

Le piétin-verse des céréales: les souches rapides et lentes, et la résistance aux benzimidazoles en Suisse romande (1984-1995)

D. GINDRAT et P. FREI¹, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon

Résumé

L'évolution de la proportion de souches W (rapides), R (lentes) et des souches résistantes au carbendazime (MBC-rés) de *P. herpotrichoides*, agent du piétin-verse, sur les céréales d'automne a été suivie en Suisse romande de 1984 à 1995.

Les souches R constituaient en moyenne environ 30% des populations de base (céréales non traitées) chez l'orge et le blé. Représentant 1% des isolats obtenus de blé en 1984, elles se sont stabilisées entre 25 et 50% dès 1988. Les souches MBC-rés constituaient en moyenne 11 à 12% des populations de base chez les deux céréales. Rares de 1984 à 1987 (0 à 2%), elles ont augmenté dès 1988 (11%) pour atteindre en moyenne 39% des isolats de blé en 1993.

Les proportions de souches W et R sur blé sont différentes selon les régions: nette dominance du type R dans le Gros-de-Vaud/Jorat et du type W dans le Chablais vaudois et à Changins.

Les souches R isolées des lésions augmentent significativement au fur et à mesure du développement du blé dès la fin du mois d'avril. Il n'y a toutefois pas de corrélation nette entre la gravité des lésions de piétin-verse à maturité et la proportion de souches R.

Les isolats MBC-rés sont légèrement plus nombreux chez le type R que chez le type W, et il y a une tendance à observer une corrélation entre la proportion de souches R et celle des isolats MBC-rés. Les souches W MBC-rés ont significativement augmenté entre 1987 et 1993, mais non les souches R MBC-rés.

Introduction

Le piétin-verse causé par *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton représente une menace certaine pour le blé d'automne en répiage (fig. 1). En rotation de cultures normale, de fortes attaques sont observées sporadiquement (GINDRAT *et al.*, 1993, 1994). La résistance de *P. herpotrichoides* aux premiers fongicides apparus pour lutter

¹Avec la collaboration technique de Noëlle Badel.

contre le piétin-verse (benzimidazoles et thiophanates) et l'existence de types morphologiques distincts chez ce champignon ont suscité un intérêt accru pour l'étude de la biologie et de l'épidémiologie de ce parasite. La résistance aux benzimidazoles est apparue en Suisse romande entre 1984 et 1986. Une étude portant sur plus de mille isolats obtenus d'une cinquantaine de champs a révélé une progression de la proportion de souches résistantes de 0,3% en 1984, à 4,1% en 1985 et 4,6% en 1986. Parallèlement, la proportion



Fig. 1. Symptômes de piétin-verse sur blé.

de souches R, appelées aussi «souches lentes» par comparaison aux souches «normales» ou souches W, augmentait d'année en année chez le blé et l'orge (GINDRAT *et al.*, 1988).

L'efficacité des benzimidazoles dans la pratique ne s'est pas brusquement effondrée. Afin de retarder l'explosion de la résistance et la disparition prématurée des benzimidazoles en culture de céréales, l'alternance bi-, tri- ou quadriennale, en fonction de la rotation, avec le prochloraz, puis avec le flusilazole et enfin avec le cyprodynil a été conseillée. L'apparition d'une résistance généralisée provoquant des problèmes au champ a été ainsi retardée et les benzimidazoles ont pu être maintenus pour la lutte contre le piétin-verse du blé jusqu'en 1996. Bien que des souches résistantes à ce groupe de fongicides existent depuis plusieurs années dans certaines parcelles (FORRER *et al.*, 1992; GINDRAT *et al.*, 1988), il convenait de démontrer leur existence dans les parcelles à problème pour que les

échecs de traitement soient expliqués par la résistance. Cela a été établi récemment (GINDRAT *et al.*, 1994).

