

PA-ABD-671

Maladies et ravageurs du blé

guide d'identification au champ



CIMMYT

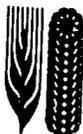


PA-ABD-671
ISA 63477

Maladies et ravageurs du blé
guide d'identification au champ

Auteurs:

J.M. Prescott, P.A. Burnett, E.E. Saari,
J. Ransom, J. Bowman, W. de Milliano,
R.P. Singh, G. Bekele



INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 Mexico, D.F., Mexico



1/1

Préface

Conçue à l'intention des chercheurs et des techniciens ainsi que des agriculteurs du monde en voie de développement — et utile peut-être aussi à d'autres — cette brochure a pour objet de les aider à identifier rapidement sur place les maladies du blé et du triticale. Le texte comporte une brève description des principales maladies, des insectes, nématodes, anomalies génétiques et physiologiques et traite des carences en éléments minéraux et des agressions du milieu qui sont autant de facteurs limitants. Pour compléter cette description et aider efficacement à l'identification des maladies, de nombreuses photographies en couleur ^{1/} et des dessins ^{2/} illustrent le texte. Enfin, à l'intérieur de la brochure se trouve un guide d'identification destiné à permettre de formuler le diagnostic. Dans le cas d'organismes pathogènes spécifiques, le nom de la forme parfaite (quand elle est connue) est suivi de la forme imparfaite entre parenthèses. Alors que nombre des anomalies, maladies et facteurs limitants dont il est question ici ont une importance certaine du point de vue économique, il n'en est pas de même pour d'autres dont, cependant, nous faisons état dans cette publication soit en raison de leur caractère unique, soit pour éviter toute confusion avec des problèmes plus significatifs.

1/ Toutes les photographies ont été prises par le personnel du CIMMYT, à l'exception des photos 57 et 70 dont les clichés ont été mis gracieusement à notre disposition par C.C. Gill, Agriculture Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada, et par J.H. Hatchett, USDA-ARS, Université du Kansas, Manhattan, Kansas, EUA, respectivement.

2/ Les dessins ont été reproduits de l'ouvrage "New Zealand Pest and Beneficial Insects" (édité par R.R. Scott) avec l'autorisation du Lincoln College de Nouvelle Zélande.

Table des matières

1 Maladies cryptogamiques

- 2 Rouille brune
- 5 Rouille noire
- 6 Rouille jaune
- 9 Carie commune et carie naine
- 13 Carie de Karnal
- 14 Charbon nu
- 17 Charbon foliaire
- 18 Oïdium
- 21 Septorioses:
 - Septoriose à *Septoria tritici*
 - Septoriose à *Septoria nodorum*
 - Septoriose à *Septoria avenae*
- 25 Helminthosporioses
- 26 Tache bronzée ou tache jaune des feuilles
- 29 Taches foliaires causées par *Alternaria*
- 30 Fusariose des feuilles
- 33 Fusariose de l'épi
- 34 Ergot
- 37 Moucheture
- 38 Mildiou
- 41 Piétin-échaudage
- 45 Piétin-verse
- 46 Rhizoctone
- 49 Pourriture commune des racines, du pied, du plateau de tallage
- 50 Flétrissement des céréales
- 53 Noircissement des épis

54 Maladies bactériennes ou bactérioses

- 57 Glume noire et strie bactérienne
- 58 Bactériose des glumes et brûlure bactérienne de la feuille
- 61 Brûlure bactérienne de l'épi (pourriture jaune de l'épi)

62 Maladies virales ou viroses

- 65 Jaunisse nanisante de l'orge

66 Insectes ravageurs et acariens



Maladies cryptogamiques

68 Guide pour l'établissement du diagnostic

- 71 Pucerons
- 72 Punaises
- 75 Chenilles légionnaires, coupeuses et foreuses
- 76 Criocère des feuilles des céréales
- 79 Thrips
- 80 La mouche de Hesse
- 83 Asticot de la tige du blé
- 84 Cèphe du blé
- 87 Larves de hannetons (vers blancs)
- 88 Larves de taupins (vers "fil-de-fer")
- 92 Limaces, escargots, sauterelles et grillons
- 95 Acariens

96 Nématodes

- 99 Nématode du blé (anguilles)
- 100 Nématode à kystes des céréales
- 103 Nématode à galles des racines

104 Anomalies physiologiques et génétiques

- 107 Taches foliaires physiologiques
- 108 Mélanisme et tache brune (faux black chaff)
- 111 Chlorose génétique
- 112 Nécrose des hybrides

115 Carences nutritionnelles et conditions du milieu défavorables

- 116 Carences en azote, phosphore et potassium
- 119 Carences en éléments secondaires ou oligo-éléments
- 120 Toxicité de l'aluminium
- 123 Excès de sel
- 124 Stress hydrique
- 127 Stress thermique
- 128 Dégâts causés par les herbicides
- 131 Dégâts causés par les gelées

132 Glossaire

Dépourvus de chlorophylle, ce en quoi ils diffèrent des autres plantes, les champignons n'ont donc pas de capacité de photosynthèse. Au lieu d'élaborer leur propre nourriture, ils absorbent des éléments nutritifs qu'ils puisent dans les tissus morts ou vivants de l'hôte. Ils se propagent de diverses manières et peuvent être transmis par la graine ou le sol, ou dispersés par le vent, l'eau (de pluie ou d'arrosage), les insectes, les animaux et l'homme.

L'infection par les champignons pathogènes est liée à divers facteurs: en général, leur reproduction requiert la présence d'eau à la surface de l'hôte et dépend à la fois de la sensibilité de ce dernier, de la densité d'inoculum et de la température ambiante, et d'autres facteurs du milieu. Si certains champignons ne s'attaquent qu'à une ou à quelques espèces hôtes, d'autres par contre s'attaquent indistinctement à plusieurs d'entre elles. Les symptômes et l'évolution de la maladie dépendent également de l'interaction entre le parasite et l'hôte. Selon la nature des champignons qui sont à l'origine de la maladie, les symptômes peuvent être semblables ou différents, ainsi leur identification catégorique devra être basée sur leur morphologie. Sauf indication contraire, les champignons dont il sera traité ici sont ceux qui attaquent le blé tendre, le blé dur et le triticale.



Rouille brune

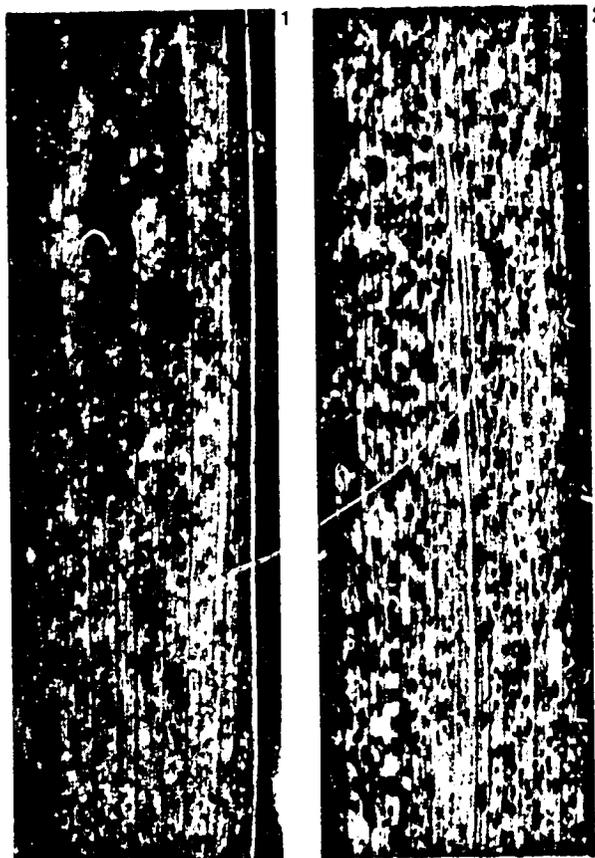
Puccinia recondita
(leaf or brown rust)

Symptômes: De forme circulaire ou légèrement elliptique, les pustules sont plus petites que dans le cas de la rouille noire. En général, elles ne confluent pas et contiennent des masses d'urédospores dont la couleur va de l'orange au brun orangé. L'infection se manifeste essentiellement sur la face supérieure des limbes et des gaines (1) et parfois sur le col de l'épi et sur les barbes.

Propagation et évolution: Ordinairement légères, les infections primaires sont produites par des urédospores transportées parfois de très loin par le vent. Si l'humidité ambiante est suffisante et la température proche de 20°C, la maladie se propage rapidement. Dans des conditions propices, des générations successives d'urédospores se produisent tous les 10 à 14 jours. A mesure que les plantes mûrissent et dans des conditions du milieu moins favorables, la présence de masses de téléutospores (2) peut être observée.

Hôtes/Distribution: La rouille de la feuille peut attaquer le blé, le triticale et nombre de graminées voisines. Partout où se cultivent des céréales de climat tempéré la maladie peut se présenter. Parmi les hôtes écidiaux, il faut mentionner les spp. *Thalictrum*, *Isopyrum*, *Anemonella* et *Anchusa*.

Importance: Les infections précoces graves peuvent occasionner un abaissement considérable du rendement, en réduisant notamment le nombre de grains par épi, leur poids et leur qualité.



2

3



5

3



4

Rouille noire

Puccinia graminis f. sp. *tritici*
(stem or black rust)

Symptômes: D'un brun foncé, les pustules (qui contiennent des masses d'urédospores) se présentent sur les deux faces de la feuille, sur les tiges et les épis (3), dispersées s'il ne s'agit que d'une infection légère, mais confluentes en cas d'infection grave. L'apparition de petites taches (chloroses) précède la formation des pustules et avant même que les masses de spores déchirent l'épiderme il est possible de déceler l'infection au toucher qui révèle des zones rugueuses. A mesure qu'apparaissent les masses de spores, les tissus superficiels prennent un aspect rugueux et crevassé.

Propagation et évolution: Les infections primaires sont généralement légères et sont produites par des urédospores transportées parfois de très loin par le vent. L'humidité (pluie ou arrosage) et des températures modérées sont propices au développement de la maladie. Si pendant 10 à 15 jours la température est d'au moins 20°C, la première génération d'urédospores fait son apparition. A mesure que les plantes mûrissent, des masses noires de téléospores peuvent se former.

Hôtes/Distribution: La rouille noire affecte aussi bien le blé que l'orge, le triticales et d'autres graminées d'espèces voisines et elle est répandue partout où sont cultivées des céréales de climat tempéré. Les hôtes écidien sont: les spp. *Berberis* et *Mahonia*.

Importance: Si l'infection a lieu au cours des premières étapes du cycle de végétation, la maladie peut avoir de graves conséquences: diminution du tallage, du poids spécifique et de la qualité des grains. Si les conditions du milieu favorisent l'évolution de l'infection, toute la récolte peut être perdue.

5



6

Rouille jaune

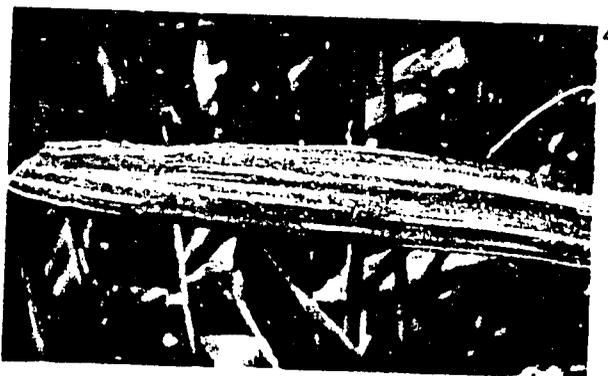
Puccinia striiformis
(stripe or yellow rust)

Symptômes: Les pustules contenant des urédospores de couleur jaune orangé forment en général d'étroites stries le long des feuilles (4), mais peuvent également se former sur les graines, les cols d'épi et les legumes (5).

Evolution: Les infections primaires sont occasionnées par des urédospores transportées parfois de très loin par le vent. A la faveur de l'humidité (eau de pluie ou d'arrosage) et d'une température ambiante de 10 à 20°C, la maladie progresse rapidement. Si la température s'élève à plus de 25°C, la prolifération d'urédospores s'interrompt, ou tout au moins diminue, et des téleutospores noires peuvent alors faire leur apparition (6).

Hôtes/Distribution: Le blé, l'orge, le triticale et bien d'autres graminées sont exposés à cette maladie répandue dans toutes les régions en altitude et/ou tempérées où sont cultivées des céréales. Il n'est pas connu d'hôte écidien.

Importance: En cas d'infection grave, le rendement peut diminuer du fait que le nombre de grains sur l'épi se trouve réduit, de même que leur poids spécifique et leur qualité.





Carie commune et carie naine

Tilletia caries, *T. foetida*, *T. controversa*
(common and dwarf bunt)

Symptômes: L'apparition de grains dits "cariés" en raison de structures mycéliennes, semblables aux autres grains, mais en fait remplis de téléospores noires, constitue le principal symptôme de l'infection causée par ces trois espèces de champignons. Les grains cariés que produisent *T. caries* et *T. foetida* ont à peu près la forme et la taille des grains auxquels elles se substituent (7), alors que les grains cariés de la carie naine, formés par *T. controversa* ont une forme plus sphérique (8). Si on les écrase, ces grains cariés dégagent une odeur fétide ou une odeur de poisson. Les épis infectés deviennent d'un vert bleuté (parfois plus foncé) et les glumes tendent à s'écarter légèrement. Les grains cariés deviennent nettement visibles après le stade pâteux (9 et 10). Les plantes infectées sont plus courtes que les plantes saines, ce qui est un symptôme caractéristique de la carie commune, alors qu'un rabougrissement marqué de la plante est la caractéristique de la carie naine.

Évolution: Les spores dormantes qui se trouvent sur le sol ou sur les graines germent et infectent les plantules à la levée. Des températures fraîches pendant la germination favorisent l'infection et celle-ci se développe de manière systémique. Les symptômes deviennent bien visibles après la formation des épis.

(voir page suivante)



Hôtes/Distribution: Ces maladies affectent notamment le blé et plus rarement le triticale et d'autres graminées. La carie commune et la carie naine sont très répandues dans toutes les régions tempérées, mais la carie naine se présente dans des régions où la neige persiste sur le sol pendant de longues périodes.

Importance: Le rendement des variétés sensibles peut considérablement diminuer si les semences ne sont pas traitées à l'aide de produits chimiques.



11



Carie de Karnal

Tilletia indica
Syn. *Neovossia indica*
(Karnal bunt)

Symptômes: Il est difficile de détecter la maladie avant la récolte car, en général, quelques grains seulement sur chaque épi sont infectés. Après la récolte, les grains infectés sont facilement visibles. Une partie de l'endosperme est remplacée par une masse de téléospores noires et le péricarpe peut être intact ou déchiré (11). Ecrasés, les grains malades dégagent une odeur nauséabonde ou une odeur de poisson.

Propagation et évolution: La carie de Karnal est transmise par les graines ou par le sol et s'attaque à la plante lors de la floraison. L'inoculum (téléospores) qui se trouve sur le sol ou près de la surface germe et produit des sporidies que disperse le vent et qui atteignent les pièces florales. Ces sporidies, à leur tour, germent et s'introduisent dans les glumes, le rachis et l'ovaire. Le champignon pénètre dans le grain récemment formé et se développe dans l'espace intercellulaire entre l'endosperme et le péricarpe. Le degré d'infection et l'évolution de la maladie dépendent des conditions du milieu depuis l'épiaison jusqu'à la formation des grains.

Hôtes/Distribution: La carie de Karnal s'attaque au blé, au triticale, au seigle et à d'autres graminées, à l'exception de l'orge. La maladie existe à l'état endémique dans les sous-continent asiatique et aujourd'hui au Mexique également.

