



## Piétin-verse du blé d'automne: baisse de l'efficacité des fongicides?

D. GINDRAT et P. FREI<sup>1</sup>, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon

### Résumé

Des régressions linéaires significatives au seuil de  $P = 0,05$  ont montré que l'efficacité globale des fongicides sur le piétin-verse est restée stable de 1987 à 1996 dans l'ensemble de quatre sites d'essais de Suisse romande (Changins, Gros-de-Vaud/Jorat, Ependes (VD), Bex/Saint-Triphon). Pour les régions prises séparément, cette stabilité s'est confirmée dans le Gros-de-Vaud/Jorat, mais non à Changins où l'efficacité du flusilazole et du bénomyl a présenté une baisse significative.

Le niveau d'efficacité du bénomyl, du flusilazole et du prochloraz a significativement diminué en fonction de la gravité des attaques de *Pseudocercospora herpotrichoides*. Celles-ci étant significativement plus élevées dans le Gros-de-Vaud/Jorat, l'efficacité moyenne des fongicides a été plus faible dans cette région (35%) qu'à Changins (56%). La baisse d'efficacité du flusilazole à Changins n'est pas expliquée.

aux benzimidazoles, au prochloraz et aux triazoles pourrait conduire à la diminution de l'efficacité des fongicides (CAVELIER *et al.*, 1990; KING et GRIFFIN, 1985; LEROUX et MARCHEGAY, 1991; MODEMAN et BUCHENAUER, 1986).

**Cette publication a pour but de suivre l'évolution de l'efficacité des principaux fongicides anti-piétin dans nos expérimentations au champ de 1987 à 1996 dans quatre régions de Suisse romande.**

### Matériel et méthodes

**Parcelles étudiées:** les résultats ont été obtenus dans des champs d'essais installés dans quatre régions: Changins (420 m), région de La Côte lémanique; Fey et Peney-le-Jorat (650-850 m), région du Gros-de-Vaud et du Jorat; Bex/Saint-Triphon (430 m), région de la plaine du Rhône; Ependes (440 m), région de la plaine de l'Orbe. Tous les essais ont été conduits en rotation de culture normale, sauf un essai supplémentaire annuel en répiage à Changins de 1993 à 1996.

### Evaluation des attaques de *P. herpotrichoides*

Les attaques sont évaluées sur cent plantes, récoltées dans quatre répétitions par essai au stade de la maturité pâteuse (CD 83-85), sur une échelle de 0 à 4 donnant un indice de l'intensité des lésions dues à *P. herpotrichoides* à la base des tiges (0 = aucune lésion; 4 = base de la tige pourrie) (GINDRAT *et al.*, 1993).

### Introduction

Le piétin-verse (*Pseudocercospora herpotrichoides* Fron) est un champignon pathogène qui provoque une verse parasitaire chez le blé d'automne. Le semis de variétés à tiges courtes, l'utilisation de régulateurs de croissance, une meilleure maîtrise de la fumure azotée et le recours à des traitements fongicides contribuent à une réduction de la verse dans les champs de blé d'automne. En l'absence de verse parasitaire, la gravité de la maladie dépend de l'intensité des lésions à la base des tiges; en cas de fortes attaques, on assiste à une baisse du rendement (GINDRAT *et al.*, 1993 et 1994).

Dans nos régions, l'efficacité d'un traitement fongicide contre le piétin-verse est rarement supérieure à 80% (FORRER *et al.*, 1992; GINDRAT *et al.*, 1993 et 1994). Des valeurs moyennes de 60 à 75% sont probablement suffisantes, car elles permettent, en cas de forte attaque, une réduction de l'intensité des lésions au-dessous du seuil de dommage économique de 3 sur l'échelle de 0 à 4 (GINDRAT *et al.*, 1993 et 1994). Des taux d'efficacité du prochloraz et du flusilazole inférieurs à 70% semblent d'ailleurs être couramment enregistrés (JONES, 1994; LEROUX *et al.*, 1994; MIGEON *et al.*, 1993; VERREET, 1995).

Il est assez fréquent que les fongicides présentent, contre le piétin-verse, une efficacité médiocre inexpliquée (GINDRAT *et al.*, 1993; 1994). D'autre part, l'existence de souches de *P. herpotrichoides* résistant, à des degrés divers,

<sup>1</sup>Avec la collaboration technique de Noëlle Badel.

