

OBSERVATIONS SUR LE COMPORTEMENT
VARIÉTAL AU CHAMP DU TRÈFLE VIOLET
VIS-À-VIS DE LA SCLÉROTINIOSE ET SUR
L'ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA MALADIE

A. INTRODUCTION : QUELQUES INFORMATIONS
SUR LA SCLÉROTINIOSE DU TRÈFLE VIOLET

LA SCLÉROTINIOSE DU TRÈFLE VIOLET (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) EST PROVOQUÉE PAR UN CHAMPIGNON ASCOMYCÈTE, *SCLEROTINIA TRIFOLIORUM* ERIKS. LE parasite affecte les légumineuses sauvages et fourragères, dont la luzerne, mais c'est surtout sur le trèfle violet qu'il occasionne les dégâts les plus importants.

Cette maladie est connue dans toute la zone tempérée et froide du globe, en plaine comme en montagne, particulièrement dans l'Europe du Nord et du Nord-Ouest, et même au-delà du cercle polaire sur certaines légumineuses. En France, on la trouve dans la moitié Nord partout où l'on cultive le trèfle violet et la luzerne. Une enquête sur les maladies de ces deux cultures nous a permis de préciser la répartition géographique de la sclérotiniose (figure 1) et nous a montré que les dégâts survenaient principalement sur les jeunes cultures installées en fin d'été. Elles meurent souvent de cette affection pendant le premier hiver qui suit leur semis,

FIGURE 1
 RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA SCLÉROTINIOSE
 DU TRÈFLE VIOLET ET DE LA LUZERNE EN FRANCE,
 D'APRÈS L'IDENTIFICATION DU PARASITE
 DANS DES ÉCHANTILLONS MALADES

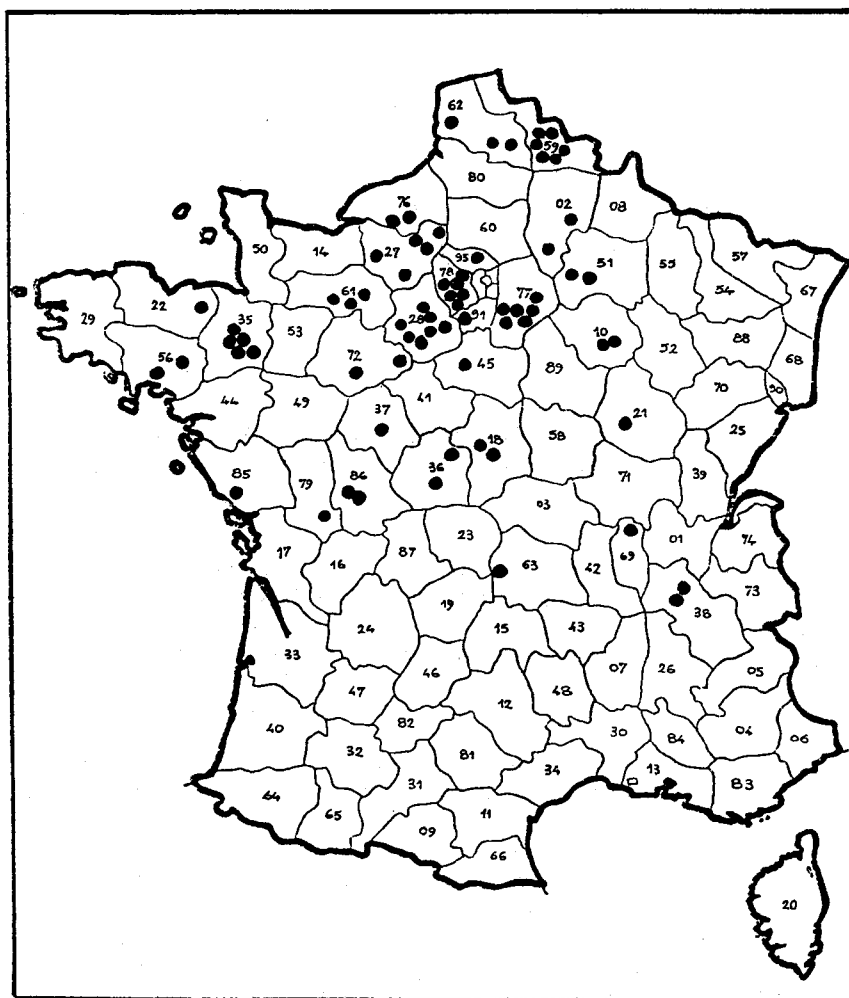
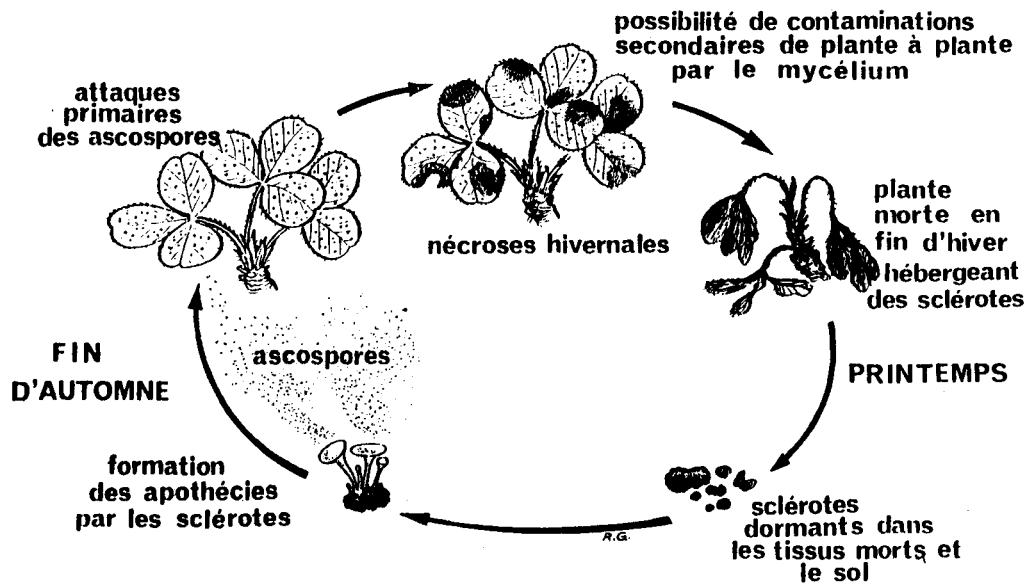


