



Ministère de la Région wallonne  
Direction Générale de l'Agriculture  
Direction de la Recherche

# **AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ PHYTOSANITAIRE DES PRAIRIES**

**C. Vanbellingen et H. Maraite**

Unité de phytopathologie  
Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale  
Université catholique de Louvain

Avril 2003



# Amélioration de la Qualité Phytopathologique des Prairies

---

C. Vanbellinghen et H. Maraite

*Unité de phytopathologie  
Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale  
Université catholique de Louvain*

L'utilisation des données de cette publication à des fins personnelles est autorisée moyennant l'indication de la référence.

Tout autre usage incombe aux droits d'auteurs et nécessite l'autorisation explicite de ces derniers.

Citation:

Vanbellingen C. et H. Maraite, 2003.

Amélioration de la qualité phytosanitaire des prairies.

Ministère RW-DGA/UCL, Louvain-la-Neuve, Belgique



Unité de phytopathologie  
Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale  
Université catholique de Louvain  
Croix du Sud 2bte 3  
B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

[marait@fy.my.ucl.ac.be](mailto:marait@fy.my.ucl.ac.be)





# Table des matières

---

1. Introduction	1
2. Identification des principales maladies des graminées fourragères de prairies	5
2.1. INTRODUCTION	5
2.2. LES OUTILS D'IDENTIFICATION	5
2.3. DESCRIPTION DES MALADIES FOLIAIRES PROVOQUÉES PAR DES CHAMPIGNONS ET BACTÉRIES	7
3. Importance des maladies sur graminées prairiales en Région wallonne	21
3.1. INTRODUCTION	21
3.2. IDENTIFICATION ET FRÉQUENCE D'APPARITION DES MALADIES SUR GRAMINÉES DE PRAIRIES	21
3.3. IMPORTANCE ET IMPACT DES MALADIES SUR RAY-GRASS ANGLAIS EN ESSAIS PARCELLAIRES	33
3.4. DISCUSSION	45
3.5. CONCLUSIONS	48
4. Diminuer l'impact des maladies par le choix variétal	51
4.1. INTRODUCTION	51
4.2. ÉVALUATION DE LA SUSCEPTIBILITÉ DE VARIÉTÉS DE RAY-GRASS ANGLAIS AUX PRINCIPALES MALADIES CRYPTOGAMIQUES EN HAUTE ET MOYENNE BELGIQUE	52
4.3. LA SUSCEPTIBILITÉ DES VARIÉTÉS DE RAY-GRASS ANGLAIS ET ITALIEN AU FLÉTRISSEMENT BACTRÉRIEN	61
4.4. CONCLUSIONS	67
5. L'influence de la fertilisation azotée sur le développement des maladies	71
5.1. INTRODUCTION	71
5.2. INFLUENCE DE LA DOSE D'AZOTE SUR LES INFECTIONS EN CONDITIONS NATURELLES	73
5.3. CONCLUSIONS	73
6. Conclusions générales	77
<i>Résumé</i>	80
<i>Summary</i>	81
<i>Remerciements</i>	83
<i>Bibliographie</i>	85





# 1. Introduction

---

Les prairies occupent une place importante en Belgique. En 2000, les prairies permanentes et temporaires couvraient 44% de la superficie agricole utile. Ce taux varie de 21% en région limoneuse à 98% en Haute Ardenne (Anonyme, 2001). Les prairies sont à la base de l'élevage bovin tant pour la production de viande que de lait. Elles fournissent en effet des aliments structurés et peu coûteux. Elles permettent également la valorisation de terrains de moindre valeur agronomique, par exemple dont la topographie ne permet pas d'autres utilisations ou situés dans des régions à climats rudes. De plus, d'un point de vue écologique, elles constituent des surfaces disponibles pour l'épandage des effluents d'élevage. Elles contribuent finalement à la qualité du paysage. Face aux contraintes économiques, environnementales et sociales grandissantes, la gestion des prairies doit être optimisée et basée sur une approche multidisciplinaire. A côté des aspects phytotechniques tels que l'adaptation des mélanges, la sélection et le choix variétal, la fertilisation, les moments et rythmes d'exploitation et le suivi de la qualité des fourrages récoltés, le volet phytosanitaire doit également être pris en compte.

Différentes maladies, causées par des champignons, des bactéries ou des virus, affectent les espèces prairiales dans les pays voisins (Heard & Roberts, 1975 ; O'Rourke, 1975, 1976 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Johnson, 1991 ; Thomas, 1991 ; Michel *et al.*, 2000). Ces maladies engendrent des pertes de rendement (Davies & Williams, 1970 ; Lancashire et Latch, 1970 ; Cook, 1975 ; Potter, 1987) pouvant atteindre 37% de matière sèche sur le ray-grass anglais (Price, 1987). Elles diminuent également la qualité voire la pérennité du fourrage. Les infections réduisent ainsi sa digestibilité, influencent entre autres sa teneur en protéines et en glucides (Lam, 1985 ; Potter, 1987 ; Critchett, 1991., Vanbellinthen *et al.*, 2001), et peuvent être associées à la présence de substances antinutritionnelles ou de toxines (Lancashire & Latch, 1966 ; Skipp & Hampton, 1996). A ces effets s'ajoute la diminution de l'appétence des fourrages fortement atteints en prairie pâturée. Les maladies sur graminées fourragères affectent ainsi la production animale vu que cette dernière est linéairement reliée à la consommation de matière sèche digestible (Lippke, 1980). Par ailleurs une diminution de 10% de la production de lait a été constatée en Australie chez des vaches pâturant sur une variété de ray-grass italien fortement infectée par la rouille Lowe *et al.* (1985).

En Belgique, des études ponctuelles ont été réalisées concernant le flétrissement bactérien dû à *Xanthomonas campestris* (Leyns *et al.*, 1981a, 1981b) et les infections

d'*Acremonium lolii* (Baert *et al.*, 1994), tandis que la résistance à la rouille couronnée est prise en considération dans la sélection variétale du ray-grass anglais (De Vliegheer & Carlier, 1995). Diverses maladies ont été mises en évidence sur graminées en Haute Ardenne dans le cadre de diagnostics ponctuels de la Clinique des plantes CORDER a.s.b.l. (Maraite, 1995). Il s'avérerait donc indispensable d'établir un programme de recherches visant à réaliser l'inventaire et la caractérisation des maladies présentes dans les prairies de Région wallonne, à évaluer leur impact quantitatif et qualitatif sur la production et à améliorer la situation phytosanitaire par le choix de variétés peu susceptibles et par l'adaptation de la phytotechnie. Pour des raisons de toxicité éventuelle et dans le contexte actuel de respect accru de l'environnement et de souci de rentabilité, l'utilisation de traitements fongicides, bien qu'efficaces, n'est pas envisagée en production de fourrages, contrairement à la production de semences.

Cette brochure est une synthèse de nos observations réalisées entre 1997 et 2002 avec le soutien dans un premier temps du Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture – DG6 – Service Recherche Subventionnée et dans un second temps de la DGA du Ministère de la Région Wallonne – Direction Recherche.

Une première partie est consacrée à l'identification des principales maladies observées en Région wallonne. Les outils et les démarches à suivre pour les reconnaître y sont décrits. Les principaux critères d'identification de ces maladies y sont présentés et illustrés.

La deuxième partie concerne l'importance des maladies sur graminées prairiales en Région wallonne. Sur base d'observations en prairies situées sur des sites représentatifs de la Région wallonne, les diverses maladies ont été identifiées en fonction de leur hôte et leur importance a été évaluée. A partir d'observations spécifiques sur parcelles de ray-grass anglais en Haute et Moyenne Belgique, l'évolution des maladies sur cette espèce a été suivie et leur impact sur les rendements et la qualité a été mesuré.

La troisième partie évalue l'intérêt du choix variétal pour diminuer l'impact des maladies sur ray-grass anglais et italien par des tests en conditions contrôlées et en conditions naturelles.

La quatrième partie est consacrée à l'influence de la fertilisation azotée sur le développement des maladies.





## 2. Identification des principales maladies des graminées fourragères de prairies

---

### 2.1. INTRODUCTION

De nombreuses maladies affectent les graminées fourragères de prairies. Les plus répandues sont provoquées par des champignons, d'autres plus rares mais pouvant être très dommageables sont causées par des bactéries et certaines, malheureusement peu analysées, sont dues à des virus. Pour lutter efficacement contre les maladies en cause, la connaissance de celles-ci est indispensable et la première étape consiste à les reconnaître.

La majorité de nos observations en prairies et parcelles variétales concernent le ray-grass anglais mais des données ont aussi été récoltées sur le ray-grass italien, la fléole, le dactyle et diverses autres graminées. Nous avons analysé uniquement les maladies foliaires provoquées par des champignons et bactéries en comparant nos observations principalement avec les maladies recensées dans la littérature européenne (O'Rourke, 1976 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Michel *et al.*, 2000). La présence de maladies virales n'a pas été contrôlée. Après une description des outils d'identification, les maladies observées couramment en Région wallonne sont illustrées et leurs principales caractéristiques sont brièvement décrites de façon à ce que le praticien puisse les reconnaître facilement. Les dimensions mentionnées pour les structures visibles au microscope sont basées sur nos observations. Elles sont généralement très proches de celles référées dans la littérature.

### 2.2. LES OUTILS D'IDENTIFICATION

La majorité des agents pathogènes tels que les champignons, bactéries et virus, se développent à l'intérieur des tissus des plantes. Avec de l'expérience, beaucoup des maladies des graminées fourragères décrites ci-dessous peuvent être détectées et identifiées à l'œil nu ou avec une simple loupe. La spécificité d'hôte et le moment d'apparition des symptômes orientent également le diagnostic. Cependant, il est souvent nécessaire d'analyser à l'aide d'un microscope la présence du pathogène sur

la partie malade du végétal. Quand un champignon ou une bactérie est détecté, il faut déterminer s'il est la cause de la maladie (agent pathogène) ou s'il se développe en saprophyte sur les tissus détruits par une autre cause ou un autre pathogène. Si l'organisme identifié peut être associé aux symptômes sur base de la littérature, le diagnostic est posé, sinon son isolement et les tests de pouvoir pathogène sont nécessaires pour confirmer sa responsabilité dans l'apparition des dégâts.

### 2.2.1. Identification des maladies cryptogamiques

Les champignons peuvent être à l'origine de symptômes variés tels que des jaunissements, des nécroses, des pourritures, des flétrissements,...mais beaucoup d'espèces nuisibles provoquent des taches foliaires. Les formes et les couleurs caractéristiques de celles-ci permettent souvent de les identifier. Sinon il sera nécessaire d'observer au microscope leur appareil de reproduction asexuée ou plus rarement sexuée.

Pour les champignons provoquant des taches foliaires, la technique du "papier collant" permet rapidement et facilement l'examen des structures présentes sur la surface foliaire malade. La méthode consiste à appliquer un papier collant transparent sur la surface inférieure et supérieure de la tache. Le papier collant est posé sur une goutte de liquide de montage et de colorant (lactophénol et bleu d'aniline) déposée sur une lame porte-objet et est recouvert ensuite d'une autre goutte. La préparation est finalement recouverte d'une lamelle couvre-objet et légèrement chauffée pour éliminer l'air et accentuer la coloration. Elle peut alors être observée au microscope.

Lorsque les fructifications sont absentes, les tissus malades peuvent être placés en "chambre humide" : un papier humidifié est placé dans une boîte fermée, une boîte de Pétri par exemple, pour augmenter l'humidité de l'air, ce qui favorise la sporulation de beaucoup de champignons. Si le champignon pathogène ne peut toujours pas être observé et associé au symptôme, il convient de l'isoler sur des milieux nutritifs afin d'induire des fructifications. Les milieux Potato-dextrose-agar (PDA) ou à base de jus de légumes V8 peuvent être utilisés pour beaucoup de champignons parasites facultatifs (Dhingra & Sinclair, 1995). Enfin il peut être inoculé sur des plantes saines de l'espèce atteinte afin de déterminer s'il est capable de reproduire les dégâts.

### 2.2.2. Diagnostic des bactérioses

Les bactéries peuvent induire divers symptômes sur graminées tels que des pourritures, des stries nécrotiques, des jaunissements, des flétrissements,... Le diagnostic d'une bactériose est basé sur les symptômes et la présence d'un nombre important de bactéries suintant des tissus malades. Un test indiquant une éventuelle attaque consiste à couper une feuille transversalement et à l'observer dans l'eau au microscope à faible grossissement en fond noir : des nuages de bactéries jaillissent

alors des tissus atteints. Il faut veiller à ne pas confondre les bactéries pathogènes et les bactéries saprophytes. Néanmoins, étant donné la faible taille des bactéries (environ 1 µm), il s'avère difficile au microscope ordinaire de mettre en évidence des différences morphologiques entre bactéries. Le diagnostic le plus sûr est ainsi l'isolement sur milieux nutritifs et les tests de pouvoir pathogène permettant la reproduction des symptômes observés. De plus, il existe des tests biochimiques et sérologiques pour identifier l'espèce en cause.

### 2.2.3. Détection des viroses

Les virus peuvent provoquer des mosaïques, des stries nécrotiques, des jaunissements, des rougissements, un ralentissement de croissance... Différentes méthodes permettent leur identification : tests d'indexage (transfert du virus sur plantes révélant des symptômes caractéristiques), observations en microscopie électronique, tests sérologiques ou techniques de biologie moléculaire. Un outil moléculaire, la RT-PCR (Reverse Transcriptase - Polymerase Chain Reaction), a ainsi été développé à l'unité de Phytopathologie pour la détection du BYDV (*Barley yellow dwarf virus*) sur plantes et pucerons vecteurs (Vancoppenolle, 2000 ; Devaux, 2001). Ce virus est dommageable sur céréales à paille et sur diverses graminées prairiales.

## 2.3. DESCRIPTION DES MALADIES FOLIAIRES PROVOQUÉES PAR DES CHAMPIGNONS ET BACTÉRIES

### 2.3.1. Les rouilles (*Puccinia* spp.)

Toutes les graminées fourragères peuvent être touchées par au moins une des multiples espèces de rouille (*Puccinia* spp.) (Michel *et al.*, 2000). Les rouilles présentent une spécificité d'hôte élevée. De plus, une espèce renferme différentes variétés et même de multiples races qui, respectivement, diffèrent dans leur capacité d'attaquer certaines espèces et variétés commerciales d'une graminée. Par conséquent, il est peu probable qu'une rouille présente sur une espèce de graminée puisse contaminer une autre espèce avoisinante. Il s'ensuit également que, lors de l'apparition de nouvelles races, une variété peut perdre sa résistance.

Les rouilles sont caractérisées par la présence de nombreuses pustules pulvérulentes jaunes, oranges ou brunâtres sur les feuilles ou l'épi : ce sont les urédosores remplis d'urédospores importantes pour la dissémination du parasite. Plus tard dans le cycle du champignon, en général en automne, les téliosores apparaissent et sont remplis de télidiospores assurant la conservation du champignon. La couleur et la disposition de ces pustules permettent d'orienter l'identification mais les observations microscopiques des spores qu'elles contiennent sont révélatrices de l'espèce responsable.

### 2.3.1.1. La rouille couronnée (*Puccinia coronata* Corda)

En Belgique, elle se déclare souvent dès le mois de juillet ou même plus tôt. Les attaques les plus importantes sont néanmoins observées en fin de saison après une succession de multiplications des urédospores, responsables de l'apparition de nouvelles pustules. Les périodes chaudes et sèches accompagnées de vent favorisent la dissémination des spores tandis que leur germination nécessite une humidité élevée souvent fournie par la rosée.

**Hôtes** La rouille couronnée est très commune et redoutable sur ray-grass anglais et ray-grass italien, avec de nettes différences de susceptibilité variétale (Chap. 4). En France, les fétuques des prés sont également très atteintes.

**Symptômes** La couleur des talles malades passe du vert au jaune orangé puis au brun au fur et à mesure que le feuillage se dessèche. Dans des tests variétaux, le contraste



Photo 1. Différence de susceptibilité à la rouille couronnée entre variétés de ray-grass anglais.

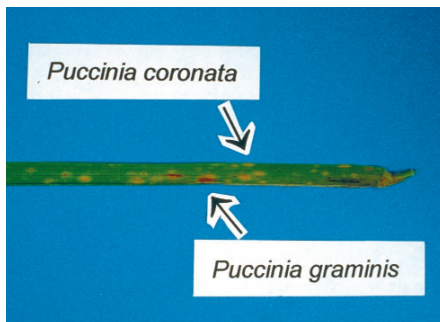


Photo 3. Urédospores de *P. coronata*, oranges, et de *P. graminis*, brun - roux, sur feuille de ray-grass anglais.



Photo 2. Urédospores de *Puccinia coronata* sur ray-grass anglais.

entre la couleur de variétés résistantes et susceptibles à la rouille couronnée apparaît nettement lors d'épidémies (Photo 1). Des urédospores jaune orangé d'environ 1 mm se développent de façon dispersée sur les feuilles et deviennent pulvérulentes à maturité (Photo 2). La couleur et la disposition des sores distinguent cette espèce de *P. graminis* fréquemment rencontrée au même moment sur ray-grass et dont les sores sont plus foncés et généralement plus grands mais moins nombreux (Photo 3). En automne, sur les vieilles feuilles se forment des téliosores disposées en anneau



autour des lésions initiales : ce sont des coussinets noirs et généralement couverts par l'épiderme.

**Caractéristiques microscopiques** Les téliosporés sont constituées de deux loges dont la loge apicale est caractérisée par des excroissances en couronne (Photo 4). Les urédosporés de *P. coronata* (14-18 x 14-30  $\mu\text{m}$ ) se distinguent de celles de *P. graminis* par la disposition des pores germinatifs : sur la première espèce, ils sont discrets et dispersés tandis que sur la seconde espèce, ils sont plus visibles et disposés sur la partie équatoriale de la spore (Photos 4 et 5).

### 2.3.1.2. La rouille noire (*Puccinia graminis* Pers.)

La rouille noire est observée à la fin du printemps et en été en France. En Belgique,

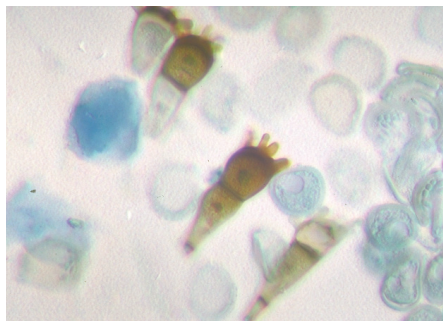


Photo 4. *Puccinia coronata* : urédosporés et téliosporés dont la cellule apicale porte une couronne caractéristique.

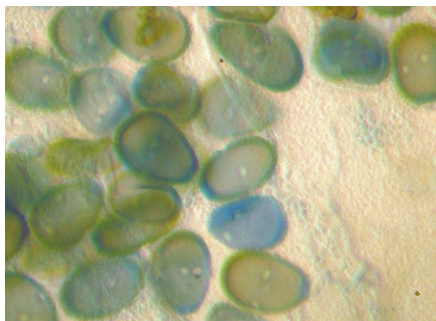


Photo 5. Urédosporés de *P. graminis* : les pores germinatifs sont situés sur la partie équatoriale.

nous l'avons également observée en automne sur les ray-grass et de façon beaucoup plus discrète que la rouille couronnée.

**Hôtes** Elle est régulièrement observée sur ray-grass mais peut être présente sur un grand nombre de graminées telles que dactyle, fétuques, pâturin, ray-grass, fléole,...(Raynal *et al.*, 1989).

**Symptômes** Les symptômes se marquent sur les feuilles mais également sur la tige et l'inflorescence. Sur ray-grass, les urédosporés sont assez grands (souvent plusieurs mm) et brun roux, ils sont peu nombreux et ne sont pas dispersés sur toute la feuille comme la rouille couronnée (Photo 3). Les téliosporés s'ouvrent pour libérer une masse de téliosporés noirs.

**Caractéristiques microscopiques** Présence de pores germinatifs sur la partie équatoriale des urédosporés (12-18 x 18-30  $\mu\text{m}$ ) (Photo 5). La loge apicale des téliosporés est lisse.

### 2.3.1.3. La rouille jaune du dactyle (*Puccinia striiformis* Westend. var. *dactylidis* Manners)

*P. striiformis* peut être observée sur de nombreuses graminées fourragères (Raynal

*et al.*, 1989) mais c'est la forme spécifique au dactyle qui a été observée en Belgique comme redoutable parasite de cette espèce.

**Hôte** Dactyle.

**Symptômes** Les urédosores jaunes pâles et étroits apparaissent dès les mois d'été : ils sont alignés entre les nervures parfois sur toute la longueur de la feuille ce qui provoque la formation de stries typiques (Photo 6). Sur la tige et l'épi, les pustules jaune orange pâle restent plus longtemps recouvertes par l'épiderme. Le feuillage se dessèche au fur et à mesure que la maladie se développe. De nettes différences entre variétés existent et l'effet de la maladie sur la sénescence du feuillage est bien visible quand on compare la couleur de variétés à susceptibilité contrastée (Photo 7).

**Caractéristiques microscopiques** Urédospires : 16-18 x 23-28 µm.



Photo 6. Rouille jaune du dactyle : les urédosores alignés entre les nervures forment des stries typiques.



Photo 7. Différence de susceptibilité à la rouille jaune entre variétés de dactyle.

### 2.3.2. L'oïdium (*Blumeria graminis* (D.C.) E.O. Speer)

L'oïdium est une autre maladie très commune sur les graminées fourragères. Son développement est favorisé au printemps et dans des parcelles ayant reçu une fumure azotée abondante dans lesquelles une végétation dense et haute crée un microclimat humide.

**Hôtes** Ray-grass, dactyle, fléole et nombreuses graminées fourragères mais avec des races spécialisées.

**Symptômes** Ce champignon forme un duvet blanchâtre de mycélium et de chaînes de conidies surtout à la face supérieure des feuilles (Photos 8 et 9). Les petites taches d'aspect cotonneux se rejoignent tandis que leur couleur vire du blanc au gris sale puis au brun. Le stade sexué apparaît en automne sous forme de petits points noirs dans le duvet de mycélium. Le feuillage attaqué jaunit et se nécrose.

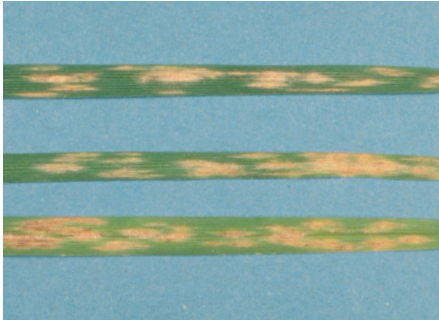


Photo 8. Symptômes d'oïdium sur ray-grass anglais.



Photo 9. Oïdium sur ray-grass anglais : duvet de mycélium se développant sur la face supérieure des feuilles.

**Caractéristiques microscopiques** Chaînes de conidies unicellulaires cylindriques et hyalines (9-14 x 14-26  $\mu\text{m}$ ) (Photo 10).



Photo 10. Oïdium sur ray-grass anglais : chaînettes de conidies.

### 2.3.3. Les helminthosporioses (*Drechslera* spp.)

Les helminthosporioses sont provoquées par différentes espèces du genre *Drechslera* qui ont chacune leur spécificité d'hôte. Elles peuvent être observées durant toute la période de végétation mais une humidité élevée est nécessaire à la formation des conidies et à l'infection des feuilles. Les gouttelettes d'eau et le vent permettent la dissémination des conidies. Ces maladies, responsables de l'apparition de taches foliaires et d'une sénescence prématurée des tissus végétaux, peuvent être transmises aux semences et provoquer des fontes de semis (Raynal *et al.*, 1989).

**Hôtes** La plupart des graminées fourragères sont susceptibles à une ou plusieurs espèces de *Drechslera* (Sivanesan, 1987). *D. siccans* (Drechl.) Shoemaker et *D. dictyoides* (Drechl.) Shoemaker sont très répandus sur les ray-grass. Une autre espèce, *D. poae*, est très fréquente sur les pâturins. En France et en Suisse, les fétuques souffrent également de cette maladie (Raynal *et al.*, 1989 ; Michel *et al.*, 2000).

**Symptômes** Les symptômes typiques des helminthosporioses sont des taches foliaires foncées, d'abord toutes petites et bien délimitées. Par la suite, les taches confluent et forment une nécrose dont la forme varie en fonction des plantes hôtes et de l'organisme en cause (Photos 11 et 12). *D. siccans* provoque l'apparition de taches nécrotiques compactes tandis que *D. dictyoides* développe des taches qui évoluent généralement en forme de réseau. Cependant, la distinction entre ces deux espèces sur cette base n'est souvent pas possible et il n'est pas rare de trouver sur une nécrose des fructifications des deux espèces. *D. poae* induit sur pâturin la formation de taches ocellées : taches ovales foncées dont le centre s'éclaircit. En général, la surface foliaire couverte par les taches typiques des helminthosporioses est faible (moins de 5%) mais la sénescence des feuilles atteintes est accélérée. Sur ray-grass anglais, une inoculation de *D. dictyoides* a induit après une semaine l'apparition de taches typiques sur seulement 2% de la surface foliaire de l'avant-dernière feuille, alors que la surface foliaire sénescente passait de 5% pour les plantes témoins à 80% pour les plantes inoculées.



Photo 11. Helminthosporiose (*D. siccans*) sur ray-grass anglais.

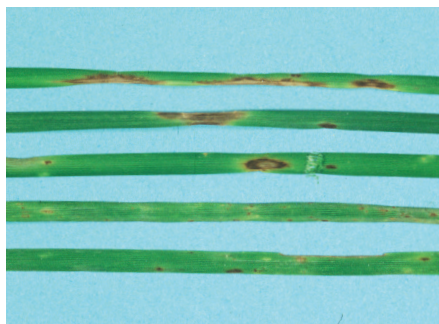


Photo 12. *Drechslera siccans* sur ray-grass anglais : taches foliaires délimitées ou formant une nécrose de forme variée.

