

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE NOUMÉA

PHYTOPATHOLOGIE

COURS DE PHYTOPATHOLOGIE

B . HUGUENIN

- INTRODUCTION -

L'étude des différents accidents ou maladies atteignant les plantes en cours de croissance et, après récolte, les altérations de leurs produits, constitue la Pathologie Végétale. Le terme de Phytopathologie, couramment employé, comprenait autrefois, outre les maladies proprement dites, les dégâts causés par les insectes ; possédant un sens plus restreint aujourd'hui, il est spécialement réservé aux troubles causés par l'action d'êtres vivants végétaux (maladies parasitaire), de virus (viroses), d'agents externes (maladies non parasitaires) ou ceux résultant d'un défaut de fonctionnement de la plante elle-même (désordres physiologiques).

Une tendance regrettable est de considérer trop fréquemment la plupart sous l'angle de la mycologie (étude des champignons). Or si ces derniers sont en effet responsables de nombreuses affections, l'étude plus approfondie de la physiologie des végétaux montre qu'un grand nombre de symptômes pathologiques sont initialement provoqués par une perturbation de différentes fonctions végétatives ou reproductrices, indépendamment de toute cause parasitaire. Il existe donc une véritable pathologie de la physiologie mais ces symptômes plus subtils, ses causes plus obscures et plus complexes, l'ont fait par trop méconnaître. Il convient donc dès le début, de mettre en garde contre une observation trop superficielle des maladies végétales conduisant à en rendre toujours directement responsables les très nombreux organismes inférieurs vivant accidentellement ou secondairement sur les plantes.

La complexité de la plupart résulte de ses relations étroites avec une foule de facteurs ayant trait, soit à la plante elle-même (anatomie, physiologie, biologie), soit au milieu où elle vit (climat, sol); la compréhension des phénomènes pathologiques ne peut être juste et totale que si elle repose sur des bases établies en pleine connaissance de ces éléments. Le diagnostic d'une maladie devient, dans ces conditions, très délicat, s'il est aisé de mettre en évidence des microorganismes vivant sur une plante malade, il est souvent plus difficile de prouver leur action pathogène et, même si elle existe réellement, d'affirmer qu'ils sont véritablement à l'origine de l'affection. On ne saurait donc, en cette matière, trop s'entourer d'une prudente circonspection dans les conclusions à formuler d'après les observations et dans l'interprétation des résultats expérimentaux.

-:-:-:-:-

A. - L'ETAT PATHOLOGIQUE CHEZ LES VEGETAUX.

- Equilibre chez la plante normale dans l'accomplissement des fonctions végétatives ou reproductrices ... cycle biologique de la plante. Corrélation et variations synchroniques de certaines fonctions ou risque de trouble grave = absorption radiculaire, transpiration, assimilation, croissance.
- Mais équilibre toujours instable ... oscillations entre certaines limites. Importance des mécanismes compensateurs maintenant la stabilité si modification perturbatrice du milieu naturel. Loi de modération.

L'état pathologique est caractérisé par une rupture de l'équilibre harmonieux par suite de l'impuissance des mécanismes régulateurs à satisfaire à la loi de modération. Au-delà d'un point donné le déséquilibre persistant entraîne une perturbation nuisible pour l'organisme, il devient pathologique. Notion de seuil.

Les facultés d'adaptation de la plante apparaissent beaucoup moins efficaces vis à vis des perturbations d'origine biologique causées par l'intervention d'autres êtres vivants; la plante possède par contre le moyen d'opposer à ces derniers d'autres mécanismes réactionnels.

D'une manière générale, la maladie peut donc être considérée comme un phénomène de nature réactionnelle, déclenché sous l'effet d'un facteur quelconque défavorable à la vie de la plante.

Vis à vis de la plante doit être considérée comme pathologique toute cause ou influence empêchant ou gênant seulement l'exercice des fonctions naturelles; il en résulte une diminution des possibilités de production, celles-ci considérées pour un milieu donné et quelles que soit leur nature utile ou non.

Indépendamment du cas où la maladie provoque la mort de la plante, elle peut seulement l'affaiblir, gêner l'élaboration des matières ou leur transport empêcher leur accumulation en un point; elle est susceptible également d'inhiber partiellement ou totalement la formation d'organes en de substances utiles; soit par leur fonction, soit par le fait qu'ils font l'objet de la récolte.

Cette altération du mécanisme fonctionnel peut résulter d'une action physique (action des agents externes), d'une action physiologique (par excès ou carence d'un élément nutritif, présence d'une substance toxique) ou enfin d'une action biologique par l'intervention d'un être vivant.

On voit apparaître aussi la séparation fondamentale des maladies des végétaux en :

- maladies non parasitaires dues à l'action des agents externes non vivants, (climat, sol) ou bien d'agents vivants causes de traumatismes ou blessures.

- maladies parasitaires causées par des êtres vivants, la plupart végétaux (algues, champignons, bactéries) et les virus; Phanérogames aussi.

Les déséquilibres peuvent être passagers, si l'action néfaste est de courte durée ou diminuée (agents externes en général) ou bien si l'organe atteint n'ayant pas une importance vitale peut être momentanément supprimé (feuilles par exemple) ; au contraire si l'action nocive est intense, prolongée ou atteint directement les organes essentiels (racines, collet), le déséquilibre devient généralement irréversible et définitif.

B. - LES MALADIES NON PARASITAIRES.

Résultent de l'action défavorable d'un ou plusieurs facteurs du milieu ambiant considéré au sens large.

Elles sont d'habitude mal caractérisée, leurs symptômes offrant des facies généraux peu différents, difficiles à préciser; en outre le seuil de passage de l'état normal à l'état pathologique est délicat à discerner. Altérant le fonctionnement général de la plante, elles agissent en outre sur les propriétés délicates de résistance ou d'immunité qu'elles amoindrissent, accroissent la réceptivité et ont par conséquent une action indirecte mais souvent primordiale sur l'intervention des maladies parasitaires.

On observe souvent chez les plantes de tels états pathologiques résultant d'un fonctionnement anormal mais indépendants de toute intervention parasitaire. Une intervention de cette nature ultérieure peut masquer la cause pathologique initiale et aboutir à un diagnostic erroné.

Etude séparée des désordres physiologiques dus à une mauvaise alimentation. Deux exemples : pourriture blonde du Cocotier et "Blossom end Rot" de la Tomate démontrent l'importance des facteurs externes.

Pourriture blonde du Cocotier ou Lightning Strike.

- Cause : Décharge de foudre.

Les dégâts de foudre dans les cocoteraies ont longtemps fait croire à la présence d'une maladie. Les études poursuivies à CEYLAN et en MALAISIE ont permis de mettre en évidence le rôle de l'éclair dans la genèse de la maladie.

Le coup de foudre atteint directement deux ou trois cocotiers qui meurent en moyenne en moins d'une semaine : la frondaison sèche, brunit et tombe, le tronc présente sur la presque totalité de sa longueur de très abondants écoulements liquides, rouille clair puis rouille foncé provoquant une coloration caractéristique de l'écorce.

Au cours des mois suivants les dix ou douze cocotiers entourant ceux touchés directement, par la foudre présentent à leur tour cette exsudation caractéristique. Elle commence en général à mi-hauteur du tronc et s'étend de part et d'autre pour ne respecter en définitive que les 2 extrémités, coeur et racines. La frondaison est alors encore en pleine vigueur et ne commence à présenter des symptômes de décadence que plusieurs semaines, voire plusieurs mois après. Cette décadence commence par le dessèchement et le brunissement des palmes inférieures, l'évolution se poursuivant vers le coeur du cocotier progressivement.

Au début il se forme donc dans la cocoteraie des clairières de 4 à 5 cocotiers s'étendant progressivement à 10 ou 12 individus. Une fois que les cocotiers atteints directement ou indirectement par la foudre sont morts, la clairière se stabilise. Comme cette évolution peut porter sur un an ou plus, il était naturel de penser tout d'abord à une maladie parasitaire progressant en tache d'huile.

"Blossom end rot" de la Tomate.

Se caractérise par l'apparition d'une tache au bout du calice et résulte d'une déficience d'eau au cours du développement du fruit; il peut également se produire simplement à la suite d'irrégularités dans l'approvisionnement en eau. S'observe sur les fruits verts ou en cours de maturité. A été souvent attribué à l'action de divers organismes fongiques ou bactériens souvent présents mais d'intervention secondaire.

L'affection commence par une tache vert foncé, d'aspect humide, située à la base et entourant le point d'insertion des styles. Superficielle au début, cette zone devient brune, coriace puis noire, déprimée, frippée et empêche le développement du fruit à cet endroit. Sur jeunes tomates, taches de 20 à 30 mm mais s'étend au cours du développement et ne s'arrête qu'à la maturation. Finalement les tomates apparaissent recouvertes au sommet d'une grande tache arrondie pouvant occuper 1/2 surface; ces macules sont déprimées, irrégulièrement bosselées, noires, dures, parfois zonées et pénétrant la chair.

En pays humide leur aspect est modifié par l'action secondaire de champignons ou bactéries saprophytes.

Fréquent sur plants à croissance rapide et en sols clairs, légers, sablonneux. Influence prédisposante des engrais surtout à forte dose, influence mal connue.

- Remède : Paillage, politique d'engrais équilibrée.

S'en rapprochent : maladies des craquelures dues à des variations brusques du degré hygrométrique : sécheresse après fortes pluies... retrait des tissus brutal.

Ces deux exemples montrent que les agents externes peuvent provoquer chez les plantes des maladies dont les symptômes peuvent être voisins de ceux de véritables maladies parasitaires ... nécessité d'observation critique et d'expérimentation avant de définir avec certitude la cause d'une maladie.

C. - LES MALADIES PARASITAIRES.

Les maladies parasitaires sont déterminées par l'action d'organismes végétaux ayant la propriété de pouvoir vivre en commun pendant un certain temps avec un autre être vivant : on groupe ces organismes sous le nom de parasites s.l. c'est à dire un être à vie non indépendante, consommant de la matière organique élaborée par d'autres, faute de pouvoir la fabriquer initialement.

Dans le règne végétal tous les groupes sans distinction sont susceptibles de renfermer des espèces parasites au sens large, c'est à dire ayant la possibilité de pouvoir vivre en commun avec un autre organisme. Elles sont peu importantes chez les Plantes Supérieures : Balanophora, Santal, Podocarpus ustus, beaucoup plus chez les Cryptogames : champignons (95 %), Algues et Bactéries. Enfin le Virus.

Les parasites cryptogamiques (Champignons) sont susceptibles de contracter avec la plante hôte un certain nombre de relations d'ordre anatomique ou biologiques. C'est ainsi que sur le plan anatomique on peut distinguer :

- Les epiphytes à croissance entièrement externe ou à pénétration très faible cas des Oïdiums et des Fumagines. En cas de pénétration faible mais suffisante pour fixer le parasite on parlera plutôt d'ectophyte.