FIGURE 2
CYCLE SCHÉMATIQUE DE *SCLEROTINIA TRIFOLIORUM*
SUR TRÈFLE VIOLET



l'atmosphère et du sol. Ceci explique que la maladie sévisse surtout de la fin de l'automne au début du printemps, d'autant plus que, dès la formation des sclérotés, le processus pathogène s'arrête pratiquement (RAYNAL, 1981 a).

La biologie du parasite est maintenant bien connue, grâce à de nombreuses observations au champ et au laboratoire (LOVELESS, 1951 ; WILLIAMS et WESTERN, 1965 ; DIJKSTRA, 1966 ; RAYNAL, 1981 a et b, 1983 a et b). Par contre, on se heurte à de grandes difficultés pour la mise au point de méthodes de sélection de cultivars plus résistants (RAYNAL, 1981 b, 1983 b). De même, les publications sur la résistance variétale au champ restent peu nombreuses, notamment en France. On se borne le plus souvent à noter la pérennité des cultivars et la résistance générale aux

surtout si l'automne a été humide et l'hiver doux. Dans ce cas, même les cultivars réputés résistants à la sclérotiniose peuvent subir des dommages très importants, allant jusqu'à la destruction de la culture. Les parcelles installées au printemps sont par contre généralement peu touchées la première année de culture, mais sont attaquées les années suivantes, la mortalité augmentant alors avec l'âge des plantes.

Les symptômes les plus manifestes se remarquent en fin d'hiver, parfois même dès janvier. Les parties aériennes des trèfles (feuilles, pétioles, collets) pourrissent, alors que la racine reste saine. Par temps humide, il n'est pas rare de voir le mycélium blanc du *Sclerotinia* qui rampe à la surface du sol d'une plante à l'autre, à partir des plantes malades ou déjà mortes.

La présence de sclérotés de février à avril permet de diagnostiquer avec certitude la maladie. Plus tard, ils sont plus difficiles à déceler, car la pluie les enfouit plus ou moins dans les couches superficielles du sol. Ces organes de conservation asexuée se présentent d'abord sous la forme de masses blanches qui noircissent et deviennent dures. Leur taille va de quelques millimètres jusqu'à plus d'un centimètre. Ils se forment dans les tissus morts restés sur le sol à l'emplacement des plantes mortes, ou parfois même dans les tiges creuses et desséchées des trèfles violets. Ils peuvent rester vivants plusieurs années dans le sol.

Le cycle de la maladie est décrit dans la figure 2. Les sclérotés restent dormants jusqu'en automne. D'octobre à fin novembre, rarement plus tard dans les conditions du Bassin Parisien, ils différencient des apothécies, organes sexués porteurs d'asques (RAYNAL, 1983 a). Les asques éjectent de grandes quantités d'ascospores (environ 30 000 par apothécie), qui vont attaquer les feuilles du trèfle violet en provoquant tout d'abord de minuscules taches nécrotiques dans lesquelles le mycélium du champignon s'installe. Ce n'est qu'à la faveur de lésions dues au froid, au gel ou à d'autres agents pathogènes, que le mycélium va pouvoir se développer rapidement, entraînant des pourritures qui s'étendent alors à l'ensemble du feuillage, puis au collet, ce qui entraîne souvent la mort de la plante attaquée. Lorsque la plante n'est pas trop atteinte, elle peut se régénérer. Le développement du parasite nécessite des températures comprises entre 10 °C et 20 °C, avec un optimum autour de 15 °C, et une très forte humidité de

La cause de la mortalité est rapportée à la sclérotiniose, soit par l'observation directe de sclérotés ou de mycélium (printemps), soit par l'observation des apothécies (automne), et dans tous les cas par l'isolement du *Sclerotinia* à partir de prélèvements effectués au hasard dans les parcelles sur les plantes malades ou mortes. De cette façon nous pouvons affirmer que le parasite est effectivement présent et dominant au printemps et en automne et qu'il est responsable de la majorité des pourritures observées à ces périodes.

De plus, afin de préciser l'épidémiologie du parasite, en relation avec le degré de résistance des cultivars, nous avons récolté et dénombré les apothécies en 1981 et 1982-1983 dans certaines parcelles de comportement variétal en 2^e année de culture (A₁). Nous avons examiné à chaque récolte la totalité des parcelles de 4 cultivars qui nous intéressaient particulièrement, soit, rappelons-le, pour chacun des cultivars, 6 parcelles de 1,40 × 5 m comportant 5 lignes de plantes. La récolte des apothécies formées en fin de 1^{re} année (A₀) est toujours très faible quels que soient les cultivars. La recherche peu fructueuse des apothécies dans ces parcelles nous a conduit à abandonner les récoltes en A₀. La récolte en fin de 3^e année de culture (A₂) n'a jamais pu être réalisée malgré son intérêt, car les parcelles en fin de A₂ sont retournées courant octobre, avant la formation des apothécies. Notons que ce type de dénombrement n'a, à notre connaissance, encore jamais été réalisé, sans doute à cause du caractère souvent pénible de la récolte de ces petits organes émergeant du sol et plus ou moins cachés. Chaque séance de récolte, pour un essai de 50 m², exige en effet 3 à 4 heures de recherche dans une position peu confortable, sous des conditions climatiques rarement agréables.

