

# Presence et causes possibles de la coulure des graminées chez la fleole des prés au Québec

S. Gagné, C. Richard et C. Gagnon<sup>1</sup>

Des travaux ont été entrepris sur la coulure des graminées chez la fleole des prés (*Phleum pratense*) au Québec. Cette maladie provoque le blanchissement et le dessèchement prématuré de l'épi et de la tige à partir du dernier noeud et entraîne la stérilité de l'inflorescence, ce qui affecte la production de semence. La coulure a été trouvée dans les 12 champs de fleole visités dans quatre régions agricoles du Québec en 1983 et le pourcentage d'épis atteints a été en moyenne de 9%. Quoique le *Fusarium poae* ait été isolé fréquemment de tiges malades, l'inoculation de ce champignon sur la fleole par différentes méthodes ne provoque pas de symptôme visible sauf lorsque les tiges sont perforées au moyen d'une bingie entomologique au-dessus du dernier noeud au tout début de l'épiaison. Par contre, les mêmes symptômes ont été reproduits en utilisant une bingie stérilisée. On a récolté des insectes périodiquement au cours des mois de juin et juillet 1983 dans des parcelles de fleole à La Pocatière. Les insectes prédominants appartenaient aux Cicadellidae, aux Cercopidae, aux Aphididae, aux Thripidae et aux Chloropidae. L'incidence de la coulure a cependant été très faible dans les parcelles. Les Miridae, dont l'apparition correspond à celle de la coulure, figurent également parmi les insectes suspects.

Can. Plant Dis. Surv. 65:1, 17-21, 1985.

Studies have been initiated on silver top of timothy (*Phleum pratense*) in Québec. This disease is characterized by a whitening and a premature death of head and stalk from the uppermost node, therefore reducing seed yield. Silver top was found in the 12 timothy fields from four agricultural regions surveyed in 1983; 9% of heads were affected. *Fusarium poae* was isolated above the terminal node of diseased stalks but inoculation of this fungus by different methods did not produce any symptom of silver top. Puncturing the stem with an entomological needle above the uppermost node just before emergence of the ears did cause silver top syndrome. Insects, surveyed periodically during June and July 1983, were mainly Cicadellidae, Cercopidae, Aphididae, Thripidae and Chloropidae. However, silver top incidence was very low in our sampling plots. Miridae must also be suspected because their occurrence coincides with silver top appearance.

## Introduction

La fleole des prés (*Phleum pratense* L.) est la seule graminée fourragère cultivée au Québec dont la semence est en majorité produite dans la province (Canada Grains Council 1983). Or, la principale «maladie» qui affecte cette culture au Québec est la coulure des graminées («silver top», «white head», «white ear») qui provoque la stérilité des inflorescences. Le rendement en semences peut être considérablement diminué dans les champs fortement affectés. Ainsi, des pourcentages d'infestation de plus de 80% ont été rapportés dans plusieurs régions des États-Unis (Hardison 1959, Keil 1946) et en Allemagne (Wetzel 1977). Au Canada, des pertes de 12 à 14% ont été signalées chez le pâturin des prés en Colombie-Britannique (Creelman 1961) et en Alberta où l'incidence moyenne de la maladie sur le brome a été de 0,44% au cours des années 1970-1973 (Berkenkamp 1974).

Selon une récente revue de la littérature (Gagné *et al.* 1984), les causes de cette maladie peuvent être d'origines diverses. On l'a attribuée entre autres aux thrips (Comstock 1888), aux acariens, principalement le *Siteroptes graminum* (Reuter) (Hodgkiss 1908), à certains hémiptères phytophages (Arnott et Bergis 1967, Peterson et Veal 1971), à un champignon, le *Fusarium poae* (Pk.) Wr. (Keil, 1946) et, finalement, à des causes d'origine physiologique (Pohjakallio *et al.* 1960).

L'ampleur et les causes de la coulure des graminées au Québec étant pratiquement inconnues, nous avons entrepris des travaux en vue d'acquies des connaissances relatives à l'importance et à l'étiologie de cette maladie de la fleole au Québec.

