



MICROFICHE N°

07570

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F

1

CADA 7570

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION GENERALE DE
LA PRODUCTION VEGETALE

LES DOCUMENTS TECHNIQUES

de l'utilisation de la géothermie dans le
chauffage des cultures sous-serres

Volume N° IV

Pages 277 à 386

(Protection des Cultures)

Publié en Janvier 1991

Projet PNUD/TUN 85/004

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION GENERALE DE
LA PRODUCTION VEGETALE

LES DOCUMENTS TECHNIQUES

de l'utilisation de la géothermie dans le
chauffage des cultures sous-serres

Volume N° IV

Pages 277 à 386

(Protection des Cultures)

Publié en Janvier 1991

Projet PNUD/TUN 85/004

SOMMAIRE

	PAGE
- La cercosporiose, une nouvelle maladie des cultures de melon sous serre	277
- Formulations, Résidus et efficacités d'utilisations des Pesticides pour combattre les parasites de cultures maraichères en générale et plus particulièrement de la tomate et des cucurbitacées	280
- Produits phytopharmaceutiques conseillés pour le stock minimal sur l'exploitation	289
- Les maladies des cucurbitacées et de la tomate cultivées sous abris	296
- Les maladies du piment sous abri en Tunisie	306
- La lutte contre l'oidium des solanacées (LEVEILLULA TAURICA)	312
- La pourriture grise, BOTRYTIS CINERRA	320
- Procédure d'organisation d'une enquête phytosanitaire sur l'oidium du piment "LEVEILLULA TAURICA" (Lev) Arn : Resultats et discussions	327
- Le mildiou de la tomate et du Melon	337
- Les Fletrissements en cultures sous serres : causes, conséquences et Remèdes	348
- Lutte contre la mouche blanche BEMISIA TABACI, vecteur du "Tylc et du "LIY"	355
- La lutte contre la mouche blanche, bemisia tabaci	364
- Réflexions sur les résultats de la lutte contre les mouches blanches en culture d'arrière saison	371
- Aperçu Analytique des différentes maladies observées sur les cultures sous serre chauffée pendant la campagne 1989 - 1990.	378

NOTE DE PRESENTATION

Depuis le démarrage des cultures sous-abri plastique au début des années 70, la Tunisie s'était proposée de développer sa production et son exportation de légumes de primeurs. Et après plusieurs années de travail, on a pu sérier les contraintes rencontrées pour réaliser cet objectif ; on peut en citer particulièrement les températures nocturnes trop basses même dans les régions côtières, la maîtrise de l'état sanitaire des cultures et de leur fertilisation ainsi que la bonne connaissance des marchés d'exportation et de leurs exigences.

Pour lutter contre les basses températures, et après plusieurs tentatives d'utilisation de différents types de chauffage on a commencé au milieu des années 80 à développer les possibilités d'utilisation des eaux géothermales dans différents sites du sud et du centre tunisiens, où existent des disponibilités importantes de ces eaux.

Le projet PNUD/TUN 85/004 concernant les cultures sous serres chauffées par les eaux géothermales a permis de créer une sensibilisation autour des réalisations en la matière, d'assurer le suivi de ces réalisations ainsi que la formation d'un certain nombre de techniciens régionaux dans ce domaine notamment à travers une dizaine de séminaires de formation effectués entre 1988 et 1990 dans les régions concernées.

Les documents utilisés par les formateurs au cours de ces séminaires étaient ronéotypés et préparés en un nombre limité. Aujourd'hui, ce nombre ne permet pas leur diffusion à l'ensemble des régions et des ingénieurs et techniciens qui pourraient en avoir besoin dans le cadre du développement que connaît actuellement la géo-serriculture.

Aussi, et avec le gracieux accord du PNUD, avons-nous décidé de publier dans le cadre de cette série de volumes, les principaux documents qui ont été préparés et utilisés pour ces séminaires après leur groupage par thème. On pense que l'ingénieur et le technicien y trouveront beaucoup d'intérêt, (même si quelques répétitions sont observées) et ce, que se soit pour la réalisation de leur activité

d'encadrement quotidien des agriculteurs ou pour l'extension de l'utilisation des eaux géothermales pour le chauffage de nouvelles superficies de serres.

Bien entendu, on espère que le développement du secteur et le suivi minutieux par l'ensemble des cadres qui s'y intéressent permettra de perfectionner nos connaissances à chaque campagne. Aussi est-il nécessaire pour tous les cadres régionaux de maintenir le contact avec la cellule "Geothermie" de la Direction Générale de la Production Végétale afin d'améliorer continuellement ce premier référentiel technico-économique.

Le Directeur Général de
la Production Végétale

MALEK BEN SALAH

LA CERCOSPORIOSE, UNE NOUVELLE MALADIE DES CULTURES DE MELON SOUS SERRE *

1. Introduction

Depuis cet automne plusieurs agriculteurs ont été confrontés à une nouvelle maladie sur les cultures de melon, notamment le *Corynespora casiicola*, se confondant avec le mildiou de Cuba.

Le *Corynespora casiicola* attaque un nombre très important de plantes et est présent un peu partout dans le monde. Chez les cucurbitacées il affecte surtout le melon sous serre, en outre en Europe. Il y a un nombre très important de synonymes attribué à ce champignon, mais celui qui est le plus utilisé est le *Cercospora melonis*.

2. Description du champignon

Le *Corynespora casiicola* est un fungus imperfecti de l'ordre des Moniliales. Le mycélium est surtout intercellulaire et il y a donc une très faible présence sur la surface du végétal hôte.

Des conidiophores érigés se développent à partir du mycélium et elles sont souvent bifurquées, de couleur pâle à brun moyen, et se composent de plusieurs proliférations successives (jusqu'à neuf). La longueur des conidiophores est de 110 à 850 μm et leur épaisseur de 4 à 11 μm .

Les conidies asexuées sont souvent solitaires de forme très variable allant de cubique à cylindrique, droit ou courbé, de couleur brun olivâtre à brun avec des dimensions variant de 40 à 220 μm pour la longueur et de 9 à 22 μm pour la largeur la plus importante et de 4 à 8 μm pour la largeur la moins importante. Le hilum est souvent foncé.

Il y a plus que 50 hôtes connues de *Corynespora casiicola* et le champignon n'est pas seulement inféodé aux Cucurbitacées, mais se trouve également sur l'aubergine, le ricin, le sésame, le pois-chiche, le soja, la tomate, la betterave et le bananier.

* Bêné Séminaire National dans le cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004 Kébili 6 - 8 Mars 1990.

Des formes de spécialisation physiologique ont été suggérées, mais des isolats d'une plante hôte sont capables d'infester des espèces botaniquement tout à fait différentes.

La maladie persiste sur des détritux des plantes hôtes et le pathogène peut rester viable durant 2 ans sans problèmes. Le champignon peut également se transmettre après les semences. Les conidies sont transportées par les courants d'air et la plus grande libération des conidies se fait juste avant la mi-journée.

3. Description des symptômes

Les symptômes se retrouvent surtout sur les feuilles, mais alors seulement sur les feuilles adultes. On peut trouver également des symptômes sur les tiges, les racines et sur les fleurs. Les symptômes consistent dans des lésions avec un centre pâle et des zones concentriques vert olivâtre et des bordures jaunes.

En général les symptômes sont humides et apparaissent à la surface des feuilles en premier lieu, s'agrandissent rapidement en taille et deviennent alors grisâtre, puis brunâtre pour atteindre un diamètre de 2 cm. A ce moment on peut confondre aisément avec le mildiou de Cuba (*Pseudoperonospora cubense*).

Les lésions finales sont bien définies et irrégulières de forme et les feuilles affectées meurent rapidement ; parfois on peut trouver des symptômes alternatifs avec la trouaison des feuilles suivi d'une défoliation subséquente. Les infections réduisent fortement la production de matière sèche par le feuillage même avant que les symptômes deviennent visibles.

4. La résistance génétique

Chez le concombre lisse il y a une résistance dans le cv. 'Butchers Disease Resister' trouvé dans les années 1930 et non contourné jusqu'à maintenant. Il y a également une résistance dans l'hybride de concombre hollandais 72502 s'exprimant par l'absence de symptômes sur les cotylédones. Cette résistance est contrôlée par un gène dominant. Dans les cornichons on a également trouvé des résistances de haut niveau notamment dans les lignées PI 255936 et PI 277741. Chez le melon il apparaît que les variétés Gamma, Calypso, Alma, Regal et MAB sont moins sensibles que les variétés Pancha et Panchito. Sur les cultures de melon les infestations se sont surtout extériorisées près de zones des plantes accusant des carences en potasse

(nécrose marginale des feuilles).

Une teneur élevée en potasse dans les feuilles résulte dans des concentrations plus élevées dans les cellules, en outre des substances de résistance aux maladies, et permet donc de limiter les dégâts.

5. Lutte

L'hygiène est très importante pour combattre ce champignon. Les restes des plantes d'une serre infestée devraient être arrachées avec soin et de préférence brûlées. Il est conseillé de désinfecter la serre par lavage à la formaline ou au crésyl. Les feuilles infestées sur les plantes en cours de culture doivent être enlevées et détruites après leur sortie de la serre.

Dans la littérature on trouve que l'on peut traiter la Cercosporiose en utilisant (de préférence en alternance) les produits suivants :

- benomyl (Benlate)
- chlorothalonil (Daconil, Fongistop)
- mancozèbe ou zinèbe
- thiabendazole (Tecto 20S, Mirtect, Tebuzate)

Dans la littérature française on parle aussi d'autres produits utilisables en lutte contre les Cercosporioses, notamment :

- Thiophannate - méthyle (Pelt 44)
- Propiconazole (Tilt 125)
- Bitertanol (Baycor)
- Triadimenol (Bayfidan - nocif !)
- Tridemorphine (Calixine)

FORMULATION, RESIDUS ET EFFICACITES D'UTILISATION DES PESTICIDES POUR COMBATTRE LES PARASITES DES CULTURES MARAICHERES EN GENERAL ET PLUS PARTICULIEREMENT DE LA TOMATE ET DES CUCURBITACEES *

1. Introduction

De nos jours, il y a plus de contrôle officiel sur les produits pesticides que sur tout autre produit mis sur le marché. La composition proposée et l'étiquetage du pesticide doivent être contrôlés attentivement avant la mise en vente, d'où la nécessité du contrôle systématique des produits commercialisés. L'importance de ce contrôle est liée au rôle économique que jouent ces produits dans l'agriculture moderne et dans la santé publique, et aux risques potentiels qu'ils représentent.

Un étiquetage inadéquat ou trompeur, une composition incorrecte, un stockage impropre, une manipulation négligente, ou des erreurs d'application de certains de ces produits, peuvent causer des ennuis considérables, des dégâts matériels, et même toucher ou tuer des êtres humains exposés à ces produits accidentellement ou par négligence. Des erreurs dans la composition ou la manipulation du produit peuvent causer des intoxications chez l'utilisateur ou d'autres personnes. Des lois sont en cours d'élaboration pour éviter ce genre d'accidents en Tunisie (actualisation de la loi N° 39/61 de 1961).

En général, il y a eu pendant les dernières années en Tunisie une augmentation des types de pesticides utilisés, du nombre de produits commerciaux, du nombre de matières actives, de la complexité des produits et des caractéristiques des formulations de pesticides d'une grande importance pour le laboratoire officiel, et des risques que les pesticides peuvent présenter.

Le nombre de matières actives de pesticides enregistré en Tunisie montre à 218 en 1988, ce qui correspond à 512 produits commerciaux homologués.

Le but de l'analyse des produits pesticides est multiple. L'intérêt est étendu pour inclure non seulement le pourcentage de matière active et les propriétés

* Quatrième Séminaire National de formation dans le cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004. Tozeur du 4 au 5 Avril 1989.

physiques, mais aussi l'aptitude des directives d'utilisation, les risques résultant de leur manipulation et application, et l'aptitude de l'information sur les étiquettes contenant les précautions à prendre.

La Tunisie veille rigoureusement à la production des produits indemnes de résidus ces dernières années davantage de responsabilité en la matière. Elle a déjà adopté le "Code International de Conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides", de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Rome, 1986) et est à ce moment dans les stades finaux d'élaboration d'une nouvelle loi sur les pesticides, visant à assurer que ces produits économiquement importants sont clairement étiquetés en ce qui concerne leur composition, qu'ils sont efficace aux fins pour lesquels ils sont commercialisés, et que leur utilisation correcte et ses risques sont bien décrits, pour protéger individus, cultures, animaux domestiques, insectes bénéfiques et faune utile, des dégâts ou intoxications. Tout cela nécessite des analyses chimiques et des contrôles physiques exacts des produits commercialisés dans le pays.

Les pesticides restent un "mal nécessaire". Tout traitement phytopharmaceutique risque de laisser des dépôts sur, dans, ou en dehors des substrats traités. Ces dépôts sont une source potentielle de résidus de pesticides à la récolte et de pollution de l'environnement. En effet les pesticides évoluent sous l'action de divers facteurs (notamment les facteurs climatiques, chimiques ou biologiques). Leur élimination totale du substrat traité n'est pas toujours réalisée, soit du fait qu'ils possèdent une stabilité relativement élevée, soit que le temps de carence (le délai entre le traitement et la récolte) n'est pas respecté. C'est pourquoi que, les comités d'homologation au niveau international, imposent aux utilisateurs des produits phytosanitaires, des prescriptions de manière à limiter les résidus dans les produits consommés à un niveau toxicologiquement acceptable. Dans ce cadre, le Laboratoire procède à des analyses régulières pour déterminer la "durée de vie" des pesticides utilisés en Tunisie et veiller à ce que les agriculteurs appliquent les normes ainsi obtenues et ceci afin d'éviter tout risque d'intoxication du consommateur à travers des produits agricoles renfermant des résidus de pesticides dépassant la limite tolérable.

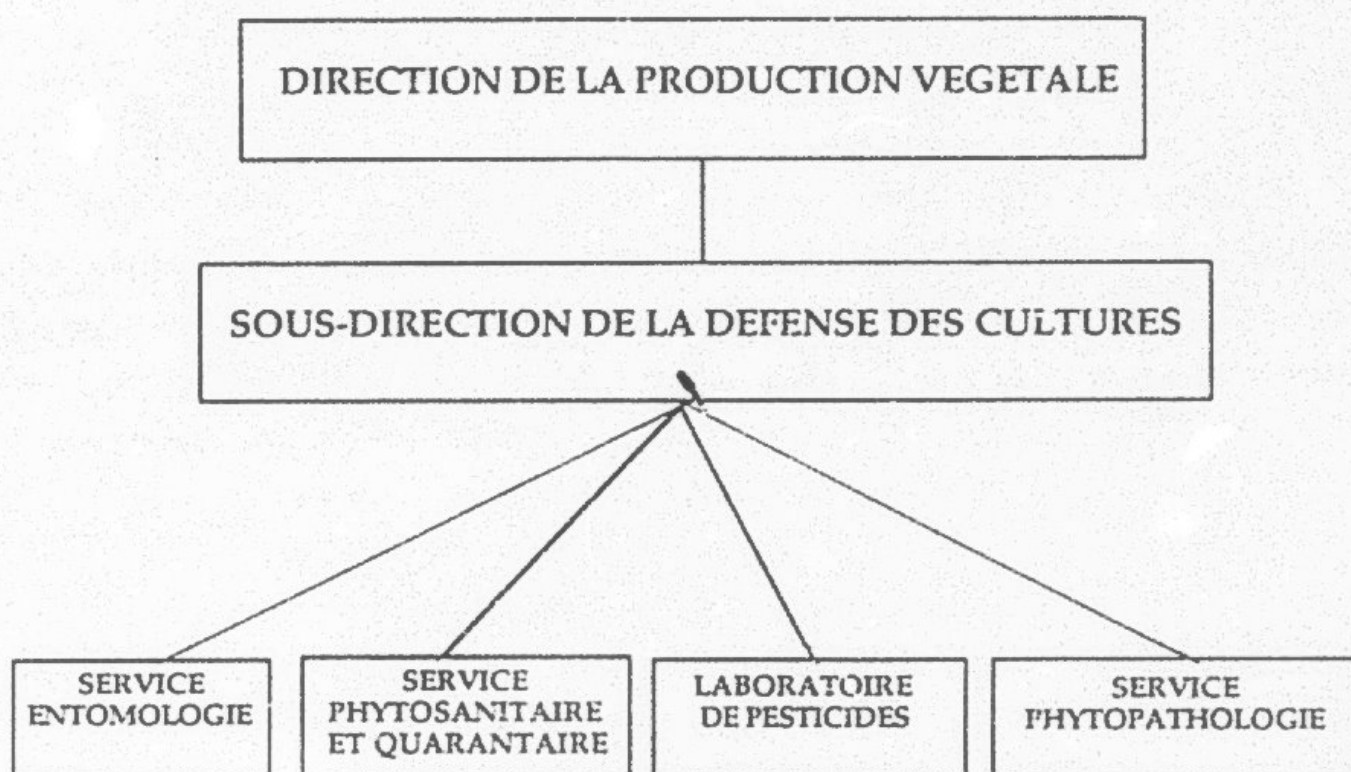
Il est d'ailleurs important que les légumes et fruits destinés à l'exportation soient en règle vis-à-vis des pays importateurs en ce qui concerne les limites de

teneurs en résidus adoptées par ces pays. Il est nécessaire d'aider les producteurs à utiliser les produits homologués dans les conditions d'une bonne pratique agricole et à respecter les règles suivantes :

- 1) Un pesticide donné ne peut être utilisé que sur des cultures bien déterminées suivant les directives de la Commission d'Homologation.
- 2) La dose d'application doit être respectée.
- 3) L'intervalle entre le dernier traitement et la récolte doit être respecté.

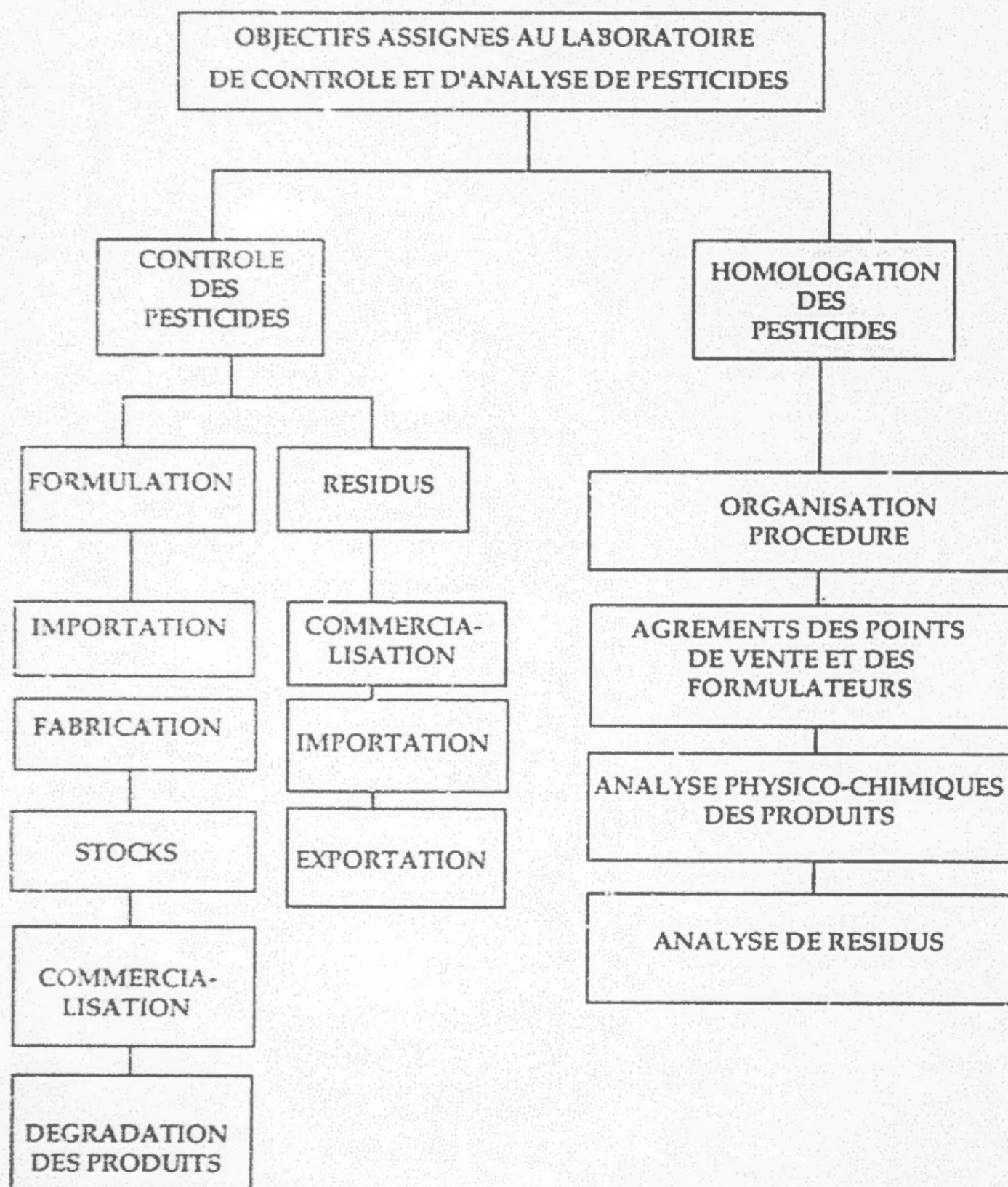
Lorsque les pesticides sont utilisés dans les conditions sus-visées, les teneurs en résidus détectées au Laboratoire ne dépasseront pas les limites tolérées par le Codex Alimentarius, et qui ont été adoptées par la Tunisie.