Importance: La carie de Karnal n'a qu'une importance relative car elle ne réduit que peu le rendement. Néanmoins, elle figure sur les listes de quarantaine de nombreux pays et, de ce fait, elle a une certaine importance dans le cadre du commerce mondial des céréales.

Charbon nu

Ustilago tritici
(loose smut)

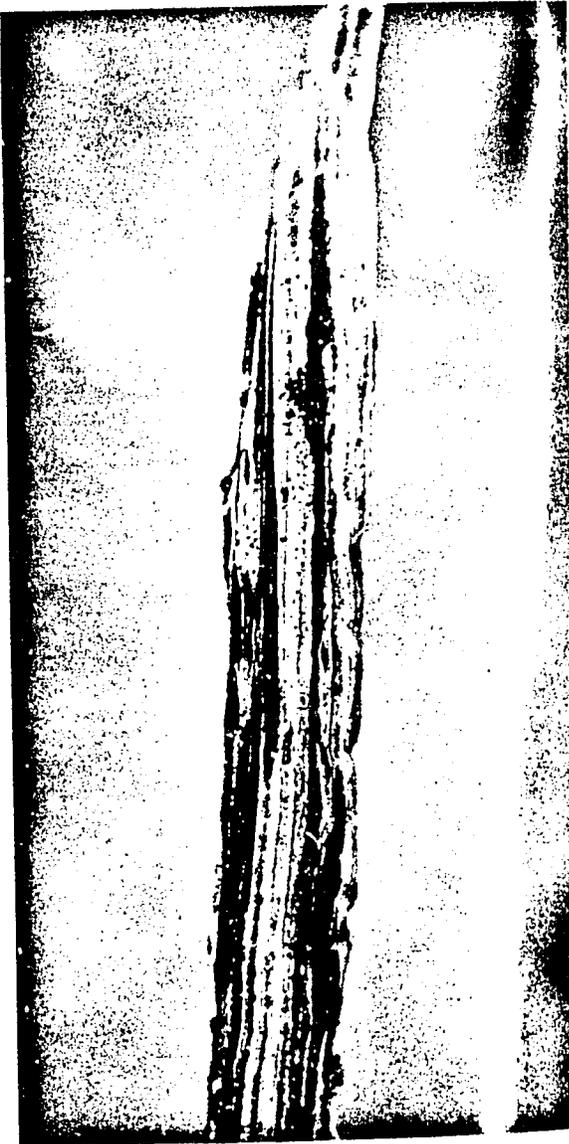
Symptômes: A l'exception du rachis, toute l'inflorescence est remplacée par des masses de spores de charbon (12). Ces téleutospores noires sont souvent emportées par le vent et il ne reste plus que le rachis dénudé et quelques structures florales (13).

Propagation et évolution: Les téleutospores que le vent a emportées se déposent sur les fleurs des plantes de blé où elles germent et infectent l'embryon du grain en formation. Le mycélium du charbon nu reste latent dans les tissus embryonnaires du grain jusqu'à ce que celui-ci commence à germer. Le mycélium se développe alors en même temps que le méristème de croissance de la plante et, lors de la floraison, remplace les structures florales de l'épi par des masses de spores noires. Un climat frais et humide, prolongeant la période de floraison de la plante-hôte, favorise l'infection et l'évolution de la maladie.

Hôtes/Distribution: Partout où le blé est cultivé cette maladie peut se déclarer.

Importance: La diminution du rendement dépend du nombre d'épis atteints. L'incidence de cette maladie est généralement de moins de 1% — et rarement de plus de 30% — des épis dans un site déterminé.





Charbon foliaire

Urocystis agropyri
(flag smut)

Symptômes: D'étroites stries de téleospores noires apparaissent sous l'épiderme des feuilles et des gaines florales et parfois sur les tiges. Les plantes malades grandissent généralement peu, tallent à profusion et peuvent ne pas donner d'épis. En cas d'infection grave, les feuilles s'enroulent sur elles-mêmes et prennent un aspect analogue à celles de l'oignon. En vieillissant, l'épiderme des plantes se déchire et libère les téleospores (14).

Propagation et évolution: Les grains en germination ou les très jeunes plantules sont infectés par les spores en germination qui se trouvent dans la graine ou dans le sol. La maladie devient systémique et les bandes sous-épidermiques de téleospores sont visibles à l'approche de la période de formation des épis. Une sécheresse relative et un sol à température fraîche sont propices à la propagation de l'infection.

Hôtes/Distribution: Les blés tendres sont particulièrement affectés par le charbon foliaire. Ses isolats attaquant le blé tendre semblent spécifiques. On le rencontre rarement sur le blé dur et le triticale. La maladie se présente dans la plupart des zones de culture de blé d'hiver et dans les régions fraîches de culture de blé de printemps semé en automne.

Importance: Le charbon des feuilles n'a guère d'importance du point de vue économique. Toutefois, les pertes de rendement peuvent osciller entre zéro et modérées (quand ce sont variétés sensibles qui sont cultivées).



Oïdium

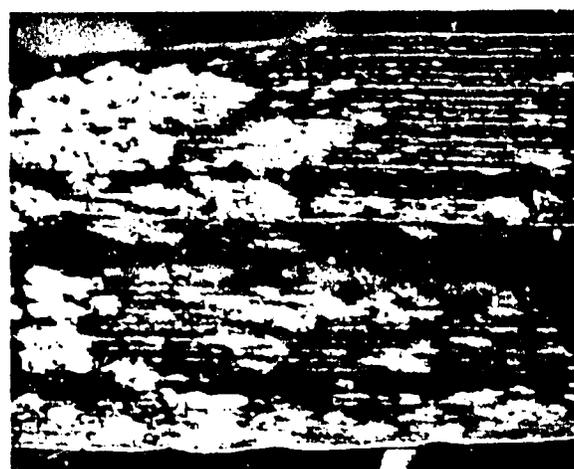
Erysiphe graminis, f. sp. *tritici*
(powdery mildew)

Symptômes: Les premiers symptômes de la maladie sont — quelle que soit la plante-hôte — l'apparition de colonies de mycélium et de conidies s'étendant comme un duvet ou une poudre très fine, de couleur blanche ou gris clair, sur la face supérieure des limbes et de gaines, sur les feuilles les plus basses notamment (15), et parfois jusque sur les épis. Le tissu fongique le plus ancien est d'un gris jaunâtre (16). La couche de mycélium s'enlève facilement, en frottant simplement avec les doigts. Le tissu de la plante-hôte sous ce feutrage devient chlorotique ou nécrotique et, en cas d'infection grave, les feuilles dégénèrent et meurent. A la longue se développent dans le mycélium des fructifications noires et sphériques (perithèces) visibles à l'oeil nu.

Propagation et évolution: Un climat frais (15 à 22°C), nuageux et humide (75 à 100% d'humidité relative) favorise la propagation et l'évolution de la maladie.

Hôtes/Distribution: La spécificité du champignon quant aux plantes auxquelles il s'attaque est élevée. Les isolats qui affectent le blé lui sont spécifiques et il semble qu'il en est de même des isolats qui s'attaquent exclusivement et respectivement à l'orge, à l'avoine et au seigle. Cette spécificité existe aussi sous forme de races. Dans le monde entier, les cultures de céréales dans les régions fraîches, humides et semi-arides peuvent être atteintes de cette maladie.

Importance: Si l'infection a lieu au cours des premières étapes du cycle de végétation, dans des conditions propices, la maladie peut occasionner une baisse considérable de rendement, notamment quand elle se propage avant la formation des épis.





20

Septorioses

Septoriose à *Septoria tritici*
Mycosphaerella graminicola (Septoria tritici)

Septoriose à *Septoria nodorum*
Leptosphaeria nodorum (S. nodorum)

Septoriose à *Septoria avenae*
Leptosphaeria avenaria, f. sp. triticea
(S. avenae f. sp. triticea)

Symptômes: L'infection initiale se manifeste par l'apparition de taches ou lésions chlorotiques oblongues ou allongées de forme irrégulière. A mesure que ces taches s'étendent, elles prennent une couleur jaune paille claire et légèrement nécrotique, mouchetées de nombreux petits points noirs (pynchides) (17). Les lésions causées par *Septoria tritici* sont linéaires et limitées latéralement par les nervures (18), alors que celles occasionnées par *Septoria nodorum* (19) et par *Septoria avenae* sont lenticulaires. Toutes les parties aériennes de la plante peuvent être affectées. L'infection, si elle est légère, ne produit que quelques taches dispersées, mais dans le cas d'infection grave, feuilles et épis peuvent être totalement détruits (20). Il est ordinairement difficile d'identifier les espèces sur le terrain et il est souvent nécessaire d'avoir recours pour cela à l'examen microscopique.

(voir page suivante)

21



14

Propagation et évolution: Ce sont d'abord les feuilles inférieures qui sont atteintes, mais, si les conditions sont favorables, l'infection se propage et affecte les feuilles supérieures et les épis. Un climat frais (10 à 15°C), humide et nuageux est particulièrement propice au développement de ces maladies.

Hôtes/Distribution: Le blé est particulièrement sensible à ce pathogène qui n'épargne pas non plus d'autres céréales. Ces maladies sont limitées aux régions tempérées de climat frais et humide où se cultive le blé.

Importance: Les pertes peuvent être considérables en cas d'infection grave avant la récolte, suite à l'échaudage et la diminution de poids spécifique.



19



20



15

21



22



24

Helminthosporioses

Cochliobolus sativus (*Helminthosporium sativum*),
Syn. *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera sorokiniana*
(leaf or spot blotch)

Symptômes: Les lésions occasionnées par cette maladie sont de forme allongée ou ovale, généralement d'un brun foncé. Le centre prend une couleur qui va du brun clair au brun bronzé à mesure que les lésions mûrissent. Ces lésions sont entourées d'un anneau irrégulier de teinte plus sombre (21, sur la feuille; 22, sur l'épi).

Propagation et évolution: Les infections primaires se présentent ordinairement sur les feuilles inférieures et se manifestent par l'apparition de petites taches chlorotiques dont la taille va en augmentant, qui virent au brun foncé et confluent parfois. Les infections graves peuvent occasionner la mort prématurée des feuilles et des gaines foliaires.

Hôtes/Distribution: Le blé, le triticale, l'orge et la plupart des graminées sont susceptibles d'être attaqués par ce pathogène. La maladie est répandue dans le monde entier, mais elle est particulièrement fréquente dans les régions humides ou dans celles où les pluies sont abondantes.

Importance: Quand l'infection survient au début du cycle de végétation et si les conditions du milieu sont propices, la maladie peut occasionner la défoliation complète de la plante. Le rendement diminuera alors considérablement et les grains seront échaudés.

25



16.

Tache bronzée ou tache jaune des feuilles

Pyrenophora trichostoma
(*Helminthosporium tritici-repentis*)
Syn. *P. tritici-repentis*, *Drechslera tritici-repentis*
(tan spot)

Symptômes: Les lésions se présentent au début sous forme de petites taches d'un jaune foncé virant au brun. En s'étendant, ces lésions forment de grandes taches bronzées d'un ovale irrégulier ou lenticulaires bordées d'une aréole chlorotique ou jaunâtre (23). Ces lésions se rejoignent et produisent alors de larges plages sur la feuille. L'apparition d'une petite tache de couleur brun foncé au centre de la lésion est l'un des signes caractéristiques de la maladie. A mesure que l'infection progresse, les feuilles dépérissent et les épis et même toute la plante finissent par mourir.

Propagation et évolution: L'infection prend sa source dans les débris végétaux qui subsistent sur le sol et peut être transmise également par des plantes-hôtes (graminées) déjà infectées. Les feuilles inférieures sont les premières atteintes, mais dans des conditions propices, l'infection gagne les feuilles supérieures et les gaines foliaires. Cette maladie est répandue sous divers climats et tend à se propager à la faveur de périodes prolongées d'humidité ou de pluie (pendant 18 heures ou plus).

Hôtes/Distribution: Le *Pyrenophora* s'attaque au blé et à d'autres graminées, mais le triticales, l'orge et le seigle en sont moins fréquemment affectés. La maladie est répandue dans les régions tempérées productrices de blé.

Importance: Selon sa gravité, l'infection occasionne la mort prématurée des feuilles et, par suite, une diminution du rendement due à l'échaudage des grains et à leur perte de poids. Cette maladie est d'autant plus répandue que la tendance actuelle consiste à ne labourer que superficiellement ou pas du tout les terres et à laisser subsister sur le sol les déchets de culture.

26



23

27





Taches foliaires causées par *Alternaria*

Alternaria triticina (leaf blight)

Symptômes: La maladie se signale par l'apparition de petites lésions chlorotiques, ovales ou elliptiques, qui en s'étendant prennent une forme irrégulière, dont les bords deviennent alors diffus et d'un brun clair ou foncé (24). Il est difficile de distinguer ces lésions de celles qu'occasionnent les diverses espèces d'*Helminthosporium*. L'infection se déclare généralement sur les feuilles inférieures, mais toutes les parties de la plante peuvent en présenter des symptômes.

Propagation et évolution: Le champignon survit sous forme de conidies sur la graine ou sous forme de mycélium à l'intérieur de celle-ci. La sporulation sur les feuilles inférieures produit un inoculum qui, dispersé par le vent, est à l'origine de la propagation secondaire de l'infection. L'inoculum transmis par la graine occasionne souvent des infections au dernier stade du cycle de végétation. Un excès d'humidité ou d'irrigation et une température élevée (de 20 à 25°C) favorisent l'infection et la propagation de la maladie.

Hôtes/Distribution: Le blé tendre, le blé dur et diverses graminées sont les hôtes primaires de ce champignon. La maladie est répandue dans les régions du centre et de l'est du sous-continent asiatique.

Importance: Les taches foliaires occasionnées par *Alternaria* peuvent avoir des graves conséquences si les conditions du milieu sont propices à la propagation de la maladie. Les cultures de variétés sensibles peuvent en effet subir des pertes considérables.



Fusariose des feuilles

Calonectria nivalis (*Fusarium nivale*)
(leaf blotch or snow mold)

Symptômes: Les taches occasionnées sur les feuilles par ce microorganisme sont visibles vers la fin de la montaison-début du gonflement. Les lésions récentes se présentent comme des zones mouchetées, ovales ou elliptiques, de un vert grisâtre, généralement localisées à proximité de la courbure de la feuille (25). Ces lésions s'étendent rapidement formant des taches "ocellées" dont le centre est blanchâtre ou gris clair. Les feuilles tendent à se fendre ou se déchirer à partir du centre des lésions (26). Le champignon peut occasionner la fonte des semis, la pourriture du pied, la fusariose de l'épi (27) et, chez les céréales d'hiver, la moisissure des neiges.

Propagation et évolution: Les spores se produisent sur les déchets de culture sur le sol et sont transportées sur les feuilles par le vent ou les éclaboussures de l'eau de pluie. Un temps frais et humide favorise l'évolution de la maladie.

Hôtes/Distribution: Le blé et le triticale sont généralement plus susceptibles d'être contaminés par cet agent pathogène que le blé tendre ou le seigle. L'avoine et l'orge, pour leur part, sont apparemment immunes. Selon les informations disponibles, la maladie n'est répandue qu'en Afrique orientale, sur les hauts plateaux du Mexique, dans la région andine d'Amérique du sud et au sud de la Chine.

Importance: Dans les cas graves, la maladie peut occasionner la défoliation complète de la plante et, par suite, le développement insuffisant des grains qui sont échaudés et une perte du poids spécifique (28).



25



26



27



28



29



30



32

Fusariose de l'épi

Fusarium spp.
(scab or head blight)

Symptômes: Les fleurs infectées (notamment les glumes extérieures) prennent une couleur sombre et une apparence huileuse (29). Les conidiospores qui se produisent dans les coussinets sporophères colorent l'épi d'un rose vif (30). Les grains infectés sont remplis de mycélium et les fleurs sont entièrement recouvertes de mycélium blanc.