## Evaluation de l'efficacité des fongicides

Elle est calculée selon la formule:

$$\% \text{ efficacité} = \frac{\text{IL plantes non traitées} - \text{IL plantes traitées}}{\text{IL plantes non traitées}} \times 100$$

IL = indice de lésion de *P. herpotrichoides* (échelle de 0 à 4).

Pour l'évaluation de l'efficacité des fongicides, seuls les essais dans lesquels une attaque de piétin-verse correspondant à au moins 0,20 sur l'échelle de 0 à 4 ont été retenus (tabl. 1).

**Statistiques:** elles sont effectuées à l'aide du logiciel Sigmastat 1.01 (Jandel Corp.)

**Tableau 1. Fongicides examinés<sup>a</sup> dans les essais sur le blé d'automne de 1987 à 1996 (années de récolte)<sup>b</sup>.**

Régions	Bénomyl	Flusilazole	Prochloraz	Cyprodinil
Changins <sup>c</sup>	1987-1994	1987-1996	1987-1996	1994-1996
Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1993	1987-1996	1987-1996	1994-1996
Ependes	1990, 1994	1990, 1994-1996	1990, 1994-1996	1994-1996
Bex/Saint-Triphon	1987, 1988, 1990, 1994	1987, 1988, 1990, 1994, 1995	1987, 1988, 1990, 1994, 1995	1994-1995

<sup>a</sup>Bénomyl (Benlate, 250 g m.a./ha); prochloraz (Sportak, 450 g m.a./ha); flusilazole (Capitan, 300 g m.a./ha); cyprodinil (Unix, 750 g m.a./ha). m.a. = matière active.

<sup>b</sup>Essais dans lesquels l'indice de lésions de *P. herpotrichoides* sur tiges des plantes non traitées est égal ou supérieur à 0,20 sur l'échelle de 0 à 4.

<sup>c</sup>Essais en rotation et en répiage dès 1993.

## Résultats

### ● L'efficacité des fongicides a-t-elle baissé avec les années?

L'évolution de l'efficacité des fongicides est présentée dans le tableau 2. Pour assurer une comparaison plus exacte avec le bénomyl, qui fut utilisé jusqu'en 1994 seulement, les données employées pour le flusilazole et le prochloraz proviennent également de la période de 1987 à 1994.

On voit que l'efficacité globale des fongicides n'a significativement diminué

qu'à Changins et que seuls le bénomyl et le flusilazole sont concernés. La baisse de l'efficacité du bénomyl n'est significative que si les essais en répiage sont pris en compte. En revanche, le flusilazole a présenté une nette diminution de son efficacité dans tous les essais de Changins jusqu'en 1994, mais cette tendance s'est quelque peu infléchie en 1995 et 1996. Les données pour le cyprodinil n'ont été recueillies que depuis 1994 et ne sont pas représentées séparément.

### ● L'efficacité des fongicides est-elle différente selon les régions?

Les résultats présentés dans le tableau 2 et concernant l'ensemble des fongicides pour les régions du Gros-de-Vaud/Jorat et de Changins de 1987 à 1996 sont repris sous forme graphique dans la figure 1. On voit ainsi que les niveaux d'efficacité ont été, en moyenne, significativement différents dans les deux régions (56% à Changins et 35% dans le Gros-de-Vaud/Jorat).

La comparaison des quatre régions d'essais n'a pu être réalisée que pour les années 1990, 1994 et 1995, seules années où l'attaque de piétin-verse s'est révélée suffisante (indice de lésion  $\geq 0,20$ )

**Tableau 2. Evolution de l'efficacité des fongicides contre le piétin-verse du blé d'automne en Suisse romande (période d'essais 1987 à 1996). Régressions linéaires (x = années et y = efficacité).**

