalonil (moins 29%). Le contrôle de la septoriose justifie à lui seul les augmentations de rendement observées puisqu'aucune autre variable mesurée, en particulier celles relatives à la présence du piétin verse, n'a été influencée par le chlorothalonil. Ces gains de rendement ne sont cependant significatifs que dans le cas des parcelles inoculées par le piétin verse (+ 640 kg/ha), comme si la culture de blé était moins tolérante à la septoriose lorsque la pression du piétin verse était forte.

Effet des traitements de montaison au prochloraze

Les traitements au prochloraze ont été réalisés dans le but de maîtriser autant que possible le piétin verse. L'effet de ces traitements sur les rendements peut constituer une estimation indirecte de l'incidence du piétin verse en absence de toute interférence avec d'autres maladies. Comme le prochloraze est également actif à l'égard de la septoriose, très présente dans l'essai, la comparaison entre parcelles traitées et parcelles non traitées avec ce produit ne peut être envisagée par rapport au piétin verse que si l'effet *Septoria* a été minimisé par des applications uniformes de chlorothalonil, ce dernier n'agissant que sur la septoriose.

En ce qui concerne les variables relatives aux attaques de piétin verse dans les parcelles inoculées, les différences sensibles observées entre les parcelles traitées au prochloraze au stade 31 (traitement T3) et celles qui ne l'étaient pas (traitement T2) sont pratiquement identiques aux différences observées entre les parcelles inoculées et les parcelles non inoculées relatives à ce dernier traitement. Mais, le prochloraze a également eu un effet assainissant à l'égard de la septoriose, complétant celui du chlorothalonil qui n'a donc maîtrisé qu'imparfaitement cette maladie. Toutefois, l'augmentation de rendement imputable à l'application du prochloraze n'est pas significative. La lutte contre le piétin verse avec le prochloraze a induit une augmentation significative de la fréquence du rhizoctone (+10%), confirmant un phénomène couramment observé (Bateman, 1993), sans conséquence sur le rendement du blé (Cavelier *et al*, 1994).

L'analyse basée sur la comparaison entre les résultats du traitement T3 et ceux du traitement T2, relatifs cette fois aux parcelles non inoculées par le piétin verse, conduit à des résultats

quelque peu différents. L'effet assainissant de l'application du prochloraze sur le piétin verse est toujours aussi important mais se marque plus par une réduction du nombre de tiges atteintes (-37%), et donc par une augmentation du nombre de tiges saines (+29%), que par une diminution des sections nécrosées (-19 au lieu de -30% dans les parcelles inoculées), ce qui est logique étant donné la faible gravité des attaques de piétin verse dans les parcelles non inoculées, due à la contamination tardive de ces parcelles.

Si on ne note plus d'effet stimulant de l'application de prochloraze sur le rhizoctone dans les parcelles non inoculées par le piétin verse, en revanche, l'effet assainissant du prochloraze appliqué au stade 31 sur la septoriose apparaît plus important dans ces parcelles (-18%) que dans les parcelles inoculées par le piétin verse (-10%). L'augmentation de rendement attribuable à l'application du prochloraze au stade 31 dans les parcelles non inoculées par le piétin verse n'en est pas pour autant significative.

Il ressort des comparaisons entre les traitements T4 et T2, dans les parcelles inoculées par le piétin verse comme dans les parcelles non inoculées, que le prochloraze appliqué au stade 39 a eu moins d'influence sur l'ensemble des variables que son application au stade 31. Cet effet était attendu pour les maladies du pied, il l'était moins en ce qui concerne la septoriose des feuilles. Dans ces parcelles, qui, rappelons-le, étaient uniformément traitées au chlorothalonil, l'application de prochloraze au stade 39 n'a pas apporté non plus d'augmentation significative de rendement.

Effet global des traitements de montaison

Par rapport au seul traitement d'épiaison, la conjonction du traitement d'épiaison et des traitements réalisés aux stades 31 et 39, au chlorothalonil et au prochloraze, cumule l'effet antiseptoria obtenu avec le seul chlorothalonil et l'effet double du prochloraze sur le piétin verse et la septoriose. Les comparaisons entre les traitements T3 et T1 et entre les traitements T4 et T1 montrent, dans les 2 catégories de parcelles (inoculées ou non inoculées), des effets importants et hautement significatifs des traitements fongicides sur la septoriose et sur le piétin verse. Les effets cumulés des traitements fongicides sont aussi responsables d'une forte hausse des rendements (923 kg/ha en moyenne dans les parcelles inoculées par le piétin verse) qui n'est cependant pas