2. PLACE DU LABORATOIRE DANS L'ORGANIGRAMME TUNISIEN



3. OBJECTIFS ASSIGNES AU LABORATOIRE

Les objectifs assignés au Laboratoire sont schématisés ci-après :



4. CONTROLE ET ANALYSE DES FORMULATIONS DE PESTICIDES

4.1. But de l'Analyse :

Les intérêts du Gouvernement Tunisien dans la régularisations et l'harmonisation de ce domaine sont les contrôles systématiques de la qualité des

pesticides mis en vente, déterminer la qualité de matière active et contrôler leur bonne formulation (c-à-d leur caractéristiques physiques), pour assurer le public acheteur, les fabricants et les importateurs, que ces contrôles sont faits et que des produits de qualité sont disponibles sur le marché. Nous tenons à souligner ici que la notion de qualité de produits a trois aspects : le pesticide lui-même, le conditionnement et l'étiquette.

4.2. L'analyse des Formulations :

En vue d'assurer son objectif biologique, la première exigence à laquelle doit répondre une formulation est sa teneur en matière active. Deuxièmement, et de la même importance, sont les facteurs physiques d'une formulation. Nous illustrons cela par un exemple. Considérons une poudre mouillable dont la matière active qu'elle contient possède une activité biologique potentielle très élevée mais qui floccule lorsqu'elle est mise en suspension dans l'eau. Cette bouillie sera, lorsqu'elle est pulvérisée, répartie de manière très hétérogène avec, comme conséquence, des parties du champ surdosées alors que d'autres seront sous-dosées.

4.3. Qualité physique des Poudres Mouillables et des Concentrés Emulsionnables :

Nous voulons tirer plus particulièrement l'attention sur la qualité de ce genre de produits vue leur importance d'utilisation sur les cultures maraichères.

4.3.1. Concentrés émulsionnables (EC) :

Les concentrés émulsionnables sont des formulations liquides homogènes destinées à être appliquées après dilution dans l'eau, sous forme d'émulsion. Ces formulations doivent présenter les qualités suivantes :

- être limpides et ne pas contenir d'impuretés insolubles ;
- se mettre aisément en émulsion (avec un minimum d'agitation), former une émulsion stable dans des eaux de différentes duretés et réémulsionner après un certain temps de repos ;
- ne pas mousser exagérément ;
- être stable à la chaleur et au stockage.

La stabilité de l'émulsion et la réémulsification sont de la plus grande importance et sont pour cette raison contrôlées systématiquement au niveau du

Laboratoire, lors de l'importation des produits pesticides. Les spécifications de la FAO pour les produits phytosanitaires prévoient d'ailleurs une norme pour ces caractéristiques importantes.

4.3.2. Poudres Mouillables (WP) :

Une poudre mouillable s'applique par la pulvérisation d'un liquide dans lequel elle est préalablement dispersée et mise en suspension. Elle doit posséder les qualités suivantes :

- se mouiller aisément et immédiatement ;
- se disperser facilement dans l'eau et se mettre rapidement en suspension
- se maintenir facilement dans l'eau et se mettre rapidement en suspension ;
- se maintenir en suspension pendant un temps suffisamment long ;
- ne pas mousser exagérément ;
- ne pas contenir de grosses particules ou d'agglomérats non dispersés qui risqueraient de boucher les têtes de jets ;
- mouiller les surfaces traitées et s'y étaler sans excès ;
- être stable au stockage.

Dans le cas des poudres mouillables, la norme la plus importante dans les spécifications de la FAO est celle de la tenue en suspension. Le but de la norme "tenue en suspension" est essentiellement d'assurer qu'une quantité adéquate de matière active reste en suspension, pendant un temps correspondant au temps moyen de vidange d'un réservoir de pulvérisateur, non muni d'un système d'agitation. On admet comme limite minimale un indice de 50 à 60% après 30 minutes dans deux types d'eau de dureté différente.

4.4. Problèmes liés au Stockage de produits pesticides :

Certains produits, notamment les organophosphorés et dithiocarbamates, sont sujets à une dégradation plus au moins vite, et donc à une perte d'efficacité biologique après stockage.

Cette dégradation est d'autant plus vite dans des conditions climatologiques sévères, comme par exemple les fluctuations importantes de températures entre jour et nuit et les températures élevées pendant l'été, constatée en Tunisie et plus particulièrement dans le Sud Tunisien. On va illustrer ce phénomène de dégradation par deux exemples.

L'analyse d'une formulation de dimethoate 40 stockée pendant environ 4 ans à Sfax nous a révélé une diminution de presque 40% en matière active. Une autre analyse d'une dimethoate 40, cette fois ci stockée pendant moins que deux ans à Zarzis nous a révélé une perte de déjà 20% en matière active.

En plus nous devons attirer votre attention sur le fait que les analyses au Laboratoire ont montré que la perte d'efficacité d'un produit n'était pas toujours due à une décomposition ou à une diminution de la teneur en matière active, mais souvent à une altération des propriétés physiques des produits au cours du stockage.

4.5. Compatibilités physico-chimiques des mélanges de produits pesticides :

Outres les mélanges commerciaux qui contiennent plusieurs matières actives, et dont les compatibilités ont été étudiées par les fabricants, il y a des mélanges que de nombreux agriculteurs préparent eux-mêmes dans la cuve de produit à pulvériser.

L'association des matières actives phytopharmaceutiques entres elles ou avec d'autres produits (par exemple engrais), présente de nombreux avantages et permet:

- de lutter simultanément contre des organismes nuisibles différents en associant, par exemple, un fongicide et un insecticide
- d'accroître le spectre d'activité
- d'augmenter l'action biologique par synergisme

Quand on mélange deux ou plusieurs formulations dans la cuve de formulation, il est nécessaire de contrôler les compatibilités dans le laboratoire pour voir s'il n'y a pas de réaction chimique qui se produit pouvant décomposer les matières actives et les rendre moins actives, et que les propriétés physiques restent bonnes pour obtenir une bonne répartition sur la surface traitée et d'éviter toute floculation ou prise en masse dans le cuve de pulvérisation.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la stabilité des mélanges : la dureté de l'eau, le pH, la concentration, la mise en suspension, l'agitation et la température. Surtout, en eau dure, les mélanges des poudres mouillables et les concentrés émulsionnables (beaucoup utilisés dans les cultures maraichères) peuvent poser des problèmes d'incompatibilité. En pratique, avant d'associer un concentré émulsionnable et une poudre mouillable, il faudrait effectuer un test qualitatif dans

les conditions d'utilisation.

5. LES PRODUITS HOMOLOGUES EN TUNISIE POUR LES CULTURES MARAICHÈRES

Un nombre important de produits est déjà homologué en Tunisie pour combattre les parasites et maladies sur les cultures maraichères en général et plus particulièrement sur tomate, melon et piment. Chaque année de nouveaux produits sont ajoutés après homologation par le Ministère de l'Agriculture.

Des tableaux exhaustifs avec les produits homologués (ou autorisation provisoire de vente) pour toutes les cultures maraichères et pour la tomate, le piment et les cucurbitacées font suite à ce texte.

Les produits y sont classés par parasite ou maladie à traiter. Comme on l'a déjà mentionné. On trouve principalement les produits formulés en poudre mouillable ou concentré émulsionnable. Les doses d'emploi sont exprimées en g ou cc de produit formulé par hl (pour une bouillie de 400 l par hectare approximative).

On a également mentionné le délai d'attente (le délai entre le dernier traitement et la récolte) là où il existe des directives des décisions d'homologation ou dans l'Acta Français.

Nous avons aussi ajouté pour information des données du Codex Alimentarius (adopté par la Tunisie) et de l'Acta Français sur les limites maximales de teneurs en résidus sur et dans les légumes traités.

6. CONTROLE DES TENEURS EN RESIDUS DE QUELQUES PESTICIDES UTILISES DANS LE TRAITEMENT DE LA TOMATE SOUS-SERRE A GAFSA, ZERKINE ET EL-KHEBAYET

La culture de tomate sous-serre dans la région de Gafsa, Zerkine et El Khebayet a subi des traitements répétés avec différents produits : manèbe, deltaméthrine, cyperméthrine, perméthrine, triforine, bénomyl, thirame, iprodione, pyrimiphosmethyl et cuivre + manèbe. Le nombre de traitements varie suivant le programme utilisé. Il atteint jusqu'à 4 traitements dans le cas de l'iprodione.

Nous avons cherché à connaître l'influence des traitements répétés sur la teneur en résidus dans la tomate à la récolte. Pour cela, des analyses de résidus dans la tomate ont été effectuées pour les différents produits utilisés.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans un tableau plus loin.

L'analyse des résultats montre :

- un dépassement de la tolérance dans le cas de cyperméthrine (Cymbush et Kafil) utilisés à Gafsa. Pourtant, pour un délai de 2 mois pour cyperméthrine les teneurs en résidus devraient être beaucoup plus faibles. Il n'est donc pas exclu que ces produits ont été réutilisés à une date proche de la récolte qui n'a pas été déclarée.
- le thiram est un produit qui a été interdit en Tunisie en raison de sa cancérogénité.
- la perméthrine n'est pas homologuée sur tomate.
- l'iprodione n'a pas laissé de résidus décelables, ce qui montre qu'il a été utilisé dans les conditions de bonnes pratiques agricoles.

En fonction de ces résultats nous tenons à donner quelques recommandations aux utilisateurs :

- tous les pesticides doivent être utilisés dans les conditions définies par les décisions d'homologation.
- la dose d'application recommandée est une dose optimale et ne doit pas être modifiée.
- le délai entre le dernier traitement et la récolte doit être respecté pour éviter les problèmes de résidus laissés dans les récoltes qui peuvent entraîner des risques pour le consommateur ou le refoulement de la marchandise à l'exportation.
- le nombre de traitements recommandés dans un programme bien étudié et efficace doit être suivi. L'augmentation du nombre de traitements n'entraîne pas forcément une meilleure protection mais engendre par contre des frais supplémentaires.

LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES CONSEILLES POUR LE STOCK MINIMAL SUR L'EXPLOITATION

La liste a pour but d'avoir au niveau de la région une gamme de produits permettant de répondre efficacement, soit préventivement, soit curativement, à la plupart des maladies qui peuvent apparaître. Dans cette liste nous essayons de mettre des produits de familles différentes permettant d'éviter ou de réduire les chances d'accoutumance ou d'apparition de races résistantes.

Nous avons tenu également compte de la phytotoxicité du produit, du délai d'utilisation et de la toxicité envers les abeilles. Certains produits sont nouveaux (en outre pour la lutte contre les mineuses, les acariens et les mouches blanches). D'autres produits ne sont plus homologués comme c'est le cas du thirame. Le réel danger d'apparition de races résistantes contre le Botrytis et l'efficacité contre les fontes de semis fait que le thirame est encore utilisé dans beaucoup de pays.

Liste des produits recommandés :

INSECTICIDES

désinfection du sol : Dursban

Dyfonate

Metam sodium

anti-pucerons : Pirimor

Phosdrin

Diméthoade

anti-mineuses : Lannate

Larvadex

anti-mouches blanches : Cymbush ou Kafil

Actellic

Ultracide

Applaud

acaricides : Zolone

Torque

Vertimec

Solfo M ou autres soufre mouillable

FONFICIDES

anti-mildiou et anti-cladosporiose :

Daconil

Mancozèbe

Euparène

Peltar

Cuprosan

Acylon

Aliette

anti-pourriture grise : Rovral

Benlate

Thirame

Pelt 44

anti-oidium :

Rubigan

Afugan

Saprol M

Souffre mouillable

desinfection des semences et protections contre la fonte de semis :

Thirame

Captane

Manèbre

Les insecticides sont commentées dans les listes ci-dessous. Les fongicides sont traités dans les fiches techniques de la lutte contre le Mildiou, le *Leveillula taurica* et Botrytis.

DESINFECTION DU SOL (contre les taupins, vers blancs, scutigérelles,...)

Les insecticides du sol peuvent être utilisés, soit en plein sur toute la surface de la serre, soit en localisé avant le semis avec une incorporation au sol plus ou moins profonde suivant les insectes à combattre. Elle peuvent être appliquées aussi sous forme d'appât (avec du son de blé et du sucre).

produit commercial	groupe chimique matière active	dose kg/ha	persistance dans le sol	toxicité et remarques générales
Dursban 5 G	Organo-phosphoré chlorpyriphos-ethyl	4	3 mois	Modérément dangereux, dangereux pour les abeilles.
Dyfonate 5 G	Organo-phosphoré fonofos	4	2 à 3 mois	Très dangereux, dangereux pour les abeilles
Metam-sodium	Dithiocarbamates	1200 l	delais avant semis 3 sem.	Modérément dangereux, très polyvalent ; il possède des pncporélés insecticides, fongicides, herbicide et nématocide. Il agit par agit par vapeur et se dégrade rapidement dans le sol. Son application doit être suivie d'un arrosage abondant. Le sol doit avoir une température minimum de + 10° C.

PUCERONS

produit commercial	groupe chimique matière active	dose g ou ml/hl	persistance d'action	toxicité et remarque
Primor G	Pyrimicarbe	75	15 jours	Modérément dangereux, il agit par contact et vapeur, il est sélectif et préserve de nombreux prédateurs, en pulvérisation sur les feuilles il pénètre dans la plante dans les 2 à 3 heures suivant l'application. Non dangereux pour abeilles.
Phosdrin W 10	Organo-phosphoré (mévinphos)	300	3 jours	Extrêmement dangereux, il agit par contact, ingestion et inhalation, doté aussi de propriétés systémiques. Il s'hydrolyse rapidement dans les tissus végétaux en produit non toxique. Son usage répété favorise le développement des acaréens. Traitement à éviter sur végétaux pendant la floraison.
Perfection ou autres	Organo-phosphoré (diméthoate)		2 à 3 semaines	Modérément dangereux, doté de propriétés systémiques : il agit par contact et ingestion sur acaréens et insectes. Son usage répété favorise le développement des tétranyques. Interdit 15 jours avant la récolte. Traitement à éviter pendant la floraison

MINEUSES

produit commercial	groupe chimique matière active	dose g ou ml/hl	persistance d'action	toxicité remarques
Lannate	Carbamates (methomyl)	150	interdit 7 jours avant la récolte	Très dangereux. Doit de propriétés systémiques il agit par contact et inhalation. Il a en outre une action nématocide et acaricide. Dangereux pour les abeilles. Traitement à éviter pendant la floraison.
Larvadex	Triazines (cyromazine)			Peu dangereux. L'effet l'arvicide a été mis en évidence sur les stades précoces du développement des Diptères.

ACARINES

Zolone	Organo-phosphoré (phosalone)	Interdit 15 jours avant récolte	Modérément dangereux. Agit par contact et ingestion. Non dangereux pour les abeilles.
Torque	Organo-stanniques 100 (fenbutation oxyde)	interdit 7 jours avant récolte (melon 3 jours)	Il agit par contact et ingestion sur les adultes et larves. Non dangereux pour abeilles.
Vertimec	Produit naturel dérivé d'un micro- organisme du sol (abamectin)		Dangereux pour abeilles. Agit par contact et ingestion sur larves et adultes. Peut être utilisé contre les mineuses par l'injection dans le système d'irrigation.
Solfo M et autres	Souffre mouillable		Pas dangereux et pas d'accoutumance connue pour le moment.

MOUCHES BLANCHES

Cymbush ou Kafil	Pyréthrinoides (cyperméthrine)	50	interdit 7 jours avant récolte	Modérément dangereux. Agit par contact et inhalation. Ne pas traiter en présence des abeilles butineuses.
Actellic	Organo-phosphoré (pyrimiphos-méthyl)		persistance de courte durée	Peu dangereux. Il agit par contact et vapeur et possède une légère action systémique. Il a aussi une action sur pucerons et acariens. Dangereux pour les abeilles.
Applaud	Buprofezin	30	3 jours	Peu dangereux. Régulateur de croissance sur les mouches blanches. Agit par vapeur et contact. Ne tue pas les adultes, mais les larves uniquement. Stérilise les femelles.

LES MALADIES DES CUCURBITACEES ET DE LA TOMATE CULTIVEES SOUS ABRIS *

De nombreuses maladies de nature et de comportement très divers sont susceptibles de provoquer des dégâts importants sur les espèces maraîchères cultivées sous abris. Les symptômes apparaissent soit sur la plante entière, soit sur un ou plusieurs organes souterrains ou aériens. Les agents phytopathogènes s'attaquant aux cultures protégées sont sensiblement plus nombreux, et entraînent souvent des dégâts plus importants que ceux observés en plein champ. Ceci est dû à l'environnement favorable, dans les cultures abritées, ce qui favorise la multiplication et la propagation des parasites.

En ce qui concerne les maladies des cultures chauffées par la géothermie, bien qu'elles sont encore peu étudiées, il est probable qu'elles sont d'intensité et de nature différentes par comparaison aux cultures abritées non chauffées. Si certains parasites, ayant pour source l'extérieur de la culture, seront exclus à cause du climat plus favorable, d'autres seront favorisés. Il s'agit notamment des parasites qui se développent et se conservent sur le substrat de la culture.

Les maladies des Cucurbitacées

Plusieurs espèces de Cucurbitacées sont sensibles aux mêmes parasites. On peut citer : l'oïdium, l'alternariose, le mildiou et certains virus comme la mosaïque de la pastèque (WMV) et la mosaïque du concombre (CMV) qui s'attaquent aux Cucurbitacées sans discrimination de l'espèce. Cependant pour les maladies de flétrissement (Fusariose), bien qu'elles sont communes à toutes les Cucurbitacées, l'agent causal est souvent très spécifique. En effet le *Fusarium oxysporum* F. melonis est spécifique au melon et n'attaque pas les pastèques, alors que le *Fusarium oxysporum* F. niveum est spécifique à la pastèque et n'attaque pas les melons.

Bien que les Cucurbitacées cultivées sous abris sont susceptibles d'être attaquées par plusieurs agents phytopathogènes, dans les conditions du Centre et du

* Premier Séminaire National de formation dans le Cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004, Sidi Bouzid, 14 Juillet 1988.

Sud Tunisien le nombre de maladies observées est encore limité (tableau 3).

1. Symptômes des principales maladies

1.1. Maladies telluriques

- La Fusariose :

Les symptômes externes de la maladie se manifestent essentiellement par un jaunissement sectoriel et un dessèchement progressif des feuilles du bas en haut. A l'intérieur de la tige atteinte on observe en général un brunissement de zones plus ou moins étendus des tissus ligneux. Dans le cas d'attaques sévères on assiste à une pourriture brune des racines.

