

## Observations sur la nécrose du collet du colza en Suisse

D. GINDRAT, P. FREI et D. PELLET, Agroscope RAC Changins, case postale 254, CH-1260 Nyon 1

 E-mail: peter.frei@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 377.

### Résumé

La nécrose du collet, provoquant le «pied-sec» du colza, est liée au champignon *Phoma lingam* (= *Leptosphaeria maculans*). Dans cinq régions, pendant six ans, aucune relation chiffrée consistante n'a été établie entre les taches foliaires de *Phoma* à l'automne, les infections latentes dans les pétioles (hiver) ou les tiges (printemps) et les plantes atteintes de nécrose du collet en été. Les variétés de colza n'ont guère différé entre elles dans leur sensibilité au pied-sec en cas de forte pression de la maladie. Le développement du *Phoma* dans les colzas, diffèrent d'une année à l'autre, a présenté des similitudes entre les diverses régions la même année (effet de la météo). De 1998 à 2002, l'efficacité d'un fongicide appliqué en automne (stades 16 à 20) a été variable, mais supérieure à celle d'un traitement effectué en hiver ou au printemps. Malgré un certain effet négatif de la nécrose du collet et du pied-sec sur le rendement, l'opportunité de gain économique par l'un ou l'autre traitement a été assez faible. En 2003, le traitement aux stades 16 à 20 a évité une baisse du peuplement des colzas dans deux essais sur trois.

### Introduction

Le champignon *Phoma lingam* (stade sexué: *Leptosphaeria maculans*) provoque divers types de dégâts sur les Crucifères et en particulier sur les choux et le colza: lésions sur feuilles, tiges et siliques, et surtout la nécrose du collet entraînant la disparition de la plante en hiver ou son dessèchement prématuré après la floraison. La nécrose du collet est, avec la sclérotiniose, la maladie cryptogamique la plus grave du colza.

L'étude de l'épidémiologie de la maladie et la recherche de moyens de lutte et de variétés résistantes rencontrent des difficultés liées à l'existence souvent conjointe de plusieurs types de *Phoma*, qui seraient des pathotypes de *P. lingam*, voire des espèces distinctes renfermant elles-mêmes des pathotypes.

Ces souches diffèrent entre elles par leur capacité de produire certaines toxines, par leur physiologie, leur virulence, leurs caractéristiques génétiques et probablement aussi par d'autres caractères non encore mis en évidence (KOCH *et al.*, 1989; 1991; HUANG *et al.*, 2001; PEDRAS *et al.*, 1996; PENAUD *et al.*, 1999; HOWLETT *et al.*, 2001; JOHNSON et LEWIS, 1994).

Le *Phoma* est capable de contaminer les colzas dès l'automne et jusqu'au printemps à partir de ses fructifications sur des restes de cultures ou sur des Crucifères adventices. Sous l'effet du vent, les spores du champignon contaminent des cultures à des distances de plus d'un kilomètre (GLADDERS et MUSA, 1980).

Les dernières épidémies de *Phoma* sur le colza en Suisse ont été enregistrées en 1977 et en 1992 et ont entraîné le la-

bour de nombreuses parcelles en cours de végétation en raison de dégâts précoces aux collets. Des cas graves sont toutefois observés localement presque chaque année (WINTER et GINDRAT, 1993). Ils sont parfois associés au mauvais hivernage du colza (PELLET *et al.*, 2002). En outre, la nécrose du collet entraînant le «pied-sec», attribué au moins en partie au *Phoma* (PÉRES et POISSON, 1997), se manifeste fréquemment sans toutefois atteindre une ampleur dévastatrice. Ce pourrait être la forme de la maladie la plus fréquente en Suisse.

Le *Phoma* est favorisé par au moins trois facteurs:

- **La culture de variétés très sensibles** (par exemple Lesira en 1977 et Bienvenu, Idol et Eurol en 1992).
- **L'absence d'enfouissement rapide de restes de cultures** de colza – même peu atteintes par le *Phoma* – constituant une source de contamination pour les semis de la région.
- **Le climat**: dans notre région d'Europe occidentale, un automne et un hiver doux – donc pluvieux – suivis d'un printemps et d'un début d'été chauds sont très favorables aux contaminations et aux infections par les ascospores généralement présentes de septembre à avril sur les restes de culture (WEST *et al.*, 2001).

Le développement des infections depuis les taches foliaires vers les pétioles puis dans les tiges dépend apparemment de facteurs liés à la résistance variétale, aux types de *Phoma* présents et à la météo (JOHNSON et LEWIS, 1994; XI *et al.*, 1991; PÉRES *et al.*, 1996; WEST *et al.*, 1999).

La lutte la plus efficace contre la maladie est certainement la prévention, en utilisant la résistance variétale et l'enfouissement méthodique des restes de cultures de colza avant la levée des nouveaux semis de la région. Il y a cependant deux difficultés. Le comportement des variétés à l'égard de la nécrose du collet devrait être clarifié. D'autre part, le labour permettant l'enfouissement des restes de culture de colza se heurte, en Suisse, à l'encouragement au semis direct. L'application d'un fongicide est alors conseillée à l'automne, en présence de taches foliaires sur des variétés sensibles. L'usage montre que l'efficacité de ce traitement est aléatoire. En fait, bien des doutes subsistent sur le rôle exact du *Phoma* dans le syndrome du pied-sec, sur la relation entre les taches foliaires à l'automne et le taux d'attaque avant la récolte, sur le positionnement du traitement et sur la sensibilité variétale.