- Les parasites internes ou endophytes se développent à l'intérieur des tissus sauf pour les fructifications qui sont en général externes. On peut y distinguer encore des sous-groupes selon la profondeur des tissus atteints. Enfin, existence de nombreux intermédiaires.

Notion de parasites internes importante car conditionne anatomie pathologique par la position du mycelium, il peut être intracellulaire ou intercellulaire et présenter ou non des suçoirs .

Beaucoup plus importante sont les relations biologiques et physiologiques susceptibles d'être nouées entre un parasite et sa plante hôte.

La vie de la plupart des parasites dépendant d'autres êtres capables de fabriquer pour eux la matière organique est dite hétérotrophe par opposition aux végétaux autotrophes. Cette hétérotrophie ne concerne que la nutrition carbonée en général, les champignons étant à même de puiser leurs autres substances vitales dans les milieux les plus variés. Selon le processus d'extraction des matières carbonées on peut distinguer :

a/ - Les saprophytes susceptibles de se nourrir à partir des débris des végétaux morts dont ils achèvent la destruction.

b/ - Les parasites qui se nourrissent aux dépens d'êtres vivants dont ils attaquent la matière protoplasmique.

- c/ - Les symbiotes susceptibles de s'associer à un être vivant en menant une vie commune avec lui et sans lui nuire.

Dans les 2 derniers cas on est donc en présence de deux états biologiques distincts :

- 1/ - La Symbiose : lorsque de l'association résulte un bénéfice théoriquement réciproque pour chacun des deux constituants.
- 2/ - Le parasitisme si la vie en commun conduit à un bénéfice unilatéral au profit du parasite et aux dépens de l'hôte.

Du parasitisme strict au saprophytisme intégral s'étend toute une gamme d'intermédiaires rendant très subtile la séparation souvent faite entre saprophytes et parasites.

Le parasitisme est lui-même susceptible d'être plus ou moins parfait : c'est ainsi que parmi les organismes parasites on peut distinguer :

a/ - Les parasites stricts ou obligatoires incapables d'une vie autonome en l'absence de la plante hôte. On les distingue souvent par leur incapacité à croître en culture artificielle. On peut citer les Rouilles, certains mildious très évolués (Peronospora : mildiou de la vigne). Ils présentent trois caractéristiques fondamentales :

- Les substances nutritives qui leur sont indispensables doivent obligatoirement se trouver sous la forme de matières vivantes seules assimilables. Il en résulte qu'on les trouve à la périphérie des tissus morts, à la limite des tissus vivants qu'ils envahissent.
- Leur culture en milieu aseptique est impossible, du moins avec les moyens de la technique actuelle.
- Leurs possibilités parasites sont limitées à une espèce ou à un groupe restreint de plantes présentant des caractères chimiques semblables. Ce caractère de monophytisme ou polyphytisme est lié à la notion de virulence du parasite.

La spécialisation et la stricte adaptation d'une espèce parasite à un hôte bien défini peuvent déterminer dans certains groupes la formation de races ou de formes physiologiques. Les races se distinguent par quelques caractères physiologiques et surtout leur aptitude parasitaire vis à vis d'une seule espèce, voire d'une seule variété. Cette notion de races permet d'atténuer l'apparent polyphytisme de certaines espèces parasites, ce polyphytisme apparent n'étant souvent que la manifestation de races identiques morphologiquement mais à exigences physiologiques différentes. Importance de cette notion de races pour la lutte par variété résistantes.

.../....

b/ - Les parasites facultatifs, parasites de faiblesse, parasites de blessures constituent la transition très graduelle avec les saprophytes vraies.

Les parasites facultatifs sont susceptibles d'attaquer les végétaux à l'état vivant mais sont aussi capables de croître sur les débris morts (possibilité de culture aseptique). Ils sont en général polyphytes et peuvent être considérés comme des saprophytes susceptibles d'acquérir un pouvoir pathogène : ce sont des parasites occasionnels.

Cette qualité n'est d'ailleurs nullement compatible avec un pouvoir pathogène élevé. Beaucoup de ces parasites sont très importants sur le plan économique malgré leurs possibilités de vie saprophytique : cas des Verticillium, Fusarium, Helminthosporium, Cercospora ...)

- Les parasites de faiblesse sont des parasites à virulence atténuée ne pouvant s'installer que s'ils trouvent chez l'hôte un état favorable de réceptivité ; une faiblesse physiologique, défaut de nutrition, action climatique néfaste, arrêt de croissance ... Connus sous le nom de parasites secondaires.
- Les parasites de blessures peuvent être des parasites à virulence forte mais sont incapables de pénétrer par eux-même les tissus végétaux sains et intacts. Leur porte d'entrée est fréquemment une blessure causée par l'homme, des animaux, Ceratostomella de l'ananas, C. novae-caledoniae du Caféier.

Présence de pseudo-parasites, vivants sur les plantes mais pas directement de celle-ci : Fumigines, Septobasidium.

A la limite du parasitisme et très souvent séparé par une différence tenue se trouve la Symbiose. L'instabilité de ce phénomène permet de mieux saisir la genèse du parasitisme, les relations que ces 2 modes de vie peuvent avoir entre eux et leur grande analogie aux limites mêmes de leur action. Elle doit être considérée comme une forme possible d'association entre deux êtres susceptibles de vivre en commun et dont les différentes fonctions continuent à s'exercer en principe sans se gêner et sans nuire ni à l'un ni à l'autre de ses membres. 3 conditions sont requises pour qu'on puisse parler de symbiose :

- L'union des deux êtres doit être permanente et non représenter le résultat d'un rapprochement accidentel ou temporaire.
- L'association doit former un organisme individualisé à physiologie et biologie propre.
- Les êtres symbiotiques véritables ne peuvent que difficilement vivre séparé l'un de l'autre.

Parmi les très nombreux exemples de symbiose dans la nature, les champignons fournissent les symbiotes les plus nombreux : ces associations fungiques sont de deux sortes :

- l'union avec des algues aboutissant aux Lichens qui répondent à la 1ère et à la 2ème condition. La 3ème condition est plus souple.
- Union avec des plantes supérieures en formant des organes spéciaux, les mycorrhizes qui répondent aux 3 conditions.

Importance économique de ces mycorrhizes : croissance des Pins, culture des Orchidées, Génétique de la Vanille, phénomènes de tubérisation.

La réalisation des associations mycorrhiziennes chez les Orchidées donnent une idée très nette de l'équilibre biologique très instable de la symbiose. Les espèces symbiotiques appartiennent à un genre présentant de nombreuses espèces pathogènes. Ces espèces doivent elles-mêmes posséder une virulence dont le degré doit être proportionné à la résistance de l'embryon. L'excès de ce pouvoir les amène à vivre en parasite de l'embryon, son atténuation les rend au contraire incapables de l'infecter et inefficaces.

Chez les germes d'Orchidée bien pourvus en chlorophylle l'infection se fait assez tardivement et la symbiose prend un caractère intermittent apparaissant aussi plutôt comme une maladie cryptogamique bénigne et temporaire. Les cas de symbiose totale sont réalisés chez les Orchidées sans chlorophylle où les endophytes sont constants et répandus dans tout l'organisme, y compris les graines infectées sur la plante mère. On est bien arrivé à un nouvel être complexe dont les deux constituants n'ont à aucun moment de leur existence mené une vie indépendante.

Comme le disait N. BERNARD, "les Orchidées, type parfait de végétaux supérieurs symbiotiques, sont à considérer comme des plantes malades mais héréditairement adaptées à leur parasite constant.

Début de parasitisme, réaction limitative, symbiose puis exclusion de l'organisme envahissant constituent un cycle dont chaque stade peut fournir les principes des réactions de défense et de l'immunité humorale chez les végétaux.

Les effets du parasitisme. Les phénomènes pathologiques, les lésions.

Sous l'angle de ses effets, la maladie parasitaire est l'ensemble des altérations morphologiques, anatomiques et physiologiques causées par le développement d'un organisme étranger. Les parasites manifestent leur présence par une série de signes, conséquences de leur action : l'ensemble de ces phénomènes constitue les symptômes et représentent un mode d'expression de la plante malade la distinguant de la plante saine. Ces symptômes sont assez souvent caractéristiques ... possibilité de diagnostic.

Les phénomènes pathologiques résultant des actions parasitaires apparaissent très variés selon les natures de l'hôte et du parasite. Ils peuvent être inconstants et il devient même parfois impossible de tenir compte de tous les aspects que peuvent prendre les altérations dues à un même agent pathogène.

Inversement, des maladies à cause très dissemblables peuvent parfois engendrer des symptômes similaires.

Quoiqu'il en soit, ces altérations représentent l'élément principal de la diagnose sur le terrain que vient compléter l'examen au laboratoire. L'importance de ce diagnostic est considérable : de sa sûreté et de sa précocité dépend le succès des traitements, ceux-ci étant d'autant plus efficaces qu'ils sont mis en oeuvre plus tôt.

Les parasites par leur mode d'action entraînent des modifications au niveau des cellules et c'est l'ensemble de ces modifications qui, visibles, constituent les symptômes de la maladie.

C'est ainsi que l'on peut distinguer :

1/ Flétrissement et dessèchement (Wilt): Fanaison du feuillage et perte de turgescence. Peut être partiel ou total. Sous la dépendance de trois facteurs différents ou concomittants :

- réduction de l'absorption et de la circulation de l'eau (attaque de racines, obstruction des vaisseaux).
- augmentation de la transpiration (déviation du métabolisme).
- action de substances toxiques à effet en général plus limité au début.

2/ Nécrose ou mortification : peut être interne ou externe, limitée ou généralisée à tout un organe. Il y a brunissement des cellules aboutissant aux divers types de taches : circulaires, anguleuses, oscellées, zonées. Les macules peuvent être ou non marginées, déprimées avec parfois élimination des tissus à l'endroit de la tache.

Le terme d'anthracnose recouvre des altérations nécrotiques brunes ou noires de forme quelconque mais d'étendue limitée affectant feuilles, rameaux ou fruits.

3/ Hypertrophies et hyperplasies : sont dûs, le premier, à une augmentation de volume des cellules, le second à une division des cellules. Ils aboutissent à une tuméfaction plus ou moins organisée. Ces phénomènes peuvent aboutir par inégalités de croissance aux enroulements, frisolées, cloques présentes sur feuilles, aux tumeurs ou aux galles présentes sur rameaux et racines. On peut y rapporter aussi les "balais de sorcière" dûs au développement exagéré de bourgeons adventifs.

4/ Atrophies, avortements et coulures. L'atrophie représente une conséquence indirecte ayant pour origine le fonctionnement diminué des organes parasites. Action directe possible aussi. Peut affecter un organe ou tout l'individu (nanisme avec aspect en rosette par raccourcissement des entre-noeuds)

Portant sur les organes reproducteurs, aboutit à la stérilité ... coulure. Si présence de fruits mais sans graines : avortement.