## Matériel et méthodes

**Inventaire de la maladie.** Nous avons effectué un inventaire de la coulure à l'été 1983 dans 12 champs de fleole destinés à la production de semence et répartis dans les régions agricoles de Nicolet, Richelieu, Sud-Quest-de-Montreal et Nord-de-Montreal. Les pourcentages d'infestation furent déterminés en comptant le nombre d'épis sains et malades présents à l'intérieur de 10 quadrats de 26 x 45 cm répartis au hasard dans chacun des champs.

**Parcelles expérimentales.** Nous avons utilisé des parcelles de *Phleum pratense* L. cv. Climax situées à La Pocatière pour des récoltes d'insectes et de plantes. Ces parcelles, établies en 1979, ont servi à des essais de fertilisation pour la production de semence jusqu'en 1982. Elles mesuraient 2,16 x 5,0 m et étaient constituées de quatre rangs de fleole semés dans le sens de la longueur de la parcelle. Huit parcelles ayant reçu les mêmes quantités d'azote (50 kg/ha) et produit les mêmes rendements au cours des années antérieures furent choisies pour y effectuer des récoltes d'insectes. Afin de savoir si un insecticide aurait un effet sur la coulure et sur les insectes susceptibles d'en être la cause, nous avons traité quatre de ces parcelles au diméthoate (Cygon 2-E) et les quatre autres n'ont reçu aucun traitement. L'insecticide fut appliqué le 17 mai et

<sup>1</sup> Station de recherche, Agriculture Canada, 2560 boul. Hochelaga, Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3.

Accepté pour publication le 19 octobre, 1984.

les 8 et 28 juin, à l'aide d'un pulvérisateur de précision à la dose de 648 g.m.a./ha.

Les autres parcelles non utilisées pour les récoltes d'insectes ont servi à des fins d'observation et pour l'isolement des champignons.

**Isolement de champignons.** Pour vérifier la présence du *F. poae* sur les tiges de fleole, des segments de tiges saines et malades furent prélevés juste au-dessus du dernier noeud et stérilisés en surface en les trempant pendant 15 s dans de l'hypochlorite de sodium 2,5% puis en les rinçant dans trois bains d'eau distillée stérile. Ils furent ensuite déposés dans des boîtes de Petri contenant de la gélose de pomme de terre glucosée (PDA, Difco) additionnée de 50 ppm de chlortétracycline pour inhiber la croissance des bactéries. Les boîtes furent incubées à 25°C jusqu'à ce que les colonies de champignons soient bien développées (5-7 jours). Les cultures ainsi obtenues ont été repiquées sur PDA pour purification et identification ultérieure.

**Recoltes d'insectes.** Afin de connaître les insectes présents sur la fleole et déterminer ceux qui sont susceptibles de causer la coulure des graminées, des insectes furent récoltés périodiquement au cours des mois de juin et juillet 1983 à La Pocatière. Les rangs des parcelles décrites précédemment ont été taillés de façon à ne conserver que 15 touffes de fleole par rang. Les insectes furent récoltés en recouvrant rapidement les touffes d'un sac de polythène transparent et en le refermant sur la base de tiges de façon à ne pas laisser échapper les insectes ainsi emprisonnés. Les tiges étaient coupées au niveau du sol et récoltées simultanément dans le sac avec les insectes. À chaque récolte, cinq touffes choisies au hasard furent ainsi récoltées dans chacune des huit parcelles expérimentales et les sacs ont été entreposés au congélateur

jusqu'au moment de l'observation en laboratoire. Les tiges étaient alors diséquées et observées à la loupe. Les insectes étaient déposés dans l'alcool puis identifiés. Les nombres d'épis sains et malades ont également été notés.