Des travaux conduits ces dernières années ont tenté d'apporter quelques éclaircissements sur ces divers points. Les résultats en sont présentés ici.

## Matériel et méthodes

### Stades végétatifs du colza

Le code décimal BBCH est utilisé.

### Parcelles observées

Cinq essais ont été mis en place annuellement dans diverses régions de Suisse romande de 1998 à 2003: Arconciel (FR, 640-690 m), Burtigny (700-800 m), Changins/Nyon (430 m), Goumoens-la-Ville (600 m), et la région de Vufflens-la-Ville/Aclens/Daillens/Mex (450 à 500 m). Destinés aussi bien à des observations épidémiologiques qu'à l'étude de l'effet de fongicides sur la maladie, les essais sont constitués de parcelles de 29,25 m<sup>2</sup> (2,25 × 13 m, interlignes 6 × 17,5 et 3 × 40 cm) en quatre répétitions. Les observations épidémiologiques sont effectuées dans les parcelles non traitées par un fongicide. La plupart des essais ont été mis en place selon une rotation habituelle de trois ans au moins sans colza. Le colza d'automne est semé après un précédent céréale et à une densité de 100 (jusqu'en 2000) ou 80 (dès 2001) grains/m<sup>2</sup>.

### Détection du *Phoma*

#### Taches foliaires

Trente plantes sont examinées dans les parcelles non traitées par un fongicide. Une plante est jugée atteinte de taches foliaires dès qu'elle porte une macule de *Phoma*.

### Infections latentes

Pour la recherche d'infections latentes dans les pétioles ou dans les tiges, trente plantes sont examinées dans les parcelles non traitées par un fongicide. Après élimination des racines, 15 cm de tige avec feuillage sont nettoyés à la main sous l'eau courante, trempés 1 sec dans de l'éthanol à 95%, rincés à l'eau courante, baignés 5 min dans du NaClO à 0,05% et rincés 5 min dans de l'eau stérile contenant 25 ppm d'auromycine. Pétioles et bases de tiges sont découpés aseptiquement et placés sur du papier buvard humecté avec de l'eau stérile contenant 25 ppm d'auromycine dans des boîtes de Petri en plastique (diamètre 14 cm). Les bases de tiges ont été préalablement coupées dans le sens de la longueur. Après une, deux et trois semaines d'incubation à 15 °C en lumière diffuse continue, les tiges et pétioles sont examinés au microscope binoculaire. *P. lingam* est aisément identifié par ses pycnides porteuses de cirrhes rosâtres. Des spores prélevées dans ces derniers sont transférées sur agar gélosé à la pomme de terre (PDA, Difco), additionné de 25 ppm d'auromycine, pour vérification. Une plante est considérée comme porteuse d'infections latentes lorsqu'un pétiole ou un fragment de tige héberge le *Phoma*.

### Lésions sur tige

Aux stades 83 à 87, des fragments de tiges prélevés au niveau des lésions sont lavés 1 h à l'eau courante, séchés sur buvard, baignés 15 min, puis deux fois 5 min dans de l'eau stérile, séchés sur buvard, puis découpés en petits fragments qui sont alors déposés sur de l'agar glucosé à la pomme de terre (PDA, Difco) auquel ont été ajoutés 25 ppm d'auromycine. Les colonies fongiques sont examinées après incubation des cultures au laboratoire.

### Lésions au collet

Elles sont traitées comme les lésions sur tige. En outre, du matériel lavé à l'eau courante est baigné 30 min dans de l'eau contenant deux gouttes de Tween. Les collets sont découpés et placés en chambres humides stériles à 15 °C. La recherche de pycnides ou de périthèces de *Phoma* est réalisée après dix jours comme décrit précédemment pour la détection d'infections latentes.

### Fongicides

Les produits Slick (difénoconazole, 0,25 kg/l, 0,5 l/ha) et Horizon (tébuconazole, 0,25 kg/l, 1,5 l/ha) sont utilisés. Ils sont appliqués à l'aide d'un pulvérisateur à dos (500 l/ha).

### Notations au champ

L'attaque finale (nécrose du collet) est évaluée aux stades 83 à 87. Toutes les plantes sur 8 × 1 m linéaire par parcelle expérimentale sont examinées directement au champ. Une plante avec nécrose du collet est considérée comme atteinte.

## Résultats

### Nécrose du collet, pied-sec et lésions sur tiges

Le dessèchement de la tige lié à une nécrose du collet, appelé pied-sec, a été fréquemment observé. En 2000, la nécrose du collet induisant la mortalité des plantes en hiver de même que le pied-sec plus tardif se sont manifestés. Le *Phoma* a été recherché au niveau des collets de plantes présentant le pied-sec, ainsi que dans les lésions caractéristiques sur tiges attribuées au même agent pathogène et souvent bénignes. Dans tous les échantillons, *P. lingam* a été détecté aussi bien dans les lésions sur tiges que sur collets, en moyenne une fois sur deux (tabl.1). En 2003, la forme pied-sec était largement dominante. Les isollements ont montré la présence de *P. lingam* dans quasiment la totalité des cas (tabl. 2). Aucun signe d'un autre agent pathogène (microscélérotés de *Verticillium sp.*, par exemple) n'a été décelé.

Tableau 1. Détection de *P. lingam* dans les lésions sur tige et au collet, juillet 2000.