significative (+479 kg/ha) dans les parcelles non inoculées.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse des résultats de l'essai a montré que l'effet antiseptoria du chlorothalonil, appliqué seul ou en association avec le prochloraze, a été la principale, sinon l'unique raison des augmentations de rendement observées, quelle que soit la pression parasitaire du piétin verse. La seule restriction que nous formulons à cet égard résulte du fait que, même avec le chlorothalonil, qui n'a pourtant aucun effet direct sur le piétin verse, l'effet des traitements fongicides de montaison sur les rendements a toujours été plus important dans les parcelles infectées gravement par le piétin verse. En d'autres termes, le traitement au chlorothalonil a eu un effet indirect positif sur l'élaboration du rendement du froment, exposé à la fois à des attaques de piétin verse et de septoriose, en empêchant le développement de la seule septoriose. En revanche, on peut se demander si l'application du seul traitement d'épiaison n'a pas complètement échoué dans les parcelles gravement atteintes par le piétin verse (traitement T1) parce qu'il était trop tard pour juguler l'effet conjugué de la septoriose et du piétin verse.

Mis à part ce point qui devrait être éclairci dans un essai futur, l'ensemble des résultats obtenus confirment l'hypothèse qui avait été avancée à l'issue des précédents essais en 1992 et 1993, à savoir que l'incidence du piétin verse sur les rendements du froment est tellement faible qu'il n'est souvent pas possible de la mettre en évidence de façon significative. La réussite des traitements dits anti-piétin, en terme d'augmentation des rendements, pourrait donc être conditionnée certaines années par l'efficacité des matières actives utilisées dans ces traitements à l'égard de la septoriose des feuilles, même à un stade très précoce (stade 31). Cette observation peut s'expliquer par la fréquence parfois très élevée des manifestations de cette maladie sur un grand nombre de variétés actuellement cultivées.

Cette vision des choses n'est pas tout à fait partagée par l'ensemble de la communauté scientifique concernée en Belgique bien que les recommandations aux agriculteurs faites chaque année par le canal du «Livre blanc» (*Fumure et protection phytosanitaire des céréales*, faculté des sciences agronomiques et centre de

recherches agronomiques de Gembloux), relativisent de plus en plus l'importance à accorder à la lutte contre le piétin verse en privilégiant le traitement au stade dernière feuille dirigé davantage contre les maladies foliaires (Meeus *et al*, 1991). L'utilisation des kits de diagnostic a renforcé cette opinion en montrant que le risque piétin verse n'était élevé que dans une minorité de champs (20,5% en 1994, *Le Sillon belge* du 29 avril 1994). Mais est-il judicieux de distinguer des niveaux de risque piétin élevés ou faibles alors que la notion même de ce risque, nous l'avons vu, est contestable ?

En France, de multiples travaux mettent l'accent sur la variabilité du piétin verse et sur sa répartition géographique en fonction de la sensibilité des différentes souches aux fongicides (Poupard et Cavelier, 1992 ; Curé et Maumené, 1992 ; Leroux et Migeon, 1993 ; Migeon *et al*, 1994). Des dossiers tels que ceux intitulés «Un point sur le piétin verse, pourquoi ?» (*Phytoma* 425, février 1991), «Pour en finir avec le piétin verse ?» (Delos *et al*, 1994) et «Pourra-t-on jamais en finir avec le piétin verse ?» (Cavelier, 1994) sont très révélateurs de l'état d'esprit qui règne sur cette question. Mais comment en serait-il autrement dans la mesure où, par réalisme économique, en France comme ailleurs, le praticien est contraint de remettre en cause le bien fondé d'une lutte chimique dont la réussite, indéniable sur le plan de la réduction des symptômes, a toujours été imprévisible sur le plan de l'amélioration des rendements du blé. Peu convaincantes en effet sont les hypothèses qui tentent d'expliquer le caractère aléatoire des effets du traitement anti-piétin sur le rendement du blé en évoquant tantôt la diversité des conditions d'application de celui-ci (époque du traitement, conditions météorologiques après le traitement), tantôt la variabilité des populations de piétin verse (pathotype des souches, sensibilité des souches aux fongicides utilisés). Si cette diversité biologique est réelle et modifie parfois sensiblement l'expression de la maladie (Cavelier *et al*, 1992 ; Cooke *et al*, 1993), elle ne peut masquer totalement l'effet piétin, à moins de considérer à nouveau cet effet comme étant négligeable. Le problème se complique encore quand on sait que l'efficacité relative des traitements anti-piétin, en termes de gain de rendement, est évaluée sur un complexe de maladies dont la maîtrise n'est pas toujours évidente, eu égard à la sensibilité des variétés utilisées.