**Pouvoir pathogène du *F. poae*.** Des graines pré-germées de *P. pratense* cv. Climax furent semées en pots dans du terreau stérile et gardées en chambre de croissance jusqu'à la maturité des plantes. Celles-ci ont alors été coupées au niveau du sol pour favoriser le tallage et l'uniformité de la croissance. On a inoculé le champignon de différentes façons à des tiges de la repousse en utilisant des suspensions aqueuses de *F. poae* ( $3 \times 10^6$  spores/mL) isolé d'une tige de fleole infectée.

Dans un premier test, des tiges furent inocuées à différents stades de croissance en prélevant une gouttelette d'une suspension fongique à l'aide d'une épingle entomologique et en perforant transversalement la tige de façon à introduire les propagules dans la blessure. On a perforé de la même façon des tiges témoins mais avec une épingle stérile. Ces traitements ont été effectués à la base des tiges au stade début-montaison et juste au-dessus du dernier noeud visible aux stades gonflement et début-épiaison.

Dans une autre série de pots, on a contaminé le sol en ajoutant 200 mL d'une suspension de *F. poae* après avoir infligé des blessures aux racines. Des pots témoins ont reçu le même traitement sans champignon.

Une troisième méthode d'inoculation a consisté à déposer, à l'aide d'un compte-gouttes, quelques gouttes d'une suspension du champignon entre la gaine et la tige de la plante au début de l'épiaison, lorsque l'épi émerge de la gaine. Après inoculation du champignon, les plantes ont séjourné pendant 48 h dans une chambre maintenue à 90% d'humidité.

Tableau 1. Présence de la coulure des graminées chez la fleole des prés (*Phleum pratense*) dans certaines régions agricoles du Québec en 1983.

Champ no	Localité	Région agricole	Epis avec coulure (%) <sup>†</sup>
1	Saint-Philippe	Sud-Ouest-de-Montréal	8,1
2	Saint-Constant	Sud-Ouest-de-Montréal	7,6
3	Sainte-Martine	Sud-Ouest-de-Montréal	9,4
4	Nicolet	Nicolet	6,5
5	Nicolet	Nicolet	0,7
6	Saint-Antoine	Richelieu	9,3
7	Saint-Alphonse	Richelieu	5,0
8	Saint-Roch	Richelieu	7,4
9	Saint-Denis	Richelieu	19,6
10	Saint-Ours	Richelieu	8,0
11	Joliette	Nord-de-Montréal	12,9
12	Joliette	Nord-de-Montréal	12,9
Moyenne			9,0

<sup>†</sup> Déterminé en comptant les épis sains et malades dans 10 quadrats de 26 x 45 cm répartis au hasard dans chaque champ.

**Resultats et discussion**

Nous avons trouve de la coulure dans tous les champs de fleole visités en 1983 et les pourcentages d'epis malades ont varie de 0.7 a 19.6%. la moyenne étant de 9% (tableau1). Des infestations plus fortes, allant jusqu'a 50%, ont toutefois ete signalées dans la region du Lac-Saint-Jean(G. Bossanyi, communicationpersonnelle).

Chez la fleole au Quebec, la coulure des graminees se manifeste par le dessechement et le blanchissement premature de l'inflorescence et de la tige a partir du dernier noeud; les autres parties de la plante demeurent vertes et saines. Les tiges malades peuvent facilement être retirees de la gaine et la partie basale situee au-dessus du dernier noeud apparaît foncée et necrosée. Ces symptômes, en general, sont semblables a ceux observes chez d'autres graminees ailleurs en Amérique du Nord (Berkenkamp et Meeres 1975, Keil 1946) et en Europe (Wetzel 1977). D'autres auteurs cependant rapportent un ratatinement de la base de la tige plutôt qu'une necrose (Peterson et Ve a 1971).