- la Verticilliose

Comme la Fusariose la Verticilliose engendre un flétrissement des plantes.

- les pourritures des racines et du collet

La pourriture des racines et du collet du melon est provoquée par plusieurs espèces de champignon. Quatre champignons ont été isolés sur des racines pourries de melon : *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Monosporascus cannonbalus* et *Myrothercium roridum*. Les plants malades présentent un jaunissement et un flétrissement, les symptômes apparaissent juste avant le début de la récolte. Le feuillage jaunit par grandes plaques puis il brûnit et se dessèche totalement.

1.2. Maladies des organes aériens

- Mildiou

Le feuillage se couvre de taches anguleuses, d'abord jaunâtre puis brunâtre à la face supérieure, tandis qu'à la face inférieure et au niveau de ces taches se forme un duvet cotonneux, gris violacé. Finalement les feuilles se dessèchent, ce qui entraîne l'avortement des fruits. L'activité du parasite devient accrue dès que l'humidité atmosphérique atteint un taux élevé et si les températures ne sont pas trop basses.

- Alternariose

Le champignon attaque uniquement le feuillage sur lequel il provoque des tâches arrondies, brun clair, concentriquement zonées, susceptibles de devenir très étendues et nombreuses. La maladie provoque quelque fois des dessications des feuilles et même dans des circonstances favorables, la défoliation des plantes.

- Oïdium

Elle détermine sur les tiges et les basses feuilles ombragées des tâches blanches poudreuses, apparaissant tout d'abord à la face inférieure des limbes. Ces tâches s'agrandissent, deviennent visibles à la face supérieure, coalescentes et arrivent à couvrir toute la surface, enfin elles s'étendent aux feuilles supérieures plus jeunes. Les plants atteints prennent dans l'ensemble une teinte vert pâle à jaunâtre. Les fruits, bien que n'étant pas directement parasités, se trouvent mal alimentés, demeurent plus petits et surtout de qualité médiocre.

- Cladosporiose

Elle produit sur les feuilles et les tiges des tâches brunâtres, déprimées, peu étendues en surface mais pénétrant en profondeur. Les limbes se déforment, tandis que les lésions sur les jeunes fruits deviennent chancreuses et font pourrir la pulpe. Les tâches apparaissent finalement noires et d'aspect velouté au moment de la sporulation du parasite. L'humidité de l'atmosphère favorise énormément la maladie.

- Maladies à virus

La culture abritée de melon et de pastèque échappe généralement aux attaques par les virus classiques des Cucurbitacées (WMV, CMV, SMV) pour lequel le vecteur classique est le puceron. Cependant sur les cultures de melon cultivées en arrière-saison on a constaté la présence de viroses provoquant des symptômes de jaunisse et de criblure. La nature de ce virus est encore mal déterminée. Dans d'autres pays (Arabie Saoudite, Jordanie, Israël, Espagne) ces mêmes phénomènes causent des dégâts importants et on a déterminé la présence (LIY) LETTUCE INFECTION YELLOWING, transmis par Bemisia.

2. Lutte contre les maladies des Cucurbitacées

2.1. Avant plantation

2.1.1. Traitement du sol

Pour combattre de nombreux champignons qui se conservent dans le sol, soit en saprophyte par le mycelium, soit par des sclérotés, soit par des spores, il faut envisager la désinfection de la terre. Une telle désinfection peut être réalisée en utilisant l'action d'un facteur physique, la chaleur, ou par application de fumigants.

désinfection du sol par la chaleur :

On peut suggérer 3 procédés principaux :

- la vapeur d'eau sous pression
- l'eau chaude
- la solarisation du sol

L'utilisation de l'eau chaude et la solarisation du sol sont les méthodes les plus appropriées pour la Tunisie, en raison de leur disponibilité. La lutte contre les parasites du sol est basée dans ce cas sur l'inactivation des propagules de conservation par la chaleur. Si les deux procédés mentionnés ci-dessus nous permettent d'atteindre la température létale pour le parasite, il serait possible de réduire l'incidence des attaques de cultures. Le tableau 2 comporte quelques données sur la température létale pour certains champignons pathogènes aux cucurbitacées.

désinfection du sol par des fumigants

La désinfection du sol par les fumigants tels que le bromure de méthyle et le métam-sodium (Vapam) est fortement recommandée pour les cultures sous-abris, cependant pour des raisons de toxicité et de pollution le bromure de méthyle est non autorisé en Tunisie. La désinfection par le métam-sodium permet d'éliminer plusieurs champignons du sol. L'utilisation du D-D Shell, efficace contre les nématodes, est sans effet sur les champignons.

2.1.2. Choix des semences

L'utilisation de semences saines et désinfectées permet d'éviter les infestations des sols vierges et d'assurer un bon état phytosanitaire de la culture.

Certaines semences achetées non désinfectées, devront être traitées par un fongicide tel que le thirame. On ne paie jamais trop cher une semence de qualité.

2.1.3. Résistance

Le choix de variétés ou de porte greffes résistants, lorsque ils sont disponibles, est très bénéfique. Dans certains pays l'espèce Benicasa cerifora, cucurbitacée originaire de l'Extrême Orient, et utilisée comme porte-greffe, résiste au Fusariose du melon. Plusieurs variétés montrent des résistances au Fusarioses et à l'oïdium. La résistance à la fusariose est connu par deux gènes dominants indépendants (F.o.m. 1 : avec résistance aux race 0 et 2 et F.o.m. 2 : avec résistance aux races 0 et 1) et une tolérance non spécifique polygénique. Parmi les variétés les plus résistantes on connaît Alpha et Jador. Une résistance moyenne est connu dans les variétés Savor, Prior. Une résistance à la race 0 est présent chez Sprint, Romeo, Pancha. La tolérance à l'oïdium est connue chez Pancha, Cantor et Pharo. Des résistances aux viroses existent dans la nature mais ne sont pas encore complètement transférées.

2.1.4. Sanitation

Les déchets de culture (qui contribuent à conserver des maladies dans le sol) seront à ramasser et à brûler aussitôt à la fin de chaque culture.

Tableau 2 : Influence de la température sur quelques parasites des Cucurbitacées

Champignon	t°optimale	t°létale	(1)
Verticillium dahliae	23 -25	50	60
		57,5	30
Rhizoctonia solani	16 - 25	50 - 52,5	5
		47	60
		45	180
Fusarium oxysporum F. melonis	25	50	60
Fusarium oxysporum F. niveum	20 - 30	50	60
Myrothecium roridum	28 - 30	-	-
Fusarium solani F. cubensis	=< 20	-	-

(1) temps d'exposition à la chaleur humide en minutes

2.2. Lutte en cours de culture

2.2.1. La surveillance

La surveillance sanitaire des cultures est essentielle, afin de détecter à temps les problèmes et de prendre les mesures appropriées pour le combattre.

2.2.2. L'aération

L'aération des cultures abritées permet de réduire l'humidité élevée de l'air durant la journée, ce qui réduit l'activité de certains champignons exigeant en humidité tel que les agents du mildiou et de la pourriture grise.

2.2.3. Le chauffage

Le chauffage nocturne permet de réduire l'hygrométrie relative sous serre et permet de réduire l'activité de certains agents comme le *Phytophthora*, l'*Alternaria* et le *Botrytis*.

2.2.3. Techniques culturales

Certains champignons se développent dans les plaies de taille (*Botrytis*, *Sclerotinia*, *Myrothecium*). Il est donc important d'apporter le plus grand soin à la taille, celle-ci se fera sur plantes sèches et par temps sec, ce qui favorise une cicatrisation rapide des plants. Un traitement à base de fongicides sera utile après cette opération. La couverture par la terre de la base de la tige blessée par suite de la taille des feuilles est à l'origine des attaques par *Myrothecium roridum*. Aussi la taille des cotylédons est à proscrire pour les mêmes raisons. La pratique de saproudrer les plaies de taille par la terre fine est également à proscrire.

2.2.4. Utilisation des fongicides

Les traitements par des fongicides sont certainement les plus importants et les plus utilisés pour combattre les parasites qui s'attaquent aux organes aériens des plants. Ce sont eux qui permettent, en particulier, de protéger les cultures contre le mildiou, l'*alternaria*, la pourriture grise, l'anthracnose et l'oidium. Les parasites qui causent ces maladies ne peuvent en effet être atteints facilement lorsqu'ils ont pénétré dans les tissus de la plante. Pour les combattre, on dépose à la surface des organes sensibles, un produit toxique qui forme une barrière à toute contamination. Le succès d'un traitement dépend :

2.2. Lutte en cours de culture

2.2.1. La surveillance

La surveillance sanitaire des cultures est essentielle, afin de détecter à temps les problèmes et de prendre les mesures appropriées pour le combattre.

2.2.2. L'aération

L'aération des cultures abritées permet de réduire l'humidité élevée de l'air durant la journée, ce qui réduit l'activité de certains champignons exigeant en humidité tel que les agents du mildiou et de la pourriture grise.

2.2.3. Le chauffage

Le chauffage nocturne permet de réduire l'hygrométrie relative sous serre et permet de réduire l'activité de certains agents comme le *Phytophthora*, l'*Alternaria* et le *Botrytis*.

2.2.3. Techniques culturales

Certains champignons se développent dans les plaies de taille (*Botrytis*, *Sclerotinia*, *Myrothecium*). Il est donc important d'apporter le plus grand soin à la taille, celle-ci se fera sur plantes sèches et par temps sec, ce qui favorise une cicatrisation rapide des plants. Un traitement à base de fongicides sera utile après cette opération. La couverture par la terre de la base de la tige blessée par suite de la taille des feuilles est à l'origine des attaques par *Myrothecium roridum*. Aussi la taille des cotylédons est à proscrire pour les mêmes raisons. La pratique de saproudrer les plaies de taille par la terre fine est également à proscrire.

2.2.4. Utilisation des fongicides

Les traitements par des fongicides sont certainement les plus importants et les plus utilisés pour combattre les parasites qui s'attaquent aux organes aériens des plants. Ce sont eux qui permettent, en particulier, de protéger les cultures contre le mildiou, l'*alternaria*, la pourriture grise, l'anthracnose et l'oidium. Les parasites qui causent ces maladies ne peuvent en effet être atteints facilement lorsqu'ils ont pénétré dans les tissus de la plante. Pour les combattre, on dépose à la surface des organes sensibles, un produit toxique qui forme une barrière à toute contamination. Le succès d'un traitement dépend :

- de la qualité du produit et de la concentration
- du moment de l'intervention (début de l'attaque)
- de la qualité de l'application du produit sur la plante.

Des calendriers de traitement peuvent être établis en tenant compte, pour chaque région, des résultats statistiques des invasions au cours des années précédentes, des stades de la végétation et des conditions climatiques. Les données sur les maladies des Cucurbitacées cultivées sous abris sont insuffisantes, ce qui rend difficile l'établissement de calendriers de traitements appropriés en Tunisie. Le tableau 2 propose des traitements préventifs d'assurance.

Tableaux 2 : Lutte contre les maladies des Cucurbitacées par les fongicides

maladie	m.a.	nom commerciale	dose (g/hl)	inter- valle	rem
oidium	Benomyl *	Benlate	30	7-14 j	1
	Dinocap	Karathane	18.25	7-10	1
	Thiophanatemethyl	Pelt 44	35	7-14	1
	Fenarimol	Rubigan	2.4	7-14	1
mildiou	Chlorothalonil	Daconil	150	7	1/2
	Mancozèbe	Dithane M 45	160	5-7	1/2
	Manèbe	Manebe	160	7	1/2
	Zinebe	Microneb	200	7	1/2
	Manebe - Thiophanate methyl	Peltar	250	7	1/2
	Benomyl *	Benlate	30	7-14	1
anthracnose	Mancozèbe	Dithane M45	160	5-7	1
	Manebe	Manebe	160	7	1
	Chlorothanicol	Daconil	150	7	2
alternaria	Mancozèbe	Dithane M45	160	5-7	2
	Zinebe	Microneb	200	7	2
cladosporiose mêmes produits que l'anthracnose					

* l'utilisation contenue de ce produit est à l'origine de création de nouvelles souches résistantes.

Rem : (1) commencer le traitement dès l'apparition de la maladie

(2) traiter dès l'apparition de deux vraies feuilles dans les zones où la maladie existe.

Tableau 3 : Agents phytopathogènes signalés sur Cucurbitacées cultivées sous abris en Tunisie

agent causal	maladie	hôte	transmission		
			semence	sol	insecte
<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>melonis</i>	flétrissement	melon	+	++	-
<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>niveum</i>	flétrissement	pastèque	+	++	-
<i>Fusarium solani</i> f. <i>Cubensis</i>	pourrit. racines fonte de semis	cucurb.	+	++	-
<i>Rhizoctonia solani</i>	pourrit. racines fonte de semis	polyphage	-	++	-
<i>Monosporascus</i> cannonbalus	pourrait. racines	melon/autres ?	-	++	-
<i>Myrothecium roridum</i>	pourrait. collet	melon/autres ?	-	++	-
<i>Verticillium dahliae</i>	flétrissement	polyphage	-	++	-
<i>Pseudoperonospora</i> cubensis	mildiou	cucurb.	-	-	-
<i>Alternaria cucumerium</i>	alternariose	cucurb.	++	+	-
<i>Cladosporium cucumerium</i>	cladosporiose	cucurb.	+	+	-
<i>Colletotrichum largenania</i>	anthracnose	cucrb	++	+	+
<i>Botrytis cinerea</i>	pourrit. grise	polyphage	-	+	-
<i>Erysiphe cichora</i>	oidium	cucurb.	-	-	-
Virus	mosaïque jaune criblure	melon	?	?	?

* agents pthogènes signalés pour la première fois en Tunisie

Les maladies de la tomate (tableau 4)

3. maladies fongiques

Divers champignons attaquent les racines et le collet, et plus particulièrement le *Fusarium oxysporum* f. *Lycopersici* qui provoque la Fusariose de la tomate. Plusieurs races physiologiques de ce champignon existent, elles sont caractérisées par des différentes variétés de tomate qu'elles sont capables d'attaquer. Le recours à des variétés résistantes est la méthode la plus sûre pour combattre cette maladie. Il existe deux gènes dominants de résistance notamment 1 et 2 une résistance respective contre les races 0, 0 et 1.

Le *Verticillium dahliae*, provoque la verticilliose de la tomate, qui comme la Fusariose se manifeste par un flétrissement de la plante, et l'on doit également, pour la combattre, recourir à des variétés résistantes. La résistance est du type dominant (Ve).

Divers pourritures des racines, du collet et des tiges peuvent être dûes à divers *Fusarium*, *Phytophthora parasitica* (mildiou terrestre), *Didymella lycopersici* et *Pyrenochaeta lycopersici* (corky-root).

Parmi les champignons s'attaquant aux feuillage et fruits citons : l'oidium (*Leveillula taurica*), le mildiou (*Phytophthora infestans*), l'alternariose (*Alternaria la pourriture grise* (*Botrytis cinerea*), le cladosporiose (*Fulvia fulvum*) et la stemphyllium solani (la pourriture grise, *Fulvia fulvum* (*Botrytis cinerea*) et le *Stemphyllium solani* (stemphylliose), (cladosporiose). Un champignon qui est spécialisé dans l'attaque des fruits après récolte, *Cladosporium* sp., a été également signalé dans plusieurs localités du Sud et du Centre Tunisien.

4. Maladies à virus

Deux graves maladies à virus sont associées aux cultures de la tomates sous-abris : la mosaïque du tabac (TMV) et la tomato yellow leaf curl (TYLC). La TMV est un virus transmis par contact mécanique et par semences. Pour le combattre on doit utiliser des variétés résistantes qui sont disponibles de préférence ceux qui combinent les genes Tm1 et Tm2-2 sous forme hétérozygote. Le TYLC est transmis par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*) et il est inféodé essentiellement aux cultures d'arrière-saison. La lutte contre ce fléau est basée sur la lutte contre le vecteur.

5. Lutte contre les maladies fongiques de la tomate

Le principe de lutte contre les maladies de la tomate est identique à celui du melon. La différence se situe au niveau de la nature des parasites inféodés à chaque culture. La lutte chimique contre les maladies de la tomate est résumée dans le tableau 5.

Tableau 4 : agents phytopathogènes signalés sur tomate cultivée sous abris en Tunisie

agent causal	maladie	hôte	transmission		
			semences	sol	insecte
<i>Fusarium oxysporum</i> f. Lycop.	flétrissement	To	+	++	-
<i>Verticillium dahliae</i>	flétrissement	Poly	-	++	-
<i>Phytophthora infestans</i>	mildiou	To/Pdt	-/+	-	-
<i>Botrytis cinerea</i>	pourrit. grise	Poly	-	++	-
<i>Alternaria solani</i>	alternariose	Poly	+	-	-
<i>Cladosporium</i> sp.	taches noires sur fruits	To	+	+	-
<i>Leveillula taurica</i>	oidium	To/Pi	-	-	-
<i>Stemphyllium solani</i>	stemphylliose	To	+	+	-
Tobacco mosaic virus	mosaïque	Solan.	+	+	-
Tomato Yellow Leaf Curl	enroulement	To	-	-	+

Tableau 5 : Lutte contre les maladies de la tomate par des fongicides

maladie	m.a.	nom commercial	dose (g/hl)
mildiou	chlorothalonil	Daconil	150
	mancozèbe	Dithane M 45	160
	manèbe	Manèbe, Dithane M22	160
	dichlofluanide	Euparène	100
	zinèbe	Dithane Z 78	
alternariose	chlorothalonil	Daconil	150
pourriture grise	dichlofluanide	Euparène	125
	thirame	Thirame	200
cladosporiose	chlorothalonil	Daconil	150
oidium	dinocap	Karathane	18.25
	chinomethionate	Morestan	7.5
	fenerimol	Rubigan	2.4
stemphylliose	voir alternariose		

LES MALADIES DU PIMENT SOUS ABRI EN TUNISIE

Le piment cultivé sous-abris en Tunisie est soumis à de nombreuses maladies qui constituent actuellement un problème majeur en culture protégée. Ces affectations entraînent des pertes importantes, même dans les cultures bien tenues, pouvant toucher parfois la totalité de la récolte.

Les principales maladies observées dans les cultures de piment abrité figurent sur le tableau suivant :

agent causal	maladie	transmission		
		semences	sol	puceron
<i>Rhizoctonia solani</i>	Fonte de semis	-	++	-
<i>Phytophthora capsici</i>	flétrissement brusque	+	++	-
<i>Leveillula taurica</i>	oidium	-	-	-
Virus de la mosaïque du tabac	mosaïque + nécrose	++	+	-
Virus Y de la pomme de terre	mosaïque	-	-	++
Virus de la mosaïque du concombre	mosaïque	-	-	++
Virus de la mosaïque de la luzerne	mosaïque	-	-	++

Etude des principales maladies

1. La fonte de semis

Deux principaux champignons sont les agents responsables de la fonte de semis de jeunes plantules de piment, ce sont :

- *Pythium* spp.
- *Rhizoctonia solani*.

Le *Rhizoctonia solani* entraîne en Tunisie les dégâts les plus importants. Le pathogène cause la mort des semis avant ou après la levée.

La fonte de semis est plus particulièrement dangereuse dans les pépinières où les cultures sont maintenues humides. Les dégâts peuvent être réduits par une irrigation contrôlée, par des arrosages légers avec des solutions fungistates prêtes et par l'utilisation des semences traitées avec un fongicide tel que le captane ou le thirame.

2. *Phytophthora capsici*

Ce champignon est principalement inféodé au piment et au poivre et d'une façon moins importante à la tomate et cucurbitacées.

Sur piment *P. capsici* est capable d'infecter toutes les parties de la plante. Les plants infectés présentent la pourriture des racines, le chancre de la tige, la brûlure des feuilles et la pourriture des fruits. Si la base et la tige est étranglée on assiste souvent à un flétrissement brusque de toute la plante. Les feuilles montrent des petites taches vert foncé, rondes ou irrégulières qui s'étendent et deviennent brun clair et risquent de passer pour l'échaudage. Le parasite s'attaque fréquemment aux fruits et y provoque des petites taches hémiques, vert foncé, qui se couvrent, par temps humide par le mycélium du champignon. Les graines peuvent être infectées, elles paraissent alors brunes et ridées.