**Caractéristiques microscopiques** L'identification de l'espèce est basée sur les caractéristiques du stade asexué se formant après un certain temps. Les conidies, cloisonnées, ont une forme générale cylindrique et sont portées par des conidiophores plus ou moins longs (50 – 400  $\mu\text{m}$  (Sivanesan, 1987)). Les conidies de *D. siccans*



(48 - 132 x 12-21  $\mu\text{m}$ ) ont une extrémité arrondie et sont attachées de manière groupée à des conidiophores (Photo 13) pouvant atteindre 300  $\mu\text{m}$ . Celles de *D. dictyoides* (58- 170 x 15-21  $\mu\text{m}$ ) ont une partie apicale rétrécie (Photo 14) et sont portées par des conidiophores généralement plus courts (moins de 100  $\mu\text{m}$ ). Il n'est pas rare d'observer des conidies de *D. dictyoides* avec une extrémité apicale fourchue. Les points d'attache des conidies de cette espèce sont généralement plus espacés sur le conidiophore que ceux de *D. siccans* et il arrive que des conidies secondaires se forment sur les conidies primaires.



Photo 13. Conidies et conidiophore de *Drechslera siccans* produites en culture.



Photo 14. Conidies de *D. dictyoides* prélevées sur feuilles de ray-grass anglais.

#### 2.3.4. Les rhynchosporioses (*Rhynchosporium* spp.)

Les rhynchosporioses se manifestent surtout au printemps et en été. En général, elles sont provoquées par *Rhynchosporium orthosporum* Caldwell mais elles peuvent être également dues à *R. secalis* (Oudemans) J. J. Davis.

**Hôtes** En Belgique, *R. orthosporum* est fréquent sur les ray-grass anglais dont la susceptibilité varie en fonction des variétés (Chap. 4) mais il peut également être observé sur ray-grass italien, dactyle, fléole, pâturins et diverses graminées de prairie. *R. secalis* a été observé occasionnellement sur ray-grass anglais, fléole, pâturins, fromental, ...

**Symptômes** Sur ray-grass, la rhynchosporiose (*R. orthosporum*) se caractérise sur la face supérieure des feuilles par des plages allongées et de forme souvent irrégulière, brun clair à roux et sur la face inférieure des feuilles par des plages gris argenté et fréquemment délimitées par un liseré plus foncé (Photo 15). Ces symptômes peuvent s'étendre à toute la surface foliaire. L'aspect des lésions provoquées par *R. secalis* est similaire.

**Caractéristiques microscopiques** Les conidies de *R. orthosporum* (14-24 x 2-5  $\mu\text{m}$ ), produites de façon abondante en conditions favorables, sont presque incolores, droites

et formées par deux cellules, la cellule basale se rétrécissant par rapport à la cellule apicale (Photos 16 et 17). Les conidies de *R. secalis* (9-17,5 x 2-5 µm) s'en distinguent par la forme nettement courbée de leur cellule apicale.

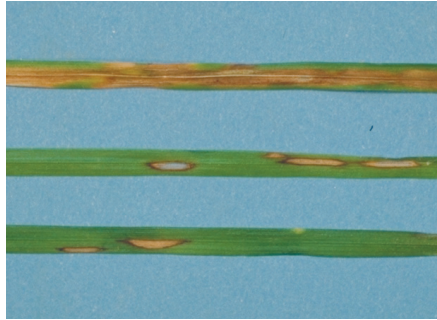


Photo 15. Rhynchosporiose (*Rhynchosporium orthosporum*) sur feuille de ray-grass anglais : en haut, symptômes sur la face supérieure, au milieu et en bas, symptômes sur la face inférieure.

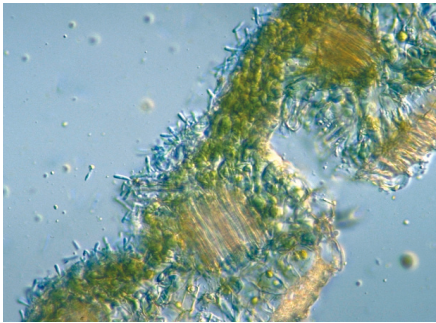


Photo 16. Amas de conidies de *R. orthosporum* produites sur la face inférieure d'une feuille de ray-grass anglais (coupe transversale).



Photo 17. Conidies de *R. orthosporum*.

### 2.3.5. Les mastigosporioses (*Mastigosporium* spp.)

Les mastigosporioses peuvent être provoquées par différentes espèces dont *Mastigosporium rubricosum* (Dearnes et Bartholomew) Sprague et *M. album* Riess. sont les plus communes en Région wallonne. Elles se développent au printemps et en automne par temps frais et humide (Kremer, 1999). Elles sont favorisées dans une végétation haute et dense qui crée un microclimat humide.

**Hôtes** Des attaques sévères de mastigosporioses sont causées sur dactyle par *M. rubricosum* et sur vulpin des prés par *M. album*. Cette dernière espèce est également observée sur fléole. Une spécialisation parasitaire a été mise en évidence

lors de tests de pouvoir pathogène de souches isolées au Grand-Duché de Luxembourg. *M. rubricosum* isolé de dactyle n'a produit aucun symptôme sur fléole et *M. album* isolé sur vulpin des prés n'a produit aucun symptôme sur fléole et dactyle (Kremer, 1999).

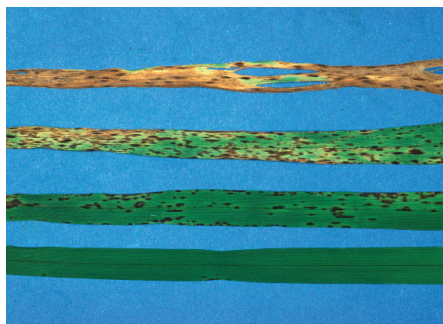


Photo 18. Mastigosporiose sur dactyle : évolution des symptômes.

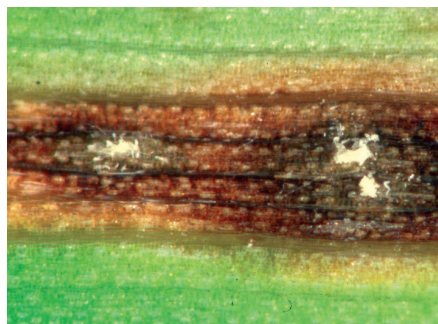


Photo 19. *Mastigosporium rubricosum* sur dactyle : fructifications blanches au centre de la tache.

**Symptômes** Les mastigosporioses provoquent des petites taches elliptiques à losangiques d'un brun très sombre puis, lors de la fructification, le centre de la tache s'éclaircit (Photos 18 et 19). Une chlorose puis une nécrose se développent autour des taches et peuvent parfois s'étendre à toute la surface des feuilles.

**Caractéristiques microscopiques** *M. rubricosum* : les spores (35-45 x 10-16 µm) prélevées sur le centre clair des taches sont incolores, elliptiques et pourvues de 3 cloisons transversales (Photo 20).



Photo 20. Conidie de *M. rubricosum*.

*M. album* : les spores (40-61 x 10-16 µm) se distinguent de celles de *M. rubricosum* par la présence d'un à trois appendices apicaux en forme de cil et elles sont pourvues de 4 à 5 cloisons.

### 2.3.6. L'hétérosporiose (*Cladosporium phlei* (Gregory) de Vries (syn. *Heterosporium phlei*))

**Hôte** L'hétérosporiose attaque spécifiquement la fléole sur laquelle elle est presque toujours présente.

**Symptômes** *C. phlei* provoque sur les feuilles des petites taches dispersées de forme elliptique à losangique, de couleur brun foncé à rouge pourpre avec un centre clair (Photo 21). A un stade avancé de la maladie, les feuilles jaunissent, rougissent et se dessèchent à partir de l'apex.

**Caractéristiques microscopiques** Les spores, de dimension variable mais de l'ordre de 14-32 x 7-12 µm, sont cylindriques, à paroi finement échinulée, et possèdent une à plusieurs cloisons transversales. Elles sont portées par de longs conidiophores de couleur foncée et peuvent être produites en courtes chaînes (Photo 22).



Photo 21. Hétérosporiose sur fléole des prés : petites taches en ocelle et rougissement du bout des feuilles.



Photo 22. *Cladosporium phlei* sur feuille de fléole des prés: conidiophore et conidies produites en chaîne (coupe transversale).

### 2.3.7. *Microdochium nivale* (Fries) Samuel & Hallet

*Microdochium nivale*, anciennement *Fusarium nivale*, est le principal champignon responsable de « pourritures des neiges » favorisées aux basses températures et particulièrement sous une couverture de neige. Les dégâts pendant l'hiver peuvent ainsi être la résultante de divers facteurs tels que l'affaiblissement des plantes en automne par d'autres parasites, le gel, la neige et le développement de parasites comme *M. nivale*. En Belgique, il n'est néanmoins pas rare de voir ce champignon coloniser le ray-grass également durant les autres saisons de l'année.



**Hôtes** En Belgique, des attaques de *M. nivale* ont été observées sur ray-grass anglais, pâturin des prés et pâturin commun, dactyle. Raynal *et al.* (1989) classent dans l'ordre décroissant de sensibilité : ray-grass italien, ray-grass anglais, fétuque élevée, dactyle, brome, fétuque des prés, fétuque rouge, fléole.

**Symptômes** *M. nivale* provoque sur les feuilles l'apparition de taches brunes avec un reflet rose éventuellement entourées d'un liseré plus foncé (Photo 23). Lors de conditions favorables à son développement, son mycélium s'étend d'une feuille à l'autre et d'une plante à l'autre, les agglomérant. L'extension de l'infection au plateau de tallage entraîne le dépérissement de la plante. Le végétal perd sa consistance et est recouvert d'un duvet blanc rose.



Photo 23. *Microdochium nivale* sur feuilles de ray-grass anglais.

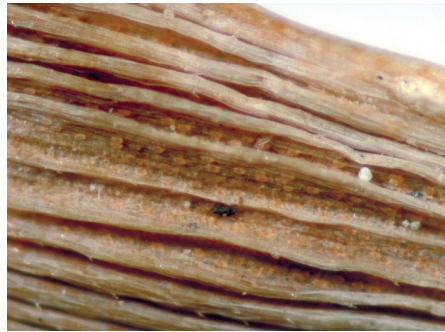


Photo 24. *M. nivale* : sporodochies produites entre les nervures de feuilles de ray-grass anglais.

**Caractéristiques microscopiques** Des amas de spores (sporodochies) rose orange sont disposés entre les nervures au niveau des taches rosâtres (Photos 24 et 25). Les spores (5-20 x 1-5  $\mu\text{m}$ ) sont courbées et unicellulaires ou pourvues d'une à trois cloisons transversales (Photo 26).

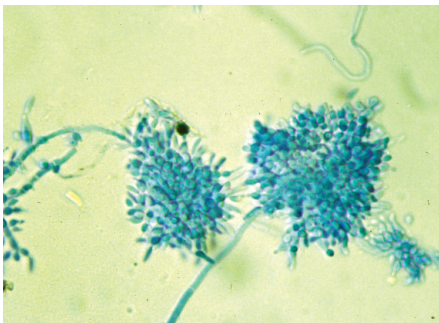


Photo 25. Sporodochies de *M. nivale*.

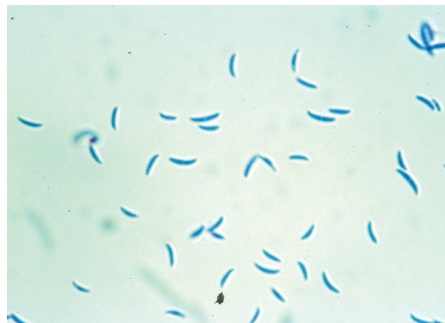


Photo 26. Spores de *M. nivale*.

### 2.3.8. Le flétrissement bactérien

*Xanthomonas translucens* peut être redoutable car il provoque un flétrissement pouvant évoluer en dépérissement des plantes. Les bactéries contaminent les plantes principalement durant la fauche et en conditions chaudes et humides. L'extériorisation de l'infection est favorisée par un temps chaud et sec, donc surtout en été. Le flétrissement bactérien peut être une cause importante de la mauvaise pérennité des ray-grass.



Photo 27. Flétrissement de ray-grass anglais dû à *Xanthomonas translucens* pv. *graminis*.



Photo 28. Dégâts de *X. translucens* pv. *graminis* dans un couvert de ray-grass anglais.

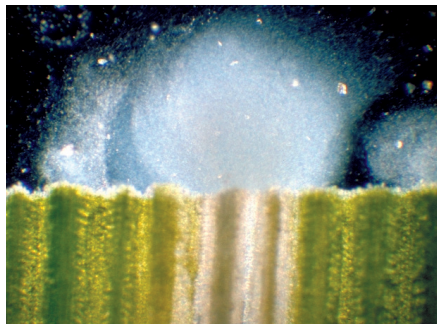


Photo 29. *X. translucens* pv. *graminis* : masses de bactéries suintant des vaisseaux atteints d'une feuille de ray-grass anglais coupée transversalement et montée dans de l'eau.

**Hôtes** De nombreuses graminées fourragères peuvent être atteintes par ce pathogène qui renferme différents pathovars. *X. translucens* pv. *graminis* (Egli, Goto & Schmidt) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings infecte les ray-grass et différentes espèces de graminées telles que le dactyle mais aussi, d'après Leyns *et al.* (1981a), la fléole des

prés, la fétuque élevée, la fétuque des prés et le pâturin des prés. Un autre pathovar, *X. translucens* pv. *phlei* (Egli & Schmidt) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings, est uniquement trouvé sur la fléole des prés.

**Symptômes** Les attaques se marquent par des stries chlorotiques et ensuite nécrotiques tout le long des feuilles. La plante dessèche et meurt (Photo 27) et les vides sont colonisés ultérieurement par d'autres espèces (Photo 28).

**Caractéristiques microscopiques** Un test révélant une éventuelle attaque bactérienne consiste à couper une feuille transversalement et à l'observer dans l'eau au microscope à faible grossissement sur fond noir : des masses de bactéries suintent des vaisseaux atteints (Photo 29).



### 3. Importance des maladies sur graminées prairiales en Région wallonne

---

#### 3.1. INTRODUCTION

Des recherches dans les pays voisins ont montré que les maladies d'origine fongique, bactérienne ou virale observées sur graminées fourragères peuvent engendrer des pertes de rendement en matière sèche ainsi qu'une diminution de la qualité du fourrage par une réduction de son appétence et de sa digestibilité (Carr, 1975 ; Holmes & Channon, 1975 ; Lam, 1985 ; Potter, 1987 ; Thomas, 1991). Certains champignons, tels que *Pithomyces chartarum*, produisent des toxines néfastes au bétail, responsables d'un eczéma chez le mouton (Lancashire & Latch, 1966). En Belgique, aucune étude n'a permis de connaître la répartition des diverses maladies dans les prairies de Région wallonne et d'en mesurer les conséquences quantitatives et qualitatives sur la production.

Afin d'identifier et d'évaluer la fréquence des maladies sur graminées, des observations ont été réalisées, dans un premier temps, sur la flore présente dans 22 prairies localisées sur 8 sites représentatifs en Région wallonne. Dans un deuxième temps, une étude ciblée sur le ray-grass anglais a été établie en Haute et Moyenne Belgique afin de suivre l'évolution des maladies et d'évaluer leur impact sur le rendement et la qualité du fourrage.

#### 3.2. IDENTIFICATION ET FRÉQUENCE D'APPARITION DES MALADIES SUR GRAMINÉES DE PRAIRIES

La situation phytosanitaire des graminées a été évaluée dans 22 prairies, fauchées, pâturées ou à usage mixte, situées à Louvain-la-Neuve (Région sablo-limoneuse), Morialmé (Condroz), Ciney (Condroz), Somme-Leuze (Famenne), Deigné (Région herbagère de Liège), Michamps (Ardennes), Elsenborn et St-Vith (Haute Ardenne).

Tableau 1. Calendrier des échantillonnages dans 22 prairies situées en Région wallonne.

Localité	Prairie pâturée	Prairie mixte		Prairie fauchée		
	1997	1997	1998	1997	1998	1999
Ciney	23/05	23/05	18/05	23/05	18/5	10/05
	08/07	08/07	—	08/07	—	—
	—	—	24/08	20/08	24/08	17/08
	—	28/10	—	28/10	—	—
Deigné	15/05	15/05	—	15/05	—	—
Elsenborn	14/05	14/05	04/05	—	04/05	17/05
	25/09	25/09	—	—	—	—
Louvain-la-Neuve	—	—	—	—	07/04	27/04
	—	—	—	—	—	21/05
	—	—	—	—	—	07/07
	—	—	—	—	—	09/09
Michamps a	—	22/05	—	22/05	—	03/05
	—	—	—	—	15/07	27/07
Michamps b	—	22/05	—	22/05	—	03/05
	—	—	—	—	—	02/06
	—	—	—	—	15/07	27/07
	—	—	—	—	—	14/09
Morialmé	—	22/05	—	22/05	30/06	07/06
Somme-Leuze	23/05	23/05	18/05	23/05	18/05	10/05
	—	—	—	—	—	14/06
	08/07	08/07	—	08/07	07/07	08/07
	—	—	24/08	20/08	20/08	17/08
	—	—	—	—	—	01/09
	—	—	—	28/10	—	13/10
St Vith	14/05	14/05	04/05	14/05	04/05	17/05
	—	—	—	—	—	12/07

Des échantillonnages ont été réalisés en 1997, 1998 et 1999, au printemps, en été et en automne : le calendrier des prélèvements (Tab. 1) reprend pour chaque prairie son type et les dates d'échantillonnage. De 1997 à 1999, les observations ont été graduellement ciblées dans les prairies de fauche. Ceci a permis d'éliminer les problèmes d'hétérogénéité du stade et de l'état des plantes échantillonnées liés à la présence des animaux (herbe broutée, refusée ou salie).

Les prélèvements ont été effectués pour chaque prairie dans une zone définie à l'aide de repères environnementaux. Quatre lignes de 10 mètres ont été définies à chaque date dans cette zone et 25 talles ont été prélevées aléatoirement le long de chaque ligne à intervalle d'environ 40 cm. La recherche des maladies fongiques et bactériologiques a été effectuée au laboratoire sur toutes les feuilles de chaque talle. Si nécessaire, des observations microscopiques et des isolements sur milieu nutritif ont été réalisés afin d'identifier l'agent responsable des symptômes.

Des observations ont par ailleurs été réalisées en 1997, 1998 et 1999 dans des essais sous régime de fauche régulière comparant des variétés de ray-grass anglais, de ray-grass italien et de dactyle (essais établis par le Laboratoire d'écologie des prairies de l'Université catholique de Louvain à Louvain-la-Neuve) ce qui a également permis d'analyser les maladies se développant sur ces espèces en Moyenne Belgique.

Les observations réalisées dans le réseau de prairies ont permis d'obtenir des données qualitatives et quantitatives quant à la flore et à l'occurrence des diverses maladies. Après une description de la flore rencontrée dans les prairies visitées, les relations hôtes - parasites sont identifiées et leur fréquence d'apparition est analysée. Ensuite, l'importance des maladies du ray-grass anglais est évaluée par l'analyse de leur incidence et de leur distribution au sein des prairies.

### 3.2.1. La flore des prairies

La flore de l'ensemble des 22 prairies (Tab. 2) était composée de ray-grass anglais (*Lolium perenne*), dactyle (*Dactylis glomerata*), fléole (*Phleum pratense*), ray-grass italien (*Lolium multiflorum*), pâturins (*Poa* spp.), pâturin des prés (*Poa pratense*), pâturin commun (*Poa trivialis*), pâturin annuel (*Poa annua*), fétuque (*Festuca* spp.), fétuque des prés (*Festuca pratense*), houlque laineuse (*Holcus lanatus*), houlque molle (*Holcus mollis*), brome (*Bromus* spp.), glycérie (*Glyceria* spp.), chiendent (*Agropyron repens*), vulpin des prés (*Alopecurus pratense*), agrostis commun (*Agrostis tenuis*) et fromental (*Arrhenatherum elatius*).

Le ray-grass anglais était l'espèce largement dominante dans les prairies : en moyenne, il représentait 52% des talles observées par prairie. Cette espèce est en effet celle qui est la plus fréquemment semée en prairie vu sa haute valeur fourragère tant au niveau productif que qualitatif. Son occurrence était cependant très variable en fonction du degré de diversité des prairies : il représentait entre 9% (prairie mixte à Ciney) et 98% (prairie fauchée à Somme-Leuze) des talles échantillonnées. Le grand nombre d'observations sur ray-grass anglais (plus de 4000 talles au total) a permis de

Tableau 2. Composition floristique de 22 prairies en Région wallonne évaluée par des échantillonnages réalisés entre 1997 et 1999. Les espèces de graminées reprises sont celles qui représentent au minimum 5% de la flore d'une des prairies.

Localité	Type <sup>1</sup>	Nombre de talles observées <sup>2</sup>	Espèce de graminée (%)									
			<i>Agropyron repens</i>	<i>Alopecurus pratense</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Poa pratense</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Poa spp.</i>
Ciney	pf	799	0	0	0	0	0	91	7	0	2	0
	pm	468	2	24	14	6	1	9	22	8	3	1
	pp	190	0	0	0	0	5	84	7	0	4	0
Deigné	pf	100	0	1	22	0	11	28	37	0	0	1
	pm	100	0	4	40	0	17	12	20	0	0	6
	pp	100	0	0	49	0	12	31	6	0	0	2
Elsenborn	pf	250	0	17	16	3	0	34	0	0	19	7
	pm	200	1	3	23	5	2	24	11	10	0	22
	pp	198	0	0	43	0	12	24	9	1	0	10
Louvain-l-N	pf	395	1	0	7	9	0	66	0	2	14	0
Michamps	pfa	400	0	0	0	0	0	78	16	0	1	0
	pfb	617	1	0	0	0	0	93	3	0	3	0
	pm1	100	0	0	17	0	17	66	0	0	0	0
	pm2	100	24	0	41	0	0	32	0	0	0	3
Morialmé	pf	300	4	0	19	2	4	40	6	9	14	0
	pm	100	10	0	14	0	2	28	46	0	0	0
Somme-Leuze	pf	1146	0	0	0	0	0	98	1	0	1	0
	pm	300	0	1	1	0	28	57	1	0	0	0
	pp	200	0	0	8	0	22	60	0	0	5	0
St-Vith	pf	400	9	0	14	5	0	27	4	11	10	20
	pm	175	0	0	1	6	0	90	0	0	0	3
	pp	100	0	0	35	0	0	63	0	0	0	2
Nombre de talles observées	1997	3304	39	22	490	18	238	1711	434	44	24	112
	1998	1475	19	126	113	102	0	892	39	44	48	77
	1999	1959	41	4	20	17	0	1591	39	55	187	0
	total	6738	99	152	623	137	238	4194	512	143	259	189



mieux évaluer l'importance des maladies sur cette espèce.

Le dactyle, autre graminée à bonne valeur fourragère caractérisée par sa résistance à la sécheresse, était la deuxième espèce la plus fréquente : en moyenne, il représentait 16% des échantillons d'une prairie. Selon celle-ci, il pouvait être absent (prairies fauchées de Ciney, Michamps, Somme-Leuze et prairie pâturée de Ciney) ou être l'espèce dominante (prairies mixtes de Deigné et Michamps et prairies pâturées de Deigné et Elsenborn). Le dactyle était nettement plus fréquent dans les prairies pâturées et à usage mixte que dans les prairies fauchées. Le ciblage des observations sur les prairies fauchées a ainsi conduit à une diminution du nombre de talles de dactyle observé en 1997 (490 talles) et en 1999 (20 talles).

La fléole des prés qui est également une graminée à bonne valeur fourragère, appréciée pour sa rusticité, représentait en moyenne 9% des talles échantillonnées par prairie. Elle a été prélevée dans 15 des 22 prairies avec néanmoins une fréquence par prairie très variable. Dans les prairies fauchées et mixtes de Somme-Leuze, 1% des talles était de la fléole contre 46% dans la prairie mixte de Morialmé. Les observations de fléole ont été principalement réalisées en 1997 (434 talles sur 512).

Le ray-grass italien, graminée à productivité excellente, particulièrement appétente mais à mauvaise persistance, représentait en moyenne 6% des talles échantillonnées par prairie. Cette espèce a été observée dans 12 des 22 prairies et uniquement en 1997 (238 talles).

Les autres espèces de graminées, de valeur fourragère variable, étaient représentées en moyenne par moins de 5% des talles échantillonnées par prairie. Dans certaines prairies néanmoins, l'occurrence du pâturin des prés, du pâturin commun, du vulpin des prés, du chiendent et de la houlque laineuse était plus importante que 5% contrairement au pâturin annuel, à la fétuque, à la fétuque des prés, à la houlque molle, au brome, à la glycérie, à l'agrostis commun et au fromental qui ont toujours été rencontrés occasionnellement.

### 3.2.2. Identification et régularité d'observations des maladies en fonction des espèces de graminées

Vingt et une espèces de champignons appartenant à 15 genres différents et une espèce de bactérie ont été trouvées associées avec des dégâts sur 16 espèces de graminées de prairies (Tab. 3). Tous les champignons observés sont responsables de taches foliaires tandis que la bactérie *Xanthomonas translucens* provoque le flétrissement des plantes. Chaque année, des taches foliaires causées par diverses espèces de *Puccinia*, *Drechslera*, *Mastigosporium*, *Rhynchosporium* ainsi que par *Cladosporium phlei*, *Microdochium nivale*, *Blumeria graminis*, *Cercosporidium graminis* ont été observées. Sporadiquement un basidiomycète stérile a été trouvé associé avec une trame mycélienne blanc rose sur les feuilles de diverses graminées. *Trechispora alnicola* et *T. cohaerens* ont été identifiés par ailleurs comme formant des masses cotonneuses blanches au pied de plantes. Le pouvoir pathogène de ces

Tableau 3. Détection des agents pathogènes en fonction des hôtes en 1997 (▲), 1998 (●) et 1999 (■) dans 22 prairies situées en Région wallonne. L'observation d'un agent pathogène dans des parcelles variétales est notée par (★).