C. RÉSULTATS

I. Mortalité due à la sclérotiniose dans les essais parcellaires

1. Essais dans les parcelles de comportement variétal

Remarquons tout d'abord que les notations sont entachées d'imprécision, ce que dénotent les très forts coefficients de variation (tableau I). Ceci est dû à une certaine hétérogénéité à la fois des contaminations naturelles

maladies, sans faire d'observations suffisamment précises pour relier de façon sûre la pérennité et la résistance réelle à la sclérotiniose. Cette relation ne peut se faire que lorsque la maladie est régulièrement présente dans les parcelles d'essais et qu'elle constitue l'affection dominante.

Pour cela, les parcelles d'essais de comportement et de contrôle variétal du Domaine I.N.R.A. de La Minière (Yvelines) sont très précieuses. La sclérotiniose y est en effet présente tous les ans, avec toutefois une acuité plus ou moins grande selon les conditions climatiques de l'automne et de l'hiver. Nous nous proposons donc de faire la synthèse de 4 années d'observations dans ces parcelles, observations portant sur l'appréciation des dégâts dus au *Sclerotinia* mais aussi sur l'épidémiologie de la maladie.

B. MÉTHODES UTILISÉES

Pendant 4 ans (1981-1984), nous avons suivi en automne et au printemps les parcelles du Service d'Expérimentation, lesquelles sont semées au printemps. Nous avons, de plus, noté au printemps 1983 d'importantes attaques de sclérotiniose survenues sur une parcelle de contrôle variétal du G.E.V.E.S., implantée en fin d'été 1982.

Les essais parcellaires de comportement du trèfle violet implantés par le Service d'Expérimentation sont constitués de 5 ou 6 blocs. Les parcelles unitaires de chaque cultivar mesurent $1,40 \times 5$ m et comportent des lignes espacées de 20 cm. La parcelle de contrôle variétal du G.E.V.E.S. comporte deux répétitions dans lesquelles chaque cultivar est représenté par deux lignes de 5 m.

Les dégâts dus au *Sclerotinia* sont appréciés visuellement pour chaque parcelle par le taux de mortalité des plantes, selon une échelle de 0 à 5 :

- 0 : aucune mortalité, parcelle apparemment intacte
- 1 : traces d'attaque : quelques plantes mortes
- 2 : jusqu'à 10 p. 100 de mortalité
- 3 : mortalité de 10 à 25 p. 100
- 4 : mortalité de 25 à 50 p. 100
- 5 : mortalité supérieure à 50 p. 100

TABLEAU I
NOTES MOYENNES DE MORTALITÉ DES TRÈFLES VIOLETS
DANS LES ESSAIS DE COMPORTEMENT VARIÉTAL
DE LA MINIÈRE
(Notation de 0 à 5)

N° de l'essai	629.1	629.2	610	611 + 621				612			613		
Nombre de blocs	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6
Date de semis	7.05.79	7.05.79	18.04.80	8.04.81				14.04.82			24.05.83		
Date de notation	3.04.81 (Début A ₂)	3.04.81 (Début A ₂)	18.11.81 (Fin A ₁)	2.11.82 (Fin A ₁)	21.03.83 (Début A ₂)	11.04.83 (Début A ₂)	19.09.83 (Fin A ₂)	11.04.83 (Début A ₁)	19.10.83 (Fin A ₁)	30.03.84 (Début A ₂)	19.10.83 (Fin A ₀)	30.03.84 (Début A ₁)	30.10.84 (Fin A ₁)
CULTIVARS													
Tétraploïdes :													
DEBEN			1,0	1,5	2,7	3,0	4,3						
TEMARA	1,8	2,8	0,3	0,3	1,1	1,5	2,2						
TERO								1,0	0,8	1,6	0	0,2	1,5
TETRI			1,3	0,3	1,7	1,8	4,2				0	0	0,7
TRITON											0	0,2	1,2
Diploïdes :													
ALBATROS			0,2										
ALPILLES	4,8	4,8	0,8	1,8	2,3	3,7	3,0	1,2	0,8	2,2			
FOX	3,0		0,8										
KUHN	2,6	4,2	0,5	1,3	2,2	3,5	3,3	0,5	1,0	2,0			
LUCRUM				1,3	1,8	2,7	3,5						
MARCOM				0,8	2,0	2,5	3,3				0	0	0,5
MERVIOT	1,4												
MISTRAL								1,0	0,2	1,8			
PALES		4,2											
PALNA				1,3	2,3	3,4	5,0						
QUEN								1,2	1,2	2,0			
ROUQUIN	1,6		1,0										
VERDI			0,5										
c.v. %	20,3	12,9	62,9	48,3	26,0	16,9	15,9	50,6	50,0	10,3	0	35,9	62,8
Effet bloc	S. (limite)	S. (limite)	H.S.	N.S.	S. (limite)	H.S.	S. (limite)	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.
Effet cultivar	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	N.S.	S.	H.S.	-	N.S.	N.S.
P.p.d.s. %	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	-	0,5	0,3	-	-	-

par ascospores et du développement mycélien du *Sclerotinia*. On retrouve toujours ce phénomène avec ce parasite, de façon plus ou moins prononcée, aussi bien au champ (SCHMIDT, 1980), qu'en conditions contrôlées (RAYNAL, 1981 a et b), ce qui rend son étude délicate. Il faut néanmoins s'en accommoder.

Sur ces trèfles implantés en automne pour 3 ans, nous constatons de nettes différences variétales, les tétraploïdes s'avérant dans l'ensemble plus résistants que la plupart des diploïdes, ce qui vérifie un fait maintenant bien établi, aussi bien d'après des observations au champ (SCHMIDT, 1980)

qu'à la suite de contaminations artificielles en chambre de culture (RAYNAL, 1981 b).