Nous avons frequemment isolé le *F. poae* des tiges de fleole malades, mais aucune des méthodes d'inoculation utilisées n'a permis de demontrer son pouvoir pathogene. Toutefois, la perforation du systeme vasculaire au-dessus du dernier noeud au debut de l'epiaison a permis de reproduire les symptômes de la coulure. Sur 12 épis perforés et inocules avec le *F. poae* au debut de l'epiaison, deux tiges ont produit des epis avec de la coulure et le champignon fut réisolé de 11 de ces tiges. Cependant, trois des quatre tiges temoins ayant été perforées sans champignon ont également montre les symptômes de la coulure et le *F. poae* était absent de ces tiges. L'observation des tiges n'ayant pas produit d'épis malades a révélé que la perforation, dans ces cas, avait eu lieu involontairement au-dessous du dernier noeud. Ces resultats indiquent que la coulure peut être provoquée par une perforation du systeme vasculaire au-dessus du dernier noeud au moment ou l'épi emerge de la gaine. Le même traitement, infligé au stade debut-montaison ou au stade gonflement, n'a pas provoqué la coulure des epis. Le *F. poae* inoculé dans le sol n'a provoqué aucun symptôme de maladie apparent chez la fleole de même que l'inoculation du champignon a l'aide d'un compte-gouttes, entre la gaine et la tige lors de l'emergence de l'épi. Le *F. poae* ne semble donc pas pathogene de la fleole et il est possible, comme l'a suggéré Hardison (1959), que ce champignon soit un envahisseur secondaire plutôt que la cause primaire de la maladie. Le fait que les symptômes de la coulure aient pu être reproduits simplement en perforant la tige a un stade de croissance et à un endroit determines demontre que des dommages similaires pourraient être causés par certains insectes piqueurs et produire la maladie au champ.

Les nombres d'insectes recoltés dans les parcelles à La Pocatière sont indiqués dans le tableau 2. Ceux retrouvés en plus grand nombre furent les *Cicadellidae*, les *Cercopidae*, les *Aphididae*, les *Chloropidae* et les *Thripidae* (fig. 1). Ces insectes sont tous phytophages sauf les *Chloropidae* qui, cependant, perforent les tiges pour pondre leurs oeufs. Comstock (1888) et Hardison (1959) ont rapporté que la maladie pouvait être causée par les thrips. Ces insectes ont été observés fréquemment entre la gaine et la tige des plants de fleole mais leur présence semble aussi fréquente sur les tige saines que malades. Peterson et Ve a (1971) et Arnott et Bergis (1967) ont demontre que certains hémiptères de la famille des *Miridae*