Maladie	Agent pathogène	lofpe1	dagl	phlpr	poatr	folnu	poazz	alopr	poapr	holla	agtre	feszz	artel	glyzz	brozz	lespr	bromo
Nombre total de talles observées		4194	623	512	259	238	189	152	143	137	99	52	20	16	10	8	4
Rouilles	<i>Puccinia</i> spp.	▲●▲●	▲●	▲	■	★	—	●	▲●●	▲●●	●●	—	—	—	▲	—	▲
	<i>P. coronata</i>	▲●●	●●	—	—	★	—	●	●	●●	●	—	—	—	—	—	—
	<i>P. graminis</i>	■	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>P. striiformis</i> var. <i>dactylidis</i>	—	★	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Helminthosporioses	<i>Drechslera</i> spp.	▲●●	▲●	■	●●	★	●	—	▲●●	●	■	—	—	▲	—	—	—
	<i>D. dactylidis</i>	●	●	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—
	<i>D. dictyoides</i>	▲●●	—	—	—	★	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>D. poae</i>	●	—	—	■	—	●	—	●●	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>D. siccans</i>	▲●●	—	—	—	★	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Rhynchosporium</i> spp.	▲●	—	▲●	—	▲	▲●	—	—	—	▲	—	—	—	—	—	—
Rynchosporioses	<i>R. orthosporum</i>	▲●●	▲●	▲	▲■	▲	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>R. secalis</i>	▲■	—	▲	■	—	●	—	■	●	■	—	■	—	—	—	—
	<i>Blumeria graminis</i>	▲●	▲■	—	●	★	—	—	●	●	●■	—	—	—	—	—	●
Mastigosporioses	<i>Mastigosporium</i> spp.	▲	▲●	▲	●	—	●	●■	—	—	▲	—	—	—	—	—	—
	<i>M. album</i>	—	—	▲■	●	—	●	▲●	—	—	—	—	▲	—	—	—	—
	<i>M. rubricosum</i>	—	▲●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hétérosporiose	<i>Cladosporium phlei</i>	—	—	▲●■	—	—	—	—	—	—	■	—	—	—	—	—	—

Maladie	Agent pathogène	lolpe <sup>1</sup>	dagl	phlpr	poatr	lolmu	poazz	alopr	poapr	holla	agre	feszz	arrel	glyzz	brozz	tespr	bromo
Pourriture des neiges	<i>Microdochium nivale</i>	▲●■	●	—	▲●■	—	●	—	●■	▲	●	—	—	—	—	—	—
Cercosporidiose	<i>Cercosporidium graminis</i>	—	*	▲	●■	—	—	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—
Septoriose	<i>Septoria tritici</i> var. <i>lolicola</i>	●■	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—
Charbons	<i>Urocystis agropyri</i>	▲	▲	▲	▲	—	—	—	—	—	●	—	▲	—	—	—	—
	<i>Ustilago</i> spp.	■	■	—	■	—	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—	—
Ascochytose	<i>Ascochyta</i> spp.	●■	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>A. leptospora</i>	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—
Spermosporose	<i>Spermospora</i> spp.	—	—	—	—	—	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Spermospora poagena</i>	■	—	—	—	●	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—	—
Anthracnose	<i>Colletotrichum graminicola</i>	●■	*	—	●■	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fusariose	<i>Fusarium</i> spp.	■	—	●	■	*	●	—	■	—	—	—	—	—	—	—	—
Autres champignons	Basidiomycète	●■	■	—	●	*	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Trechispora</i> spp.	●■	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>T. alnicola</i>	▲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>T. cohaerens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	▲	—	—	—	—	—	—	—
Bactériose	<i>Xanthomonas translucens</i>	▲●■	*	*	—	*	—	—	—	▲	—	—	—	—	—	—	▲

1 lolpe = *Lolium perenne*      dagl = *Dactylis glomerata*      phlpr = *Phleum pratense*      poatr = *Poa trivialis*  
lolmu = *Lolium multiflorum*      poazz = *Poa* spp.      alopr = *Alopecurus pratense*      poapr = *Poa pratense*  
holla = *Holcus lanatus*      agre = *Agropyron repens*      feszz = *Festuca* spp.      arrel = *Arrhenatherum elatius*  
glyzz = *Glyceria* spp.      brozz = *Bromus* spp.      fespr = *Festuca pratense*      bromo = *Bromus mollis*

champignons n'a pu être clairement établi.

Les rouilles du genre *Puccinia* ont été observées sur la majorité des espèces de graminées. En particulier, les ray-grass, le dactyle, le pâturin des prés et la houlque laineuse étaient chaque année infectés. Sur ray-grass anglais et italien, l'espèce observée chaque année était *P. coronata* mais une autre espèce, *P. graminis*, a été détectée en 1999. Sur dactyle, les observations dans des essais variétaux ont permis d'identifier *P. striiformis* var. *dactylidis* durant les trois années.

Les helminthosporioses, causées par des espèces du genre *Drechslera*, ont été rencontrées sur une large gamme d'hôtes. *D. siccans* et *D. dictyoides* ont été identifiés chaque année sur le ray-grass anglais en prairies et sur le ray-grass italien dans les essais variétaux. *D. poae* et *D. dactylidis* ont été détectés plus occasionnellement, la première espèce sur les pâturins et le ray-grass anglais et la deuxième espèce sur le dactyle, le ray-grass anglais et la houlque laineuse.

Les rhynchosporioses présentent également un large spectre d'hôtes. *Rhynchosporium orthosporum* a été observé chaque année sur ray-grass anglais et plus irrégulièrement sur ray-grass italien, dactyle, fléole des prés, pâturin commun et vulpin des prés. *R. secalis* a été noté, mais pas chaque année, sur ray-grass anglais, fléole des prés, pâturin commun, pâturin des prés, houlque laineuse, chiendent et fromental.

L'oïdium (*Blumeria graminis*) est une maladie qui a touché, en fonction de l'année et de la fertilisation des parcelles, de nombreuses graminées en prairies.

Les mastigosporioses ont une gamme d'hôtes plus restreinte : *Mastigosporium rubricosum* a été régulièrement observé sur le dactyle et *M. album* sur le vulpin des prés. Occasionnellement, ces deux espèces ont été identifiées sur la fléole. Une espèce non identifiée de *Mastigosporium* a été observée sur ray-grass anglais, pâturin et houlque laineuse.

L'hétérosporiose (*Cladosporium phlei*) a été rencontrée spécifiquement et chaque année sur la fléole des prés.

*Microdochium nivale*, connu comme principal agent de la pourriture des neiges, mais responsable également de taches foliaires, a été identifié chaque année sur ray-grass anglais et pâturin commun, et en fonction de l'année sur pâturin, pâturin des prés, dactyle, houlque laineuse et chiendent.

La cercosporidiose causée par *Cercosporidium graminis* a été détectée chaque année mais sur des hôtes différents : le dactyle, la fléole, le pâturin des prés, le pâturin commun et le vulpin des prés.

Le flétrissement bactérien dû à *Xanthomonas translucens* était présent en prairie chaque année sur le ray-grass anglais et en 1997 sur fétuque des prés. Dans les parcelles d'essais, cette bactériose a pu être identifiée sur dactyle, fléole et ray-grass italien.

D'autres champignons pathogènes ont été identifiés une année ou l'autre et sur un spectre d'hôtes variable mais comprenant toujours le ray-grass anglais. *Septoria tritici* var. *lolicolae* est une variété proche de *Septoria tritici* qui attaque le blé.

Les charbons, trouvés sur diverses graminées, étaient causés par une espèce du genre *Ustilago* et par *Urocystis agropyri*. Des espèces du genre *Ascochyta* et *Spermospora*, dont *S. poagens*, responsables de l'apparition de taches foliaires, ont été observées sur ray-grass anglais et pâturins, en particulier *A. leptospora* sur pâturin des prés. *Fusarium* spp. a également provoqué des symptômes sur feuilles de ray-grass, pâturins et fléole.

### 3.2.3. Incidence annuelle et saisonnière des maladies sur ray-grass anglais en prairies

L'analyse de l'incidence (proportion de talles infectées) des différentes maladies sur ray-grass anglais dans l'ensemble des prairies permet de mettre en évidence les plus fréquentes et régulières. Ainsi, pour le total des trois années d'observations, les helminthosporioses, les rouilles et les rhynchosporioses ont touché respectivement 36%, 15% et 13% de talles (Tab. 4). Les autres agents pathogènes ont été observés sur moins de 5% des talles.

Tableau 4. Incidence des agents pathogènes sur ray-grass anglais en fonction de l'année, dans 22 prairies en Région wallonne.

Espèce pathogène	Pourcentage de talles infectées <sup>1</sup> en			
	1997	1998	1999	total
<i>Drechslera</i> spp. <sup>2</sup>	12	69	43	36
<i>Puccinia</i> spp. <sup>3</sup>	11	5	25	15
<i>Puccinia coronata</i>	11	5	18	13
<i>Puccinia graminis</i>	0	0	2	1
<i>Rhynchosporium</i> spp. <sup>4</sup>	3	11	24	13
<i>Rhynchosporium orthosporum</i>	1	8	21	10
<i>Rhynchosporium secalis</i>	0	0	1	0
<i>Colletotrichum graminicola</i>	0	7	4	3
<i>Ascochyta</i> spp.	0	0	5	2
<i>Septoria tritici</i> var. <i>lolicola</i>	0	3	2	1
<i>Microdochium nivale</i>	1	0	1	1
Basidiomycète	0	3	0	1
<i>Fusarium</i> spp.	0	0	1	1
<i>Xanthomonas translucens</i>	0	0	1	0
<i>Blumeria graminis</i>	0	1	0	0

1 1711, 892, 1591 talles observées respectivement en 1997, 1998 et 1999

2 *D. siccans* et/ou *D. dictyoides* et/ou *D. poae* et/ou *D. dactylidis* et/ou espèce non identifiée

3 *P. coronata* et/ou *P. graminis* et/ou espèce non identifiée

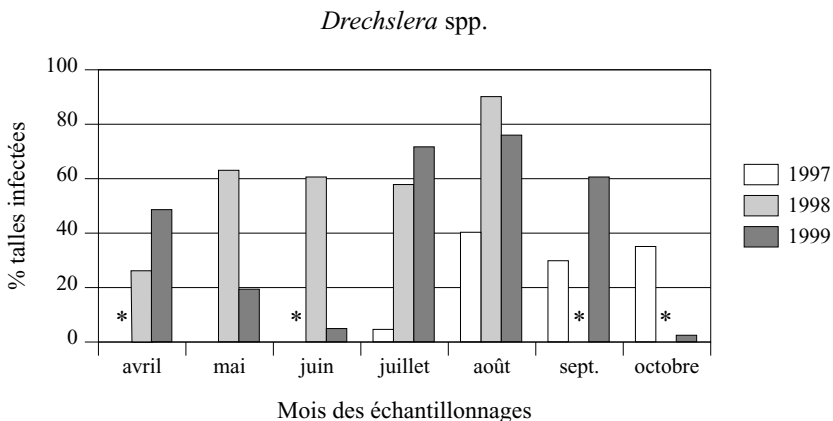
4 *R. orthosporum* et/ou *R. secalis* et/ou espèce non identifiée

Selon l'année d'observation, l'incidence de ces trois maladies variait. Les helminthosporioses ont été rencontrées très fréquemment en 1998, dans une moindre mesure en 1999 et nettement moins en 1997. Les rouilles ont été observées surtout en 1999 tandis qu'en 1998 elles étaient beaucoup plus rares. Les rhynchosporioses, quasi absentes en 1997, ont été graduellement plus fréquentes en 1998 et en 1999, un quart des talles était alors infecté.

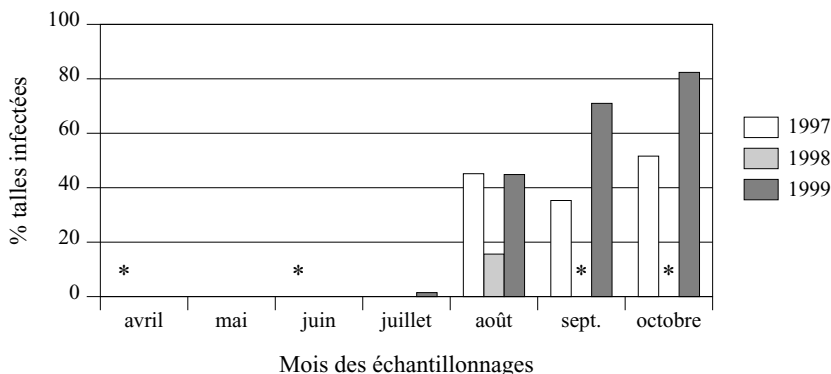
Des variations saisonnières de l'incidence de ces maladies ont pu être constatées (Fig. 1). Les helminthosporioses ont été rencontrées durant toute la période de croissance entre avril et octobre avec une incidence maximale généralement en août. Les rouilles étaient détectées dès le mois de juillet et se développaient surtout à partir du mois d'août jusqu'à la fin de la période de végétation en automne. Les rhynchosporioses par contre ont été observées surtout au printemps et au début de l'été et se rencontraient de façon sporadique après le mois de juillet.

Figure 1. Evolution mensuelle de l'incidence des helminthosporioses, rouilles et rhynchosporioses, entre 1997 et 1999 dans 22 prairies en Région wallonne.

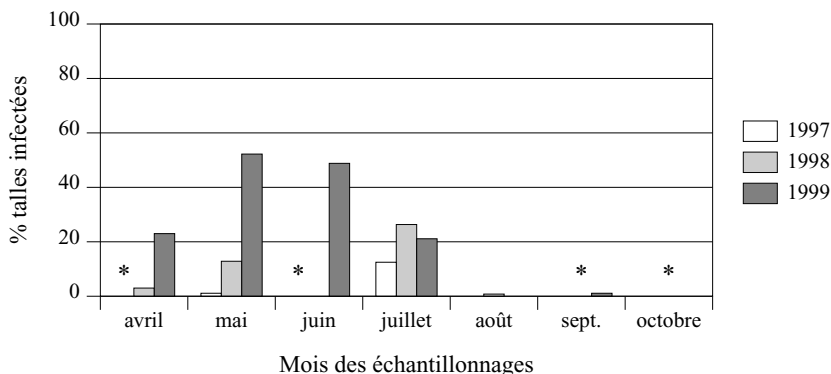
	Nombre de talles de ray-grass observées en						
	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	octobre
1997	0	854	0	430	191	81	155
1998	55	291	28	248	270	0	0
1999	57	423	175	329	200	290	117



*Puccinia* spp.



*Rhynchosporium* spp.



\* = absence d observation

### 3.2.4. Distribution dans les prairies des maladies sur ray-grass anglais

Le tableau 5 permet d'analyser la distribution de *Drechslera* spp., *Puccinia* spp., *Rhynchosporium* spp. et *Xanthomonas translucens* au sein des 22 prairies échantillonnées en fonction de leur type et de leur localisation. La prairie fauchée de Deigné, les prairies mixtes de Deigné, Michamps et Morialmé et les prairies pâturées de Deigné et St-Vith ont été visitées uniquement au mois de mai 1997 (Tab. 1) ce qui a fortement réduit la probabilité d'y observer des maladies. En effet, aucune des maladies provoquées par ces pathogènes n'y a été répertoriée.

Tableau 5. Variation mensuelle, selon le type de prairie, de la détection de *Drechslera spp.* (D), *Puccinia spp.* (P), *Rhynchosporium spp.* (R) et *Xanthomonas translucens* (X) dans 22 prairies observées entre 1997 et 1999 en Région wallonne.

Lieu	Mois	Prairie fauchée	Prairie mixte	Prairie pâturée
Ciney	mai	D R - -	D R - -	- - - -
	juillet	D R - X	D - - -	- R - -
	août	D - P -	D - - -	- - - -
	octobre	D - P X	- - P X	- - - -
Deigné	mai	- - - -	- - - -	- - - -
Elsenborn	mai	D R - -	- - - -	- - - -
	septembre	- - - -	D - P -	D - P -
Louvain-la-Neuve	avril	D R - -	- - - -	- - - -
	mai	D R - -	- - - -	- - - -
	juillet	D R P X	- - - -	- - - -
	septembre	D - P -	- - - -	- - - -
Michamps A	mai	D R - -	- - - -	- - - -
	juillet	D R P -	- - - -	- - - -
Michamps B	mai	D R - -	- - - -	- - - -
	juin	D R - X	- - - -	- - - -
	juillet	D R - X	- - - -	- - - -
	septembre	D R P -	- - - -	- - - -
Morialmé	mai	- - - -	- - - -	- - - -
	juin	D R - -	- - - -	- - - -
Somme-Leuze	mai	D R - -	- - - -	- - - -
	juin	D R - X	- - - -	- - - -
	juillet	D R - -	- R - X	- R - -
	août	D - P -	D R P X	- - - -
	septembre	D - P X	- - - -	- - - -
	octobre	D - P -	- - - -	- - - -
St Vith	mai	D R - -	D R - -	- - - -
	juillet	D R - X	- - - -	- - - -

- = prairie observée (maladie absente)

- - = prairie non observée



Les helminthosporioses, rouilles et rhynchosporioses ont été observées dans les divers types de prairies et sites échantillonnés régulièrement. La bactériose a été rencontrée dans les prairies de fauche ou à usage mixte de ces sites, mais pas dans les quelques prairies pâturées analysées.

### 3.3. IMPORTANCE ET IMPACT DES MALADIES SUR RAY-GRASS ANGLAIS EN ESSAIS PARCELLAIRES

Le suivi de l'état phytosanitaire des prairies a révélé une grande diversité d'agents pathogènes et des variations de leur incidence en fonction des saisons et du type de prairies. Afin de dégager les priorités pour l'amélioration de la qualité phytosanitaire des prairies, une série d'essais ont été réalisés permettant d'évaluer avec plus de précision l'importance et l'impact de ces maladies sur le ray-grass anglais, la principale espèce de graminée sous fauche régulière.

Pour tenir compte des variations pédo-climatiques et épidémiologiques, les essais ont été implantés en Moyenne Belgique à Louvain-la-Neuve et en Haute Belgique à Libramont (Tab. 6). A Louvain-la-Neuve, les parcelles de 7,8 m<sup>2</sup> ont été semées en septembre 1999 pour une durée de trois ans. A Libramont, les parcelles de 10 m<sup>2</sup> ont été semées en juin 2000 pour une année d'évaluation. Le tableau 7 reprend le calendrier des activités menées dans les essais.

Tableau 6. Caractéristiques pédo-climatiques des deux champs d'essai.

Lieu	Libramont	Louvain-la-Neuve
Région agricole	Ardennes	R. sablo-limoneuse
Altitude (m)	440	120
Sol	Limon caillouteux	Limon fin argileux
Fumure annuelle N ... P ... K (kg/ha)	270 - 126 - 270	340 - 100 - 150
Température moyenne annuelle (°C)	7	9
Température moyenne en 2001 (°C)	8,6	10,1
Pluviométrie journalière moyenne en 2001 (mm)	4,3	3,0
Humidité relative moyenne en 2001 (%)	87	92

Des parcelles de 12 variétés en 4 répétitions ont été implantées à Louvain-la-Neuve et de 10 variétés en 3 répétitions à Libramont selon un dispositif en blocs aléatoires. Dans un bloc, chaque variété était représentée par deux parcelles: l'une a été traitée avec un mélange de 11 d'Allegro® (suspension concentrée de 125g/l d'époxiconazole et 125g/l de kresoxim-méthyl - BASF BELGIUM) et de 11 d'Amistar Pro® (suspoémulsion de 100g/l d'azoxystrobine et 280 g/l de fenpropimorphe -

Tableau 7. Calendrier des activités réalisées dans les parcelles variétales de ray-grass anglais sous protection fongicide ou non.

Site	2000			2001			2002		
	Louvain-la-Neuve hâtive interm. tardive	Libramont	Louvain-la-Neuve hâtive interm. tardive	Louvain-la-Neuve hâtive interm. tardive	Libramont	Louvain-la-Neuve hâtive interm. tardive	Libramont	Louvain-la-Neuve hâtive interm. tardive	
Pulvérisations	10/04 20/04	10/04 20/04	10/04 20/04	30/03 23/04	30/03 23/04	30/03 23/04	02/04 02/05	11/04 24/04	11/04 24/04
Echantillonnages Coupes	08/05 15/05	10/05 15/05	10/05 17/05	07/05 11/05	15/05 18/05	16/05 23/05	20/05 30/05	06/05 16/05	13/05 28/05
Pulvérisations	07/06 22/06	07/06 22/06	07/06 22/06	30/05 08/06	30/05 08/06	30/05 08/06	13/06 29/06	03/06 17/06	17/06 04/07
Echantillonnages Coupes	03/07 05/07	03/07 18/07	06/07 19/07	18/06 26/06	03/07 09/07	04/07 09/07	16/07 23/07	01/07 04/07	08/07 16/07
Pulvérisations	19/07 31/07	— 31/07	— 31/07	17/07 31/07	— 31/07	— 31/07	08/08 21/08	27/07 13/08	— 13/08
Echantillonnages	16/08 05/09	16/08 06/09	16/08 05/09	14/08 01/08	14/08 28/08	14/08 28/08	— 11/09	— 19/08	— 26/08
Coupes	07/09	11/09	11/09	06/08 16/08	— 29/08	— 29/08	17/09	— 05/09	— 06/09
Pulvérisations	22/09	22/09	22/09	07/09	—	—	—	—	—
Echantillonnages Pulvérisations Coupes	24/10 — 03/11	24/10 — 03/11	30/10 — 03/11	04/10 22/10 29/10	08/10 22/10 29/10	15/10 22/10 29/10	— — —	— — —	— — —

SYNGENTA CROP PROTECTION) dans 625 litres d'eau par ha, l'autre n'a reçu aucun traitement. Ce mélange est actif contre les principales maladies foliaires. Les pulvérisations ont été réalisées toutes les deux à trois semaines, le délai pouvant varier en fonction des conditions climatiques. Le pulvérisateur est un appareil à jets projetés avec mise sous pression du liquide par une pompe électrique fonctionnant avec accumulateur transportable (Précispray Simplex – Markus). La rampe (2,5m) comporte des buses à intervalles de 25 cm de manière à garantir un mouillage complet.

Avant chaque coupe, l'état phytosanitaire des parcelles a été évalué sur 20 talles prélevées aléatoirement au sein de chaque parcelle. Sur base des symptômes, les pourcentages de talles atteintes (T) ont été déterminés en fonction des maladies. De plus, à partir du relevé d'octobre 2000, les surfaces affectées (S) de l'avant-dernière feuille de 10 talles ont été estimées sur base de clés illustrées (MAFF & ADAS, 1976 ; Lam, 1983). Un indice d'infection a été calculé pour chaque parcelle et chaque maladie :  $I = T \times S / 100$ . La surface foliaire affectée totale (SFT) regroupe la surface de l'avant-dernière feuille affectée par les diverses maladies et la sénescence de ses tissus qui ne peut être attribuée à une maladie en particulier.

Les coupes ont été réalisées avec une faucheuse récolteuse pour essais (Haldrup) 4 fois par an à Louvain-la-Neuve et 3 fois par an à Libramont. Les rendements en matière fraîche et en matière sèche (séchage d'un échantillon de + 300 g pendant 48h à 70°C) ont été déterminés. Les résultats ont été exprimés en matière sèche. La qualité du fourrage a été analysée par spectroscopie dans le proche infrarouge (Lecomte *et al.*, 1996) sur un échantillon séché (48h à 70°C) et broyé (particules de moins de 1 mm). L'évolution de la digestibilité enzymatique de la matière organique (DMO), des teneurs en sucres solubles totaux (SST) et en matières protéiques totales (MPT) a été suivie.

Une analyse de la variance a été appliquée aux données de rendement et de qualité en fonction du site et pour chaque coupe. Des corrélations ont été calculées entre d'une part, les variables évaluant la fréquence d'infection avant la coupe et d'autre part, les rendements et les paramètres de qualité du fourrage. Ces analyses de données ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System).

### 3.3.1. La pression parasitaire en absence de traitement fongicide

Les observations régulières des parcelles non traitées à Libramont et à Louvain-la-Neuve ont permis de suivre l'évolution de la pression parasitaire sur le ray-grass anglais de manière plus précise que dans les prairies.

#### 3.3.1.1. Les principales maladies s'étant développées dans les essais en Haute et Moyenne Belgique

Les maladies les plus fréquemment observées dans les parcelles non traitées ont été les helminthosporioses (*Drechslera siccans* et *D. dictyoides*), les rouilles, provoquées majoritairement par *Puccinia coronata* et occasionnellement par

*P. graminis*, et la rhynchosporiose (*R. orthosporum*) (Tab. 8).

Tableau 8. Etat phytosanitaire des essais d'évaluation de l'impact des maladies sur ray-grass anglais avec (1) et sans (0) protection fongicide. Moyennes des observations de 4 relevés par an en 2000 et 2001 et de 3 relevés en 2002 réalisés sur 12 variétés en 4 répétitions à Louvain-la-Neuve et des observations de 1 relevé en 2000 et de 3 relevés en 2001 sur 10 variétés en 3 répétitions à Libramont.

