

Observations françaises sur les *Acremonium*, champignons endophytes des graminées fourragères

G. Raynal

Les *Acremonium* sont des champignons dont certaines espèces, dites endophytes, vivent entièrement à l'intérieur des organes végétatifs et reproducteurs des graminées (Poacées).

Quelques rappels sur les *Acremonium*

Les *Acremonium* les mieux connus en raison de leur importance économique sont *A. coenophialum* Morgan-Jones et Gams de la fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) et *A. lolii* Latch, Christensen et Samuels du ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.). Il ne produisent in vivo aucune spore et croissent dans les tissus des plantes en formant un mycélium tortueux, peu ou pas ramifié, à aspect caractéristique. Leur position systématique ne peut être établie qu'après étude de leurs caractères culturaux, notamment ceux de la sporulation in vitro. On montre alors qu'ils sont très proches de la phase asexuée d'*Epichloe typhina*, appelée *Acremonium typhinum*. *E. typhina* est bien connu pour produire des quenouilles qui empêchent la sortie des inflorescences des graminées, notamment chez le dactyle (RAYNAL, 1991). Le genre *Epichloe* est lui-même voisin du genre *Claviceps* qui, avec l'espèce *C. purpurea*, se développe

MOTS CLÉS

Acremonium, France, graminée, prairie, production animale.

KEY-WORDS

Acremonium, animal production, France, grass, grassland.

AUTEUR

Laboratoire de Pathologie végétale, I.N.A.-P.G., F-78850 Thiverval-Grignon.

aux dépens des ovaires des graminées pour y former ses sclérotés, ou "ergots". Cette parenté fait que, comme *Epichloe* et *Claviceps*, les *Acremonium* appartiennent aux Ascomycètes de la famille des Clavicipitacées (CLAY, 1988).

Mais, alors qu'*Epichloe* et *Claviceps* provoquent des symptômes bien visibles chez les graminées et castrant totalement ou en partie les inflorescences, les plantes parasitées par les *Acremonium* ne présentent strictement aucun symptôme maladif et sont parfaitement fertiles. Ces endophytes sont même favorables à la croissance des graminées en augmentant leur volume racinaire, leur tallage, leur vigueur générale. Les plantes survivent alors mieux en période de sécheresse et repoussent plus rapidement dès le retour des conditions normales. De plus, ils synthétisent des alcaloïdes (lolines, peramine) toxiques pour de nombreux insectes et certains nématodes, simples phytophages ou vecteurs de maladies virales. De ce fait, les graminées qui hébergent les *Acremonium* sont très compétitives et ont tendance à éliminer, par concurrence, celles qui en sont dépourvues.

Si *Epichloe* et *Claviceps* se disséminent par leurs spores sexuées et asexuées et, éventuellement, par les sclérotés mélangés aux semences dans le cas de *Claviceps*, le seul mode de dispersion connu pour les *Acremonium* endophytes est constitué par les semences que le mycélium colonise de façon interne, dans les téguments et la couche de cellules à réserves protéiques (couche à aleurone).

Ces endophytes, qui ont co-évolué avec les graminées en C3 et ont établi une véritable symbiose mutualiste (CLAY, 1988), s'avèrent bénéfiques pour la production de l'herbe. Malheureusement, à côté des alcaloïdes insecticides et nématocides, ils synthétisent également des alcaloïdes toxiques pour les vertébrés, en particulier pour le bétail. Certaines de ces substances sont semblables à celles que l'on trouve dans les ergots de *Claviceps*. Ainsi, *A. coenophialum* produit de la clavine, des ergopeptides et surtout de l'ergovaline, responsables de troubles circulatoires et hormonaux plus ou moins prononcés, aboutissant aux syndromes estival de "Summer syndrome" et hivernal de "fescue foot disease", bien connus des éleveurs américains dont les animaux consomment de la fétuque élevée contaminée. En plus des alcaloïdes similaires à ceux produits par *A. coenophialum*, *A. lolii* provoque l'accumulation dans le ray-grass anglais de lolitrèmes, substances neurotoxiques provoquant des tremblements, des mouvements désordonnés et des pertes d'équilibre. Les troubles induits par ces mycotoxines sont connus principalement en Nouvelle-Zélande, sous l'appellation de "ryegrass staggers" et affectent particulièrement les moutons.