5/ Chancres : lésions apparaissant sur les organes ligneux intéressant l'écorce seule ou l'écorce et le bois. Partie au centre mettant à nu le bois et entourée de bourrelets cicatriciels. Peut être pérenne : chancre rougeant. On donne aussi le nom de chancre (Cankers) à certaines affections des troncs : plaies mal définies, à bourrelet peu apparent ou nul, brunissement de l'écorce humide en surface ou sèche = pourriture acide des tissus corticaux avec parfois exsudations ou gommoses.

6/ Pourritures : Résultent d'une décomposition profonde des tissus par dislocation des membranes cellulaires. Très fréquemment, organismes secondaires : bactéries, saprophytes banaux. Peut aboutir à une momification.

Très variable d'aspect : humide ou sèche, dures ou molles, de couleur diverses. Sur les jeunes plantules, ces pourritures sont connues sous le nom de "fonte de semis".

7/ Discoloration et taches : parfois taches colorées si parasite incapable de désorganiser les tissus ... diverses formes de taches de couleur variable.

Discoloration des bois dûes aux champignons lignicoles : lignes noires des Xylariacées, bleuissement dû aux Ceratocystis.

Jaunissement des organes dûs à destruction Chlorophylle.

Emploi à tort et à travers du mot "Rouille" qui doit être réservé aux Uredinales.

8/ Exsudations : Souvent d'origine traumatique. Parasites capables de les provoquer : Phytophthora, Stem bleeding du Cocotier

D. - EVOLUTION ET PROPAGATION DES MALADIES ET DES PARASITES.

L'évolution complète d'une maladie comprend normalement 5 phases successives dont la durée, ainsi que celle du cycle total, constituent des caractéristiques de l'espèce parasite mais sujettes à variation car sous la dépendance de l'hôte et du milieu externe.

- Contamination : Une plante est dite contaminée quand une spore en état de germer ou un fragment végétatif du parasite arrive en contact avec l'un de ses organes susceptibles d'en permettre le développement.
- Infection : Phase de développement du germe et de pénétration dans la plante. Ne peut se réaliser que si, en plus de la contamination, conditions externes favorables et état réceptif de la plante. On peut y distinguer 2 phases :

- 1° - Etat de pré-infection, marqué par la germination de la spore : par filament, zoospore ou spores secondaires et sa pénétration dans la plante: blessure, appressorium sur stomate, pénétration directe. C'est le stade qui demande le plus de conditions favorables pour s'établir.
- 2° - Etat d'infection s.s. caractérisé par l'établissement définitif de l'agent pathogène.

Cette infection peut s'arrêter immédiatement après la pénétration par jeu des réactions humorales de la plante : phénomène d'immunité.

- Incubation : Comprend la période durant laquelle le parasite progresse dans les tissus sans se manifester à l'extérieur. Plus ou moins longue suivant le parasite, varie aussi selon la plante, les conditions de milieu, les organes ... A la fin de cette période apparition des symptômes externes. L'incubation peut se trouver suspendue peu de temps après l'infection sous l'effet de réaction de l'hôte; le parasite reste vivant mais non actif : infection latente. Sous la dépendance de condition de milieu : pourriture des fruits en entrepôts réfrigérés.
- Eclosion : Caractérisée par la végétation externe du parasite si elle existe. Correspond au stade de développement maximum des symptômes externes. Peut être précoce ou tardive selon la durée du cycle.
- Dispersion : Dissémination des organes de propagation à partir du lieu de production par l'air (anémophiles), insectes (zoophiles), le sol par l'intermédiaire des eaux et animaux. Sur une même plante il peut y avoir infection unique : cas des Charbons ... traitement préventif au départ, ou réinfestation successives : cas plus général ... traitements successifs échelonnés.

Dans une région déterminée, le nombre de maladies connues peut augmenter soit par importation de nouveaux parasites n'y existant pas, soit par l'adaptation sur de nouveaux hôtes d'organismes préexistants.

- Importation de parasites : A l'intérieur des limites naturelles de leur aire d'expansion, les parasites possèdent une très grande force d'expansion et tendent à y demeurer en permanence à l'état emphytique. Faculté liée à 2 facteurs : répartition de l'hôte et conditions écologiques favorables, la lère étant indispensable. Les parasites sont susceptibles de franchir de grandes distances : spores véhiculées par le vent : exemples :
 - Hemileia vastatrix : CEYLAN 1868. S'est répandu dans l'Asie du Sud-Est, l'Afrique et l'Océanie en 50 ans. Seuls indemnes Tahiti et l'Amérique.

- Rouille Américaine du Maïs : décrite en 1891 en AMERIQUE chaude. En 1949 apparaît en Sierra Leone (Afrique) : probablement introduction par semences. En 1950 envahit toute la Cote du Benin. En 1951 atteint l'Afrique Equatoriale. En 1953 la totalité du Continent Africain est envahie et la Rouille se manifeste à Madagascar et la Réunion. En 1955, la Rouille a traversé l'Océan Indien et est signalée aux Philippines et en Thaïland. En 1957, l'Indonésie est totalement envahie. Depuis cette date, la Rouille se manifeste jusqu'aux Iles Fidji dernières envahies.

- Peronospora tabacina : Mildiou du Tabac. N'était présent qu'en AUSTRALIE et sur le CONTINENT AMERICAIN. Introduit en Angleterre en 1958 sur des plants de Tabac virosés destinés à expérimentation. En moins de 5 ans, la totalité de la zone européenne de culture du tabac a été envahie, causant des dégâts très importants et nécessitant la mise en oeuvre de traitements et de recherches de résistance. L'Asie est également en voie d'invasion par l'intermédiaire de l'Iran, et de la Turquie.

Cette forme de propagation de maladies où le transport des spores ne joue pas cependant un rôle fondamental peut être efficacement combattu par l'inspection phytosanitaire et le contrôle des importations. Législation internationale à cet effet.

- Adaptation des parasites. Les parasites des espèces composant la flore phanérogamique spontanée peuvent d'adapter dans une certaine mesure, aux plantes de culture. Cette adaptation peut se faire par un simple passage de la plante sauvage à la même espèce cultivée. La rupture d'équilibre biologique par l'extension des cultures entraîne alors le développement abondant du parasite et son extension. Peut également se faire sur une espèce totalement différente : il y a alors processus adaptatif : cas du Phytophthora infestans passant de la Pomme de Terre à la Tomate : accoutumance progressive. Cas des parasites polyphages : Pourridiés. Il peut y avoir adaptation lente ou mutation brusque : nouvelle espèce. Assez rare mais relevé. Cas du Cercospora musae apparaissant brusquement aux Iles Fidji et s'étendant au monde entier. Apparition récente toujours aux Iles Fidji du Cercospora Fijiensis du bananier, plus grave que le précédent.

La propagation des parasites eux-mêmes se fait soit par voie végétative, mycelium, spores asexuées, soit par voie sexuée donnant souvent des organes de résistance.

- Les maladies causées par les Champignons : Les maladies des végétaux causées par les champignons constituent par leur nombre et leur variété, un des plus importants chapitres de la Phytopathologie.

Avant d'étudier quelques unes des maladies causées par les Champignons, il paraît utile de définir quelques termes relatifs à l'organisation morphologique des champignons et de penser le sens à attacher aux termes d'espèces, variétés, formes ou races.

- Le corps végétatif des champignons ou thalle est composé de filaments ou hyphes dont l'ensemble constitue le mycelium. Quelle que soit l'organisation de ce mycelium, il n'y a jamais de tissus au sens propre du terme, ni de vaisseaux, bien que l'organisation puisse prendre une forme régulière : on parle alors de faux tissus.

Les filaments peuvent être cloisonnés et avoir une structure cellulaire ou non, cloisonnés à structure coénocytique (groupe des Siphomycètes). Cloison cependant toujours présente pour séparer les organes sexués et les parties mortes des parties vivantes.

La fixation des hyphes au substrat peut se faire de diverses manières : très souvent appressorium : une ou plusieurs cellules renflées ... disques adhésifs peuvent se ramifier ... crampons. Parfois les suçoirs peuvent jouer rôle de fixation (Oïdiums ectophytes) : en général rôle nutritionnel.

- Le mycelium se développe d'une manière infinie suivant divers modes; ramifications de types divers, bourgeonnement (levures). Le thalle peut lui-même rester très réduit ou atteindre des volumes considérables soit en restant lâche, soit en s'agrégeant : stroma, sclérotés, rhizomorphes.
- Stroma : thalle agrégé, massif en général aplati sur le support ou ancré dans celui-ci par leur base. Formé de filaments agrégés en un pseudo-parenchyme : stérile ou fertile.
- Sclérotés : Agrégats myceliens ronds ou polymorphes pourvus d'une couche corticale différenciée. Formes de résistance. Taille très variable, très petites (Verticillium) à plusieurs Kg. Peuvent naître d'une partie du thalle ou de sa totalité.
- Rhizomorphes : Agrégation d'hyphes en faisceaux, cordons très longs, plus ou moins ramifiés à partir centrale et cortex.
- Reproduction : peut se faire par deux voies : asexuée et sexuée.

1° Reproduction asexuée : par les spores ou conidies d'aspect et origine très variable; asexués se formant sur filament différencié ou non du thalle (Conidiophore). Ne représentant donc malgré la diversité de leurs aspects qu'un fragment de mycelium spécialisé dans la propagation.

2° Reproduction sexuée : Ces spores représentent un procédé de reproduction véritable. Ils se forment en général après un phénomène de conjugaison (v. fécondation). On obtient alors soit des zygospores (Siphomycètes), soit des spores portées par des structures particulières (Asques chez les Ascomycètes, Basides chez les Basidiomycètes).

Comme chez d'autres végétaux les organes sexués peuvent se former sur le même thalle monoïque : homothallie ou bien sur des thalles séparés dioïques : hétérothallie très fréquent.

- Notion d'espèces, variétés, formes ou races.

L'espèce au sens de Linné est constituée par l'ensemble de tous les individus d'un même genre, présentant un certain nombre de caractères communs et interfertiles. Notion très large en ce qui concerne les espèces végétales variables et polymorphes. En réalité ensemble de lignées indépendantes à variations dans des limites plus restreintes.

Si variation importante et stable, on définit la variété.

Si variation minime et sans stabilité on définit la forme.

En réalité critères d'application difficiles aux champignons car très grande variabilité... Tendance à faire intervenir la biologie et définition de l'espèce biologique apposée à l'espèce morphologique.

Par le jeu de l'adaptation et surtout celui de la disjonction génétique après fécondation on peut assister à l'apparition de races dites physiologiques ne se différenciant que par leur pouvoir parasitaire différent à l'égard de tels ou tels hôtes.