Fongicides	Régions <sup>a</sup>	Périodes	Nombres d'essais	r <sup>2b</sup>	P	Evolution de l'efficacité <sup>c</sup>	Valeurs de y
Tous <sup>d</sup>	Toutes	1987-1996	33	0,01	0,31	Stabilité	
Tous	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1996	10	0,02	0,40	Stabilité	
Tous	Changins (rotation + répiage)	1987-1996	14	0,16	< 0,01	<b>Diminution</b>	74,6-2,96x
Tous	Changins (rotation)	1987-1996	10	0,24	< 0,01	<b>Diminution</b>	76,8-3,08x
Bénomyl	Toutes	1987-1994	22	0,10	0,15	Stabilité	
Bénomyl	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1993	7	0,07	0,57	Stabilité	
Bénomyl	Changins (rotation + répiage)	1987-1994	9	0,49	0,03	<b>Diminution</b>	77,5-6,94x
Bénomyl	Changins (rotation)	1987-1993	7	0,21	0,30	Stabilité	
Flusilazole	Toutes	1987-1996	32	0,04	0,25	Stabilité	
Flusilazole	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1994	8	0,23	0,23	Stabilité	
Flusilazole	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1996	10	0,14	0,28	Stabilité	
Flusilazole	Changins (rotation + répiage)	1987-1994	10	0,67	< 0,01	<b>Diminution</b>	92,4-5,02x
Flusilazole	Changins (rotation)	1987-1994	8	0,71	< 0,01	<b>Diminution</b>	94,3-5,56x
Flusilazole	Changins (rotation + répiage)	1987-1996	13	0,31	0,05	<b>Diminution</b>	86,2-3,64x
Flusilazole	Changins (rotation)	1987-1996	9	0,44	0,05	<b>Diminution</b>	87,8-3,85x
Prochloraz	Toutes	1987-1996	33	0,01	0,64	Stabilité	
Prochloraz	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1994	8	0,25	0,20	Stabilité	
Prochloraz	Gros-de-Vaud/Jorat	1987-1996	10	0,20	0,20	Stabilité	
Prochloraz	Changins (rotation + répiage)	1987-1994	10	0,17	0,24	Stabilité	
Prochloraz	Changins (rotation)	1987-1994	8	0,12	0,41	Stabilité	
Prochloraz	Changins (rotation + répiage)	1987-1996	14	0,18	0,13	Stabilité	
Prochloraz	Changins (rotation)	1987-1996	10	0,13	0,30	Stabilité	

<sup>a</sup>Changins (essais en rotation et en répiage); Gros-de-Vaud/Jorat, Ependes, Bex/Saint-Triphon (essais en rotation).

<sup>b</sup>Pour toutes les régressions: y = a-bx.

<sup>c</sup>Basée sur P = 0,05.

<sup>d</sup>Bénomyl, flusilazole, prochloraz, cyprodinil.

Fig. 1. Efficacité des fongicides à Chan-▷ gins et dans le Gros-de-Vaud/Jorat de 1987 à 1996. Gros-de-Vaud/Jorat: un essai par année. Changins: 1987-1992: un essai par année; 1993-1996: 2 essais par année.

Tableau 3. Efficacité moyenne des fongicides contre le piétin-verse dans les quatre régions (1990, 1994, 1995)<sup>a</sup>.

Régions	Efficacité (%) <sup>b</sup>
Bex	72,4 A
Ependes	64,7 A
Changins	57,4 A
Gros-de-Vaud/Jorat	31,4 B

<sup>a</sup>Fongicides examinés dans chaque région: bénomyl (1990), flusilazole (1990, 1994), prochloraz (1990, 1994, 1995), cyprodinil (1994, 1995).

<sup>b</sup>Les moyennes suivies par une lettre différente sont significativement différentes ( $P < 0,01$ ).

dans toutes les régions (tabl. 3). Pour les trois années considérées, l'efficacité moyenne des fongicides a été significativement plus basse dans le Gros-de-Vaud/Jorat que dans les trois autres régions.

● **L'efficacité des fongicides est-elle liée à la gravité des attaques de piétin-verse?**

La gravité des attaques de piétin-verse du blé d'automne en rotation de culture est comparée dans les régions de Changins et du Gros-de-Vaud/Jorat (tabl. 4). Les deux autres régions ne sont pas considérées en raison du petit nombre d'années – trois – où le piétin-verse a atteint la note de 0,20 (échelle de 0 à 4).

La gravité moyenne des attaques de piétin-verse a été significativement plus élevée dans le Gros-de-Vaud/Jorat qu'à Changins. Les résultats de la figure 2 montrent d'une manière globale que **plus les attaques de piétin sont graves, plus l'efficacité des fongicides diminue.**

La grande dispersion des points incite toutefois à une certaine prudence pour

Tableau 4. Intensité des attaques de piétin-verse sur le blé d'automne en rotation et efficacité moyenne des fongicides dans deux régions (1987-1996)<sup>a</sup>.

