

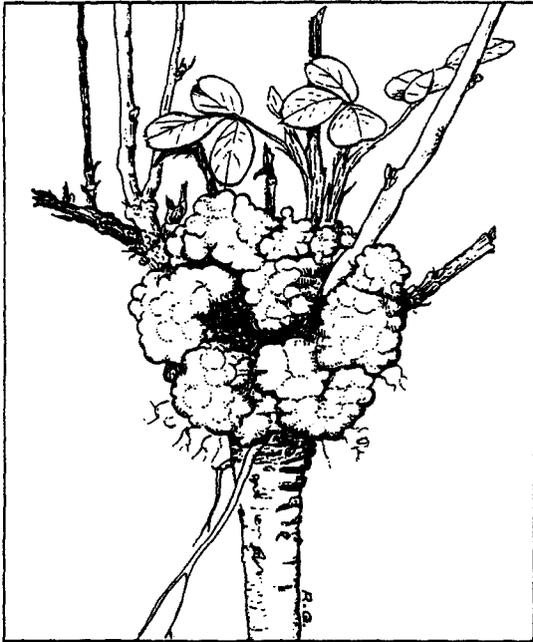
*RELATION ENTRE RÉSISTANCE À LA MALADIE
DES TUMEURS MARBRÉES ET TOLÉRANCE
AUX EXCÈS D'EAU CHEZ LA LUZERNE*

INTRODUCTION

**LA MALADIE DES TUMEURS MARBRÉES ET SON AFFINITÉ
POUR LES SOLS HUMIDES**

LES MALADIES DE LA LUZERNE (*MEDICAGO SATIVA L.*) SONT NOMBREUSES ET D'IMPORTANCE ÉCONOMIQUE INÉGALE. ELLES SONT DUES SURTOUT À DES champignons et attaquent tous les organes, aériens ou souterrains. Certaines ont fait l'objet de travaux approfondis, notamment dans la recherche de cultivars résistants, en raison de leur vaste répartition et de leur forte incidence sur la production, comme par exemple la verticilliose en Europe du nord-ouest. Pour de nombreuses autres affections, par contre, les connaissances sont très fragmentaires et les méthodes de lutte inexistantes ou très imparfaites. C'est le cas pour la maladie des tumeurs marbrées, ou maladies des tumeurs du collet, que l'on trouve presque exclusivement en sols humides et qui provoque un dépérissement des luzernières dont l'origine n'est pas facile à déceler par un observateur non averti, car les symptômes caractéristiques sont souterrains.

FIGURE 1
TUMEUR À *UROPHLYCTIS ALFALFAE* SUR LUZERNE



La maladie des tumeurs marbrées de la luzerne est provoquée par *Urophlyctis alfalfae* (Lagh.) Magn. = *Physoderma alfalfae* Pat. et Lagh. Ce champignon inférieur (Chytridiale) transforme les bourgeons du collet en tumeurs blanc-verdâtres souvent volumineuses, juste en-dessous de la surface du sol, ainsi que le montre la figure 1. Ces tumeurs renferment les organes de conservation du parasite. Ceux-ci sont des kystes ovoïdes, brunâtres, d'un diamètre de 30 à 40 μ . Ils sont groupés par îlots dans les tissus de la tumeur qui, en coupe, apparaît veinée de brun, d'où l'appellation de « tumeurs marbrées » que l'on donne à cette maladie. Les tumeurs, formées dès le printemps, évoluent jusqu'en automne et commencent à se désagréger dès le début de l'été, entraînant une pourriture des collets et le

dépérissement puis la mort des plantes (LEATH, 1978). La pérennité de la culture peut ainsi être fortement réduite. Les kystes, libérés par la nécrose des tumeurs, retournent au sol dans lequel ils peuvent rester viables fort longtemps en l'absence de luzerne. A leur germination, ils libèrent des spores flagellées (zoospores) qui se déplacent dans l'eau interstitielle du sol, pénètrent dans les bourgeons souterrains de la luzerne et provoquent leur hypertrophie. Cette nécessité d'eau sous forme liquide pour la contamination fait qu'*U. alfalfae* affectionne les sols humides soit naturellement, soit à la suite d'irrigation.