Cette différence ne s'observe que si l'attaque a été suffisamment sévère (essais 611 + 621, 629 1 et 2) et ne peut être décelée qu'en début ou en fin de A₂. Lorsque l'attaque est peu importante, il est difficile de différencier les cultivars. C'est le cas lorsque la culture est encore trop jeune, en A₀ et A₁ (essais 610 et 613) ou, sur culture âgée, lorsque les conditions climatiques n'ont pas été favorables au *Sclerotinia*. Par exemple, pour l'essai 612, l'automne très sec de 1983 a pratiquement empêché la formation des apothécies, ainsi que nous avons pu le constater à La Minière et ailleurs. Il s'en est suivi des attaques hivernales faibles, d'où des mortalités peu importantes en mars 1984 (début A₂).

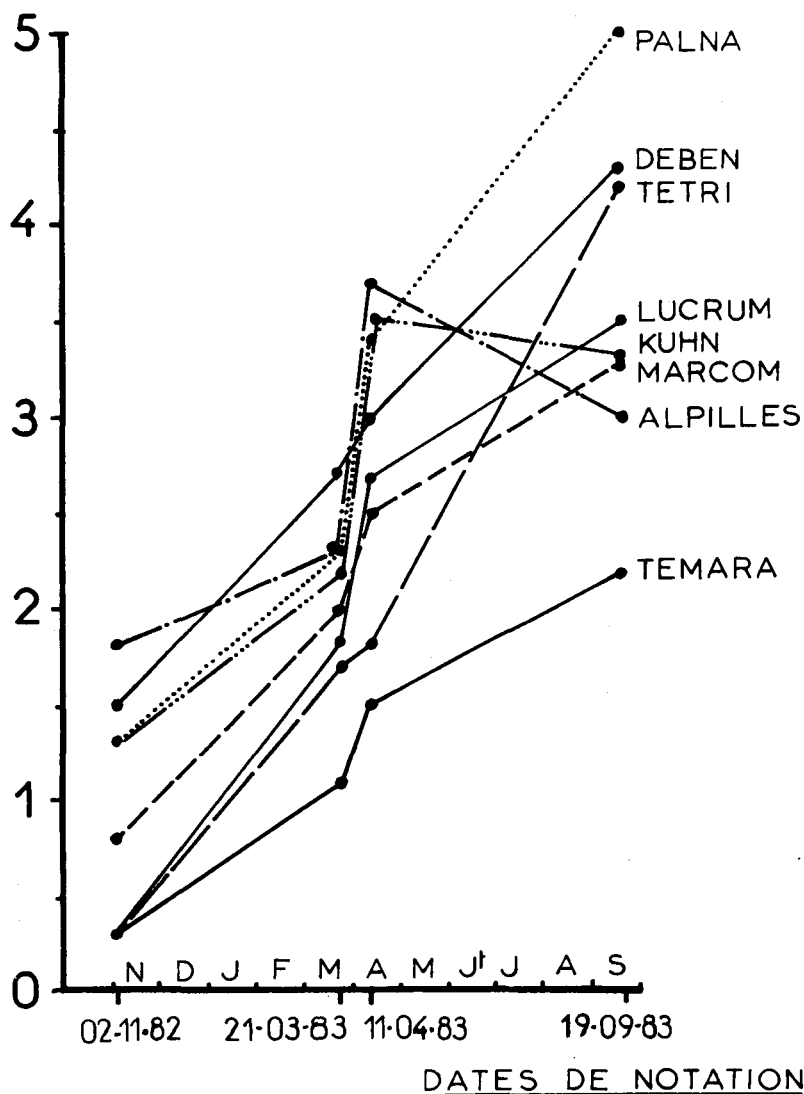
A l'intérieur d'un même essai, on remarque une accentuation de la mortalité avec le temps (611 + 621, 612 et même 613). La figure 3, issue du tableau I, illustre ce fait, pour l'essai 611 + 621. Pour cet essai et pour chacun des cultivars, la comparaison statistique, entre dates de notation, des moyennes des notes de mortalité, donne les résultats suivants :

<i>Cultivars</i>	<i>Dates de notation</i>			
	02.11.82	21.03.83	11.04.83	19.09.83
DEBEN	HS	NS	HS	
TEMARA	HS	NS	NS	
TETRI	HS	NS	HS	
ALPILLES	NS	HS	NS	
KUHN	S	HS	NS	
LUCRUM	HS	HS	HS	
MARCOM	HS	S	HS	
PALNA	HS	HS	HS	

L'augmentation de la mortalité au cours du temps est donc significative ou hautement significative dans presque tous les cas. On remarque de plus, d'après la figure 3, que l'accroissement le plus important du taux de

FIGURE 3
 ÉVOLUTION DES NOTES DES SYMPTÔMES
 DE SCLÉROTINIOSE AU COURS DU TEMPS,
 SUR DIVERS CULTIVARS DE TRÈFLE VIOLET
 (Essai 611 + 621, date de semis : 08/04/81 ; 1982 : A1, 1983 : A2)

NOTES DES SYMPTÔMES



mortalité se produit au début du printemps en A₂ (mars-avril). C'est bien ce que constatent les agriculteurs.