Le suivi de l'évolution des souches R et des souches W présente un grand intérêt. Les isolats R offrent certaines particularités épidémiologiques et biologiques et seraient tolérantes aux fongicides du groupe des triazoles et imidazoles (LEROUX et GRETT, 1988; LEROUX et MARCHEGAY, 1992; LEROUX *et al.*, 1994), ce qui pose la question, à terme, d'une éventuelle baisse d'efficacité du flusilazole et du prochloraz. D'autre part, la relation entre la proportion des souches des types W et R dans une parcelle et les manifestations de la maladie n'est pas claire. Nous avons observé de fortes attaques de piétin-verse sur le blé en rotation dans la région d'altitude du Gros-de-Vaud/Jorat en présence de proportions élevées de souches R sur les plantes non traitées par un fongicide (populations de base) (GINDRAT *et al.*, 1993, 1994). En outre, l'apparition des symptômes liés aux souches R serait plus tardive qu'avec les souches W (CAVELIER *et al.*, 1987), ce qui rendrait encore plus aigu le problème de la détection visuelle de la maladie à la période favorable au traitement. Récemment, nous avons montré que la diversité morphologique de *P. herpotrichoides* était encore plus complexe: les souches W se répartissent en deux groupes WH et WA selon la morphologie des spores – H à spores en majorité recourbées, A à spores en majorité droites – (FREI et GINDRAT, 1995), confirmant des observations antérieures de MAULER et FEHRMANN (1987), alors que nous n'avons jusqu'à présent trouvé qu'un seul type R, le type RA.

D'année en année, nous avons poursuivi l'étude des populations de base et le dépistage des souches de *P. herpotrichoides* résistantes aux benzimidazoles, particulièrement sur le blé et l'orge, dans des parcelles utilisées pour l'expérimentation de fongicides ainsi que dans des champs en production. Nous présentons ci-dessous une synthèse des observations réalisées de 1984 à 1995.

Matériel et méthodes

Parcelles étudiées

Pour le blé d'automne, 5 à 28 parcelles ont été prises en compte chaque année et, pour l'orge, une à trois parcelles seulement. Quelques cultures de triticale et de seigle ont été occasionnellement étudiées. Dans la majorité des parcelles, les céréales étaient cultivées en rotation de cultures normale. A Changins, quelques cultures de blé en 2^e ou

3^e année de répiage ont été prises également en compte; elles seront signalées selon les besoins. Lorsque des régions sont comparées, les parcelles ont été choisies dans les sites d'expérimentation suivants: Changins et Prangins (La Côte), Fey et Peney-le-Jorat (Gros-de-Vaud/Jorat), Ependes (plaine de l'Orbe), Bex et Saint-Triphon (Chablais).

Populations de base de *P. herpotrichoides*

Les populations de base sont constituées par l'ensemble des isolats recueillis pendant la période de culture à partir de plantes non traitées par un fongicide. Un isolat est obtenu à partir d'une lésion de piétin-verse sur une tige de céréale. La description des souches W et R du champignon a été rappelée par GINDRAT *et al.* (1988). Dès 1991, nous avons subdivisé le type W en WH (spores en majorité recourbées) et WA (spores en majorités droites) (FREI et GINDRAT, 1995). Nos travaux ayant commencé avant 1991, nous ne considérons que les seuls types W et R dans la présentation de la majorité des résultats. Les isolats résistants aux benzimidazoles (MBC-rés) sont caractérisés au laboratoire par une CI₅₀ de carbendazime supérieure à 1 ppm (concentration inhibant la croissance mycélienne de 50% par rapport au milieu sans fongicide) (GINDRAT *et al.*, 1988).

Evaluation des attaques de *P. herpotrichoides*

Les attaques sont évaluées au stade de la maturité pâteuse (stades CD 83-85) sur une échelle de 0 à 4 donnant l'intensité des lésions de *P. herpotrichoides* à la base des tiges (0 = aucune lésion; 4 = base de la tige pourrie) (GINDRAT *et al.*, 1993).

Statistiques

Elles sont effectuées à l'aide du logiciel Sigmastat 1.01 (Jandel Corp.)

Résultats

Les proportions de souches R (1984-1994) et de souches MBC-rés (1984-1993) obtenues sur quatre céréales d'automne sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

Pour les douze années d'observation, tant chez le blé que chez l'orge, le type R est représenté, en moyenne, par environ 30% des isolats. La proportion d'isolats MBC-rés y est également comparable (11 à 12% pour dix ans). Le petit nombre d'isolats de seigle et de triticale ne permet guère de généralisation.

Les données annuelles pour le blé sont présentées dans la figure 2.

Dans les limites des quelques parcelles examinées chaque année, signalons le très petit nombre de souches MBC-rés entre 1984 et 1987, puis une tendance

Tableau 1. Populations de base de *P. herpotrichoides* obtenues de céréales de 1984 à 1995.

Isolats	Isolats obtenus de			
	Blé	Orge	Triticale	Seigle
Totaux	4472	712	92	26
Type R (%)	32,2	30,3	50,0	57,7

Tableau 2. Isolats de *P. herpotrichoides* résistants au carbendazime dans les populations de base obtenues de 1984 à 1993 de diverses céréales.