Les toxicoses dues aux *Acremonium* ont pris aux Etats-Unis et en Nouvelle-Zélande des proportions considérables. Ainsi, HOVELAND (1990) évalue aux Etats-Unis les pertes annuelles à près de 800 millions de dollars (pertes en naissances, viande et lait). PRESTIDGE (1990) fait état, sans les chiffrer, de grandes difficultés dans les

élevages néozélandais d'ovins, cervidés et chevaux qui consomment des fourrages contenant *A. lolii*. De ce fait, de nombreuses recherches ont été entreprises dans les deux pays cités, tant en ce qui concerne la détection des *Acremonium*, leurs effets sur les plantes et les animaux, les propriétés des toxines, que sur les méthodes de lutte et l'utilisation possible des endophytes, par exemple chez les graminées à gazon, où ils s'avèrent bénéfiques. La bibliographie sur le sujet étant vaste, nous nous bornerons ici à mentionner CLAY (1988) et SIEGEL et al. (1987), auteurs d'articles de synthèse.

Dans ce numéro de *Fourrages*, FRIBOURG et al. (1991) montrent parfaitement la situation aux Etats-Unis en ce qui concerne *A. coenophialum* de la fétuque élevée. Nous allons rapporter, de notre côté, les quelques observations faites en France, en particulier sur la fétuque élevée. Bien que les résultats qui suivent doivent pour beaucoup être considérés comme de simples données préliminaires, il nous a semblé judicieux de les présenter à titre d'information. D'autre part, ils ont déjà permis de lancer des éléments de réflexion sur les programmes de recherches à entreprendre.

Observations faites en France sur les *Acremonium*

Jusqu'à très récemment, on n'avait pas observé en France de toxicoses du bétail rappelant celles mentionnées aux Etats-Unis et en Nouvelle-Zélande à la suite de la consommation de fétuque élevée ou de ray-grass anglais. L'abondance des publications anglo-saxonnes sur les *Acremonium* a incité les laboratoires I.N.R.A. compétents à analyser des lots de semences de fétuque élevée, de ray-grass et de dactyle. La découverte de la contamination d'un certain nombre de lots nous a conduits à initier des études sur la transmissibilité de l'endophyte de la fétuque élevée. Enfin, quelques observations, pour l'instant rares, ont été faites, qui montrent l'effet toxique des endophytes sur les animaux, dans certaines conditions françaises.

1. Observations sur les graminées

La détection des *Acremonium* dans les graminées se fait habituellement par l'observation microscopique, après coloration, des tissus des semences et des gaines foliaires, afin d'y déceler le mycélium (SIEGEL et al., 1987). En ce qui nous concerne, nous utilisons une technique voisine de celles de DI MENNA et WALLER (1986) et de LATCH et al. (1987). Les semences ou les gaines foliaires (prélevées dans les parties basses des talles) sont mises à tremper une nuit dans une solution aqueuse de NaOH à 3 %, afin d'en ramollir les tissus. Après 2 rinçages à l'eau du robinet, les échantillons sont placés dans le colorant (bleu coton : 0,2 g ; acide lactique : 200 g ; phénol : 100 g ; eau permutée : 1 l). La coloration s'opère à froid, pendant au moins 24 heures. Une fois colorées, les semences sont disséquées avant d'être placées sur

les lames d'observation, afin en particulier d'éliminer l'amidon, très gênant pour effectuer le diagnostic. Les gaines sont simplement découpées en bandes de 2 x 20 mm. L'observation microscopique a lieu aux grossissements de 100 et 400.

• Analyses de lots de semences

LATCH et al. (1987) avaient pratiqué des analyses sur des lots de semences de ray-grass anglais récoltés de 1967 à 1974 dans des populations naturelles ou dans de vieilles prairies de divers pays européens, dont la France. Sur 28 échantillons français examinés, 25 contenaient *A. lolii*, à un taux moyen de 43%.

De 1986 à 1988, R. CHAMPION (G.E.V.E.S., La-Minière) et nous-même avons analysé des lots de semences de ray-grass anglais, fétuque élevée et dactyle. Sur 20 lots de semences de ray-grass, 3 seulement étaient contaminés à de très faibles niveaux par du mycélium analogue à celui d'*A. lolii*. Ces 3 lots provenaient d'une variété atteinte exceptionnellement de quenouille. Il est donc probable que l'espèce d'*Acremonium* observée dans ces semences ait été *A. typhinum*, rarement transmis par la semence, et non *A. lolii*. La morphologie identique du mycélium de ces 2 espèces ne nous a pas permis de trancher. De même, nous n'avons trouvé d'*Acremonium* chez le dactyle que dans des lots de semences récoltés expérimentalement sur des inflorescences en partie quenouillées, peu fréquentes dans les champs de production. Les lots commerciaux en étaient dépourvus. Enfin, sur 28 lots de semences de fétuque élevée, 17 étaient plus ou moins fortement porteurs d'*Acremonium*, à des taux allant de 6 à 58% (RAYNAL et al., 1988). D'autres analyses de semences de fétuque élevée faites par R. CHAMPION (communication personnelle) en 1989-1990 ont confirmé un fort pourcentage de lots contaminés, à des taux allant de 2 à 100%.