On connaît ce parasite dans le monde entier, sous toutes les latitudes, partout où l'on cultive la luzerne (WALKER, 1983). D'après une enquête sur les maladies de cette culture que nous menons en France depuis 1972, les tumeurs à *Urophlyctis* représentent environ 4 p. 100 des échantillons que nous recevons (RAYNAL, 1982 a). Nous en avons reçu de 17 départements, répartis dans toute la France, à partir de 10 cultivars, apparemment tous aussi sensibles les uns que les autres. La fréquence de cette maladie est la plus grande en sol de marais, en parcelles irriguées (RAYNAL et MARTY, 1976), en bordure de source, de rivière, dans des terres lourdes, battantes, inondables au printemps. Mais on peut également la trouver en petits foyers dans des parcelles filtrant bien (craie) ou dans des lieux secs en été. Les dégâts observés vont généralement en croissant avec l'âge de la culture. Ils sont très faibles l'année du semis (traces à 10 % de pertes estimées), assez faibles la première année de production (5 à 30 %, exceptionnellement 1 cas à 100 %), importants la deuxième année (50 à 90 %), très importants les années suivantes (80 à 100 %).

Sur le plan national et même mondial, on considère que cette maladie a une importance économique secondaire, en raison de sa limitation aux sols humides. Néanmoins, elle peut occasionner des dégâts locaux sérieux et peut-être empêche-t-elle l'extension de la culture de la luzerne aux zones humides.

Les méthodes de lutte proposées ordinairement aux agriculteurs n'ont pas évolué depuis les premiers travaux du début du siècle sur *Urophlyctis*, en raison de la rareté des études ultérieures sur ce sujet. Aussi, les conseils classiques reposent-ils toujours sur le drainage des parcelles sans faire mention d'autres possibilités. Nous avons cependant montré (RAYNAL,

1982 b), après expérimentation en parcelle naturellement et fortement infestée, qu'il existe des différences variétales de résistance à ce parasite, qu'il serait bon d'exploiter. En effet, sur 7 cultivars (Europe, Du Puits, Euver, Lutèce, Luxor, Polder, Sverre), seul Polder, connu pour sa bonne croissance en sols humides, montre un bon niveau de résistance à *U. alfalfae*, les autres étant sensibles à très sensibles.

Cette première expérimentation nous a conduit à penser qu'il existe peut-être une relation entre résistance à *Urophlyctis* et tolérance de certains cultivars de luzerne aux sols humides. On peut donc se demander si le bon comportement général de certains cultivars ou populations en sols humides, qualifiés dès lors de « tolérants à l'humidité », ne serait pas lié en réalité et au moins en partie, à une bonne résistance à cette maladie d'origine tellurique. Nous proposons dans ce qui suit un certain nombre d'éléments capables d'étayer cette hypothèse, grâce à une expérimentation au champ.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET NOTATIONS

Nous avons utilisé 4 cultivars : Europe (témoin de sensibilité), Polder, Marais de Challans et Marais de Luçon réputés pour leur tolérance à l'humidité du sol. Les 2 derniers cultivars sont en fait de vieilles populations de luzerne du Poitou qui ne sont plus inscrites au Catalogue des Variétés. Elles sont originaires du Marais Poitevin et représentent 2 types de luzernes parmi les nombreux types que l'on peut trouver dans cette zone maritime de la Vendée et des Deux-Sèvres aux sols habituellement gorgés d'eau. Marais de Challans était cultivé au nord du Marais Poitevin (région de Challans) alors que l'on trouvait Marais de Luçon plus au sud (région de Luçon) (MAYER et al., 1951). Notons que Marais de Luçon est à l'origine de Polder, issu d'une sélection massale dans cette population.

L'essai est mis en place à Grignon (Yvelines), dans une parcelle ayant déjà servi 2 ans auparavant à l'expérimentation citée plus haut. Cette parcelle se trouve en terrain très favorable au parasite, car humide tout au long de l'année du fait de la proximité d'une ligne de sources. A cause de cette forte humidité, les luzernes ne sont pas semées mais repiquées à l'âge de 2 mois le 17 juin 1982, le terrain étant impraticable avant cette date. Chaque

cultivar est testé en 5 lignes de 2,50 m, à raison de 170 à 190 plantes par ligne. Le dispositif est constitué de 5 blocs contenant chacun 1 ligne de chaque cultivar, l'espacement entre les lignes étant de 50 cm. Pour éviter l'envahissement par les mauvaises herbes, la parcelle est entièrement dés-herbée au glyphosate (Roundup) avant implantation et sur l'interligne au printemps 1983. Des binages réguliers complètent l'entretien de l'essai.