Maladies	fongicide	Libramont		Louvain-la-Neuve			Moyenne						
		2000	2001	2000	2001	2002							
Nombre de talles observées		T <sup>1</sup>	I <sup>2</sup>	T	I <sup>3</sup>	T	I	T	I				
Talles infectées	0	97	81	64	58	52		70					
	1	82	48	20	20	22		38					
<i>Drechslera</i> spp.	0	92	1,7	72	4,1	31	0,1	18	0,1	23	0,1	47	1,2
	1	81	0,6	45	0,4	15	0	11	0	18	0	34	0,2
<i>Puccinia coronata</i> et <i>P. graminis</i> <sup>4</sup>	0	50	0,5	4	0	36	10,5	29	0,5	28	1,2	29	2,5
	1	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
<i>Rhynchosporium orthosporum</i>	0	3	0	23	1,0	7	0	17	2,0	12	0,1	12	0,6
	1	2	0	4	0	2	0	7	0,1	3	0	4	0
<i>Blumeria graminis</i>	0	22	0,1	0	0	2	0	1	0	0	0	5	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microdochium nivale</i>	0	1	0	0	0	11	2,0	3	0	0	0	3	0,4
	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
<i>Septoria tritici</i> var. <i>lolicola</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xanthomonas translucens</i>	0	0		0		0		0		1		0	

<sup>1</sup> T = pourcentage de talles infectées calculé sur base de l'observation de 20 talles par répétition.

<sup>2</sup> I = indice d'infection ( $I = T \times S / 100$ ) avec S = surface affectée moyenne de l'avant-dernière feuille de 10 talles.

<sup>3</sup> I calculé uniquement avec les observations du relevé de novembre.

<sup>4</sup> *P. graminis* était occasionnel (<5%)

Les helminthosporioses ont induit des indices d'infection 20 à 40 fois plus élevés à Libramont qu'à Louvain-la-Neuve. Par contre, l'inverse était observé pour les rouilles. En 2000, *P. coronata* était six fois plus fréquent à Louvain-la-Neuve qu'à Libramont et en 2001, l'indice était en Moyenne Belgique vingt fois plus élevé qu'en Haute Belgique. La rhynchosporiose observée en 2001 était d'importance semblable à Louvain-la-Neuve (T=23% et I=1%) et à Libramont (T=17% et I=2%). L'oïdium (*Blumeria graminis*) et *Microdochium nivale* ont été observés ponctuellement. L'oïdium a touché 22% de talles en 2000 à Libramont mais les symptômes foliaires

étaient peu développés ( $I=0,1\%$ ). *M. nivale* était présent sur 11% des talles en 2000 à Louvain-la-Neuve ( $I=2\%$ ). La septoriose (*Septoria tritici* var. *lolicolae*) et le flétrissement bactérien (*Xanthomonas translucens* pv. *graminis*) ont été observés mais ces maladies sont restées très sporadiques.

### 3.3.1.2. Variations saisonnières de la pression parasitaire

Sur chaque site, la pression parasitaire et l'importance relative des différentes maladies étaient fortement influencées par les saisons (Fig. 2). Des variations annuelles ont également été observées.

**Libramont** Au printemps (relevé du 20/05/01), la pression parasitaire a été la plus faible de l'année avec 52% de talles infectées et une SFT de 6%. Les maladies observées étaient les helminthosporioses avec des taches foliaires très discrètes et la rhynchosporiose avec des symptômes foliaires plus étendus.

En été (relevé du 16/07/01), les helminthosporioses s'étaient développées par rapport au relevé précédent et touchaient la majorité des talles. La rhynchosporiose affectait une surface foliaire moins grande mais était aussi fréquente qu'au printemps.

En automne (relevés du 25/09/00 et du 11/09/01), la pression des maladies était la plus forte : respectivement en 2000 et en 2001, 97% et 100% des talles étaient infectées avec des SFT de 10% et 41%. Les helminthosporioses en étaient les principales responsables en 2000 ( $I=2\%$ ) et surtout en 2001 ( $I=10\%$ ). Les rouilles s'étaient également développées : en 2000, elles touchaient la moitié des talles mais provoquaient des taches discrètes et en 2001, elles étaient plus rares. La rhynchosporiose a été détectée en 2000 et elle était plus fréquente en 2001 mais les taches foliaires sont toujours restées très limitées. En 2000, l'oïdium était fréquent mais les symptômes étaient peu développés et *M. nivale* a été observé de façon exceptionnelle.

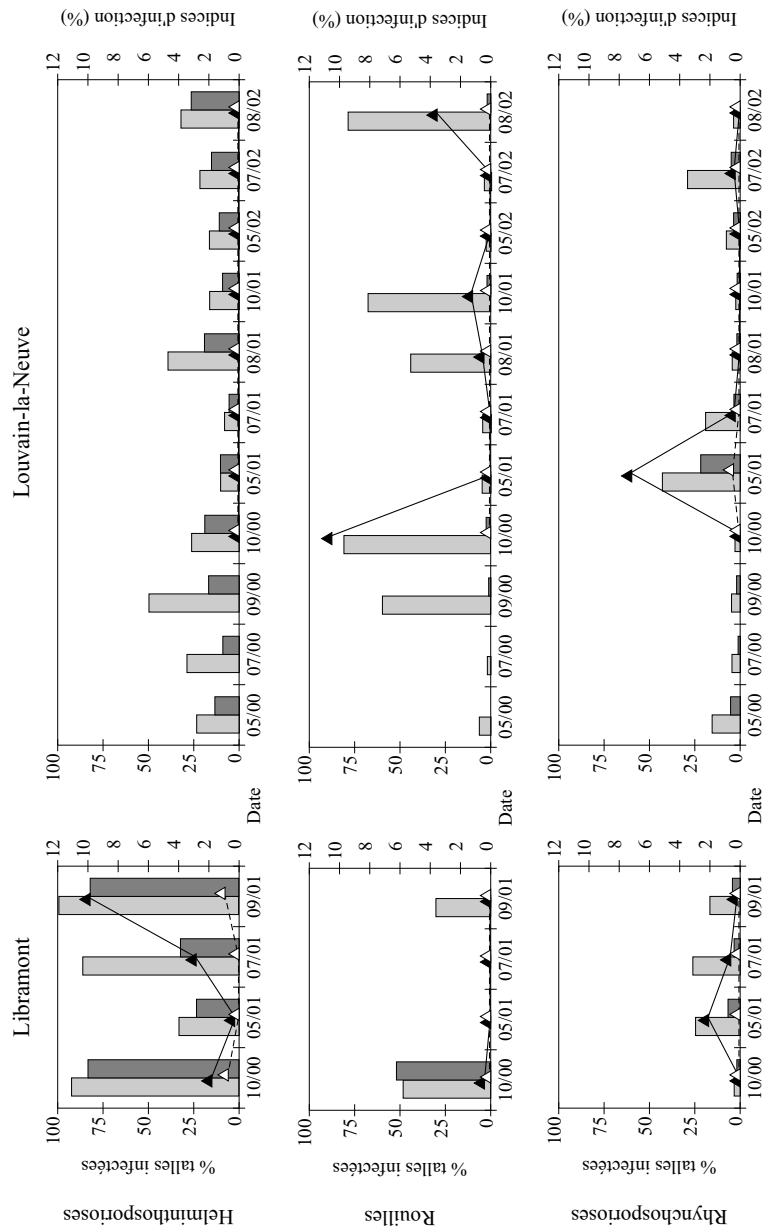
**Louvain-la-Neuve** Au printemps (relevés des 05/00, 05/01, 05/02), la pression des maladies était intermédiaire à celles d'été et d'automne en 2000 et 2001 mais la plus faible de l'année en 2002. Les helminthosporioses étaient présentes mais les taches sont restées très limitées. La rhynchosporiose, observée de façon discrète en 2000 et 2002, s'était bien développée en 2001. Quelques talles étaient atteintes de rouilles et d'oïdium.

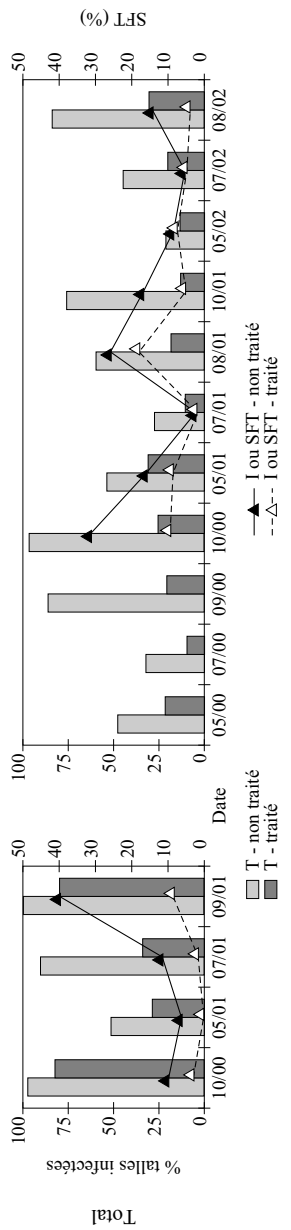
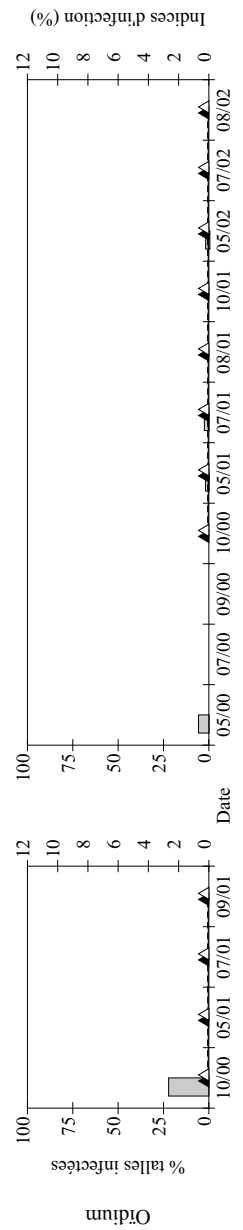
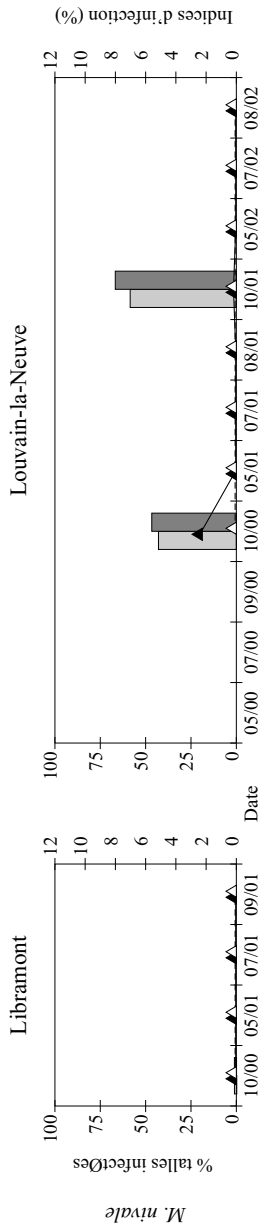
Au début de l'été (relevés des 07/00, 07/01, 07/02), la fréquence d'infection était la plus faible de l'année en 2000 et en 2001 tandis qu'elle était un peu plus élevée qu'au printemps en 2002.

A la fin de l'été (relevés des 09/00 ; 08/01 ; 09/02), la situation phytosanitaire était moins bonne qu'au printemps, la majorité des talles étaient infectées. Les rouilles s'étaient développées chaque année mais surtout en 2002. Les helminthosporioses, toujours discrètes, étaient plus fréquentes qu'aux relevés de printemps et de début d'été.

En automne (relevés des 10/00 et 10/01), la fréquence d'infection avait encore augmenté par rapport à la fin de l'été. Les rouilles et *M. nivale* en étaient les

Figure 2. Evolution du pourcentage de talles infectées (I), de l'indice d'infection (I) par diverses maladies d'origine fongique ainsi que de la surface foliaire affectée par l'ensemble de celles-ci et de la sénescence (SFT) dans des parcelles de ray-grass anglais avec ou sans traitement fongicide.





Moyennes calculées sur base des observations de présence de maladies sur 20 talles et de la surface affectée de l'avant-dernière feuille de 10 talles prélevées dans des parcelles de 12 variétés en 4 répétitions à Louvain-la-Neuve et 10 variétés en 3 répétitions à Libramont.

principaux responsables, surtout en 2000 où l'indice des rouilles était de 11% et celui de *M. nivale* de 2%. La rouille était encore fréquente en 2001 mais nettement plus discrète qu'en 2000 et *M. nivale* était présent mais plus rare. Les helminthosporioses étaient moins fréquentes qu'aux relevés de fin d'été et les symptômes foliaires étaient toujours très limités. La rhynchosporiose était presque absente.

### 3.3.2. Effets de la protection fongicide sur la pression parasitaire

Les pulvérisations de fongicides ont permis de diminuer fortement l'incidence des maladies (Tab. 8). L'effet du fongicide était plus marqué sur les indices que sur les fréquences d'infection de la rhynchosporiose et surtout des helminthosporioses. Ces dernières étaient encore relativement fréquentes dans les parcelles traitées (Fig. 2), principalement en automne à Libramont où leur développement a été favorisé, mais les taches sont restées très limitées. Par contre, les symptômes de rouilles étaient exceptionnels dans les parcelles traitées. Les autres maladies déjà rares dans les parcelles témoins étaient quasi absentes dans les parcelles traitées. La SFT a été réduite par les traitements de fongicides de 59+30% en moyenne. L'effet était surtout marqué en fin d'été et en automne au moment où la pression parasitaire était la plus élevée.

### 3.3.3. L'impact des maladies sur les rendements en matière sèche

La production présentait une forte croissance au printemps et au début de l'été mais était nettement moins importante en fin d'été et en automne (Fig. 3). La protection fongicide a permis d'augmenter les rendements en matière sèche de 8% en moyenne (Tab. 9). L'augmentation de la production avec la protection fongicide a cependant varié en fonction du site, de l'année et des saisons auxquels est associée une pression parasitaire.

Tableau 9. Impact des maladies sur ray-grass anglais à Louvain-la-Neuve (12 variétés en 4 répétitions x 4 coupes en 2000 et 2001 et 3 coupes en 2002) et à Libramont (10 variétés en 3 répétitions x 3 coupes) révélé par la différence de rendement en matière sèche avec ou sans protection fongicide. L'effet de la protection fongicide est indiqué : \*\* hautement significatif ( $p < 0,01$ ).

	Rendements moyens annuels en matière sèche (t/ha)			
	Libramont		Louvain-la-Neuve	
	2001	2000	2001	2002
Parcelles non traitées	8,8	19,7	18,5	14,3
Parcelles traitées	9,5	21,6	20,4	15,2
Gain relatif (%)	8**	9**	10**	6**



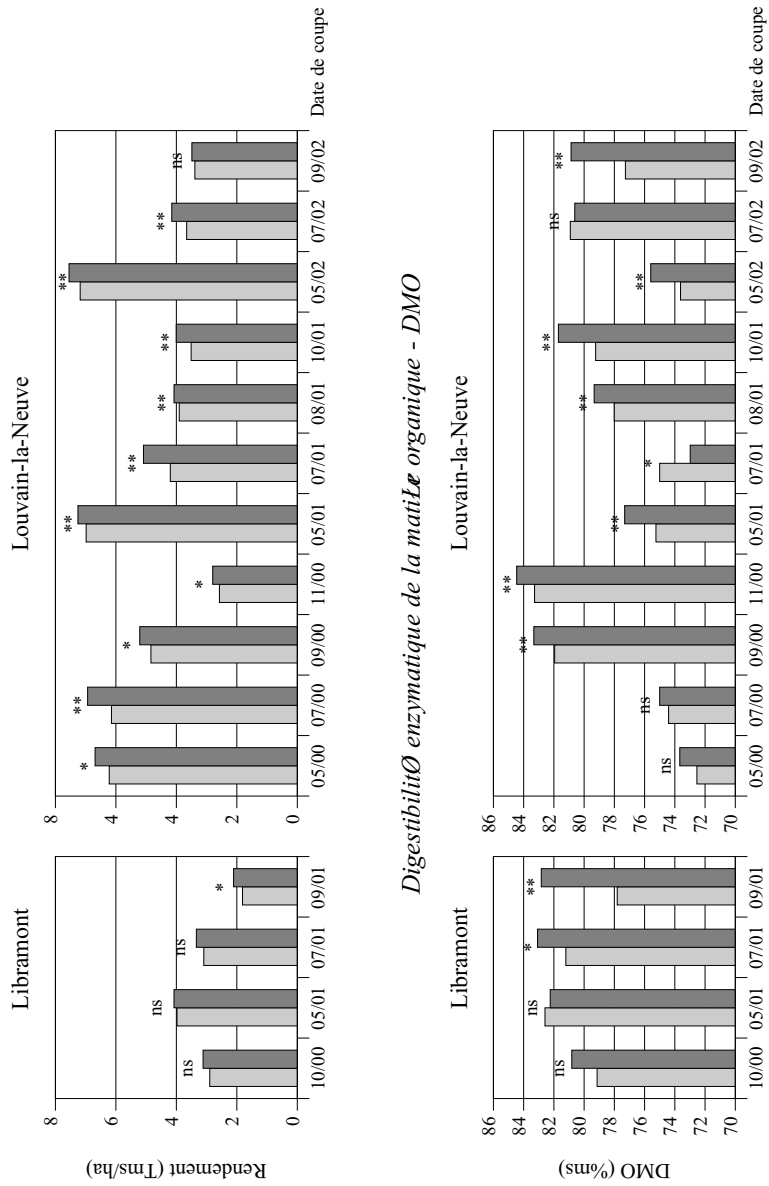
**Libramont** Une hausse significative du rendement en matière sèche de 18% a été obtenue avec la protection fongicide à la dernière coupe en septembre 2001. Les rendements en matière sèche étaient à chaque coupe corrélés négativement aux fréquences d'infection par les helminthosporioses observées quelques jours avant la récolte. La meilleure corrélation a été obtenue au moment du développement maximal de cette maladie avant la coupe de septembre 2001 ( $r=-0,62$  ;  $p<0,0001$ ). Les rendements de fin de saison étaient également négativement corrélés aux fréquences d'infection de rouilles en 2000 ( $r=-0,31$  ;  $p=0,0178$ ) et en 2001 ( $r=-0,29$  ;  $p=0,0269$ ).

**Louvain-la-Neuve** Les rendements ont été à chaque coupe significativement plus élevés dans les parcelles protégées par rapport aux parcelles non protégées, à l'exception de la coupe de fin d'été en 2002. Les gains de rendements variaient en fonction des coupes. Au printemps, ils étaient les plus faibles de l'année (7% en 2000, 4% en 2001 et 5% en 2002) tandis qu'au début de l'été, ils étaient les plus élevés (13% en 2000, 21% en 2001 et 12% en 2002). En fin d'été, ils étaient intermédiaires à ceux du printemps et du début de l'été (8% en 2000, 6% en 2001) mais plus faibles qu'en fin de saison (9% en 2000 et 14% en 2001). Les rendements en matière sèche de la troisième coupe en 2002 n'ont pas été augmentés par la protection fongicide, à cause d'une réduction de la teneur en matière sèche de 8% contrebalançant une augmentation du rendement en matière fraîche de 12%. Les rendements en matière sèche étaient en général négativement corrélés aux fréquences d'infection des maladies évaluées avant la coupe. Les meilleures corrélations ont été obtenues en automne 2001 avec les fréquences d'infection des rouilles ( $r=-0,65$  ;  $p<0,0001$ ) et de *M. nivale* ( $r=-0,47$  ;  $p<0,0001$ ) et en fin d'été 2000 avec les fréquences d'infection des helminthosporioses ( $r=-0,37$  ;  $p=0,0007$ ) et des rouilles ( $r=-0,38$  ;  $p=0,0006$ ). Les corrélations entre les fréquences d'infection de rouilles et de *M. nivale* observées en octobre 2000 et les rendements de la coupe suivant le relevé étaient faibles mais significatives ( $r=-0,23$  et  $r=-0,24$  ;  $p<0,05$ ), tandis que les corrélations avec les rendements de la première coupe en 2001 n'étaient pas significatives. Dans d'autres cas, des effets décalés ont été observés : en 2001, les rendements de la première coupe n'étaient pas corrélés aux fréquences d'infection de la rhynchosporiose qui était bien développée au relevé de mai. Par contre, les rendements de la coupe suivante l'étaient négativement ( $r=-0,37$  ;  $p=0,0002$ ).

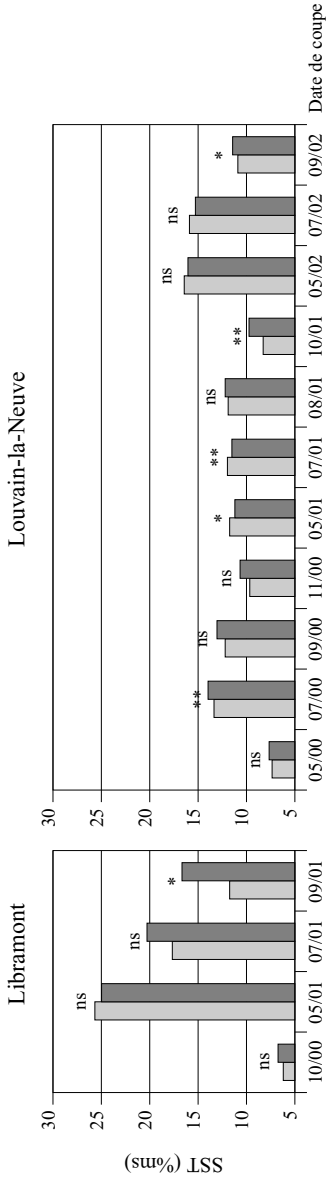
### 3.3.4. L'impact des maladies sur la qualité fourragère

Les échantillons de fourrage prélevés à chaque coupe dans des parcelles protégées ou non par des traitements fongicides ont été soumis à la spectroscopie procheinfrarouge. Ceci a permis de préciser l'impact des maladies sur des paramètres importants de la qualité fourragère comme la digestibilité enzymatique de la matière organique, la teneur en sucres solubles et les matières protéiniques totales.

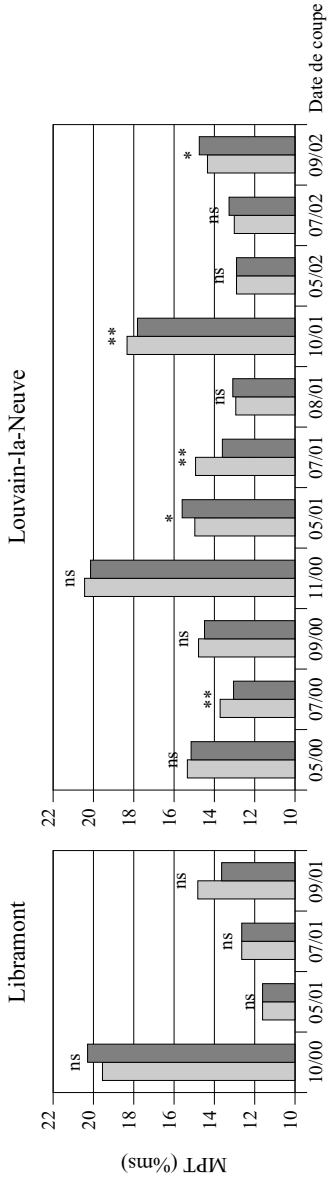
Figure 3. Effet des traitements fongicides sur l'évolution des rendements en matière sèche du fourrage récolté dans des parcelles de ray-grass anglais.



### Teneurs en sucres solubles totaux - SST



### Matières protéiques totales - MPT



Moyennes calculées sur base des mesures réalisées sur 12 variétés en 4 répétitions à Louvain-la-Neuve et 10 variétés en 3 répétitions à Libramont.  
 ns effet non significatif de la protection fongicide  
 \* effet significatif de la protection fongicide  
 \*\* effet hautement significatif de la protection fongicide

### 3.3.4.1. Digestibilité enzymatique de la matière organique (DMO)

**Libramont** Les maladies ont diminué de manière significative la DMO, la protection fongicide permettant un gain de 2% en juillet et de 6% en septembre 2001 (Fig. 3). La DMO des fourrages était négativement corrélée aux maladies observées avant la coupe excepté au printemps 2001. A la coupe de juillet, elle était négativement corrélée aux fréquences d'infection d'helminthosporioses ( $r=-0,45$  ;  $p=0,0003$ ). En septembre 2001, elle était négativement corrélée aux fréquences d'infection d'helminthosporioses ( $r=-0,66$  ;  $p<0,0001$ ), de rhynchosporiose ( $r=-0,58$  ;  $p<0,0001$ ) et des rouilles ( $r=-0,46$  ;  $p=0,0002$ ).

**Louvain-la-Neuve** A partir de la troisième coupe en septembre 2000, la protection fongicide a augmenté de manière significative ( $p<0,01$ ) la DMO du fourrage de 1% à 5%, excepté en juillet 2001 et 2002. Lorsqu'elle était influencée par la protection fongicide, la DMO était négativement corrélée aux fréquences d'infection des maladies observées avant la récolte. Les meilleures corrélations ( $p<0,0001$ ) ont été observées en fin d'été avec les fréquences d'infection d'helminthosporioses ( $r=-0,61$  en 2000 ;  $r=-0,52$  en 2001 ;  $r=-0,44$  en 2002) et de rouilles en 2000 ( $r=-0,36$  ;  $p=0,0010$ ) et 2002 ( $r=-0,44$ ), ainsi qu'en automne avec celles de rouilles ( $r=-0,49$  en 2000 et  $r=-0,48$  en 2001) et de *M. nivale* ( $r=-0,46$  en 2000).