• Examen d'échantillons de plantes prélevées dans des prairies

En mai 1990, nous avons arraché quelques graminées en bordure de 9 pâturages, pris au hasard, dans le sud du Poitou et dans le nord du Limousin. 8 prairies étaient cultivées en graminées pures : 4 en fétuque élevée, 2 en fétuque des prés, 2 en ray-grass anglais. Enfin, dans une vieille prairie à espèces nombreuses, nous avons prélevé du brome mou qui montrait un fort développement. Pour chaque échantillon, représentant une centaine de talles, nous avons observé 20 gaines. Nous n'avons trouvé de l'*Acremonium* que dans l'une des prairies de fétuque élevée, à un taux voisin de 60%. Tous les autres échantillons étaient dépourvus d'endophyte. Ces prélèvements occasionnels, qui n'entraient en aucune façon dans le cadre d'une prospection organisée, ont donc montré la présence de l'endophyte dans une prairie cultivée française. Notons que LEWIS et CLEMENTS (1986) avaient montré le caractère endémique d'*A. lolii* sur ray-grass en Angleterre, notamment dans les prairies d'au moins 15 ans. De même, GAMS et al. (1990) ont trouvé un nouvel *Acremonium*,

A. uncinatum, dans des cultivars et des plantes sauvages de fétuque des prés (*F. pratensis* L.) collectés en Allemagne, Autriche, France, Italie et Suisse.

A Grignon (Yvelines), nous avons remarqué en septembre 1989 des touffes disséminées de ray-grass à belle croissance dans une vieille prairie où les autres graminées avaient considérablement souffert de la sécheresse estivale. Nous avons aussitôt arraché, puis repiqué 15 de ces touffes en parcelle. L'analyse de leurs semences, récoltées en juillet 1990, a montré qu'elles étaient contaminées à 56 % par du mycélium semblable à celui d'*A. lolii*. Nous avons ainsi la confirmation que la présence de l'endophyte est bénéfique pour les plantes en cas de sécheresse prolongée, fait largement rapporté.

• Observations sur plantes isolées de fétuque élevée

R. CHAMPION nous a aimablement fourni en novembre 1988 des semences d'une variété de fétuque élevée, contaminées à 36 %. En juin 1989, après préculture en terrines, nous avons repiqué 180 plantes issues de ces semences, en 9 parcelles de 20 plantes, espacées les unes des autres de 40 cm. En 1990, 172 plantes avaient survécu et leurs semences furent récoltées plante à plante au mois de juillet. Le pourcentage de contamination des lots ainsi constitués est de 37 % (64 lots sur 172). Il équivaut à celui des semences de départ, ce qui indique l'excellente persistance de la viabilité du champignon, les semences ayant été conservées au froid de leur réception jusqu'au semis.

Le pourcentage de contamination des lots de semences est voisin d'une parcelle à l'autre (25 à 45 %, écart-type de 6,6 %), les plantes donnant des semences contaminées étant réparties de façon aléatoire dans les parcelles. Fait remarquable, une plante donne des semences soit toutes porteuses d'*Acremonium*, soit toutes saines. A partir de la semence-mère, le mycélium a donc migré dans chaque talle fertile et a atteint chaque semence fille. On a ainsi la manifestation d'une transmission maternelle typique, fait déjà noté par DO VALLE RIBEIRO (1990) et par d'autres auteurs. Cette particularité permet de repérer aisément les individus contaminés par l'analyse d'une petite quantité de leurs semences, opération qui nous est apparue plus fiable que l'observation des gaines foliaires. Par ailleurs, la dissection des graines, qui, à notre connaissance, n'est pas faite par les autres auteurs en analyse de routine, nous a montré que les embryons ne sont jamais parasités. On peut donc aisément, soit en repérant les plantes saines, soit en cultivant les embryons, obtenir des générations débarrassées de l'endophyte, au moins en ce qui concerne la fétuque élevée.

D'autre part, des notations individuelles de vigueur des plantes, de sensibilité automnale à la rouille couronnée et de faculté germinative des semences, n'ont pas montré la moindre relation entre ces critères et la présence ou l'absence d'*Acremonium*.