Moyens de lutte :

- irrigation localisée car l'irrigation à la raie favorise la dissémination de la maladie
- en cas d'irrigation localisée l'injection d'un mélange de sulfate de cuivre et de permanganate de potassium permet de réduire la dissémination.
- utiliser des semences saines prélevées sur des plants sains
- planter en terrain non contaminé et pas trop humide
- aérer la serre pour éviter les infections des parties aériennes et notamment les fruits
- les traitements à base de cuivre, de métalaxyl et d'éthyl phosphite d'aluminium (Alliette) peuvent réduire l'incidence de cette maladie.
- des variétés résistantes partiellement au *Phytophthora capsici* ont été développées dans le type poivron. Il s'agit d'une progression plus lente de la maladie, qui ensemble avec la lutte chimique donne des résultats assez intéressants.
- le greffage sur porte-greffe PHIO 636 ou P 51 est possible.

3. Les maladies à virus

Plusieurs maladies à virus ont été observées dans les cultures de piment en Tunisie. Parmi les virus fréquemment rencontrés, on peut citer :

- le virus de la mosaïque du tabac (TMV)
- le virus Y de la pomme de terre (PVY)
- le virus de la mosaïque du concombre (CMV)
- le virus de la mosaïque de la luzerne (AMV)

+) Le TMV

Le TMV qui infecter plusieurs autres espèces et notamment la tomate, est largement répandu dans les cultures de piment abrité. Ce virus a été isolé à partir de toutes les zones où le piment est cultivé (Bizerte, Tunis, Cap Bon, Sousse, Monastir, Gabes, Medenine, tozeur...). Des souches spécifiques au piment ont été identifiées.

Les symptômes provoqués par le TMV sont assez variables, selon la souche virale, la variété, le stade d'infection et la température. En Tunisie les symptômes sur piment (de primeur ou d'arrière-saison) commencent à apparaître au cours de la fructification. Souvent sur les feuilles on observe une mosaïque vert jaunâtre accompagnée de nécroses des nervures, visibles surtout sur la face inférieure du limbe. Des nécroses des petits rameaux jusqu'à la tige principale sont aussi courants. Les fruits sont souvent déformés et petits.

+) Le PVY

Le PVY a été essentiellement observé dans les cultures de piment à partir de la fin d'été et surtout en arrière-saison. Les infections des cultures de primeur sont tardives et occasionnent moins de dégâts. Les symptômes provoqués par ce virus peuvent changer selon la souche virale et la variété de piment. En général le PVY entraîne un arrêt de la croissance, alors que les feuilles malades présentent une mosaïque vert foncé avec une déformation du limbe. Certains souches de PVY peuvent entraîner des nécroses au niveau des nervures, des feuilles, des fruits et de la tige.

+) CMV

Comme le PVY le CMV est essentiellement inféodé aux cultures d'arrière saison. Les symptômes provoqués par ce virus sont du type mosaïque avec un restrissement du limbe qui devient dans certains cas filiforme. Les fruits sont déformés et peuvent porter des stries et des anneaux.

+) AMV

Bien que rencontré de temps à temps dans les cultures abritées de piment, ce virus ne semble pas entraîner des dégâts importants. En effet à part la mosaïque jaune brillante observée sur les feuilles on n'a pas noté d'effets négatifs sur la croissance globale, ni sur la qualité des fruits.

+) Le TMV

Le TMV qui infecter plusieurs autres espèces et notamment la tomate, est largement repandu dans les cultures de piment abrité. Ce virus a été isolé à partir de toutes les zones ou le piment est cultivé (Bizerte, Tunis, Cap Bon, Sousse, Monastir, Gabes, Medenine, tozeur...). Des souches spécifiques au piment ont été identifiées.

Les symptômes provoqués par le TMV sont assez variables, selon la souche virale, la variété, le stade d'infection et la température. En Tunisie les symptômes sur piment (de primeur ou d'arrière-saison) commencent à apparaître au cour de la fructification. Souvent sur les feuilles on observe une mosaïque vert jaunâtre accompagnée de necroses des nervures, visibles surtout sur la face inférieure du limbe. Des necroses des petits rameaux jusqu'à la tige principale sont aussi courants. Les fruits sont souvent déformés et petits.

+) Le PVY

Le PVY a été essentiellement observé dans les cultures de piment à partir de la fin d'été et surtout en arrière-saison. Les infections des cultures de primeur sont tardives et occasionnent moins de dégâts. Les symptômes provoqués par ce virus peuvent changer selon la souche virale et la variété de piment. En général le PVY entraîne un arrêt de la croissance, alors que les feuilles malades présentent une mosaïque vert foncé avec une déformation du limbe. Certains souches de PVY peuvent entraîner des nécroses au niveau des nervures, des feuilles, des fruits et de la tige.

+) CMV

Comme le PVY le CMV est essentiellement inféodé aux cultures d'arrière saison. Les symptômes provoqués par ce virus sont du type mosaïque avec un restrissement du limbe qui devient dans certains cas filiforme. Les fruits sont déformés et peuvent porter des stries et des anneaux.

+) AMV

Bien que rencontré de temps à temps dans les cultures abritées de piment, ce virus ne semble pas entraîner des dégâts importants. En effet à part la mosaïque jaune brillante observée sur les feuilles on n'a pas noté d'effets négatifs sur la croissance globale, ni sur la qualité des fruits.

Les sources de dissémination :

Le TMV est capable de se conserver dans les semences, le sol, les débris des plantes malades, les mauvaises herbes, les autres cultures sensibles notamment la tomate, les instruments de travail etc... Les autres virus (PVY, CMV, AMV) se conservent uniquement sur les plants vivants - mauvaises herbes, cultures annuelles ou pérennes.

La transmission :

La transmission du TMV d'une plante malade à une plante saine se fait mécaniquement à travers des microblessures. La transmission par les insectes est inconnue. L'intensification des pratiques culturales dans les cultures abritées est à l'origine des fortes infestations de ces cultures par le TMV. L'infection des jeunes plantules s'effectue à partir des semences contaminées à travers les blessures créées lors du repiquage.

La transmission naturelle des autres virus s'effectue par diverses espèces de puceron selon le mode non - persistant, c'est à dire le puceron est capable d'acquérir le virus d'une plante malade en quelques secondes et de l'inoculer à une plante saine également en quelques secondes. Le puceron perd le virus rapidement (après une heure environ).

Lutte contre les viroses du piment

La lutte contre les maladies à virus est avant tout préventive. Les précautions sont indispensables pour limiter les sources de contamination, de limiter l'activité du vecteur et d'utiliser des variétés peu sensibles.

La lutte contre le TMV se base essentiellement sur des mesures prophylactiques assez sévères :

- utilisation des semences garanties indemnes du virus
- en cas d'absence de garanties il est nécessaire d'assainir les semences avec de la chaleur (traitement thermique des semences pendant 3 jours à 70° C ou 1 jour à 80° C) ou bien avec une solution à base de orthophosphate trisodique (solution à 10% pendant 20'). Ce traitement réduit néanmoins la faculté germinative de 5 à 10%.
- éviter les sols qui ont servi à des cultures sensibles notamment la tomate.
- appliquer des mesures d'hygiène rigoureuses :
- désinfecter les tuteurs

- désinfecter les outils et les mains surtout lors de la taille des plantes et la cueillette avec une solution à 3% d'orthophosphate trisodique.

- réduire les manipulations inutiles

- éliminer les mauvaises herbes sur les abords des serres.

- éliminer les plantes virosées dès qu'elles apparaissent.

- les variétés résistantes de piment ne sont pas encore répandues en Tunisie vu que la majorité des variétés de piment fort utilisées sont locales. L'introduction du gène Li sera néanmoins intéressante. Dans le cas de poivron dont les semences sont importées il est nécessaire de rechercher les variétés résistantes.

La lutte contre les autres virus peut se résumer ainsi :

La lutte contre le vecteur (puceron) par des aphicides est sans effet sur la dissémination des virus non persistants du piment. Le moyen qui est en mesure de réduire l'incidence du PVY et du CMV est la pulvérisation de la culture avec de l'huile minérale (lait ?) qui semble avoir un effet négatif sur l'inoculation du virus.

Des techniques se basant sur la réduction de l'activité des pucerons dans la culture se sont révélées dans certains cas intéressants, parmi ces techniques on peut citer :

- l'utilisation des surfaces réfléchissantes alluminisées qui semblent éloigner les pucerons des plants proches des bandes.

- l'utilisation des bandes de plastique jaune englué peut servir comme piège pour les pucerons et ainsi on réduit l'infestation de la culture.

MALADIES DE LA PASTÈQUE

La culture de pastèque abritée risque d'être attaquée par un certain nombre d'agents phytopathogènes (tableau) :

agent causal	maladie	hôte	transmission semences sol insecte		
Pythium sp.	fonte de semis pourriture fruits pourriture racines	poly	-	++	-
Rhizoctonia sp.	fonte de semis	poly	-	++	-
Fusarium sp.	fonte de semis	poly	+	++	-
Fusarium oxysporum f. niveum	flétrissement	past	+	++	-
Pseudoperonospora cubensis	mildiou	cucur	-	-	-
Colletotrichum lagenarium	anthracnose	cucur	++	++	+

Alternaria cucumerina	alternariose	cucur	++	++	-
Cercospora citrullina	cercosporiose	cucur	-	++	-
Virus de la mosaïque de pastèque (WMV)	mosaïque	cucur	-	-	++
Virus de la jaunisse de laitue (LIY)	jaunisse	cucur	-	-	++

poly : polyphage past : pastèque cucur : cucurbitacée

Les recommandations de lutte contre les maladies des cucurbitacées sont aussi valable pour le pastèque (voir séminaire de formation sur les malades.

LA LUTTE CONTRE L'OIDIUM DES SOLANACEES (LEVEILLULA TAURICA) ET AUTRES MALADIES *

Leveillula taurica appartenant aux Ascomycètes, est le seul membre endophytique de la Famille des Erysiphaceae. Les Ascomycètes sont caractérisés par un processus de reproduction sexuée aboutissant à la formation d'asques, sortes de sacs renfermant des spores appelées ascospores.

Outre ce processus de reproduction sexuée, la plupart des espèces peuvent aussi se multiplier végétativement en formant des spores appelées conidies.

La famille d'Erysiphacées groupe des espèces vivant obligatoirement en parasites sur les feuilles ou sur les jeunes rameaux des phanérogames et causant des maladies connues sous les noms d'Oïdiums ou de Blancs (en anglais : powdery moldew). La plupart des genres sont caractéristiques par un mycélium blanc ou grisâtre qui envoie des suçoirs dans les culles épidermiques. Cependant chez les *Leveillula* on note la présence de mycélium à l'intérieur des tissus de l'hôte (endophytisme). Le mycélium aérien donne en abondance des conidies. Plus tard, généralement en fin de saison, à la surface des punctuations brun roux ou noirâtres apparaissent.

Le mode de pénétration n'est pas tout à fait connu. Plusieurs auteurs pensent que cela se fait au niveau des stomates, d'autres estiment que la cuticule est perforée par les conidiophores. En tout la densité des stomates ne semble pas directement liée avec la sensibilité à l'oidium chez la tomate.

Normalement la forme imparfaite de ce champignon, *Oidopsis taurica*, est connue. Cette forme épand des conidies. La taille des conidies varie selon l'hôte, et se situe le plus souvent entre 25 et 90 μm de long. Les conidies sont dispersées par le vent.

Les cleistothecia mesurent 135 à 250 μm de diamètre et sont presque toujours implantés dans le mycelium à la surface de l'organe de l'hôte (rarement on le trouve à l'intérieur des tissus de l'hôte). Chaque cleistothecium contient en général 20 à 35 asci, 70-110 μm x 25 - 40 μm de taille. Chaque ascus contient 2 ascospores. Les ascospores sont longs, cylindriques et faiblement incurvé et mesurent 25 - 40 μm x 12 - 22 μm .

* 2ème Séminaire National de Formation dans le cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 65/004. GAFSA - 14
Novembre 1988

1. Hôtes

Il est général accepté et convenu que le *Leveillula taurica* est originaire de l'un ou des deux centres dans lesquels un très grand nombre d'hôtes est concentrés : les régions à climat doux et secs du centre et de l'ouest asiatique et les régions à climat doux et sec du bassin méditerranéen.

Certains auteurs avancent la théorie que le genre *Leveillula* provient en réalité du genre *Erysiphe* (ce qui expliquerait le grand nombre d'hôtes communs pour les 2 genres). Le développement de *Leveillula taurica* à partir d'*Erysiphe* se serait produit dans les zones méditerranéennes : le genre *Erysiphe* se serait bien développé aux bordures des zones tempérées et le *Leveillula taurica* se serait répandu par conséquent vers les zones à climat secs. Par la suite le *Leveillula* s'est adapté progressivement aux hôtes pouvant prospérer dans des zones beaucoup plus humides et même pluvieuses. Le caractère endophytique de l'espèce chez beaucoup d'hôtes l'a énormément aidé dans cette adaptation.

Malgré son adaptation à une gamme d'humidité assez large, le *Leveillula taurica* ne semble pas capable de s'adapter à des températures beaucoup plus basses que celle existantes dans les régions d'origine et son apparition dans les pays nordiques semble être une exception.

Le *Leveillula taurica* attaque un grand nombre de plants de plus de 25 Familles avec e. a. des Solanaceae (tomate, poivron, aubergine, pomme de terre...) et des Composés (artichaut, cardon...) Ces hôtes sont en majorité des plants herbacées, mais aussi l'olivier et d'autres plantes pérennes figurent parmi les hôtes.

L'infection mutuelle du blanc provenant de la tomate, de l'olivier et du piment est possible, cependant le blanc provenant de l'artichaut ne peut infester les 3 premiers hôtes. L'inoculation croisée dépend largement des facteurs environnants, il y a une diminution progressive de la sensibilité des hôtes en fonction de l'augmentation de la température.

2. Symptômes

Le champignon attaque principalement le feuillage des plantes, très rarement on le rencontre sur d'autres organes. L'apparition de taches jaunes brillantes sur la surface supérieure de la feuille et une couverture poudreuse ou plutôt cotonneuse sur la face inférieure sont les symptômes les plus connus. Les taches peuvent être angulaires et strictement limitées par les nervures chez le sésame, le concombre, la tomate et luzerne ; elles peuvent être plus diffuses comme c'est le cas chez le

piment, la pomme de terre, l'aubergine, la carotte et l'olivier.

Parmi tous les hôtes, le piment représente des symptômes particuliers : le tissu de la face inférieure peut présenter un brunissement et une décoloration. La chute des feuilles est remarquable chez le piment, et a aussi été signalée chez l'olivier.

Chez la majorité des hôtes d'importance économique tel que la tomate, l'aubergine, la pomme de terre et le sésame, les feuilles sont affectées et séchent mais persistent sur la plante.

Chez l'artichaut le *Leveillula taurica* provoque des taches blanches de contours indéfinis sur la surface inférieure de la feuille. Il est peu aisé de découvrir ces taches pendant les premiers stades de développement de la maladie, parce que la face inférieure des feuilles de l'artichaut est poilue et blanchâtre. Plus tard, les tissus jaunissent mais les lésions ne sont pas bien déterminées.

Chez l'oignon la partie infectée de la feuille est couverte par des hyphes blanchâtres et le tissu couvert ne prendra la couleur jaunâtre que plus tard pour tout les hôtes herbacés, les vieilles feuilles sont généralement les premières à être attaquées.

La sensibilité au *Leveillula taurica* est liée à l'âge de la plante. Les vieilles plantes sont plus rapidement et plus tôt attaquées que les jeunes. Le concombre n'est attaqué que 6 à 8 semaines après le semis. Le début d'attaque sur sésame se situe au début du stade floraison. Les feuilles d'artichaut passent par un état indemne puis par un état de sensibilité. L'ordre d'apparition de la sensibilité suit l'âge des feuilles : dans une culture c'est toujours la feuille la plus basse donc la plus âgée qui est la première atteinte.

En général on peut conclure que le champignon n'attaque pas des hôtes durant les jeunes stades et ce au moins sous les conditions de plein champ. Les feuilles ou pousses individuelles semblent devoir passer un certain âge avant d'être totalement sensible.

3. Influence de l'humidité et de la température sur le développement du champignon - épidémiologie

Une humidité relative (H.R.) élevée favorise la germination des conidies. Des

conidies collectées sur *Capsicum annuum* donnent la meilleure germination à 100% H.R. :

H.R. (%)	germination (%)
100	44.5
95	23.1
40 à 90	5.6 à 10.7
0 à 20	2.7 à 3.1

Le tube germinatif des conidies est moins long (1 à 5 μ m) pour des humidités faibles (18 à 30%).

La température influence aussi la germination des spores. Des conidies provenant de la plante *Capparis spinosa* donnent un taux de germination suivant, en fonction de la température :

température (°C)	taux de germination (%)
5	0
15	26
24	30
26	41
36	5

En général le début de l'infection est favorisé par des températures de 18 à 25° C (optimum pour la tomate à 25° C, pour le piment à 20° C) et des humidités relatives de 50 à 75%.

Une humidité faible et des températures comprises entre 15 à 25° C favorisent la chute des feuilles. La défoliation commence déjà au début de l'infection et est dû à des réactions hormonales de la plante hôte.

Les hôtes biennales ou vivaces telles que l'artichaut, l'alfalfa ou des hôtes ligneux tels que l'olivier, peuvent facilement transmettre le champignon d'année en année. De plus certaines plantes annuelles, pouvant se développer toute l'année, favorisent la transmission et constituent une source d'inoculum. Le nombre très important d'hôtes sauvages peuvent être considéré comme source tout à fait important d'inoculum. Les facteurs les plus importants pour que le *Leveillula taurica* devient épidémique paraissent être le degré de sensibilité des hôtes présent, tenant compte ou pas des conditions climatiques.

Les divers hôtes sont en effet à diviser en 2 groupes :

groupe 1 : hôtes ayant une sensibilité dépendant des conditions climatiques :

pomme de terre, tomate, alfalfa, artichaut.

p. e. L'épidémie sur artichaut est en relation avec une pluviométrie limitée et un abaissement de température en automne. Le développement chez pomme de terre, tomate et alfalfa est fortement lié à une humidité relative basse conduisant à des attaques sur ces cultures en relation avec le degré de sensibilité variétale.

groupe 2 : l'attaque de *Leveillula taurica* n'est pas clairement conditionnée par le milieu et l'apparition brutale d'épidémies est très liée avec le stade de développement pendant lequel la plante hôte atteint sa sensibilité maximale. Ainsi des attaques de 'blanc' sur piment et aubergine ne peuvent être prévenues avec succès en se référant uniquement aux conditions climatiques.

4. Lutte

4.1. Résistances variétales

Les cultivars commerciales de tomate diffèrent énormément de point de vue sensibilité au blanc. Des essais faits en culture d'arrière-saison au Sahel de Sousse permettaient la distinction entre 'Estrella', 'Kimaresh' et 'Monalbo' comme cultivars légèrement infestés et 'H 63-5', 'Amfora', 'Carmelo', 'Epona' et 'Lucy' comme variétés très susceptibles. Les comptages des stomates sur les 2 faces de feuilles ne faisaient pas apparaître des différences entre les cultivars.

Plusieurs chercheurs ont considéré *Leveillula taurica* comme l'une des maladies dont la sévérité dépend du conditionnement des plantes (piment), les facteurs climatiques pouvant jouer ainsi un grand rôle dans la prédisposition de la plante à la maladie. En considérant les relations préétablies entre les effets de *Leveillula taurica* et ceux du stress hydrique sur les cultivars sensibles de piment par comparaison aux cultivars résistants, nous pouvons penser que les effets de *Leveillula taurica* touchent directement ou indirectement la régulation hormonale de la plante. Une pulvérisation par une solution contenant de l'IAA ou de l'IBA retardait nettement la chute des feuilles induite par *Leveillula taurica*. D'après Pochard E. la résistance génétique doit être considérée comme l'un des éléments

d'un système incluant les techniques culturales, les traitements phytosanitaires et la structure de l'adaptation variétale dans une région donnée (résistance intégrée).