Type d'isolats	Isolats obtenus de			
	Blé	Orge	Triticale	Seigle
Totaux	3364	601	91	26
Résistants au MBC (%)	12,1	11,3	4,4	19,2

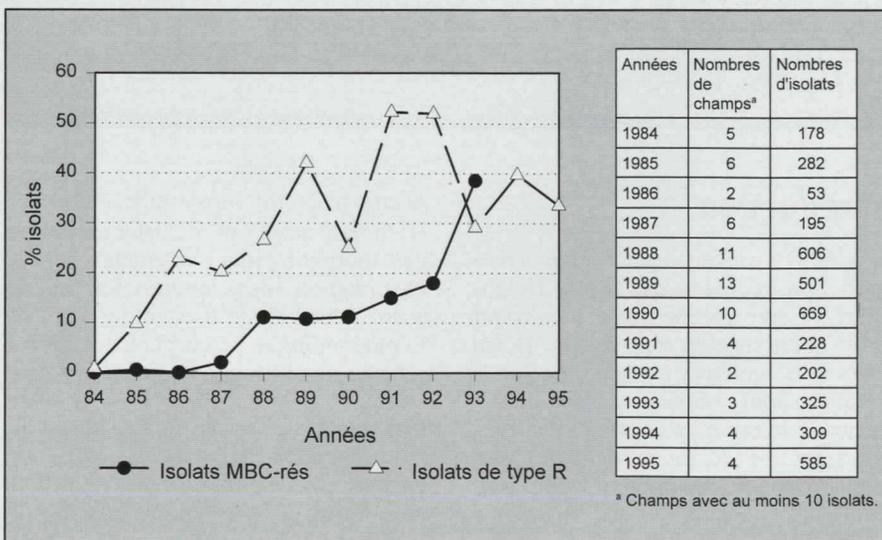


Fig. 2. Populations de base de *P. herpotrichoides* chez le blé.

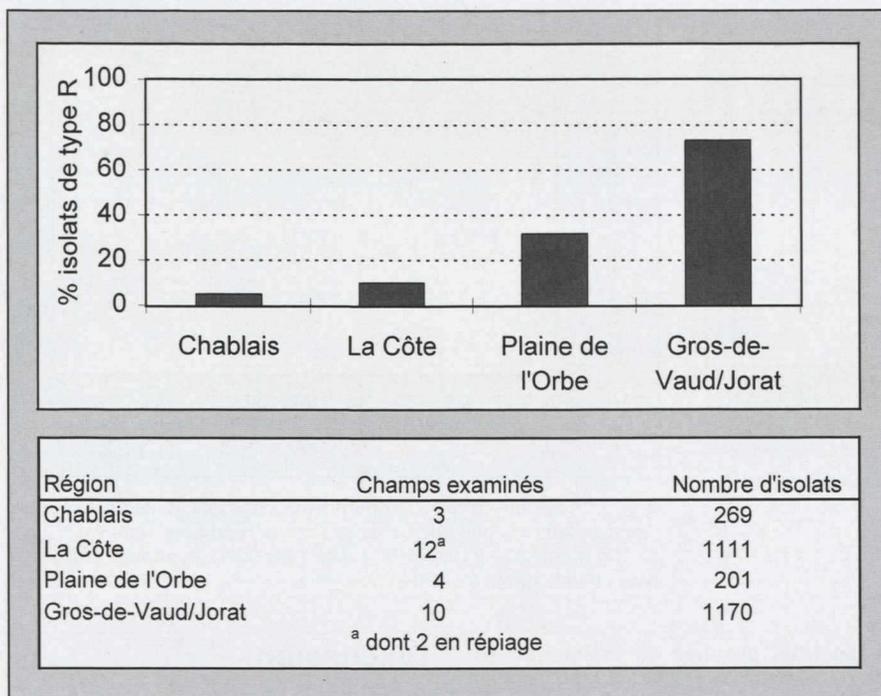


Fig. 3. Composition des populations de base de *P. herpotrichoides* dans quatre régions de Suisse romande (1984-1995).

à l'augmentation en 1988 avec des moyennes annuelles comprises entre 10 et 40%. Les tests de résistance au carbendazime ont été achevés en 1993. Proche de 1% en 1984, la proportion de souches R dans les populations de base offre, dès 1985, une tendance à l'augmentation. Depuis 1986, les souches R n'ont, en moyenne, jamais été inférieures à 20% du total des isolats. Les proportions de souches R parmi les isolats obtenus de blé d'automne dans chacune des quatre régions d'essais de 1984 à 1995 sont représentées dans la figure 3.