Comme d'autres l'avaient remarqué, le génome des plantes influe donc sur l'expression de l'endophyte.

Disposant désormais de lots de semences de fétuque élevée avec et sans endophyte, nous pourrions dans les années à venir comparer de façon plus approfondie les plantes qu'ils fourniront.

2. Observations sur les animaux

• Un cas de toxicose manifeste sur bovins

Au printemps, puis pendant l'été 1990, nous avons pu voir dans la région de Chatelleraut (Vienne) des symptômes typiques de toxicose sur des bovins se nourrissant de fétuque élevée. Ce cas, pour l'instant unique en France et peut-être en Europe, nous a été signalé en janvier 1990 par F. ICEAGA, élève-vétérinaire à l'E.N.V. de Toulouse, en stage dans la région citée. En décembre 1989, il avait diagnostiqué le "fescue foot disease" à la suite des symptômes observés à l'étable sur des animaux malades.

L'élevage touché était constitué de 126 Charolais : 2 taureaux, 24 génisses, 50 vaches, 50 broutards. Les animaux étaient mis au pâturage d'avril à novembre sur 3 prairies monospécifiques de fétuque élevée de 2, 4,5 et 6,5 ha, exploitées en semi-extensif. Ces prairies, âgées d'une quinzaine d'années, peu ou pas fertilisées, avaient été implantées sur des sols très humides en hiver et séchant en été. Seules ces graminées étaient capables de pousser correctement sur ce type de sols. La ou les variétés n'étaient pas connues de l'éleveur. Les animaux tournaient sur les 3 parcelles en fonction de la pousse de l'herbe, mais seules 2 parcelles étaient occupées simultanément. La première pousse était en principe réservée à l'ensilage ; le reste de l'année, l'herbe était pâturée ou éventuellement fauchée pour du foin. Pendant la période hivernale, à l'étable, les animaux recevaient à volonté de l'ensilage de fétuque élevée et un complément de farine d'orge ainsi que, en 1989-1990, des pailles à l'ammoniac.

Les symptômes avaient été observés par l'éleveur dès 1988. Ils sont les suivants :

— en hiver : chute de poils chez les 3/4 des animaux ; gangrènes sèches des queues pour quelques animaux ;

— en été surtout : chute de l'extrémité des queues à la suite de leur dessèchement ; boiterie, fièvre, difficultés de gestation chez 2 vaches en 1990 et mort début 1991 de 4 très jeunes veaux de mères ayant présenté en 1990 des symptômes d'intoxication. En 1989, mort d'un taureau qui présentait des symptômes prononcés (fièvre, amaigrissement, gangrènes) ;

— en 1990, le seul changement de la ration alimentaire de 2 vaches malades, mises à l'étable, leur a permis de se rétablir.

Dans chaque prairie, nous avons arraché 20 touffes de fétuque élevée en juillet 1990 et les avons repiquées en parcelles à Grignon. A cette époque en effet, les prairies avaient fortement souffert de la sécheresse estivale, étaient broutées presque à ras, et il était impossible de prélever des échantillons de tiges. Après repousse, favorisée par une abondante irrigation, nous avons recherché la présence du mycélium d'*Acremonium* dans 5 gaines foliaires par touffe. Il s'est avéré que seuls les échantillons provenant de la prairie la moins étendue étaient dépourvus d'*Acremonium*. Ceux provenant de la prairie la plus vaste étaient contaminés à 50 % et les troisièmes à 26 %. Ces résultats confirmaient les premières observations que nous avons faites en mai 1990 à partir de quelques échantillons prélevés sur les prairies qui venaient d'être fauchées. Ils ont en outre été confortés par l'analyse de semences récoltées en juillet 1990 sur quelques plantes ayant monté à graine dans chaque prairie : sur 80 semences observées par prairie, les taux de contamination étaient respectivement de 0, 25 et 9 %.

Ce cas illustre parfaitement l'effet de l'*Acremonium* sur les bovins. Il est caractéristique du mode d'exploitation de la prairie (pâturage âgé, possibilité de ressemis, fertilisation azotée faible à nulle) et de la conduite du troupeau (animaux en pâturage semi-extensif, absorbant longtemps une source unique de nourriture). La succession d'étés chauds et secs depuis quelques années n'a sans doute pas été étrangère à la révélation de cette toxicose. C'est en effet au cours des étés chauds que l'on observe aux Etats-Unis les manifestations les plus typiques de la toxicose. De plus, les animaux étaient obligés de consommer les parties basses des plantes, réputées les plus riches en endophytes et en alcaloïdes toxiques, au moins dans le cas des ray-grass responsables du "ryegrass staggers" des moutons (PRESTIDGE, 1990).