Après 16 mois, soit le 13 octobre 1983, toutes les plantes sont arrachées. On évalue alors pour chaque cultivar le nombre de plantes avec tumeurs, le poids des tumeurs et le nombre de plantes ayant survécu qui, nous le verrons dans la discussion, est pour partie lié à la sensibilité à *Urophlyctis*. Pour les plantes ne montrant pas de tumeurs, on note également pour chacune la sévérité des symptômes de nécrose des collets, dont les causes sont vraisemblablement multiples et participent au syndrome de sensibilité à l'humidité du sol. Une des causes importantes peut être attribuée à *Urophlyctis*. En effet, la date d'arrachage des luzernes étant tardive, un grand nombre de tumeurs ont dû se désagréger en entraînant la pourriture des organes qui les portaient, ainsi que l'a observé LEATH (1978).

L'échelle de notation des symptômes nécrotiques des organes du collet est la suivante :

- 1 : aucune nécrose
- 2 : jusqu'à 25 % de bourgeons et (ou) de tiges nécrosés
- 3 : entre 25 et 50 % de bourgeons et (ou) de tiges nécrosés
- 4 : plus de 50 % de bourgeons et (ou) de tiges nécrosés, mais au moins 1 bourgeon ou 1 tige encore vivants
- 5 : collets entièrement nécrosés, plante morte.

RÉSULTATS

L'analyse statistique compare les 4 cultivars pour le pourcentage de survie, les poids moyens de tumeurs pour 100 plantes arrachées et les poids moyens de tumeurs par plante porteuse de tumeurs (tableau I). Pour le

TABLEAU I
COMPORTEMENT DE 4 CULTIVARS DE LUZERNE
DANS UNE PARCELLE NATURELLEMENT INFESTÉE
PAR UROPHLYCTIS ALFALFAE

Cultivars	Nb de plantes repiquées le 17 juin 82	Nb de plantes présentes et arrachées le 13 oct. 83	Pourcentage de survie	Nb total de plantes porteuses de tumeurs	Pourcentage de plantes porteuses de tumeurs	Poids de tumeurs pour 100 plantes arrachées	Poids moyen de tumeurs par plante atteinte
EUROPE	920	545	59,2	85	15,6 ^(*)	27,7 g ^(*)	1,78 g
POLDER	774	556	71,7	9	1,6	2,8 g	1,75 g
MARAIS DE CHALLANS	904	703	77,7	25	3,5	5,6 g	1,58 g
MARAIS DE LUÇON	887	678	76,6	8	1,2	2,2 g	1,87 g
Analyse de variance (P = 5 p. 100) (*) données sorties de l'analyse			ppds : 9,29 c.v. : 9,5 p. 100		ppds : 1,9 c.v. : 60,0 p. 100	diff. non significatives	diff. non significatives

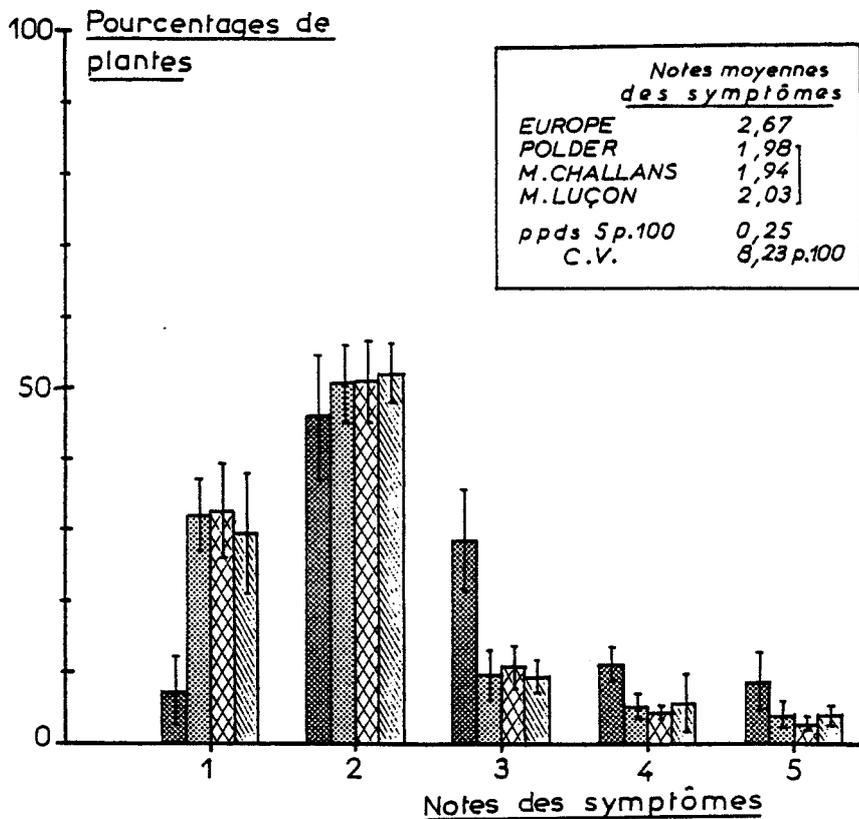
pourcentage de plantes porteuses de tumeurs ainsi que pour le poids de tumeurs pour 100 plantes arrachées, la différence entre Europe et les autres cultivars est très nette et ne nécessite aucune analyse pour la démontrer. La comparaison statistique pour ces 2 données n'a donc été faite qu'entre les 3 autres cultivars.