Un nombre total d'isolats comparable a été obtenu dans les régions de La Côte et du Gros-de-Vaud/Jorat. Ces deux régions se différencient nettement par la proportion beaucoup plus élevée de souches R dans les populations de base du Gros-de-Vaud/Jorat tout au long des douze ans d'observation. Avec les réserves qu'imposent de plus petits nombres d'isolats, il apparaît que les populations du Chablais sont, en moyenne, proches de celles de La Côte, alors que, dans la plaine de l'Orbe, la fréquence des souches R est intermédiaire.

Toutes régions confondues, la proportion de souches R isolées de lésions sur les blés non traités augmente significativement avec le temps entre le 1^{er} avril (CD 25-30) et la maturité de la culture (fig. 4).

Une éventuelle corrélation entre les proportions de souches résistantes au carbendazime et de souches R dans les populations de fond examinées de 1984 à 1993 a été recherchée. L'interprétation de la régression présentée dans la figure 5 doit tenir compte du nombre de parcelles examinées chaque année. Les données recueillies sur dix champs ou davantage sont toutes très proches de la droite de régression, alors que certaines données obtenues sur un petit nombre de cultures s'en éloignent. Par exemple, si on écarte les données de 1993 (trois champs), le coefficient de régression linéaire r^2 passe de 0,26 à 0,77 et devient hautement significatif ($P = 0,002$). La corrélation est ainsi sous-jacente et devrait devenir évidente avec un échantillonnage pratiqué sur un plus grand nombre de parcelles.

L'évolution de la proportion de souches résistantes au carbendazime chez les deux types morphologiques du champignon sur le blé de 1987 à 1993 est présentée dans la figure 6. On remarque une augmentation légère, mais significative à $P = 0,01$ de la proportion de souches W résistantes au fil des années. La proportion des souches R résistantes s'est également accrue, mais de manière non significative ($P = 0,06$). La résistance a toutefois été plus fréquente chez les souches R que chez les souches W. La proportion de souches R est de 38,2% chez les isolats de blé non traité entre 1988 et 1993, mais elle re-

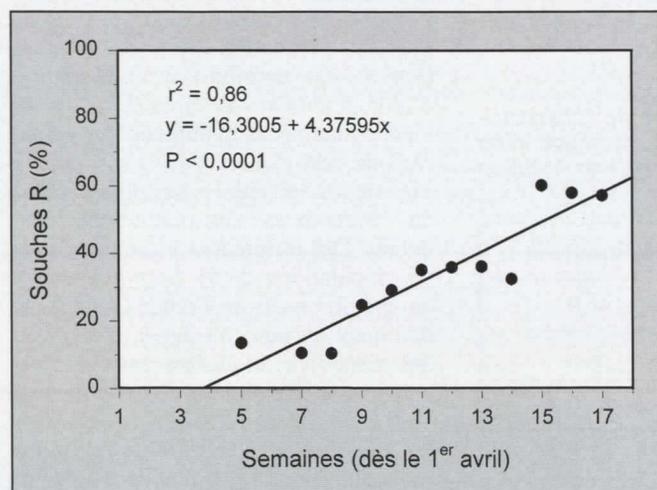


Fig. 4. Proportions de souches R de *P. herpotrichoides* obtenues de blés d'automne non traités d'avril à juillet (1987-1995). (3633 isolats au total, au moins 50 isolats pour chaque point.)

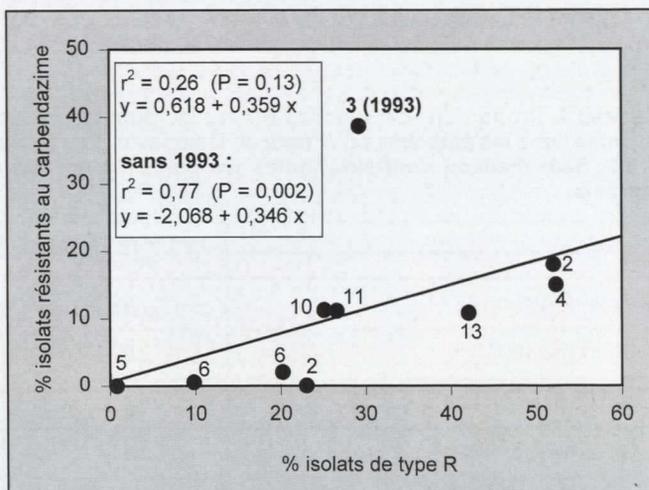


Fig. 5. Corrélation entre la proportion de souches de *P. herpotrichoides* résistantes au carbendazime et la proportion de souches de type R dans les populations de base sur le blé d'automne. Moyennes annuelles (1984-1993) pour les champs ayant fourni au moins 10 isolats. Le chiffre figurant près de chaque point indique le nombre de parcelles examinées.