Tous les cultivars de piment couramment utilisés sous serre en Tunisie se sont montrés sensibles à l'oidium. Néanmoins le suivi de l'épidémiologie de l'oidium permet de constater des différences importantes. En prenant en considération le niveau de l'infection primaire, l'hybride Tunisien 'B 26' renommé par sa précocité, se montre le plus sensible. Pendant les mois de février, mars et avril, l'infection progresse sur tous les cultivars d'une façon plus ou moins vite. Cette progression est la plus accélérée sur les cultivars doux 'Lamuyo' et 'Estrel' tandis qu'elle est lente sur la variété 'Beldi'. La chute des feuilles, intervenue après les infections graves, est plus précoce sur les cultivars étrangers que sur 'Beldi'.

4.2. Contrôle par les moyens culturaux

Il faut éviter, si possible, la culture de jeunes plantes d'espèces sensibles proche d'une ancienne culture déjà infestée.

La transmission du champignon est possible de la tomate vers le piment et vers d'autres hôtes. Une planification attentive et rigoureuse des plantations maraîchères est donc nécessaire pour éviter une large concentration de spores provenant des anciennes plantations. En Tunisie une artichautière de 2^{ème} année est généralement affectée par *Leveillula taurica* et il convient alors d'éloigner une jeune artichautière d'une ancienne plantation. Une élimination immédiate des vieilles feuilles de base de l'artichaut aidera à éviter des épidémies brusques. Un calendrier bien étudié est un moyen de lutte p.e. pour l'artichaut, la culture doit arriver au stade maturité au moment où le champignon a le moins de chance de se développer. En Israël l'un des avantages du semis précoce au printemps pour la tomate de conserve est de permettre aux plantes de se développer au moins durant 8 semaines indemnes de toutes attaques de 'blanc'.

Le mode d'irrigation peut influencer l'attaque de *Leveillula taurica*. Les tomates se développant sous irrigation par aspersion sont moins affectées que celles irriguées par rigoles. L'aspersion résulte dans une augmentation de l'humidité relative et une baisse de la température de l'air. Le goutte à goutte par contre favorise la chute des feuilles suite à l'attaque d'oidium chez le piment, car créant un air plus sec.

d'un système incluant les techniques culturales, les traitements phytosanitaires et la structure de l'adaptation variétale dans une région donnée (résistance intégrée).

Tous les cultivars de piment couramment utilisés sous serre en Tunisie se sont montrés sensibles à l'oidium. Néanmoins le suivi de l'épidémiologie de l'oidium permet de constater des différences importantes. En prenant en considération le niveau de l'infection primaire, l'hybride Tunisien 'B 26' renommé par sa précocité, se montre le plus sensible. Pendant les mois de février, mars et avril, l'infection progresse sur tous les cultivars d'une façon plus ou moins vite. Cette progression est la plus accélérée sur les cultivars doux 'Lamuyo' et 'Estrel' tandis qu'elle est lente sur la variété 'Beldi'. La chute des feuilles, intervenue après les infections graves, est plus précoce sur les cultivars étrangers que sur 'Beldi'.

4.2. Contrôle par les moyens culturaux

Il faut éviter, si possible, la culture de jeunes plantes d'espèces sensibles proche d'une ancienne culture déjà infestée.

La transmission du champignon est possible de la tomate vers le piment et vers d'autres hôtes. Une planification attentive et rigoureuse des plantations maraîchères est donc nécessaire pour éviter une large concentration de spores provenant des anciennes plantations. En Tunisie une artichautière de 2^{ème} année est généralement affectée par *Leveillula taurica* et il convient alors d'éloigner une jeune artichautière d'une ancienne plantation. Une élimination immédiate des vieilles feuilles de base de l'artichaut aidera à éviter des épidémies brusques. Un calendrier bien étudié est un moyen de lutte p.e. pour l'artichaut, la culture doit arriver au stade maturité au moment où le champignon a le moins de chance de se développer. En Israël l'un des avantages du semis précoce au printemps pour la tomate de conserve est de permettre aux plantes de se développer au moins durant 8 semaines indemnes de toutes attaques de 'blanc'.

Le mode d'irrigation peut influencer l'attaque de *Leveillula taurica*. Les tomates se développant sous irrigation par aspersion sont moins affectées que celles irriguées par rigoles. L'aspersion résulte dans une augmentation de l'humidité relative et une baisse de la température de l'air. Le goutte à goutte par contre favorise la chute des feuilles suite à l'attaque d'oidium chez le piment, car créant un air plus sec.

Des mesures agronomiques (prophylactiques) simples comme l'élimination après traitement des mauvaises herbes sensibles à l'oidium, la destruction des déchets de taille et d'effeuillage devraient avoir des conséquences bénéfiques pour limiter les contaminations.

4.3. Lutte en utilisant des produits chimiques

- Prévion des périodes d'application :

Le seul cas ou on n'a pu remarquer une relation entre l'apparition du 'blanc' et les conditions météorologiques est pour l'alfalfa. Pour cette culture la maladie ne peut apparaître que seulement après 3 à 4 semaines d'humidité relative basse. La moyenne se situant aux alentours de 50%.

- Pour la détermination des périodes de traitements des champs individuels, il faut tenir compte des facteurs culturaux, le voisinage d'anciennes parcelles et les systèmes d'irrigation. Il pourrait être intéressant de réaliser des observations toutes les semaines sur des plantes marquées au préalable et de déclencher les traitements dès les premiers symptômes. L'intervalle d'application des fongicides est d'importance primordiale. Traitée à une intervalle trop long (15 jours) la croissance de l'infection d'oidium est accélérée. Des traitements tous les 5 à 7 jours donnent des très bons résultats. On peut quand-même aussi traiter préventivement tous les 10 jours à partir de la floraison du troisième bouquet chez la tomate et à partir de la nouaison de la première fleur chez le piment.

- Afin de préserver l'efficacité actuelle des fongicides le paracticien devra les appliquer en alternance selon le groupe chimique. Plusieurs fongicides citées dans la liste ci-dessous ont montré des efficacités différentes. Là ou à leur introduction, le benomyl, le thiophanate methyl, l'ethirimol et le pyrazophos, ont été très efficaces, les observations faites durant plusieurs campagnes ont démontré qu'ils n'étaient plus en mesure d'assurer une protection satisfaisante contre l'oidium. L'augmentation de la dose n'améliorait pas l'efficacité. L'apparition de souches résistantes aux fongicides pourrait être à l'origine de cette perte d'efficacité. Ces souches, sélectionnées par les fongicides durant la culture de primeur, ne sont plus soumises à ces traitements pendant la période estivale. Une fois cette pression de sélection supprimé ou incomplète, la population d'oidium pourrait retourner à son état antérieur par mélange avec des autres souches venant d'autres cultures ou de

mauvaises herbes. Cela pouvait expliquer pourquoi au début des épidémies, les fongicides ayant montré de signe de perte d'efficacité, arrivent à protéger les cultures dans une certaine mesure.

Liste de quelques produits anti-oidium

(m. a = matière active ; p. c = produit commercial ; doses en g/hl ou ml/hl ; S= systémique, C = contact)

m.a	p.c	groupe chimique	action	dose m.a	dose p.c
benomyl thiophanate-méthyl	Benlate Pelt 44	carbamates carbamates	S	30	60
			S	35	50
binapacryl dinocap	Ambox (2) Karathane	dérivés du phénol	C	50	100
			vapeur	18.25	100
triforine	Saprol	amides	S	28.5	150
triadimefen triadimenol	Bayleton Bayfidan	triazoles triazoles	S	5	
			S	5	20
tridemorphe	Calixine (3)	morpholines	S	15	
souffre mouillable	Solfo M (1,2)	soufre	vapuer	320	400
chinométhionate bupirimate éthirimol fenarimol pyrazophos	Morestan (2) Nimrod Milcurb Super Rubigan Afugan	diazines	C	8.75	35
		diazines	S	50	200
		diazines	S	20	
		diazines	S	2.4	60
		diazines	S/C	24.75	80
imazalil	Fungaflor	imidazoles	S	10	

(1) très efficace à une température supérieure à 25° C.

(2) en même temps acaricide ; Ambox est interdit 21 jours avant la récolte.

(3) phytotoxique sur piment sous serre.

LA POURRITURE GRISE, BOTRYTIS CINEREA *

1. Classification

Botrytis cinerea est la forme imparfaite, conidienne ou axexuée de *Sclerotinia fuckeliana*. Les sclérotinias sont des Ascomycètes de la classe des Discomycètes et de l'ordre des Héliotiales. Ils produisent des sclérotés, organes de forme et de taille variables. Les sclérotés sont noirs et formés de filaments étroitement entrelacés et leur centre est clair. Ces sclérotés peuvent germer et donner des apothécies. Les sclérotés se conservent bien dans le sol et peuvent y rester plus de 10 ans sans perdre leur viabilité.

Sclerotinia fuckeliana donne la forme conidienne. La formation des sclérotés est plutôt rare et si cela arrive, ils sont petits et plats. La forme conidienne, *Botrytis* par contre est fréquente et présente un aspect de moisissure grise (grey mould en anglais) avec la formation d'un grand nombre de spores.

Botrytis cinerea appartient à la division des Deuteromycotina, la classe des Hyphomycètes, l'ordre des Moniliales et la famille des Mucédinacées. Les conidiophores sont longues et atteignent souvent plus que 2 mm. La largeur est de 16 à 30 u. Elles sont hyalines ou légèrement pigmentées avec des ramifications, parfois dichotomes au sommet. Les cellules apicales sont larges ou rondes et portent des bouquets de conidies sur des stéigmates. Les conidies (6 - 14 x 6 - 9 u) sont hyalines à grisâtres, unicellulaires et ovoïdes. Les colonies sont grisâtres à brun grisâtres.

2. Hôtes

Le champignon est présent dans toutes les régions du monde à climat humide tempéré ou subtropical. Il apparaît comme parasite ou saprophyte sur un très grand nombre de plantes. Il attaque des fruits comme la fraise et le raisin, et des légumes comme le chou, la laitue, la tomate, l'aubergine. Il s'attaque aussi aux pommes, poires, bananes, abricots, petits pois et artichauts.

* 4ème Séminaire National de formation dans le cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004- Tozeur, 4 et 5 Avril 1989.

3. Symtômes

Sur tomate, *Botrytis cinerea* attaque tiges, feuilles et fruits. La moisissure grise peut envahir les vieilles feuilles, les plaies de taille avec formation de chancres bruns à gris cendre sur la tige. Le *Botrytis* attaque les fruits soit à partir des sépales soit à partir de la fleur sèche, si elle reste attachée à l'extrémité du fruit, sous forme de pourriture grise ou de tâches fantômes, qui rendent la commercialisation plus difficile, surtout qu'elles peuvent apparaître durant la période s'écoulant entre la récolte et la vente sur le marché d'exportation. Ce problème se pose surtout chez les variétés à gros fruits, sur lesquelles la fleur se détache plus difficilement.

Chez la fraise, *Botrytis cinerea* attaque tous les organes aériens avec une préférence pour les fleurs et les fruits. Les tissus atteints sont couverts d'un feutrage grisâtre, lorsque l'humidité est suffisante.

Chez la vigne l'attaque par le *Botrytis* du feuillage se caractérise par des larges tâches, d'une coloration brune-rougeâtre. Sur les jeunes pousses on observe de tâches brunes allongées, bordées de noir. Les dégâts les plus importants sont causés sur les baies.

Chez l'oignon, il attaque les feuilles, mais les dégâts sont surtout importants pendant la conservation, surtout si les oignons ont poussé longtemps dans des conditions non inductives résultant dans la formation d'un collet large. Si l'humidité durant la conservation est suffisante un duvet gris apparaît, mais en ambiance sèche des sclérotés apparaissent.

Chez le concombre et le melon, les tiges, pétioles et fruits sont attaqués. Sur les fruits, l'attaque peut commencer lors de la cicatrization des pièces florales. Il s'agit ici d'une pourriture stytaire. Les fruits peuvent être gravement attaqués alors qu'il atteignent leur taille définitive. Chez le melon le *Botrytis cinerea* (ainsi que le *Tricothecium roseum*) provoquent une pourriture stytaire molle et humide de la cicatrice des pièces florales (ombellic) qui peut gagner rapidement tout le fruit. Les variétés à grosses cicatrices sont plus sensibles (certains melons du type cantaloup brodé), mais aussi les conditions climatiques trop froides, entraînant souvent la doublure des fleurs, peuvent causer des grosses attaches stylaires. Le *Botrytis* peut se développer également sur la chair exposée à l'air des fruits éclatés. Chez le melon et

3. Symtômes

Sur tomate, *Botrytis cinerea* attaque tiges, feuilles et fruits. La moisissure grise peut envahir les vieilles feuilles, les plaies de taille avec formation de chancres bruns à gris cendre sur la tige. Le *Botrytis* attaque les fruits soit à partir des sépales soit à partir de la fleur sèche, si elle reste attachée à l'extrémité du fruit, sous forme de pourriture grise ou de tâches fantômes, qui rendent la commercialisation plus difficile, surtout qu'elles peuvent apparaître durant la période s'écoulant entre la récolte et la vente sur le marché d'exportation. Ce problème se pose surtout chez les variétés à gros fruits, sur lesquelles la fleur se détache plus difficilement.

Chez la fraise, *Botrytis cinerea* attaque tous les organes aériens avec une préférence pour les fleurs et les fruits. Les tissus atteints sont couverts d'un feutrage grisâtre, lorsque l'humidité est suffisante.

Chez la vigne l'attaque par le *Botrytis* du feuillage se caractérise par des larges tâches, d'une coloration brune-rougeâtre. Sur les jeunes pousses on observe de tâches brunes allongées, bordées de noir. Les dégâts les plus importants sont causés sur les baies.

Chez l'oignon, il attaque les feuilles, mais les dégâts sont surtout importants pendant la conservation, surtout si les oignons ont poussé longtemps dans des conditions non inductives résultant dans la formation d'un collet large. Si l'humidité durant la conservation est suffisante un duvet gris apparaît, mais en ambiance sèche des sclérotés apparaissent.

Chez le concombre et le melon, les tiges, pétioles et fruits sont attaqués. Sur les fruits, l'attaque peut commencer lors de la cicatrisation des pièces florales. Il s'agit ici d'une pourriture stylaire. Les fruits peuvent être gravement attaqués alors qu'il atteignent leur taille définitive. Chez le melon le *Botrytis cinerea* (ainsi que le *Tricothecium roseum*) provoquent une pourriture stylaire molle et humide de la cicatrice des pièces florales (ombellic) qui peut gagner rapidement tout le fruit. Les variétés à grosses cicatrices sont plus sensibles (certains melons du type cantaloup brodé), mais aussi les conditions climatiques trop froides, entraînant souvent la doublure des fleurs, peuvent causer des grosses attaches stylaires. Le *Botrytis* peut se développer également sur la chair exposée à l'air des fruits éclatés. Chez le melon et

le concombre les attaques sur feuilles sont moins fréquentes que les attaques sur tiges et surtout des attaques sur fruits.

Chez l'haricot, il y a 2 types de dégâts : il y a des tâches foliaires d'une part et une contamination des filets d'autre part. Les tâches sont provoquées par de pétioles qui tombent sur une feuille d'où le champignon peut pénétrer dans la feuille. La contamination du filet se fait soit par l'intermédiaire du stylet soit par les pétioles.

4. Biologie

Botrytis cinerea est un parasite de faiblesse, qui peut attaquer les semences qui germent, les jeunes et vieilles plantes. Il peut se développer comme saprophyte dans le sol.

Les formes de conservation (mycélium ou sclérotés) sporulent en formant les spores ou conides. Elles sont transportées par les courants d'air. Ces spores constituent essentiellement l'inoculum.

En général, une plante saine, c.a.d. intacte, n'est pas envahie. L'installation du champignon a lieu à partir d'une blessure, causée en outre par la taille, d'une feuille vieillissante ou morte et est énormément favorisée par les températures extrêmes, peu favorables au végétal et créant même des traumatismes au niveau des tissus. Ce sont donc des portes d'entrées pour le *Botrytis*, qui y trouve la base nutritive à partir de laquelle le champignon attaque les organes vivants.

La germination des spores peut être facilitée également par les substances excrétées par les cellules épidermiques de la plante. L'humidité de l'air joue un rôle important dans le développement de la plante et du champignon. Une humidité élevée dans une serre diminue l'évapotranspiration de la plante et la quantité d'eau entre les cellules reste élevée et favorise le développement du mycélium du *Botrytis*. Une diminution de l'humidité de l'air diminue la quantité d'eau sous l'épiderme et freine ainsi la formation du mycélium.

La pluie ou l'eau livrée n'est pas absolument indispensable pour provoquer une infection. Une humidité de l'air élevée est déjà suffisante (> 95%). Sous serre chauffée correctement, l'hygrométrie nocturne est maintenue entre 80 et 90% et on crée donc des conditions peu favorables pour le *Botrytis*. Si on conduit bien l'aération surtout en début de la journée on doit pouvoir échapper aux infestations

par le Botrytis. Le Botrytis vit entre 5 et 30° C avec un optimum à 18° C. Les températures extrêmes, causant le gel ou la brûlure provoquent des blessures au niveau des feuilles, qui seront des portes d'entrée pour le champignon. Il y trouvera sa base nutritive, comme indiqué ci-dessus.

En serre les dégâts sont souvent observés au cours des mois peu lumineux. En plein air, un climat très pluvieux favorise l'attaque, qui peut s'aggraver après un coup de froid qui affaiblit la plante.

En conclusion, on peut dire que les changements brusques de l'humidité de l'air et de la température favorisent l'installation du Botrytis. Il a besoin d'une humidité relative élevée (> 90%) pour la contamination. La sporulation est bloquée par la présence d'un film d'eau. La dissémination est par contre favorisée par l'air sec. Une brumisation continue n'augmente pas la vitesse de l'épidémie. La diminution du taux de calcium rend la feuille et les fruits plus sensibles au Botrytis.

5. Lutte

Toutes les mesures prophylactiques, qui peuvent supprimer le développement du botrytis, doivent être pris en considération, d'où l'intérêt de connaître les facteurs qui influencent le cycle de développement. On ne peut sans doute pas se priver de traitements chimiques, mais les mesures prophylactiques sont sans aucun doute un grand atout dans la lutte contre le Botrytis.

5.1. Méthodes prophylactiques

- * Le Botrytis s'installe sur les feuilles vieillissantes ou mortes : il faut donc éliminer ces feuilles et effectuer l'effeuillage de la base, nettoyer la serre en éliminant les fruits tombés, etc...

- * le Botrytis s'installe dans une plaie (causée par la taille). Il est recommandé de sectionner la pétiole au ras de la tige au lieu de laisser un petit morceau adhérent, et éventuellement la traiter ou badigeonner avec une solution ou une braie à base d'un fongicide efficace, ce qui contribue à mieux maîtriser l'installation du champignon.

L'humidité relative dans la serre joue un rôle dans la sporulation et la dissémination l'aération de la serre peut être réglée en fonction de l'humidité. Assécher la serre le matin peut éviter l'installation du champignon.

Sous serre chauffée les hygrométries nocturnes créent des conditions moins favorables au Botrytis, mais il faut éviter de faire montrer brutalement l'hygrométrie le matin en arrêtant trop tôt le chauffage ou en oubliant l'aération de la serre.

L'irrigation localisée est un autre facteur favorable pour diminuer les installations du Botrytis. Le Botrytis se trouve aussi sur les substrats inerts très divers au voisinage des plantes : le nettoyage régulier de la serre élimine beaucoup de spores.

L'utilisation de densités très importantes nécessite une grande surveillance car elle résulte dans une mauvaise aération au niveau de la plante.

Pour la conservation de la tomate après la récolte, il est conseillé d'utiliser des plateaux à alvéoles pour diminuer les blessures et de ralentir l'extension des pourritures.