S'il est certain que le *Sclerotinia* a un rôle important à jouer dans les pourritures hivernales et de début de printemps, la figure 3 montre que, pour certains cultivars (« Deben », « Palna », « Tétré »), la mortalité s'est fortement accrue en A₂ d'avril à septembre, dans cet essai. Il est difficile de faire intervenir la seule sclérotiniose pour expliquer la forte mortalité des plantes pendant cette période, au moins pour « Tétré », car ce cultivar tétraploïde manifeste une bonne résistance à cette maladie en contaminations artificielles sévères. De fait, la 2^e notation de printemps montrait son bon comportement. De même, « Deben », tétraploïde, montre une bonne résistance dans l'essai du C.T.P.S. rapporté dans le paragraphe suivant. Il est donc logique de penser que, au moins pour ces deux cultivars et pour l'essai en cause, d'autres facteurs sont intervenus pour augmenter de façon considérable leur mortalité (causes agronomiques, insectes, autres maladies). Pour ces raisons, nous en déduisons que, pour être fiable, l'appréciation au champ de la résistance à la sclérotiniose devrait se faire au mois d'avril, en début de A₂, pour des trèfles semés en automne, de façon à éliminer autant que faire se peut l'influence des autres causes de mortalité sur des plantes vieillissantes. La notation en début de A₂ ne tient cependant pas compte des possibilités de régénération ultérieure des plantes malades qui, pour certains cultivars (« Alpillés », « Kuhn », « Temara »), pourraient expliquer une certaine stabilisation, voire même une diminution des notes de mortalité entre le printemps et l'automne. L'aptitude des plantes à se régénérer est en effet considérée par SCHMIDT (1980) comme un des facteurs pouvant intervenir dans la résistance à la sclérotiniose.

2. Essai dans les parcelles de contrôle variétal

Bien qu'ici le coefficient de variation de l'essai soit acceptable pour ce type de maladie (tableau II), on constate que l'effet « répétitions » est hautement significatif. Ceci est dû au fait qu'une des répétitions était en moyenne plus malade que l'autre, l'attaque du *Sclerotinia*, bien que très forte, n'ayant là encore pas été parfaitement homogène. Il n'y a cependant pas d'interaction répétition × cultivar, les notes allant dans le même sens dans les deux répétitions.

TABLEAU II
NOTES MOYENNES DE MORTALITÉ DES TRÈFLES VIOLETS
DANS UN ESSAI DE CONTRÔLE VARIÉTAL DE LA MINIÈRE,
SEMÉ EN AOÛT 1982
 (Notation de 0 à 5, le 15.04.83)

<u>Tétraploïdes</u>	:	BARFIOLA	1,7		
		DEBEN	1,7		
		HUNGAROPOLY	2,0		
		LOSSAM	2,7		
		ROTRA	2,5		
		TEMARA	2,2		
		TETRI	2,0		
<u>Diploïdes</u>	:	ALBATROS	2,0	MERVIOT	4,2
		ALPILLES	4,5	MISTRAL	3,0
		ATTILA	4,0	MONTCALME	4,0
		CHANGINS	4,0	NFG MEKRA	4,2
		DIPER	2,2	NOE	2,7
		FETZ. KITZINGER	4,5	OBERHAUNSTADTER	4,2
		FOX	4,5	ODENWALDER	4,0
		GRASS. HAMUA	4,5	OTTAWA	5,0
		HEGES HOHENH.	4,5	PALES	3,7
		KUHN	2,5	QUIN	3,7
		LEISI	4,5	REICHERSBERGER	5,0
		LERO	4,5	TRIEL	3,5
		LEVEZOU	4,5	VERDI	4,2
		LUCRUM	4,0	VIOLETTA	4,5
		MARCOM	4,2		

Sur ces jeunes plantes, les dégâts de *Sclerotinia* sont prononcés, d'autant plus que les conditions hivernales de 1982-1983 ont été favorables à la maladie. Ceci confirme les risques de semer des trèfles violets en automne, au moins dans les zones où la sclérotiniose est régulièrement présente. Comme dans l'essai précédent, les tétraploïdes sont en général les plus résistants. Cependant, certains cultivars diploïdes montrent eux aussi une résistance élevée. C'est notamment le cas de « Albatros », « Diper », « Kuhn », « Noé ». A l'opposé, des cultivars comme « Alpillles », « Lévezou », « Violetta », se sont avérés ici très sensibles, ce qui est en accord avec leur comportement habituel, aussi bien au champ qu'en chambre de culture.

II. Quantités d'apothécies formées dans les parcelles en fonction des cultivars

Nous avons pour cela comparé 4 cultivars, choisis en raison de leur réponse différentielle aux contaminations artificielles de *S. trifoliorum* (RAYNAL, 1981 b). Le premier comptage d'apothécies a été effectué le 18.11.81, soit en fin de A₁ sur l'essai 610, semé le 18.04.80. Le deuxième dénombrement s'est déroulé en plusieurs récoltes, du 20.10.82 au 18.02.83, sur l'essai 611 + 621, semé le 8.04.81, soit également en fin de A₁.

Nous voyons dans les deux comptages (tableau III) que les apothécies sont bien plus nombreuses dans les parcelles de cultivars sensibles que dans celles de cultivars plus résistants, alors que les mortalités sont encore peu élevées dans tous les cas en fin de A₁ (cf. tableau I). En particulier, « Alpillles », très sensible, est le plus productif en apothécies. Lorsque l'analyse statistique a été possible (récoltes des 18.11.81 et 2.11.82), on constate que les coefficients de variation sont très élevés, à cause de l'hétérogénéité de répartition des apothécies. Il est cependant possible de différencier nettement les cultivars. Pour les autres récoltes de 1982, nous n'avons pu comparer statistiquement les quantités d'apothécies, car, pour chaque cultivar, les récoltes par blocs n'ont malheureusement pas été séparées. Les récoltes totales sont cependant toujours très différentes entre cultivars sensibles et plus résistants, les écarts se maintenant toujours à un même niveau au cours du temps. Des observations similaires avaient été faites par DIXON et DOODSON (1974), lesquels trouvent une corréla-