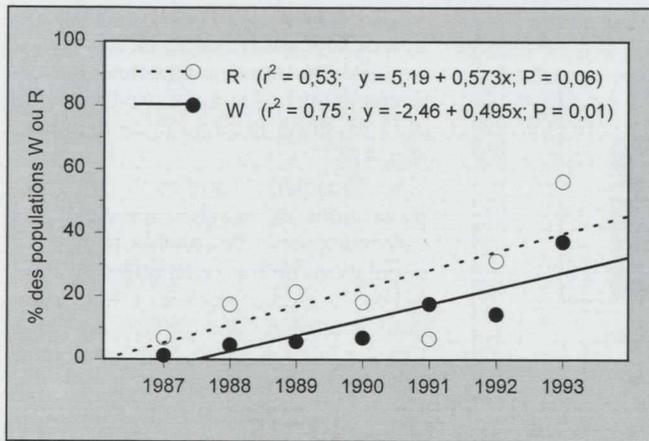


Fig. 6. Proportions de souches résistantes au carbendazime dans les populations de base des types W et R isolés de blés d'automne. Nombre d'isolats examinés chaque année: 1987: 164 W, 44 R; 1988: 256 W, 49 R; 1989: 172 W, 137 R; 1990: 170 W, 64 R; 1991: 28 W, 15 R; 1992: 118 W, 99 R; 1993: 222 W, 108 R.

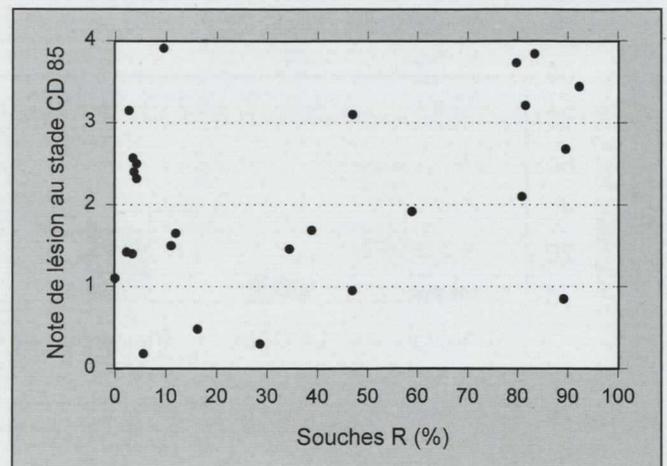


Fig. 7. Relation entre la proportion de souches R de *P. herpotrichoides* dans les parcelles et la gravité de l'attaque finale sur tiges de blé d'automne (1987-1995). (26 parcelles, au moins 30 isolats pour chaque point.)

Tableau 3. Proportions de souches R dans les trois groupes de résistance au carbendazime et dans les populations de base de 48 champs (1988 à 1993).

CI ₅₀ ^a entre 1 et 10		CI ₅₀ entre 10 et 100		CI ₅₀ > 100		Populations de base	
Total isolats	% R	Total isolats	% R	Total isolats	% R	Total isolats	% R
214	58,9	166	57,8	926	68,5	2500	38,2

^aConcentration de fongicide (en µg de matière active par ml) inhibant la croissance mycélienne de 50%. Les isolats résistants ont été obtenus de plantes traitées ou non par un fongicide.

présente plus de la moitié des souches résistantes au MBC, avec une tendance à une prépondérance encore plus grande chez les souches résistantes à plus de 100 ppm de fongicide (tabl. 3).

Nous avons aussi cherché une relation entre la proportion de souches R dans les populations de base et la gravité des lésions de *P. herpotrichoides* sur le blé à maturité dans 26 essais réalisés de 1987 à 1995, dans lesquels les indices de lésions variaient entre 0,18 et 3,91 (échelle 0-4). Cette relation n'existe pas (fig. 7).

Afin d'établir si les fortes attaques de piétin-verse sont liées à des proportions élevées de souches R, nous avons considéré les essais présentant des attaques de *P. herpotrichoides* supérieures à la note 3 sur l'échelle de 0 à 4. On constate que les proportions de souches R dans les populations de base se sont échelonnées entre 2,7% à Changins en 1995 et 92,3% dans le Gros-de-Vaud en 1991 (tabl. 4), un élément indiquant que la gravité de la maladie n'est pas corrélée au type de souche prédominant dans la parcelle.