Lieu	Variété	Nombre de tiges	% tiges avec <i>P. lingam</i>
<b>Lésions sur tiges:</b>			
Arconciel	Capitol	60	53
Arconciel	Synergy	100	42
Burtigny	Synergy	73	74
Changins	Synergy	22	68
Goumoens	Synergy	80	16
Vufflens	Synergy	62	45
Total et moyenne		397	46
<b>Lésions au collet («pied-sec»):</b>			
Arconciel	Synergy	70	57
Burtigny	Synergy	70	54
Changins	Synergy	64	92
Goumoens	Synergy	93	43
Vufflens	Synergy	56	34
Total et moyenne		353	56

Tableau 2. Isolement de *P. lingam* de lésions de pied-sec, juillet 2003, variété Elektra.

Lieu	Nombre d'échantillons	% échantillons avec <i>P. lingam</i>
Arconciel	91	97
Burtigny	84	92
Changins	80	95
Goumoens	93	99
Mex	66	100
Total et moyenne	414	97

## Relation entre taches foliaires à l'automne, infections latentes et attaque finale de *Phoma*

Pour chercher une relation éventuelle entre les taches foliaires ou les infections latentes dans les pétioles et les tiges en cours de saison et l'intensité de l'attaque de *Phoma* avant la récolte, des régressions ont été calculées où:  $x$  = % plantes avec taches foliaires ou infections latentes,  $y$  = % de plantes avec nécrose du collet à maturité. Pour l'ensemble des 23 parcelles de la variété Synergy observées de 1998 à 2002 et des cinq parcelles de la variété Elektra en 2003, aucune relation nette entre les proportions de plantes ( $x = 0$  à 100%) présentant des taches foliaires à l'automne et atteintes de nécrose du collet au début de l'été n'a été obtenue (tabl. 3). Pour  $x \geq 50\%$ , un coefficient  $R^2$  de 0,45 indique qu'un taux de taches foliaires supérieur à 50% explique 45% de la variabilité du taux de

Tableau 3. Régressions linéaires entre la fréquence des infections des feuilles, des pétioles et des tiges ( $x$ ) et la fréquence de la nécrose du collet ( $y$ ).

X = % plantes avec taches foliaires <sup>a</sup>		X = % plantes avec infections latentes dans les pétioles <sup>b</sup>				X = % plantes avec infections latentes dans les tiges <sup>c</sup>					
X = 0 à 100		X $\geq$ 50		X = 0 à 100		X $\geq$ 50		X = 0 à 100		X $\geq$ 50	
N <sup>d</sup>	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>
28	0,06	11	0,45	24	0,17	15	0,01	24	0,21	17	0,28

<sup>a</sup> Stades 16 à 18 (octobre-novembre).

<sup>b</sup> Stades 18 à 35 (janvier à mars).

<sup>c</sup> Stades 50 à 61 (mars-avril).

<sup>d</sup> Nombre d'essais.

nécrose de collet. Quant aux proportions de plantes présentant des infections latentes de *Phoma* dans les pétioles ou dans les tiges, elles n'expliquent guère non plus le taux de nécrose de collet. Le suivi des infections de l'automne à l'été dans 24 essais regroupés selon les années est présenté dans la figure 1. L'image graphique du cheminement du *Phoma* des feuilles aux pétioles, puis aux tiges et finalement aux collets est différente d'une année à l'autre. Le développement du *Phoma* présente des similitudes évidentes dans les essais réalisés la même année, en particulier

en 1999, 2002 et 2003. Les relations entre les diverses phases du développement de la maladie sont ainsi différentes d'une année à l'autre: pour des taux de nécrose du collet très différents en 2002 et 2003, les taches foliaires étaient plutôt abondantes en 2002 et plutôt discrètes en 2003. En outre, des neuf cas où la nécrose du collet a atteint plus de 25% des plantes, huit ont présenté un taux d'infections latentes des pétioles supérieur à 75%. Cependant, cette proportion de 75% de pétioles atteints avait été détectée dans 12 cas au total.