Propagation et évolution: Plusieurs espèces de *Fusarium* peuvent attaquer les épis de céréales à paille. Lors de la floraison (anthèse), les ovaires sont infectés et un climat chaud et humide favorise la propagation de l'infection au cours de la formation des épis et plus tard également. Pour que l'infection se produise, la température doit osciller entre 10 et 28°C; la maladie se propage d'une fleur à l'autre par croissance du mycélium le long de l'épi.

Hôtes/Distribution: Toutes les céréales à paille peuvent être contaminées. Les diverses espèces de *Fusarium* se trouvent dans presque tous les sols et dans les débris végétaux.

Importance: Les infections graves peuvent occasionner une baisse de rendement de plus de 50% et réduire considérablement la qualité des grains. Ces derniers, sur les épis contaminés, sont échaudés et peuvent contenir des toxines nocives aussi bien pour l'homme que pour le bétail.

33



Ergot

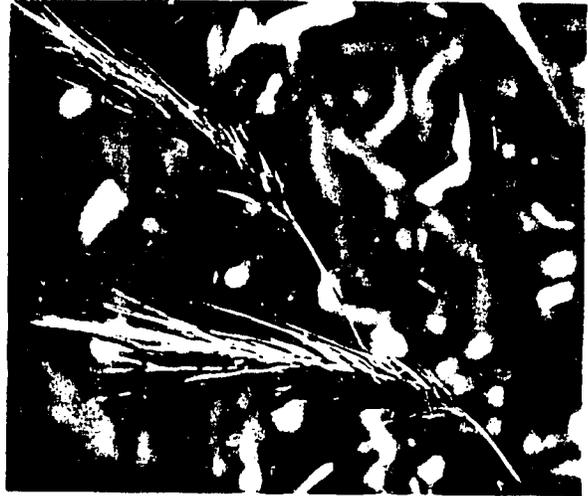
Claviceps purpurea

Symptômes: Au cours de la floraison, les fleurs infectées sécrètent un exsudat jaunâtre, sirupeux et sucré qui contient des conidies et est visible sur les glumes. A l'approche de la maturité de l'épi, les grains infectés sont remplacés par des structures spongieuses brunes ou violet foncé (sclérotés ou ergot) (31) qui peuvent atteindre 20 mm de long (32).

Propagation et évolution: L'infection primaire est causée par des ascospores contenues dans les structures de fructification provenant des sclérotés de la culture de l'année antérieure. Ces ascospores infectent les fleurs, lesquelles produisent ensuite l'exsudat sirupeux qui contient des conidies. Cet exsudat attire les insectes qui en transportent des conidies sur les fleurs saines d'une même plante et sur les plantes voisines. Un climat pluvieux ou humide favorise la sécrétion d'exsudat et la production de spores. Sur chaque fleur infectée se développe un ergot qui peut survivre sur le sol d'une saison à l'autre et même plusieurs années en cas de sécheresse. Des températures basses sont nécessaires à la germination des sclérotés.

Hôtes/Distribution: L'ergot affecte presque toutes les céréales à paille, notamment quand pour quelque raison (les gelées, par exemple) elles sont atteintes de stérilité. Les fleurs stériles tendent à bâiller et sont par suite plus susceptibles d'être contaminées. Les climats humides et frais sont propices à la propagation de la maladie.

Importance: Les pertes de rendement sont négligeables, mais la qualité des grains est considérablement affectée par la maladie qui peut survenir n'importe où dans le monde.



31



32



21

33



34



36

Moucheture

Alternaria, *Helminthosporium* et *Fusarium* spp.
(black point)

Symptômes: Le péricarpe des grains de blé en phase de maturation prend une coloration brune foncée ou noire, généralement limitée à l'extrémité germinale du grain (33; 34 grains saines). Si la maladie est causée par des espèces d'*Alternaria*, seule la couleur du péricarpe fonce. Mais si ce sont des *Helminthosporium* ou des *Fusarium* qui en sont cause, l'embryon peut être envahi et finir par mourir. D'autres champignons peuvent être à l'origine de cette maladie, mais les trois espèces mentionnées sont les plus courantes.

Propagation et évolution: En général, ces champignons infectent les grains en stade "pâteux". Quelques jours d'humidité avant la récolte favorisent la contamination et nombre de variétés présentent des grains infectés.

Hôtes/Distribution: Le blé est l'hôte principal de ce champignon, mais celui-ci peut également attaquer le triticales et d'autres graminées. La maladie est répandue dans le monde entier et se manifeste partout où sont cultivées des céréales à paille.

Importance: Les pertes occasionnées par cette affection ont surtout un caractère économique du fait que les grains décolorés se vendent à des prix inférieurs. Les attaques par *Helminthosporium* ou *Fusarium* peuvent réduire la viabilité de la graine.

37



Handwritten mark

Mildiou

Sclerophthora macrospora (*Sclerospora macrospora*)
(downy mildew)

Symptômes: Un tallage excessif, des tiges courtes, dressées, irrégulières ou tordues, d'un vert jaunâtre, des feuilles épaisses, verticales et en général verticillées (35), tels sont les symptômes de cette maladie. Les talles meurent prématurément et ne produisent pas d'épis; toutefois, s'il se forme des épis, ceux-ci se ramifient et les bractées florales se convertissent en structures qui ont l'aspect de feuilles (36).

Propagation et évolution: Le mildiou affecte les céréales cultivées sur des terres trop irriguées ou gorgées d'eau. Des températures de 10 à 25°C accélèrent son développement. L'inoculum qui se trouve sur le sol et qui provient d'adventices infectées contamine les plantes en présence d'eau. Les symptômes sont particulièrement visibles au cours des premiers stades de croissance correspondant au tallage et à l'élongation des tiges de la plante-hôte.

Hôtes/Distribution: Ce champignon dispose d'une gamme très étendue de plantes-hôtes parmi lesquelles figurent notamment les céréales à paille, le maïs, le sorgho et la plupart des graminées, et il prospère partout où le sol est mal drainé ou détrempé.

Importance: Dans des conditions favorables, de petites épidémies localisées se produisent, mais aucune information officielle n'en signale de très étendues et destructrices.



35



36



20



Piétin-échaudage

Gaeumannomyces graminis f. sp. *tritici*
 Syn. *Ophiobolus graminis*
 (take-all)

Symptômes: Ce champignon affecte la racine et la base des tiges dont il provoque la pourriture. Les tissus situés à la base des tiges et les gaines foliaires deviennent d'un noir brillant (37). Leur examen à la loupe (10x) révèle souvent la présence d'hyphes de couleur sombre à l'entre-noeud sous la couronne, sous la gaine des feuilles les plus anciennes. Sur les racines on distingue nettement des hyphes noirs et épais. Le rabougrissement des plantes et la décoloration des tiges et des épis témoignent de la gravité de la maladie (38). Si l'infection se produit au début du cycle de végétation, le tallage diminue et les épis sont souvent stériles.

Propagation et évolution: Ce champignon survit dans les débris végétaux qui subsistent dans la terre. L'infection se produit au contact des hyphes ou des ascospores qui s'y trouvent et peut se déclarer à tout moment au cours du cycle de culture. Des températures fraîches (de 12 à 18°C) et des sols alcalins ou pauvres en éléments nutritifs lui sont particulièrement favorables. Apparemment la présence d'azote favorise également l'évolution de la maladie. Les racines s'infectent à l'automne et, au début du printemps, l'infection gagne le plateau de tallage et la partie inférieure des tiges. Dans les périodes ultérieures du cycle de végétation, les infections causent moins de dégâts, ne s'attaquant alors qu'aux racines.

(voir page suivante)



Hôtes/Distribution: Le champignon fait preuve d'une certaine spécialisation à l'égard du blé et du triticale, ainsi que des graminées voisines. La maladie ne semble répandue que dans les zones tempérées de culture du blé.

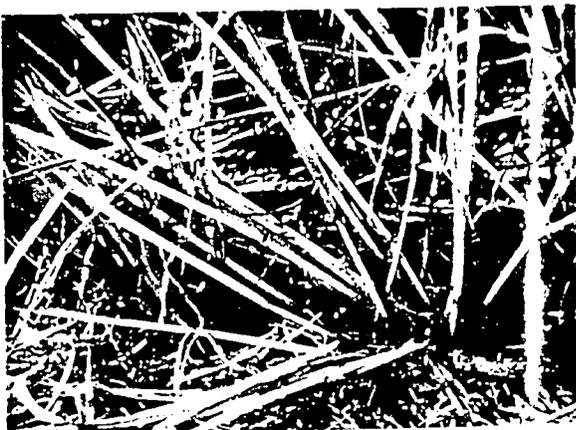
Importance: Le piétin-échaudage se présente fréquemment dans les zones de monoculture. Les pertes de rendement sont particulièrement sensibles en ce qui concerne le blé d'hiver et le blé de printemps semé à l'automne, surtout si les agriculteurs ont recours au chaulage ou ont des pratiques de culture minimale.



39



40



44

Piétin-verse

Pseudocercospora herpotrichoides
Syn. *Cercospora herpotrichoides*
(eyespot)

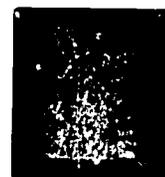
Symptômes: Les lésions elliptiques, en forme de tache ocellée, qui font leur apparition aux entrenœuds de la partie basse de la tige (39), constituent le symptôme le plus évident de la maladie. Ces lésions sont entourées d'anneaux d'un brun verdâtre ou sombre, plus claires au centre (de couleur jaune paille) et se présentent sur les gaines foliaires au niveau du sol. En confluant, ces taches perdent leur apparence caractéristique de "tache ocellée". En cas d'infection grave, la tige se brise et verse juste au-dessus du niveau du sol, à l'endroit de la lésion (40). Les racines ne présentent pas de symptômes.

Propagation et évolution: L'infection primaire provient des conidies ou du mycélium produits sur les débris de récolte sur le sol ou non loin de sa surface. Il faut, pour que l'infection se produise, que la base des plus jeunes tiges soit en contact avec l'agent pathogène. Un temps frais et humide et l'humidité du sol favorisent le développement de la maladie.

Hôtes/Distribution: Le blé, le triticale, le seigle, l'avoine et d'autres graminées également peuvent être infectés, mais le blé est certainement le plus sensible à la maladie. Le blé d'hiver et le blé de printemps semé à l'automne en subissent souvent d'importants dégâts. Le piétin-verse est une maladie répandue dans les régions de climat frais et humide où prédominent les cultures de céréales semées en automne.

Importance: Le piétin-verse peut détruire non seulement les talles, mais toute la plante. Le rendement diminue surtout du fait que la taille et le nombre des grains se trouvent réduits et aussi en raison de la verse.

45



Rhizoctone

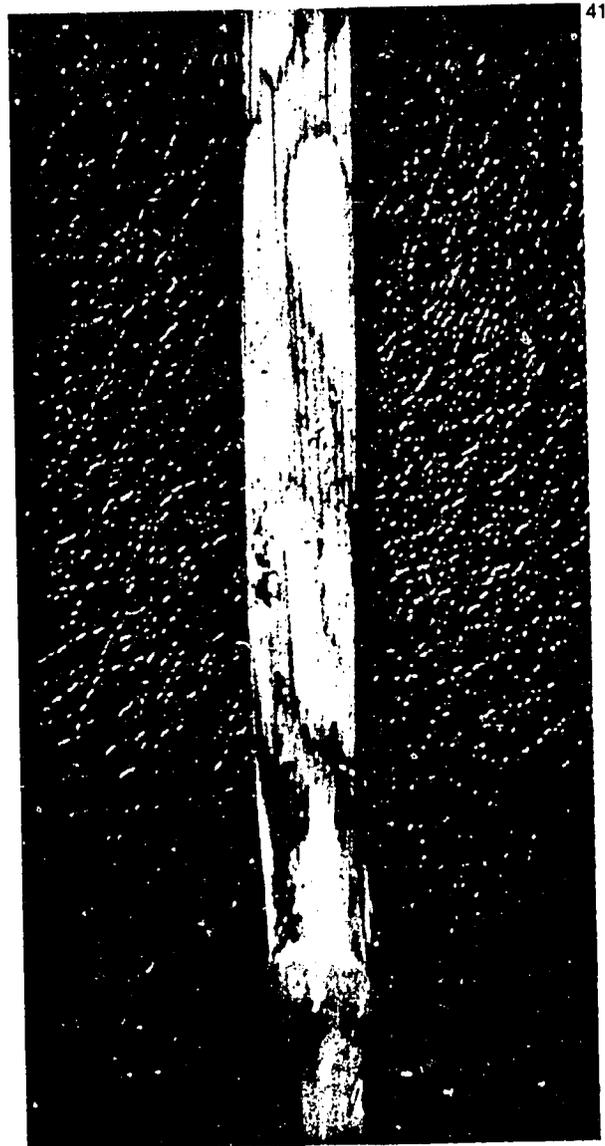
Rhizoctonia solani
(sharp eyespot)

Symptômes: L'apparition de lésions sur les gaines foliaires basses, semblables à celles occasionnées par *Pseudocercospora herpotrichoides* (piétin-verse) est le premier symptôme de la maladie. Ces lésions sont superficielles et plus nettement délimitées que dans le cas du piétin-verse; les bords en sont d'un brun foncé et le centre d'un jaune paille (41). Le mycélium qui se forme au centre de ces lésions s'enlève facilement, par simple frottement avec les doigts. Quand elles sont affectées, les racines brunissent et leur nombre diminue. La maladie peut causer le nanisme de la plante et les ramifications de celle-ci sont peu nombreuses.

Propagation et évolution: La propagation de l'infection dépend dans une large mesure des conditions du milieu. Des sols sablonneux et secs, des températures fraîches et un climat humide favorisent la propagation de la maladie. Le champignon qui la provoque subsiste sur le sol et dans les débris végétaux et, de là, envahit les tissus de la racine et du plateau de tallage.

Hôtes/Distribution: Ce champignon pathogène dispose d'une gamme de plantes-hôtes plus étendue que tout autre agent pathogène. Il s'attaque à la plupart des cultures et pratiquement tous les membres de la famille des graminées sont susceptibles d'en être contaminés. Il s'agit, en effet, d'un champignon omniprésent dans les terres et les débris de culture.

Importance: La maladie est généralement plus grave dans les champs toujoursensemencés de céréales, de blé d'hiver en particulier, mais il n'est nulle part signalé d'épidémie importante ou de contamination très étendue.



42



43



48

Pourriture commune des racines, du pied, du plateau de tallage

Helminthosporium, Fusarium et Pythium spp.
(common root, foot and crown rot)

Symptômes: Ces divers champignons s'attaquent aux tissus de la racine, du plateau de tallage et des tiges basses dont la couleur vire au brun. Les plantes isolées ou même les groupes de plantes versent facilement et des épis blancs se forment souvent avant la maturité physiologique normale (42). Alors que les plantes commencent à se développer, l'infection peut provoquer la fonte des semis avant ou après leur émergence (43). Chacun de ces champignons pouvant attaquer une partie différente de la plante à divers stades de son développement, il est difficile d'identifier l'agent pathogène.

Propagation et évolution: Les tissus de la racine et du plateau de tallage sont infectés par des conidies ou des mycélium qui se trouvent dans les débris de récolte. Des sols secs et des températures élevées favorisent l'infection et la pourriture commune de la racine quand les plantes se trouvent elles-mêmes dans des conditions défavorables. Des sols frais et humides sont en général propices à la pourriture de la racine, du pied et du plateau de tallage occasionnée par des *Fusarium*, alors que les *Pythium* ont besoin de sols très humides.

Hôtes/Distribution: Toutes les céréales à paille parmi les plus importantes qui sont cultivées dans les régions tempérées sont susceptibles d'être contaminées par ces champignons.

Importance: Aucune épidémie importante n'a été signalée. Mais des pertes localisées peuvent être occasionnées par la faible densité des plantes, la diminution du tallage, de la taille des épis et du poids des grains.