Tableau 4. Proportions de souches R chez les populations de base de *P. herpotrichoides* dans les parcelles où la note de lésions sur tige à maturité était supérieure à 3,0. Sauf mention contraire, toutes les parcelles ont été cultivées en rotation normale.

Essais	Note de lésions sur tiges (échelle 0-4)	% de souches R
Gros-de-Vaud 1987	3,10	46,9
Changins 1995	3,15	2,7
Gros-de-Vaud 1994	3,21	81,6
Gros-de-Vaud 1991	3,44	92,3
Gros-de-Vaud 1993	3,73	79,8
Gros-de-Vaud 1995	3,84	83,4
Changins 1995 ^a	3,91	9,5

^aBlé en répiage (2^e année).

Discussion

En considérant l'ensemble des parcelles étudiées pendant douze ans en Suisse romande, nous constatons d'abord que les souches R de *P. herpotrichoides* représentent en moyenne le tiers des populations de base sur le blé et sur l'orge. Sur le blé, elles se sont apparemment stabilisées à des niveaux situés au-dessus de 25% dès 1986, sans qu'une augmentation continue significative ne se dégage du nombre relativement limité de parcelles examinées. WALDNER-ZULAUF et GISI (1991) ont trouvé une dominance progressive naturelle des souches R sur les souches W au champ, qu'ils attribuent à un plus grand pouvoir d'adaptation et de compétition, même en l'absence de traitement fongicide. Nous avons mis en évidence des différences régionales dans la proportion des deux types de souches W et R, avec, en particulier, une forte domination de ces dernières dans la région d'altitude du Gros-de-Vaud/Jorat qui ne s'est pourtant pas distinguée des autres régions considérées par des rotations plus riches en céréales sensibles ou par des traitements anti-piétin plus fréquents. Des différences régionales dans les populations de *P. herpotrichoides* ont été observées en France (souches R dominant au nord du pays), mais avec des disparités fréquentes entre parcelles d'une même région (CAGNIEUL *et al.*, 1991). En Suisse romande, les attaques les plus fortes de *P. herpotrichoides* (note de lésion ≥ 3,0, échelle 0 à 4) ont été généralement enregistrées dans la région du Gros-de-Vaud/Jorat où domine le type R. Mais, pour l'ensemble des essais dans les quatre régions, nous n'avons pas établi de corrélation nette entre la proportion de souches R dans

les parcelles et l'intensité de l'attaque sur tige à maturité. A Changins par exemple, des proportions élevées de souches W ont été obtenues sur des blés fortement attaqués (notes = 3,15 et 3,91 sur l'échelle 0 à 4). Divers auteurs admettent que les souches W et R inoculées provoquent des dégâts comparables, bien que les lésions à souches R apparaissent plus tardivement que celles à souches W (CAVELIER *et al.*, 1987; GOULDS et FITT, 1991). Nous avons montré que les souches R deviennent plus fréquentes dans les lésions de piétin-verse au fur et à mesure du développement du blé non traité, un phénomène signalé en Grande-Bretagne par BATEMAN (1990). Des facteurs locaux, vraisemblablement d'ordre pédoclimatique, jouent probablement un rôle plus important que la composition des populations du parasite dans l'apparition des fortes attaques observées fréquemment dans la région d'altitude du Gros-de-Vaud/Jorat. Pour la région de La Côte (Changins), une corrélation significative a été récemment établie entre les températures de janvier et l'intensité ultérieure du piétin-verse sur l'orge d'automne (GINDRAT *et al.*, 1996). De 1987 à 1993, le pourcentage de souches résistantes aux benzimidazoles s'est accru de manière assez semblable chez les souches W et les souches R. L'augmentation, toutefois, n'est pas significative chez le type R où la résistance est cependant plus fréquente, ce qui confirme les données de KING et GRIFFIN (1985) en Grande-Bretagne, mais non celles de MURRAY (1996) aux Etats-Unis qui trouve une plus grande proportion de souches W que de souches R présentant le caractère MBC-res. Un accroissement de la proportion de souches R au fil des années et une augmentation de souches qui résistent aux benzimidazoles dans les régions où ces fongicides sont utilisés ont été observés en 1983 déjà par KING et GRIFFIN (1985). Nous avons montré une tendance à une corrélation entre les proportions de souches R et de souches résistantes dans les parcelles non traitées. Finalement, aucune corrélation n'a été établie entre la gravité des attaques et la composition des populations de base.