Dans une telle situation, la seule solution est de changer la nourriture des animaux, ou au moins de la varier le plus possible et de réinstaller des prairies avec des semences saines, en espérant que le stock du sol en semences contaminées ne soit pas trop élevé. Cela ne va pas sans poser des problèmes majeurs à l'éleveur qui, pour diverses raisons, ne peut envisager qu'un renouvellement très progressif de ses pâturages. Une possibilité de réduire les symptômes de toxicose chez les moutons, signalée par CHESTNUT et al. (1990) est l'addition d'ammoniac au foin de fétuque. Cette opération diminue les effets de l'endophyte, les performances des animaux devenant alors comparables à celles des animaux recevant du foin non contaminé. Pendant l'hiver 1989-1990, l'éleveur a distribué des pailles additionnées d'ammoniac avec la ration d'ensilage de fétuque ; peut-être a-t'il ainsi réduit temporairement les troubles de ses animaux ?

• **Autres cas où l'on peut soupçonner un effet des endophytes**

— En février 1991, F. ICEAGA a diagnostiqué à nouveau du “fescue foot disease”, avec gangrène des extrémités dans les Landes. Les vaches, des Frisonnes, se nourrissaient de fétuque élevée provenant de prairies de 4 ans. L'analyse des semences ayant servi à l'implantation des prairies n'a décelé que 3% de semences contaminées par *Acremonium*. Une analyse des plantes sera donc nécessaire pour définir leur taux actuel de contamination, qui a peut-être augmenté avec les années, pour atteindre ou dépasser le seuil toxique.

— En octobre 1990, le Dr. J. STOFFAES, vétérinaire dans la Somme, nous a fait part de troubles assez semblables à ceux que nous avons décrits dans le Poitou, sur un élevage de 90 vaches laitières : boiteries pendant l'été, poils ébouriffés, amaigrissements, avortements. Les animaux étaient placés en pâturage sur 18 ha de prairie très humide comportant à l'origine du ray-grass anglais semé il y a plus de 25 ans. Ils étaient traités contre les strongles et avaient subi des analyses bactériologiques et virologiques, toutes négatives. De plus, quelques années auparavant, des bœufs pâturant sur ces prairies avaient manifesté des troubles ambulatoires et respiratoires qui étaient restés inexplicables.

L'analyse d'un échantillon de ray-grass, prélevé par le Dr. STOFFAES, nous a révélé la présence d'une grande quantité d'un mycélium de type *Acremonium* dans les gaines foliaires. L'échantillonnage réalisé n'était cependant pas représentatif de la variabilité possible des parcelles ; on n'a donc là qu'une présomption. Remarquons que les symptômes principaux décrits avec le ray-grass sur des moutons sont essentiellement des titubations. Apparemment, les symptômes observés ici sur bovins sont très proches de ceux vus avec la fétuque élevée. Cela est compréhensible, car *A. lolii* possède des souches qui synthétisent plus ou moins des lolitrimés et produisent des toxines comparables à celles d'*A. coenophialum* (ROWAN et al., 1990).

— A la Station I.N.R.A. d'Amélioration des Plantes Fourragères de Lusignan (Vienne), un essai comparatif de 2 variétés de fétuque élevée, Clarine et Lubrette, fut conduit en pâturage continu avec des vaches laitières, en 1987 et 1988 (EMILE et al., 1989). Les animaux étaient mis à l'herbe de la mi-avril à fin juin, avec éventuellement une complémentation. Selon EMILE et al., “tant en 1987 qu'en 1988, les productions de lait brut permises par Lubrette sont significativement plus élevées que celles permises par Clarine. Ces différences apparaissent assez rapidement et persistent tout au long de la saison au cours de laquelle différents événements peuvent survenir”. Cette différence est d'autant plus intéressante que Lubrette avait une production d'herbe régulièrement inférieure à Clarine. En 1990, nous avons fait des analyses sur des plantes prélevées dans les parcelles au printemps de cette même année, avant leur retournement, à raison de 50 gaines foliaires par variété. Si Lubrette était totalement exempte d'*Acremonium*, Clarine s'est avérée contaminée