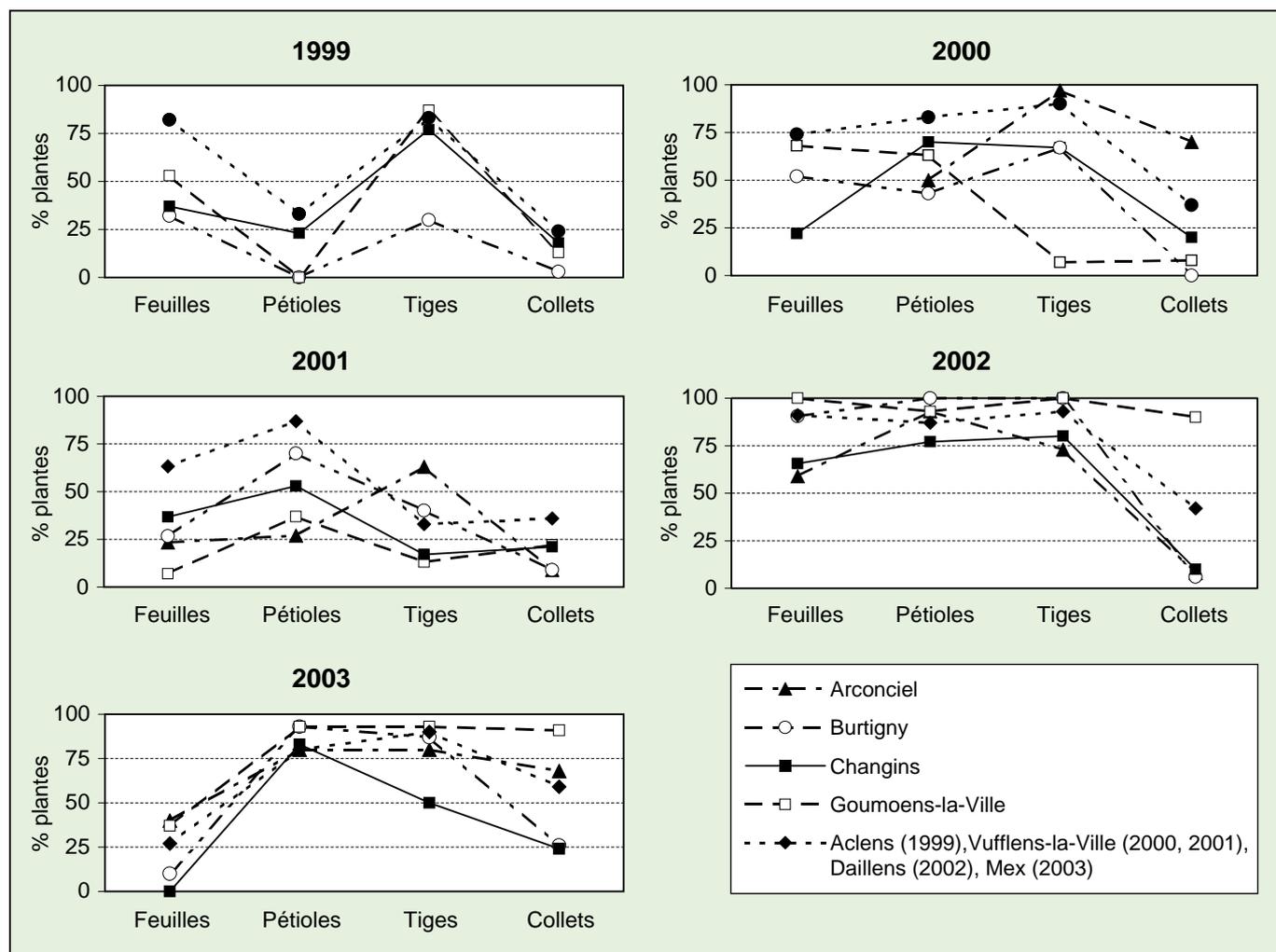


Fig. 1. Suivi des infections du colza de l'automne en été: taches foliaires (octobre-novembre), infections latentes dans les pétioles (janvier à mars) et dans les tiges (mars-avril), nécrose du collet à maturité (juin).

## Sensibilité variétale

Les attaques de *Phoma* sur dix variétés de colza ont été notées dans dix essais variétaux en 2000, 2002 et 2003. Les attaques de *Phoma*, principalement sous forme de pied-sec, ont été modérées dans les six essais de 2000 et 2002 (fig. 2). Les variétés ont présenté en moyenne 16% (Capitol) à 36% (Synergy) de plantes malades à maturité. En 2003, Synergy n'a pas été examiné. La pression de la maladie a été plus intense et les attaques moyennes ont été de 48 à 64% de plantes malades (fig. 3).

## Fongicides

### Efficacité

Disparition de plantes en hiver et nécrose du collet bien visible à maturité sont les manifestations les plus dommageables du *Phoma*. Une certaine mortalité précoce des plantes a été observée en 2003. Quant à la nécrose du collet, traduite dans la plupart des cas par le pied-sec, elle a été observée sur plus de 10% des plantes non traitées de 15 essais, en particulier dans tous ceux de 2003 (fig.1). Les effets des traitements avec les fongicides Slick et Horizont sont résumés dans le tableau 4. Aussi bien le traitement d'automne (stades 12-18) que celui d'hiver (stades 30-31), de printemps (stades 61-65) ou encore que le double traitement (stades 16-18 + 61-65) ont présenté une efficacité moyenne faible (24 à 38%) contre la nécrose du collet avec des valeurs minimales nulles et des valeurs maximales modérées (59 à 73%).

Les résultats détaillés de huit essais sont présentés dans le tableau 5. L'effet des fongicides sur les dégâts de *Phoma* en hiver ne s'est significativement manifesté qu'en 2003. Ainsi, à Goumoens et Mex, le traitement d'automne entre les stades 16 et 20 a permis de maintenir un peuplement significativement plus

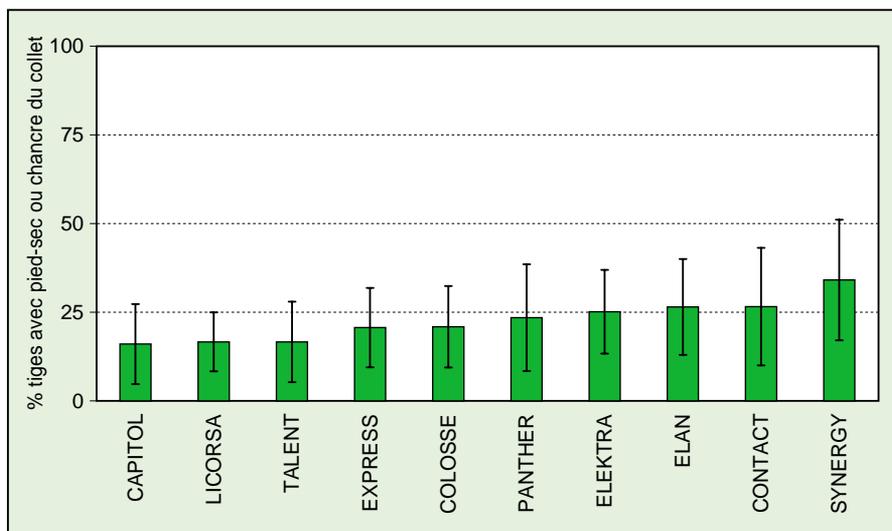


Fig. 2. Sensibilité des variétés de colza au *Phoma*. Moyennes et écarts-types de six essais RAC 2000 et 2002 (2000: Changins, Vufflens, Arconciel, Goumoens; 2002: Daillens, Changins).