Conclusions

- *P. herpotrichoides* présente une caractéristique remarquable: il possède deux types morphologiques de souches (W rapides et lentes R), avec encore une différenciation WH et WA (spores recourbées, spores droites).
- Nous montrons ici, après douze ans

d'expérimentation, qu'il est difficile d'établir une relation entre les proportions de ces différents types de souches dans les parcelles et les manifestations du piétin-verse. Signalons seulement l'augmentation de la proportion de souches R sur les blés d'avril à juillet, et aussi une tendance vers une corrélation entre souches R et souches résistantes aux benzimidazoles.

- Les interactions entre la composition des populations de *P. herpotrichoides* et les traitements fongicides feront l'objet d'un prochain article.

Remerciements

Les auteurs remercient A. MAILLARD (RAC) pour l'organisation des essais dans lesquels de nombreux isolats de *P. herpotrichoides* ont été obtenus et pour ses remarques constructives lors de la rédaction du manuscrit. Leurs remerciements vont aussi à leurs collègues des Services phytosanitaires cantonaux et de l'industrie agrochimique qui leur ont fourni le matériel végétal indispensable à cette étude. Ils remercient également J. DERRON (RAC) de ses conseils en matière de statistique.

Bibliographie

BATEMAN G. L., 1990. Comparison of effects of prochloraz and flusilazole on foot rot diseases and on populations of the eyespot fungus, *Pseudocercospora herpotrichoides*, in winter wheat. *Z. Pflanzenkr.* **97**, 508-516.

CAGNIEUL P., DAGUENET G. et MIGEON J. L., 1991. Evolution des structures de population de piétin-verse en France. *Phytoma* **425**, 21-26.

CAVELIER N., ROUSSEAU M. et LE PAGE D., 1987. Variabilité de *Pseudocercospora herpotrichoides*, agent du piétin-verse des céréales: comportement *in vivo* de deux types d'isolats et d'une population en mélange. *Z. Pflanzenkr.* **94**, 590-599.

FORRER H. R., AMIET J. und AFFOLTER G., 1992. Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Weizens und die Resistenzbildung gegenüber Fungiziden. *Landw. Schweiz* **5** (1-2), 11-18.

FREI P. et GINDRAT D., 1995. Diversité morphologique en culture, sensibilité au carbendazime et pouvoir pathogène de *Tapesia yallundae* Wallwork et Spooner (anamorphe: *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton). *Can. J. Bot.* **73**, 1379-1384.

GINDRAT D., CAVEGN C. et ZUFFEREY L., 1988. La résistance du piétin-verse de céréales: la situation en Suisse. *Revue suisse Agric.* **20** (3), 141-147.

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** (1), 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** (5), 303-309.

GINDRAT D., FREI P., MAILLARD A. et COLLAUD J.-F., 1996. Le piétin-verse de l'orge d'automne: épidémiologie et lutte (Changins, 1988-1995). *Revue suisse Agric.* **27** (6), 370-376.

GOULDS A. and FITT B. D. L., 1991. The development of eyespot on stems of winter wheat and winter barley in crops inoculated with W-type or R-type isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides*. *Z. Pflanzenkr.* **98**, 490-502.

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 Path.* **34**, 272-283.

Zusammenfassung

Die Halmbruchkrankheit: schnell und langsam wachsende Stämme sowie die Resistenz gegenüber Fungiziden der Benzimidazol-Gruppe in der West-Schweiz (1984-1995)

Von 1984 bis 1995 wurden im Wintergetreide der West-Schweiz die zahlenmässige Entwicklung der schnell (W-Stämme) und langsam (R-Stämme) wachsenden Stämme der Halmbruch-Populationen *P. herpotrichoides* und deren Resistenzverhalten gegenüber Carbendazim (MBC-res) verfolgt.

In den untersuchten, unbehandelten Weizen- und Gersten-Kulturen waren im Mittel 30% R-Stämme zu finden. 1984 konnten im Weizen nur 1% dieser Stämme isoliert werden und ab 1988 stabilisierte sich ihr Anteil zwischen 25 und 50%. Der Anteil an MBC-res Stämmen beider Getreidearten war im Mittel 11 bis 12%. Selten war deren Auftreten von 1984-1987 (0-2%). Ab 1988 stieg aber ihr Anteil auf 11% und erreichte 1993 im Mittel 39% der Grundpopulationen.

Die Proportion der zwei Stammarten variierte je nach Gegend. Eine deutliche Dominanz der R-Stämme konnte in der Region des Gros-de-Vaud/Jorat gefunden werden, wobei im Chablais vaudois (unteres Rhonetal) und in Changins die W-Stämme stärker vertreten waren.