... Nécessité de disjoindre l'espèce morphologique du pouvoir parasitaire, ce dernier apparaissant (sauf cas rares) sans rapport avec l'espèce pure dans un sens général. Une même espèce peut en effet présenter des lignées hautement parasites et d'autres saprophytes et non pathogènes, ces races étant indistingables sur le plan morphologique. L'aptitude parasitaire, en dehors du cas des parasites obligatoires, semble apparaître le plus souvent non comme une propriété spécifique mais comme un caractère acquis par l'adaptation de certaines lignées.

- Classification sommaire des Champignons : Distinctions essentiellement morphologiques.

A/ - Masse protoplasmique sans paroi ni cloisons :

- * Saprophytes : Myxomycètes
- * Parasites : Archimycètes.

B/ - Thalle organisé en mycelium

- * Mycelium cloisonné. Vie aérienne
- + reproduction sexuée par
 - Asques : Ascomycètes
 - Basides : Basidiomycètes
- + sans reproduction sexuée :
 - par spores : champignons imparfaits
 - 0 spores : champignons stériles.

.../...

MALADIES CAUSEES PAR DES SIPHOMYCETES

A. - FONTES DE SEMIS CAUSEES PAR Pythium spp.

Maladies d'importance économique importante sur les semis en conditions de forte humidité du sol. Rôle important également de la température. Généralement une espèce végétale est d'autant plus sévèrement atteinte que les conditions climatiques sont déviées de leur optimum.

Toute plante est susceptible d'encourir une fonte de semis et chaque année les semis de tomates, divers légumes ainsi que les plants forestiers paient leur tribut.

- Symptômes : On peut en définir deux types selon les deux phases d'attaque :
 - Fonte de pré-émergence : la plantule est tuée par les champignons avant d'atteindre la surface du sol, quelquefois très précocement. Dommages très difficiles à estimer car peuvent être attribués à un défaut de germination des graines.
 - Fonte de post-émergence : c'est la fonte de semis par excellence. La tige des jeunes semis devient molle et perd sa turgescence du fait de l'attaque des tissus jeunes. La plantule flétrit et tombe sur le sol où elle est rapidement détruite.
 - Histologie pathologique : Le parasite peut être trouvé dans les tissus en voie de mortification où il développe son mycelium en position inter puis intracellulaire. Il y a désorganisation des tissus par décollement des membranes cellulaires sous l'action enzymatique du parasite.
 - Agent causal : Une grande quantité de parasites sont susceptibles de développer des fontes. Nous ne retiendrons que les Pythium.
- Se caractérisent par leur mycelium coénocytique, leurs organes de reproduction asexuée : zoosporanges non portés par des conidiophores différenciés, et germant par zoospores à différenciation externe. Leur reproduction sexuée se fait par l'intermédiaire d'oospores.
- Cycle infectieux : Le mycelium du parasite pré-existe dans le sol où il peut mener une vie saprophytique sur les matières végétales en décomposition. On peut donc considérer que la contamination est toujours faite, l'infection ne s'établissant que lors de conditions favorables.
 - Infection : La pénétration se fait directement par pression mécanique à travers la fine membrane des poils absorbants ou des cellules épidermiques.

- stade d'incubation est très réduit et les symptômes de fonte apparaissent très rapidement.
- Eclosion - Dispersion. Les zoosporanges sont formés à la surface des tissus malades ainsi que les oospores. La dispersion étant assurée par les eaux de drainage du sol, le sol lui-même ou les résidus de culture.
- conservation du parasite. Celle-ci se fait généralement à travers la mauvaise saison soit par du mycelium dans des stations refuges, soit par les oospores susceptibles de germer en redonnant des zoospores de dissémination.
- Lutte contre les Fontes de Semis.
 - a/ le traitement préalable des graines protège efficacement contre les fontes de pré-émergences et réduit les pertes par fonte de post-émergence.
 - b/ une protection efficace peut être obtenue en réduisant l'humidité du sol par des pratiques culturales.
 - c/ En lits de semis ou en serres la lutte peut se faire par :
 - stérilisation du sol (à la chaleur ou chimique)
 - mise en germination sans excès d'humidité. Ne pas trop arroser après l'émergence.
 - régler la température pour favoriser la croissance des plantules.
 - traitements chimiques par arrosage si apparition de fontes.

B. / LES MALADIES CAUSEES PAR LES PHYTOPHTHORA

Les Phytophthora, Siphomycètes proches des Pythium, présentent de nombreuses espèces parasites, d'importance économique. Ils sont surtout représentés dans les pays chauds et déterminent un grand nombre d'affections parmi lesquelles on peut citer :

- Mildiou de la Pomme de terre : Phytophthora infestans
- Black Pod du Cacaoyer : Phytophthora palmivora
- Bud Rot du Cocotier : " "
- Mildiou de la Vanille : Phytophthora jatrophae
- Brown rot et chancre des Citrus : Phytophthora citrophthora

Tous les Phytophthora présentent un certain nombre de caractères communs portant essentiellement sur leur biologie. Exemple sera pris du Phytophthora palmivora sur Cacaoyer sous ses deux aspects : Black Pod et Chancre du tronc.

- Symptômes. La pourriture débute sur les jeunes cabosses par une macule brune, mâte, souvent située à l'extrémité du fruit ou à la base du pédoncule, points de stagnation de l'eau nécessaire à l'infection par les zoospores nageantes. Ces taches s'étendent et finissent par recouvrir la plus grande partie du fruit. l'attaque atteint les couches profondes de l'écorce et la pulpe. Les graines elles-mêmes présentent de petites taches brunes. La cabosse devenue noire tombe ou reste attachée à l'arbre et se momifie.

- Histologie pathologique. Le mycelium progresse dans le fruit par voie intercellulaire en émettant des suçoirs dans les cellules vivantes. Il est présent en pleine activité au niveau du front d'attaque. Les fructifications sous forme d'arbuscules rameux porteurs de zoosporanges.
- Agent causal : *Phytophthora palmivora* est une espèce polyphyte comprenant de nombreuses races physiologiques spécialisées à tel ou tel hôte. La spécialisation semble ici liée à l'hétérothallisme. On le retrouve dans le Bud Rot du Cocotier, une maladie des Canneaux de saignée de l'Hévéa, le chancre des Quinquinas et diverses autres maladies. Sporangiophores simples peu rameux portent des conidies ovoïdes qui germent en présence d'eau en donnant des zoospores infectieuses. Elles nagent quelque temps puis s'arrondissent, se fixent et germent à la surface des tissus.

Reproduction sexuée par oogone et anthéridie. Présence de chlamydo-spores dans les tissus.

- Cycle infectieux.

- a/ Pénétration du parasite : à partir de la contamination par une conidie-sporange, la pénétration demande des conditions écologiques particulières : température assez élevée, plus de 18 °. Une forte humidité de l'air, des pluies fines, des brouillards persistants recouvrant les surfaces de gouttelettes très adhérentes constituent les facteurs les plus propices à l'infection.
- b/ Dissémination du parasite : les sporanges représentent des organes d'expansion rapide, produits et jouant leur rôle au cours des époques propices à son développement.
- c/ Conservation du parasite : par le jeu des oospores et des chlamydo-spores, le parasite est susceptible de se conserver durant les saisons défavorables. De plus, les cabosses desséchées sont susceptibles d'héberger le parasite suffisamment longtemps pour assurer la réinfestation des nouveaux fruits ... intérêt du nettoyage des Cacaoyers.

- Lutte :

- a/ Mesures préventives : destruction des cabosses malades dès leur apparition, ramassage, brûlage ou enfouissement de celles à terres. Aération de la plantation par écartement suffisant. Les plants touffus seront élagués ou débarrassés des épiphytes.
- b/ Mesures curatives : très grande efficacité des traitements cupriques. Problème de la mouillabilité des fruits ... choix de la formule très mouillante et très adhérente (risque de lavage par les pluies) lère pulvérisation avec fruits au 1/3 de leur grosseur ou avant le début des pluies. Les traitements ultérieurs seront réglés par l'abondance des pluies. Dans les meilleures conditions, deux traitements suffisent.

MALADIES CAUSEES PAR DES ASCOMYCETES

A. - OÏDIUM DES CUCURBITACEES.

Exemple du groupe de maladies connues sous le nom d'Oïdium (Powdery mildews des Anglo-saxons) causées par des parasites obligatoires attaquant de très nombreuses plantes. La plupart des espèces produisent à la surface de l'hôte une végétation blanc-grisâtre, formée du mycelium des conidiophores et des conidies. Parfois mais très rarement, sous nos climats, production de périthèces clos (Cleistothèce). Le mycelium envoie des suçoirs -crampons dans les cellules épidermiques. Grande difficulté de détermination car formes conidiennes se ressemblent. Caractères différentiels surtout sur les périthèces rares.

Les spores des oïdiums peuvent germer et infecter l'hôte sous une forte humidité atmosphérique. Un film d'eau liquide n'est pas nécessaire. Il s'ensuit que le facteur critique de développement est la température. Certaines espèces sont actives à températures élevées, d'autres à températures plus basses. Les espèces thermophiles sont souvent plus virulentes dans des conditions de sécheresse relative. Les vents secs propagent les conidies durant la nuit, la température et l'humidité à la surface des feuilles étant suffisantes pour assurer la germination et l'infection. Les Oïdiums à exigences thermiques plus basses sont plus sévères en climat humide, les chutes de pluie étant généralement associées à une baisse de la température. C'est le cas de l'Oïdium des Cucurbitacées (Melon, Pastèque) causé par Erysiphe cichoracearum f. cucurbitacearum

- Symptômes : sur tiges et basses feuilles ombragées près du sol, taches blanches, poudreuses, d'abord à la face inférieure des limbes. Les taches s'agrandissent, deviennent visibles à la face supérieure, coalescentes, irrégulières et couvrent finalement toute la surface. Elles attaquent ensuite des feuilles plus jeunes. Les plants atteints prennent une teinte vert pâle ou jaunissent ; les feuilles sèchent et brunissent si l'air est sec ou peuvent survivre quelques semaines à l'attaque si le temps humide ou la culture irriguée. Les fruits mal alimentés, mûrissent avec difficulté et demeurent petits, de qualité médiocre.
- Histologie pathologique : le mycelium du parasite reste superficiel en position ectophyte. Il se contente d'envoyer des suçoirs dans les cellules épidermiques. Cette position autorise les traitements curatifs. Les spores sont formées en chaînes sur les conidiophores et sont susceptibles de germer immédiatement.
- Agent causal : sur les Cucurbitacées cette maladie peut être provoquée par une forme physiologique d'une espèce polyphyte. Erysiphe cichoracearum et également une forme d'Erysiphe polygoni autre espèce polyphyte. La distinction sur les spores peut être faite d'après leur forme.
- Polygoni : conidies mûres allongées, elliptiques ou cylindriques, isolées à l'extrémité du conidiophore. Conidiophore séparé du mycelium par une cloison.