à 90%. Or, de nombreux essais américains ont montré l'étroite corrélation entre le niveau d'infection des fétuques et les performances de animaux, tant pour la production de lait que de viande (STUEDEMANN et HOVELAND, 1988). De plus, l'effet des *Acremonium* intervient après seulement quelques jours de pâture et se maintient plusieurs semaines après que les animaux aient quitté les prairies contaminées (SCHMIDT, 1990). Enfin, dès 15% de plantes contaminées, les performances et l'aspect des animaux sont affectés et sont d'autant plus profondément détériorés que le taux d'*Acremonium* dans les plantes est plus élevé (FRIBOURG et al., 1990). Une analyse superficielle conduirait à relier le déficit de production laitière et la meilleure croissance de l'herbe observés sur Clarine à la présence d'un taux d'*Acremonium* très élevé. Cette conclusion hâtive, portant sur l'action exclusive de l'endophyte, serait à coup sûr abusive, voire fautive, car d'autres facteurs tout aussi importants ont joué dans cet essai, notamment la différence de digestibilité entre les deux variétés, qui est vraisemblablement indépendante de la présence d'*Acremonium*. Pour faire sans ambiguïté la part entre l'effet de l'*Acremonium* et celui de la variété, il faudra dans des expérimentations futures disposer de parcelles de Clarine et de Lubrette, ou d'autres variétés, avec et sans *Acremonium*.

• Tentatives de comparaison de l'effet sur les animaux de variétés de fétuque et de ray-grass traités ou non contre les endophytes

A Lusignan, 2 essais en parcelles comprenant 4 variétés de fétuque élevée et 1 variété de ray-grass anglais, dont les semences étaient plus ou moins contaminées par *Acremonium* (30 à 95%) furent implantées au printemps 1989 (J. JADAS, J.C. EMILE, résultats non publiés).

Une partie des semences avait été traitée avec un fongicide, le prochloraze, dans le but de tuer les endophytes. En 1990, la consommation de l'herbe fut mesurée sur des moutons, en cafétéria d'auges. Aucune différence significative n'a pu être décelée par la mesure de l'appétibilité pour une même variété ayant ou non subi le traitement fongicide. De même, d'autres mesures sur la composition chimique des fourrages n'ont pu départager les parcelles traitées et non traitées. Ainsi que l'ont montré les analyses des gaines foliaires, pratiquées par R. CHAMPION et par nous-même sur des échantillons prélevés au début de 1990, le taux de plantes contaminées était très semblable entre parcelles traitées et non traitées, et très faible par rapport au taux annoncé de contamination des semences (4 à 20% pour les parcelles non traitées et 0 à 15% pour les traitées). On en déduit que l'endophyte n'était viable que dans une faible partie des semences qui l'hébergeaient et que le traitement par le prochloraze fut inefficace. A cela s'ajoute une fumure azotée assez élevée qui a pu masquer l'effet des *Acremonium* restants, ce phénomène ayant été déjà remarqué. Enfin, les taux les plus élevés d'infection des parcelles (15 à 20%) sont encore trop faibles pour que l'on décèle un effet net sur l'animal. Il n'est donc

pas étonnant que, dans ces conditions, on n'ait pu mettre en évidence aucune différence de consommation des échantillons de fourrage sec par le ver de farine, *Tenebrio molitor* (expérimentation effectuée à l'I.N.R.A. de Bordeaux par Pascale PRACROS).

Cet essai préliminaire, qui n'a pas conduit aux résultats escomptés, n'en est pas moins riche d'enseignements. D'abord, on a vérifié, ainsi que d'autres auteurs, que les traitements fongicides s'avèrent décevants pour débarrasser les semences des *Acremonium*. De plus, il est bien connu que l'observation microscopique du mycélium dans les semences, si elle permet de définir un taux de contamination, ne permet pas de dire si le champignon est vivant ou mort. Il faut des observations complémentaires sur plantules pour apprécier l'état du parasite. Il faudra donc, pour les manipulations futures, disposer de lots de semences indemnes et d'autres contaminés à des taux divers, pour lesquels on sera sûr que l'endophyte est bien vivant.

Conclusion

La présence des *Acremonium*, surtout sur fétuque élevée, ne peut plus être ignorée en France et la situation doit être examinée avec lucidité. Il serait pour le moins hasardeux de généraliser les observations que nous avons faites à partir des quelques cas de toxicoses manifestes, qui ont toutefois eu le mérite d'attirer notre attention sur les effets des *Acremonium*. Les conditions climatiques, les variétés, les techniques de production de l'herbe et de conduite des élevages, en France, ne sont pas identiques à celles que l'on rencontre dans les pays où les endophytes sont très préjudiciables au bétail. Les éleveurs français n'ont donc a priori aucune raison d'être inquiets de la qualité de leurs prairies, ni de suspecter la fétuque élevée d'avoir des propriétés toxiques, ce qui pourrait les amener -à tort- à en délaissé la culture. On doit cependant se demander maintenant quelle est la fréquence et l'incidence économique des toxicoses, en particulier de celles qui ne se traduiraient que par une légère baisse de la production animale, sans signe clinique perceptible. Pour remédier aux risques éventuels dus à la consommation d'une graminée porteuse d'endophyte, on doit déjà recommander aux éleveurs de varier l'alimentation de leurs animaux.