Mit fortschreitender Entwicklung des Weizens (ab Ende April) konnten auch mehr R-Stämme aus den befallenen Halmen isoliert werden. Zwischen der Anzahl der R-Stämme und dem Endbefall der Halme konnte keine Korrelation gefunden werden. Die Anzahl der MBC-res Stämme ist bei den R-Stämmen leicht höher als bei den W-Stämmen.

Eine Tendenz zur Korrelation zwischen der Anzahl der R-Stämme und der Anzahl der MBC-res Stämmen im gleichen Feld konnte gefunden werden. Die R-Stämme dominierten immer unter den MBC-res Stämmen. Die MBC-resistenten W-Stämme haben in den Jahren 1987 bis 1993 signifikant zugenommen, die Anzahl der MBC-resistenten R-Stämme blieb jedoch unverändert.

- LEROUX P. et GRETT M., 1988. Caractérisation des souches de *Pseudocercospora herpotrichoides*, agent du piétin-verse des céréales résistantes à des substances antimétaboliques et à des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols. *Agronomie* **8**, 719-729.
- LEROUX P. et MARCHEGAY P., 1992. Variabilité chez l'agent du piétin-verse des céréales: implications pratiques. *Phytoma* **437**, 25-30.
- 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: Fungicide Resistance (S. Heaney, D. Slawson, D. W. Hollomon, M. Smith, P. Russel, P. and D. W. Parry, ed.), Brit. Crop Prot. Council, Farnham, UK, 117-120.
- MAULER A., und FEHRMANN H., 1987. Erfassung der Anfälligkeit von Weizen gegenüber *Pseudocercospora herpotrichoides*. I. Untersuchungen zur Pathogenität verschiedener Formen des Erregers. *Z. Pflanzenkr. Pflanzensch.* **94**, 630-636.
- MURRAY T. D., 1996. Resistance to benzimidazole fungicides in the cereal eyespot pathogen, *Pseudocercospora herpotrichoides*, in the Pacific Northwest 1984 to 1990. *Plant Dis.* **80**, 19-23.
- WALDNER-ZULAUF M. und GISI U., 1991. Populationsänderungen von *Pseudocercospora herpotrichoides* mit und ohne Fungizidselektion. *J. Phytopath.* **132**, 89-98.

Summary

Eyespot of cereals: W and R types, and resistance to benzimidazoles in Western Switzerland (1984-1995)

The evolution of the W and R types and the resistance to carbendazim in *Pseudocercospora herpotrichoides* have been investigated from 1984 to 1995 in French-speaking Switzerland.

In winter wheat and barley, average base populations of *P. herpotrichoides* (from untreated plants) contained about 30% of R isolates. On wheat, 1% of isolates were of the R type in 1984, while this proportion fluctuated between 25 and 50% from 1988 to 1995. From 1984 to 1993, an average of 11-12% of isolates from wheat and barley was resistant to carbendazim (MBC-res isolates). MBC-res isolates were rarely found from 1984 to 1987 (0 to 2%). They increased from 11% in 1988 to 39% in 1993 in wheat.

There were regional differences in the relative populations of the W and R types. Type R was dominant in the Gros-de-Vaud/Jorat area (650-880 m a.s.l.), while W type predominated in the Lake of Geneva area (400-450 m a.s.l.)

The numbers of R isolates from eyespot lesions on untreated plants progressively increased from late April on. There was non significant correlation between the severity of eyespot at GS 85 and the proportions of R isolates in the base populations.

MBC-res isolates were slightly more abundant in the R type than in the W type. There was a trend towards a significant correlation between the proportions of R isolates and those of MBC-res isolates in base populations. R isolates were predominant in MBC-res populations. W isolates which were MBC-res significantly increased from 1987 to 1993, while R isolates which were MBC-res did not.

Pour une meilleure technique de nettoyage

LAVAGE HAUTE PRESSION FRANK



Prix
Qualité
Compétence

Eau froide - Eau chaude - Vapeur
220 et 380 volts
hydrosablage

R. BÖNZLI 1023 CRISSIER 021/635 53 65



L'assurance globale pour exploitations agricoles!

En 1997 aussi avec une réduction de prime
importante grâce à la ristourne!



Suisse
Grêle

Case postale, 8023 Zurich
Tél.: 01 251 71 72
Fax: 01 261 10 21

L'avant-garde et le
bon sens pratique
Composez le
024 441 56 56



Les fourrages très appréciés

Otto Hauenstein Semences SA

Orbe - Rafz - Biberist - Landquart - 024 441 56 56

Recluser & Pagelli 1/97