En Belgique, la situation sanitaire des cultures de blé d'hiver est moins problématique et la protection fongicide pourrait souvent se limiter à un

seul traitement à l'épiaison (Meeus et Bodson, 1994). En pratique cependant, les agriculteurs sont souvent sollicités pour intervenir avant ce stade, notamment pour lutter contre le piétin verse. Cette situation résulte bien souvent d'un excès d'informations dont il est difficile de faire le tri, tant les sources sont diverses. En effet, pour faire écho aux préoccupations des environnementalistes, les prescripteurs de produits se font fort de raisonner les interventions fongicides en mettant en avant la spécificité des produits et la mise en œuvre d'outils de décision de traitement basés sur l'évaluation des risques potentiels de maladies. Comme l'interprétation objective de ces risques est toujours un exercice difficile, tant les maladies interviennent de façon complexe sur le rendement des cultures, on peut craindre que la lutte raisonnée ne soit parfois réduite à un argument commercial. À cet égard, le piétin verse est un cas d'école. Plus les recherches s'intensifient, plus on se perd en conjectures. D'un point de vue économique, il serait peut-être temps de tirer parti des enseignements de la recherche en actant le fait que cette maladie ne représente plus un réel danger pour les cultures de blé d'hiver. Les résultats de 4 essais piétin réalisés en Suisse par Gindrat *et al* (1994) sont éloquentes à cet égard puisque les augmentations de rendement du blé observées à la suite des traitements anti-piétin sont toutes étroitement liées à l'efficacité des fongicides à l'égard des maladies foliaires, indépendamment de la présence de piétin verse. Des résultats semblables portant sur 9 essais piétin réalisés en 1994 par l'ITCF ont été rapportés par Maumené (1995). Faut-il encore considérer la lutte contre le piétin verse comme prioritaire lorsqu'il est admis que cette maladie n'occasionnerait plus qu'entre 2 et 6 quintaux de pertes selon les sources et ne se classerait plus qu'en 5^e position, en terme de nuisibilité, après la rouille jaune, la rouille brune, la septoriose des feuilles et l'oïdium (Cluzeau, 1994) ?

En Belgique, cette évolution n'est sans doute pas étrangère aux pratiques culturales qui se sont généralisées dans les exploitations agricoles depuis une dizaine d'années. En effet, nous sommes convaincus que la tolérance du blé aux infections de piétin verse dépend indirectement de la résistance mécanique de la tige à la verse, qui est le résultat de la combinaison de 3 facteurs : le facteur variétal avec la quasi-généralisation des variétés à paille courte, le facteur nutritionnel avec le fractionnement de la fumure azotée dont le principe est d'assurer à tout moment et sans excès les besoins de la plante, et le facteur – régulation de la croissance – avec

l'emploi de substances de croissance à action antiverse. Par leur effet sur l'épaississement des parois cellulaires de la tige, ces 3 facteurs concourent à une meilleure résistance à la verse.

Puisque la verse du blé n'est plus que rarement observée, le seul risque qui subsiste est celui de l'échaudage qui dépend de la vitesse avec laquelle la tige peut être colonisée par le piétin verse. À cet égard, l'utilisation de gènes de résistance (par exemple le gène de VPM 1 dans la variété Mobil), le changement de population de piétin verse en faveur du pathotype seigle, et le raccourcissement de la durée de la période de maturité de la plante, sous l'influence conjuguée de facteurs variétaux et climatiques, constituent autant de raisons objectives qui devraient empêcher ou tout au moins retarder l'extériorisation du stade ultime de la maladie. Bien entendu, il ne s'agit que d'une présomption parce que les graves attaques de piétin verse provoquées artificiellement dans la région de Gembloux en 1992, 1993 et 1994 n'ont eu qu'un faible impact sur le rendement du blé, démontrant qu'en absence de verse la part de nuisibilité attribuable à l'échaudage représente peu de choses. À cet égard, il est frappant de constater que la colonisation complète de la tige par le mycélium du piétin verse perturbe rarement le fonctionnement de celle-ci avant que le remplissage du grain ne soit terminé. Si l'effet piétin verse reste aussi faible qu'il l'a été ces 3 dernières années, le gain de rendement maximal espéré par un traitement spécifique en cours de montaison couvrira à peine le coût de ce traitement, soit l'équivalent de 400 kg de blé à l'hectare pour la campagne de commercialisation 1994–1995. En Belgique, le piétin verse n'est donc pas le premier risque de maladie à prendre en compte dans la décision d'un traitement de montaison.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient R Oger pour ses conseils dans l'interprétation de l'analyse statistique des résultats, et JL Herman pour sa contribution dans la discussion des résultats.