Il est à présent nécessaire de connaître l'importance réelle des *Acremonium* en France, par des analyses plus nombreuses de lots de semences et par des prospections dans les régions d'élevage afin d'examiner des échantillons prélevés dans des prairies cultivées ou non. Il faudra également faire des expérimentations sur les risques encourus par les animaux en fonction du climat, de l'itinéraire cultural, de l'apport d'azote, de l'espèce fourragère éventuellement cultivée en association et des compléments nutritionnels donnés aux animaux.

De même, les généticiens et les sélectionneurs français devront sans doute réviser en partie leurs programmes de sélection et travailler désormais avec des semences

exemptes d'endophytes, donnant des plantes dont les qualités et les performances ne sont pas affectées ou renforcées par les *Acremonium*. Il ne faut plus, comme on l'a involontairement fait dans le monde entier tant que l'on ignorait l'existence et les effets des endophytes, prendre pour des caractéristiques génétiques ce qui est dû en réalité à l'action des *Acremonium* sur les plantes et les animaux. Les sélectionneurs français ont, de ce point de vue, un retard important à combler, notamment par rapport à leurs homologues américains qui ont déjà commercialisé de nombreux cultivars de fétuque élevée sans endophytes et ont en expérimentation plus d'une centaine d'autres cultivars exempts d'*Acremonium*. Quant à renforcer les performances des graminées fourragères en leur introduisant des souches d'endophytes dénuées de toxicité pour le bétail, nous en sommes encore très loin, alors que d'autres pays travaillent activement dans cette voie.

Enfin, l'enjeu économique pour les producteurs de semences français est important. Il est en effet prévisible que, dans quelques années, il ne sera plus possible de commercialiser en France des variétés de graminées fourragères contenant de l'*Acremonium*, ni surtout de les exporter. Il faudra donc rapidement mettre au point des méthodes de contrôle des taux de contamination des semences, aisément utilisables par les sélectionneurs, ainsi que des techniques sûres capables de débarrasser les semences des endophytes.

Le programme à engager est donc vaste et devra obligatoirement associer les compétences de pathologistes, sélectionneurs, agronomes, zootechniciens et vétérinaires. La masse considérable de résultats publiés principalement par les chercheurs américains et néo-zélandais nous facilitera sans nul doute la tâche, si bien que l'on peut être sûr que, dans un avenir proche, les graminées fourragères diffusées en France seront encore améliorées et conduiront à une rentabilité accrue des élevages.