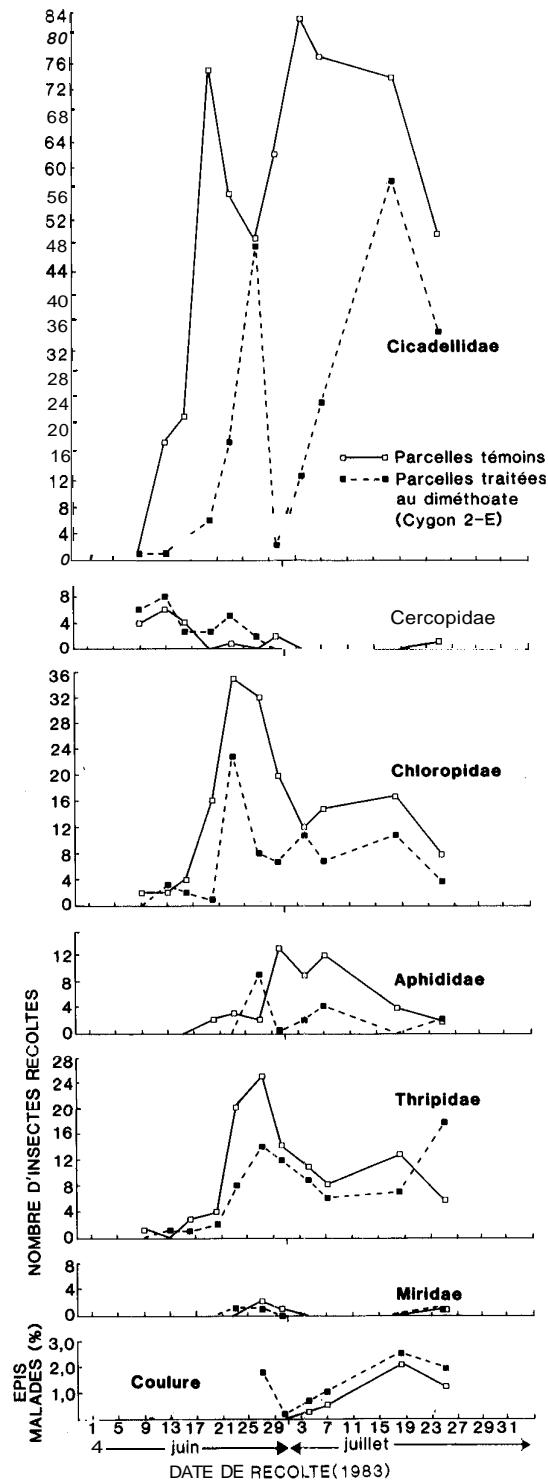


Figure 1. Variation du nombre d'insectes et du pourcentage de coulure au cours de l'été 1983 dans des parcelles de *Phleum pratense* à La Pocatière.

Tableau 2. Nombre d'insectes récoltés pendant l'été 1983 à La Pocatière dans des parcelles de fléole des prbs (*Phleum pratense*) traitées au diméthoate (D) et non traitées (T).†

Ordre	Famille	Nombre d'insectes/récolte‡																						
		09 juin		13 juin		16 juin		20 juin		23 juin		27 juin		30 juin		04 juil.		07 juil.		18 juil.		25 juil.		
		D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	
Homoptères	Aphididae	0	0	0	0	0	0	2	0	3	9	2	0	1	3	2	9	4	1	2	0	4	2	2
	Cercopidae	6	4	8	6	3	4	3	0	5	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Cicadellidae	1	1	1	18	3	22	6	75	18	56	48	49	2	62	13	83	24	77	50	74	35	50	
	Coccidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
	Phylloxeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0	1
	Non identifiée	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hémiptères	Coreidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Miridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Nabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Tingitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Non identifiée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Thysanoptères	Aeolothripidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phloeothripidae		0	0	1	4	0	0	0	0	0	3	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Thripidae		0	1	1	0	1	3	2	4	8	20	14	25	12	14	9	11	6	8	7	13	18	6	6
Non identifiée		0	4	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Hyménoptères	Braconidae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diapriidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	3	0	1	1
	Dryinidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	Encyrtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eulophidae	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Formicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Liopteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	Scelionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Sphecidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Non identifiée	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1
	Diptères	Agromyzidae	0	1	0	0	1	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthomyiidae		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Cecidomyiidae		2	1	3	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chamaemyiidae		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae		0	2	0	0	2	0	3	2	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chloropidae		0	2	3	2	2	4	1	16	23	35	8	32	7	20	11	12	7	15	11	17	4	8	
Dalichopodidae		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empididae		1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephydriidae		0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Helomyzidae		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lonchopteridae		0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Mycetophagidae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neottiophilidae		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phoridae		0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Scopeumatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sepsidae		0	1	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Simuliidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeroceridae		0	1	1	4	0	9	0	6	0	1	0	3	0	0	0	3	0	5	3	1	1	1	0
Tipulidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trixoscelidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Non identifiée		0	1	2	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total		10	23	26	65	15	46	23	109	63	123	96	117	30	126	43	124	46	127	85	115	65	72	

† D = parcelles traitées au diméthoate (Cygon 2-E) le 17 mai, le 8 et le 28 juin 1983; T = parcelles non traitées (témoin).

‡ Une récolte = les insectes prélevés dans des sacs de polyéthylène placés sur cinq touffes de fléole prises au hasard dans chacune des quatre parcelles/traitement.

causaient la coulure en piquant les tiges juste au-dessus du dernier noeud pour se nourrir. Des insectes appartenant à cette famille furent récoltés dans nos parcelles et la date de leur apparition coïncide avec celle où les premiers symptômes de coulure sont apparus (fig. 1). De plus, leur nombre peu élevé pourrait expliquer les faibles pourcentages d'épis malades dans les parcelles.