La conduite de la culture en général doit tenir compte du Botrytis si elle existe dans l'environnement proche : irrigation sans excès, fertilisation en évitant l'excès d'azote et en renforçant la potasse, et toutes les facteurs pouvant contribuer à faire durcir un peu le feuillage.

5.2. Lutte chimique

Pour renforcer les mesures prophylactiques, des traitements préventifs sont nécessaires pendant la période de risque d'infection, donc en saison fraîche et humide. Le traitement s'effectue sur la plante entière, car toutes ces parties peuvent être atteintes. Les plaies de taille peuvent être badigeonnées avec une pâte de fongicide pour éviter l'infection. Cette pâte est obtenue en ajoutant très peu d'eau sur un fongicide efficace.

Afin d'éviter la formation de bases nutritives, il faut traiter tôt, ce qui permet de limiter le potentiel infectieux. Les traitements chimiques sont pourtant souvent décevants. La lutte chimique contre le Botrytis a créé des souches résistantes aux produits. Dans certains cas, les benzimidazoles (comme benomyl, carbendazime, thiophanate-méthyl) n'ont plus d'effet, et sont donc à éviter. Le manèbe et le zinèbe non plus, ont un effet sur Botrytis cinerea, et au contraire, ils semblent même sensibiliser les plantes aux attaques.

L'apparition de quelques nouveaux produits (dicarboximides) sont d'une

grande aide pour l'agriculteur. Ces produits de contact ne souffrent pas encore du problème d'apparition de souches résistantes et ils luttent en même temps contre d'autres champignons voisins du Botrytis comme le Sclerotinia et le Monilia.

Il faut toujours alterner les différents produits par groupe chimique pour éviter la formation de souches résistantes. Une augmentation de la dose n'a aucun effet.

Une désinfection du sol peut éliminer beaucoup d'inoculum, car le Botrytis vit dans le sol.

5.3. Lutte biologique

Des essais sont en cours sur tomate avec un champignon antagoniste, *Trichoderma viride*. Ce champignon se met dans les bases nutritives du Botrytis avant son installation, tout en interdisant son développement. Sur vigne, plusieurs souches de *Trichoderma* sp., résistantes à certains fongicides sont testées seules ou en alternance avec des fongicides. Certains souches ont déjà données de bons résultats.

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LA POURRITURE GRISE, BOTRYTIS CINEREA

matière active	produit commercial	groupe chimique	action	DL 50	dose		délai
					m.a	p.c	
dichlofluamide	euparène	sulfamides	C pr/cur	500 - 2000	100	200	
procymidone	sumisclax	dicarboximides	C pr/cur	6800	75	150	7
iprodione	rovral	idem	C pr	3500	75	150	3
vinchlozoline	ronilan	idem	C pr/cur	10000	75	150	3
benomyl	benlate	carbarnates	S pr/cu	10000	30	60	
thiophanate-methyl	pel 44	acide carb.	S pr/cur	6000	150	200	

C : contact S : systémique

pr : préventif cur : curatif

DL : 50 mg/kg

p.c. : produit commercial

m.a. : matière active

Procédure d'organisation d'une enquête phytosanitaire sur l'oïdium du piment "*Leveillula taurica* (Lev) Arn. : Résultats et Discussions *

I. INTRODUCTION :

La culture du piment de primeur sous serre occupe une place importante dans le périmètre public irrigué de Monastir ; c'est ainsi que sur une superficie totale de 23 ha en culture de primeur ; le piment occupe 14,8 ha et représente un pourcentage de 64,4% de l'ensemble des cultures pratiquées sous abris serre.

Ensemble avec le mildiou, provoqué par *phytophthora capsici* (Léon), L'oïdium causé par '*Leveillula taurica*' (Lev). Arn est à l'origine d'importantes réductions de récolte. Rares sont les cultures qui ne sont pas affectées par ce parasite et maintes fois on assiste à une chute importante de feuillage ayant un effet direct sur la production.

II. MATERIEL ET METHODES :

Durant la première semaine du mois de mars, 60 serres cultivées en piment ont été visitées dans le périmètre de Monastir ce qui représente 13% des plantations de piment sous serres. Lors de cette enquête on s'est renseigné sur les différents facteurs qui sont en étroite liaison avec la présence et le développement de l'oïdium sur la culture. L'importance du degré d'attaque a été quantifiée sur une échelle 1 - 5 ; chaque point y représente un taux de 20%.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1/ Variétés

a) Répartition variétale : (Fig. 1)

La variétés B26 reste la plus cultivée (43%) suivie d'Anahiem (33,33%), tandis que (16%) des serres sont occupées par Beldi. Le cultivar Baklouti se trouve en dernière position avec (6,66%) seulement.

(*) BEN AICHA.B., Ingénieur Principal, Chef du Service Défense des Cultures Station d'Appui. OMIVAN.
NABIA., Ingénieur technicien Chef du périmètre public irrigué de l'OMIVAN - MONASTIR.

Séme Seminaire National de Formation dans le Cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004

Souassi 24-25 Mai 1989.

La forte demande des variétés B₂₆ et Anahaïem peut s'expliquer par leur aptitude de nouer à basse température et leur rendement élevé ; cependant les cultivars piquants Beldi et Baklouti trouvent toujours leur place vû leur bonne tolérance à l'oïdium et leur prix de vente intéressant.

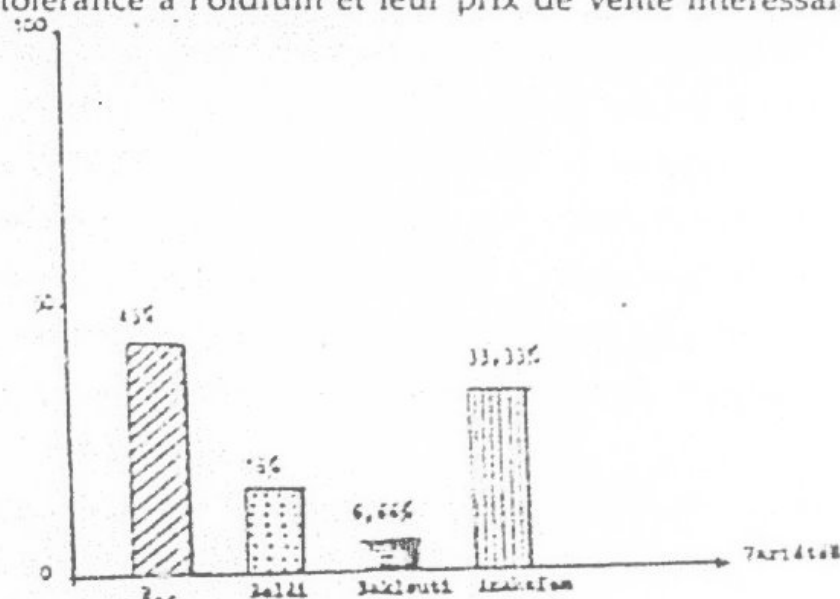


Fig. 1 : Répartition variétale

b) Interaction oïdium - variété : (Fig. 2)

De cette enquête il a été possible de distinguer des différences en sensibilité variétale; les variétés les plus précoces se montraient trop sensibles en l'occurrence le B₂₆ et Anahaïem ; le Beldi tolère bien l'attaque tandis que Baklouti portait l'infection la plus faible. Ces observations confirment encore les résultats acquis auparavant à la station de Nebhana.

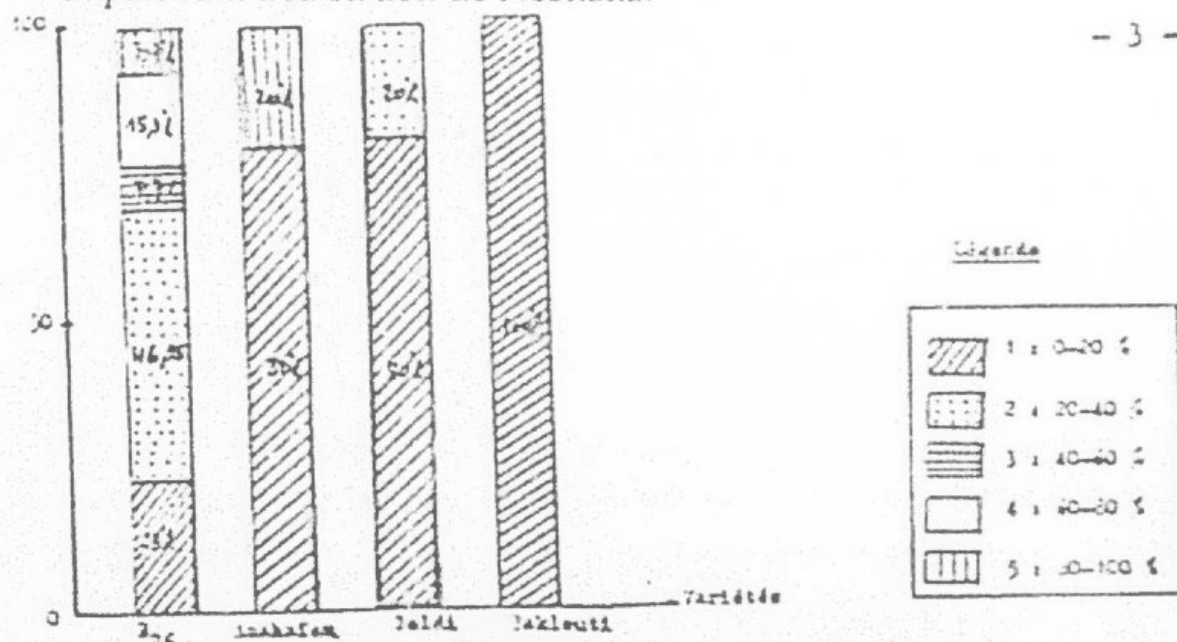


Fig. 2 : Interaction indice d'infection - variété

2/ Date de plantation :

a) Variation des dates de plantation : (Fig. 3)

La plantation a été échelonnée durant une période de 3 mois avec une répartition en nombre presque égale : octobre (30%), novembre (36,66%) et décembre (33,33%) respectivement. Presque la totalité des agriculteurs ayant planté au mois d'octobre ont une autre source d'eau que celle de Nebhana (ouverture le 15 septembre) pour procéder à la préparation de leur sol et à la production de leur propres plants et avoir par conséquent une production précoce ; ceux ayant procédé à une plantation au mois de décembre ont le plus souvent des empêchements de différents ordres : disponibilité en plants, endettements envers l'office, serres désinfectées etc...

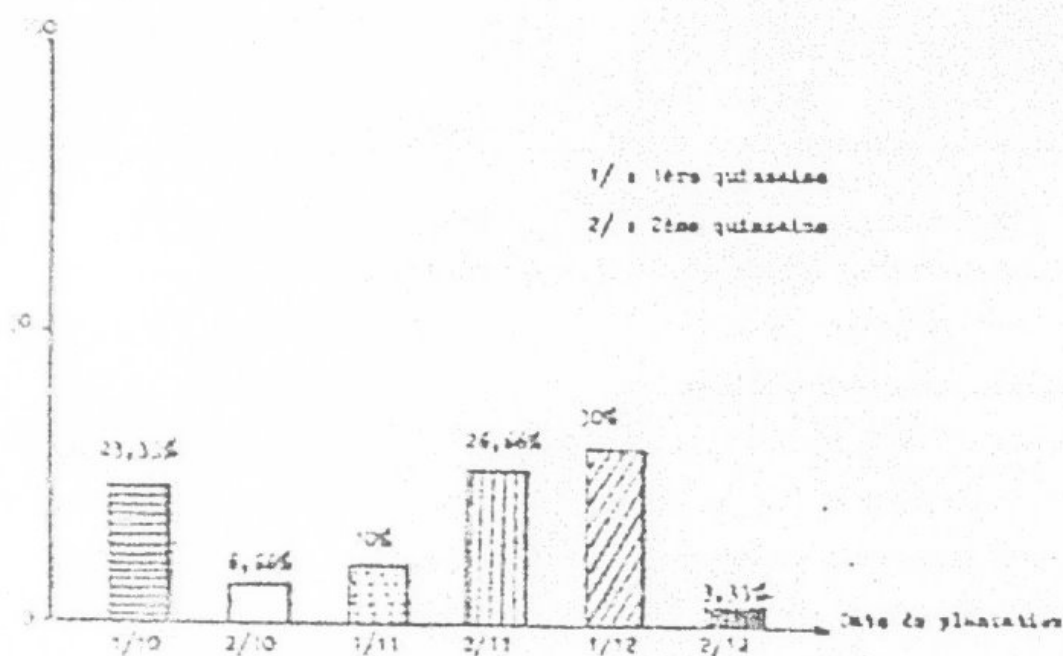
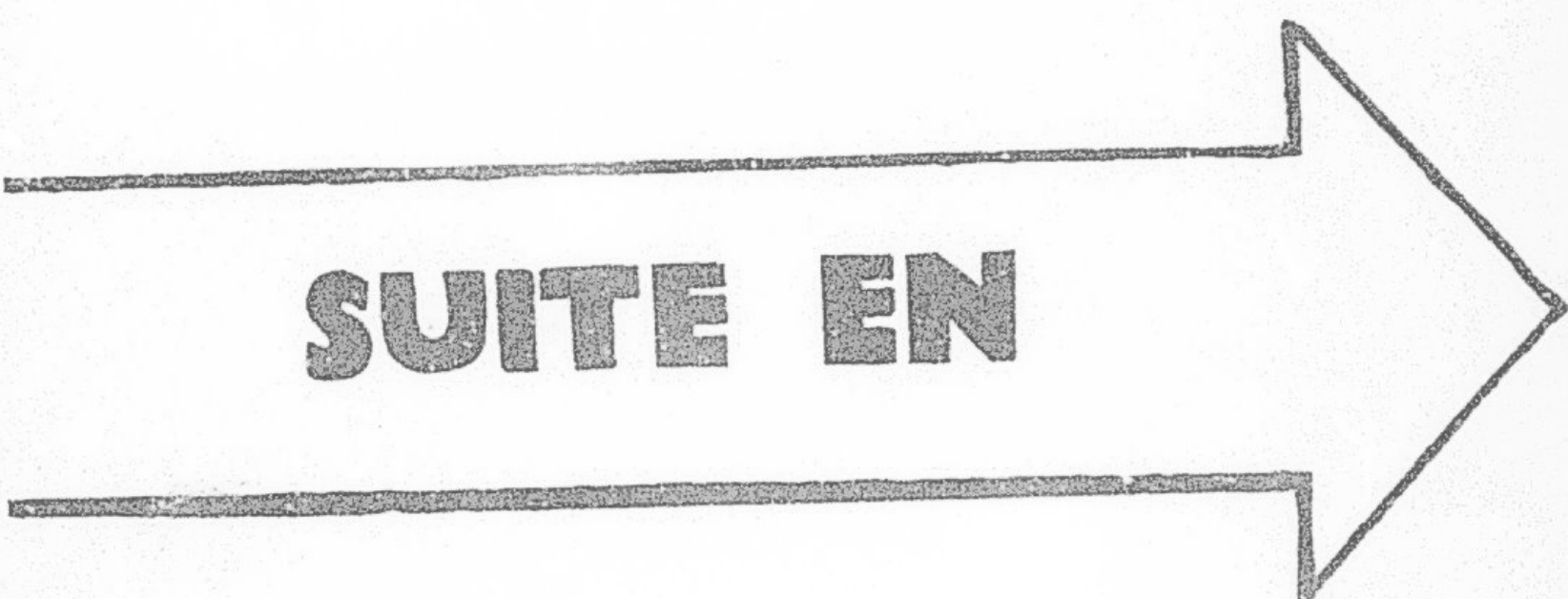


Fig 3 : Variation des dates de plantation

b) Influence de la date de plantation sur l'infection oïdienne (Fig 4)

Plus on plante tôt, plus le degré d'infestation est important ; c'est ainsi que l'attaque oïdienne est trop sévère sur les plantations d'octobre et regresse d'une façon bien nette dans le temps. Ceci est dû essentiellement aux conditions climatiques favorables, et à l'âge de la plante. En effet les plantes les plus âgées sont les plus attaquées.



SUITE EN

F

2



MICROFICHE N°

07570

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F

2

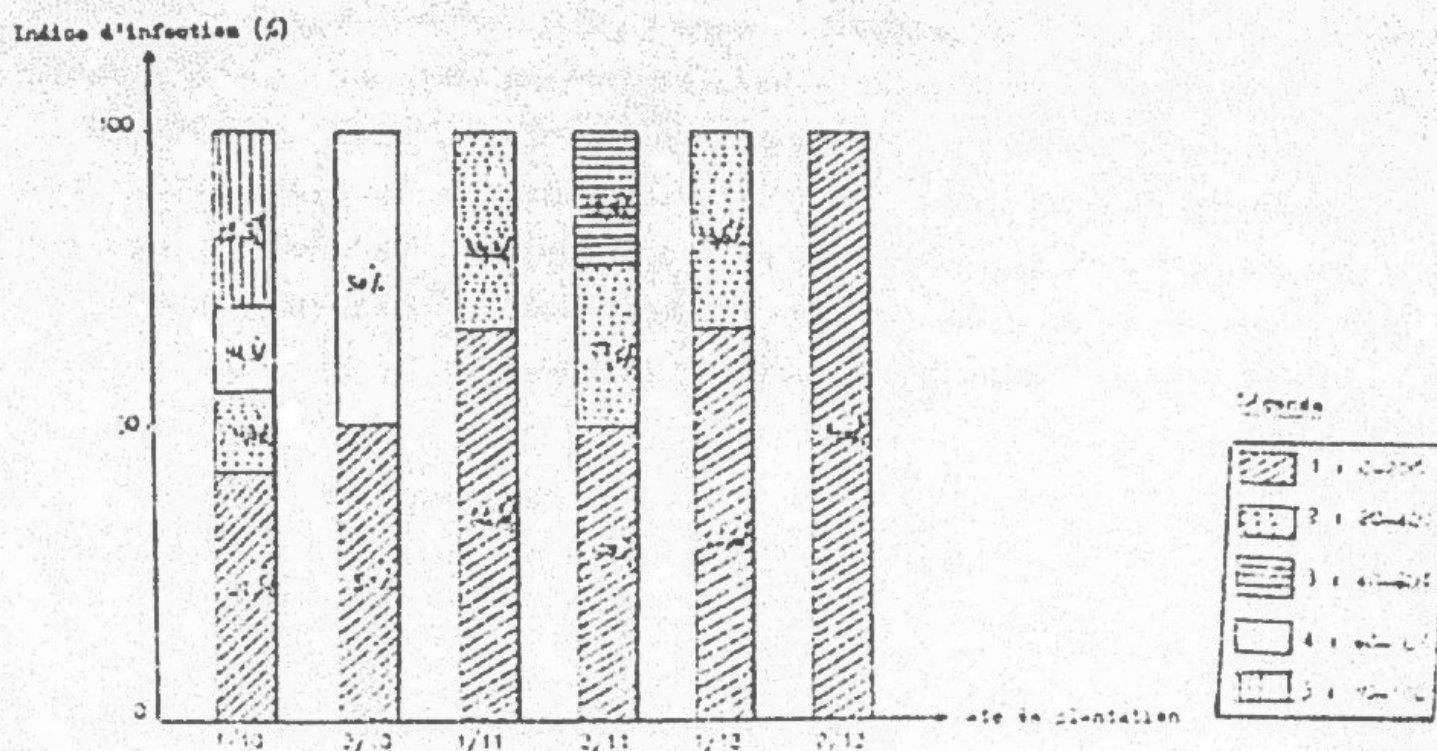


Fig 4 : Interaction indice d'infection - date de plantation

3/ Manipulation des anti-oïdium

En absence de variétés résistantes à l'oïdium ; la lutte chimique reste l'unique moyen contre ce champignon. Cependant la manipulation de ces produits doit répondre à plusieurs facteurs pour bien réussir l'opération :

a) Choix des produits : (fig 5)

Le choix du produit à utiliser est d'une grande importance. En effet sur le marché il existe une grande game d'anti-oïdium dont les agriculteurs utilisent sans tenir compte de leurs spécificités culturales. De ce fait on assiste souvent à des traitements non raisonnés qui pourraient causer de graves dégâts à la culture (16% dans notre enquête).