Accepté pour publication, le 15 avril 1991

Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui ont participé aux expérimentations et observations mentionnées dans le texte et qui ont contribué à la réflexion sur les actions à mener, en particulier MM. R. CHAMPION, F. ICEAGA, G. LOIZON, J. LE BARS, J.C. EMILE, J. JADAS-HECART, J. STOFFAES, G. SICARD, B. DE GOYON, J.F. CHOSSON, M. GHESQUIERE et C. POISSON, ainsi que G. C. LEWIS et D. SCHMIDT pour nous avoir fait parvenir les comptes-rendus du récent Symposium sur les *Acremonium* de la Nouvelle-Orléans.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHESTNUT A.B., FRIBOURG H.A., COCHRAN M.A., ANDERSON P.D. (1990) : "Effects of ammoniating *Acremonium coenophialum* infested fescue hay on signs of fescue toxicosis in sheep", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 85.
- CLAYS K. (1988) : "Clavicipitaceous fungal endophytes of grasses : coevolution and the change from parasitism to mutualism", *Coevolution of fungi with plants and animals*, Academic Press, 79-105.
- DO VALLE RIBEIRO M.A.M. (1990) : "Transmission and survival of *Acremonium* spp. and the implications for grass breeding", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 53.
- EMILE J.C., GILLET M., HUGUET L. (1989) : "Etude comparative de deux variétés de fétuque élevée de qualité différente conduites en pâturage continu avec vaches laitières", *XVIème Congr. Intern. Herbages*, Nice, 1135-1136.
- FRIBOURG H.A., CHESTNUT A.B., MC LAREN J.B., CARLISLE R.J., GWINN K.D. (1990) : "*Acremonium coenophialum* infestation levels in *Festuca arundinacea* pastures and steer performance", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 86.
- FRIBOURG H.A., HOVELAND C.S., CODRON P. (1991) : "La fétuque élevée et l'*Acremonium coenophialum*. Aperçu de la situation aux Etats-Unis", *Fourrages*, 126.
- GAMS W., PETRINI O., SCHMIDT D. (1990) : "*Acremonium uncinatum*, a new endophyte in *Festuca pratensis*", *Mycotaxon*, 37, 67-71.
- HOVELAND C.S. (1990) : "Importance and economic significance of the *Acremonium* endophytes to performance of animals and grass plant", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 7.
- LATCH G.C.M., POTTER L.R., TYLER B.F. (1987) : "Incidence of endophytes in seeds from collections of *Lolium* and *Festuca* species", *Ann. appl. Biol.*, 11, 59-64.
- LEWIS G.C., CLEMENTS R.O. (1986) : "A survey of ryegrass endophyte (*Acremonium loliae*) in the U.K. and its apparent ineffectuality on a seedling pest", *J. agric. Sci. Camb.*, 107, 633-638.
- DI MENNA M.E., WALLER J.E. (1986) : "Visual assessment of seasonal changes in amount of mycelium of *Acremonium loliae* in leaf sheaths of perennial ryegrass", *N. Z. Journ. Agr. Res.*, 29, 111-116.
- PRESTIDGE R.A. (1990) : "The effect of endophyte-infected perennial ryegrass on animal performance : the perennial ryegrass staggers syndrome", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 79-80.
- RAYNAL G. (1991) : "Libération des ascospores d'*Epichloe typhina*, agent de la quenouille du dactyle. Conséquences pour l'épidémiologie et la lutte", *Fourrages* (à paraître).
- RAYNAL G., CHAMPION R., SICARD G., DE GOYON B. (1988) : "Les *Acremonium*, champignons endophytes des graminées, néfastes ou bénéfiques", *Bull. Semences FNAMS*, 104, 12-14.
- ROWAN D.D., TAPPER B.A., SERGEJEV N.L., BROCK J.L., LATCH G.C.M. (1990) : "Ergopeptine alkaloids in endophyte-infected ryegrasses and fescue in New Zealand", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 38.

- SCHMIDT S.P. (1990) : "Effects of endophyte-infected tall fescue on animal performance", *Proc. Intern. Sympos. on Acremonium/Grass interactions*, New-Orleans, 75.
- SIEGEL M.R., LATCH G.C.M., JOHNSON M.C. (1987) : "Fungal endophytes of grasses", *Ann. Rev. Phytopathol.*, 25, 293-315.
- STUEDEMANN J.A., HOVELAND C.S. (1988) : "Fescue endophyte : history and impact on animal agriculture", *J. Prod. Agric.*, 1, 39-44.

RÉSUMÉ

Alors que les *Acremonium* de la fétuque élevée et du ray-grass anglais sont préjudiciables aux élevages des Etats-Unis et de Nouvelle-Zélande, on n'a pour l'instant décelé en France que de rares cas où des prairies de fétuque élevée entraînent des toxicoses plus ou moins nettes chez les bovins. Des analyses de semences ont par contre montré qu'un assez fort pourcentage de lots de fétuque élevée étaient porteurs d'*Acremonium*. Les semences de ray-grass analysées étaient indemnes. Des prélèvements très limités dans des prairies du Centre-Ouest ont permis de déceler la présence de l'endophyte dans une parcelle de fétuque élevée. Ces observations, et le fait que les *Acremonium* soient transmis par les semences, conduisent à élaborer un programme pour connaître l'importance réelle des champignons endophytes des graminées fourragères cultivées en France et pour les combattre ou les utiliser.

SUMMARY

French observations on Acremonium, endophytic fungi of fodder grasses

Whereas the *Acremonium* of tall fescue and perennial ryegrass are damaging to livestock in the United States and New Zealand, very few examples have been found at the present time in France where tall fescue pastures lead to more or less evident toxicosis on cattle. On the other hand, seed analyses have shown that a rather high percentage of seed lots of tall fescue contained *Acremonium*. Analyzed ryegrass seed displayed no contamination. Very restricted samplings made in some grasslands in West-Central France showed the presence of the endophyte in one tall fescue pasture. These observations, together with the seed transmission of *Acremonium*, give the incentive to set up a programme for the ascertainment of the endophyte's real importance and for its use or control.