On voit, d'après ce tableau, que la survie d'Europe est moins bonne que celle des 3 autres cultivars, après un peu plus d'un an de culture seulement. Ceci montre la meilleure tolérance de Polder, M. Luçon et M. Challans aux sols humides, tolérance de niveau comparable pour ces 3 cultivars.

D'autre part, les plantes survivantes d'Europe portent beaucoup plus de tumeurs que celles des autres cultivars (de 5 à 10 fois plus), ces derniers se différenciant à peine pour ce critère. Cette production tumorale plus élevée chez Europe est due non à un poids de tumeurs plus important par

Résistance de la luzerne

FIGURE 2
DISTRIBUTION DES PLANTES SELON LES NOTES
DES SYMPTÔMES NÉCROTIQUES DES COLLETS
18 MOIS APRÈS LE SEMIS
 (voir texte pour l'échelle de notation)



ix excès d'eau et à rophlyctis alfalfae

Europe
 Polder
 M. Challans
 M. Luçon

plante malade, mais à un plus grand nombre de plantes atteintes. Quel que soit le cultivar, le poids de tumeurs produites est extrêmement variable d'une plante à une autre, si bien qu'il est impossible de différencier les cultivars de cette façon, ce qu'indique l'absence de différence significative entre les poids moyens de tumeurs par plante malade.

La figure 2 indique le comportement pratiquement identique de Polder, Marais de Challans et Marais de Luçon vis-à-vis des notes de nécroses de collets. La différence de ces 3 cultivars avec Europe est là aussi manifeste, aussi bien sur la note moyenne que sur la distribution des pourcentages de plantes selon les notes des symptômes nécrotiques, la différence portant essentiellement sur les notes 1 et 3.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Polder, Marais de Challans et Marais de Luçon montrent donc une meilleure « tolérance à l'humidité du sol » qu'Europe, après 16 mois de culture en terrain humide, si l'on en juge par le taux de survie et les nécroses des collets. Cet essai confirme les résultats obtenus auparavant avec Polder (RAYNAL, 1982 b). Il montre de plus qu'une des composantes de ce que l'on appelle « tolérance à l'humidité du sol », pour les cultivars utilisés, est la résistance plus ou moins élevée à *Urophlyctis*. En particulier, tout laisse penser que le taux de survie, qui conditionne la pérennité de la culture, est en relation étroite avec la sensibilité au parasite. Cette sensibilité ne peut être appréciée au champ avec certitude que par la quantité de tumeurs formées par un cultivar, comparativement à un autre, à un moment donné. Cependant, ainsi que l'a fait remarquer LEATH (1978), les tumeurs se désagrègent très tôt, entraînant des nécroses des collets et la mort des plantes. Dans l'expérimentation que nous rapportons ici, l'état sanitaire d'Europe est déjà très affecté par rapport à celui des autres cultivars, puisque de nombreuses plantes sont porteuses de tumeurs non encore désagrégées ou de nécroses qui conduiront à la mort, puis à la disparition des plantes. Il est vraisemblable qu'au moins en ce qui concerne le taux de survie, les écarts entre Europe et les 3 autres cultivars se creuseraient après une durée de culture plus longue. Nous savons en effet

par expérience que, dans la parcelle utilisée, Europe disparaît presque totalement dès la 2^e année de production de fourrage. Les rares plantes survivantes montrent d'importantes nécroses du collet, avec ou sans tumeurs, celles-ci pouvant s'être désagrégées. Pour connaître la part réelle d'*Urophlyctis* dans les nécroses, il conviendrait de suivre l'évolution de la maladie en conditions contrôlées, après contamination artificielle des luzernes en sol préalablement stérilisé, ce qui devrait être possible, des contaminations artificielles de plantes cultivées avec d'autres *Urophlyctis* ayant déjà été effectuées.