Régions	Notes de lésions <sup>b</sup> dans les parcelles sans fongicide	
	Moyennes	P <sup>c</sup>
Gros-de-Vaud/Jorat	2,81	0,003
Changins	1,38	

<sup>a</sup>Un essai/région/année.

<sup>b</sup>Echelle de 0 à 4 (0 = aucune lésion; 4 = base de la tige pourrie).

<sup>c</sup>Valeur de P selon le test t appliqué aux notes de lésions.

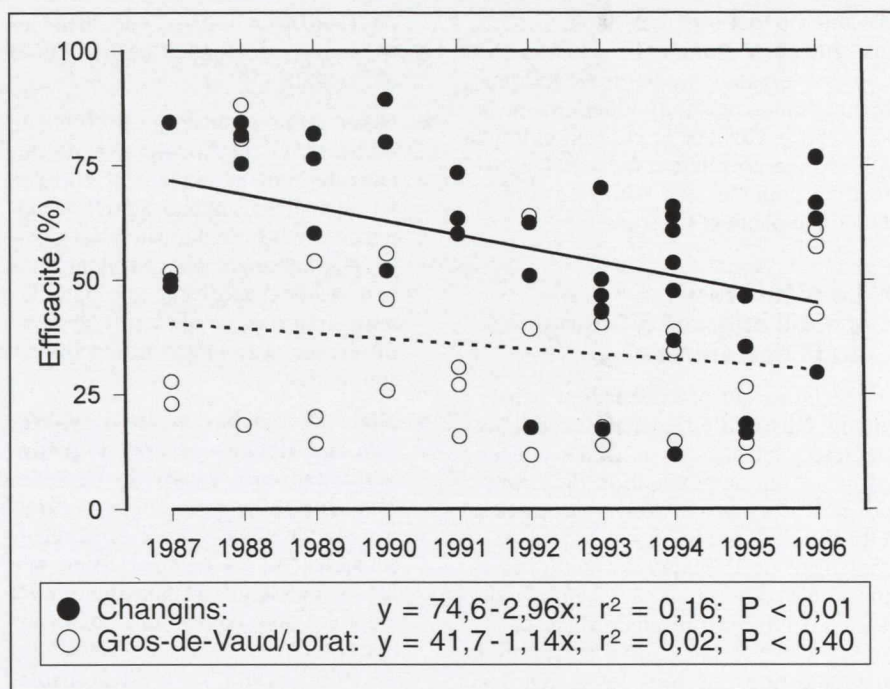


Tableau 5. Corrélation entre l'efficacité des fongicides et le degré d'attaque de *P. herpotrichoides*.

Fongicides	Nombre d'essais (années)	Régressions linéaires <sup>a</sup>		
		r <sup>2</sup>	y	P
Bénomyl	22 (1987 à 1993)	0,30	60,2-11,9x	< 0,01
Flusilazole	32 (1987 à 1996)	0,25	74,8-10,3x	< 0,01
Prochloraz	33 (1987 à 1996)	0,30	75,7-8,68x	< 0,01
Cyprodinil	14 (1994 à 1996)	0,03	54,1-2,88x	0,55

<sup>a</sup>x = indice de lésions sur plantes non traitées (échelle de 0 à 4); y = % efficacité du fongicide (v. Matériel et méthodes).