Quoique les insectes étaient en général moins nombreux dans les parcelles traitées au diméthoate, des applications plus fréquentes auraient été nécessaires pour obtenir une répression constante des insectes durant toute la saison. Les premiers symptômes de coulure sont apparus aux environs du 27 juin, soit au début de l'épiaison (fig. 1). Les insectes susceptibles de causer la maladie devaient donc être présents durant cette période. Cependant, la faible incidence de la maladie dans les parcelles permet difficilement de faire un rapprochement entre la coulure et une famille d'insectes en particulier. Les pourcentages de coulure sont également trop faibles pour qu'un effet dû au diméthoate puisse être observé.

### Conclusion

Le *F. poae* isolé de tiges de fleole atteintes de coulure n'a causé aucun dommage ni symptômes de maladie lorsqu'inoculé de différentes façons. Par contre, les symptômes de la coulure ont été reproduits en transperçant le système vasculaire des tiges juste au-dessus du dernier noeud lors de l'émergence de l'épi dans la gaine. Il est donc plausible que certains insectes puissent occasionner au champ des dommages similaires et ainsi causer la coulure. Parmi les insectes récoltés dans les parcelles de fleole, les plus aptes à provoquer la coulure sont les *Thripidae*, les *Miridae*, les *Aphididae*, les *Chloropidae*, les *Cercopidae* et les *Cicadellidae* à cause des blessures qu'ils sont susceptibles de causer aux plantes avant l'apparition de la maladie.

Les travaux devront être poursuivis au cours des prochaines années afin de recueillir des informations plus précises sur cette maladie et de déterminer la cause exacte de la coulure chez la fleole au Québec.

Des remerciements sont adressés à Héléne Nadeau pour son assistance et à Michel Gagnon (Institut de technologie agricole, La Pocatière) pour l'identification des insectes.

### Références

1. Arnott, D.A. et I. Bergis. 1967. Causal agents of silver top and other types of damage to grass seed crops. *Can. Entomol.* 99: 660-670.
2. Berkenkamp, B. 1974. Losses from foliage diseases of forage crops in central and northern Alberta, 1973. *Can. Plant Dis. Surv.* 54: 111-115.
3. Berkenkamp, B. et J. Meeres. 1975. Observations on silvertop of grasses in Alberta. *Can. Plant Dis. Surv.* 55: 83-84.
4. Canada Grains Council. 1983. Canadian grains industry statistical handbook 83. 275 pp.
5. Comstock, J.H. 1888. The grass-eating thrips. *Am. Nat.* 22: 260-261.
6. Creelman, D.W. 1961. A summary of the prevalence of plant diseases in Canada in 1960. *Can. Plant Dis. Surv.* 41: 31-121.
7. Gagné, S., C. Richard et C. Gagnon. 1984. La coulure des graminées: Btats des connaissances. *Phytoprotection* 65: 45-52.
8. Hardison, J.R. 1959. Evidence against *Fusarium poae* and *Sitotrophia graminum* as causal agents of silver top of grasses. *Mycologia* 51: 712-728.
9. Hodgkiss, H.E. 1908. Notes on the grass mite, *Pediculopsis graminum* Reuter. *J. Econ. Entomol.* 1: 375-376.
10. Keil, H.L. 1946. "White-heads" of grasses. Thèse de Ph.D., Pennsylvania State Univ., University Park, PA. 37 pp.
11. Peterson, A.G. et E.V. Veal. 1971. Silvertop of bluegrass in Minnesota. *J. Econ. Entomol.* 64: 247-252.
12. Pohjakallio, O., S. Kleemola et L. Karhuvaara. 1960. On a cause of physiogenic total whiteheads in some grass species. *Acta Agric. Scand.* 10: 153-167.
13. Wetzel, T. 1977. Etiology and control of total white ears in grass stands for seed production. Pages 1265-1267 in Proc. 13th Int. Grassland Congress, Leipsig, RDA. Mai 1977.