.../...

- Cichoracearum : Conidies mûres ellipsoïdes ou oblongues, en chaînes; conidiophores quelquefois constitués par une branche du mycelium.

- Cycle infectieux :

- a/ contamination, infection : se fait à partir de conidies apportées par le vent qui germent en conditions favorables et développent un mycelium qui envoie les suçoirs dans la feuille.
- b/ Dissémination : est assurée par les conidies facilement transportées par le vent. Se produit après une phase d'incubation variable selon les conditions météorologiques : raccourcie par forte humidité.
- f/ Conservation : cette conservation est assurée surtout par l'intermédiaire d'hôtes secondaires : Cucurbitacées sauvages ou redevenus telles qui entretiennent des foyers permanents d'infection. Les conidies sont également susceptibles en condition de sécheresse de conserver assez longtemps leur pouvoir germinatif.

- Lutte :

- a/ Conditions écologiques favorables au parasite : la condition fondamentale est l'humidité sous toutes ses formes = air humide, excès d'irrigation, défaut de drainage etc... Un état hygrométrique élevé facilite l'infection initiale et raccourcit la phase d'incubation. La germination des spores est favorisée par une température assez basse mais ensuite le développement rapide de l'infection nécessite une température plus élevée.
- b/ Traitements fongicides : la présence superficielle du mycelium autorise les traitements curatifs. Ils sont utilisables en culture intensive par l'application de produits soufrés ou sulfurés. Des précautions sont à prendre surtout en cas de chaleur, car sensibilité des Cucurbitacées au soufre ... risque de brûlure .. Certains autres produits sont également utilisables.

- Variétés résistantes.

De nombreuses études ont permis de mettre au point des variétés de melon résistantes à l'Oïdium et susceptibles de donner de bons rendements, même en cas de fortes attaques.

B. - LES ANTHRACNOSES

On regroupe sous le nom d'Anthracnose toute une série de maladies causées par des espèces du genre Glomerella surtout présentes sous leurs formes imparfaites. Gloeosporium ou Colletotrichum. Ces maladies se caractérisent par leurs symptômes assez constants d'une espèce à l'autre. Ils ont été déjà définis comme des altérations nécrotiques brunes ou noires, de forme quelconque mais d'étendue limitée, affectant feuilles, rameaux ou fruits.

De nombreuses espèces sont d'importance économiques. On peut citer ainsi :

- Glomerella tucumanensis = Anthracnose des Céréales.
- Glomerella cingulata : espèce très polyphage présentant un certain nombre de formes physiologiques aptes à parasiter tel ou tel végétal. On y distingue ainsi :
 - Anthracnose des Haricots : Colletotrichum lindemuthiarum
 - Anthracnose des Cucurbitacées : Colletotrichum orbiculare
 - Anthracnose des Légumineuses : Colletotrichum trifolii
 - Anthracnose des Musacées : Colletotrichum musae
 - Anthracnose du Caféier : Colletotrichum coffeanum

La forme générale très polyphage est connue sous le nom de Colletotrichum Gloeosporioides.

Exemple sera pris sur l'Anthracnose du Haricot qui fournit un exemple de maladie transmise par la graine.

- Symptômes : Ils apparaissent sur toutes les parties de la plante au-dessus du sol et à n'importe quel stade. Sur les gousses ils se traduisent par des lésions brunes, irrégulières, déprimées à la surface desquelles les spores apparaissent par temps humide sous forme d'une masse gélatineuse rosée. Sur les feuilles des taches étroites rouge sombre ou noire peuvent apparaître le long des nervures, à la face inférieure des feuilles. Sur tiges et pétioles ne peuvent être des chancres sombres, déprimés. Les graines présentent une fois sèches, des taches brunes très visibles dans les variétés à graines blanches. Ces lésions peuvent recouvrir plus de la moitié de la surface de la graine et gagner les cotylédons.

Ces lésions peuvent ne se développer que bien après la récolte; l'infection ayant lieu au moment de la récolte en champ.

- Histologie pathologique. Le mycelium du parasite est localisé dans les tissus de la lésion et ne se répand pas vers d'autres parties. Le parasite est susceptible de pénétrer dans la graine et peut être présent sous forme mycélienne dans les cellules de l'enveloppe de la graine ou des cotylédons et sous forme de spores entre les cotylédons, l'épicarpe et l'embryon.

- Agent causal : Colletotrichum lindemuthiarum est la forme imparfaite d'une forme spécialisée de l'espèce Glomerella cingulata. Les fructifications observées en général sont des acervules développées sur une couche stromatique. Quelques soies peuvent être observées. Les conidies sont unicellulaires, hyalins, oblongues, cylindriques, avec les extrémités arrondies. A l'intérieur de la forme spécialisée, C. lindemuthiarum, il existe encore de nombreuses races physiologiques susceptibles d'attaquer de manière différentielle des variétés différentes de Haricot. Ces races seraient au nombre d'une dizaine.

- Cycle infectieux :

- a/ Pénétration : Après la contamination, l'infection se fait par pénétration directe du mycelium à travers la cuticule par l'intermédiaire d'un appressorium : pression mécanique.
- b/ Dissémination : les conidies sont dispersées par la pluie : lavage des acervules et impacts. Les façons culturales par temps favorable sont également source d'infection. Enfin, l'homme et les animaux sont susceptibles de véhiculer des spores.

- Conservation du parasite : il est susceptible de se maintenir à l'état de mycelium dormant dans la graine infectée ou sous une vie ralentie dans des résidus de culture. Il est susceptible dans le sol de résister à des températures assez basses.

- Lutte :

- a/ Conditions écologiques favorables au parasite : Une humidité relative supérieure à 92 % est nécessaire à l'infection, l'optimum se situant à la saturation. La température optimum de croissance se situe entre 21 et 23° C.

Des pluies régulières et fréquentes sont essentielles pour le développement d'une épiphytie.

- b/ En champ infecté une rotation culturale de 2 à 3 ans avec des cultures non sensibles pourra diminuer l'incidence du parasite. Cette mesure doit être couplée avec l'élimination de tous les résidus de culture susceptibles d'héberger une vie saprophytique du parasite. Les façons culturales seront de préférence appliquées lorsque le feuillage est sec pour éviter une dissémination du parasite.
- c/ Enfin le choix de graines en provenance de régions non infectées ou leur tri avec traitement préalable à la plantation constitue une mesure efficace.
- d/ Enfin, dans certaines conditions, des pulvérisations fongicides peuvent être utilisées.

C. - LA MALADIE DE SIGATOKA DU BANANIER.

Est une des maladies les plus importantes du Bananier. Surtout néfaste aux Antilles et en Amérique Centrale.

- Symptômes : au début petites taches verdâtres, peu visibles, dispersées mais souvent en lignes. S'allongent parallèlement aux nervures puis deviennent brunes, grisâtres ou cendrées, bien limitées. D'abord marginales, puis gagnent la nervure centrale. Certaines macules peuvent s'étendre fortement devenant elliptiques, brun-noir à centre grisâtre, marginées brun foncé avec un halo jaune pâle. Les fructifications conidiennes apparaissent sous forme d'une efflorescence grisâtre sur les parties décolorées.

Les taches proprement dites ont une extension en surface assez restreinte, au plus le 1/10ème du limbe; mais entre elles, des zones mortifiées coalescentes et s'étendant largement. En cas aigu, dessèchement de la totalité des limbes.

Polymorphisme des taches serait dû à des symptômes différents selon infection par conidie ou par ascospores.

a/ conidies : taches décrites, parallèles aux nervures secondaires, linéaires, visibles toute l'année, à la face inférieure des jeunes feuilles et du côté gauche le plus souvent = dû à une infection au niveau du cigare ... infection vers le haut et la partie accessible de la jeune feuille.

b/ Ascospores : macules plus larges sur des feuilles déjà bien développées : localisées vers le haut s'étendant ensuite vers la base. Visibles plutôt sur les plants âgés.

- Anatomie pathologique : Le mycelium est intercellulaire dans les taches et se rassemble en stromas sous épidermiques peu importants, surtout présents sur la face supérieure des limbes. A partir de ces stromas, formation de conidiophores qui portent des conidies hyalines, cylindriques, droites ou courbées plus ou moins flexueuses, d'environ 50 u de long.

Les périthèces sont plus rares et tardifs sur les feuilles desséchées : ils sont petits, brun noir, enfoncés dans les tissus puis éruptifs par la papille ostiolaire. Peu d'asques à ascospores hyalins bicellulaires.

- Agent causal : la forme périthèce (sexuée) porte le nom de Mycosphaerella musicola, la forme imparfaite, la plus fréquemment rencontrée, étant le Cercospora musae.

- Cycle infectieux :

a/ contamination : peut être réalisée soit par des spores imparfaits, soit par des ascospores. La dispersion est assurée soit par des gouttes de rosée ou les pluies contaminant les feuilles basses, soit par le vent.

b/ infection : surtout fréquente à la face inférieure des limbes car pénétration par les stomates. La température optimum pour la germination des spores se situe entre 21 et 29° (2 heures pour germer). La présence d'eau à l'état liquide semble nécessaire, ou au minimum une humidité supérieure à 80 %. Antagonisme possible par le jeu de mycelium épiphytes ou des exudats gommeux de la feuille.

Les filaments germinatifs issus des spores rampent longtemps à la surface de la feuille : 5 à 6 jours, avant de pénétrer par un stomate. L'infection est alors réalisée et la période d'incubation commence qui va durer 6 à 8 semaines.

- Incubation : 48 heures après la pénétration apparition de petites taches jaunâtres donnant après 1 semaine des stries. A ce stade, le mycelium externe ressort, devient en partie externe et progresse sur la surface de la feuille au-delà des taches d'infection primaire sous forme de grosses hyphes bruns. Après 1 mois environ, ce mycelium pénètre à nouveau cette phase précédent de 48 heures la sortie des fructifications conidiennes. Correspond approximativement à la décoloration du centre des taches.

Généralement, l'infection se fait sur la jeune feuille en voie de déroulement mais compte -tenu de la durée d'incubation, les symptômes typiques ne sont visibles que sur la 3ème ou 4ème feuille.

- Dispersion : après l'apparition des fructifications, les spores peuvent effectuer de nouvelles infections soit par lavage par la pluie, infection possible des feuilles plus basses, soit par le vent.
- Conservation du parasite : sans problème car bananier toute l'année. Cycles annuels d'éclatements en liaison avec conditions écologiques.
- Lutte : conditions favorables au parasite.

Le maximum d'activité du parasite se manifeste durant les périodes à température relativement basse. Cette condition agit surtout en facilitant les dépôts de rosée ou la persistance des brouillards mouillants les feuilles. États d'humidité nécessaire à la germination des spores. Les pluies violentes lavant les feuilles, sans favoriser la formation d'une pellicule d'eau, se montrent en revanche peu propices au développement de la maladie.