49



Flétrissement des céréales

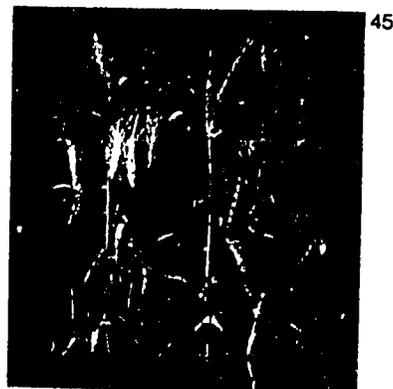
Corticium rolfsii (*Sclerotium rolfsii*)
(sclerotium wilt)

Symptômes: Survenant au début du cycle de végétation, l'infection peut provoquer la fonte des semis avant ou après l'émergence. Les tissus contaminés se recouvrent de mycélium blanc (44) qui se répand même sur le sol alentour de la plante. La maladie en progressant occasionne la pourriture des tiges, du plateau de tallage et des racines et, à la longue, la mort de la plante. Des épis blancs font leur apparition, qui contrastent avec le vert du reste des cultures (45). Des sclérotés se distinguent ordinairement sur les tissus du plateau de tallage, des tiges, ou près de la surface du sol (46). Ces sclérotés d'abord blancs virent ensuite au brun.

Propagation et évolution: *Sclerotium rolfsii* peut attaquer la plante à tous les stades de son développement. Le mycélium ou les sclérotés qui se trouvent dans les débris végétaux jouent le rôle d'inoculum primaire. Les températures élevées (20°C ou plus), une humidité excessive et des sols acides sont les conditions propices à la propagation de la maladie.

Hôtes/Distribution: La plupart des céréales et des graminées, ainsi que les plantes à feuille large, sont susceptibles d'être contaminées par ce champignon très répandu dans les régions tropicales et sub-tropicales.

Importance: Toutefois, cette maladie ne pose que rarement un véritable problème dans les régions traditionnellement productrices de blé.





Noircissement des épis

Alternaria, Cladosporium, Stemphylium, Epicoccum et autres espèces
(black molds)

Symptômes: La maladie est caractérisée par le noircissement des épis mûrs ou morts, causé par l'accumulation sur leur superficie de mycélium et de tissu fongique en sporulation (47).

Propagation et évolution: Quand le temps est humide ou pluvieux à l'approche de la maturité des cultures, ou en cas d'infestation par des pucerons ou de mort prématurée, les plantes peuvent être envahies par un ou plusieurs de ces champignons. Techniquement le noircissement des épis ne constitue pas une véritable maladie, car il s'agit de saprophytes qui n'envahissent que les tissus végétaux morts ou sur le point de mourir.

Hôtes/Distribution: Le noircissement des épis affecte tout tissu végétal mort ou déjà infecté et il est répandu dans le monde entier.

Importance: En général, cette affection n'a pas grande importance du point de vue économique. Mais dans un climat humide, ou en cas de pluies abondantes, ces champignons peuvent envahir les grains mûrs occasionnant leur décoloration ou moucheture.



Maladies bactériennes ou bactérioses

Les bactéries phytopathogènes sont de petits batonnets unicellulaires de 1 à 3 μm de long. Elles n'ont pas de noyau distinct, ni de membrane nucléaire. Ces bactéries sont disséminées par les insectes, par le vent, les éclaboussures d'eau de pluie et les moyens mécaniques. L'infection, pour se produire, requiert la présence d'eau. Des blessures superficielles ou des stomates ouverts permettent aux bactéries de pénétrer dans le tissu de la plante-hôte. Elles envahissent alors le système vasculaire ou les espaces intercellulaires et provoquent alors la nécrose par les toxines ou les enzymes qu'elles sécrètent.



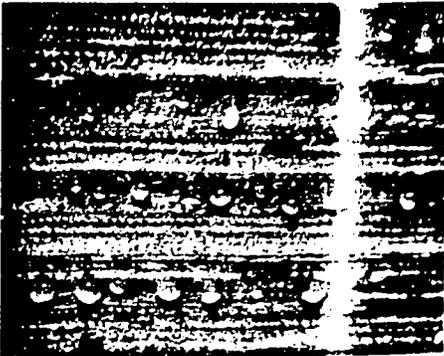
48



49



50



56

Glume noire et strie bactérienne

Xanthomonas campestris pv. *translucens*
Syn. *X. translucens*, *X. translucens* f. sp. *undulosa*, *X. campestris* pv. *undulosa*
(bacterial black chaff and stripe)

Symptômes: Un même microorganisme est à l'origine de la glume noire et de la strie bactérienne. Les organes de la plante qui sont attaqués et l'extension des symptômes dépendent de la souche de la bactérie, de la variété affectée et des conditions du milieu. La glume noire se manifeste essentiellement sur les glumes (48), alors que la strie bactérienne se présente sur les feuilles et/ou les gaines foliaires (49). Les premiers symptômes offrent l'aspect de lésions ou franges chlorotiques étroites et humides. En périodes de pluies persistantes ou en présence d'eau d'arrosage, des gouttelettes d'exsudat jaunâtre et sirupeux suintent sur ces lésions (50); en séchant cet exsudat prend la consistance de petites croûtes ou forme une mince pellicule translucide à la surface des tissus infectés. Cette pellicule peut se craqueler et prend alors un aspect squameux. Au début du cycle de culture, l'épi peut être infecté et devient stérile. Dans les cas graves, la maladie entraîne la mort des feuilles et des épis.

Propagation et évolution: Les bactéries qui occasionnent ces maladies peuvent être transmises par la semence et subsistent dans les débris de culture qui se trouvent dans le sol, supportant aussi bien des températures élevées que très froides. La présence d'eau est nécessaire à la propagation de l'infection, laquelle est transmise par des plantes, des insectes ou des éclaboussures d'eau de pluie.

Hôtes/Distribution: Ces maladies se présentent dans le monde entier et affectent toutes les céréales à paille, ainsi que de nombreuses graminées.

Importance: La glume noire et la strie bactérienne n'occasionnent que rarement des dégâts importants quelle que soit l'étendue des symptômes observés.

57



32

Bactériose des glumes et brûlure bactérienne de la feuille

Pseudomonas syringae pv. *atrofaciens*
Syn. *Pseudomonas atrofaciens*
(glume rot and bacterial leaf blight)

Symptômes: Les feuilles, les tiges et les épis du blé aussi bien que du triticale sont susceptibles d'être contaminés. Les infections se manifestent par l'apparition de petites lésions aqueuses d'un vert sombre, virant au brun foncé ou au noir. Sur les épis, les lésions se présentent habituellement à la base de la glume et s'étendent sur la totalité de celle-ci (51). A contre-jour, les glumes contaminées sont translucides. A la longue, elles brunissent ou virent au noir. L'infection peut gagner le rachis et les grains eux-mêmes peuvent présenter des lésions (52). Par temps humide ou en cas de pluie, un exsudat bactérien d'un blanc grisâtre fait son apparition. L'infection occasionne l'obscurcissement de la couleur des tiges et donne lieu à la formation de petites lésions irrégulières et aqueuses sur les feuilles. Les symptômes de cette maladie peuvent être confondus avec ceux d'autres affections bactériennes telles que le mélanisme génétique (faux black chaff), la brûlure causée par *Septoria nodorum* et les dommages causés par les gelées.

Propagation et évolution: L'agent pathogène de ces maladies survit dans les débris végétaux et dans diverses graminées qui en sont les hôtes. Il est disséminé par les éclaboussures d'eau de pluie ou transmis par les insectes. La maladie peut être également transmise par les graines de semence.

Hôtes/Distribution: Dans le monde entier, toutes les céréales à paille sont susceptibles d'être infectées.

Importance: La bactériose de la glume n'a pas de grande importance du point de vue économique, mais c'est une maladie très répandue dans les régions humides productrices de céréales.



51



52

58

59



37

53



Brûlure bactérienne de l'épi (pourriture jaune de l'épi)

Corynebacterium tritici
(bacterial spike blight)

Symptômes: La sécrétion sur les épis d'un exsudat jaune, qui en séchant devient blanc, signale la présence de la maladie. Epis et cols offrent l'aspect d'une masse gluante et informe (53) et les premières feuilles sont froissées ou tordues. Dans certaines régions, cette bactérie est associée à la présence du nématode *Anguina tritici*.

Propagation et évolution: La bactérie survit dans les déchets organiques qui se trouvent sur le sol. Si elle atteint le sommet de la plante dans le verticille foliaire, elle contamine le blé. La maladie est transmise le plus souvent par le nématode *A. tritici*.

Hôtes/Distribution: Le blé est la seule culture-hôte de cette bactérie, mais d'autres graminées peuvent en être également infectées. La maladie est souvent observée dans le sous-continent asiatique.

Importance: La brûlure bactérienne de l'épi n'est pas considérée comme ayant une grande importance économique.

60

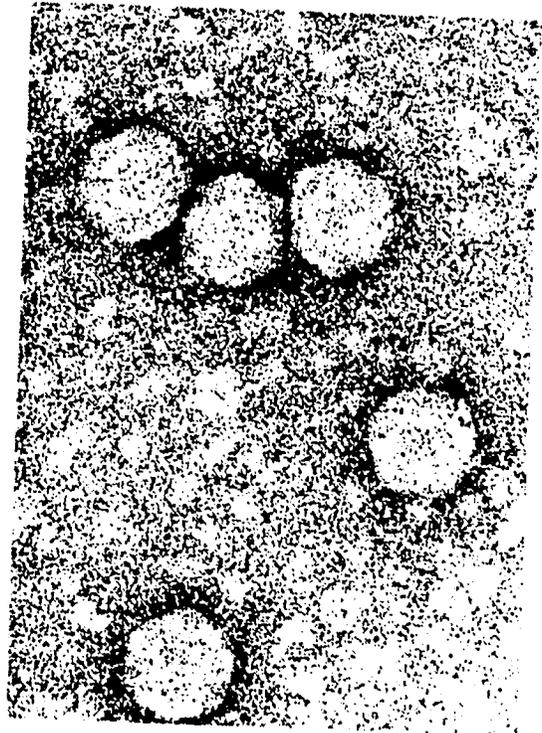
61



Maladies virales ou viroses

Les virus sont les plus petits agents pathogènes dont il sera question dans ce manuel et nous ne traiterons ici que d'une seule maladie virale (VJNO). La particule virale infectieuse est un élément stable non reproductif par lequel le virus se transmet d'une plante à l'autre. Les virus se multiplient dans la plante-hôte et sont transmis par des insectes, des acariens (des insectes piqueurs-suceurs, notamment, tels les pucerons), des nématodes, les graines de semence, le pollen, les champignons, le sol et les moyens mécaniques.

Les viroses sont souvent difficiles à détecter car les hôtes infectés ne présentent pas toujours de symptômes visibles ou ceux-ci sont identiques à de nombreuses anomalies physiologiques ou génétiques. Leur identification sera cependant facilitée dans la mesure où vecteurs et hôtes sont eux-mêmes identifiés. Seul l'emploi de microscope électronique et de techniques sérologiques permet de les reconnaître et de les classer.



54



55



Jaunisse nanisante de l'orge

(barley yellow dwarf)

Symptômes: Selon la culture affectée, l'âge de la plante au moment de l'infection, la souche du virus et les conditions du milieu, les symptômes de la maladie peuvent différer et prêtent souvent à confusion avec d'autres problèmes. Les plantes infectées présentent des feuilles jaunes (54) ou rougeâtres (tel est le cas de l'avoine et de certains blés), un certain rabougrissement (nanisme), des feuilles épaisses et rigides, dressées verticalement (55), des racines peu développées, la formation tardive (ou inexistante) d'épis, et leur rendement diminue. Les épis des plantes contaminées tendent à rester à la verticale et deviennent noirs ou décolorés en mûrissant en raison de la présence de colonies de champignons saprophytes.

Propagation et évolution: Des températures d'environ 20°C favorisent la propagation de l'infection dont les symptômes apparaissent 14 jours à peu près après qu'ait eu lieu la contamination.

Vecteurs/Hôtes/Distribution: Le terme de virus de la jaunisse nanisante de l'orge (VJNO) recouvre en réalité plusieurs virus voisins qui sont tous transmis par des pucerons. Plus de vingt espèces de ces insectes peuvent jouer le rôle de vecteurs. Cette maladie est probablement la plus répandue de toutes les maladies virales auxquelles sont exposées les céréales, car elle affecte non seulement l'orge, mais aussi le blé, le triticale, l'avoine et de nombreuses graminées.

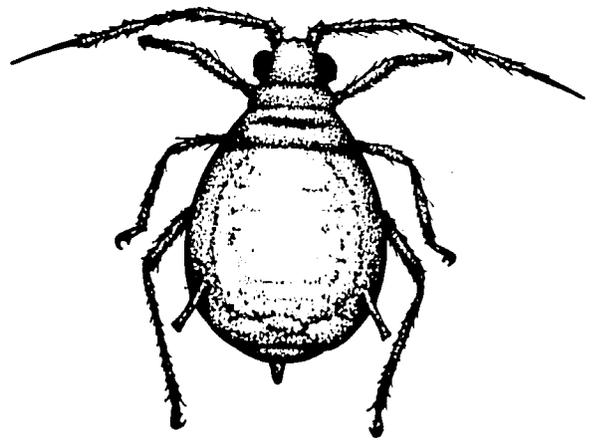
Importance: Quand elle survient au début du cycle de végétation, la maladie peut causer une baisse de rendement de plus de 20% et les pertes subies peuvent être même beaucoup plus importantes.



2/0

Insectes ravageurs et acariens

Nombreux sont les ravageurs qui attaquent le blé et le triticale, mais fort heureusement seules quelques espèces occasionnent des dégâts importants dans des régions très étendues. La plupart d'entre elles, en effet, ne font qu'occasionnellement des ravages ou sont très localisées. Les informations disponibles à l'égard des insectes et acariens en tant que ravageurs ne sont pas toujours suffisantes.