TABLEAU III
QUANTITÉS D'APOTHÉCIES FORMÉES AU CHAMP
EN FONCTION DES CULTIVARS DE TRÈFLE VIOLET
(6 parcelles de 1,40 × 5 m soit 6 lignes par cultivar)

I. Comptage le 18.11.81 sur trèfles semés le 18.04.80 (Essai 610)

<u>Cultivars</u>	<u>Total</u>	<u>Moyenne</u>	
ALPILLES	536	89,3	c.v. = 67,0 p. 100
KUHN	199	33,2	Effets : Blocs NS
TEMARA	62	10,3	Cultivars HS
TETRI	74	12,2	P.p.d.s. 5 p. 100 = 12,3

II. Comptages en 1982-83 sur trèfles semés le 8.04.81 (Essai 611 + 621)
 (Total de 6 parcelles)

Cultivars	Dates de récolte								Total général
	20.10.82	2.11.82 *	12.11.82	18.11.82	24.11.82	1.12.82	12.01.83	18.02.83	
ALPILLES	227	1008	536	318	116	61	14	0	2280
KUHN	138	511	199	172	60	45	0	0	1125
TEMARA	19	463	73	16	16	10	0	0	597
TETRI	14	265	61	14	14	2	0	0	370

* Analyse statistique :

Moyennes : Alpilles = 168,0 ; Kuhn = 85,2 ; Temara = 77,2 ; Tétré = 44,2
 c.v. = 46,6 p. 100 Effet bloc NS ; Effet cultivar HS ; ppds 5 p. 100 = 53,6

tion positive entre la quantité de sclérotés formés et la sensibilité variétale. Nos résultats prolongent ceux de ces auteurs, puisque les apothécies sont issues des sclérotés.

D'après le deuxième comptage, nous observons que la formation des apothécies s'étale d'octobre à début janvier avec, pour tous les cultivars, un maximum début novembre. Ce pic peut être légèrement décalé dans le temps selon les conditions climatiques de l'année, mais a toujours lieu en novembre. Remarquons d'ailleurs la similitude des quantités récoltées dans l'essai 610, le 18.11.81, et dans l'essai 611 + 621, le 12.11.82.

Enfin, la notation des mortalités des plantes en mars-avril 1983 (début de A₂) de l'essai 611 + 621 (cf. tableau I) indique que les attaques sont plus fortes là où les apothécies étaient les plus nombreuses en fin de A₁. Nous discuterons la signification de ce point, entre autres, dans le chapitre suivant.

D. DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans un premier temps, il est intéressant de condenser les résultats obtenus à La Minière, relatifs au niveau de résistance variétale des trèfles violets, et de les comparer avec ceux que nous avons mis en évidence en contamination artificielle sur des plantes de 2 à 3 mois (RAYNAL, 1983 b) (tableau IV). On peut également mettre en parallèle ces appréciations de sensibilité à la sclérotiniose avec les estimations de résistance globale aux maladies et de pérennité attribuées par le G.E.V.E.S., effectuant la synthèse des observations au champ sur plusieurs années dans diverses stations (F. BLOUET, communication personnelle et Bulletin du G.E.V.E.S., 1984).

Si, dans le tableau IV, on affecte arbitrairement les appréciations de coefficients allant de 1 (TB) à 5 (F), le calcul des coefficients de corrélation entre les 6 observations (15 couples) montre (tableau V) que dans trois cas seulement les corrélations ne sont pas significatives : notation semis de printemps - résistance aux maladies ; notation semis de printemps - pérennité ; résistance au mycélium - pérennité. Pour les 12 autres couples, les corrélations sont significatives ou hautement significatives. En particulier, les appréciations de résistance à la sclérotiniose à La Minière (semis de printemps et d'automne) sont très bien corrélées aux notations données en chambre de culture (mycélium et ascospores), ce qui conforte les deux types de notation. Notons que les coefficients de corrélation sont légèrement plus élevés avec les contaminations artificielles par ascospores. La corrélation est également excellente entre résistance aux maladies (G.E.V.E.S.) et résistance à la sclérotiniose (notation des semis d'automne et chambre de culture). Enfin, la relation plus générale entre pérennité et résistance aux maladies est également très forte.

TABLEAU IV
RÉCAPITULATION DES APPRÉCIATIONS DE RÉSISTANCE
DES TRÈFLES VIOLETS À LA SCLÉROTINIOSE ET
COMPARAISON AVEC LA RÉSISTANCE GLOBALE
AUX MALADIES ET AVEC LA PÉRENNITÉ

Cultivars	Résistance à la sclérotiniose à La Minière		Résistance à la sclérotiniose en chambre de culture		Appréciations globales du GEVES	
	<u>semis printemps</u>	<u>semis automne</u>	<u>au mycélium</u>	<u>aux ascospores</u>	<u>résistance aux maladies</u>	<u>pérennité</u>
<u>Tétraploïdes</u>						
BARFIOLA	-	TB	-	TB	B-TB	B-TB
LOSSAM	-	AB-B	-	-	B-TB	B
ROTRA	-	B	-	-	B-TB	B-TB
TEMARA	B	B	AB	TB	B	TB
TETRI	B	B-TB	TB	TB	B-TB	AB
<u>Diploïdes</u>						
ALBATROS	-	B	-	-	B	AB-B
ALPILLES	F	F	M	M	AB-B	AB
DIPER	-	B	-	B	B	TB
FOX	M	F	-	-	B	AB-B
KUHN	M-F	B	M	B	B	AB-B
LEVEZOU	-	F	F	M-F	M	M-F
LUCKRUM	M	F	-	-	AB-B	AB
MARCOM	AB-M	F	-	-	AB	B
MERVIOT	-	F	-	-	B	B-TB
NOE	-	AB	-	-	B	B
PALES	F	M	-	-	B	B
TRIEL	-	M	M	-	B	AB-B
VERDI	-	F	-	-	-	-
VIOLETTA	-	F	M	-	B	AB-B