L'optimum de température est de 25-26° mais la croissance reste bonne entre 20 et 28°. Les températures cardinales étant 2° et 32° C.

...Dans chaque région, caractères saisonniers particuliers : en général elle est à redouter durant les périodes humides et fraîches de l'hivernage tropical.

Répercussion de ces conditions climatiques sur la biologie du parasite. Sporulation favorisée par les dépôts de rosée et ses facteurs favorisant : l'ombrage la réduit donc. Action physiologique de la température sur la maturation et la vitalité des conidies.

D'autres causes prédisposantes peuvent se trouver dans le bananier lui-même : conditions défectueuses de croissance, périodes de faible activité végétative, pratiques culturales défectueuses, sol trop humide, trop sec par rapide drainage, attaques de Charançons. Importance des facteurs édaphiques

- Résistance des bananiers et importance des dégâts.

Toutes les variétés commerciales sont sensibles. Des variétés résistantes ont pu être obtenues par croisement avec certaines espèces de bananiers seminières réfractaires à la maladie. Travaux de la station de YAUGAMBI au Congo.

Les attaques foliaires se font gravement sentir sur le rendement en fruits : diminution en qualité et quantité. Si infection précoce arrêt de croissance du régime, si tardive perturbation dans la maturation des fruits souvent prématuré ... bananes de petites tailles, plus ou moins anguleuses. Souvent anormales de coloration et de maturation (trop rapide) interdisant leur exportation. On estime généralement dans les zones d'activité du parasite, les pertes entre 25 et 50 %. Mais existence probable de races physiologiques plus ou moins virulentes ... nécessité de contrôle aux importations.

- Lutte préventive :

a/ choix sévère des terrains de plantation en fonction des caractères édaphiques. Nécessité de fumures constantes et équilibrées, le bananier étant un gros exportateur.

b/ Problème d'aération des plantations par écartement des plants.
Nettoyage des plantations par enfouissement de toute feuille atteinte. En cas d'attaque grave, destruction totale des plants par brûlage ou enfouissement après hachage. En zones infectées, arrêt de culture durant 5 ans pour permettre la disparition du sol du parasite.

- Lutte curative : très coûteuse, réservée aux grandes plantations, on se limite à protéger la face inférieure des jeunes feuilles à 1/3 déroulées. Efficacité douteuse en terrains acides : prédispose à la formation de péri-thèces.

Les chercheurs français de l'IFAC ont mis au point des méthodes et des calendriers de traitement utilisables avec succès dans les pays de grande culture bananière : il s'agit d'une atomisation à débit réduit de fines gouttelettes d'huile supportant un fongicide du type oxychlorure de cuivre ou Zinèbe. L'huile (20 l/ha) agit par son pouvoir fongistatique et le fongicide n'a qu'une action secondaire. Choix de l'huile délicat car risques de toxicité sur le bananier.

On conseille en général des traitements tous les 15 jours en période d'infection avec un écart maximum de 3 semaines à ne pas dépasser.

.../...

MALADIES CAUSEES PAR DES BASIDIOMYCETES

A. - LES POURRIDIES.

On réserve le nom de pourridié à des maladies de racines d'arbres sur pied causées par des Basidiomycètes Supérieurs. Divers types peuvent en être reconnus selon qu'il s'agit de Polyporacées ou d'Agaricinées.

1/ - Pourridiés causés par des Polyporacées.

- Fomes lignosus : parasite des Hevea, Cacaoyer, Caféier, Palmier à huile. Très important en Afrique

- Phellinus lamaroensis (= Fomes noxius) = prédomine dans nos régions sur Caféier, Cacaoyer et leurs arbres d'ombrage.

2/ - Pourridiés causés par Agaricinées.

- Clitocybe tabescens : responsable à Madagascar d'un pourridié des Caféiers très important.

- Armillariella mellea : répandu dans le monde entier. En Europe pourridiés du Pin Maritime. Assez fréquent en régions tropicales. Peu différent du précédent. Etude du pourridié du Caféier causé par Phellinus lamaroensis.

- Symptômes : Ce sont ceux du "Brown Rot". Au stade précoce, souvent difficile à déceler, les racines sont recouvertes de croûtes d'abord minces formées d'un stroma mycelien agrégeant de la terre et des graviers; l'aspect externe et leur teinte varient selon les sols.

Ces manchons s'étendent sur les racines âgées, gagnent le collet et remontent fréquemment le long du tronc. Agés ils forment des masses brunes, épaisses, de nature feutrée puis liégeuse. A l'intérieur le bois est parcouru d'un réseau de lignes brunes plus ou moins anastomosées et un mycelium blanc circule sous l'écorce.

Sur l'arbre lui-même, la présence du parasite ne se manifeste qu'à un stade très avancé d'infection et souvent trop tard pour pouvoir lutter efficacement. Les plants atteints montrent un flétrissement généralisé du feuillage et, plus ou moins tard, une dessiccation subite. De dessèchement brusque survient habituellement en période critique pour la croissance de l'arbre : feu de saison sèche et pour la physiologie : floraison ou fructification. Par ailleurs les branches perdent leur vigueur et tombent plus facilement. Cette fanaison brusque est facile à reconnaître dans une plantation. Les feuilles restant longtemps fixées aux branches, la couche d'abscission n'ayant pas eu le temps de se former.

- Agent causal : Les Phellinus lamaoensis responsable de l'affection, est un polypore vivant normalement en saprophyte ou en parasite de faiblesse sur les arbres forestiers. Il ne fructifie qu'exceptionnellement sur les Caféiers atteints mais ses consoles peuvent être observées assez souvent sur les arbres d'ombrage qu'il a tué.
- Cycle infectieux :
 - a/ Infection : L'infection est réalisée le plus souvent au départ de la plantation sur défrichage par l'intermédiaire des vieilles souches persistantes. Par la suite, les résidus de Caféiers morts assurent des foyers d'infection secondaires.
 - b/ Pénétration du mycelium : se fait au niveau des racines essentiellement par contact avec une source d'infection, le mycelium n'ayant que de faibles possibilités de vie libre dans le sol, contrairement à d'autres espèces susceptibles de se répandre dans le sol, en l'absence de support végétal, par l'intermédiaire d'organes particuliers, les Rhizomorphes.
 - c/ L'infection réalisée, la période d'incubation est toujours très longue et dépasse plusieurs mois, voire une année selon les conditions locales et l'état de l'arbre attaqué. Sur les arbres d'ombrage elle peut même rester à ce stade, l'arbre jouant le rôle de foyer d'infection. Cas du Flamboyant de l'IFO attaqué depuis 5 ans et toujours vivant.
 - d/ Dissémination : elle s'effectue d'un arbre à l'autre surtout par contact de racines. Les basidiospores peuvent jouer un rôle de transmission pour infecter de vieilles souches ... taches d'huile dans les plantations : 1 à 4 arbres par an.
 - e/ Conservation : se fait au niveau des vieilles souches ou des systèmes racinaires de plants attaqués et laissés en place. Cette conservation peut être assez longue selon l'importance du foyer refuge et se faire également sur des racines d'arbres vivants.
- Lutte : Conditions favorables au parasite.

Ce sont d'une part le maintien après débroussaige de refuges écologiques possibles, d'autre part les reliquats de systèmes racinaires présents dans le sol après la mort d'un arbre ou les souches.

- Lutte préventive : peut se réaliser par nettoyage complet de la plantation après débroussaige avec extirpation au maximum des racines par labour profond, brûlage des souches.

.../...

- Lutte curative : La plus délicate à mettre en oeuvre et la plus aléatoire compte tenu de ce milieu particulier qu'est le sol.

Classiquement le procédé ^{consiste} à nettoyer les taches de tout élément ligneux susceptible de conserver le parasite puis de les circonscire d'un fossé suffisamment profond pour empêcher le passage latéral de racines. Pas toujours réalisable et souvent aléatoire faute d'avoir sacrifié les 2 ou 3 rangées d'arbres apparemment sains entourant la tache.

Un essai a été réalisé en 1963 dans la région de BOURAIL de traitement chimique de petites taches. Après extirpation des pieds atteints au maximum possible, la terre est mélangée à 1 Kg de Chaux éteinte, puis arrosée avec 5 litres de solution à 10 % de Sulfate d'Ammonium. Il se produit in situ un dégagement lent de gaz ammoniac qui tue le parasite. La replantation est possible après 1 mois.

Les résultats sont bons mais pas forcément supérieurs à ceux de la méthode classique.

B. - MALADIE A SCLEROTES DE LA TOMATE.

Cette maladie très courante en pays tropicaux, cause des pertes sévères à nombre de cultures. A peu près tous les légumes, des herbes et les Légumineuses sont affectés par cette maladie. Beaucoup de plantes ornementales y sont également sensibles. Bien que le spectre complet des hôtes n'ait jamais été établi, il est assez rare ou inexistant sur céréales, petites Graminées et Maïs. Parfois n'attaque que les jeunes plants, les plants adultes étant résistants.

- Symptômes : Les symptômes précoces chez la Tomate sont une imbibition et un brunissement du cortex de la tige au niveau du sol. Une pourriture du collet s'installe, accompagnée d'un flétrissement, jaunissement ou défoliation des parties aériennes de la plante. Les tiges attaquées montrent souvent une discoloration vasculaire s'étendant à + de 15 cm au-dessus de l'aire nécrosée. Une croissance de mycelium blanc, mélangé à des clérotés à tous les stades de maturation, se produit à la base de la tige et sur le sol.

Les sclérotés sont sphériques, ressemblant à des grains de moutarde et varient de blanc à brun, selon la maturation. Les fruits en contact avec le sol peuvent être atteints de pourriture brune, molle et aqueuse avec développement de mycelium et sclérote sur le fruit. D'habitude la maladie se distribue au hasard dans le champ.

- Histologie pathologique : L'infection des parties souterraines de la tige détruit le cortex. L'action du parasite tue d'abord les cellules avant de désintégrer les tissus. Les tissus sont ainsi tués en avant du front de progression et le champignon vit en saprophyte sur les tissus tués par ses produits métaboliques.

- Agent causal :

D'ordinaire présent sous forme stérile, le parasite est connu sous le nom de Sclerotium rolfsii de la forme parfaite a permis de le rattacher aux Basidiomycètes à fructification effuse sous le nom de Corticium rolfsii.

Apparemment le mycelium n'a pas de vie libre prolongée dans le sol : cette sous conditions favorables : température élevée, humidité forte et présence de matière organique, est très rapide et correspond à une extension brutale du mycelium dans une zone limitée de sol. Puis la croissance cesse, le mycelium meurt et seuls restent les sclérotos dormants. La dormance peut être rompue par dessiccation ou blessure du sclérote. Il est probable que naturellement cette dormance dure plusieurs années.