### 3.3.4.2. Sucres solubles totaux (SST)

**Libramont** Les SST ont été légèrement augmentés par la protection fongicide en juillet 2001 (13% ;  $p=0,0595$ ) et plus significativement (42% ;  $p=0,0218$ ) en septembre 2001. Ils étaient en juillet ( $p<0,0010$ ) et surtout en septembre ( $p<0,0001$ ) négativement corrélés aux helminthosporioses (respectivement  $r=-0,42$  et  $r=-0,52$ ) et à la rhynchosporiose (respectivement  $r=-0,34$  et  $r=-0,51$ ). En septembre, ils étaient également négativement corrélés aux rouilles ( $r=-0,48$  ;  $p<0,0001$ ).

**Louvain-la-Neuve** Les SST ont été augmentés par la protection fongicide en fin de saison : de 10% en novembre 2000 ( $p=0,0163$ ), de 20% en octobre 2001 ( $p=0,0069$ ) et de 7% en septembre 2002 ( $p=0,0489$ ). De plus, une hausse de 4% a été observée dès juillet 2000 avec la protection fongicide ( $p=0,0163$ ). Les SST des fourrages coupés en fin d'été et en automne 2000 et 2001 étaient négativement corrélés ( $p<0,0010$ ) aux fréquences d'infection de rouilles (en 2000  $r=-0,34$  et en 2001  $r=-0,49$ ) et de *M. nivale* ( $r=-0,27$  en 2000 et 2001) observées avant les coupes.

### 3.3.4.3. Matières protéiques totales (MPT)

**Libramont** Les MPT n'ont, à aucune coupe, été significativement influencées par la protection fongicide. En fonction des coupes, des corrélations positives ou négatives avec les maladies étaient observées.

**Louvain-la-Neuve** La protection fongicide a entraîné une diminution des MPT en juillet 2000, en juillet 2001 et en octobre 2001 ( $p<0,01$ ). Par contre en mai 2001 ( $p=0,0436$ ) et en septembre 2002 ( $p=0,0356$ ), les MPT étaient augmentées dans les parcelles traitées par rapport aux parcelles non traitées. Dans le premier cas, les MPT

étaient positivement mais faiblement corrélées ( $p < 0,05$ ) aux fréquences d'infection des maladies. Dans le deuxième cas, les MPT n'étaient pas corrélées ou faiblement et négativement aux maladies observées avant la coupe ( $p < 0,03$ ).

### 3.4. DISCUSSION

#### 3.4.1. Les maladies courantes sur ray-grass anglais

Les helminthosporioses ont été les maladies les plus fréquentes sur ray-grass anglais en prairies et dans les champs d'essais, avec en moyenne respectivement 36% et 47% de talles infectées. Elles sont également très communes dans différents pays européens (Mäkelä, 1971 ; Heard & Roberts, 1975 ; Labruyère, 1977 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Michel *et al.*, 2000). Leur importance a varié en fonction de l'année, de la saison et du site. Elles ont été observées durant toute la saison de croissance (avril à novembre) et dans toutes les prairies et champs d'essais. Des dégâts nettement plus importants ont été observés dans le champ d'essais à Libramont (Haute Belgique) qu'à Louvain-la-Neuve (Moyenne Belgique). A Libramont, les symptômes déjà fréquents au printemps se sont aggravés en cours d'année pour atteindre un développement maximum en fin de saison. Dans les prairies de Région wallonne et dans le champ d'essais à Louvain-la-Neuve, la fréquence d'infection atteint généralement un pic en août. Des observations similaires ont été réalisées en Grande-Bretagne où *D. dictyoides* et/ou *D. siccans* étaient presque toujours présents en prairies et durant toute la période de pâturage, les dégâts les plus importants étant observés en août - septembre (Heard & Roberts, 1975). Ces maladies sont favorisées dans les prairies denses et hautes de ray-grass anglais (Latch, 1965), par une faible intensité lumineuse ou un ombrage (Lukens, 1970 ; Gibbs & Wilcoxson, 1972) ainsi que par une forte humidité (Wilkins, 1973). Elles se propagent dans un champ par les éclaboussures de pluie et le vent (Smith *et al.*, 1989). La différence de gravité des symptômes observée entre les essais à Libramont et Louvain-la-Neuve peut être liée à divers facteurs. Les précipitations moyennes journalières ont été, quel que soit le mois entre juin 2000 et octobre 2001, plus élevées à Libramont qu'à Louvain-la-Neuve (base de données météo PAMESEB). Une autre cause d'hétérogénéité pourrait être le taux de contamination des lots de semences. En effet, *D. siccans* et *D. dictyoides* sont transmis par les semences et peuvent provoquer une inhibition de germination, une fonte de semis ou être la source d'infections foliaires (Mäkelä, 1971 ; Labruyère, 1977). Par ailleurs, des différences de susceptibilité existent entre variétés (Labruyère, 1977 ; Vanbellinghen *et al.*, 1999 et 2000) mais quelle que soit la variété, les symptômes ont été plus sévères à Libramont qu'à Louvain-la-Neuve.

La rouille couronnée provoque régulièrement des dégâts en Belgique et plus généralement en Europe et dans les régions tempérées du monde (Potter *et al.*, 1990 ; Thomas, 1991 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Ghesquière & Reheul, 1996 ; O'Rourke, 1975).

Elle se manifeste surtout en fin d'été et en automne. En Région wallonne, elle a en effet été observée dans les prairies et dans les champs d'essais principalement à partir du mois d'août et les symptômes se sont aggravés en septembre et octobre. En moyenne, elle était présente sur 15% des talles en prairies et 29% dans les champs d'essais. Contrairement aux helminthosporioses, la rouille couronnée était plus fréquente et les symptômes plus développés à Louvain-la-Neuve qu'à Libramont. Le climat plus rude en Haute qu'en Moyenne Belgique raccourcit la période d'exploitation végétale et le nombre de coupes. Par conséquent, à partir du mois d'août, un seul relevé phytosanitaire et une seule récolte ont été réalisés à Libramont tandis qu'à Louvain-la-Neuve, deux relevés phytosanitaires et deux coupes ont été effectués. La période de végétation prolongée en fin de saison augmente donc l'importance de cette maladie en Moyenne Belgique. De plus, les conditions climatiques plus douces qu'en Haute Belgique y favorisent la rouille couronnée. En effet, les spores de rouilles se disséminent surtout par temps chaud, sec et venteux ; leur germination est favorisée à 17-20°C et la sporulation est maximale à 20°C, 10 jours après la germination (Raynal *et al.*, 1989). Ainsi, durant la période comprise entre la deuxième coupe et 10 jours avant le relevé phytosanitaire précédant la troisième coupe, le nombre de jours sans précipitation et associés à des températures dépassant 15°C était de 7 pour les variétés hâtives et de 10 pour les autres variétés à Louvain-la-Neuve, alors qu'il était zéro à Libramont. La dissémination et la germination des spores ont ainsi été favorisées à Louvain-la-Neuve. De plus, la température moyenne durant les 10 jours précédant l'échantillonnage était de 20°C pour les variétés hâtives et de 21°C pour les autres variétés à Louvain-la-Neuve, tandis qu'elle n'était que de 11°C à Libramont. La sporulation et l'expression des symptômes ont donc été favorisées également sur le premier site. Par ailleurs, des différences de susceptibilité entre variétés existent mais elle n'expliquent pas les différences de degré d'attaque observées entre les deux champs d'essais. Le moment de la coupe peut de même être un facteur primordial: une coupe effectuée au début d'une épidémie de rouille permet parfois une repousse saine tandis que si on laisse évoluer la maladie, les dégâts peuvent être importants.

La rhynchosporiose était courante sur ray-grass anglais, touchant en moyenne 13% des talles en prairies et 12% des talles dans les deux champs d'essais. Elle était fréquente au printemps et au début de l'été mais devenait rare et discrète en fin d'été et en automne. En Grande Bretagne, cette maladie est fréquente surtout sur ray-grass italien et est le plus souvent observée en mars et en mai (Johnson, 1991 ; Thomas, 1991 ; Lam, 1985). Elle est favorisée par temps humide et plutôt frais (Raynal *et al.*, 1989). L'importance de cette maladie était équivalente dans les champs d'essais de Haute et Moyenne Belgique.

L'oïdium et *M. nivale* ont été relativement rares en prairies et dans les champs d'essais. *M. nivale* s'est développée surtout en fin de saison et était plus fréquent en Moyenne qu'en Haute Belgique, malgré son adaptation à de basses températures.

Le flétrissement bactérien a été détecté en prairies surtout en été et sporadiquement

chaque année. Dans les champs d'essais, il a été observé sur quelques talles chaque année mais surtout en 2002 à Louvain-la-Neuve. Malgré sa faible fréquence d'observation, cette maladie ne peut être négligée du fait de son haut pouvoir pathogène et du fait qu'elle est difficile à détecter puisqu'elle provoque la disparition des plantes en conditions favorables : humidité élevée pour la dissémination et l'infection des plantes, chaleur et sécheresse pour le développement des symptômes (Leyns, 1993).

### 3.4.2. L'impact des maladies sur les rendements et la qualité du raygrass anglais

La comparaison entre parcelles protégées ou non avec des traitements fongicides réguliers et polyvalents a permis d'évaluer l'impact des maladies à Louvain-la-Neuve et à Libramont, même si le contrôle des maladies n'était pas complet.

A Libramont, le rendement en matière sèche a été augmenté de 18% par les traitements fongicides au moment du développement intense des helminthosporioses.

A Louvain-la-Neuve, les rendements en matière sèche ont été améliorés par la protection fongicide à chaque coupe de 4% à 21%, excepté celle de fin d'été 2002. Des corrélations négatives ont été observées entre les gains de rendement en matière sèche et l'état phytosanitaire, mais non systématiquement, et les coefficients n'étaient jamais très élevés. La relation entre l'indice d'infection et les pertes de rendements est ainsi complexe. Les surfaces foliaires visiblement atteintes ne reflètent qu'imparfaitement les altérations physiologiques induites par diverses maladies. Les taches limitées de *D. siccans* provoquent ainsi des changements métaboliques de même amplitude que des taches étendues de *Rhynchosporium* (Lam, 1985). En outre, le relevé phytosanitaire juste avant la coupe ne reflète pas toujours l'ensemble de la pression parasitaire exercée durant la période de croissance. Les maladies observées avant une coupe peuvent finalement avoir un effet plus marquant sur une récolte ultérieure. La vigueur de la repousse du dactyle est ainsi liée à la surface foliaire verte restante et à la réserve en hydrates de carbone dans les chaumes (Ward & Blaser, 1961). La rouille couronnée, les helminthosporioses et la rhynchosporiose diminuent les réserves d'hydrates de carbone et augmentent la quantité de tissu mort chez les ray-grass (Lancashire & Latch, 1966; Lam, 1985). Une diminution de la repousse est encore observée au moins deux coupes après une infection importante de rouille (Potter, 1987).

Nous devons, par ailleurs, nous interroger sur un éventuel effet de maintien plus long de la surface verte induite par les fongicides sur le ray-grass. Un tel effet a été démontré chez le blé en fin de saison (Gerhard *et al.*, 1998). La fréquence élevée des coupes du recrû avant la maturité des talles, de même que les augmentations réduites des rendements en absence de maladie suggèrent néanmoins que cet effet interfère peu dans l'évaluation de l'impact des maladies dans les essais sur ray-grass.

Il apparaît en définitive que les maladies diminuent les rendements mais

l'amplitude de l'effet est la résultante de divers facteurs.

Les essais de protection fongicide ont par ailleurs démontré l'impact des maladies sur des paramètres de qualité des fourrages. Ainsi, à Libramont, le contrôle partiel des helminthosporioses à la coupe de septembre 2001 a permis une augmentation de la DMO de 6% et des SST de 42%. A Louvain-la-Neuve, la DMO a été augmentée par la protection fongicide dans la majorité des cas et elle était négativement corrélée aux maladies observées avant la coupe, surtout en automne au moment où la pression parasitaire était la plus grande. La réduction de digestibilité peut être attribuée à la réduction des SST, observée dans les parcelles non protégées par rapport aux parcelles qui l'étaient, particulièrement en fin de saison. Comme à Libramont, des résultats contradictoires ont été observés pour les matières protéiques qui ont été soit diminuées, soit inchangées, soit augmentées par la protection fongicide. Des observations similaires ont été signalées par différents chercheurs : l'azote total de ray-grass anglais infecté par *D. siccans* ou *Rhynchosporium* spp. était soit augmenté soit inchangé (Lam, 1985) et dans le cas de ray-grass italien infecté par la rouille couronnée, il était diminué (Isawa *et al.*, 1974). Ces résultats ouvrent des perspectives de recherche pour éclaircir les relations biochimiques entre les graminées de prairies et leurs pathogènes foliaires.

Il est important de réaliser que l'effet des maladies sur la qualité peut être amplifié par la mauvaise appétence de l'herbe qu'elles engendrent. Il a en effet été observé que les moutons et les vaches rejettent l'herbe rouillée (Latch, 1965 ; Heard & Roberts, 1975) ce qui peut raccourcir la durée de la période de pâturage dans une prairie tout en favorisant l'amplification de l'épidémie.

### 3.5. CONCLUSIONS

Les observations de 1997 à 1999 dans 22 prairies réparties sur des sites représentatifs de la Région wallonne ont permis d'obtenir des données qualitatives et quantitatives quant à la flore et l'occurrence des diverses maladies. Des observations dans des parcelles d'essais situées à Louvain-la-Neuve ont été utiles pour l'identification de pathogènes sur les ray-grass, le dactyle et la fléole. Dix-huit espèces de graminées ont été recensées dans l'ensemble des prairies. Parmi celles-ci, le ray-grass anglais, excellente graminée fourragère, était l'espèce largement dominante. D'autres espèces de bonne valeur fourragère telles que le dactyle, la fléole, le ray-grass italien, le pâturin des prés étaient également présentes. La majorité des maladies de graminées prairiales recensées dans la littérature européenne (O'Rourke, 1976 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Michel *et al.*, 2000) a été observée. Vingt et une espèces de champignons appartenant à 15 genres différents et une espèce de bactérie ont été reconnues pathogènes sur 16 espèces de graminées. Les rouilles, les helminthosporioses, les rhynchosporioses, l'oïdium et *M. nivale*, principal agent de la pourriture des neiges, ont été observés chaque année et ces maladies ont touché une



large gamme d'hôtes. Les mastigosporioses ont été rencontrées chaque année sur dactyle et vulpin des prés. L'hétérosporiose a également été trouvée chaque année spécifiquement sur la fléole. *X. translucens*, responsable du flétrissement bactérien, a été observé sur diverses graminées et en particulier chaque année sur ray-grass anglais.

Sur base des observations du début du printemps à la fin de l'automne, en prairies (de 1997 à 1999) et dans les deux champs d'essais en Haute et Moyenne Belgique (de 2000 à 2002), les maladies les plus courantes sur ray-grass anglais sont les helminthosporioses (*D. dictyoides* et *D. siccans*), les rouilles (*P. coronata* et exceptionnellement *P. graminis*) et la rhynchosporiose (*R. orthosporum*) observées dans tous les sites. *X. translucens* pv. *graminis* et *S. tritici* étaient rares. L'importance de ces maladies varie en fonction des saisons, des années et est liée à la région pédoclimatique. Ainsi, les helminthosporioses, dont la fréquence d'infection atteint généralement un pic en août, se sont nettement mieux développées en Haute Belgique qu'en Moyenne Belgique. Par contre, la rouille couronnée, qui provoque des dégâts à la fin de l'été et en automne, a été favorisée en Moyenne Belgique par rapport à la Haute Belgique. Les rhynchosporioses ont été observées essentiellement au printemps et au début de l'été et leur importance était équivalente dans les deux régions.

Les rendements en matière sèche du ray-grass anglais sont diminués par les maladies qui s'y développent, à différents moments de l'année et tant en Haute qu'en Moyenne Belgique. A Libramont, la perte s'est élevée à 18% de matière sèche au moment où les helminthosporioses s'étaient particulièrement bien développées. A Louvain-la-Neuve, les pertes en matière sèche ont été évaluées entre 4 et 21%. La relation entre ces pertes et l'état phytosanitaire apparaît néanmoins complexe.

La qualité du fourrage est également réduite par les maladies principalement en fin de saison. Les pertes de digestibilité ont varié de 1% à 6% en fonction du site et de la coupe. Les diminutions en sucres solubles se situent entre 4% et 42%. Les pertes maximales en digestibilité et en sucres solubles ont été observées au moment du développement des helminthosporioses à Libramont.

Vu les réductions significatives et régulières du rendement et de la qualité fourragère du ray-grass anglais par les helminthosporioses, rouilles et rhynchosporioses, le contrôle de l'ensemble de ces maladies apparaît comme judicieux dans la gestion des prairies. Les variations d'intensité selon les saisons et localités plaident a priori pour une approche intégrée contre l'ensemble de ces maladies, avec éventuellement une modulation de l'ordre de priorité selon les localités.



## 4. Diminuer l'impact des maladies par le choix variétal

---

### 4.1. INTRODUCTION

L'installation d'une prairie se réalise généralement par le semis d'un mélange de différentes espèces et/ou variétés. Le choix des espèces est basé sur le mode d'exploitation de la prairie et leur valeur agronomique : rendement, appétence, souplesse d'exploitation, valeur nutritive et persistance. Le choix variétal est motivé par la date d'épiaison, surtout importante pour le ray-grass anglais, le rendement en matière sèche, la persistance, la rapidité de développement printanier, la valeur alimentaire et la résistance à l'hiver. En ce qui concerne l'aspect phytosanitaire, seule la résistance des variétés de ray-grass anglais à la rouille couronnée est prise en considération lors de l'inscription au catalogue belge des variétés de graminées fourragères (De Vlieghe *et al.*, 1996). Le choix des variétés pourrait être un moyen pour diminuer les effets des autres maladies courantes sur graminées fourragères et particulièrement sur ray-grass anglais.

Les ray-grass anglais ont une bonne qualité fourragère et peuvent pratiquement convenir à tous les types d'exploitation, tant la gamme de précocité est grande (Luxen, 1994). Sur base de ce critère, les variétés sont réparties en trois types : les variétés hâtives, les variétés intermédiaires et les variétés tardives. Les variétés hâtives ont un développement printanier plus rapide mais elles ne permettent qu'une courte période de pâturage en raison de l'apparition des tiges et par conséquent de refus. Elles sont donc plutôt destinées à la fauche tandis que les variétés intermédiaires et tardives conviennent mieux au pâturage grâce à leur souplesse d'exploitation plus grande. Les variétés de ray-grass anglais sont également caractérisées par le degré de ploïdie : les variétés tétraploïdes se distinguent des variétés diploïdes par la taille plus grande de leurs tiges et de leurs feuilles et par un rendement en matière fraîche plus important, contrebalancé par une teneur en matière sèche plus faible. Dans le catalogue belge des graminées fourragères, il est rapporté que les variétés tétraploïdes ont généralement une meilleure résistance à la rouille (De Vlieghe *et al.*, 1996).

Dans l'optique de limiter l'incidence des principales maladies présentes en prairies de Région wallonne (Chap. 3) telles que la rouille couronnée, les helminthosporioses,

la rhynchosporiose et le flétrissement bactérien, des évaluations variétales ont été réalisées en conditions naturelles d'infection et en conditions contrôlées. Elles permettront, dans le cas de la mise en évidence de différences de susceptibilité, d'intégrer ce critère supplémentaire dans le choix variétal lors de l'installation d'une prairie.

#### 4.2. EVALUATION DE LA SUSCEPTIBILITÉ DE VARIÉTÉS DE RAY-GRASS ANGLAIS AUX PRINCIPALES MALADIES CRYPTOGAMIQUES EN HAUTE ET MOYENNE BELGIQUE

La susceptibilité des variétés diploïdes et tétraploïdes de ray-grass anglais aux maladies naturellement présentes a été évaluée entre 1997 et 2002 dans différents essais établis en Haute (HB) et Moyenne Belgique (MB) dont les essais « variétésfongicide » (Chap. 3.3.) ; les autres essais sont qualifiés d'essais « variétés ». Les caractéristiques pédo-climatiques des champs d'essais sont reprises dans le tableau 10. Les variétés observées ont été sélectionnées par différents obtenteurs dont la référence suivante est reprise dans le texte : Advanta (Adv), Barenbrug (Ba), Cebeco (Ce), un obtenteur danois (DLF), le Département de génétique et d'amélioration végétale du CLO à Merelbeke – Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (DvP).

Tableau 10. Caractéristiques pédo-climatiques des parcelles de variétés de raygrass anglais.

Pour le suivi des maladies, des échantillonnages aléatoires ont été réalisés pour chaque variété. La méthode utilisée et le calendrier des observations sont repris dans

Lieu	Louvain-la-Neuve	Michamps	Libramont
Région agricole	sablo-limoneuse	Ardennes	Ardennes
Altitude (m)	120	500	440
Sol	Limon fin argileux	Limon fin	Limon caillouteux
Fumure annuelle N-P-K (kg/ha)	340-100-150	220-100-120	270-126-270
Précipitations moy. annuelles (mm)	800	1010	1084
T° moy. annuelle (°C)	9	7	7

le tableau 11. Sur base des symptômes, les pourcentages de talles atteintes (T) par les rouilles, les helminthosporioses et les rhynchosporioses ont été déterminés. Sur 10 talles par parcelle, les surfaces foliaires de l'avant-dernière feuille affectées par ces maladies (%) (S) ont été estimées sur base de clés illustrées (MAFF & ADAS, 1976 ;

Tableau 11. Calendrier des observations phytopathologiques effectuées sur des variétés de ray-grass anglais dans des essais implantés à Louvain-la-Neuve (LIN), à Michamps (Mi) et à Libramont (Li) et méthodes d'échantillonnage utilisées.

Précocité Lieu année	Essai variétés hâtes			Essai variétés intermédiaires et tardives			Essai variétés/fongicide						
	hâte date	TxB		intermédiaire date	TxB	tardive date	hâtive date	TxB	intermédiaire date	TxB	tardive date	TxB	
LIN 1997	7/10	10x3		11/09	10x4	15/09	10x4						
1998	2/10	10x3		22/09	10x4	28/09	10x3						
1999	4/10	30x3		6/09	30x4	7/09	30x4						
2000	—	—		4/10	30x4	4/10	30x4	8/05	20x4	10/05	20x4	10/05	20x4
	—	—		—	—	—	—	3/07	20x4	3/07	20x4	6/07	20x4
	—	—		—	—	—	—	5/09	20x4	6/09	20x3	5/09	20x3
	—	—		—	—	—	—	24/10	20x4	24/10	20x4	30/10	20x4
2001	—	—		—	—	—	—	7/05	20x4	15/05	20x4	16/05	20x4
	—	—		—	—	—	—	18/06	20x4	3/07	20x4	4/07	20x4
	—	—		—	—	—	—	1/08	20x4	28/08	20x4	28/08	20x4
	—	—		—	—	—	—	4/10	20x4	8/10	20x4	15/10	20x4
2002	—	—		—	—	—	—	6/05	20x4	13/05	20x4	13/05	20x4
	—	—		—	—	—	—	1/07	20x4	8/07	20x4	8/07	20x4
	—	—		—	—	—	—	19/08	20x4	26/08	20x4	26/08	20x4
Mi 1999	—	—		20/09	30x4	20/09	30x3	—	—	—	—	—	—
Li 2000	—	—		—	—	—	—	25/09	20x3	25/09	20x3	25/09	20x3
2001	—	—		—	—	—	—	20/05	20x3	20/05	20x3	20/05	20x3
	—	—		—	—	—	—	16/07	20x3	16/07	20x3	16/07	20x3
	—	—		—	—	—	—	11/09	20x3	11/09	20x3	11/09	20x3

TxB = nombre de talles x nombre de répétition

Lam, 1983). Il est à noter que seules les taches typiques dont la cause peut être attribuée à une maladie ont été prises en compte. La sénescence n'a généralement pas pu être associée à une maladie particulière : d'une part, il était fréquent d'y trouver plusieurs agents pathogènes et d'autre part, la distinction entre sénescence naturelle et induite n'est pas objective. Un indice d'infection (I) a ensuite été calculé ( $T \times S / 100$ ) pour chaque parcelle et chaque maladie.

Les écarts des indices d'infection d'une variété à la moyenne de son groupe de précocité pour une date précise permettent de comparer la susceptibilité des variétés. En fonction de la maladie et de son développement, certaines dates d'observations ont été sélectionnées pour différencier les variétés.

#### 4.2.1. Les variétés hâtives

A Louvain-la-Neuve, l'état sanitaire de Merlinda (4n - DvP), Aubisque (4n - Adv) et Merbo (2n - DvP) a été suivi avant la dernière coupe de 1997 à 1999 et celui de la variété Respect (2n - Ce) en fin de saison 1999 (l'indice d'infection a été calculé sur base des observations de la plus jeune feuille). Les 4 variétés ont été également observées dans l'essai « variété-fongicide » avant chaque coupe de 2000 à 2002. A Libramont, les variétés Aubisque et Respect ont été observées avant chaque coupe en fin de saison 2000 à 2001.

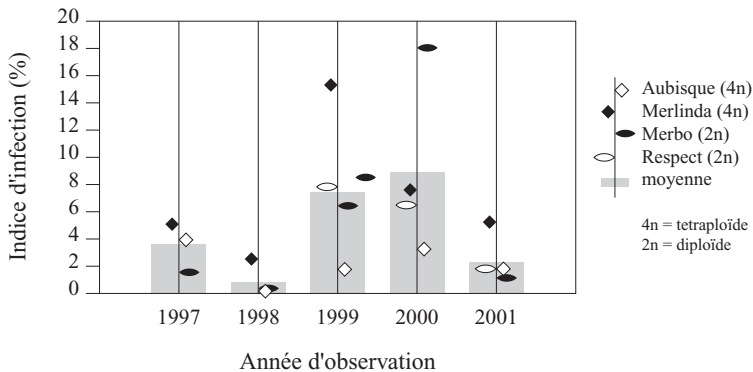


Figure 4. Comparaison de la susceptibilité aux rouilles des variétés hâtives durant 5 années culturales à Louvain-la-Neuve.