Il existe donc de fortes présomptions pour qu'*Urophlyctis* intervienne de façon prépondérante dans le syndrome de sensibilité de la luzerne à l'humidité du sol. Corrélativement et pour confirmation, nous pouvons remarquer que les cultivars « tolérants à l'humidité » sont également les moins attaqués par le parasite. L'emploi de tels cultivars serait donc particulièrement intéressant dans les zones à risques ou dans les parcelles où l'on a diagnostiqué la maladie. En effet, outre l'augmentation de la pérennité de la culture, leur utilisation régulière pourrait avoir pour conséquence une diminution de la quantité d'inoculum dans les sols. Ces arguments sont en faveur de l'utilisation de cultivars tels que Polder pour lutter contre *Urophlyctis* dans les champs où le drainage, toujours coûteux, est difficile ou s'avère inefficace. De tels cultivars pourraient de plus permettre une extension de la culture de la luzerne dans les zones peu favorables à cause de leur humidité.

Fait remarquable, la résistance au parasite est probablement le résultat d'une sélection naturelle chez Marais de Challans et Marais de Luçon, le champignon étant endémique dans les marais de l'Ouest. Polder, sélectionné à partir des meilleurs individus de Marais de Luçon pour le caractère agronomique global de bonne croissance en sols humides, a bénéficié de cette sélection naturelle et a conservé un niveau de résistance à *Urophlyctis* assez comparable à celui de la population d'origine. A notre connaissance, c'est la première fois que, pour la luzerne, on relate l'existence d'une résistance de bon niveau acquise vis-à-vis d'un parasite, sous l'effet de la sélection naturelle. Ceci pourrait être expliqué par la nature du parasitisme d'*Urophlyctis*, lequel ne peut se développer que dans les cellules vivantes des bourgeons de la luzerne (HEIM, 1961). Dès lors, comme c'est le cas pour de nombreux parasites se développant exclusivement dans les tissus

vivants (parasites obligatoires ou biotrophes) et se développant sur les populations des plantes-hôtes compatibles, un équilibre a dû s'établir en dehors de toute intervention humaine entre les populations hôtes et les populations parasites. Cette interaction a abouti à une proportion de plantes résistantes plus élevée dans les populations des luzernes des Marais de l'ouest, qu'elle ne l'est dans les autres populations non soumises à la pression de sélection du parasite.

Il est enfin vraisemblable que le facteur parasitaire n'est pas le seul à prendre en compte pour expliquer la meilleure venue en sols humides des 3 cultivars tolérants. Pour le savoir, il faudrait disposer de tels sols exempts du champignon, ce qui, à notre connaissance, semble difficile en France dans les conditions naturelles. Il conviendrait également de tester au champ d'autres cultivars tolérants à l'humidité, ce que nous nous proposons de faire, pour voir si la relation « résistance à *Urophlyctis* - tolérance à l'humidité » se vérifie dans d'autres cas.

En conclusion, une bonne résistance à *U. alfalfae* semble être un des éléments importants de ce que l'on dénomme de façon assez grossière « tolérance à l'humidité du sol », laquelle paraît être la résultante de multiples facteurs du milieu généralement non pris en compte, voire même ignorés. Cette résistance constitue une assurance pour une bonne croissance de la luzerne dans les terrains drainant mal.

G. RAYNAL,

*Laboratoire de Pathologie végétale,
Institut National Agronomique Paris-Grignon, Grignon (Yvelines).*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HEIM P. (1961) : « Observations sur l'évolution de l'*Urophlyctis alfalfae* (Lagh.) Magn. », *Rev. Mycol.*, 26 (1), 3-23.

LEATH K. T. (1978) : « Crownwart of alfalfa in Pennsylvania », *Plant. Dis. Repr.*, 62 (7), 621-623.

Résistance de la luzerne

- MAYER R., VINCENT A. et ECOCHARD R. (1951) : « Les populations françaises de luzerne : Caractérisation, zones de culture, valeur culturale », *Ann. Amélior. Plantes*, 1 (2), 210-255.
- RAYNAL G. (1982 a) : « Répartition géographique et importance relative des maladies de la luzerne en France : résultats d'une enquête nationale et conseils pour la lutte », *Le Sélectionneur français*, (30), 49-56.
- RAYNAL G. (1982 b) : « Comportement au champ de quelques cultivars de luzerne vis-à-vis d'*Urophlyctis alfalfae* (Lagh.) Magn. », *Agronomie*, 2 (2), 197-200.
- RAYNAL G. et MARTY J.R. (1976) : « L'irrigation des luzernes et la maladie des tumeurs marbrées à *Urophlyctis alfalfae* », *Phytoma, Déf. des Cult.*, (6), 12-13.
- WALKER J.C. (1983) : « *Physoderma alfalfae* », *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*, n° 751.