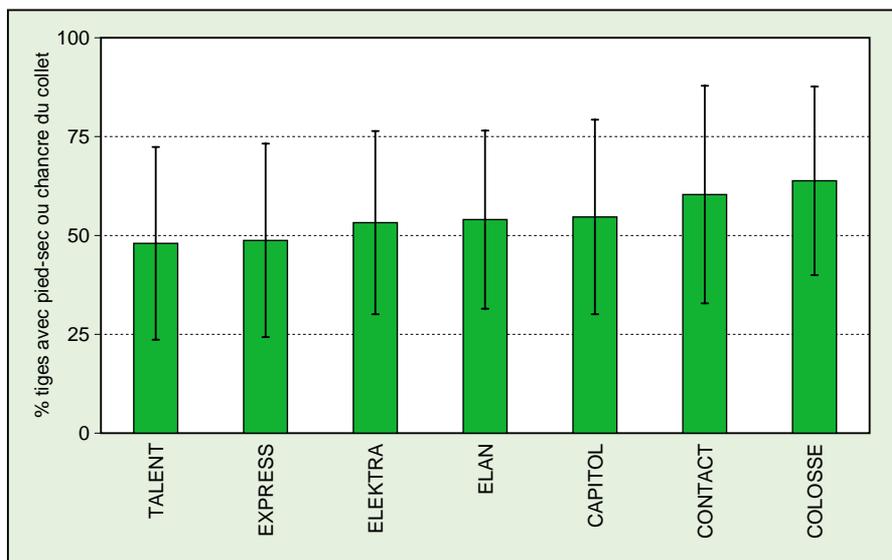


Fig. 3. Sensibilité des variétés de colza au *Phoma*. Moyennes et écarts-types de quatre essais RAC 2003.

élevé à la récolte. Dans l'essai d'Arconciel, un second traitement a été nécessaire au stade 65.

L'effet des fongicides sur la nécrose du

collet est en revanche plus net. Le traitement automnal aux stades 16 à 20 a été le seul à se distinguer significativement du procédé non traité dans les huit essais. Une application précoce à Goumoens en 1998 (stades 12 à 14) a présenté une efficacité nulle. Les traitements à la reprise de la végétation en hiver (stades 31-32) ou au printemps (stades 61 à 65) ont présenté une efficacité plus irrégulière selon les années et les essais. Le double traitement (automne + printemps) n'a pas amélioré significativement l'efficacité du seul traitement à l'automne.

### Rendement

La confrontation de l'effet des traitements sur la fréquence de la nécrose du collet et du pied-sec à la récolte

**Tableau 4. Efficacité du traitement fongicide en fonction du stade d'application. Quinze essais de 1998 à 2003. Variétés Synergy (1998-2002) et Elektra (2003). Fongicides: Slick (stades < 61) ou Horizont (stades 61 à 65).**

Stades du colza lors du traitement	Nombre de cas <sup>a</sup>	Efficacité (%) sur la proportion de plantes avec nécrose du collet <sup>b</sup>		Pourcentage de plantes avec nécrose du collet chez les témoins non traités (extrêmes)
		Moyenne	Extrêmes	
12 à 18	24	35	0 à 62	13 à 91
30 à 31	14	28	0 à 59	
61 à 65	9	24	0 à 59	
16 à 18+61 à 65	11	38	0 à 73	

<sup>a</sup> Un cas = un procédé dans un essai.

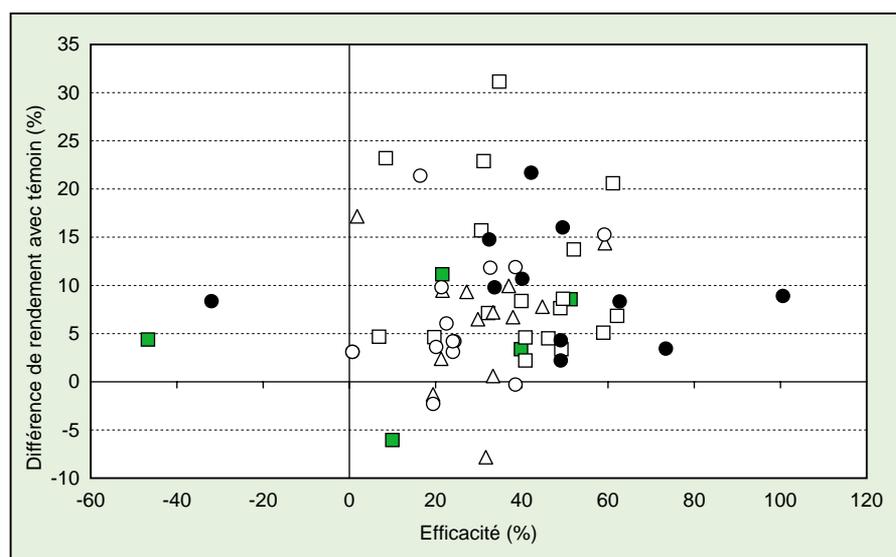
<sup>b</sup> Calculs (selon Abbott) sur le nombre de plantes atteintes et non atteintes.