A titre d'exemple on peut citer les produits ci-dessous indiqués et qui ont été appliqués sur culture de piment : Karathane - Calixin - Afugan - Milcurb - et Morestan.

Malgré cette nécessité d'alterner ; 40% des manipulateurs enquêtés se contentent d'utiliser un seul produit. La non alternance s'est traduits par des degrés d'attaque plus importants (13,8 %) des serres enquêtées présentaient un indice d'infection supérieur à 60%).

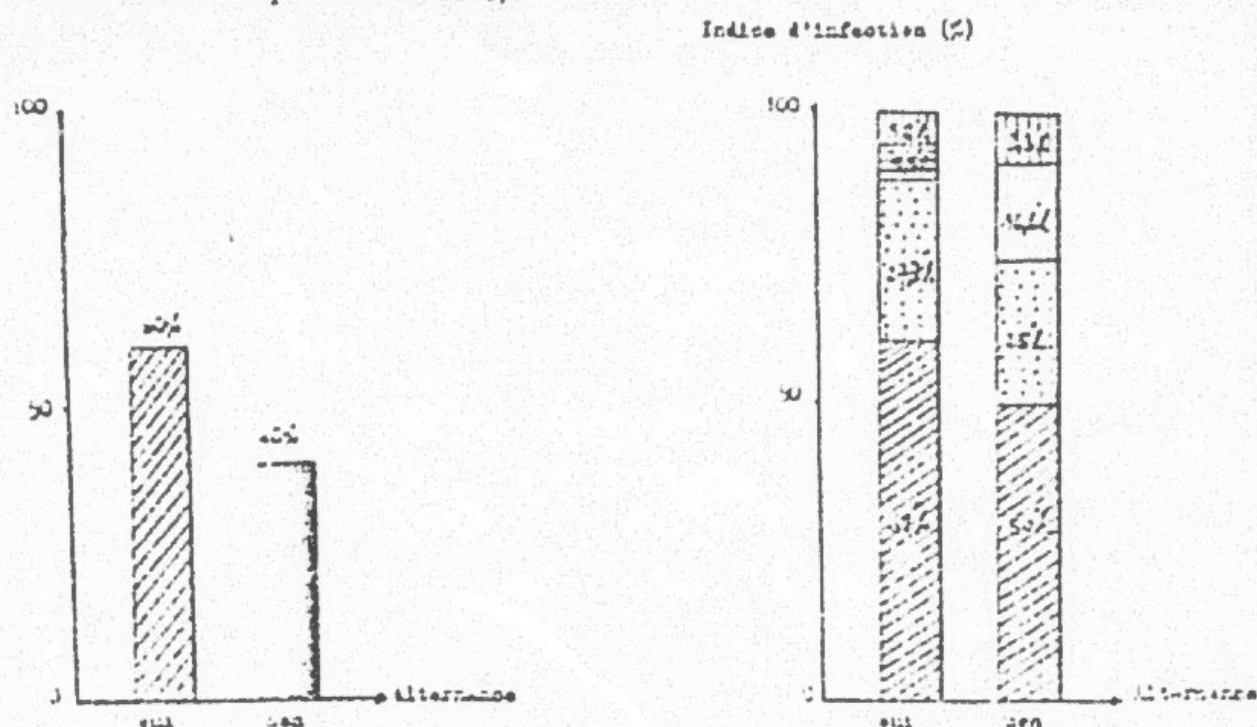


Fig 6 : Alternance des produits et effet sur la culture

c) Fréquence des traitements : (Fig 7)

La fréquence est l'intervalle entre deux traitements, période pendant laquelle le produit persiste encore dans la plante et y est toujours efficace. Elle est généralement de 7 à 10 jours. Plus la fréquence est approché, plus le produit est agressif, et plus l'intervalle est grande plus l'infection oïdienne est élevée. Dans notre enquête 46,66% des agriculteurs respectant l'intervalle recommandée.

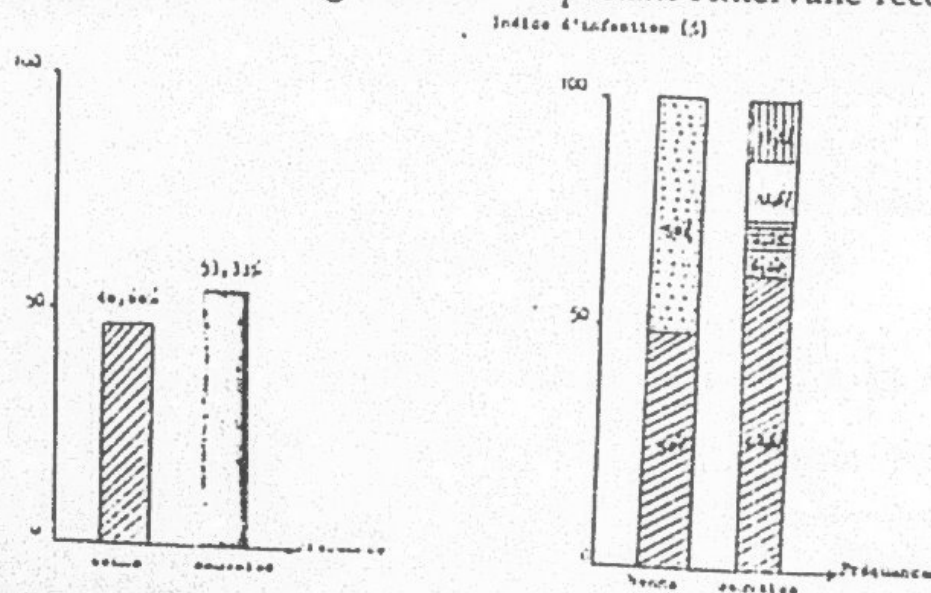


Fig 7 : Fréquence des traitements et effet sur la culture

d) Dose d'utilisation : (Fig 8)

La bonne dose d'utilisation est la quantité du produit recommandée par la firme déjà testée et homologuée dans nos conditions tunisiennes (exprimée en grs ou om3/100 l d'eau). Tout excès de dose peut causer des problèmes de phytotoxioité, alors qu'un sous dosage ne donne pas l'efficacité voulue.

Plus que la moitié des agriculuteurs (60%) utilisent la dose prescrite, alors que parmi les 40% restants on observe des surdosages et des sous dosages. Les unités de mesures utilisés sont des verres de thé, des capsules de bouteille ou des cuillères à soupe. La meilleure procédure reste a préparation d'une quantité de bouillie dans un fût et de remplir lepulvérisateur par la suite.

L'infection oïdienne prend plus d'ampleur avec le non respect de la dose (33,2%) des serres avec un indice d'attaque variant entre 60 et 80%.

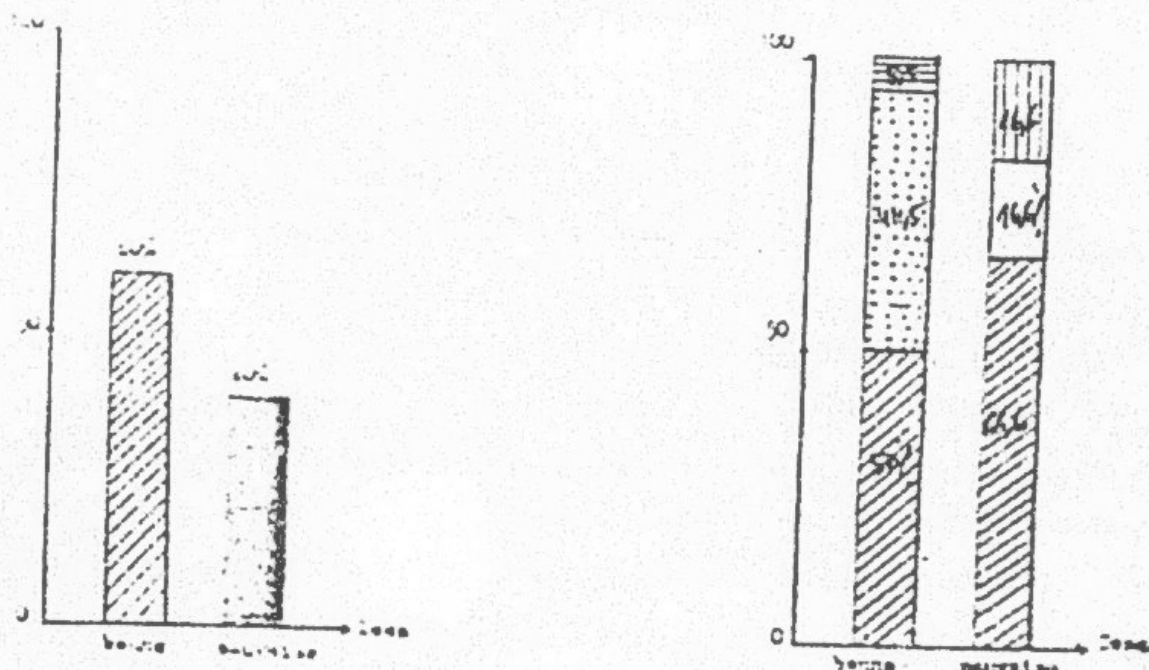


Fig. 8 : Intercation dose - infection d'oïdium

4/ Aération : (Fig 9)

L'oïdium du piment dû à '*Leveillula taurica*' est un parasite stricte nettement xérophYTE, ses conidies germent bien à une température de 18 - 25° C et une hygrométrie relative de 50 à 75%. Vu sa biologie, l'aération ainsi que le mode d'irrigation jouent un grand rôle dans la maîtrise des attaques oïdiennes.

Une bonne aération consiste à l'ouverture des portes et les laizes pendant les

heures chaudes de la journée (e 9 h jusqu'à 16 h environ). Après bonne pratique de l'aération, les attaques dues au blanc sont minimales, alors qu'une mauvaise aération engendre des fortes attaques d'oïdium ce qui confirme la relation aération-infection oïdienne.

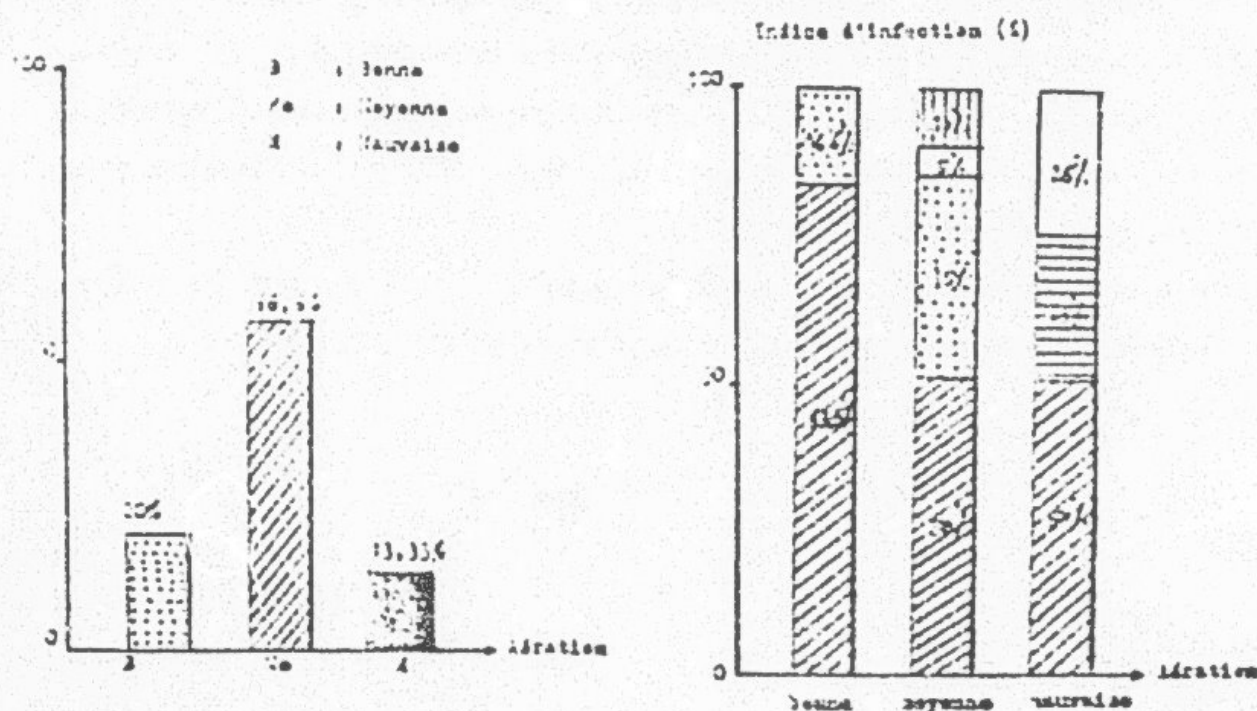


Fig 9 : L'aération et ses effets sur l'oïdium

5/ Mode d'irrigation (Fig 10)

Dans toutes les serres enquêtées l'irrigation est faite par rigole. Cependant selon les agriculteurs on distingue deux types d'irrigation : raisonnée et excessive.

raisonnée : consiste à irriguer 4 rigoles par serre dans le but d'économiser de l'eau et de diminuer l'humidité relative. 76,6% des agriculteurs utilisaient cette méthode.

excessive : irrigation dans les rigoles et les allées des serres (23,33% des cas).

Après une irrigation raisonnée, l'indice d'infection dû à l'oïdium n'est pas trop élevé ; 3,68% des serres présentaient un indice d'infection $> 60\%$ tandis que pour ceux recevant une grande quantité d'eau portaient des dégâts s'élevant à 28,6% $> 60\%$.

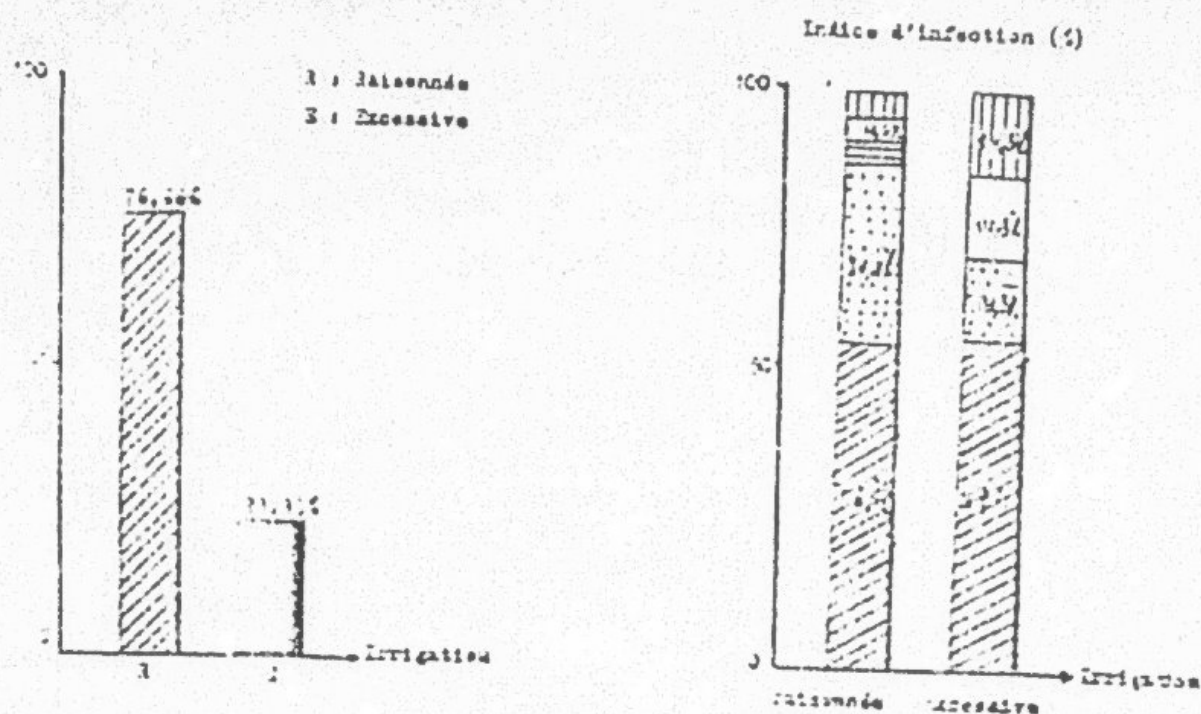


Fig 10 : Irrigation pratiqué et effet sur l'oïdium :

IV. CONCLUSION :

Cette enquête, effectuée au courant du mois des mars dans le périmètre de Monastir nous a permis d'avoir une idée sur la culture de piment et son parasite redoutable qui est l'oïdium, en faisant la combinaison de plusieurs facteurs liés à cette maladies, à savoir la sensibilité variétale, les dates de plantations, la mode d'irrigation, l'aération et la manipulation des produits : choix, dose, alternance et fréquence.

Si on fait, l'analyse des résultats enregistrés, on va observer quelques défaillances qui jouent un rôle favorable à la progression de la maladie et qu'il faut essayer de les corriger. Cette correction est possible par la programmation des sujets de vulgarisation extraite de ce travail d'enquête.

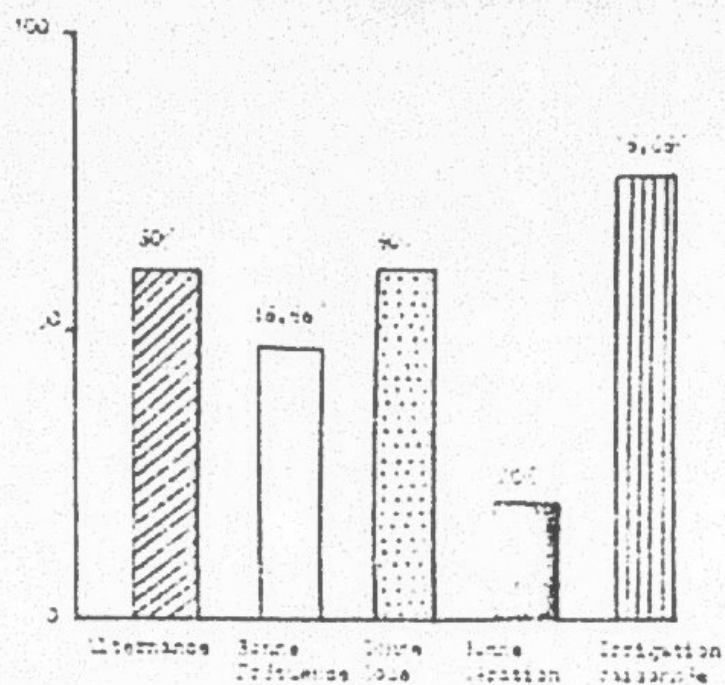


Fig 10 : Les résultats de l'enquête :

Au cours de ces observations on a pu retenir que parmi les agriculteurs enquêtés : (Fig 10)

- * 83,4% font le bon choix des produits.
- * 60% respectent la dose.
- * 46,6% respectent l'intervalle de traitement.
- * 76,66% pratiquent une irrigation raisonnée.
- * 20% aèrent bien leurs serres.

Donc on en déduit que seulement 20% des agriculteurs enquêtés (3/10) prenaient toutes les mesures adéquates contre l'oïdium.

LE MILDIOU DE LA TOMATE ET DU MELON

1. INTRODUCTION ET CLASSIFICATION

Afin de mieux comprendre la biologie et ensuite les méthodes de lutte, un petit aperçu sur la classification des mildious est utile.

Sous microscope, plusieurs structures sont visibles. On trouve des filaments, des spores etc. Les filaments forment le mycelium qui suivant les espèces, est cloisonné transversalement ou non. Les filaments mycéliens peuvent former des spores qui se détachent et se dispersent soit par le vent, soit par l'eau.

Certaines spores ont des flagelles : ce sont des zoospores. Ils ont besoin d'eau pour se disperser. Ces spores, produites par reproduction végétative (= bourgeonnement) sont appelées des conidies et sont portées par des conidiophores.