##### 4.2.1.1. La susceptibilité aux rouilles

A Louvain-la-Neuve, les variétés ont été comparées sous différentes pressions des rouilles (Fig. 4) : en octobre 1997, 1998, 1999, 2000 et 2001, l'indice moyen

d'infection était respectivement de 3, 1, 8, 9 et 2%. Quelle que soit l'année, la ploïdie n'a pas déterminé le degré de susceptibilité des variétés aux rouilles. L'indice d'infection a varié de manière significative selon les variétés en 1999 ( $p=0,0338$ ) et en 2001 ( $p=0,0306$ ) et a évolué globalement dans le même sens les autres années. La variété, Merlinda a été chaque année plus affectée par les rouilles que les autres variétés, excepté en 2000 où la variété Merbo a été plus touchée sous une pression des rouilles spécialement forte. A l'inverse, la variété Aubisque a été chaque année relativement peu affectée par les rouilles. Les variétés Respect et Merbo ont montré une susceptibilité aux rouilles intermédiaire à celle de Merlinda et Aubisque. Cependant, Merbo a eu un comportement variable.

A Libramont, les rouilles se sont peu développées en 2000 et pas du tout en 2001. En 2000, des différences entre variétés pouvaient néanmoins être observées : Aubisque présentait un indice d'infection inférieur à 0,1% pour une fréquence d'infection de 18%, tandis que Respect avait un indice d'infection de 0,7% pour une fréquence d'infection de 78%.

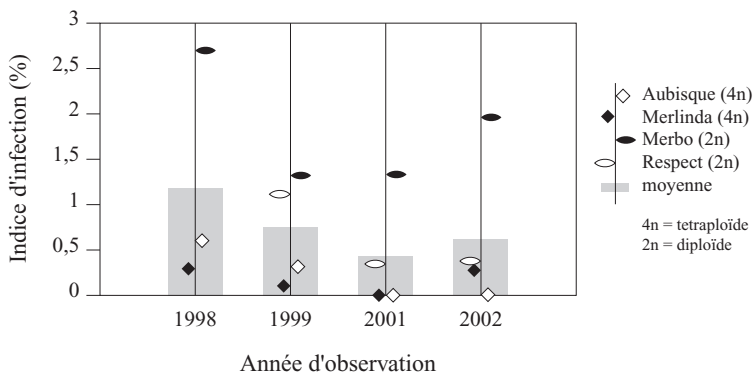


Figure 5. Comparaison de la susceptibilité aux helminthosporioses des variétés hâtives durant 4 années culturales à Louvain-la-Neuve.

#### 4.2.1.2. La susceptibilité aux helminthosporioses

A Louvain-la-Neuve, les indices d'infection des helminthosporioses les plus élevés ont été utilisés pour comparer les variétés : en octobre 1998 et 1999, en août 2001 et 2002, l'indice moyen était respectivement de 1,2%, 0,7%, 0,4% et 0,6% (Fig. 5). Les fréquences d'infections observées entre 2000 et 2002 ont permis de différencier les variétés en fonction de leur ploïdie. Par comparaison aux variétés tétraploïdes, les variétés diploïdes ont montré un indice d'infection plus élevé en 1999 ( $p=0,0093$ ) et une fréquence d'infection plus grande en août 2000 ( $p=0,0030$ ), en septembre 2001

( $p=0,0179$ ) et en août 2002 ( $p=0,0470$ ). Au sein d'une ploïdie, par contre, la variété n'a pas influencé l'indice ou la fréquence d'infection, quelle que soit l'année. Les variétés Merlinda et Aubisque ne se distinguent pas l'une de l'autre et ont été chaque année moins susceptibles aux helminthosporioses que les variétés Respect et Merbo. Cette dernière a été la plus susceptible quelle que soit l'année.

A Libramont, l'indice moyen d'infection des helminthosporioses était de 1% en octobre 2000, de 2% en juillet 2001 et de 9% en septembre 2001. Comme à Louvain-la-Neuve, la variété Aubisque a été, quelle que soit la date d'observation, moins susceptible aux helminthosporioses que la variété Respect : leurs indices d'infection respectifs étaient de 0 et 3% en octobre 2000, 0 et 3% en juillet 2001 et 7 et 11% en septembre 2001.

#### **4.2.1.3. La susceptibilité aux rhynchosporioses**

A Louvain-la-Neuve, un pic d'infection de rhynchosporioses a été observé en mai 2001 ( $I=8\%$ ). La fréquence d'infection en mai 2000 ( $T=16\%$ ) était également discriminante au niveau des variétés. La ploïdie ( $p=0,0206$ ), mais surtout la variété ( $p=0,0017$ ), ont influencé les indices d'infection de rhynchosporioses. La variété Merlinda ( $I=31\%$ ) était nettement plus susceptible que Merbo ( $I=0,3\%$ ), Respect ( $I=0,3\%$ ) et Aubisque ( $I < 0,1\%$ ). En 2000, la fréquence d'infection de Merlinda était également significativement supérieure (39%) par rapport à celle de Merbo (9%), Respect (10%) et Aubisque (4%).

A Libramont, un pic d'infection a également été observé en mai 2001. Comme à Louvain-la-Neuve, la variété Aubisque n'était pas touchée par les rhynchosporioses ( $I=0,0\%$ ).

#### **4.2.1.4. Le comportement des variétés hâtives en résumé**

Parmi les variétés hâtives, Aubisque, tétraploïde, est la moins susceptible quels que soient la maladie et le site observés.

Merlinda, tétraploïde, est comme Aubisque une variété peu affectée par les helminthosporioses mais par contre elle est la plus touchée par les rouilles et les rhynchosporioses.

Respect, diploïde, a une susceptibilité aux rouilles et aux helminthosporioses proche de la moyenne, intermédiaire à celle de Merbo et des variétés tétraploïdes. Elle est nettement moins susceptible aux rhynchosporioses que Merlinda mais un peu plus que Aubisque.

Merbo, diploïde, est la variété hâtive la plus susceptible aux helminthosporioses mais elle est généralement moins affectée par les rouilles que Merlinda et Respect, bien que son comportement soit variable. Elle est peu susceptible aux rhynchosporioses.

### **4.2.2. Les variétés intermédiaires**

L'état sanitaire de Meltra (4n - DvP), Elgon (4n - Adv), Ritz (2n - DvP) et



Merganda (2n - DvP) a été suivi dans un essai (« variété ») à Louvain-la-Neuve de 1997 à 2000 en fin de saison et dans un autre essai (« variété-fongicide ») avant chaque coupe de 2000 à 2002. A Michamps, ces mêmes variétés ont été évaluées en septembre 1999. A Libramont, les variétés Meltra, Elgon, Ritz et Isabelle (2n – DvP) ont été observées en fin de saison 2000 et avant chaque coupe de 2001.

#### 4.2.2.1. La susceptibilité aux rouilles

Les variétés ont été différenciées sur base des observations de 1997 (I=3%), 1999 (I=13%) et 2000 (I=7%) dans l'essai « variété » et de 2000 (I=8%) et 2002 (I=4%) dans l'essai « variété-fongicide » (Fig. 6). La ploïdie a influencé le degré de

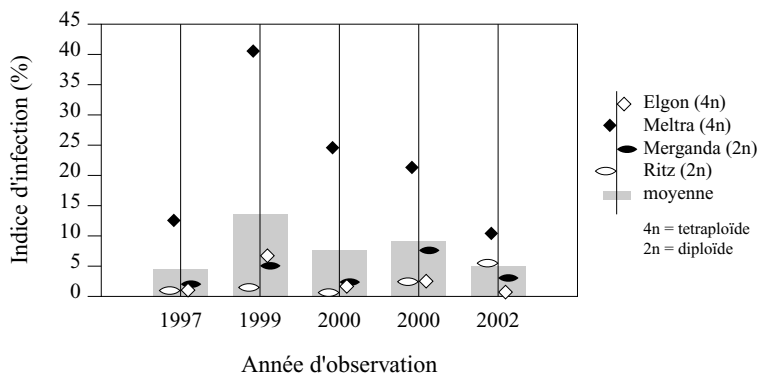


Figure 6. Comparaison de la susceptibilité aux rouilles des variétés intermédiaires de 1997 à 2000 dans l'essai « variété » et en 2000 et 2002 dans l'essai « variété-fongicide » à Louvain-la-Neuve.

susceptibilité aux rouilles des variétés en 1997 ( $p=0,0402$ ) et en 1999 ( $p=0,0009$ ), les variétés tétraploïdes étant plus affectées que les diploïdes. La variété a significativement influencé l'indice d'infection en 1997 ( $p=0,0307$ ), en 1999 ( $p<0,0001$ ) et en 2001 ( $p=0,0234$ ). Les autres années, les indices de rouilles variaient dans le même sens sans être significatifs. La variété Meltra a été la plus touchée chaque année, excepté en 1998 lorsque la rouille était quasi absente sur toutes les variétés. Les trois autres variétés, Elgon, Ritz et Merganda n'ont pas montré de nette différence de susceptibilité. Ritz avait un comportement moins stable que les deux autres.

A Michamps, en 1999, la variété Meltra a été, comme à Louvain-la-Neuve, très touchée par la rouille (I=12%). Elle se différençait des trois autres variétés : Elgon (I=1%), Merganda (I=2%) et Ritz (I=2%) dont la susceptibilité était équivalente.

A Libramont, les indices de 2000 (I) et les fréquences de 2001 (T), montrent que Meltra (I=1,4% ; T=28%) était plus touchée que Elgon (I=0,1% ; T=5%) et Ritz (I=0,2% ; T=8%).

#### 4.2.2.2. La susceptibilité aux helminthosporioses

A Louvain-la-Neuve, les variétés ont été différenciées lorsque les helminthosporioses se sont le mieux développées : en 1997 (I=2%), 1999 (I=1%) et 2000 (I=4%) (Fig. 7). Chaque année, les variétés diploïdes ont été nettement plus susceptibles que les variétés tétraploïdes ( $p=0,0503$  en 1997 ;  $p=0,0186$  en 1999 ;  $p=0,0687$  en 2000). Ritz était en 1999 et en 2000 la variété la plus susceptible et de susceptibilité équivalente à celle de Merganda en 1997. Elgon et particulièrement Meltra ont été les variétés les moins susceptibles, quelle que soit l'année.

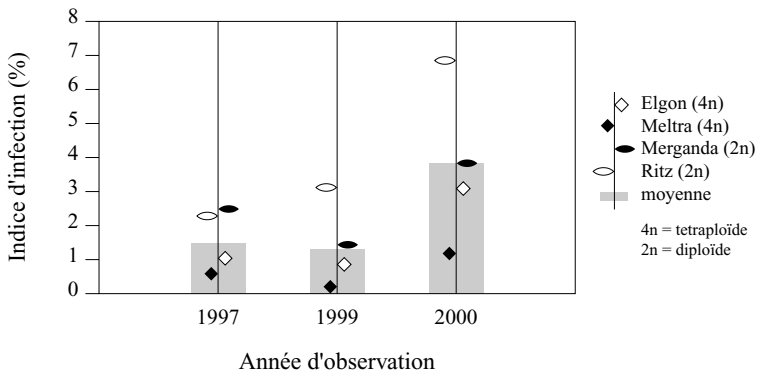


Figure 7. Comparaison de la susceptibilité aux helminthosporioses des variétés intermédiaires durant 3 années culturales à Louvain-la-Neuve.

A Michamps en 1999, l'indice moyen d'infection était de 2%. Les variétés se classaient dans le même ordre décroissant de susceptibilité qu'à Louvain-la-Neuve: Ritz (I=3,7%), Merganda (I=1,9%), Elgon (I=0,7%) et Meltra (I=0,3%).

A Libramont, en octobre 2000 (I=1%), en juillet 2001 (I=2%) et en septembre 2001 (I=8%), les variétés diploïdes, Ritz et Isabelle, ont été plus susceptibles que les variétés tétraploïdes, Elgon et surtout Meltra, variétés les plus saines à chaque observation. En moyenne des trois observations, Ritz, Isabelle, Elgon et Meltra avaient un indice de 5%, 6%, 3% et 1%.

#### 4.2.2.3. La susceptibilité aux rhynchosporioses

Les variétés peuvent être classées en fonction de leur susceptibilité en 2001 à Louvain-la-Neuve ( $p=0,0025$ ), dans l'ordre décroissant : Elgon (I=12,3%), Merganda (I=10,5%), Ritz (I=5,8%) et Meltra (I=0,5%). En 2000, Elgon, Merganda, Ritz et Meltra avaient respectivement une fréquence d'infection de 10%, 14%, 5% et 6%.

#### 4.2.2.4. Le comportement des variétés intermédiaires en résumé

La variété Meltra, tétraploïde, est dans son groupe de précocité, la plus susceptible

aux rouilles mais la moins susceptible aux helminthosporioses et rhynchosporioses.

Elgon, tétraploïde, est la variété la moins susceptible aux rouilles et elle est peu susceptible aux helminthosporioses. Par contre, elle est la plus touchée de son groupe par les rhynchosporioses.

Ritz, diploïde, est peu touchée par les rouilles. Elle est la plus susceptible aux helminthosporioses parmi les variétés intermédiaires observées à Louvain-la-Neuve et Michamps. Elle a une susceptibilité moyenne aux rhynchosporioses.

Merganda, diploïde, est peu touchée par les rouilles mais elle est plus susceptible aux helminthosporioses que les variétés tétraploïdes. Elle est nettement plus susceptible aux rhynchosporioses que Ritz et Meltra.

#### 4.2.3. Les variétés tardives

Tivoli (4n – DLF), Montagne (4n – Adv), Véritas (2n – Adv) et Trani (2n – DLF) ont été évaluées à Louvain-la-Neuve dans un essai (« variété ») en fin de saison de 1997 à 2000 et à Michamps en 1999. Ces variétés, à l'exception de Trani remplacée par Herbie (2n – Adv), ont été également suivies avant chaque coupe de 2000 à 2002 dans un autre essai à Louvain-la-Neuve (« variété-fongicide »). Véritas et Montagne ainsi que Barpolo (2n – Ba) et Pomerol (4n – DvP) ont été observées en 2000 et 2001 à Libramont.

##### 4.2.3.1. La susceptibilité aux rouilles

Les variétés ont été différenciées sur base des observations de rouilles de 1998 à 2000 dans l'essai « variété » et en 2000 dans l'essai « variété-fongicide ». Les indices d'infection moyens variaient selon le site et l'année de 3% à 18% (Fig. 8). La ploïdie

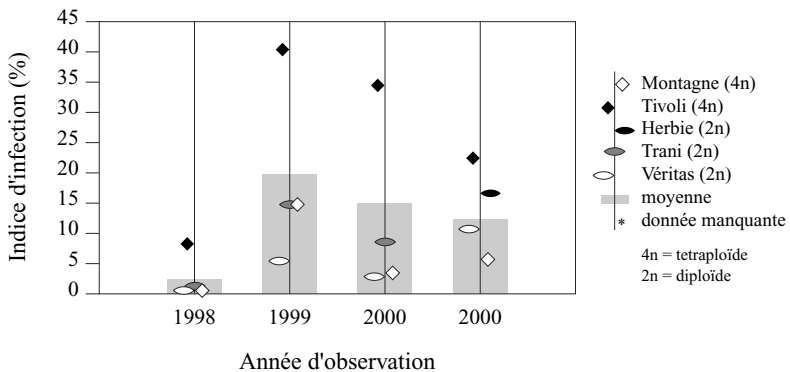


Figure 8. Comparaison de la susceptibilité aux rouilles des variétés tardives en 1998, 1999 et 2000 dans l'essai « variété » et en 2000 dans l'essai « variété-fongicide » à Louvain-la-Neuve.

et la variété ont influencé les indices d'infection de rouilles en 1999 (respectivement  $p=0,0085$  et  $p=0,0051$ ) et en 2000 (respectivement  $p=0,0255$  et  $p=0,0009$ ) dans l'essai « variété ». Les autres années, leurs effets n'étaient pas significatifs. Cependant, de façon générale, chaque année le comportement variétal se répétait ce qui a permis de différencier les variétés. La variété Tivoli a été la plus touchée chaque année. Montagne et Véritas ont été les deux variétés les moins susceptibles du groupe. De 1998 à 2000, Trani a eu une susceptibilité inférieure à la moyenne. Dans le cas de pression élevée de rouille (2000), Herbie était plus susceptible que Véritas et Montagne.

A Michamps, en 1999, la variété Tivoli a été, comme à Louvain-la-Neuve, particulièrement touchée par la rouille ( $I=13\%$ ) par rapport à Trani ( $I=3\%$ ), Montagne ( $I=2\%$ ) et Véritas ( $I=2\%$ ) dont la susceptibilité était équivalente.

A Libramont, la rouille était quasi absente et donc les variétés ne se différençaient pas l'une de l'autre.

#### 4.2.3.2. La susceptibilité aux helminthosporioses

Malgré le faible développement des helminthosporioses à Louvain-la-Neuve, les données de 1997 ( $I=2\%$ ), 1999 ( $I=1\%$ ) et 2000 ( $I=3\%$ ) permettent de différencier un comportement variétal (Fig. 9). Chaque année, les variétés diploïdes ont été

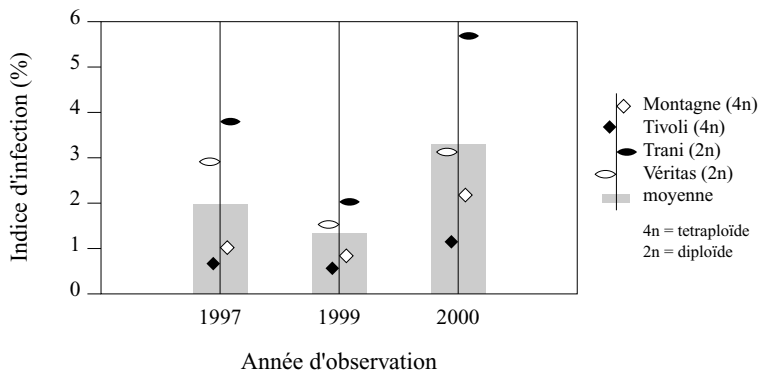


Figure 9. Comparaison de la susceptibilité aux helminthosporioses des variétés tardives durant 3 années culturales à Louvain-la-Neuve.

significativement plus susceptibles que les variétés tétraploïdes ( $p=0,0161$  en 1997 ;  $p=0,0038$  en 1999 ;  $p=0,0264$  en 2000). Quelle que soit l'année, les variétés diploïdes, Véritas et plus particulièrement Trani, étaient plus susceptibles que la variété tétraploïde Montagne et de façon plus contrastée encore que Tivoli.

A Michamps en 1999, les variétés sont classées dans le même ordre qu'à Louvain-la-Neuve : les variétés diploïdes, Trani ( $I=2,6\%$ ) et Véritas ( $I=2,3\%$ ), étant

susceptibles que les variétés tétraploïdes, Montagne (I=0,8%) et Tivoli (0,7%).

A Libramont, les variétés diploïdes ont été, en octobre 2000, en juillet 2001 et en septembre 2001, également plus susceptibles que les variétés tétraploïdes : Véritas, Barpolo, Pomerol et Montagne avaient en moyenne des trois observations un indice de 10%, 8%, 4% et 2%.

#### 4.2.3.3. La susceptibilité aux rhynchosporioses

Des différences significatives de susceptibilité aux rhynchosporioses ont pu être mises en évidence lors des infections à Louvain-la-Neuve en mai 2000 (T=19%) et en mai 2001 (I=7%). En 2000, Véritas, Montagne, Herbie et Tivoli avaient respectivement une fréquence d'infection de 38%, 29%, 4% et 6%. En 2001, la ploïdie ( $p=0,0100$ ) et la variété ( $p=0,0065$ ) ont influencé les indices d'infection de rhynchosporioses. Les variétés peuvent être classées en fonction de leur susceptibilité, dans l'ordre décroissant : Véritas (I=17%), Montagne (I=10%), Herbie (I=2%) et Tivoli (I=0%).

#### 4.2.3.4. Le comportement des variétés tardives en résumé

Tivoli, tétraploïde, est la variété tardive la plus susceptible aux rouilles, tandis qu'elle est la moins affectée par les helminthosporioses et les rhynchosporioses.

Montagne, tétraploïde, est avec Véritas la variété la moins touchée par les rouilles. Elle est un peu plus susceptible que Tivoli aux helminthosporioses, mais moins que les deux variétés diploïdes. Elle est moyennement susceptible aux rhynchosporioses.

Véritas, diploïde, est peu susceptible aux rouilles. Elle est plus susceptible aux helminthosporioses que les variétés tétraploïdes mais un peu moins que la variété diploïde Trani. Elle est la variété tardive la plus fortement affectée par les rhynchosporioses.

Trani, diploïde, a une susceptibilité aux rouilles intermédiaire à celle des autres variétés tardives et elle est la plus touchée par les helminthosporioses. La rhynchosporiose ne s'est pas développée en fin de saison au moment des observations de cette variété.

Herbie, diploïde, a un comportement variable lors du développement de rouilles. Elle est peu affectée par les rhynchosporioses. Cette variété n'a pas été observée au moment où le développement des helminthosporioses a permis de différencier les variétés.

### 4.3. LA SUSCEPTIBILITÉ DES VARIÉTÉS DE RAY-GRASS ANGLAIS ET ITALIEN AU FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN

La bactériose due à *X. translucens* pv. *graminis* est communément trouvée dans les prairies en Région wallonne sur diverses graminées dont le ray-grass anglais ; elle a aussi été observée sur ray-grass italien dans des essais variétaux établis en Moyenne

Belgique (Chap. 3.2). Dans les prairies en Région flamande, elle est largement distribuée sur ray-grass italien et anglais (Leyns *et al.*, 1981a). *X. translucens* pv. *graminis* est suspecté d'être responsable de la mauvaise persistance de variétés de ray-grass d'Italie (Hickey & Hume, 1994). Différents auteurs ont observé des différences de susceptibilité variétale chez le ray-grass d'Italie (Gondran & Bétin, 1989 ; Paul & Freudenstein, 1989). La résistance au flétrissement bactérien est un critère distinctif pour l'inscription de nouvelles obtentions de ray-grass ou de fétuque des prés dans les listes variétales de certains pays (Michel *et al.*, 2000).

Des inoculations en conditions contrôlées de plantes cultivées en pots ont été réalisées afin de mettre en évidence et évaluer le comportement variétal du ray-grass anglais et du ray-grass italien. La bactérie a été inoculée en coupant les feuilles de chaque plante à une hauteur de 5cm avec des ciseaux trempés dans une suspension bactérienne concentrée (méthode du « leaf clipping » de Kauffman *et al.*, 1973). Les plantes ont été maintenues à 100% d'humidité pendant 48 heures pour favoriser la pénétration des bactéries. La sévérité de la maladie a été estimée à l'aide de la méthode de Egli *et al.* (1982). Les plantes ont été classées dans 4 catégories représentant différents degrés d'attaque : catégorie A : plantes très sévèrement atteintes ou mortes ; catégorie B : plantes sévèrement flétries ; catégorie C : plantes montrant de légers symptômes sur quelques feuilles ; catégorie D : plantes saines. Un index de bactériose est calculé pour chaque pot selon la formule suivante :

$$\frac{(Ax3) + (Bx2) + (Cx1) + (Dx0)}{(A + B + C + D)x3} \times 100$$

A, B, C, D est le nombre de plantes dans un pot appartenant respectivement à la catégorie A, B, C ou D. Un index de bactériose égal à 100 indique une susceptibilité extrême tandis qu'avec un index de 0, les plantes sont entièrement résistantes.

#### 4.3.1. Evaluation des variétés de ray-grass anglais

##### 4.3.1.1. Inoculation de 7 variétés avec une souche suisse et une souche belge

La souche UPB1156, isolée de dactyle en Suisse et la souche UPB1154, isolée par notre laboratoire en 1994 de ray-grass récolté à Elsenborn en Haute Belgique, ont été inoculées ( $10^8$  bactéries/ml) sur 7 variétés de ray-grass anglais. L'essai a été conduit en 3 répétitions de 5 plantes de 6 semaines par variété et souche. La souche belge n'a provoqué que de très légers symptômes. Par contre, un mois après l'inoculation de la souche suisse, l'index moyen de bactériose atteignait plus de 80% indiquant une forte susceptibilité du ray-grass anglais à cette bactérie. Les différences entre variétés étaient bien marquées 24 jours (Tab. 12) après l'inoculation : la variété Aubisque était moins susceptible que les autres variétés. Cependant, une grande variation de susceptibilité entre les plantes d'une même variété était observée : des plantes saines ou avec de légers symptômes côtoyaient

des plantes sérieusement flétries ou même mortes.

Tableau 12. Susceptibilité des variétés de ray-grass anglais à la souche suisse (UPB1156) de *X. translucens* pv. *graminis*. Observation de 3x5 plantes 24 jours après l'inoculation. Les index moyens avec la même lettre ne sont pas significativement différents (test de Newman-Keuls avec  $\alpha=0,05$ ).

Variété (ploïdie)	Nbr plantes mortes	Nbr plantes sévèrement flétries	Nbr plantes avec légers symptômes	Nbr plantes saines	Index moyen	
Aubisque (4n)	0	5	5	5	33	b
Gambit (4n)	0	12	3	0	60	a
Meltra (4n)	0	13	2	0	62	a
Merbo (2n)	0	15	0	0	67	a
Respect (2n)	0	14	1	0	69	a
Ritz (2n)	1	14	0	0	67	a
Véritas (2n)	1	13	1	0	60	a

#### 4.3.1.2. Inoculation de 12 variétés avec une souche suisse et quatre souches belges

Quatre souches belges et une souche suisse (Tab. 13) ont été inoculées ( $6 \times 10^6$  bactéries/ml) à 12 variétés de ray-grass anglais dans un essai à 3 répétitions de 10 plantes de 6 semaines par variété et souche. Les symptômes ont été observés sur 3x5 plantes par variété et souche.