Guide pour l'établissement du diagnostic

Symptômes

Feuille ou gaine foliaire

- * Pustules proéminentes renfermant des spores noires, orangées ou jaunes (p. 2, 5, 6, 17)
- * Mycélium superficiel grisâtre, rosé ou blanc (p. 18, 33)
- * Mycélium superficiel de couleur foncée (p. 25, 37, 53)
- * Structures de fructification de couleur sombre, dans des lésions brunâtres (p. 21)
- * Petites taches (taches de son) (p. 2, 5, 6, 18, 25, 26, 71, 79, 95, 111)
- * Taches (p. 26, 107, 109, 111, 128)
- * Lésions ou taches diffuses au halo de couleurs contrastantes (p. 2, 5, 6, 26, 107, 119)
- * Autres types de taches (p. 30, 58, 71, 128, 131)
- * Exsudat de couleur jaune ou d'un blanc grisâtre (p. 57, 58)
- * Coloration jaunâtre, chlorose, nécrose, atrophie du développement (p. 17, 41, 45, 46, 49, 50, 65, 75, 88, 99, 100, 103, 116, 120)
- * Coloration rougeâtre, rabougrissement (p. 65, 116)

Symptômes

- * Feuilles et/ou gaines déformées, froissées, enroulées ou tordues (p. 17, 38, 71, 95, 99, 119, 128)
 - * Feuilles mordillées, déchirées ou absence de feuilles (p. 75, 92)
 - * Stries longitudinales mâchées (p. 76, 92)
- #### Tige ou gaine
- * Pustules contenant des spores noires, brunes orangées ou jaunes (p. 2, 5, 6)
 - * Mycélium superficiel de couleur blanche, rosâtre ou grisâtre (p. 18)
 - * Mycélium noir et brillant sous la gaine (p. 41)
 - * Lésions ocellées allongées, nettement dessinées, de couleur brune (p. 45, 46)
 - * Décoloration bronzée uniforme (p. 49)
 - * Taches ou stries dont la couleur varie entre brun et noir (p. 21, 57, 107)
 - * Verse, tiges brisées (p. 25, 45, 46, 80, 83, 84, 131)
- #### Racine ou plateau de tallage
- * Pourritures de couleur sombre, lésions (p. 41, 49)
 - * Fructifications blanches ou noires (p. 50)

Symptômes

- * Mycélium blanc (p. 49, 50)
 - * Noeud noir et brillant sur le plateau du tallage (p. 41)
 - * Racines déformées, courtes, épaisses et présentant des nodosités (p. 100, 103, 120)
 - * Galles blanches ou brunes, kystes ou nodules (p. 100, 103)
 - * Racines sectionnées ou mâchées (p. 75, 87, 88)
- #### Epi
- * Epi totalement noir ayant pris l'aspect d'une masse pulvérulente (p. 14)
 - * Pustules proéminentes contenant des spores jaunes, orangées ou noires (p. 2, 5, 6)
 - * Mycélium superficiel de couleur blanche, rosée ou grisâtre (p. 18, 33)
 - * Mycélium superficiel de couleur sombre (p. 53)
 - * Taches ou stries brunes, noires ou pourpres sur les glumes (p. 21, 25, 26, 57, 108)
 - * Exsudat jaune (p. 57, 61)
 - * Epi totalement blanc, maturité précoce, graines échaudées ou absence de graines (p. 2-53, 65, 72, 83, 84, 119, 131)

Symptômes

- * Epi tordu ou distordu pouvant ne pas émerger de la gaine foliaire (p. 38, 61, 71, 99, 119, 128, 131)

Graine

- * Décolorée et dont la forme, la taille ou la texture se sont modifiées
 - De couleur noire et transformée en masse pulvérulente (p. 14)
 - De couleur grise ou noire; s'écrase facilement et dégage une odeur forte (p. 9, 13)
 - De couleur brune ou noire, de consistance dure (p. 34)
 - Partiellement décolorée et contenant des spores noires pulvérulentes (p. 13)
- * Simplement décolorée (29, 33, 37, 53, 99)

Ensemble de la plante

- * Groupes de plantes présentant des symptômes de maladie ou, notamment, de rabougrissement (p. 41, 45, 46, 49, 50, 65, 87, 100, 123, 124, 127)
- * Nanisme accompagné de tallage excessif (p. 112)

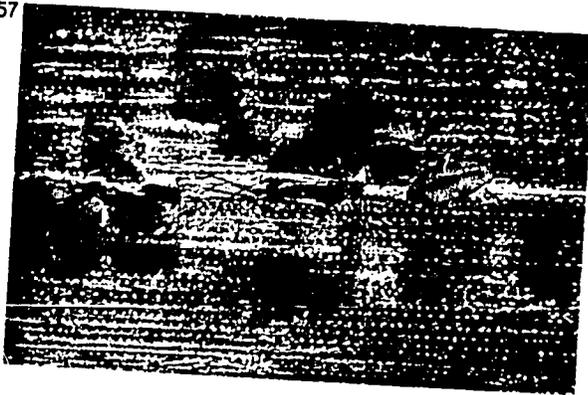


28

56



57



58



Pucerons (diverses espèces)

(aphids)

Symptômes: Ce sont des insectes suceurs dont le corps mou est presque transparent (56). En fortes populations, ils peuvent occasionner le jaunissement et la mort prématurée des feuilles. Les gouttelettes d'un liquide sucré, appelé "miellât", qu'ils sécrètent, produisent de petites brûlures sur les feuilles et déterminent l'apparition d'une moisissure noire (fumagine). Les ravages causés par *Schizaphis graminum* (57) lorsqu'il puise sa nourriture se manifestent par la production de zones nécrotiques accompagnées parfois d'une coloration pourpre et l'enroulement sur elles-mêmes des feuilles infestées. *Diuraphis noxia*, pour sa part, laisse de longues rayures blanches sur les feuilles (58) qui s'enroulent sur elles-mêmes, la croissance de la plante est ralentie et les épis restent stériles.

Cycle biologique: Ailés ou aptères, les pucerons ont un cycle biologique qui comporte des formes sexuées et asexuées. Quand les femelles s'alimentent de céréales, quelle que soit l'espèce à laquelle elles appartiennent, elles engendrent de manière parthenogénétique des nymphes et non des oeufs.

Hôtes/Distribution: Les espèces les plus communément répandues dans le monde sont:

- *Rhopalosiphum padi*
- *R. maidis*
- *Sitobion avenae*
- *Schizaphis graminum*
- *Metopolophium dirhodum*
- *Diuraphis noxia*

Importance: Les pucerons sont un véritable fléau pour les cultures de céréales qui, en cas de pullulations intenses, sont exposées à subir des pertes importantes. De plus, les espèces mentionnées ci-dessus peuvent être vecteurs du virus de la jaunisse nanisante de l'orge.

70

71



39'

Punaises (diverses espèces)

(stink bugs)

Symptômes: Les punaises adultes s'alimentent du tissu des tiges ou des grains en développement (59). Leur salive est toxique et une seule piqûre faite par l'insecte pour puiser sa nourriture suffit pour causer la mort de la tige. Si ce sont les grains, alors qu'ils sont encore tendres et laiteux, qui leur procurent leur nourriture, ils sont totalement détruits, et si ces grains sont déjà à un stade ultérieur de développement, ils sont échaudés. Si l'insecte s'attaque à l'épi déjà formé, il peut provoquer la stérilité partielle ou totale. Le corps des punaises a la forme d'un bouclier (60) et une odeur nauséabonde s'en dégage quand on l'écrase.

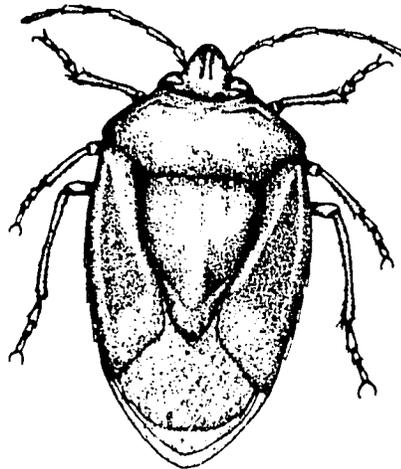
Cycle biologique: Déjà adultes quand vient l'hiver, les punaises entrent alors en diapause et hivernent sous les feuilles mortes et les herbes. Au printemps, elles émigrent vers les champs de céréales où elles s'accouplent et pondent des oeufs en diverses parties de la plante. De ces oeufs sortent des nymphes qui s'alimentent des plantes-hôtes. Les hivers doux et les pluies peu abondantes semblent favoriser la prolifération de ces insectes.

Hôtes/Distribution: La plupart des céréales et des graminées, ainsi qu'une grande variété d'herbes (selon l'espèce), procurent leur alimentation aux punaises. En Asie Mineure, la présence de punaises a de considérables répercussions économiques.

Importance: Les pertes occasionnées par les punaises dépendent de la densité de l'invasion, des conditions climatiques et de la durée de la période de développement des cultures. Ces pertes sont évaluées surtout en fonction de la qualité des grains dont la farine est destinée à la panification.



59



60

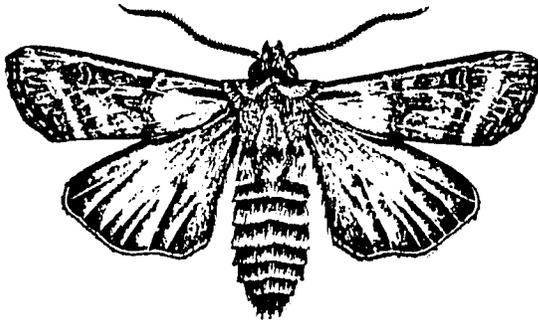
72

73

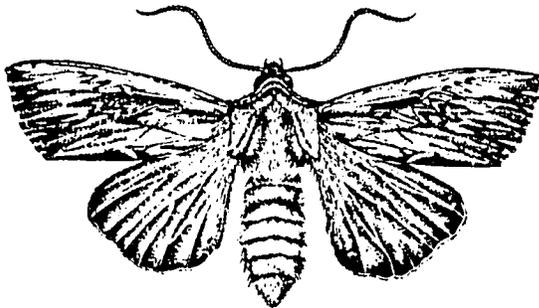


40

61



62



63



64



74

Chenilles légionnaires, coupeuses et foreuses (diverses espèces)

(armyworms, cutworms, stalk borers)

Symptômes: La défoliation de la plante est l'indice d'infestation par des chenilles. Celles-ci se nourrissent des feuilles qu'elles dévorent depuis les bords jusqu'à la nervure centrale. En cas d'invasion, les dégâts peuvent être considérables. Les chenilles montent jusqu'au col et le sectionnent au niveau de l'épi. Certaines espèces trouvent leur nourriture sur le sol, d'autres vivent sous terre et s'attaquent aux racines, d'autres encore s'alimentent à l'intérieur de la tige.

Cycle biologique: Les chenilles coupeuses (61) et les chenilles légionnaires adultes (62) se transforment en papillons. Les femelles pondent leurs oeufs sur les feuilles et les gaines foliaires au niveau du sol. Ces oeufs arrivent à éclosion en quelques jours et les larves (63, 64) s'alimentent à l'endroit où elles sont nées. Pendant la journée, elles nichent dans les craquelures de la terre et sous les pierres et ne s'alimentent que la nuit ou au lever du jour. Mais par temps humide, elles s'alimentent toute la journée.

Hôtes/Distribution: Les chenilles sont en général omnivores, c'est-à-dire qu'elles se nourrissent indifféremment de toutes les graminées; on rencontre ces insectes dans la plupart des régions céréalières.

Importance: Les chenilles coupeuses et légionnaires ne causent que sporadiquement des dégâts considérables, mais ils peuvent cependant ravager les cultures sur de vastes étendues.

75



41

Criocère des feuilles des céréales

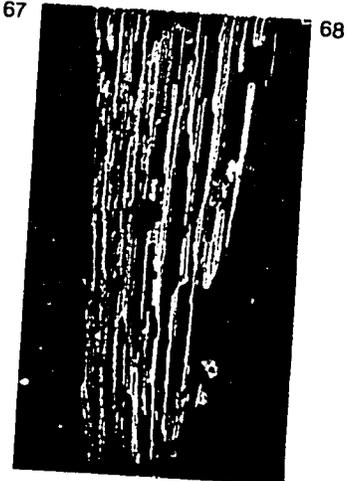
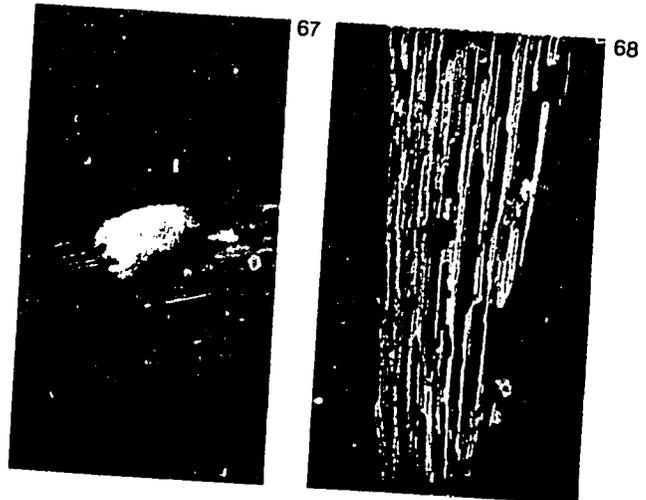
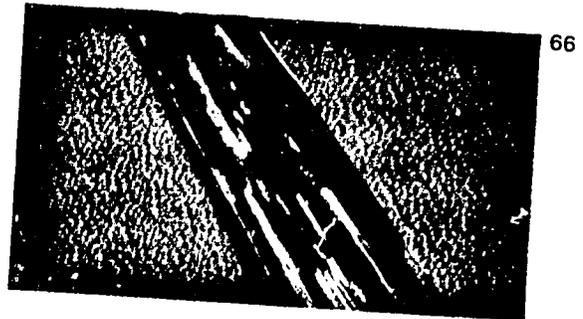
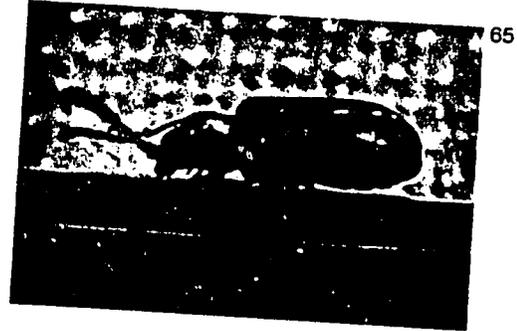
Oulema melanopa
(cereal leaf beetle)

Symptômes: L'insecte-adulte mesure de 4 à 5 mm de long; sa tête est noire et son thorax d'un brun clair; sur ses élytres, brillantes, d'un vert bleuté, de petites taches rondes s'alignent parallèlement (65). Les larves, d'abord d'un jaune opaque ou brillant, prennent rapidement l'aspect d'une masse globuleuse, noire et visqueuse sous l'amas de matière fécale qu'elles produisent et accumulent sur leur dos (66, 67). L'infestation par ce genre d'insectes se signale par l'apparition des rayures longitudinales très visibles sur les feuilles (68); celles-ci sont causées par les prises de nourriture des criocères adultes et de leurs larves.

Cycle biologique: Cet insecte se reproduit une fois par an. Au printemps, les adultes commencent à s'alimenter. Les femelles pondent des oeufs de couleur jaune, isolés ou en chaînes et les recouvrent d'une pellicule de matière visqueuse qui les immobilise. Les pupes se forment dans le sol et donnent naissance aux adultes quand vient l'été. Les insectes adultes passent l'hiver sous les débris végétaux qui jonchent le sol, dans les gaines foliaires, dans les épis de maïs ou sous l'écorce des arbres.

Hôtes/Distribucion: Le criocère des feuilles des céréales peut causer un problème dans le cas de céréales semées en automne. Les blés à feuilles velues sont moins exposés à ses attaques que les autres.

Importance: Le rendement des blés d'hiver et des blés de printemps semés à l'automne peut être considérablement diminué. Les infestations par ce genre d'insectes peuvent occasionner des baisses de rendement de 14 à 25%, ou même davantage.



42



Thrips (diverses espèces)

Symptômes: De petite taille (1 mm de long), les thrips sont d'un brun foncé ou noir; leur abdomen est segmenté et conique. Leur appareil buccal est à la fois perforateur et suceur et ils sont munis en général de deux paires d'ailes étroites. On les trouve ordinairement sous la gaine de la feuille, puisant leur nourriture sur la tige (69). Mais ils peuvent aussi bien s'attaquer aux feuilles et aux épis qu'aux tiges. En grand nombre, les adultes, comme les nymphes, peuvent causer d'importants dégâts, voire de véritables ravages. Les tissus dont ils ont tiré leur nourriture prennent une couleur grise argentée.

Cycle biologique: Les oeufs sont introduits dans les tissus de la plante-hôte ou bien y sont collés. Leur reproduction s'effectue en un temps très court et on peut observer dix générations par an, sinon plus. Les pluies intenses détruisent généralement une partie des populations.

Hôtes/Distribution: Diverses espèces de thrips vivent exclusivement sur les céréales, le fourrage ou les mauvaises herbes.

Importance: Les thrips occasionnent rarement de sérieux dégâts et le niveau de leurs populations ne justifie pas en général de mesures de lutte.