**Tableau 5. Effets de traitements fongicides à divers stades de croissance du colza sur le peuplement final et la fréquence de nécrose du collet.**

Essais	Peuplement (nombre de plantes/m <sup>2</sup> lors du contrôle à maturité <sup>a</sup> )							Plantes (%) avec nécrose du collet lors du contrôle à maturité <sup>a</sup>						
	Stades de traitement							Stades de traitement						
	Aucun traitement	12 à 14	16 à 20	31 à 32	61	65	18 à 20 + 61 à 65	Aucun traitement	12 à 14	16 à 20	31 à 32	61	65	18 à 20 + 61 à 65
Goumoens, 1998	Par ligne: aucune différence significative (P < 0,05)							30,3 A	40,3 C	10,0 B				
Arconciel, 2000								70,5 a		40,4 b	40,6 b	41,1 b		49,8 b
Vufflens, 2001								33,9 a	17,4 b	16,5 b	23,7 b			15,1 b
Daillens, 2002								41,4 A		19,3 BCD	15,9 CD	31,6 AB		19,6 BC
Changins, 2003								23,8 a		12,2 bcd	16,7 ab	9,7 cd	16,0 bc	6,3 d
Arconciel, 2003	40,0 a		46,0 ab	45,2 ab	47,2 ab	43,2 ab	51,2 b	67,7 a		43,4 bc	47,1 bc	52,7 ab	67,0 a	35,3 c
Goumoens 2003	50,4 a		62,0 b	57,2 ab	58,8 ab	57,2 ab	64,0 b	90,9 A		64,1 B	72,0 B	73,6 B	72,4 B	60,5 B
Mex, 2003	47,6 a		59,2 b	50,8 ab	50,0 ab	56,0 b	54,8 ab	60,5 a		26,7 cd	34,1 bcd	36,4 bc	44,6 b	23,3 d

<sup>a</sup> Moyennes calculées sur 32 répétitions de 1 m linéaire et multipliées par quatre pour les valeurs/m<sup>2</sup>. Sur une ligne, les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (majuscule: P < 0,001; minuscule: P < 0,050) après ANOVA et test de Tukey. Nécrose du collet: statistique sur les pour-cent transformés en arc sinus.

et des différences de rendement obtenues est présentée dans la figure 4. L'éparpillement des points indique une absence de relation directe entre le niveau de l'efficacité et celui de la différence de rendement. Toutefois, la plupart des points se trouvent dans la zone positive du graphique: le traitement a donc tendance à avoir un effet positif sur le rendement. Dans le tableau 6, la rentabilité du traitement est calculée sur la base de l'augmentation de rendement et du prix du ou des fongicides utilisés. La chance de gain statistiquement assuré a été de 40% pour le traitement aux stades 12 à 14 (mais sur seulement cinq cas au total), de 17% aux stades 16 à 20 (sur 18 cas), de 15% aux stades 31-32 (sur 13 cas). Elle tombe respectivement à 7 et 9% pour l'application tardive aux stades 61-65 (14 cas) et pour le double traitement aux stades 16-20 et 61-65 (11 cas).



**Fig. 4.** Relation entre l'efficacité du traitement sur la nécrose du collet et le rendement du colza. Données de quatorze essais de 1998 à 2003 où la fréquence de la maladie atteignait au moins 10% des plantes avant la récolte. Stades de traitement: ■ 12 à 14; □ 16 à 20; △ 30-32; ○ 61-65; ● 16-20 + 61-65.

**Tableau 6. Performance des traitements fongicides appliqués contre le *Phoma* à divers stades du colza. Quatorze essais de 1998 à 2003 avec au moins 10% de plantes atteintes de nécrose du collet chez les témoins non traités à la récolte.**

Stades de traitement	Total des cas	Pourcent	Cas avec augmentation significative (P < 0,05) de rendement				Cas sans augmentation significative de rendement			
			Rendement moyen témoins non traités (q/ha)	Augmentations moyennes du rendement et extrêmes après traitement (q/ha)	Gain net moyen/ha (CHF) <sup>b</sup>		Pourcent	Gain net moyen/ha (CHF) <sup>b</sup>		
					Moyenne	Extrêmes		Moyenne	Extrêmes	
12-14	5	40	34,2	3,2 (2,8 et 3,7)	124	92 et 164	60	-108	-268 à -4	
16-20	18	17	28,8	7,6 (7,6 à 7,7)	476	476 à 484	83	69	-68 à 372	
30-32	13	15	38,2	5,0 (4,3 et 5,7)	268	212 et 324	85	3	-308 à 220	
61-65	14	7	33,2	7,1	456	-	93	18	-168 à 208	
16-20 + 61-65	11	9	33,2	7,2	332	-	91	-22	-180 à 148	

<sup>a</sup> Fongicides: stades 12-32: Slick (0,5 l/ha); stades 61-65: Horizont (1,5 l/ha).

<sup>b</sup> Calculs basés sur le prix de CHF 80.-/q payé au producteur. Augmentation de rendement × CHF 80.- moins prix du/des produit(s) pour 1 ha (Slick: CHF 132.-; Horizont: CHF 112.-).

## Discussion

Les examens réalisés en 2000 et 2003 sur les collets de plusieurs centaines de tiges atteintes de pied-sec montrent que ces symptômes très communs étaient associés à la nécrose du collet provoquée par *P. lingam*. Les décomptes dans les essais de traitement indiquent que le champignon a été occasionnellement à l'origine de la disparition de plantes pendant la saison froide. Ces deux aspects de la maladie sont vraisemblablement déterminés par l'activité plus ou moins précoce ou rapide du *Phoma* dans le collet de la plante-hôte.