- Cycle infectieux :

a/ Pénétration : Comme déjà mentionné les tissus de l'hôte sont tués par les produits métaboliques du parasite avant leur invasion par le champignon.

b/ Dissémination : se fait essentiellement par le mycelium et les sclérotos par outils de culture ou l'eau d'irrigation. Peuvent aussi être transportés.

c/ Conservation : effectuée par les sclérotos.

- Lutte :

Conditions écologiques favorables au parasite.

La maladie est favorisée par des températures élevées (circa 30° C) et une humidité forte du sol et de l'air. Elle peut être très sévère après des enfouissements massifs d'engrais verts. On le rencontre sur tous les types de sols mais surtout en zones mal drainées. Peu de corrélations semble-t-il entre le degré d'attaque à un moment donné dans un champ et celui du futur.

Sur Arachide des essais prometteurs d'épandage autour des fruits de PCNB (Penta chloronitrobenzène) ont été effectuées. Mais sur Tomate les effets sont moins efficaces.

Les façons culturales présentent également un effet sur la maladie : nettoyage du sol de débris végétaux susceptibles de véhiculer le parasite, la destruction des plants malades et autres plantes sensibles, la rotation avec des céréales ou des plantes résistantes et la prévention d'infection.

.../...

C. - CHARBONS NUS DU BLE ET DE L'ORGE.

Les deux charbons sont spécifiques de leurs hôtes respectifs mais ont des cycles superposables. Ce sont les seuls charbons susceptibles de pénétrer l'embryon dans la graine et d'être véhiculés par lui. Ce caractère entrainera des moyens de lutte spéciaux.

En zone chaude de culture du blé et orge on peut considérer ces deux maladies comme les plus importantes pour ces 2 plantes.

- Symptômes : Sur l'inflorescence ce sont les caractères d'un charbon nu, l'épi étant transformé en une masse poudreuse, noire, bien visible à la pollinisation mais le plus souvent dispersée et peu visible à la récolte.

- Histologie pathologique. L'infection de l'ovaire à la pollinisation ou un peu après entraine une infection systématique du grain en développement. Le mycelium intercellulaire reste dormant dans la graine durant la conservation et reprend sa croissance à la germination infectant la plante de manière systématique. Les spores sont formés à la place de l'inflorescence normale.

- Organismes causals.

Sur Orge : Ustilago nuda

Sur Blé : Ustilago tritici

Chez ces champignons la production de basidiospores est rare. Il y a le plus souvent fusion des deux cellules de la baside puis filament germinatif infectieux.

En outre, des teleutospores germent assez facilement et ne sont viables que peu de temps après la dissémination. Peu de races physiologiques connues.

- Cycle infectieux.

a/ Pénétration : s'effectue par l'ovaire au moment de la pollinisation

b/ Dissémination : les teleutospores sont anémophiles. Le mycelium dormant dans les grains sert de dissémination : grande distance.

c/ Conservation : s'effectue par le mycelium dormant.

- Lutte : Conditions écologiques favorables au parasite.

Un temps frais avec de légères pluies ou des rosées au moment de la pollinisation est favorable.

- Traitement : Le plus efficace pour traiter les grains contre ces charbons. Une méthode de mise en anaérobiose a été utilisée avec succès pour l'orge. Il résulte de ces méthodes une réduction de germination. ... fréquemment utilisée pour de petites quantités qui sont ensuite multipliées dans des zones sans charbon.

- Traitement à l'eau chaude : faire tremper les grains 12 h à l'eau froide puis plonger dans l'eau à 54° C 13 minutes exactement. Refroidir, sécher et planter immédiatement.

- Traitement anaérobie : faire tremper 6 heures, éliminer le surplus d'eau placer dans un récipient étanche à l'air pour un temps dépendant de la température.

Le succès des traitements dépend pour beaucoup de la variété et de ses conditions de maturation. Quelques variétés résistantes existent.

Opposition avec les autres types de charbons ou les spores véhiculés par les grains germent à la plantation et infectent la plantule... possibilité de traitement des grains. Charbons à pénétration locale : maïs.

D. - ROUILLES DU MAÏS.

Les Rouilles sont communes et bien visibles du fait de la masse orangées à brun rouille des spores émergents des tissus de l'hôte. Occasionnement des dégâts important. sur toute une variété de culture.

Les Urédinales (ou champignons des Rouilles) sont des parasites obligatoires et présentent jusqu'à 5 formes sporales dans cet ordre :

- Spermagonie spermatis
- Ecidies Ecidiospores
- Uredosores Uredospores
- Teleutosores ... Basidiospores

Chaque type de spores, sauf les basidiospores, est produit dans une structure appelée sores dont la morphologie peut varier selon le type de spore produit. Seuls les basidiospores sont produits à partir de la baside issues des teleutospores. Les spermatis n'assurent pas de dissémination mais servent de cellules sexuelles.

Selon les espèces, le nombre de forme sporale produites varie. On peut avoir ainsi des espèces hôtes sans rapports entre elles pour compléter le cycle. Ce phénomène est unique et particulier aux Rouilles.

Exemple : Rouille du Blé.

- Epine vinette : spermogonies, écidies.
- Blé : Uredo, teleuto.

Sur maïs, deux Rouilles sont présentes : Puccinia sorghi hétéroïque sur maïs et Oxalis, Puccinia polysora hétéroïque à cycle inconnu.

- Symptômes : Premiers symptômes sur feuilles basses : petites pointes beiges avec halo translucide : neo-infections. Evolution en urédosores typiques.

Puis feuilles couverte taches chloro-nécrotiques larges, jaunâtre où se forment les sores en très grand nombres. Sores petits ... teinte jaune orangée à la plante. Si attaque massive, dessèchement généralisé, parfois avant la floraison. Pied reste chétif, épis mal formés ou stériles. Si attaque tardive moins d'action mais épis moins développés et mal nourris.

Caractère de résistance par hypersensibilité : reste au 1ère stade : point central nécrotique avec halo : mycelium tué par la plante à sa pénétration.

- Intérêt d'une classification des types de symptômes pour permettre une estimation d'attaque :

Type 0 : feuille verte et saine : pas de nécrose, un peu de chlorose

Type 1 : pustules simples et isolées sur la feuille, jamais sur l'épi

Type 2 : pustules en petits groupes sur le limbe, intercalées avec pustules isolées. Symptômes pathologiques confinés à la périphérie des pustules.

Type 3 : coalescence des groupes de sores : feuille a perdu sa vigueur et présente une chlorose générale sur les aires infectées.

4 pustules recouvrant toute la feuille ... apparence fortement rouillée, chlorose étendue précédant la mort de la feuille.

Extension de la chlorose peut être signalée par + à +++ :

+ : moins de 50 % du limbe nécrosé

++ : plus de 50 % du limbe

+++ : feuille morte

Possibilité de suivre une attaque dans un champ en établissant un indice d'attaque.

Comptage régulier de feuilles prises au hasard sur pieds :

$$\frac{1x_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 + 6n_6}{N} = i$$

Permet d'établir une courbe d'attaque en fonction du temps : intéressant pour juger en fonction dates de semis.

Nécessité tenir compte âge physiologique du maïs ... correction des estimations d'attaque.

Stades : floraison mâle
floraison femelle
épi en formation
épi bien formé
épi mûr

Une attaque à la floraison mâle même faible plus importante qu'une attaque plus importante au stade épi mûr.

Possibilité d'établir un tableau à double entrées montrant l'évolution de la maladie en fonction de ces stades.

- Histologie pathologique : Mycelium intercellulaire avec suçoirs. En plante sensible très envahissant avec réinfection par uredospores. Si attaque des épis risque de castration parasitaire.

Durée d'évolution 3 semaines à 1 mois sur le pied. Sores produits sur position sous épidermique.

- Agent causal : *Puccinia polysora* d'origine américaine où il attaque aussi d'autres plantes de la famille du maïs. Répartition générale dans le monde depuis 1948. 1ère apparition en Afrique.

Parasite obligatoire Teleutospores formées mais sans utilité connue. Uredospores transportées par le vent assurent la réinfection.

Teleutosores non déhiscents.

Présence de races physiologiques en Afrique : définies par réactions différentielles sur diverses variétés du maïs (3 ou 4)

Très important chez les Rouilles (250 races chez *P. graminis tritici*)

- Cycle infectieux :

a/ Pénétration : germination d'une uredospore sur la feuille, présence d'une goutte d'eau obligatoire ... tube germinatif formant un appressorium sur un stomate ... pénétration et formation de mycelium qui envahit le mésophylle = 20 à 30 % en 12 heures.

b/ Dissémination : se fait par les uredospores par le vent. Viable à haute altitude (3 000 m) ... entraînés sur de longues distances par les vents dominants.

c/ Conservation : les uredospores en fin de saison jouent le rôle d'organes de conservation. En conditions naturelles sont susceptibles de rester au moins 4 mois ... maintien assuré d'une culture à l'autre.

- Lutte : Conditions écologiques favorables au parasite.

La température optimum de germination est de 28° C. Les spores peuvent encore germer entre 20 et 32° C, mais avec difficulté. L'eau leur est nécessaire à l'état liquide pour cette germination. Enfin nécessité d'une feuille saine = pas d'addition de symptômes avec autres parasites.

Différence avec *Puccinia sorghi* qui demande température optimum 17° C et d'eau liquide nécessaire.

... Répartition différente des deux espèces *P. polysora* en période chaude et humide, *P. sorghi* en période plus fraîche.

- Auto défense naturelle des populations. En début d'épiphytie élimination des individus sensibles ... réduction des populations. Ensuite développement de types tolérants par modification génétique ... stabilisation des populations dans le sens d'une tolérance au parasite.

- Lutte culturale : Lutte préventive par incinération des fanes après la récolte pour limiter les foyers de réinoculation.

Choix de la date de semis en fonction des impératifs écologiques de la Rouille.

- Variétés résistantes : Les laboratoires d'Afrique ont mis au point un certain nombre de variétés résistantes utilisables. Certaines ont d'ailleurs été testées en Nlle-Calédonie avec des résultats valables.

Les plans de sélection appliqués avaient pour but l'introduction dans les populations locales de maïs des caractères de résistance présents les maïs centre américains. Eventuellement extraction et fixation des facteurs de résistance présents dans les maïs locaux.

Travaux effectués au DAHOMEY (ORSTOM), NIGERIA et TANGANYKA.

- Autres espèces de Rouille. Sur Céréales on rencontre P. graminis (Rouille du Blé), les espèces du complexe P. rubigovera et P. coronata (sur Avoine)

D'autres espèces sont susceptibles d'attaquer des plantes potagères ou de grande culture. Hemileia vastatrix peut être considéré comme le parasite le plus important du Caféier.

MALADIES CAUSEES PAR DES CHAMPIGNONS IMPARFAITS.

A. - ALTERNARIOSE DE LA POMME DE TERRE.

Maladie importante de la Tomate et de la Pomme de Terre. Se retrouve sur Aubergin. Piments et diverses Solanées sauvages.