(TB : très bon ; B : bon ; AB : assez bon ; M : moyen ; F : faible)

TABLEAU V
COEFFICIENTS DE CORRÉLATION ENTRE LES DIVERSES
OBSERVATIONS DU TABLEAU IV (*)

		Résistance à la sclérotiniose à La Minière		Résistance à la sclérotiniose en chambre de culture		Appréciations globales du GEVES	
		semis printemps	semis automne	au mycélium	aux ascospores	résistance aux maladies	pérennité
Résistance à la sclérotiniose à La Minière	semis printemps	/	/	/	/	/	/
	semis automne	0,678 HS	/	/	/	/	/
Résistance à la sclérotiniose en chambre de culture	au mycélium	0,809 S	0,729 HS	/	/	/	/
	aux ascospores	0,882 HS	0,895 HS	0,795 HS	/	/	/
Appréciations globales du GEVES	résistance aux maladies	0,357 NS	0,662 HS	0,705 HS	0,630 S	/	/
	pérennité	0,325 NS	0,448 HS	0,334 NS	0,883 HS	0,629 HS	/

(*) Notes attribuées aux appréciations pour le calcul des coefficients de corrélation :
 TB = 1 ; B = 2 ; AB = 3 ; M = 4 ; F = 5

Tout ceci tend à indiquer que le *Sclerotinia* puisse être généralement le champignon dominant et le plus dommageable de tout le cortège parasitaire du trèfle violet. Les divergences existant entre les appréciations globales du G.E.V.E.S. et nos notations viennent du fait que les appréciations du G.E.V.E.S. s'adressent à un complexe de maladies, incluant la scléroti-

La sclérotiniose

niose, ces maladies pouvant revêtir une importance variable d'un lieu et d'une année à l'autre. Il serait alors peut-être bon que les appréciations du G.E.V.E.S. précisent le niveau de résistance à la sclérotiniose. La globalisation actuelle peut en effet réserver quelques désagréables surprises lors des années favorables à la sclérotiniose pour les cultivars notés moyennement ou assez résistants aux maladies.

Pérennité, résistance aux maladies et résistance à la sclérotiniose étant liées, il est donc primordial, dans les zones à risques, d'utiliser des cultivars ayant un bon niveau de résistance à la sclérotiniose si l'on veut assurer la pérennité de la culture. Si l'on pratique des semis d'automne, il faut porter son choix sur les cultivars les plus résistants. Notons qu'il n'existe pour l'instant aucun cultivar totalement résistant. En cas d'attaque très prononcée, les cultivars considérés comme résistants dans des conditions moyennes pourront subir des dommages conséquents, ainsi que nous l'avons constaté dans quelques cas au cours de l'enquête citée dans l'introduction.

En ce qui concerne l'épidémiologie de la maladie, la première question qui se pose est relative à l'origine de l'inoculum ascospore responsable de graves dommages sur les jeunes cultures semées en automne. Au cours de notre enquête, nous avons vu des cas où, en l'absence de légumineuse depuis plus de 20 ans, une parcelle de trèfle ou de luzerne semée en automne pouvait être entièrement détruite au cours de l'hiver suivant par la sclérotiniose. Dans ce cas, la possibilité d'attaque directe par du mycélium issu de sclérotés présents dans le sol est quasi nulle, d'une part parce que ce type de contamination est controversé chez *S. trifoliorum*, d'autre part en raison de la durée de survie dans le sol des sclérotés de ce champignon, laquelle ne dépasse pas 6 à 8 ans dans les meilleures conditions (WILLIAMS et WESTERN, 1965). C'est donc que les contaminations primaires sont l'œuvre des ascospores transportées par la pluie et le vent, lesquelles doivent être présentes partout en quantité suffisante pour initier de petits foyers de maladie chez les cultures semées au printemps et conduire à des dommages souvent sérieux chez les parcelles implantées en automne dont les plantes, insuffisamment lignifiées, sont particulièrement sensibles. Ceci est très visible dans les résultats des tableaux I (A₀, début de A₁) et II, qui montrent les deux niveaux de dégâts, selon la date de semis. L'origine des ascospores est à rechercher dans les parcelles plus âgées, voisines ou éloignées, de trèfles et de luzernes. De plus, *S. trifoliorum* est capable d'atta-

quer de nombreuses légumineuses sauvages (RAYNAL, 1981 b). Il est donc possible que les infections primaires sur trèfle et sur luzerne proviennent d'ascospores formées à partir d'autres légumineuses communes, dont le trèfle blanc, très sensible.

Nous avons vu qu'il existe une relation nette entre sensibilité variétale et production d'apothécies. Ceci se comprend car, chez les cultivars sensibles, *S. trifoliorum* colonise une masse de tissus végétaux plus importante, ce qui lui permet de constituer des sclérotés producteurs d'apothécies en plus grand nombre que chez les cultivars plus résistants. On dénombre ainsi dans les parcelles des quantités d'apothécies dans les proportions de 1 à 7 selon que les cultivars sont très sensibles ou résistants. Dès lors, la quantité d'inoculum ascospore doit varier dans les mêmes proportions. Nous pouvons donc faire intervenir deux facteurs principaux pour expliquer la forte mortalité en début de A₂ dans les parcelles recelant de nombreuses apothécies en fin de A₁. Tout d'abord, les caractères génétiques des cultivars qui déterminent, pour une quantité d'inoculum donné, leur plus ou moins grande sensibilité ; ensuite, la quantité d'inoculum que reçoivent les plantes. On montre, en effet, lors de contaminations en chambre de culture, qu'entre certaines doses d'inoculum ascospore, le taux de mortalité est proportionnel à la quantité d'ascospores apportée sur le feuillage. Pour des doses très faibles ou très fortes, il n'est pas possible de distinguer les niveaux de résistance des cultivars. Dans le premier cas, toutes les plantes se montrent résistantes, dans le second, toutes s'avèrent très sensibles (RAYNAL, 1983 b).