La mouche de Hesse

Mayetiola destructor
(Hessian fly)

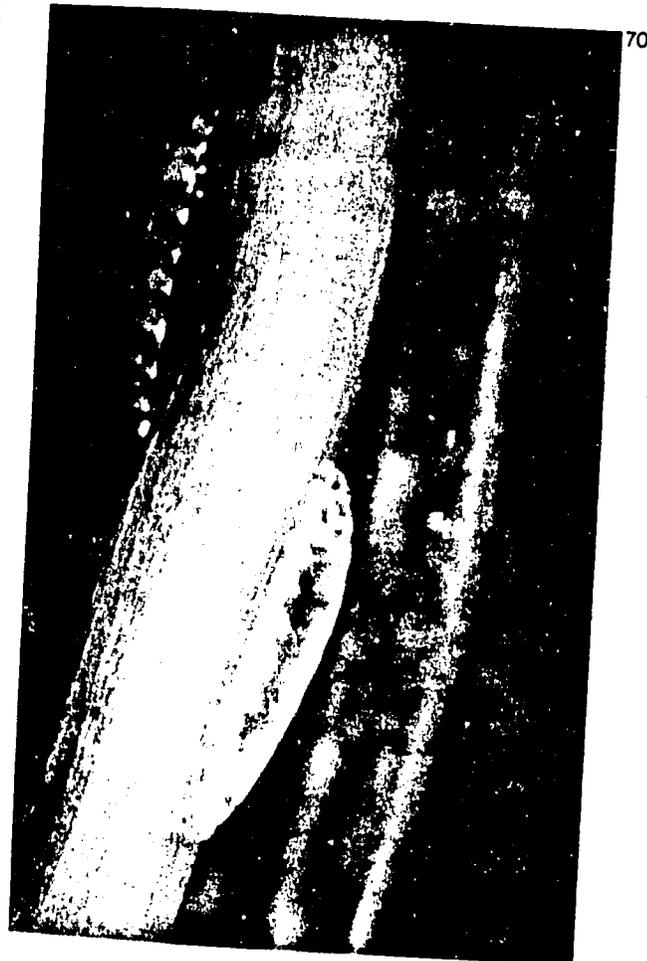
Symptômes: Les fortes infestations des mouches de Hesse occasionnent le nanisme, la verse et réduisent la densité des plantes et leur rendement. Les dégâts sont entièrement imputables aux larves qui sucent la sève des tissus végétaux (70). Si les plantes sont infestées au cours de la période de formation des noeuds, les tiges peuvent se briser avant même la maturité. La mouche de Hesse mesure 3 à 4 mm de long; sa tête et son thorax sont noirs, son abdomen rose ou d'un brun jaunâtre.

Cycle biologique: Les pupes qui ont hiverné dans la paille ou le chaume donnent naissance aux adultes au printemps. Les oeufs, de très petite taille et rougeâtres, sont déposés en lignes sur les feuilles et éclosent en une semaine. Les larves, dépourvues de pattes et de couleur blanche, se dissimulent sous les gaines foliaires et absorbent par succion la sève de la plante. Ces larves évoluent et se transforment ensuite en asticots translucides, d'un vert pâle, au corps fuselé analogue à celui des limaces. Les pupes, d'un brun rouge, communément désignées sous le nom de "graines de lin", dont elles ont l'aspect, sont plates, de forme ovale et mesurent de 3 à 5 mm de long. Elles se trouvent généralement derrière les gaines foliaires, sur un noeud.

Hôtes/Distribution: La mouche de Hesse s'attaque de préférence au blé, mais peut également infester l'orge, le seigle et d'autres graminées. Elle sévit dans la plupart des régions productrices de blé.

Importance: Il s'agit en fait d'un des insectes parmi les plus nuisibles des céréales. Les pullulations de la mouche de Hesse peuvent survenir dans plusieurs régions du monde et dans certaines d'entre elles (en Afrique du Nord et aux Etats-Unis, par exemple), elles se répètent chaque année.

80

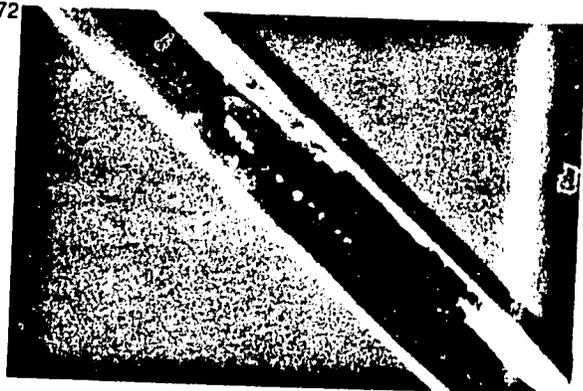


70



81

44



82

Asticot de la tige du blé

Meromyza americana
(wheat stem maggot)

Symptômes: Attaquées à l'automne ou au début du printemps par ce ravageur, les jeunes talles meurent généralement. Les plantes infestées produisent des épis blancs, indice certain de la présence d'insectes qui ont perforé la tige (71). Parvenues au stade adulte, les mouches mesurent environ 6 mm de long et sont d'un vert pâle ou de couleur jaune rayée de noir.

Cycle biologique: Les larves de la mouche de la tige du blé hivernent dans les céréales ou d'autres graminées (72). Les femelles pondent de petits œufs, un par tige, au niveau de la gaine de la feuille. Les larves perforent la tige et se nourrissent de ses tissus internes, provoquant ainsi la mort de la partie supérieure de la tige et de tout l'épi. Ces insectes présentent trois générations par an: au printemps, en été et au début de l'automne, cette dernière sous la forme larvaire.

Hôtes/Distribution: Outre le blé, ce ravageur s'attaque au seigle, à l'orge et à d'autres graminées. Il existe dans diverses régions d'autres types de mouches qui envahissent les cultures de blé et font des ravages analogues.

Importance: En cas d'infestation, 10 à 15% des cultures peuvent être endommagés. Selon les années, les pertes peuvent être assez conséquentes, mais elles sont rarement très étendues. Toutefois une très forte pullulation peut entraîner la mort d'une grande partie des talles.

83



47

Céphe du blé

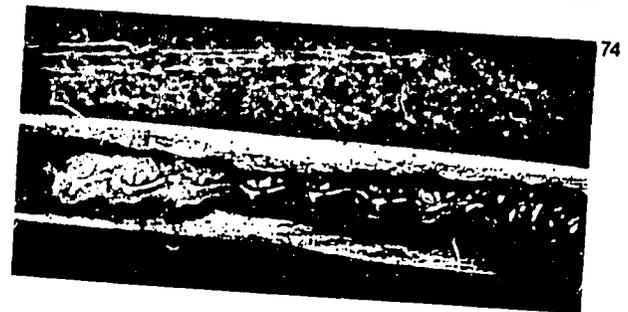
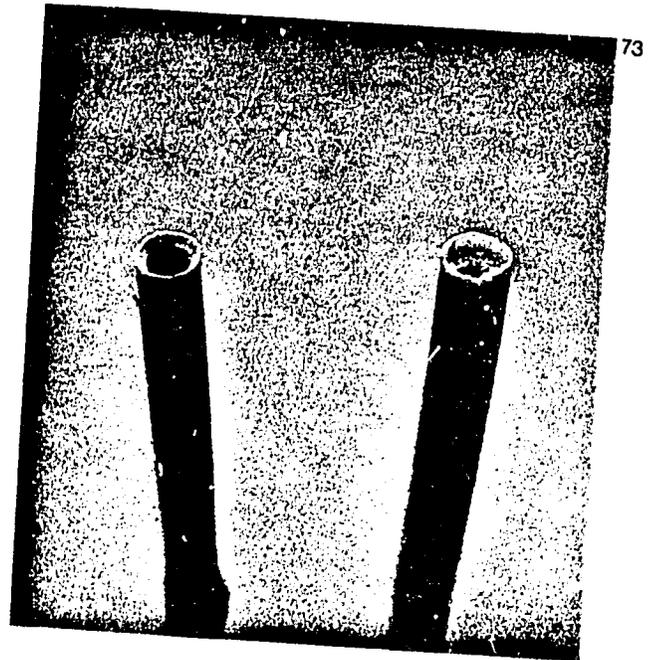
Cephus cinctus
(sawfly)

Symptômes: Le jaunissement prématuré de l'épi et le dépérissement du grain sont deux des dégâts causés par les larves des céphes. Ces larves pénètrent dans la tige (73) et provoquent ensuite la verse de la plante.

Cycle biologique: Les céphes présentent une génération par an. La larve hiverne dans la paille (74) d'où elle émerge au printemps devenue pupa. Adultes, les céphes ont l'aspect de petites guêpes. Elles font leur apparition à la fin du printemps et sont présentes jusqu'au milieu de l'été. Les femelles déposent de petits oeufs blancs sur les noeuds supérieurs des tiges, sous les épis. De ces oeufs sortent des larves blanches, dépourvues de pattes, qui perforent la tige et y creusent un tunnel en s'alimentant de la moelle. Leurs besoins alimentaires satisfaits, ces larves descendent pour s'installer à la base de la tige.

Hôtes/Distribution: Presque toutes les céréales cultivées et les graminées sauvages sont les hôtes des céphes; leurs préférences vont cependant au blé. Les céréales semées en automne sont les plus exposées à leurs attaques. Les variétés dont les tiges sont les plus dures sont beaucoup moins sensibles. Ces insectes créent des graves problèmes dans le bassin méditerranéen.

Importance: Les dégâts sont, selon les années, considérables, mais l'infestation est généralement éphémère.

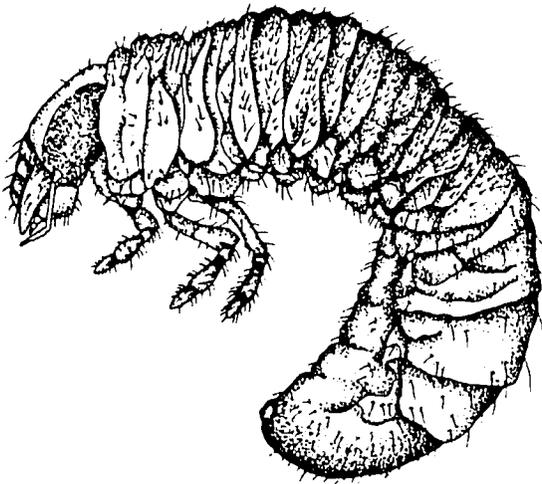


4/8

75



76



86

Larves de hannetons (vers blancs) (diverses espèces)

(white grubs)

Symptômes: Ces larves peuvent couper une partie ou la totalité des racines de la plante-hôte. On observe alors des groupes de plantes flétries ou mortes (notamment au cours du développement des plantules), symptômes que l'on pourrait aussi attribuer à la pourriture des racines. Mais lorsqu'on se trouve en présence de séries de plantes atteintes de nanisme, il est bon d'examiner la terre alentour pour découvrir les larves (75). Ces dernières à leur complet développement peuvent mesurer plusieurs centimètres de long et 1 cm d'épaisseur. Elles portent trois paires de pattes situées sous le thorax (76).

Cycle biologique: Ces vers blancs sont des larves de hannetons. Les oeufs sont déposés dans le sol et à l'éclosion en sortent les larves qui se nourrissent des racines. L'état larvaire a une durée variable selon les espèces.

Hôtes/Distribution: Nombre des espèces qui sévissent dans le monde entier peuvent attaquer le blé et bien d'autres végétaux. Les cultures de céréales peuvent subir des dégâts considérables, notamment si les semis sont effectués sur des sols déjà infestés.

Importance: Si les racines ne sont pas totalement détruites, les plantes peuvent survivre, mais elles sont atteintes de nanisme et ne produisent pas d'épi. En général, cependant, les attaques ne sont pas homogènes.

87



47

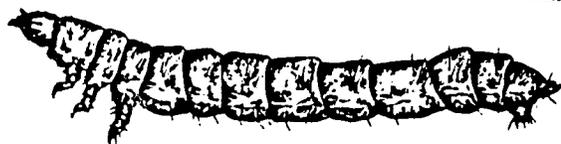
Larves de taupins (vers "fil-de-fer") (diverses espèces)

(wireworms)

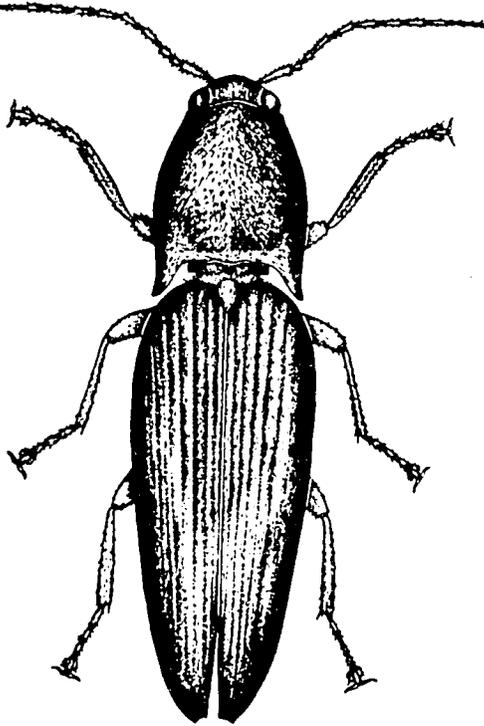
Symptômes: Les dégâts causés par ce type de vers sont analogues à ceux qu'occasionnent d'autres insectes broyeur qui vivent dans la terre. Le moyen le plus sûr d'identifier le ver fil-de-fer en tant que ravageur est de l'observer à l'endroit même des plantules affectées (77). Le ver "fil-de-fer" est ainsi nommé du fait de l'aspect rigide des larves qui rappelle effectivement un fil de fer. Ces larves, de 20 à 30 mm de long, ont un corps lisse, dur et brillant; le thorax porte trois paires de pattes (78) et leur couleur va du crème foncé aux divers tons de brun.

Les larves peuvent attaquer le blé à peine semencé, se nourrissant de l'endosperme pour ne laisser que l'enveloppe de la graine. Le flétrissement ou la mort d'une série de plantes voisines, dans un sillon ou un carré de terre, sont l'indice d'une attaque par ce type de ravageur. Les tiges des plantules affectées sont broyées au-dessus de la graine.

(voir page suivante)



79



Cycle biologique: Les vers fil-de-fer sont des larves de coléoptères de la famille des Elateridae dont il existe de nombreuses espèces. Les adultes (79) pondent leurs oeufs dans le sol, d'ordinaire au printemps et, selon l'espèce, le développement des larves peut durer des années avant qu'elles ne forment des pupes. Les générations se chevauchent de telle sorte que des larves à tous les stades de développement et de toutes tailles peuvent coexister dans le sol à un certain moment.

Hôtes/Distribution: Il existe dans le monde de nombreuses espèces de vers fil-de-fer qui toutes peuvent attaquer le blé; ces larves peuvent s'alimenter sur beaucoup d'autres espèces végétales.

Importance: Les larves fil-de-fer se rangent parmi les insectes les plus nuisibles qui infestent les sols. Les dégâts qu'ils occasionnent sont parfois d'autant plus graves que les semis suivent une jachère ou un pâturage de quelques années.



49

Limaces, escargots, sauterelles et grillons (diverses espèces)

(slugs, snails, grasshoppers, crickets)

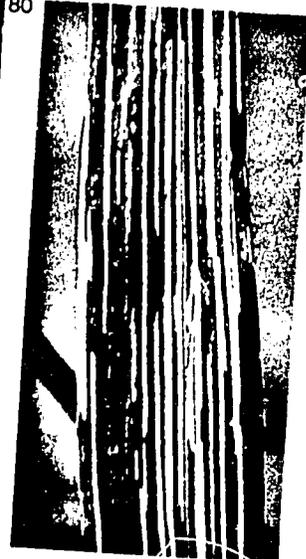
Symptômes: Les limaces et les escargots (80) se nourrissent de l'endosperme des graines en germination, coupent les plantules au ras du sol, broutent les plantes les plus âgées et découpent des bandes longitudinales sur les feuilles (81). La plante adulte paraît déchirée. Les sauterelles et les grillons (82), quant à eux, font des dégâts analogues à ceux qu'occasionnent les chenilles coupeuses et légionnaires.