RÉFÉRENCES

- Bateman GL (1993) Development of disease symptoms and fungal pathogens on shoot bases in continuous winter wheat, and effects of fungicides. *Plant Pathol* 42, 595-608

- Cavelier M, Istasse A, Simon X (1990) Inventaire de l'état sanitaire des céréales en 1990. *Parasitica* 46, 55-67
- Cavelier M, Istasse A, Simon X (1993) Les maladies des céréales en 1991 dans le cadre d'une rétrospective des inventaires sanitaires réalisés depuis 1988. *Parasitica* 49, 43-62
- Cavelier M, Couvreur L, Steyer S, Oger R (1994) Damage caused by eyespot and sharp eyespot in winter wheat. *Med Fac Landbouw Rijkuniv Gent* 59, 993-1007
- Cavelier N (1994) Pourra-t-on jamais en finir avec le piétin verse ? Première observation en France de la forme sexuée du champignon. *Phytoma* 462, 17
- Cavelier N, Lorée F, Prunier M (1992) Resistance of the eyespot fungus, *Pseudocercospora herpotrichoides*, to DMI fungicides. In : *Pests Dis Brighton Crop Protect Conf 3C-5*, 189-194
- Cluzeau S (1994) Nuisibilité des maladies en France. Approche par culture. In : *4^e Conf Int Maladies Plant Bordeaux. Ann ANPP*, 11-19
- Curé B, Maumené C (1992) Le piétin verse : hier et aujourd'hui. Quelles stratégies pour demain ? *Perspect Agric* 174, 87-96
- Cooke BK, Jordan VWL, Hislop EC, Western NM (1993) Mechanism of control of eyespot diseases in winter wheat by the fungicide prochloraz. *Crop Protec* 12, 279-283
- Delos M, Bruchet S, de la Roque B, Decoin M (1994) Pour en finir avec le piétin verse ? *Phytoma* 458, 19
- Eynard R, Shephard MC (1990) Comparative activity of fungicides against *Septoria nodorum* and *S tritici* on wheat. In : *Pests and Diseases. Brighton Crop Protec Conf 7C-32*, 861-866
- Fitt BDL, Goulds A, Polley RW (1988) Eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) epidemiology in relation to prediction of disease severity and yield loss in winter wheat – a review. *Plant Pathol* 37, 311-328
- Gindrat D, Frei P, Maillard A (1994) Essais de lutte contre les maladies du blé d'automne en Suisse romande. II. Piétin verse (1992-1993). *Rev suisse agric* 26, 303-309
- Hansen JG, Secher BJM, Jorgensen LN, Welling B (1994) Thresholds for control of *Septoria* spp in winter wheat based on precipitation and growth stage. *Plant Pathol* 43, 183-189
- Jordan VWL, Hunter T, Fielding EC (1986) Biological properties of fungicides for control of *Septoria tritici*. In: *Pests Dis Brighton Crop Protec Conf 3*, 1063-1070
- King AC, Berndt H, Fehrmann H (1990) Aspects of eyespot control in wheat. *Z Pflanzenkr Pflanzenschutz* 97, 237-249
- Leroux P, Migeon JL (1993) La résistance en pratique du piétin verse des céréales vis-à-vis du prochloraz. Une certitude en 1992. *Phytoma* 448, 20-24
- Maumené C (1995) Blé : Les produits au banc d'essai. *Cultivar* 376, 34-37
- Meeus P, Bodson B, Maraite H (1991) Importance du stade dernière feuille dans les schémas de lutte fongicide contre les maladies du blé d'hiver en Belgique. In : *3^e Conf Int Maladies Plant Bordeaux. Ann ANPP*, 355-364
- Meeus P, Bodson B (1994) Protection fongicide du froment d'hiver en Belgique. Comparaison des traitements réalisés aux stades dernière feuille et épiaison. In : *4^e Conf Int Maladies Plant Bordeaux. Ann ANPP*, 1059-1068
- Migeon JL, Mathon MP, Chudzicki AM, Leroy JP (1994) Piétin verse des céréales : cartographie 1993. Définition d'un risque régional en matière de type de souches. *Phytoma* 458, 24-26
- Moreau JM, Van Schingen JC, Maraite H (1990) Épidémiologie de *Pseudocercospora herpotrichoides* var *acuformis* et var *herpotrichoides* sur froment d'hiver, démonstration d'un cycle secondaire. *Med Fac Landbouw Rijkuniv Gent* 55, 889-898
- Palmer GD (1993) Prochloraz product profile. In : *Exploring the depths of eyespot* (Schering Agrochemical, eds), 185-198
- Poupard P, Cavelier N (1992) Variabilité de *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton, agent du piétin verse des céréales. *agronomie* 12, 205-218
- Sinnaeve G, Herman JL, Couvreur L, Dardenne P, Vrebos D (1995) Situation qualitative de la production de froment d'hiver en 1994. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*, faculté des sciences agronomiques et centre de recherches agronomiques, Gembloux. Qualité du froment 1-8
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res* 14, 415-421