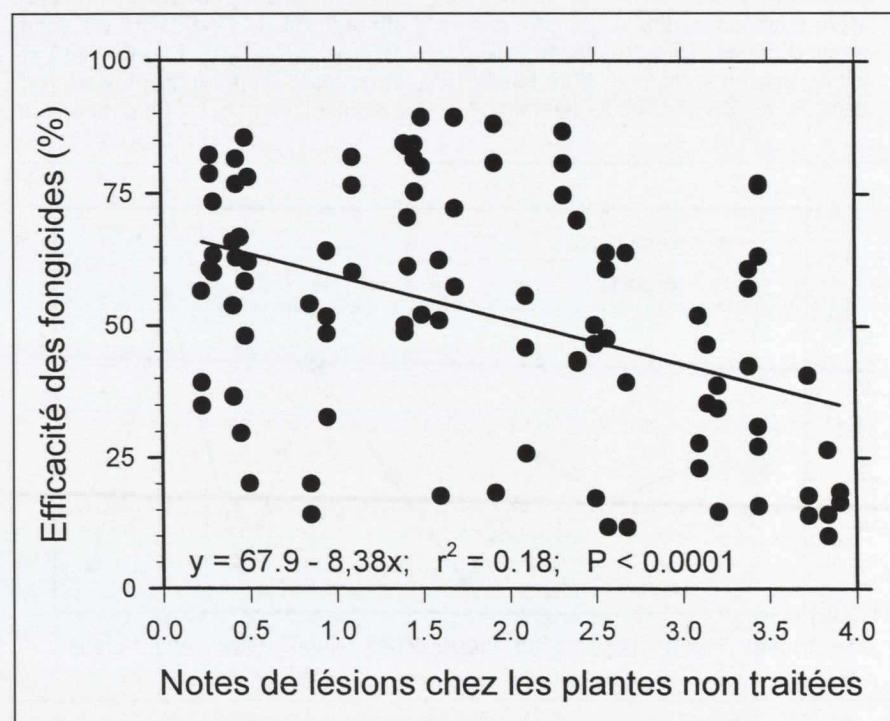


Fig. 2. Corrélation entre l'efficacité des fongicides et l'intensité des lésions de piétin-verse chez les témoins non traités. Quatre régions, 4 fongicides, 33 essais (1987-1996).

une interprétation de ces données dans des situations isolées. Ce phénomène s'observe également pour trois des quatre fongicides pris individuellement, le bénomyl, le flusilazole et le prochloraz (tabl. 5). La corrélation n'est pas significative pour le cyprodinil, examiné seulement pendant trois ans.

### ● Le piétin-verse s'est-il aggravé à Changins au fil des années?

Les résultats qui précèdent font penser que la baisse d'efficacité de certains fongicides à Changins au fil des années est liée à une augmentation de la gravité des attaques de piétin-verse dans cette région d'essais.

L'intensité de l'attaque de piétin-verse sur le blé d'automne à Changins de 1987 à 1996 est présentée dans la figure 3. Chez le blé cultivé en rotation au même titre que tous les essais des autres régions, **il n'y a pas eu d'augmentation de l'intensité du piétin-verse**, bien que les deux plus fortes attaques aient été observées au cours des quatre dernières années (1993 et 1995). Pour le blé semé en répiage, deux, voire trois années consécutives, la courte période considérée (quatre ans) ne permet pas encore d'interprétation.

## Discussion et conclusions

- Globalement, l'efficacité des fongicides est restée stable de 1987 à 1996 pour l'ensemble des quatre régions d'essais. Toutefois, cette efficacité est, en moyenne, plus basse dans la région d'altitude du Gros-

de-Vaud/Jorat (35%), que dans les trois autres régions et en particulier à Changins (56%).

- Nous avons montré que l'efficacité du bénomyl, du prochloraz et du flusilazole était négativement corrélée à l'intensité des attaques de *P. herpotrichoides*. Or, le parasite s'est montré constamment plus virulent dans le Gros-de-Vaud/Jorat que dans les autres régions, ce qui explique cette différence régionale d'efficacité des fongicides.
- Nous n'avons pas encore d'explication aux attaques sévères de piétin-verse dans nos essais du Gros-de-Vaud/Jorat. La rotation de cultures n'y est pas plus chargée en céréales sensibles qu'à Changins. Bien que les souches lentes du parasite (type R) aient été dominantes dans les essais entrepris dans le Gros-de-Vaud/Jorat de 1987 à 1995, ce n'est probablement pas l'origine des fortes attaques de piétin-verse dans cette région (GINDRAT et FREI, 1997). Ces fortes attaques sont vraisemblablement liées à des facteurs climatiques locaux.
- La baisse de l'efficacité des benzimidazoles n'a été significativement ( $P \leq 0,05$ ) perceptible qu'à Changins, et particulièrement dans les parcelles en répiage ( $P = 0,03$ ) où des attaques supérieures à 2,5 (échelle de 0 à 4) ont été observées (fig. 3). Dans le Gros-de-Vaud/Jorat, région à fortes attaques de piétin-verse, cette diminution de l'efficacité est significative à  $P = 0,07$ . La perte de l'efficacité des benzimidazoles est vraisemblablement liée à l'augmentation

des souches résistantes à ces fongicides depuis 1988 (GINDRAT et FREI, 1997) et semble s'exprimer surtout en cas de fortes attaques.