Hôtes/Distribution: Ces ravageurs s'attaquent à une gamme très étendue de végétaux, dont notamment les céréales. Ils sont répandus dans le monde entier.

Importance: Bien que le plus souvent localisés, ces insectes peuvent faire d'importants ravages dans les champs de blé.



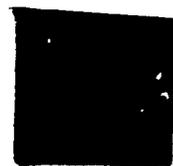
80



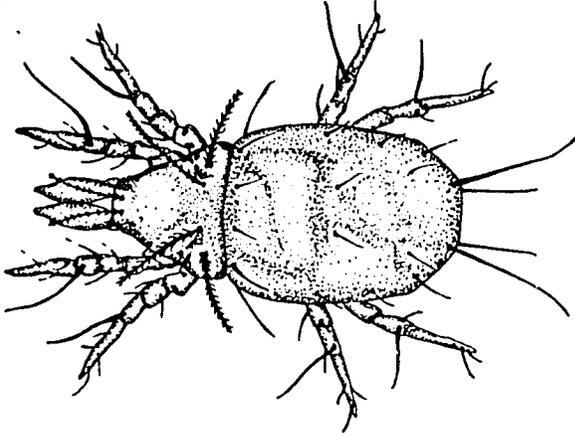
81



82



83



84



94

Acariens (diverses espèces)

(mites)

Symptômes: Les acariens adultes mesurent en général moins de 1 mm de long et la plupart des espèces qui vivent sur les plantes sont pourvues d'un appareil buccal de succion. Ce ne sont pas des insectes. Adultes ils ont ordinairement quatre paires de pattes (83), mais les larves n'en possèdent que trois. L'acarien du blé, *Eriophye tulipae* (syn. *Aceria tulipae*), n'a que deux paires de pattes. Une attaque massive laisse de petites taches rondes sur les feuilles (84). Certaines espèces tissent des sortes de filets et/ou occasionnent la décoloration des plantes infestées. Les acariens sont de si petite taille qu'il est difficile de les distinguer à l'oeil nu, mais, lorsqu'une feuille infestée est légèrement secouée au-dessus d'un papier blanc plié de manière à former un réceptacle, il tombe alors des centaines d'acariens dont il devient possible d'observer les mouvements.

Hôtes/Distribution: Partout où existent des cultures de céréales on rencontre des acariens.

Importance: En fait, ces ravageurs ne posent pas de graves problèmes, mais l'acarien du blé est le vecteur du virus de la maladie dite mosaïque striée.

95

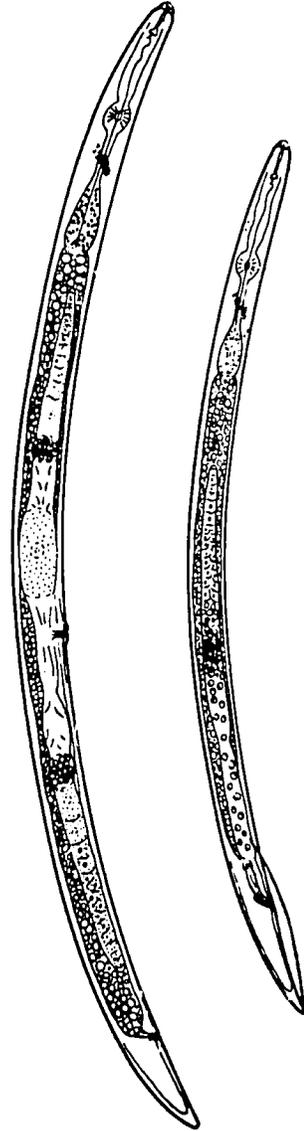


51

Nématodes

Les nématodes sont des vers cylindriques non segmentés qui vivent en grande quantité dans la terre et dans l'eau. Certaines espèces sont des parasites de plantes. Les nématodes pondent des oeufs pour se reproduire et passent par une série de formes larvaires (quatre en général) avant de parvenir au stade adulte. Leur reproduction est sexuée ou parthénogénétique. Ils sont disséminés dans la terre, dans l'eau et dans les plantes. Certaines espèces ont la faculté d'entrer en diapause, ce qui leur permet de résister à la sécheresse.

Du fait qu'ils tirent de la plante leur nourriture, les nématodes épuisent celle-ci et occasionnent lésions, pourritures, déformations, galles et l'apparition de nodules sur les racines. Les cultures infestées ont un aspect hétérogène, certains groupes de plantes étant nettement rabougries.



85



86



98

Nématode du blé (anguilules)

Anguina tritici
(seed gall nematode)

Symptômes: La déformation visible des feuilles et des tiges avant même l'épiaison est l'indice de la maladie. A l'approche de la maturité, des excroissances se développent sur les fleurs à la place des grains (85). Ces excroissances ou nielles ont à peu près l'aspect des grains auxquels elles se substituent, mais sont de couleur brune (86). Elles contiennent un grand nombre de larves en diapause qui entrent en activité dès qu'elles sont en contact avec l'eau. Ce nématode peut être le vecteur de *Corynebacterium tritici* qui provoque la brûlure bactérienne de l'épi.

Développement: Les nielles sont disséminées en même temps que les graines saines lors des semailles ou au moment de la récolte. Dans la terre humide ces nielles libèrent des millions de larves qui à la faveur des pluies entrent en mouvement et engagent le processus d'infestation. Le nématode s'introduit dans le plateau de tallage et dans le bas des tiges, puis dans les fleurs où il dépose un grand nombre d'oeufs. La nielle du blé se développe dans les tissus floraux non différenciés.

Hôtes/Distribution: Ce nématode s'attaque au triticale, au seigle, et aux graminées voisines, mais surtout au blé. Il sévit notamment en Proche et en Extrême Orient. On le trouve également dans le sous-continent asiatique, en Europe orientale et parfois aussi en Amérique du nord.

Importance: Il ne présente que très rarement une véritable importance économique.

99



53

Nématode à kystes des céréales

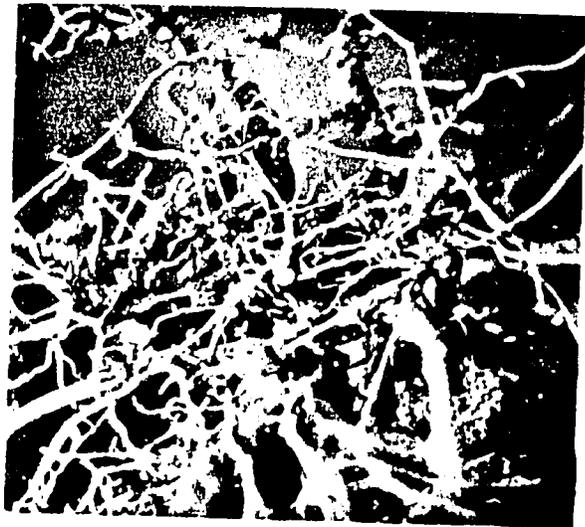
Heterodera avenae
(cereal cyst nematode)

Symptômes: L'infestation par ce nématode est plus facile à détecter sur les plantes jeunes que sur les plantes adultes. Les racines des plantes infestées présentent d'abondantes ramifications (87) et des protubérances (kystes) dont la couleur blanchâtre au début fonce peu à peu. Les plantules affaiblies par la présence des nématodes sont souvent sujettes aux attaques d'agents pathogènes transmis par le sol et qui occasionnent notamment la pourriture de la racine et du plateau de tallage.

Développement: Les larves qui se trouvent dans la terre humide pénètrent dans les racines près du méristème de croissance où s'accomplit leur transformation en nématodes adultes. En même temps que s'opère cette métamorphose des parasites, les cellules infestées se dilatent et des protubérances et ramifications se développent sur les racines. Les kystes se forment quand les nématodes devenus adultes pondent leurs oeufs.

Distribution: La plupart des céréales et espèces voisines sont sujettes aux attaques de ce type de nématodes qui, d'ailleurs, sévit dans presque toutes les régions céréalières. Mais les terres les plus infestées sont celles récemment mises en culture et qui précédemment servaient de pâturages.

Importance: La pullulation de nématodes peut occasionner des pertes considérables. Toutes les variétés de blé sont susceptibles de subir les attaques des nématodes, mais certaines d'entre elles ne permettent pas la formation de kystes.



87





Nématode à galles des racines

Meloidogyne spp.
(root knot nematode)

Symptômes: Les infestations par ces nématodes se signalent par la formation de petites excroissances ou galles au voisinage de l'extrémité des racines. Les parties aériennes des plantes infestées prennent un aspect chlorotique et rabougri. Les racines malades ont parfois tendance à se ramifier exagérément (88).

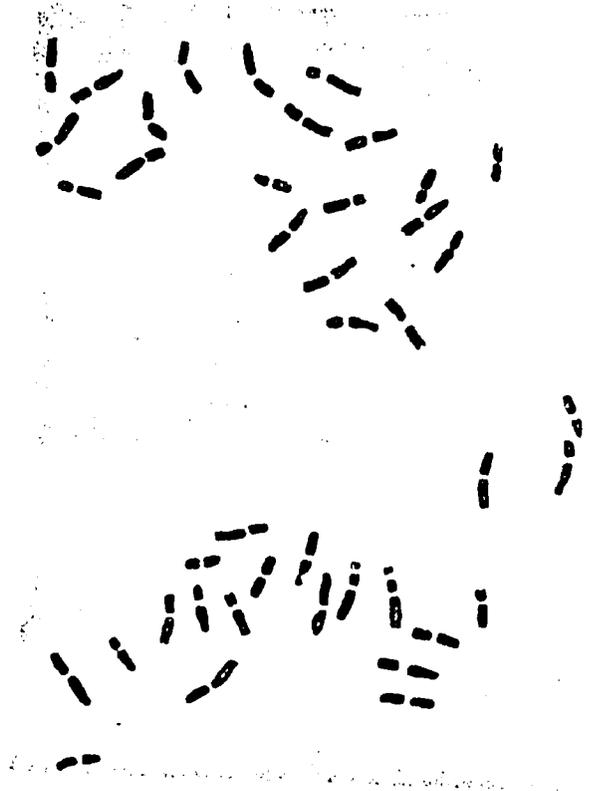
Développement: En général, ces nématodes envahissent les plantes au printemps ou au début de l'été. Chaque galle formée sur les racines renferme une ou plusieurs femelles qui produisent de grandes quantités d'oeufs dans leur propre corps en forme de poche. Ces oeufs sont expulsés vers le milieu de l'été et passent l'hiver à ce stade. Il y a en général une génération de nématodes par an.

Hôtes/Distribution: De nombreuses plantes peuvent être des hôtes du nématode à galles, et notamment les céréales à paille. *Meloidogyne naasi* a une préférence marquée pour les céréales et les graminées et il est présent partout où sont cultivées des céréales.

Importance: Les dégâts occasionnés par ces nématodes dépendent de la quantité d'oeufs qui se trouvent dans le sol. Toutes les variétés de blé d'hiver et de blé de printemps semblent être les hôtes de prédilection du nématode. En cas d'infestation intense, les plantules dépérissent et meurent. La présence des nématodes peut être masquée par l'apparition d'autres phénomènes tels que des carences nutritionnelles, une croissance déficiente et des maladies transmises par le sol.

Anomalies physiologiques et génétiques

Le développement anormal des plantes peut être dû à des anomalies génétiques ou physiologiques, mais aussi à des carences nutritionnelles et à des conditions du milieu défavorables, voire nocives. Les taches foliaires physiologiques et la chlorose des feuilles peuvent avoir diverses causes. Certaines formes de stries ou rayures chlorotiques, de taches ou de nécrose sont d'origine génétique (telles la bigarrure foliaire et la nécrose brune), conséquence de l'instabilité chromosomique de certaines combinaisons génétiques non viables (nécrose des hybrides). La prédisposition des géotypes à l'apparition de taches varie sensiblement, comme diffère l'apparence de ces taches elles-mêmes.





Taches foliaires physiologiques

Symptômes: Faute d'identifier l'agent pathogène qui est à l'origine des taches foliaires (89), il est à supposer que celles-ci sont dues à quelque anomalie physiologique ou à une carence en minéral (en manganèse, par exemple).

Développement: La "moucheture" des blés tendres d'hiver et des blés durs est considérée comme un type de tache foliaire physiologique. Les taches commencent à apparaître lors de l'épiaison et elles se répandent jusqu'à l'extrémité de la plante, laquelle ne présente pas d'autres anomalies. Des taches peuvent se former sur les feuilles si à un temps plus ou moins frais, couvert et humide succède une période de soleil et de chaleur ou que les températures varient brusquement.

Hôtes/Distribution: La présence de taches foliaires physiologiques n'est pas sans rapport avec la variété et l'interaction de celle-ci avec le milieu ambiant.

Importance: Ce type de tache ne constitue pas, en général, un problème grave. De constants efforts en vue d'amélioration génétique permettent l'élimination de génotypes prédisposés à ce genre d'affection.



Mélanisme et tache brune (faux black chaff)

Symptômes: La maladie se signale par l'apparition de taches, stries ou pigmentations d'un brun foncé ou rouge sombre sur les gaines de feuilles, les tiges (90) et/ou les glumes, dues à une production abondante de mélanine dans quelques génotypes. Cette pigmentation d'un brun foncé se présente en général sur les glumes (91) et les pédoncules. Le mélanisme peut être confondu avec la glume noire bactérienne ou la tache septorienne des glumes causée par *Septoria*.

Développement: Ces symptômes apparaissent surtout dans certaines conditions ambiantes, en particulier quand le temps est nuageux et humide et les rayons ultraviolets d'une grande intensité. Le mélanisme semble être lié à la présence des gènes de résistance à la rouille noire provenant de "Hope" et H44.

Hôtes/Distribution: Cette anomalie peut se présenter partout où on cultive le blé, mais son incidence augmente en fonction du degré d'intensité des radiations et de l'humidité.

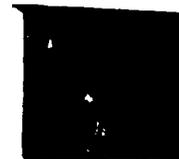
Importance: Normalement le mélanisme ne pose pas de problème sérieux. Toutefois, dans le cas de certains croisements, la nécrose peut prendre des proportions qui affectent le rendement.



90



91



CP



Chlorose génétique

Symptômes: Nombreuses sont les maladies qui occasionnent l'apparition de taches chlorotiques, mais la chlorose génétique par "auto-induction", ou d'origine génétique, est une anomalie fréquente chez les céréales à paille. Elle peut se présenter sous l'aspect de petits points ou de taches très étendues (92). Dans certains cas, le fait que les feuilles sont d'un vert pâle peut être une caractéristique génétique, signe de déficience chlorophyllienne.

Développement: Quel que soit le stade du cycle de végétation, cette anomalie peut se présenter, mais elle est particulièrement évidente lors des dernières étapes de développement de la plante (en ce qui concerne les blés de printemps en particulier).

Hôtes/Distribution: La chlorose foliaire se trouve dans de nombreux génotypes de blé.

Importance: Il ne s'agit pas forcément d'une anomalie qui rend un génotype de blé inapte à la culture. Plusieurs variétés commerciales d'un bon rendement ne sont pas écartées des échanges mondiaux en dépit de leur propension à cette anomalie.

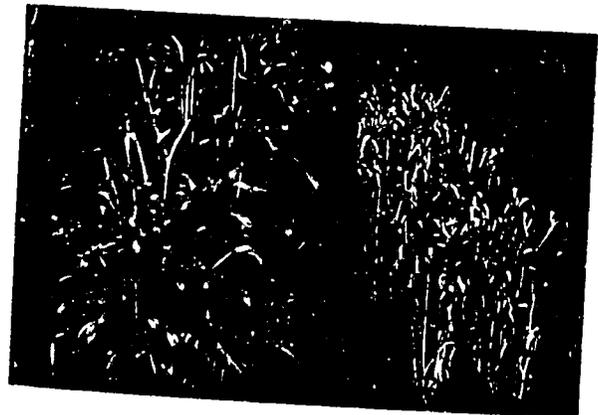


Nécrose des hybrides

Certaines taches et nécroses proviennent d'une instabilité chromosomique ou de combinaisons génétiques. Ces troubles sont connus sous le nom de nécrose des hybrides. Les plantes ne sont pas toutes affectées au même degré (93) et la nécrose s'accompagne souvent de rabougrissement ou de nanisme. La nécrose des hybrides se produit généralement parmi les premières générations d'hybrides (94), lesquelles sont éliminées s'il y a lieu.