Les résultats du suivi du *Phoma* dans les plantes et les essais de traitements fongicides indiquent que la maladie évolue différemment d'une année à l'autre. Une même année, le développement du *Phoma* dans les colzas tend à être assez semblable entre les régions, ce qui traduit une influence du climat. L'absence de relation claire entre l'intensité de l'attaque de *Phoma* à maturité et la détection antérieure du champignon sur les feuilles (automne), dans les pétioles (hiver) ou dans les tiges (printemps) est peut-être liée à un nombre trop faible de prélèvements: une relation intéressante ( $R^2 = 0,75$  à  $0,93$  selon les variétés) a été obtenue par SUN *et al.* (2000) après de nombreux comptes successifs de plantes avec taches foliaires entre le semis et le stade 20 (fin du stade en rosette). Cette méthode devant être appliquée au niveau de la parcelle, elle serait bien contraignante pour l'agriculteur.

Le succès du traitement fongicide se heurte à divers obstacles. D'abord, l'importance du pied-sec – la forme la plus courante de la maladie – n'est pas claire en termes de diminution de rendement. Une culture de colza possède ainsi vraisemblablement une certaine tolérance à une fréquence élevée de nécroses du collet conduisant au pied-sec. Cela pourrait expliquer le flou de la relation entre l'efficacité du traitement sur le pied-sec et l'effet sur le rendement. Ensuite, l'aspect le plus dommageable de la nécrose du collet est probablement la mortalité précoce, généralement hivernale des plantes. Ainsi, selon les conditions, le traitement d'automne peut-il prévenir une forte attaque de pied-sec sans toutefois présenter d'effets importants sur le rendement. Il peut aussi empêcher de graves dégâts d'hivernage conduisant à un dépeuplement marqué. Ces deux aspects de la maladie ne sont pas prévisibles à l'automne. Cela, et aussi le fait qu'une application tardive de fongicide (stades 30 à 65) se soit occasionnellement révélée efficace, voire

rentable, traduit un effet marqué de l'année, et donc du climat, sur la maladie. En conséquence, il y a certainement nécessité de moduler la lutte fongicide en fonction de paramètres annuels, fort probablement météorologiques (SUN *et al.*, 2001). Sur cette base, la décision de traiter ou de ne pas traiter devrait pouvoir être prise dès l'automne et jusqu'au printemps. WEST *et al.* (2001) ont montré, par exemple, que le développement de la nécrose du collet est le plus rapide dans les régions à température élevée entre la floraison et la récolte. Ainsi, un traitement de printemps pourrait-il se justifier certaines années ou dans certaines régions.

Dans des conditions de forte pression du *Phoma* (comme en 2003), les variétés de colza actuelles ont fait preuve d'une sensibilité assez similaire au pied-sec, alors que certaines différences étaient précédemment apparues lors de pression moindre.

Finalement, la prévention du *Phoma* par l'enfouissement généralisé des restes de récolte (labour) constitue bien la meilleure mesure de lutte contre la maladie, permettant d'éviter toute intervention fongicide. Elle peut toutefois entrer en concurrence avec la pratique du semis direct. Dans ces conditions et à la lumière des résultats présentés ici, une gestion raisonnable et praticable de la lutte contre *P. lingam*, incluant un bon positionnement du traitement fongicide, nécessite encore de réunir des données sur:

- les facteurs liés à l'année et influençant la propagation du *Phoma* des feuilles au collet du colza

- le comportement des variétés (sensibilité, tolérance) à l'égard des divers aspects de la maladie (mortalité précoce, pied-sec)
- l'identification et le rôle des diverses espèces ou souches de *Phoma* dans le développement de la maladie. Un diagnostic précoce pourrait peut-être constituer un élément important d'une aide à la prévision.

## Bibliographie

- GLADDERS P., MUSA T. M., 1980. Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape. *Plant Path.* **29**, 28-37.
- HOWLETT B. J., IDNURM A., PEDRAS M. S. C., 2001. *Leptosphaeria maculans*, the causal agent of blackleg disease of Brassicas. *Fungal Gen. Biol.* **33**, 1-14.
- HUANG Y. J., TOSCANO-UNDERWOOD C., FITT B. D. L., TODD A. D., WEST J. S., KOOPMANN B., BALESMENT M. H., 2001. Effects of temperature on germination and hyphal growth from ascospores of A-group and B-group of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker of oilseed rape). *Annals Appl. Biol.* **139**, 193-207.
- JOHNSON R. D., LEWIS B. G., 1994. Variation in host range, systemic infection and epidemiology of *Leptosphaeria maculans*. *Plant Path.* **43**, 269-277.
- KOCH E., BADAWY H. M. A., HOPPE H. H., 1989. Differences between aggressive and non-aggressive single spore lines of *Leptosphaeria maculans* in cultural characteristics and phytotoxin production. *J. Phytopath.* **124**, 52-62.
- KOCH E., SONG K., OSBORN T., WILLIAMS P. H., 1991. Relationship between pathogenicity and phylogeny based on restriction fragment length polymorphism in *Leptosphaeria maculans*. *Mol. Plant Microbe Inter.* **4**, 341-349.
- PEDRAS M. S. C., TAYLOR J. L., MORALES V. M., 1996. The blackleg fungus of rapeseed: How many species? In: Proceedings International Symposium on Brassicas, 9th Crucifer Genetics Workshop, 15-18 nov. 1994, Lisbon, J. S. Dias, I. Crute, A. A. J. Monteiro (eds). *Acta Hort.* **407**, 441-446.