Il est donc certain que la quantité d'inoculum module le niveau de résistance. Cependant, dans des petites parcelles d'essais juxtaposées, comme c'est le cas des essais de La Minière, la quantité d'inoculum aérien qui retombe sur le feuillage ne doit pas être très différente d'une parcelle à l'autre. En effet, l'inoculum abondant provenant des cultivars sensibles doit être disséminé dans tout le voisinage et en particulier sur les cultivars plus résistants. Il est possible, par contre, que se créent des plages importantes de maladie à proximité des endroits où se trouvent de nombreuses apothécies plus ou moins cachées par la végétation, par suite d'une dissémination aérienne limitée de leurs ascospores. Il s'ensuit une certaine hétérogénéité des contaminations et de la distribution des plantes malades ou mortes, ce que l'on constate.

Dans les conditions normales de culture des trèfles violets, chez l'agriculteur, l'effet cumulé du niveau de sensibilité génétique et de la quantité d'inoculum conduit sans doute à distinguer les cultivars de façon plus nette qu'en petite parcelle. En effet, il est vraisemblable qu'en grande parcelle, la divergence entre cultivars sensibles et résistants soit plus accentuée en fonction des années de culture, par suite de la prédominance de l'inoculum endogène à la parcelle. Il s'ensuit d'autre part que dans des essais où voisinent des cultivars de niveaux différents de résistance, la résistance des meilleurs puisse être sous-évaluée, ce qui constitue d'ailleurs une sécurité pour l'utilisateur.

En conclusion, nos résultats montrent la complexité des facteurs qui interagissent pour expliquer le développement au champ de la sclérotiniose du trèfle violet. Parmi les plus importants, citons le type de cultivar, le moment du semis, l'âge de la culture, la résistance au froid, l'aptitude à la régénération, la quantité de tissus malades, la quantité d'apothécies et d'ascospores et enfin les conditions climatiques de la fin de l'automne au début du printemps. De nombreuses études épidémiologiques sont encore nécessaires pour mieux connaître les composantes qui conditionnent cette maladie. Nous sommes cependant à l'heure actuelle en possession d'éléments de plus en plus précis relatifs à la biologie du couple *Sclerotinia*-trèfle violet et de techniques permettant en particulier la production régulière et massive de l'inoculum ascospore au laboratoire. Nous pouvons donc espérer aboutir, à terme, à de meilleures méthodes de lutte, en premier lieu par la sélection de cultivars plus résistants, mais aussi par l'utilisation judicieuse des cultivars existants grâce, en particulier, à des dates de semis convenables et, dans certains cas, par l'emploi de fongicides adéquats utilisés contre les contaminations primaires par les ascospores.

G. RAYNAL,

*Laboratoire de Pathologie végétale,
I.N.A.-P.G., Centre de Grignon (Yvelines).*

LISTE DE MOTS-CLÉS

Champignon phyto-pathogène, épidémiologie, fourrage, France, leguminosae, longévité, observation en champ, *Sclerotinia trifoliorum* Eriks, sensibilité variétale, trèfle violet, *Trifolium pratense*.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement L. FELIX, Directeur du Domaine I.N.R.A. de La Minière, M. GOSSELIN, responsable du Service d'Expérimentation de La Minière et Mlle F. BLOUET, responsable des Études d'identification sur les variétés fourragères (G.E.V.E.S.-La Minière), de nous avoir permis d'utiliser leurs essais et fourni de nombreuses indications.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DIXON G.R. et DOODSON J.K. (1974) : « Techniques for testing the resistance of red clover cultivars to *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. (clover rot) », *Euphytica*, 23, 671-679.
- DJIKSTRA J. (1966) : « Rotting by spread of mycelium from ascospores lesions of *Sclerotinia trifoliorum* », *Neth. J. Pl. Path.*, 72 (5), 279-283.
- G.E.V.E.S. : *Bulletin des Variétés de Plantes Fourragères*, décembre 1984.
- LOVELESS A.R. (1951) : « Observations on the biology of clover rot », *Ann. of appl. Biol.*, 38 (3), 642-665.
- RAYNAL G. (1981 a) : « La sclérotiniose des trèfles et des luzernes à *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. I. Choix d'une méthode de contamination artificielle », *Agronomie*, 1 (7), 565-572.
- RAYNAL G. (1981 b) : « La sclérotiniose des trèfles et des luzernes à *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. II. Variabilité du parasite, résistance des plantes en conditions contrôlées », *Agronomie*, 1 (7), 573-578.
- RAYNAL G. (1983 a) : « Production au laboratoire d'apothécies de *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. pour l'évaluation de la résistance du trèfle violet à la sclérotiniose », *Agronomie*, 3 (4), 369-373.
- RAYNAL G. (1983 b) : *Contribution à l'étude des mycoses de la luzerne et du trèfle violet. Cas de trois maladies nécrotiques : anthracnose, pepper-spot, sclérotiniose - Possibilités de lutte*, thèse Doctorat d'État, Faculté des Sciences d'Orsay, N° 2730, 239 pp.
- SCHMIDT D. (1980) : « Études sur la résistance du trèfle violet à *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. », *Rev. suisse Agric.*, 12, 197-206.
- WILLIAMS G.H. et WESTERN J.H. (1965) : « The biology of *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. and other species of sclerotium-forming fungi », *Ann. appl. Biol.*, 56, 253-268.

*La sclérotiniose
du trèfle violet*