Tableau 13. Caractéristiques des souches de *X. translucens* pv. *graminis* dont le pouvoir pathogène a été testé sur des variétés de ray-grass anglais.

numéro	Lieu d'origine	hôte	date d'isolement
QP254b	Elsenborn	dactyle	1998
UPB1156	Suisse	dactyle	1973
UPB1174	Louvain-la-Neuve	ray-grass anglais	1997
UPB1175	Louvain-la-Neuve	ray-grass italien	1998
UPB1194	Méan (Ciney)	ray-grass anglais	1997

Les cinq souches étaient pathogènes sur l'ensemble des variétés (Tab. 14). Néanmoins de nettes différences de pouvoir pathogène ont été observées ( $p < 0,0001$ ) : les souches isolées de dactyle étaient les plus agressives, la souche isolée de ray-grass anglais à Louvain-la-Neuve avait un pouvoir pathogène moyen et les souches isolées

de ray-grass anglais à Méan (Ciney) et de ray-grass italien étaient les moins pathogènes. Des différences de susceptibilité entre variétés ont également été observées ( $p=0,0004$ ). Le classement des variétés varie en fonction de la souche inoculée ( $p=0,0340$ ). Néanmoins, quelle que soit la souche inoculée, Aubisque est une des variétés les moins susceptibles, comme dans la première expérience (4.3.1.1.), et Tivoli et Trani font partie des variétés les plus susceptibles. Globalement, les variétés tétraploïdes apparaissent moins susceptibles au flétrissement bactérien ( $p=0,0278$ ) que les diploïdes. Néanmoins lorsque les données sont analysées en fonction de la souche inoculée, l'effet de la ploïdie ne se marque que pour la souche UPB1174 ( $p<0,0001$ ). Par ailleurs, comme dans la première expérience, de grandes différences de susceptibilité entre plantes d'une même variété ont été constatées.

Tableau 14. Susceptibilité des variétés de ray-grass anglais à quatre souches belges et une souche suisse de *X. translucens* pv. *graminis*. Observation de 3x5 plantes 28 jours après l'inoculation. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Newman-Keuls avec  $\alpha=0,05$ ).

		Index de bactériose selon l'origine de la souche (lieu, hôte)						
Variété (ploïdie)		Méan	LLN	LLN	Elsenborn	Suisse	Moy.	
		RGA	RGI	RGA	Dactyle	Dactyle		
Aubisque	(4n)	22 a	40 abc	22 a	51 a	60 a	39	
Elgon	(4n)	38 b	49 abc	73 def	67 abc	76 ab	60	
Meltra	(4n)	42 bc	36 abc	60 bcde	84 abcd	76 ab	60	
Merbo	(2n)	38 b	51 abc	84 f	78 abcd	80 abc	66	
Merganda	(2n)	33 ab	69 c	67 def	84 abcd	62 a	63	
Merlinda	(4n)	42 bc	27 ab	40 abc	76 abc	89 bcd	55	
Montagne	(4n)	40 b	27 a	36 ab	73 abc	78 abc	51	
Recolta	(2n)	58 cd	42 abc	60 nt <sup>1</sup>	84 bcd	93 bcd	68	
Respect	(2n)	42 bc	49 abc	53 bcd	60 ab	60 a	53	
Tivoli	(4n)	60 d	56 bc	62 cde	96 d	96 d	74	
Trani	(2n)	47 bcd	60 bc	82 ef	91 cd	96 cd	75	
Véritas	(2n)	42 bc	23 nt <sup>1</sup>	71 def	89 cd	87 abcd	65	
Moyenne	2n	43	49	70	81	80	65	
	4n	41	39	49	75	79	56	
Moyenne générale		42 a	44 a	59 b	78 c	79 c	61	

<sup>1</sup> nt = non testable (donnée manquante)



#### 4.3.1.3. Origine de la variabilité individuelle de susceptibilité au sein d'une variété

Afin de déterminer si l'hétérogénéité de l'infection est due à l'existence d'une variabilité de susceptibilité au sein d'une même variété, ou bien si elle provient de conditions de culture ou d'inoculation non homogènes, le taux de mortalité d'une population de plantes ayant survécu à une première inoculation a été comparé à celui d'une population de plantes témoins.

Une première inoculation de la souche UPB1156 (Tab. 13) de *X. translucens* a été réalisée sur 3x10 plantes de 7 semaines de la variété Aubisque. En parallèle, une population de plantes témoins était cultivée dans les mêmes conditions. Au lieu d'être inoculées, elles ont été coupées avec des ciseaux trempés dans une solution stérile. Deux mois après l'inoculation ou la coupe, les plantes saines ou avec de légers symptômes ainsi que les témoins ont été multipliées par voie végétative. Deux mois après la transplantation des talles, les plantes filles ont été inoculées avec la même souche UPB1156. Les symptômes ont été observés 24 jours après l'inoculation.

Les plantes témoins avaient visiblement une susceptibilité plus élevée que les plantes sélectionnées après une première inoculation (Tab. 15) : respectivement 74%

Tableau 15. Comparaison de la résistance à *X. translucens* pv. *graminis* d'une population de plantes de ray-grass anglais "Aubisque" issue par multiplication végétative de plantes sélectionnées et témoins.

	Nombre de plantes filles issues de plante-mère témoins		Nombre de plantes filles issues de plante-mère sélectionnées	
	résistantes <sup>1</sup>	susceptibles <sup>2</sup>	résistantes	susceptibles
	0	1	1	0
	0	3	3	0
	0	1	1	0
	0	1	1	1
	0	1	3	0
	0	3	5	0
	2	0	3	1
	0	4	4	1
	3	0	1	0
	0	2	1	0
	2	1	1	0
	0	2	3	0
	0	1	—	—
Total	7	20	27	3

<sup>1</sup> plante résistante = plante avec de légers symptômes (cote C) ou plante saine (cote D)

<sup>2</sup> plante susceptible = plante flétrie (cote B) très flétrie ou morte (cote A)

et 10% de plantes susceptibles. La première inoculation a donc sélectionné les plantes résistantes à *X. translucens*. Les plantes susceptibles d'une part et résistantes d'autre part provenaient généralement, par groupes, d'une même plante mère indiquant un comportement surtout lié au génotype de la graine.

#### 4.3.2. Evaluation des variétés de ray-grass italien

La résistance au flétrissement bactérien de 11 variétés de ray-grass italien (Adin, Bartolini, Gemini, Liberta, Ligrande, Meribel, Meroa, Merode, Meryl, Montblanc et Racine) a été évaluée par inoculation d'une souche isolée de dactyle en Suisse (UPB1156) et d'une souche isolée de ray-grass italien à Louvain-la-Neuve (UPB1175). La caractérisation des variétés en fonction de l'inoculum a été réalisée sur base des index de bactériose observés 50 jours après l'inoculation, correspondant au maximum de l'expression de la maladie.

Toutes les variétés étaient susceptibles au flétrissement bactérien (Tab. 16).

Tableau 16. Susceptibilité des variétés de ray-grass italien à une souche belge et une souche suisse de *X. translucens* pv. *graminis*, 50 jours après l'inoculation. Observation de 3x10 plantes. Les index avec la même lettre ne sont pas significativement différents (test de Newman-Keuls avec  $\alpha=0,05$ ).

Variété	ploïdie	Index de bactériose induits par la souche (lieu, hôte)				
		Suisse, dactyle		Louvain-la-Neuve, RGI		Moyenne
Adin	2n	70	ab	59	ab	
Bartolini	2n	74	a	66	ab	70
Gemini	4n	57	b	53	b	55
Liberta	4n	67	ab	54	b	61
Ligrande	2n	73	a	61	ab	67
Meribel	2n	72	ab	58	ab	65
Meroa	4n	56	b	50	b	53
Merode	2n	69	ab	58	ab	64
Meryl	2n	64	ab	61	ab	63
Montblanc	4n	56	b	49	b	53
Racine	4n	71	ab	74	a	73
Moyenne générale		67		59		62

La souche UPB1156 a provoqué des symptômes plus sévères que la souche UPB1175 mais la différence de pouvoir pathogène entre les deux souches était faible

( $p=0,0501$ ). Globalement, la susceptibilité des variétés ne variait pas en fonction de la souche inoculée ( $p=0,1671$ ). Les variétés Gemini, Meroa et Montblanc apparaissant comme les moins susceptibles aux deux souches.

#### 4.4. CONCLUSIONS

En conditions naturelles, toutes les variétés de ray-grass anglais testées ont montré des symptômes de rouilles, d'helminthosporioses et de rhynchosporioses. Des différences de susceptibilité en fonction de la variété et/ou de la ploïdie ont été mises en évidence dans chaque groupe de précocité. Bien que de légers écarts dans le comportement d'une variété ont pu être observés, il était globalement stable d'une année à l'autre, d'un site à l'autre et sous différents niveaux de sévérité des maladies. Les variétés montrent généralement une susceptibilité variable ou même contrastée aux différentes maladies. A l'exception de la variété Aubisque ayant un bon niveau de résistance aux diverses maladies, toutes les variétés montraient une susceptibilité relativement marquée à au moins une des trois maladies. Pour chaque groupe de précocité, la variété la plus susceptible aux rouilles était la moins affectée par les helminthosporioses. L'inverse n'était cependant pas observé. Dès lors, pour faire un choix variétal, un compromis doit être fait, basé sur différents critères :

En Haute Belgique, le développement des rouilles est moins important qu'en Moyenne Belgique dont le climat plus doux favorise les épidémies. Cependant si la prairie est destinée à être pâturée en fin de saison, la perte de production qualitative et quantitative engendrée par les rouilles est accentuée par une diminution de l'appétence ce qui peut entraîner un raccourcissement de la période de pâturage. Il convient de relever que parmi les variétés tétraploïdes, certaines présentent une susceptibilité élevée aux rouilles.

L'impact des helminthosporioses peut être diminué par le choix d'une variété parmi les tétraploïdes. Il faudra néanmoins être attentif à choisir dans cette catégorie une variété dont la susceptibilité aux rouilles n'est pas trop importante puisque de fortes différences de susceptibilité ont été observées.

Les rhynchosporioses ne se développent pas chaque année mais elles peuvent endommager la production de printemps et du début de l'été qui constitue la plus grande part de rendement de l'année. La susceptibilité est plus liée à la variété qu'à sa ploïdie. Des observations supplémentaires seraient utiles pour confirmer le comportement des variétés à cette maladie.

Les tests d'inoculation de *X. translucens* pv. *graminis* sur ray-grass anglais et ray-grass d'Italie ont montré que toutes les variétés étaient susceptibles. Néanmoins le degré de susceptibilité variait en fonction des variétés des deux espèces. La sélection variétale doit être réalisée avec une gamme de souches étant donné que le classement variétal varie généralement selon les souches. Cependant, il est intéressant de remarquer que Aubisque, peu susceptible aux rouilles et taches foliaires, est

également une des variétés les moins susceptibles au flétrissement bactérien quelle *Le choix variétal* 67 que soit la souche inoculée. L'hétérogénéité de symptômes observée entre les plantes au sein même d'une variété apparaît liée à la diversité génotypique que comporte une variété. Il serait donc possible au sein d'une variété de sélectionner les géotypes les plus résistants afin d'homogénéiser ce caractère en respectant néanmoins la diversité génétique nécessaire aux ray-grass pour leur reproduction.

Le choix des variétés constitue donc indéniablement une possibilité de réduction de l'impact des maladies. La relative stabilité des comportements de résistance variétale devrait encourager les sélectionneurs à prendre en compte ces critères phytosanitaires pour la mise sur le marché de nouvelles variétés.





## 5. L'influence de la fertilisation azotée sur le développement des maladies

---

### 5.1. INTRODUCTION

Dans un contexte où le souci du respect de l'environnement est grandissant et où la recherche de la rentabilité est indispensable à la survie du milieu agricole, l'adaptation de la fumure azotée à un niveau optimal est cruciale dans la gestion des prairies. L'impact du niveau de fumure azotée sur le développement des maladies sur ray-grass anglais doit également être pris en considération.

Des résultats contradictoires sont rapportés dans la littérature concernant l'effet de la fertilisation sur l'incidence des maladies en prairies. Broom et Heard (1975) ont conclu que la fertilisation azotée n'influait pas l'incidence des *Drechslera* spp., alors que Cook (1975) constate une perte de production avec une fumure azotée élevée, mais pas avec un niveau d'azote faible pour un niveau d'attaque de 5 à 10% de la surface foliaire de l'avant-dernière feuille. Lam et Lewis (1982) ont observé une augmentation des dégâts foliaires par *Drechslera* spp. et exceptionnellement ceux de la rouille couronnée avec l'augmentation de la fertilisation azotée de 0 à 200, 400 ou 600 kg N/ha/an. Néanmoins il est généralement admis qu'une faible fertilisation azotée favorise la rouille couronnée même si certaines observations ne confirment pas ces résultats (Reheul *et al.*, 2001). Lancashire et Latch (1970) ont observé un effet variable de l'azote sur l'incidence de la rouille couronnée en fonction de la susceptibilité de la variété de ray-grass anglais. Par ailleurs, la fertilisation azotée stimule la croissance et augmente par conséquent l'ombrage des feuilles inférieures, ce qui accroît la sévérité de l'helminthosporiose (*D. vagans*) sur *P. pratensis* (Lukens, 1970). Des observations préliminaires dans des essais de fertilisation azotée établis en Haute Ardenne suggéraient néanmoins une incidence plus élevée des helminthosporioses sous faibles fumures azotées (Maraité, 1995).

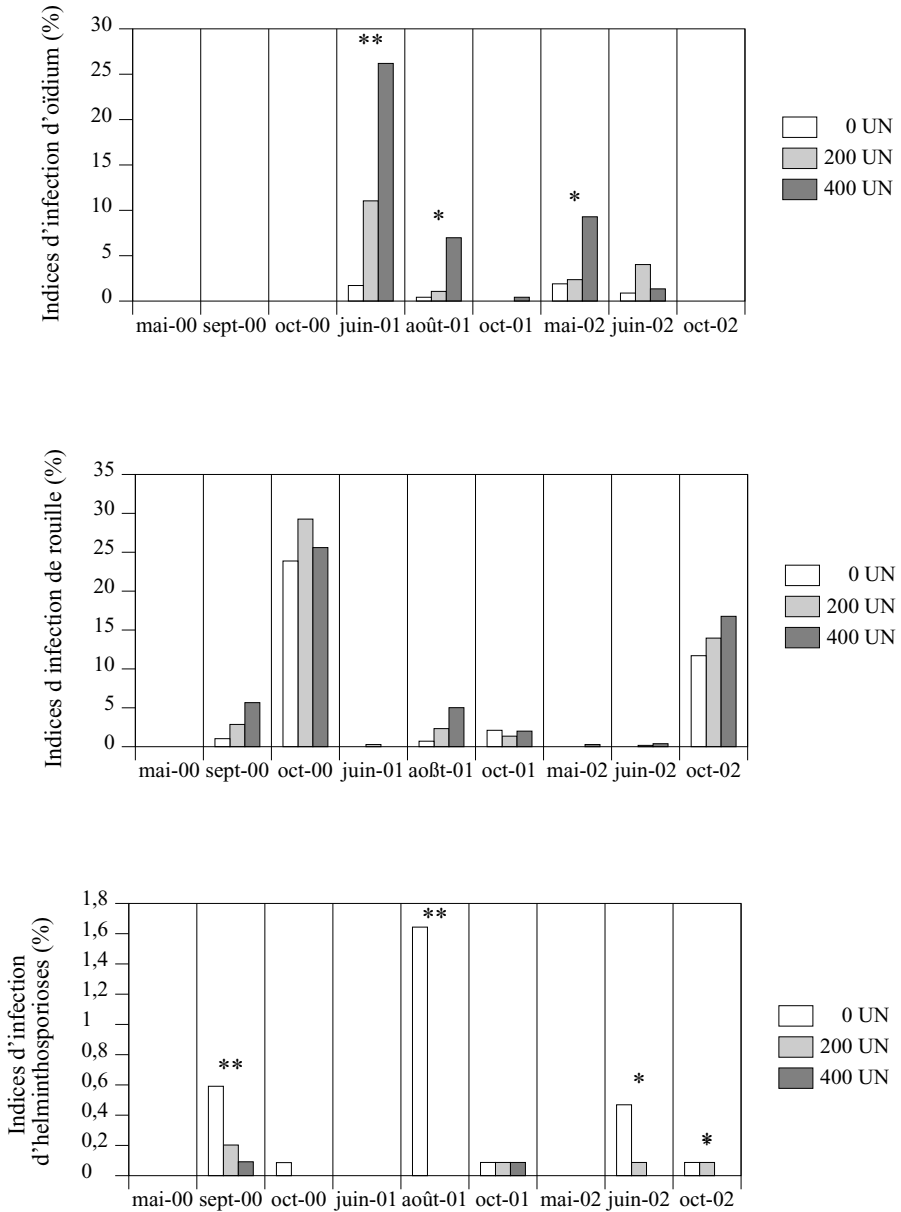


Figure 10. Influence de la fertilisation azotée sur le développement des maladies sur la variété de ray-grass anglais Merlinda à Louvain-la-Neuve entre 2000 et 2002.



## 5.2. INFLUENCE DE LA DOSE D'AZOTE SUR LES INFECTIONS EN CONDITIONS NATURELLES

Afin d'évaluer l'influence de la dose d'azote minéral sur l'incidence des maladies se développant naturellement sur le ray-grass anglais, des observations ont été réalisées dans un essai à Louvain-la-Neuve comparant des parcelles de la variété Merlinda recevant une fertilisation azotée de 0, 200 ou 400 U, implantées en 4 répétitions. Le fractionnement de la dose était réparti sur l'année entre les coupes successives - au printemps, début de l'été, fin de l'été, automne - de la manière suivante : 30%, 30%, 20% et 20%. L'état phytosanitaire a été évalué, avant les coupes, en mai, septembre et octobre 2000, en juin, août et octobre 2001 et en mai, juin et octobre 2002. La fréquence d'infection (T) a été examinée sur 20 talles par parcelle (10 talles à la première et deuxième observations de 2000) et la surface foliaire affectée de l'avant-dernière feuille (S) a été évaluée sur 10 talles par parcelle. Un indice d'infection (I) a ensuite été calculé ( $T \times S / 100$ ) par parcelle et par maladie.

La fertilisation azotée a influencé les indices d'infection d'oïdium et des helminthosporioses quand leur développement était suffisamment élevé (Fig. 10). Les infections d'oïdium de juin et août 2001 ainsi que celle de mai 2002 ont été favorisées par l'augmentation de la dose azotée. Par contre, le développement des helminthosporioses observé en septembre 2000, août 2001 et en juin et octobre 2002, a été réduit avec les doses croissantes d'azote. L'effet de la dose d'azote sur la rouille n'était pas significatif. La rhynchosporiose s'est relativement peu développée, l'indice d'infection moyen maximal a été observé en juin 2002 (1%) et la fertilisation azotée ne l'a pas influencé.

## 5.3. CONCLUSIONS

Les effets de la fertilisation azotée sur l'état phytosanitaire de la variété de ray-grass anglais Merlinda ont varié en fonction de la maladie. Le développement de l'oïdium a été favorisé par les doses élevées. Une végétation haute dans laquelle la circulation d'air est faible et dans laquelle un microclimat humide et ombragé est favorisé contribue au développement de cette maladie, comme Couch (1962) l'a montré aux Etats-Unis. Contrairement à certaines données de la littérature, une nutrition azotée des plantes insuffisante a été favorable au développement des helminthosporioses. Nous avons également pu observer que l'étendue de la chlorose induite par l'inoculation de *D. siccans* sur ray-grass anglais diminuait avec l'application de doses croissantes d'azote (données non publiées). La pression moyenne d'infection de cette maladie était cependant faible par rapport à celle observée par Cook (1975). Il serait donc utile d'obtenir des informations sur l'influence de l'azote à un niveau d'infection plus élevé.

Il apparaît qu'une fertilisation équilibrée permet de diminuer les risques de

développement des maladies associés à une sous-fertilisation ou à une surfertilisation. Par ailleurs, plus la période entre deux coupes est longue, plus le risque de voir se développer les maladies foliaires est grand. En accélérant la croissance de l'herbe, un apport d'azote permet donc de diminuer cet intervalle entre deux coupes et réduit ainsi le risque de développement important des maladies.





## 6. Conclusions générales

---

Comme dans les pays voisins, une large gamme de maladies a été observée sur diverses graminées de prairies en Région wallonne. Les caractéristiques permettant d'identifier les plus courantes d'entre elles sont présentées et illustrées. La lutte contre les maladies en prairies requiert en effet une connaissance précise des problèmes phytosanitaires à contrôler. Par exemple, dans le cas d'une prairie affectée par le flétrissement bactérien, il sera particulièrement important de ne réaliser une fauche que dans des conditions sèches. Dans le cas d'une parcelle fortement atteinte de rouille, il sera utile de couper rapidement la végétation afin d'éliminer le potentiel infectieux et d'augmenter les chances d'avoir une repousse saine.

En Belgique, les maladies les plus communes des diverses graminées fourragères sont celles d'origine fongique provoquant des taches foliaires et induisant une sénescence prématurée du feuillage. Sur ray-grass anglais, les maladies les plus courantes en Haute et Moyenne Belgique sont les helminthosporioses (*D. dictyoides* et *D. siccans*), les rouilles (*P. coronata* et exceptionnellement *P. graminis*) et les rhynchosporioses (*R. orthosporum*, *R. secalis*). D'un point de vue épidémiologique, leur importance varie en fonction des saisons, des années et est liée à la région pédo-climatique. Ainsi, il a été observé que les rouilles, maladies de fin d'été et d'automne, se développent plus en Moyenne Belgique, tandis que les helminthosporioses, observées toute l'année mais avec un pic généralement en août – septembre, sont favorisées en Haute Belgique. Les rhynchosporioses sont des maladies de printemps et de début d'été. La lutte contre ces maladies doit donc être raisonnée en fonction de la région et même de la parcelle.

Nous avons démontré, par comparaison de parcelles protégées ou non par des fongicides, que ces maladies affectent les rendements et la qualité du fourrage récolté. Toutefois, l'amplitude de cet effet est difficile à mesurer en raison de la multitude des facteurs qui interviennent : l'effet évalué peut varier en fonction du spectre et du niveau de développement des maladies, de la fréquence des évaluations de l'état phytosanitaire, de l'efficacité des traitements fongicides,...

Par ailleurs, *X. translucens*, responsable du flétrissement bactérien, est également observé sur diverses graminées et en particulier sur ray-grass anglais. Bien qu'elle ne soit pas aussi fréquente que les maladies provoquant les taches foliaires, cette maladie doit être prise en considération étant donné son haut pouvoir pathogène. Elle peut, en conditions favorables à son développement, être responsable de la disparition des plantes et diminuer ainsi la pérennité des variétés semées.

Le choix variétal constitue une possibilité de réduction de l'impact des maladies. Des différences de susceptibilité aux rouilles, aux helminthosporioses et aux rhynchosporioses ont été observées en fonction de la variété et/ou de sa ploïdie. Les comportements variétaux étaient globalement stables quel que soit le niveau de développement de la maladie que ce soit en Haute ou en Moyenne Belgique et d'une année à l'autre. A l'exception de la variété Aubisque qui montre une bonne résistance aux maladies, toutes les variétés avaient une susceptibilité marquée à au moins une des trois maladies. Le choix d'une variété est donc un compromis basé sur différentes observations. Il sera intéressant de choisir une variété tétraploïde dont la susceptibilité aux rouilles est faible puisque de grandes différences entre variétés ont été observées et que les variétés diploïdes sont plus susceptibles aux helminthosporioses. Par ailleurs, les variétés de ray-grass anglais et italien se différencient dans leur degré de susceptibilité au flétrissement bactérien. Au sein d'une variété, l'hétérogénéité de la susceptibilité liée au génotype de la plante montre qu'une sélection variétale plus orientée vers la résistance au flétrissement bactérien est possible. Dans cette optique, il sera nécessaire de travailler avec diverses souches car le classement des variétés varie en fonction de celles-ci.

La fertilisation azotée influence le développement des maladies : l'oïdium est favorisé par les doses croissantes (0, 200, 400 UN), contrairement aux helminthosporioses. L'azote, en accélérant la croissance de la plante, contribue à la formation d'un microclimat humide et ombragé propice au développement des maladies. Cependant, l'intervalle entre deux coupes peut être réduit ce qui permet de diminuer le risque de développement des maladies. Il apparaît donc qu'une fertilisation équilibrée est à conseiller d'un point de vue phytopathologique, ce qui rencontre les intérêts écologique et économique des agriculteurs.

En plus du choix variétal et de l'application raisonnée de la fertilisation azotée, le moment et le rythme de coupes sont des éléments clés dans la gestion de la prairie et le contrôle des maladies. Par exemple, pour s'assurer une production de fourrage sain en fin de saison, spécialement dans le cas de prairies mixtes, il peut être intéressant de réaliser une avant-dernière coupe relativement tôt. Cette stratégie vise plus à réduire la pression d'inoculum responsable du développement des maladies qu'à obtenir une biomasse maximale.

Cette recherche contribue à encourager les agriculteurs à considérer la prairie comme une culture à part entière plutôt que comme une production intermédiaire dont la gestion n'influencerait pas le produit animal final. En effet, une vaste gamme de maladies s'y développent et affectent le rendement et la qualité des graminées fourragères. En diminuant l'appétence et la digestibilité du fourrage, elles influencent la production animale (Lippke, 1980 ; Lowe *et al.*, 1985).