## Conclusions

- ❑ *Phoma lingam* est l'agent d'une nécrose du collet du colza causant la disparition précoce des plantes mais aussi le symptôme du «pied-sec» à évolution apparemment plus tardive.
- ❑ La validité économique du traitement fongicide reste aléatoire: en termes de rentabilité, quelques succès et davantage d'échecs, tous difficilement prévisibles, alternent.
- ❑ La proportion de plantes atteintes de nécrose du collet en été n'est pas prévisible de manière fiable par un dénombrement des infections foliaires en automne.
- ❑ Les différences de sensibilité des variétés de colza au pied-sec sont faibles en cas de forte pression parasitaire. Leur tolérance (réponse au niveau du rendement) à cette forme de la maladie mérite d'être précisée.
- ❑ Le développement des infections du colza par le *Phoma* est différent d'une année à l'autre, mais il offre des similitudes entre les diverses régions la même année.
- ❑ L'effet de facteurs annuels (météorologiques) sur le développement de la maladie de l'automne à l'été est à préciser afin de prévoir le risque de *Phoma* et de mieux cibler la lutte fongicide.

- PELLET D., GINDRAT D., FREI P., HEBEISEN T., 2002. L'hivernage du colza d'automne. *Revue Suisse Agric.* **34** (5), 205-210.
- PENAUD A., JAIN L., BAMMÉ B., 1999. *Phoma* du colza. Des souches nombreuses et très évolutives. *Oléoscope* **54**, 29-31.
- PÉRES A., POISSON B., 1997. *Phoma* du colza: avancées en épidémiologie. *Oléoscope* **40**, 37-40.
- PÉRES A., POISSON B., MAISONNEUVE C., 1996. *Phoma* du colza. Comment le champignon progresse dans la plante? *Oléoscope* **35**, 10-12.
- SUN P., FITT B. D. L., GLADDERS P., WELHAM S. J., 2000. Relationships between phoma leaf spot and development of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) on winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. *Ann. Appl. Biol.* **137**, 113-125.
- SUN P., FITT B. D. L., STEED J. M., UNDERWOOD C. T., WEST J. S., 2001. Factors affecting development of phoma canker (*Leptosphaeria maculans*) on stems of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. *Ann. Appl. Biol.* **139**, 227-242.
- WEST J. S., BIDDULPH J. E., FITT B. D. L., GLADDERS P., 1999. Epidemiology of *Leptosphaeria maculans* in relation to forecasting stem canker severity on winter oilseed rape in the UK. *Ann. appl. Biol.* **135**, 535-546.
- WEST J. S., KHARBANDA P. D., BARBETTI M. J., FITT B. D., 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. *Plant Path.* **50**, 10-27.
- WINTER W., GINDRAT D., 1993. Pilzliche Rapskrankheiten in der Schweiz: Auftreten, Biologie, Symptome, fördernde Faktoren und Sortenanfälligkeit. *Landw. Schweiz* **6** (2), 93-100.
- XI K., MORRALL R. A. A., GUGEL R. K., VERMA P. R., 1991. Latent infection in relation to the epidemiology of blackleg of spring rapeseed. *Can. J. Plant Path.* **13**, 321-331.

## Summary

### Studies on *Phoma* stem canker of oilseed rape in Switzerland

«Pied-sec» symptom on oilseed rape is related to stem canker caused by *Phoma lingam* (= *Leptosphaeria maculans*). In a six-year study in five regions, no relation was found between the amount of plants with leaf spots in autumn or latent infections in petioles (winter) and stems (spring), and the amount of plants with stem canker in summer. Oilseed rape cultivars did not differ much in their susceptibility to «pied-sec» under strong disease pressure in the field. The development of *Phoma* infections varied depending on the year with similar patterns the same year in different regions (climate effect). The efficacy of a fungicide in autumn (BBCH 16 to 20) varied greatly but was superior to the efficacy of a winter or a spring treatment. Despite some negative effects of stem canker and «pied-sec» on yield, the chance of return from a fungicide spray was low. In 2003, a fungicide at BBCH 16-20 significantly increased plant stands in 2 out of 3 trials.

**Key words:** oilseed rape, *Phoma*-stem canker, epidemiology, control.

## Zusammenfassung

### Untersuchungen der Wurzelhals-Nekrosen (Stängelfäule) von Raps in der Schweiz

Die Nekrosen am Wurzelhals (Stängelfäule) sind auf den Pilz *Phoma lingam* (= *Leptosphaeria maculans*) zurückzuführen. Die Beobachtungen wurden während sechs Jahren in fünf Regionen durchgeführt. Es konnte keine zahlenmässige Beziehung zwischen den Blattflecken im Herbst, den latenten Infektionen der Blattstiele (Winter) und Stängel (Frühjahr) und der Anzahl der befallenen Pflanzen vor der Ernte gefunden werden. Die verschiedenen Rapsorten weisen bei starkem Infektionsdruck kaum Unterschiede in ihrer Anfälligkeit auf. Die von Jahr zu Jahr verschiedene Entwicklung der *Phoma* zeigte doch Ähnlichkeit zwischen den Regionen im gleichen Jahr (Einfluss des Wetters). Zwischen 1998 und 2002 war die Wirksamkeit einer Fungizidbehandlung im Herbst (BBCH 16-20) zwar unterschiedlich, aber immer besser als eine Behandlung bei Vegetationsbeginn Ende Winter. Trotz des negativen Einflusses der Krankheit auf den Ertrag, ist die Wahrscheinlichkeit eines finanziellen Mehrertrages durch eine Fungizidbehandlung klein. 2003 konnte durch eine Behandlung in den Stadien 16-20 in zwei von drei Versuchen ein starkes Auswintern der Kulturen verhindert werden.