93



94



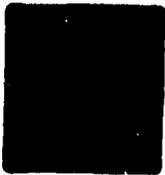
Carences nutritionnelles et conditions du milieu défavorables



114

L'insuffisance quantitative de certains éléments nutritifs indispensables peut être à l'origine d'un développement déficient des plantes. Ces dernières absorbent des quantités relativement considérables d'azote, de phosphore et de potassium qui sont précisément les éléments qui peuvent leur faire défaut. Mais elles peuvent également manquer d'autres oligo-éléments. Par contre, certains minéraux contenus dans le sol et indispensables au développement de la plante peuvent l'empoisonner s'ils s'y trouvent en excès. L'accumulation de sels dans le sol, le manque d'eau, des températures extrêmes et l'application incorrecte d'insecticides peuvent nuire au développement et donc au rendement d'une culture.

115



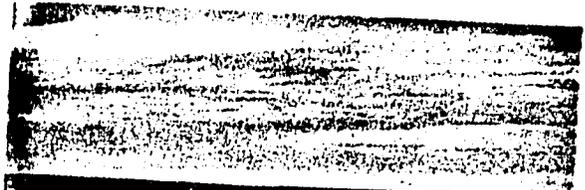
661

Carences en azote, phosphore et potassium

Une coloration vert pâle du blé en herbe est l'indice d'une carence en azote (95). Les feuilles inférieures commencent par jaunir de l'extrémité à la gaine et finissent par se nécroser. La carence en azote se présente souvent dans les cultures de céréales à paille.

En cas de carence en phosphore, les plantes se développent mal et donnent peu de nouvelles talles (96). Si la carence est particulièrement grave, les feuilles sont décolorées ou d'un jaune tirant sur le rouge, phénomène qui commence par les feuilles inférieures et gagne peu à peu toute la plante. Les tissus affectés brunissent d'abord et meurent. Les parties vertes des feuilles bleuissent tandis que la base des tiges vire au rouge. Autre symptôme fréquemment observé en cas de carence en phosphore: la formation d'épis de petite taille.

La carence en potassium est d'autant plus difficile à détecter que le rendement diminue bien avant que les symptômes extérieurs puissent être décelés. Une carence grave se traduit par le raccourcissement des entrenœuds et le dessèchement des feuilles inférieures dont les bords sont comme brûlés.



95



96



62'

Carences en éléments secondaires ou oligo-éléments



97

L'apparition de taches ou de stries grisâtres et nécrotiques à partir de la base des feuilles les plus récentes peut être attribuée à une carence en manganèse. Ces taches s'étendent sur toute la feuille qui se déforme et dont l'extrémité se tord ou s'enroule (97). La carence en manganèse est fréquente dans les terres calcaires, sablonneuses ou d'une teneur élevée en matière organique. L'avoine y est particulièrement sensible, plus que toutes autres espèces de céréales à paille. L'application sur les feuilles de sulfate de manganèse peut remédier en partie à cette déficience.

98

La décoloration de l'extrémité des jeunes feuilles qui s'enroule et finit par se détacher est le signe d'une carence en cuivre (98). La plante donne des épis décolorés et stériles qui souvent n'émergent pas normalement de la tige.



118

119



62

Toxicité de l'aluminium

L'excès d'aluminium nuit au développement des racines: celles-ci s'épaississent et brunissent. De plus, des feuilles de petite taille, des entrenœuds courts et anormalement gros sont les symptômes visibles d'une forte concentration d'aluminium (99). Il arrive souvent que l'extrémité des feuilles meurt et que les feuilles les plus anciennes jaunissent et se cassent facilement.

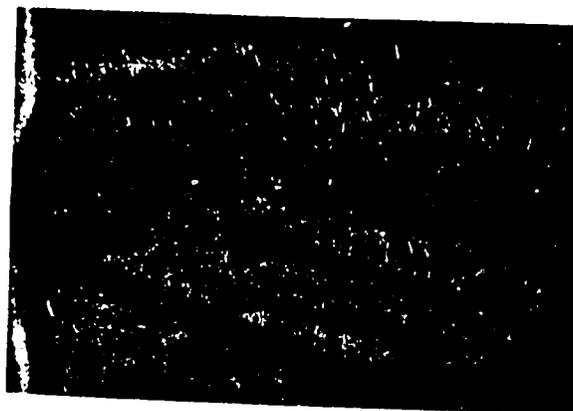
Ce type de toxicité est lié à un pH bas du sol, et il est possible d'y remédier au moyen d'applications de chaux.

Quoique nombre d'éléments minéraux présents dans le sol puissent être toxiques pour les plantes, l'aluminium est le plus courant. Il existe une variabilité génétique pour la tolérance à l'aluminium chez les blés tendres et le triticale (100).

De grandes étendues de terre potentiellement productive, mais acide, présentent des teneurs en aluminium toxiques.



99



100

120

121



64

101



Excès de sel

La salinité du sol est rarement uniforme dans un même champ. L'hétérogénéité de la croissance des plantes constitue l'un des premiers symptômes révélateurs d'un problème de salinité (il n'est pas rare, en effet, de constater que certaines zones sont improductives alors que d'autres se développent normalement dans le champ) (101). Un excès de sel dans le sol provoque le nanisme des plantes qui prennent une couleur d'un vert bleuté et dont les feuilles présentent des extrémités et des bords brûlés. L'analyse du sol permet de déterminer si, en effet, le degré de concentration de sel dépasse les limites normales.

Toutes les céréales à paille sont affectées par l'excès de sel que l'orge tolère toutefois mieux que d'autres espèces.

La salinité du sol dans certaines régions a longtemps limité le rendement des cultures. Et dans les régions céréalières irriguées mais mal drainées, l'accumulation de sel risque, à la longue, d'affecter le rendement.

122

123



65

Stress hydrique

Si au cours des premières étapes du cycle de végétation la plante ne reçoit pas d'eau en quantité suffisante, elle présente des symptômes de nanisme et ses talles et ses racines ne se développent pas normalement. Si vers le milieu de la journée les feuilles tendent à s'enrouler (102), il y a tout lieu de penser que les plantes manquent d'eau. L'épi normalement a besoin d'humidité pour se développer et à défaut les grains seront échaudés et les épillets peu nombreux. De même, si au cours des périodes critiques que sont la fin du gonflement et la formation des graines les céréales ne disposent pas d'eau en suffisance, elles peuvent devenir partiellement ou totalement stériles.

Dans la plupart des régions de culture sèche, le manque d'eau pose problème presque chaque année.

Sans même que les cultures présentent de symptômes très apparents, la sécheresse diminue souvent les rendements.



102

103



126

Stress thermique

Températures élevées et sécheresse sont souvent associées, leurs effets sont en général analogues et leurs symptômes difficiles à différencier (103). Des températures modérément élevées accélèrent le développement de la plante, mais ralentissent sa croissance. Le nombre et la formation des épillets, la floraison et le remplissage des grains sont réduits et donc le rendement diminue. Les plantes sont particulièrement vulnérables au moment de la fin du gonflement et c'est précisément l'époque à laquelle dans nombre de régions les températures sont particulièrement élevées. Celles-ci en dénaturant les protéines occasionnent la mort des plantes.

Dans beaucoup de régions, la saison sèche et chaude coïncide avec la période du cycle de végétation qui va de la floraison à la maturité de l'épi. Et si à la chaleur s'ajoute le vent, le rendement peut être gravement affecté.

127



67

Dégâts causés par les herbicides

Appliqués de façon incorrecte, les herbicides sont pour la plupart phytotoxiques. L'application d'herbicide à base d'hormones, tel que le 2,4-D, à un stade de croissance contre-indiqué provoque soit la déformation des feuilles et des épis (104), soit la stérilité. Les résidus de triazines (comme l'atrazine) appliqués à une culture antérieure sont néfastes pour le blé (105) dont les feuilles naissent décolorées et se nécrosent rapidement (106).

Les dégâts se produisent notamment quand des produits chimiques sont employés en quantités excessives et appliqués à des périodes inadéquates ou à des espèces intolérantes.

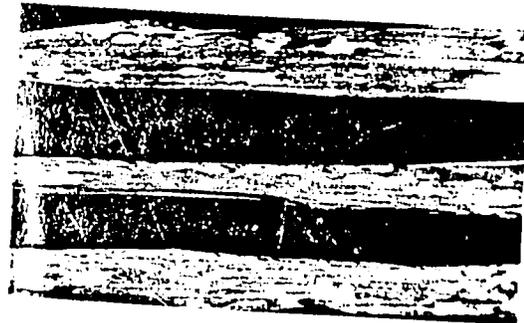
Toutefois, les dommages causés aux céréales à paille sont rarement importants et les pertes ne sont généralement pas très conséquentes.



104



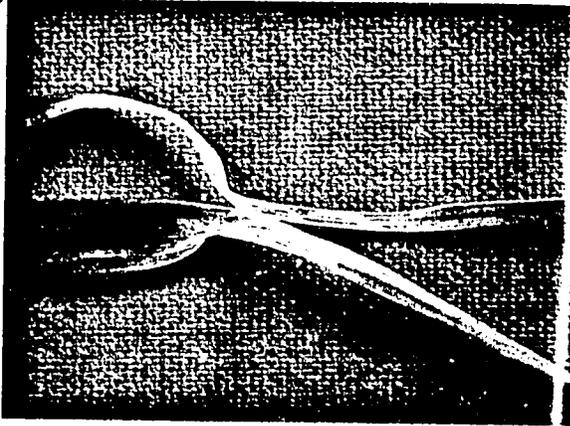
105



106



107



108



Dégâts causés par les gelées

La chlorose des tissus est le symptôme révélateur du dommage causé par le gel. S'il s'agit d'une gelée légère, seul les tissus jeunes peuvent être affectés, mais en cas de gelée intense, les feuilles et les épis sont endommagés et les tissus se décolorent (107). Au moment de la floraison, la gelée peut provoquer la stérilité (108). L'épiderme du pédoncule se sépare du tissu sous-jacent.

A toutes les étapes du cycle de végétation, le gel cause de graves dommages aux tissus végétaux et ce sont les plus jeunes, ainsi que les pièces florales, qui sont les plus sensibles.

Toutes les plantes sans exception se ressentent des effets des gelées et celles-ci se produisent dans la plupart des régions tempérées où sont cultivées les céréales.

Selon l'époque à laquelle elles ont lieu, c'est-à-dire selon l'étape du cycle de végétation avec laquelle elles coïncident, les gelées peuvent occasionner de graves problèmes.

130

131



109

Glossaire

Chlorose	Jaunissement des tissus normalement verts des plantes
Confluer	Se fondre, fusionner, se réunir
Conidie	Toute spore asexuée de champignon portée par un conidiophore
Conidiophore	Filament mycélien sur lequel sont produites les conidies
Diapause	Dormance, période de repos au cours du développement d'un animal (insectes, nématodes)
Exsudat	Accumulation de consistance gélatineuse de spores ou suintement de liquide contenant des bactéries
Galle	Excroissance ou protubérance provoquée par un champignon, une bactérie, un nématode ou un insecte
Hôte écidien	Hôte secondaire dont ont besoin certaines rouilles et d'autres organismes pour compléter leur cycle biologique
Hyphe	Filament formant l'appareil végétatif (le mycélium) des champignons

Immune	Réfractaire aux agents pathogènes
Inoculum	Spore ou autre organe pouvant occasionner une infection
Inoculum primaire	Spores ou fragments de mycélium provoquant la première infection d'une plante ou d'une culture
Lésion	Portion de tissu visiblement affecté sur une plante infestée
Miellat	Exsudat sirupeux contenant des conidies et qui se présente au cours d'une étape du cycle de développement de <i>Claviceps purpurea</i>
Mosaïque	Symptôme de maladie: taches vertes et blanches
Mycélium	Ensemble des hyphes, ou filaments mycéliens qui constitue le corps d'un champignon
Mycoplasme	Organisme unicellulaire plus petit que les bactéries, de taille variable, dépourvu de paroi rigide
Nécrose	Mort d'un tissu végétal (généralement de couleur caractéristique), tache de tissu mort

Pathogène	Se dit d'un microorganisme qui provoque une maladie
Piétin	Maladie qui attaque les racines et la base de la tige et se signale par la décoloration, la nécrose et la détérioration des tissus végétaux
Pustule	Amas de spores se développant sous l'épiderme et faisant généralement éruption à maturité
Résistance	Propriété de certaines plantes-hôtes qui leur permet de retarder ou empêcher le développement d'une maladie
Sclérote	Masse dense de mycélium pouvant subsister en état de dormance pendant de longues périodes
Sénéscence	Phase du développement de la plante qui s'étend de la pleine maturité à la mort
Sensible	Se dit d'une plante exposée à une infection faute d'être immune
Spore	Minuscule unité reproductive des champignons et végétaux inférieurs
Sporulation	Production de spores

Stries	Bandes ou rayures étroites et parallèles
Symptôme	Réaction visible de la plante-hôte à un agent pathogène
Téleosore	Pustule qui contient des téleospires
Téleosore	Spore à membrane épaisse produite par les pathogènes des rouilles ou des caries
Tolérante	Se dit d'une plante-hôte douée de la faculté de se développer et de se reproduire normalement bien qu'affectée par une maladie
Transmission	Dissémination d'un agent pathogène entre diverses plantes-hôtes
Urédospore	Spore asexuée des champignons des rouilles
Vecteur	Organisme qui transmet l'inoculum
Virulence	Capacité relative d'un micro-organisme de vaincre les défenses de l'hôte



Le Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT), organisation internationale à but non lucratif, se consacre à la recherche scientifique et à la formation théorique et pratique de spécialistes. Le CIMMYT, dont le siège est au Mexique, est engagé dans la réalisation d'un programme de recherche à l'échelle mondiale portant sur le maïs, le blé et le triticale, dans l'optique surtout de la production alimentaire dans les pays en développement. Cet organisme est l'un des 13 centres internationaux sans but lucratif qui n'ont d'autre objet que la recherche et la formation dans le domaine de l'agriculture et dont les activités s'exercent sous les auspices du Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (GCRAI). Ce dernier jouit lui-même de l'appui de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (Banque mondiale) et du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). De plus, le CIMMYT reçoit des dons de plus de 45 pays et organisations internationales et régionales, ainsi que de fondations privées.

Le CIMMYT bénéficie en outre de l'aide fournie par divers organismes, dont les institutions d'aide internationale d'Australie, d'Autriche, du Brésil, du Canada, de Chine, de la Commission Economique Européenne, du Danemark, d'Espagne, des Etats-Unis, de France, d'Inde, d'Irlande, d'Italie, du Japon, du Mexique, de Norvège, des Pays Bas, des Philippines, de la République Fédérale d'Allemagne, du Royaume-Uni, de Suisse, de la Banque interaméricaine de développement, de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement, du Centre international pour le développement de la recherche, de la Fondation Ford, de la Fondation OPEP pour le développement de la recherche, de la Fondation Rockefeller et du Programme des Nations Unies pour le développement.

Le CIMMYT assume l'entière responsabilité de cette publication.

Citation correcte: Prescott, J.M., P.A. Burnett, E.E. Saari, J. Ransom, J. Bowman, W. de Milliano, R.P. Singh, G. Bekele. 1987. *Maladies et ravageurs du b.é: guide d'identification au champ.* CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico.



TV