- La baisse d'efficacité du flusilazole à Changins est, en revanche, plus difficile à expliquer. Les souches de type W (rapides) dominant à Changins (GINDRAT et FREI, 1997) et elles sont connues pour être généralement plus sensibles aux triazoles que les souches R (LEROUX *et al.*, 1994). Nous avons noté une amélioration de l'efficacité du flusilazole en 1995 et 1996 à Changins (tabl. 2). Des observations ultérieures devraient permettre de mieux cerner l'effet du flusilazole dans cette région.

## Remerciements

Les auteurs remercient A. MAILLARD de ses remarques lors de la préparation du manuscrit, P. JAQUIER et V. BOVET pour la conduite des essais au champ, ainsi que MM. U. HOCHULI (Ependes), J. et A. GAVILLET (Peney-le-Jorat), O. SCHWITZGEBEL (Bex) et O. MORET (Saint-Triphon) qui ont accueilli nos essais dans leurs domaines.

## Bibliographie

- CAVELIER N., LUCAS E. et PRUNIER M., 1990. Sensibilité de différents isolats de *Pseudocercospora herpotrichoides* à des fongicides inhibiteurs de la biosynthèse de l'ergostérol. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* **55(3a)**, 989-995.
- FORRER H. R., AMIET J. und AFFOLTER G., 1992. Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Weizens und die Resistenzbildung gegenüber Fungiziden. *Landw. Schweiz* **5**, 11-18.
- GINDRAT D., FREI P. et MAILLARD A., 1993. Essais de lutte contre les maladies du blé d'automne en Suisse romande (1987-1991). I. Piétin-verse (*Pseudocercospora herpotrichoides*). *Revue suisse Agric.* **25**, 53-60.
- GINDRAT D., FREI P. et MAILLARD A., 1994. Essais de lutte contre les maladies du blé d'automne en Suisse romande. II. Piétin-verse (1992-1993). *Revue suisse Agric.* **26**, 303-309.
- GINDRAT D. et FREI P., 1997. Le piétin-verse des céréales: les souches rapides et lentes, et la résistance aux benzimidazoles en Suisse romande (1984-1995). *Revue suisse Agric.* **29**, 65-70.
- JONES D. R., 1994. Evaluation of fungicides for control of eyespot disease and yield loss in winter wheat. *Plant Pathology* **43**, 831-846.
- KING J. E. and GRIFFIN M. J., 1985. Survey of benomyl resistance in *Pseudocercospora herpotrichoides* on winter wheat and barley in England and Wales in 1983. *Plant Pathology* **34**, 272-283.
- LEROUX P. et MARCHEGAY P., 1991. Caractérisation des souches de *Pseudocercospora herpotrichoides*, agent du piétin-verse des céréales, résistantes au prochloraz, isolées en France sur blé tendre d'hiver. *Agronomie* **11**, 767-776.

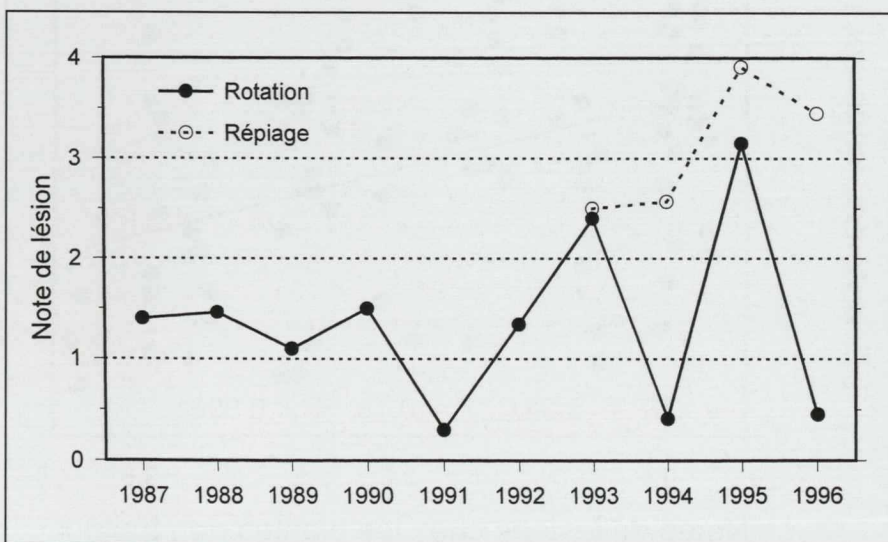


Fig. 3. Attaques de piétin-verse dans les essais de Changins (1987-1996). Un essai annuel en rotation de culture (1987-1996) et un essai annuel supplémentaire en répiage (1993 à 1996). Chaque point représente la note de lésion moyenne sur les plantes non traitées.