- Symptômes : peut attaquer feuilles, tiges et fruits de Tomate. Sur Pomme de Terre symptômes similaires. Les lésions sont d'abord circulaires, brun foncé à noir. Les folioles très tachées meurent bientôt et les lésions sur tige peuvent ceinturer la plante. Sur les plantules correspond au facies : pourriture du collet. Sur Tomate le fruit mûr ou encore vert peut être attaqué mais maladie plus grave sur le fruit mûr. Les fruits immatures attaqués tombent en général à ce moment. Les taches sur fruits sont brunes et d'apparence liégeuse. Sur tubercules de Pomme de Terre, la région affectée est plus sombre que les parties saines et la lésion se ratatine bientôt avec l'installation d'une pourriture sèche, liégeuse.
- Histologie pathologique : Le mycelium est le plus souvent intercellulaire et reste localisé dans les tissus des lésions. L'affaîssement du tissu de la feuille étant plus important que celui de l'épiderme produit les plis concentriques.
- Agent causal : Alternaria solani est un Champignon imparfait produisant un mycelium ramifié, septé, brun. Les conidies produites sur la feuille par des conidiophores, présentent un bec et sont brunes, muriformes.

- Cycle infectieux :

- a/ Pénétration : le parasite pénètre l'hôte directement à travers la paroi des cellules par un hyphes infectieux issu d'un appressorium.
- b/ Dissémination : les conidies sont anémophiles mais peuvent aussi être véhiculées par des insectes.
- c/ Conservation : se fait grâce aux conidies dans le sol ou sur des débris végétaux. Ces débris et déchets de culture sont susceptibles d'abriter une vie saprophytique du champignon. Entre les cultures enfin, le parasite peut se maintenir sur des Solanées sauvages. Les Tomates agissent souvent comme foyer d'infection pour la Pomme de Terre.

- Lutte : Conditions écologiques favorables au parasite .

Température optima de croissance du champignon vers 26-28° C. Mais la maladie elle-même demande pour bien se développer des températures plus basses. Un niveau de fertilité élevé réduit les dommages causés. Les plantes les plus sensibles sont généralement les plus productives. Des rosées importantes et des pluies fréquentes sont une condition pour une bonne sporulation.

- Les traitements fongicides seront effectués soit préventivement, soit sur les graines de Tomate, soit curativement à base de Zinèbe ou Manèbe.

Pour la Tomate un repiquage en sol sain s'impose. Une rotation culturale de 3 ans sans culture sensible aide à contrôler la maladie.

B. - POURRITURE FUSARIENNE DES EPIS DE MAIS.

Cette maladie est très fréquente en Nlle-Calédonie sur les Maïs de lère campagne (Décembre-Mai) où elle peut entraîner des pertes importantes.

Les symptômes de pourriture des épis peuvent être occasionnés également par d'autres organismes et en particulier Diplodia Zeae, autre champignon imparfait.

- Symptômes : La pourriture atteint la rafle ainsi que les grains, en tout ou en partie et le pédoncule de l'épi. Elle débute en général par le sommet du rachis mais aussi parfois de la base de l'épi (il y a alors inclinaison précoce des épis.)

Le rachis parasite est mou, humide, brunâtre. Les mêmes caractères se retrouvent sur le pédoncule qui est de plus ridé. Dans les 2 cas l'épi se sépare facilement du pédoncule.

Sur l'épi les pathes on peut observer divers types d'altérations.

- grains ridés, mal nourris, séparés les uns des autres.
- grains plus isolés ou groupés, en plus ou moins grand nombre, brunâtres et recouvert d'une moisissure grisâtre.

- Symptômes du Fusarium moniliforme.

- Grains colorés en rougeâtre, lie de vin, brun rougeâtre.
- Epis à grains rouge-vineux recouverts d'une membrane mycélienne de même couleur.

- Symptômes du Fusarium graminearum.

- Moisissure gris-brunâtre recouvrant les grains et pénétrant l'épi.

- Symptômes du Diplodia zeae

De ces 3 agents, le Fusarium moniliforme est le plus important en Nlle-Calédonie.

Les mêmes parasites peuvent provoquer des altérations sur d'autres parties de la plante.

A la levée une première catégorie d'attaque est la fonte de semis due à une infection à partir de la graine.

On peut observer aussi des taches sur graines, feuilles, spathes et même racines.

Ces taches sont de taille variable, souvent très grandes, irrégulières, de teinte brun-noir, couvrant de larges plages.

- Histologie pathologique. Le mycelium est intercellulaire et chemine activement dans les tissus mortifiés et à l'abri des spathes sous forme d'un voile qui pénètre les jeunes grains. Les fructifications du parasite se forment très souvent à la surface de ce voile.

- Organismes responsables. Les Fusarium moniliforme et Fusarium graminearum sont des représentants de ce genre important de champignons phytopathogène. En général champignons du sol à répartition très large et susceptible de vie saprophytique. Fructifications par spores produites à la surface d'organes en pustules = sporodochées ... classés parmi les Tuberculariacées.

Genre très important par les nombreux parasites qu'il renferme : Bayoud du dattier, Maladie de Panama du Bananier, divers Wilts et altérations, pourritures de racines (Patate douce, Taros, Vanille).

- Cycle infectieux :

- a/ Pénétration : Sur épi cette pénétration se fait le plus souvent par les stigmates (soies). Les spores amenées par le vent ou des insectes (Noctuelle du maïs) germent et infectent les grains.
- b/ Dissémination : à partir des fructifications du parasite, cette dissémination se fait par le vent, les insectes.
- c/ Conservation : sur les débris de culture, le champignon est sus-

ceptible de vivre une vie saprophytique. De plus les chlamydospores produites peuvent assurer une conservation prolongée. Des penthèces (organes sexués) produits parfois peuvent jouer un rôle dans cette conservation.

- Lutte : Conditions écologiques favorables au parasite.

Le Fusarium moniliforme préfère une température relativement plus élevée que le F. graminearum qui a son optimum vers 24° C

Les fontes de semis sont elles favorisées par une température plus basse. optimum entre 12° et 16° ... peu importantes en Nlle-Calédonie.

Choix et désinfection des semences. Problème de la sélection des épis de semence dans les champs : éliminer les douteux. Problème de leur conservation dans des conditions optima.

Désinfection des semences aux Organo mercuriques une semaine au plus avant la plantation.

Un assolement de 4 à 5 ans en l'absence de culture sensible permet de réduire notablement l'incidence de la maladie.

C. - AFFECTION DES BANANIERS A MACROPHOMA MUSAE.

Ce parasite très commun cause sur Bananier une affection des fruits les dépréciant commercialement et une affection du feuillage plus rare dans le monde mais relativement fréquente en Nlle-Calédonie.

- Symptômes : Sur les fruits l'attaque produit les symptômes connus sous le nom de moucheture, taches noires. Sur les fruits à l'état vert la peau se couvre de petites taches rondes à bords indéfinis de teinte brune à brun rouge foncé puis noire. Aspect variable selon réaction variétale.

Sur feuilles symptômes de moucheture (speckle) sur la face supérieure des limbes = petites macules rondes ou allongées, grisâtres ou brun foncé, marginées. S'étendent peu à peu ... dissiccation des parenchymes sur de larges zones et jaunissement des nervures. Pétioles attaqués se brisent et en forte attaque le stipes peuvent être affectés. Entraîne malformation et anomalies de maturation des régimes peu malnutrition.

- Histologie pathologique : Le mycelium dans les feuilles est intercellulaire, et donne naissance à des pycnides enfoncées, à paroi épaisse, au centre des taches sur les organes atteints. Les spores sont globuleuses, hyalines et entourées d'une couche muqueuse.

Sur les fruits le mycelium reste localisé dans les parties superficielles ne dépassant pas la peau... pas d'altération de la pulpe mais mauvaise présentation commerciale.

- Agent causal. Le Macrophoma musae est un champignon imparfait fructifiant en pycnides. C'est donc une Sphaeropsidales.

- Cycle infectieux :

- a/ Pénétration : sur fruits se fait généralement sur les mains inférieures exposées aux éclaboussures par la pluie. Sur feuilles ce sont les plus basses qui sont en général d'abord attaquées.
- b/ Dissémination : les spores lavées par la pluie sont disséminées sur les organes placés en dessous. Le vent peut jouer un certain rôle également.
- c/ Conservation : ne pose aucun problème en culture pérenne.

- Lutte : Conditions écologiques favorables au parasite.

Ce sont surtout les conditions de forte humidité qui lui sont favorables.

- L'importance de la maladie justifie rarement des traitements fongicides. Aux Iles Hawaï cependant des traitements cupriques ont donné de bons résultats.

- Préventivement l'entretien des plantations en évitant la stagnation de l'eau permet de maintenir la maladie à un niveau assez bas.

D. - ROLE DES RHIZOCTONIA (Mycelia Sterilia) DANS LES FONTES DE SEMIS.

Ce sont des champignons connus seulement par leur mycelium et des microsclérotos agissant comme organes de conservation. Ce sont des habitants normaux des sols où on peut en reconnaître 3 groupes biologiques d'espèces.

- 1er groupe faisant partie de la flore banale des sols. Ce sont des saprophytes qui peuvent vivre sur les racines et même les pénétrer mais sans causer de dommages.
- 2ème groupe est formé de symbiotes radicaux (mycorrhizes endotrophes) chez divers végétaux.
- 3ème groupe représente des parasites d'appareil racinaire ou de parties basses des plantes. Typiquement ils forment à la surface des racines, collets, ou bases de tige, des revêtements cotonneux ou feutrés, blancs puis bruns. Peuvent s'agréger en masses sclérotiformes de dimensions variables.

Le nombre d'espèces parasites est assez faible et d'activité pathogène toujours réduite en face de plantes en conditions convenables de végétation. Sur des végétaux affaiblis, en revanche, les espèces saprophytes normalement sont susceptibles de devenir dangereuses. Leur pénétration et leur développement, conditionnés par température et humidité peuvent rester superficiels ou par le jeu des toxines et des diastases pectolytiques entraîne une dislocation des tissus ou des accidents pathologiques de nature diverses : lésions des racines, modifications du métabolisme ...

Suivant l'attaque sur plantes adultes ou plantules on distingue soit le flétrissement caractéristique des attaques de racines, soit le phénomène connu sous le nom de fonte de semis, affection commune en pépinière.

Les moyens de lutte sont ceux généralement employés contre ces maladies.

On peut citer comme espèces importantes :

- Rhizoctonia bataticola très polyphage . C'est généralement un parasite de faiblesse de racines.
- Rhizoctonia lamellifera surtout important sur Caféier
- Rhizoctonia oryzae : maladie foliaire du riz aux U.S.A.
- Rhizoctonia solani (f. p. Corticium solani) très polyphage.

-:-:-:-:-