Par ailleurs, les résultats de cette recherche ouvrent différentes perspectives. Par exemple, il serait pertinent de mesurer les effets des maladies, considérées séparément ou globalement, sur les rendements et la qualité non seulement du raygrass anglais mais également des autres graminées et espèces prairiales, telles que

les légumineuses. L'importance des maladies virales n'a pas été analysée alors que dans les pays voisins elles affectent diverses graminées (Holmes, 1985 ; Raynal *et al.*, 1989). Une étude de l'effet des maladies sur les quantités ingérées par les animaux et sur leur productivité permettrait finalement de mieux préciser leur impact économique et ainsi d'inciter le praticien à une prise en considération accrue de la gestion phytosanitaire des prairies.

## RÉSUMÉ

Entre 1997 et 2002, des analyses systématiques de l'état sanitaire ont été réalisées dans 22 prairies réparties sur 8 sites représentatifs en Région wallonne et dans 10 essais variétaux ou phytotechniques situés en Haute et Moyenne Belgique. Ces analyses et essais portaient avant tout sur du ray-grass anglais, vu la place importante que cette espèce y occupe en raison de son adaptation et de ses qualités fourragères.

Vingt et une espèces de champignons et une espèce de bactérie pathogènes ont été identifiées. Les symptômes des principales affections ainsi que les caractéristiques aisément observables des agents pathogènes sont décrits et illustrés de manière à en faciliter l'identification par le praticien. Les rouilles (*Puccinia coronata*, *P. graminis*, *P. striiformis* var. *dactylidis*) les helminthosporioses (*Drechslera dictyoides*, *D. siccans*), les rhynchosporioses (*Rhynchosporium orthosporum*, *R. secalis*), l'oïdium (*Blumeria graminis*) et *Microdochium nivale* touchent une large gamme d'hôtes. Les mastigosporioses (*Mastigosporium rubricosum* et *M. album*) affectent particulièrement le dactyle et le vulpin des prés et l'hétérosporiose (*Cladosporium phlei*) se développe spécifiquement sur la fléole. Le flétrissement bactérien dû à *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* est observé sur diverses graminées et en particulier sur ray-grass anglais dont il peut provoquer la mort.

Les principales maladies foliaires sur ray-grass anglais sont : *D. dictyoides*, *D. siccans*, *P. coronata* et *R. orthosporum*, avec néanmoins des variations importantes de ces maladies en fonction des saisons, des années et caractéristiques pédoclimatiques. Les rouilles, maladies de fin d'été et d'automne, se développent plus en Moyenne qu'en Haute Belgique tandis que les helminthosporioses, observées toute l'année mais avec un pic en août-septembre, sont favorisées en Haute Belgique. Les rhynchosporioses sont des maladies de printemps et de début d'été humides.

L'incidence de ces maladies sur le rendement et des paramètres de qualité des fourrages a été évaluée en comparant la production de parcelles protégées partiellement avec des fongicides à celle de parcelles témoins. Les maladies ont ainsi été mises en relation avec des pertes en matière sèche pouvant atteindre 18% sur raygrass anglais, une réduction de 6% de la digestibilité et de 42% de la teneur en sucres solubles.

De nettes différences dans la susceptibilité ont été mises en évidence lors des essais souvent pluriannuels ayant comparé une série de variétés. Ces comportements sont globalement stables selon les endroits, années et saisons. La variété Aubisque a montré une résistance à toutes les maladies alors que les autres variétés présentaient une susceptibilité marquée à au moins une des 3 maladies fongiques. Les variétés tetraploïdes ont été dans l'ensemble moins susceptibles aux helminthosporioses que les variétés diploïdes, certaines présentant néanmoins une très grande susceptibilité à la rouille couronnée. L'amélioration de l'état phytosanitaire des prairies par le choix variétal doit ainsi prendre en compte le risque de développement des diverses maladies.

Le comportement d'un assortiment de variétés de ray-grass anglais (14) et italien (11) au flétrissement bactérien a été analysé par inoculation en serre avec 5 souches de *X. translucens* pv. *graminis*. Divers degrés de susceptibilité ont été mis en évidence, Aubisque apparaissant également la moins touchée par la bactériose. Une nette différence de susceptibilité entre individus d'une même variété a été démontrée, ce qui indique une possibilité d'accroître la résistance globale par sélection sous pression parasitaire. Le classement des variétés varie néanmoins selon les souches.

L'influence de la fertilisation azotée sur le développement des maladies du raygrass anglais a été étudiée en Moyenne Belgique. L'oïdium augmente alors que les helminthosporioses diminuent avec des doses croissantes d'azote. Cette fertilisation azotée n'a pas influencé significativement le développement des rouilles et des rhynchosporioses.

L'application d'une fumure azotée équilibrée, combinée à un raisonnement du choix variétal et du rythme de coupe, en prenant en compte le risque de développement des maladies importantes, sont ainsi des éléments clés pour améliorer de manière intégrée l'état phytosanitaire des prairies en Moyenne et Haute Belgique.



## SUMMARY

Systematic phytosanitary surveys were performed between 1997 and 2002 in 22 pastures at 8 representative sites in the Walloon Region as well as in 10 cultivar and pasture management trials located at high (> 200 m) or medium altitude (100 - 200 m above sea level) in Belgium. These surveys and trials were mostly on perennial ryegrass, seen the importance of this species due to its good adaptation to the prevailing environmental conditions and its forage quality.

The occurrence of 21 fungal species and one phytopathogenic bacteria was identified. The symptoms and the main readily observable distinctive features are described and illustrated in order to ease identification by the practitioner. The rusts (*Puccinia coronata*, *P. graminis*, *P. striiformis* var. *dactylidis*), helminthosporium (*Drechslera dictyoides*, *D. siccans*) and rhynchosporium leafspots (*Rhynchosporium orthosporum*, *R. secalis*), powdery mildew (*Blumeria graminis*) as well as *Microdochium nivale* affect a wide range of hosts. *Mastigosporium* leaf fleck (*Mastigosporium rubricosum* and *M. album*) occurs mostly on cooksfoot and meadow foxtail, while cladosporium leafspot (*Cladosporium phlei*) is confined to timothy. Bacterial blight caused by *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* was detected on various grasses and in particular on declining perennial ryegrass.

The main foliar pathogens on perennial ryegrass are: *D. dictyoides*, *D. siccans*, *P. coronata* and *R. orthosporum*, with nevertheless considerable variations of their incidence according to the season, the year and pedo-climatic conditions. The rusts are developing during late summer – begin of autumn and are more prevalent at mid than at high altitude, while the helminthosporium leafspots are observed throughout the season with a peak in August-September and are prevalent at high elevation. Rhynchosporium leaf spots are typical of wet springs or begin of summers.

The effect of these diseases on yield and fodder quality was assessed by comparing the production of plots protected or not by fungicide applications. The diseases have been associated with losses in perennial ryegrass of up to 18% dry weight, a 6% reduction in digestibility and of 42% soluble sugar content.

Clear differences in cultivar susceptibility were demonstrated in mostly pluriannual trials. The overall reactions were stable according to the location, year and season. The cultivar Aubisque has shown resistance to all diseases, while the other cultivars revealed a high susceptibility to at least one of the 3 fungal foliar diseases. Tetraploid cultivars appeared on the whole less susceptible to helminthosporium leafspots, than diploid ones nevertheless, some tetraploids were very sensitive to rust. The prevalence of the various diseases has thus to be taken into account in the cultivar choice for improvement of the phytosanitary condition of pastures.

Susceptibility to bacterial blight of a set of perennial (14) and Italian (11) ryegrass cultivars was analysed by greenhouse inoculations with 5 *X. translucens* pv. *graminis* strains. Various levels of susceptibility were observed, Aubisque being the least affected. A clear difference in susceptibility was demonstrated among individuals of a given cultivar. Resistance of a cultivar can thus be increased by selection under high disease pressure. However, cultivar ranking varied according to the strains.

The effect of nitrogen fertilization on disease development on perennial ryegrass was studied at medium altitude. Powdery mildew increased while helminthosporium leafspots decreased with increasing nitrogen application. Development of rust and rhynchosporium leafspots was not significantly affected in these trials.

Integration of a balanced nitrogen fertilization, with a judicious choice of the cultivar and mowing frequency, taking into account the risks of development of prevalent diseases, are thus key factors for improvement of the health status of medium and high altitudes pastures in Belgium.



## REMERCIEMENTS

Cette recherche n'aurait pu être entreprise dans son ampleur sans le soutien du Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture – DG6 – Service Recherche Subventionnée et le maintien de cet appui lors de la reprise du projet par la Direction Générale Agriculture du Ministère de la Région Wallonne – Direction Recherche. Nous exprimons toute notre reconnaissance à Madame A. Pourtois, conseiller scientifique, qui par ses conseils judicieux a orienté et suivi cette recherche avec intérêt et rigueur, en veillant à favoriser les synergies avec d'autres équipes travaillant sur l'amélioration des prairies. A son impulsion et avec son aide précieuse la présente brochure de synthèse a été réalisée.

Ce travail n'a pu être mené à bonne fin sans la collaboration quotidienne de Virginie Moreau. Nous tenons à lui témoigner toute notre gratitude pour ses qualités techniques, son investissement dans le déroulement de la recherche, son enthousiasme et pour tous les moments de joies si précieux dans le travail quotidien. Les travaux ont également bénéficiés des collaborations de courtes durées de Françoise Bouchat, Cédric Javaux et Julie Schmitz que nous remercions pour leur contribution.

Les recherches sur les maladies des prairies à l'Unité de Phytopathologie ont été initiées grâce à une collaboration avec Pierre Luxen de AGRAOST et Bernard Toussaint du Centre d'Information Agricole à Michamps. Elles ont ensuite bénéficié de synergies fructueuses avec l'équipe du Professeur Alain Peeters et ses collaborateurs R. Lambert et C. Decamps du Laboratoire d'écologie des prairies de l'UCL ainsi que de Monsieur D. Stilmant du Département Production animale du CRA. Ces équipes ont mis à notre disposition des essais afin de réaliser nos observations phytosanitaires. Nous leur exprimons toute notre reconnaissance pour leur aide ainsi que pour leur vif intérêt dans nos recherches.



## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME. 2001. Statistiques agricoles. Recensement agricole et horticole au 15 mai 2000. Institut National de Statistiques, Ministère des affaires économiques, Bruxelles, Belgique, 256 pp.
- BAERT, J., VERBRUGGEN, I. & CARLIER, L. 1994. About the ryegrass endophyte (*Acremonium lolii*) in Belgium. *Dans Grassland and Society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*. L.'t Mannetje & J. Frame, éditeurs. Wageningen Pers, The Netherlands, pp. 142-144.
- BROOM, E.W. & HEARD, A.J. 1975. Effect of fungicides and fertilizer on yield and diseases of grass swards. *Plant Pathology*, 24 : 144-149.
- CARR, A.J.H. 1975. Diseases of herbage crops - some problems and progress. *Dans Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forage and fodder crops. Annals of applied Biology*, 81 : 235-239.
- COOK, F.G. 1975. Production loss estimation in *Drechslera* infection of ryegrass. *Annals of Applied Biology*, 81 : 251-256.
- COUCH, H.B. 1962. Diseases of turfgrasses. Reinhold Publishing Corporation, New York. 289 pp. Cité par O'ROURKE, C.J. 1976.
- CRITCHETT, C. I. 1991. Studies on ryegrass rust in Victoria. PhD Thesis, La Trobe University, Melbourne. Cité par KIMBENG, C.A. 1999. Genetic basis of crown rust resistance in perennial ryegrass, breeding strategies, and genetic variation among pathogen populations : a review. 1999. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39 : 361-78.
- DAVIES, H & WILLIAMS, A. E. 1970. The effect of mildew and leaf blotch on yield and quality of cv. Lior Italian ryegrass. *Plant Pathology*, 19 : 135-38.
- DE VliegHer, A., VAN WAES, J., CARLIER, L., HERMAN, J.L. 1996. Catalogue belge des variétés de graminées fourragères, description et recommandations. Ministerie van Landbouw, Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, Gent, Belgique, 22 pp.
- DE VliegHer, A. & CARLIER, L. 1995. Appréciation de nouvelles variétés de ray-grass anglais. Fourrages Actualités 1995, 2<sup>ème</sup> journée, 22 novembre 1995, CRA, Gembloux, Belgique, 7-14.
- DEVAUX, A. 2001. Détection du *barley yellow dwarf virus* (BYDV) sur les pucerons vecteurs *Rhopalosiphum padi* (L.) et *Sitobion avenae* (Fabr.) par la technique RT-PCR. Mémoire d'Ingénieur agronome. Unité de phytopathologie, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 80 pp.
- DHINGRA, O.D. & SINCLAIR, J.B. 1995. Basic plant pathology methods. Second Edition. Lewis, éditeurs, USA, 434 pp.
- EGLI, T., GOTO, M., SCHMIDT, D. 1982. Pathogenic variation among the causal agents of

- bacterial wilt of forage. *Journal of Phytopathology*, 104 : 138-150.
- GERHARD, M., HABERMEYER, J. & ZINKERNAGEL, V. 1998. The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions. Modern fungicides and antifungal compounds. *Dans Review of Plant Pathology*, 78 : 904.
- GHESQUIERE, A. & REHEUL, D. 1996. Veredelen voor kroonroestresistentie in Engels raaigras. *Parasitica*, 52 : 117-126.
- GIBBS, A.F., WILCOXSON, R.D. & THOMAS, H.L. 1973. The effect of nitrogen fertilization and mowing on *Helminthosporium* leaf spot and sugar content of bluegrass leaves. *Plant Disease Reporter*, 57 : 544-548.
- GIBBS, A.F. & WILCOXSON, R. 1972. Effect of sugar content of *Poa pratensis* on *Helminthosporium* leaf spot. *Physiological Plant Pathology*, 2 : 279-287.
- GONDRAN J. & BETIN M. 1989. Sensibilité de cultivars de ray-grass d'Italie à *Xanthomonas campestris* pv. *graminis*. *EPPO Bulletin*, 19 : 149-155.
- HALISKY, P.M., FUNK, C.R. & ENGEL, R.E. 1966. Melting-out of Kentucky bluegrass varieties by *Helminthosporium vagans* as influenced by turf management practices. *Plant Disease Reporter*, 50 : 703-706.
- HEARD, A.J. & ROBERTS, E.T. 1975. Disorders of temporary ryegrass swards in south-east England. *Dans Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forage and fodder crops. Ann. appl. Biol.*, 81 : 240-243.
- HICKEY, M.J., HUME, D.E. 1994. Evaluation of 7 italian and hybrid ryegrasses under sheep grazing in southland, New-Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 37 : 495-508.
- HOLMES, S.J.I. & CHANNON, A.G. 1975. Glasshouse studies on the effect of low temperature on infection of perennial ryegrass seedlings by *Fusarium nivale*. *Dans Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forage and fodder crops. Annals of applied Biology*, 79 : 43-48.
- HOLMES, S.J.I. 1985. The influence of viruses on grassland. *Dans Weeds, pests and diseases of grassland and herbage legumes. Brockman, J. S. éditeur, Monograph N°29, British Crop Protection Council, Croydon, UK, pp. 195-203.*
- ISAWA, K., ABE, A. & NISHIHARA, N. 1974. Influence of diseases on the chemical composition and nutritive value of forage crops. I. Chemical composition of italian ryegrass infected with crown rust. *Annals of Phytopathological Society of Japan*, 40 : 86-92.
- JOHNSON, J. 1991. Importance of the problem - Practical solutions. *Dans Proceedings of British Grassland Society Conference. Strategies for weed, disease & pest control in grassland. The British Grassland Society c/o AFRC Institute for Grassland and Environmental Research, éditeurs. Hurley, Maidenhead, UK, 1 : 1-13.*
- KAUFFMAN, H. E., REDDY, A. P. K., HIESH, S. P. Y. AND MERCA, S. D. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. *Plant Disease Reporter*, 57 : 537-540.
- KREMER, F. 1999. Problèmes phytosanitaires en prairie du Grand-Duché de Luxembourg.

- Amélioration de la qualité phytosanitaire des prairies* 86 Analyse de la culture *in vitro* et du pouvoir pathogène de *Mastigosporium* spp. Mémoire d'Ingénieur agronome. Unité de phytopathologie, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 74 pp.
- LABRUYERE, R.E. 1977. Contamination of ryegrass seed with *Drechslera* species and its effect on disease incidence in the ensuing crop. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 83 : 205-215.
- LAM, A. & LEWIS, G.C. 1982. Effects of nitrogen and potassium fertilizer application on *Drechslera* spp. and *Puccinia coronata* on perennial ryegrass (*Lolium perenne*) foliage. *Plant Pathology*, 123-131.
- LAM, A. 1983. Leaf area guides for assessing fungal leaf diseases of ryegrasses (*Lolium* spp.). *Plant Pathology*, 32 : 213-215.
- LAM, A. 1985. Effect of fungal pathogens on digestibility and chemical composition of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*). *Plant Pathology*, 34 : 190-199.
- LANCASHIRE, J.A. & LATCH, G.C.M. 1966. Some effects of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) on the growth of two ryegrass varieties in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Resources*, 9 : 628-640.
- LANCASHIRE, J.A. & LATCH, G.C.M. 1970. The influence of nitrogenous fertilizer on the incidence and effects of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13 : 287-293.
- LATCH, G. C. M. 1965. Fungous diseases of ryegrasses in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Resources*, 9 : 394-409.
- LECOMTE, P., CLÉMENT, C. & DARDENNE, P. 1996. La spectrométrie dans le proche infrarouge, outil d'évaluation rapide de la qualité et de la production du fourrage frais. *Fourrages*, 148 : 379-387.
- LEYNS, F., VAN DEN MOOTER, M., SWINGS, J., DE CLEENE, M. & DE LEY, J. 1981a. Distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *graminis* in fields of forage grasses in northern Belgium. *Parasitica*, 37 : 131-133.
- LEYNS, F., VAN DEN MOOTER, M., SWINGS, J., DE CLEENE, M. & DE LEY, J. 1981b. Reaction of grass varieties grown in Belgium to *Xanthomonas campestris* pv. *graminis*. *Parasitica*, 37 : 29-34.
- LEYNS, F. 1993. *Xanthomonas campestris* pv. *graminis* : cause of bacterial wilt of forage grasses. *Dans* J.G. Swings & E.L. Civerolo. Chapman & Hall, éditeurs. *Xanthomonas*. UK, pp. 55-57.
- LIPPKE, 1980. Cité par COLEMANS, S.W., LIPPKE, H. & GILL, M. Nutritional ecology of herbivores. *Proceedings of the Vth international symposium on the nutrition of herbivores*. Hans-Joachim G. Jung & George C. Fahey, Jr., éditeurs. 1999, San Antonio, USA, pp. 651.
- LOWE, K.F., REASON, G.K., BOWDLER, T.M., BIRD, A.C., MCKEOGH, P. & MOSS, R.J. 1985. The performance of ryegrass cultivars under cutting and grazing in coastal southeast Queensland. *Dans* T.I. Phillips, éditeurs. 'The Challenge : efficient dairy production,

- Proceedings'. Albury-Wodonga, Australia, 25-28 march 1985, pp. 27-28.
- LUKENS, R.J. 1970. Melting-out of Kentucky bluegrass, a low sugar disease. *Phytopathology*, 60 : 1276-1278.
- LUXEN, P. 1994. Pour la prairie, quelles variétés choisir ? Fourrages Actualités 1994, Communication présentée lors de la 1<sup>er</sup> journée du CRA Gembloux, 16 novembre 1994, CRA, Gembloux, pp. 15-18.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) & ADAS (Agricultural Development and Advisory Service). 1976. Manual of Plant Growth Stage and Disease Assessment Keys. MAFF, éditeurs, UK. Keys n° 5.1.1., 5.2.1., 5.3.1.
- MÄKELÄ, K. 1971. Some graminicolous species of *Helminthosporium* in Finland. *Karstenia*, 12 : 5-35.
- MARAITE, H. 1995. Présentation générale des maladies foliaires et incidence sur le rendement et l'appétence. *Dans* CRA éditeurs. 'Fourrages Actualités 1995' Communication présentée lors de la 2<sup>ème</sup> journée du CRA Gembloux, 22 novembre 1995. Gembloux, Belgique, pp. 21-24.
- MICHEL, V., SCHORI, A., MOSIMANN, E., LEHMANN, J., BOLLER, B. & SCHUBIGER, F. 2000. Maladies des graminées et des légumineuses fourragères. *Revue suisse de l'agriculture*, 32 : 1-12.
- O'ROURKE, C.J. 1975. Common and newly-recorded forage crop diseases in Ireland. *In* : Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forage and fodder crops. *Annals of applied Biology*, 81 : 243-247.
- O'ROURKE, C.J. 1976. Diseases of grasses and forage legumes in Ireland. An Foras Taluntais, Dublin, Ireland, 401 pp.
- PAUL H.V. & FREUDENSTEIN K.H. 1989. Susceptibility of cultivars of Italian ryegrass to *Xanthomonas campestris* pv. *graminis*. *EPPO Bulletin*, 19 : 165-171.
- POTTER, L.R., CAGAS, B., PAUL, V.H. & BIRCKENSTAEDT, E. 1990. Pathogenicity of some European collections of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) on cultivars of perennial ryegrass. *Journal of Phytopathology*, 130 : 119-126.
- POTTER, L.R. 1987. Effect of crown rust on regrowth, competitive ability and nutritional quality of perennial and Italian ryegrasses. *Plant Pathology*, 36 : 455-461.
- PRICE, T. 1987. Ryegrass rust in Victoria. *Plant Protection Quarterly*, 2 : 189.
- RAYNAL, G., GONDRAN, J., BOURNOVILLE, R. & COURTILOT, M. 1989. Ennemis et maladies des prairies. Institut National de la Recherche Agronomique, éditeurs. Paris, France, 249 pp.
- REHEUL, D., BAERT, J., BOLLER, B., BOURDON, P., CAGAS, B., EICKMEYER, F., FEUERSTEIN, U., GAUE, I., GHESQUIERE, A., GRAS, M-C., HOKS, I., KATOVA, A., LELLBACH, H., MATZK, F., MUYLLE, H., OLIVEIRA, J-A., PRONCZUK, M., ROLDAN-RUIZ, I., THOROGOOD, D., VANBELLINGHEN, C., VAN HEE, F., VAN WIJK, A., VISSCHER, J., VIJN, R., WOLTERS, L. 2001. Crown rust, *Puccinia coronata* Corda : recent developments. *Dans* Volker, H.P. & Dapprich, P.D., éditeurs. 'The third international confe-



- rence on harmful and beneficial microorganisms in grassland, pastures and turf', September 26, 2000. Universität Paderborn, Soest (Germany), pp. 17-28.
- SIVANESAN, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvalaria*, *Drechslera*, *Eserohilum* and their teleomorphs. Mycological Paper n°158. C.A.B. International Mycological Institute, Wallingford, UK, 261 pp.
- SKIPP, R. A. & HAMPTON, J. G. 1996. Fungal and bacterial diseases of pasture plants in *Amélioration de la qualité phytosanitaire des prairies* 88 New Zealand. *Dans* Pasture and Forage Crop Pathology. Chakraborty, S., Leath, K. T., Skipp, R. A., Pederson, G. A., Bray, R. A., Latch, G. C. M. and Nutter, J. R., éditeurs. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, pp. 213-236.
- SMITH, J.D., JACKSON, N. & WOOLHOUSE, A.K. 1989. Fungal Diseases of Amenity Turfgrasses. SPON, E. & F. N., éditeurs. London, UK, 401 pp.
- THOMAS, J.E. 1991. Diseases of established grassland. *Dans* Proceedings of British Grassland Society Conference. Strategies for weed, disease and pest control in grassland. The British Grassland Society, éditeurs. UK, pp. 3.1-3.12.
- VANBELLINGHEN, C., MOREAU, V. & MARAITE, H. 1999. Comportement variétal du ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) à la rouille et aux helminthosporioses en Haute et Moyenne Belgique. *Parasitica*, 55 : 105-118.
- VANBELLINGHEN, C., MOREAU, V. & MARAITE, H. 2000. Comportement variétal du ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) à la rouille et aux helminthosporioses en Haute et Moyenne Belgique. *Dans* Michelante, D. & Stilmant, D. éditeurs. '2<sup>ème</sup> journée d'étude sur l'état de la recherche en agriculture biologique : critères de sélection et production de semences'. 14 novembre 2000. Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture, Centre de Recherches Agronomiques. Libramont, Belgique, pp. 60-61.
- VANBELLINGHEN, C., MOREAU, V. & MARAITE, H. 2001. Effect of *Drechslera siccans* and *D. dictyoides* infection on digestibility and chemical composition of perennial ryegrass. *Dans* Volker, H.P. & Dapprich, P.D., éditeurs. 'The third international conference on harmful and beneficial microorganisms in grassland, pastures and turf', September 26, 2000. Universität Paderborn, Soest, Germany, pp. 123-128.
- VANCOPPENOLLE, Y. 2000. Etude du rôle des graminées prairiales et du maïs dans l'épidémiologie du *barley yellow dwarf virus* (BYDV) et ses moyens de détection. Mémoire d'Ingénieur Agronome. Unité de phytopathologie, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 53 pp.
- WARD, C.Y. & BLASER, R.E. 1961. Carbohydrate food reserves and leaf area in the regrowth of orchardgrass. *Crop Science*, 1 : 366-370.
- WILKINS, P.W. 1973. Infection of *Lolium* and *Festuca* spp. by *Drechslera siccans* and *D. catenaria*. *Euphytica*, 22 : 106-113.