LEROUX P., MARCHEGAY P., MIGEON J. L. and MAUMENE C., 1994. Resistance to inhibitors of sterol C-14 demethylation in the cereal eyespot fungus, *Pseudocercospora herpotrichoides*. In: S. Heaney, D. Slawson, D. W. Hollomon M. Smith, P. E. Russell et D. W. Parry (Ed.), Fungicide Resistance. Brit. Crop Prot. Council, Farnham, UK, 117-120.

MIGEON J. L., MATHON M. P. et CHIUDZICKI A. M., 1993. Le prochloraz dans le nord de la France. Premiers cas de résistance pratique du piétin-verse du blé (*Pseudocercospora herpotrichoides*). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **53**, 1401-1409.

MODEMANN T. und BUCHENAUER H., 1986. Laboruntersuchungen zur Resistenzentwicklung von *Pseudocercospora herpotrichoides* gegenüber Prochloraz. *Mitteil. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* **232**, 256.

VERREET J. A., 1995. The IPM wheat model. *Pflanzenschutz Nachricht. Bayer* **48**, 307 p.

## Summary

### Eyespot of winter wheat: a decrease of the efficacy of fungicides?

Linear regressions significant at  $P = 0.05$  have shown that the efficacy of fungicides on eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) remained globally unchanged from 1987 to 1996 in four areas of Western Switzerland. When single areas and fungicides were considered, the efficacy of fungicides remained unchanged in the Gros-de-Vaud/Jorat area (630-830 m a.s.l.), while that of benomyl and flusilazole decreased in Changins (420 m a.s.l.).

The efficacy of benomyl, flusilazole and prochloraz significantly decreased with increasing eyespot severity in the untreated controls. Eyespot severity was significantly higher in Gros-de-Vaud/Jorat, where the average efficacy of fungicides was significantly lower (35%) than in Changins (56%). The decrease of efficacy of flusilazole in Changins is not explained.

## Zusammenfassung

### Halmbruch im Winterweizen: Wirkungseinbussen der Fungizide?

In vier Regionen der französischen Schweiz (Changins, Gros-de-Vaud/Jorat, Ependes und Bex/Saint-Triphon) konnte durch lineare Regression ( $P = 0,05$ ) gezeigt werden, dass die Fungizidwirkung gegen den Halmbrecher (*Pseudocercospora herpotrichoides*) im allgemeinen stabil blieb. Werden die Resultate nach

Region berechnet, stimmt dies für die Region Gros-de-Vaud/Jorat, nicht aber für Changins, wo die Wirkungen von Flusilazol und Benomyl signifikant zurückgegangen sind.

Die Wirkung von Benomyl, Flusilazol und Prochloraz gegen die Halmbruchkrankheit ist bei starkem Auftreten signifikant verringert. Da der Infektionsdruck im Gros-de-Vaud/Jorat bedeutend grösser ist als in Changins, ist dadurch die Wirkung der Fungizide im Mittel schwächer (35%). Für Changins liegt dieser Mittelwert bei 56%. Die Wirkungseinbüsse von Flusilazol in Changins ist nicht geklärt.

Pour vos semis d'automne, votre partenaire



# L'ASSOCIATION SUISSE DES SÉLECTIONNEURS

LA SEMENCE CERTIFIÉE C'EST:

VOTRE SUCCÈS

VOTRE SÉCURITÉ

UN RENDEMENT ASSURÉ

UNE VARIÉTÉ ADAPTÉE À CHAQUE RÉGION.

Consultez la fiche descriptive de l'ASS chez votre fournisseur habituel.

Avenue des Jordils 1, case postale, 1000 Lausanne 6

Tél. 021/617 74 61 – Fax 021/617 48 62