Classification :

Classe :	OMYCETES	
Ordre :	PERONOSPORALES	
Famille :	PYTHIACEES	
		PYTHIUM
		PHYTOPHTORA
	PERONOSPORACEES	PERONOSPORA
		PSEUDOPERONOSPORA

Avec les mildious on à faire aux champignons les plus primitifs. L'évolution commence avec certaines Pythiacées. Il s'agit d'espèces primitives vivant à l'état saprophyte dans le sol et qui attaquent occasionnellement les jeunes plantules. A partir de là, il y a une spéculation, une adaptation à la vie aérienne et une spécification aux plantes. L'évolution continue avec les Phytophtora, qui comprennent des espèces primitives, aquatiques vivant dans le sol. Leur virulence est déjà plus accentuée. Il y a donc les Phytophora du sol et les Phytophtora adaptés à la vie aérienne.

Les conidies - ici porteurs de zoospores - sont portées par des filaments spécialisés, des conidiophores. Les conidies peuvent être disséminées par et vent de

la pluie. Les plus évolués, p.e. *Phytophthora infestans* ont complètement perdu la vie saphrophytique.

Les Péronosporacées sont encore plus évoluées et sont devenues des parasites strictes. Les conidiophores émergent des feuilles par les stomates et portent des zoosporanges.

Certains genres (*Peronospora*) ont perdu la faculté d'émettre des zoospores et les conidies germent directement en produisant des filaments. Les *Pseudoperonospora* par contre produisent encore des zoospores. Cela implique que le *Peronospora* n'a plus besoin d'eau pour contaminer, une humectation à 100% étant suffisante.

En conclusion on peut dire que l'existence de zoospores nécessite la présence de l'eau pour se disperser.

2. PHYTOPHTORA INFESTANS

2.1. Symptômes

Sur feuilles : des taches irrégulières de couleur vert pale évoluant rapidement en plages huileuses, nécrotiques, irrégulières, brunissant et se nécrosent ultérieurement. A la face inférieure on constate un duvet blanc (= fructification) qui assure la dissémination du champignon. Le centre de la tâche se dessèche, tandis que le contour est claire à la surface supérieure.

Sur tiges : des taches brunes qui peuvent la ceinturer complètement.

Sur fruits : des tâches brunes, à aspect huileux. La surface des fruits est irrégulièrement bosselée, la chair reste dure.

2.2. Biologie

A noter que le champignon *Phytophthora infestans* peut passer directement de la tomate sur pomme de terre. Le mycélium se développe à l'intérieur de la plante-hôte et pénètre par les stomates supérieures. Lorsqu'il est assez développé, certains filaments mycéliens sortent par les stomates, à la surface inférieure de la feuille. Ce mycélium se différencie et forme une sorte d'arbuscule, conidiophore. Le

conidiophore porte à son extrémité des conidies qui, entraînées et disséminées par l'eau et le vent sur d'autres feuilles, assurent, après la germination, les nouvelles infestations.

La germination peut se faire de 2 façons : soit par une tube de germination, soit par des zoospores, dépendant de la température et de l'humidité relative.

Les conidiophores sont bien différenciés, avec des renflements aux ramifications, de croissance indéterminée. Conidies : $21 - 38 \times 12 - 23 \mu$, avec 1 papille apicale, d'abord terminale, puis latérale par suite de la croissance ultérieure du conidiophore. Les conidies sont en forme de citron.

2.3. Cycle de multiplication

2.3.1. Hivernation

Le champignon peut hiverner dans les débris végétaux. Certains chercheurs disent qu'il peut vivre comme saprophyte dans le sol, ce qui n'a pas été prouvé. La saison chaude élimine beaucoup de spores. Il semble que dans les pays Méditerranéens, peu de germes restent disponibles, car l'invasion grave ne se produit pas à la première période favorable, c.a.d. après une période de 7 jours où les minima sont supérieurs à 10°C et les maxima inférieurs à 30°C et avec une humidité élevée. Cela implique qu'en principe l'attaque de mildiou ne se manifeste pas au début de la culture. L'inoculum primaire correspond à la production des premières conidies. Le champignon se multiplie à partir de celui-ci. La multiplication dépend directement des conditions météorologiques.

2.3.2. Contamination

- Formation des conidiophores :

Sous certaines conditions d'hygrométrie et de température, il y a une formation de conidiophores et de conidies, ce qu'on appelle la fructification. Ces conditions sont :

+ hygrométrie supérieure à 90% HR pendant au moins 8 heures, avec un optimum vers 100% HR et 14 heures. En dessous de 80% HR, les sporanges perdent leur viabilité en 3 à 6 heures.

+ l'humectation des feuilles n'est pas nécessaire.

+ la température doit être entre 3 et 26° C avec un optimum entre 18 et 22° C. La formation des zoospores se passe à une température optimale de 13° C.

- Germination

Pour la germination et la pénétration du filament mycélien, l'humectation du feuillage est nécessaire pendant plus de 4 heures. L'humectation peut être faite soit par un film d'eau soit par la brume. La température doit être entre 10 et 25° C avec un optimum vers 18° C. Des températures au dessus de 30° C arrêtent le développement. La croissance et la sporulation reprennent dès que les conditions redeviennent favorables.

- Incubation

A partir des tâches primaires, la contamination initiales de nouvelles tâches se forment. L'incubation est la période entre l'infection et l'éclosion des nouvelles tâches. Dans les conditions idéales (16.5 à 20° C), il faut 4 jours pour couvrir ce cycle.

- Eclosion

L'éclosion c'est la formation des conidies à la face inférieure de la feuille. Les conidies formées peuvent être dispersées de nouveau. Le cycle continue dans les conditions favorables. La maladie progresse à partir des foyers d'infections primaires et les dégâts peuvent être prévus sur la base des seules données météorologiques. Une forte insolation avec sécheresse met fin à l'attaque.

2.4. Methodes de lutte

2.4.1. principes

L'intensification et la spécialisation des cultures provoque un déséquilibre de nutrition dans les plantes, qui les rend plus sensibles aux maladies. Dans ces conditions les sols deviennent des réservoirs infectieux et des pseudoparasites finissent même par y devenir très nuisibles et les problèmes seront de plus en plus difficile à résoudre.

L'homme doit prévoir les maladies et savoir par quels moyens on peut garder les plantes saines. La réceptivité d'une plante pour une maladie est fonction de plusieurs facteurs :

- constitution génétique

- environnement
- climat
- nutrition

+ constitution génétique :

La création de variétés résistantes implique une bonne connaissance des relations hôte-parasité. Mais le danger reste que la plante ainsi créée, est très sensible à d'autres champignons. Une résistance pour une maladie peut engendrer d'autres problèmes. L'utilisation de variétés résistantes doit être accompagnée d'autres mesures prophylactiques. Dans le cas du *Phytophthora infestans* une gène de résistance génétique existe chez la tomate. Ce gène 'Ph2' confère une tolérance à la plante, qui permet d'éviter les traitements préventifs et de démarrer les traitements dès apparition des symptômes. Ce gène est présent dans les variétés suivantes Ferline, Bali, Far dango, Pyros, Ringo, Tango.

÷ Environnement :

La présence d'inoculum pathogène dépend aussi de plusieurs facteurs. Les divers types de sols conviennent plus au moins à différents parasites. Un substrat à texture moyenne favorise la contamination. Dans un sol à texture fine, les zoospores ne peuvent pas se déplacer librement. Un substrat léger avec un faible pouvoir de rétention d'eau permettant un bon drainage élimine rapidement les zoospores.

La connaissance du précédent cultural est importante, car il favorise le maintien ou la multiplication d'inoculum pathogène. La rotation des cultures sous serre est assez limitée : tomate, piment et melon sont les principales cultures. La présence de mauvaises herbes peut être, pour le champignon, le relais entre deux cultures.

+ climat :

La présence d'inoculum pathogène ne veut pas dire que la maladie est installée. Sous certaines conditions, entre autres la température, lumière et humidité, la maladie peut se déclarer et envahir une serre en quelques jours. Sous serre, ses facteurs peuvent être influencés par :

- le chauffage, sous serre chauffée on peut maintenir l'hygrométrie nocturne entre 80 et 90%, alors que sous serre non chauffée cette valeur oscille entre 90

d'une année à l'autre, pour cette raison il faut enlever les plantes après la culture.

La culture en faible densité permet de créer une meilleure aération mais pour la même densité l'utilisation des lignes espacées avec une plus grande densité sur la ligne est plus favorable.

Les stations météorologiques peuvent aussi déterminer les périodes de risque et avertir les agriculteurs.

2.4.3. Lutte chimique

Une lutte préventive protège la culture d'une façon satisfaisante. Les produits de contact restent à la surface de la cuticule et empêchent la germination des spores. Une fois que le mycelium pénètre dans la feuille, les produits n'ont plus d'effet. Il faut donc traiter avant la germination des spores. La réussite du traitement dépend aussi de la façon dont il est fait. Le feuillage entier doit être mouillé homogènement et complètement.

Il y a deux techniques possibles :

- traitement d'assurance : on essaie de couvrir toute la période en traitant tous les 10 jours. Il faut beaucoup de traitements et les risques ne sont pas négligeables car la couverture par le produit, le huitième ou neuvième jour après traitement n'est plus optimale et des conditions favorables peuvent entraîner le développement de la maladie.

- traitement raisonné : on intervient aux moments de risques. La présence d'une station météorologique est indispensable. Un avertissement peut être lancé en fonction des conditions climatiques. On ne laisse pas entrer le champignon, le premier traitement sera fait assez tôt.

Plusieurs produits peuvent être utilisées, comme les dithiocarbamates et les mélanges cupro-organiques. L'utilisation de produits systémiques (p.e. le métalaxyl) peut entraîner des souches résistantes et doit être évité dans les cultures sous serre.

Une alternance des produits de traitements est un bon moyen pour éviter l'apparition des souches résistantes.

3. PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS

Comme indiqué dans l'introduction, le *Pseudoperonospora cubensis* produit des zoospores, contrairement aux *Peronospora*, dont les conidies germent directement en produisant des filaments. Les *Peronospora* n'ont donc plus besoin d'eau liquide pour contaminer d'autres plantes. Les conidiophores sortant des stomates, un peu renflés à leur base, ramifiés 2 à 5 fois formant un feutrage gris violacé. Les sporanges sont colorés en gris fauve, 20 - 40 µ, à 14 - 25 µ. Les zoospores survivent durant une longue période dans le sol. Cette maladie est adaptée aux régions à la fois humides et chaudes. Cela a été signalée en Floride, Venezuela, les Antilles, Golfe de Guinée, même en Iran. Durant un été pluvieux, elle a été trouvée en Bulgarie et en Israël.

3.1. Hôtes

Le mildiou (en anglais = downy mildew, à ne pas confondre avec powdery mildew = oidium, *Leveillula taurica*) s'attaque aux feuilles des plantes de la famille des Cucurbitacées.

3.2. Symptômes

A la face supérieure des feuilles on aperçoit des taches jaunâtres, translucides, anguleuses qui se nécrosent au centre. Un duvet gris-violacé envahit la face inférieure de la feuille qui se dessèche. Les taches sont délimitées par les nervures. On observe souvent la maladie qui s'étend à partir d'un petit foyer. L'attaque sur fruits n'a pas encore été observée.

3.3. Epidémiologie

En France, les attaques de *Pseudoperonospora cubensis* n'ont pas un caractère systématique. Les épidémies n'ont touché qu'un nombre restreint de cultures. Le développement semble dépendre du transport d'inoculum, soit par le vent, soit par l'homme. L'introduction de terreaux infestés, à partir de pays voisins contaminés sur les cultures placées dans les conditions microclimatiques très favorables, a fortement attribué l'importance de la maladie. La température optimale pour l'infestation est de 18 à 22° C avec une hygrométrie de 80 à 90%. La température optimale pour la germination des sporanges des zoospores est de 20 à 22° C.

Le début de la maladie a souvent été observé au niveau des trous d'aération ce qui peut confirmer ce qui est dit ci-dessus.

3.4. Lutte

Contrôle par les moyens culturaux

L'installation de la maladie est fonction de plusieurs facteurs. Les plus importants sont la température et l'humidité. L'aération et l'irrigation sont deux moyens contrôlables par l'agriculteur. Une diminution de l'humidité peut être obtenue en aérant la serre. En chauffant et en aérant le matin, les risques d'une installation diminuent considérablement. Même une diminution de l'irrigation aide à assécher le sol.

La façon d'irriguer a une importance sur l'humidité d'une part et sur la propagation du champignon d'autre part. *Pseudoperonospora cubensis* produit des zoospores, qui sont transportées par l'eau, donc l'irrigation à la raie entraîne les spores et favorise la dissémination de la maladie. Le système de goutte à goutte ne favorise pas la dissémination du mildiou. Des essais ont montré que dans une serre, irriguée avec le système de goutte à goutte 40% des plantes étaient attaquées tandis que dans une serre irriguée à la raie, jusqu'à 80% des plantes étaient atteintes par la maladie.

En conclusion, on peut dire que plusieurs mesures prophylactiques sont nécessaires pour éviter une infestation par *Pseudoperonospora cubensis*, à savoir :

- éviter d'apporter du terreau des lieux infestés
- nettoyer la serre après la culture
- éviter une humidité trop élevée
- ainsi que de mouiller les feuilles.

Contrôle par les produits chimiques

Un traitement répété à faible intervalle ne peut plus arrêter la maladie, lorsque les tâches du mildiou sont très nombreuses. Des traitements, exécutés dès l'apparition des premières tâches peuvent freiner l'extension. De tous les produits, mentionnés dans le tableau, seul le Posethylaluminium, appliqué toutes les 2 semaines, (Aliette) semble donner de très bons résultats. Les carbamates ne sont qu'actifs lorsqu'ils ont été appliqués assez tôt.

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LE MILDIU DE LA TOMATE, PHYTOPHTORA INFESTANS

m.a.	p.c.	groupe chimique	action	DL 50 mg/kg	dose m.a.	dose p.c.	delai (1) (2)	MRL (3) (4)
oxychlorure de cuivre id. + manèbe + zinèbe	cupravit cuprosan super D	cuivre organ. cuivre	c	1440	250 120+40	500 400	7 -	14 14
mancozèbe	dithane M45	carbammates	c pr	8000	200	250	4	3
zinèbe	zinate 80	carbammates	c pr	5200	200	250	-	3
manèbe	polyram M	carbammates	c pr	6750	200	250	14	3
propinèbe	antracol	carbammates	c pr	8500	175	250	-	3
dithiocarbammates + zinc	lirolan	carbammates	c pr	-	75	250	-	3
métiram	polyram combi	carbammates	c pr	10000	175	250	5	3
manèbe + thiophanateméthyl	peltar	car+dérivé	s	6750 + 7500	125+ 62.5	250	14	3
chlorathalonil	daconil	dér. phthaliqu.	c pr	10000	100	200	-	3
dichlofluamide	euparène	sulfamides	c pr	500	100	200	3	2
captafol	ortho-difolalan liquide	dicarboximides	s pr cur	-2500 2500	144	300	-	5

m.a. = matière active

p.c. = produit commercial

dose en g/hl ou ml/hl

DL 50 en mg/kg

C = contact

S = systémique

PR = préventif

Cur = curatif

(1) delai en Allemagne

(2) delai aux Pays Bas

MRL = maximum residu limite (mg/kg)

(3) Codex

(4) France

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LE MILDIOU DU MELON, PHYTOPHTORA INFESTANS

matière active	produit	groupe	action	DL 50	delai (2) (3)	MRL (4) (5)	dose m.a. p.c.
phosethyl-aluminium	aliette	(1)	s pr/cur	5800	-	-	200 250
chlorothalonil	daconil 2787	dér. phatali.	c pr	10000	-	3 5	150 300
zincbe	zinate 80	carbamales	c pr	5200	-	3 1	200 250
manèbe	manèbe 80	carbamales	c pr	6750	14	3 1	160 200
mancozèbe	dithane M 45	carbamales	c pr	8000	4	3 1	200 250

(1) monoethyl phosphites métalliques

LD 50 : rat en mg/kg

MRL : maximum residu limite (mg/kg) (4) = Allemagne (5) = Pays-Bas

action s : systémique

pr : préventif

cur : curatif

dose m.a. = matière active

p.c. = produit commercial

LES FLETRISSEMENTS EN CULTURES SOUS SERRES : CAUSES, CONSEQUENCES ET REMEDES *

1. Introduction

Les accidents cultureux entraînant un flétrissement sont multiples et s'observent très souvent sur des cultures sous serres conduite en substrat léger avec un faible tampon, notamment un pouvoir de rétention d'eau faible et une capacité d'échange cationique faible. Ces flétrissements ont plusieurs origines et se confondent parfois avec les maladies vasculaires, mais ils ont souvent le même effet sur la plante qu'un déficit hydrique.

Ainsi les irrégularités d'irrigation (excès ou manque), l'endommagement du système racinaire par différents facteurs (brûlure par fumier mal décomposé, coup de sèpe ou de serpette), les maladies vasculaires, l'excès de salinité, etc... sont autant de conditions qui peuvent entraîner des flétrissements de la plante, engendrant dans la plupart des cas sa mort.

Nous essayons dans le texte qui suit de caractériser l'état hydrique de la plante et d'analyser d'incidence du déficit hydrique sur les processus physiologiques.

2. Caractéristiques de l'état hydrique de la plante et conséquences du manque d'eau

L'activité vitale des plantes supérieures exige une grande quantité d'eau. Celle-ci constitue 85 à 90% du poids frais des plantes herbacées physiologiquement actives. Si cette teneur diminue en dessous de ce seuil, une grande partie des activités physiologiques est diminuée ou détériorée.

Le schéma classique de la circulation de l'eau à travers la plante depuis le sol jusqu'à l'atmosphère est considéré comme un processus en chaîne auquel on peut appliquer une loi analogue à la loi d'Ohm. Ce concept exprime le débit de l'eau à chaque niveau du système continu - sol - plante - atmosphère par le rapport de la différence du potentiel hydrique à la résistance du transport massique.

$$J = \frac{Y_s - Y_r}{r_1} + \frac{Y_r - Y_x}{r_2} + \frac{Y_x - Y_f}{r_3} + \frac{Y_f - Y_a}{r_4}$$

* 8ème Séminaire National de formation dans le Cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004 Kébili, 23 et 24 Janvier 1990.

J = flux d'eau dans le système, exprimé pour la masse d'eau (m^3) qui passe par unité de temps (s) et par unité de surface perpendiculaire (m^2).

Y_s = le potentiel hydrique de l'eau au niveau du sol (en Pa).

Y_r = le potentiel hydrique de l'eau au niveau des racines

Y_x = le potentiel hydrique de l'eau au niveau du xylème

Y_f = le potentiel hydrique de l'eau au niveau de la feuille

Y_a = le potentiel hydrique de l'eau au niveau de l'atmosphère

r_1 = la résistance qui se manifeste lors du passage sol-racines ($Pa \cdot sm^{-1}$)

r_2 = la résistance qui se manifeste lors du passage racine - xylème

r_3 = la résistance qui se manifeste lors du passage xylème - feuille

r_4 = la résistance qui se manifeste lors du passage feuille - atmosphère

Ces résistances développées vis-à-vis du flux dans le système sol-plante-atmosphère dépendent du développement racinaire et du type de sol pour la résistance r_1 , de la nature et de la position du système de vascularisation pour la résistance r_2 et de la perméabilité des membranes cellulaires dans le cas de la résistance r_3 .

L'observation des égalités précitées montre que la quatrième égalité est erronée du fait que le flux depuis le sol vers les racines, puis à travers celle-ci et le long de la vascularisation jusqu'aux feuilles est un phénomène d'écoulement visqueux ; alors que le flux exprimé par la quatrième égalité se développant entre la feuille et l'atmosphère est un phénomène de diffusion gazeux. Ainsi certains auteurs ont proposé de limiter l'égalité précédente aux termes qui se rapportent uniquement à l'écoulement visqueux.

De ces égalités, il apparaît que le flux d'eau dans la plante dépend des valeurs respectives des résistances dans la voie de transport et du gradient du potentiel hydrique de l'atmosphère. Pour chaque demande évaporative du climat (Y_a) et l'état hydrique du sol (Y_s) un équilibre s'établit. Il en résulte un flux bien déterminé dans le système.

3. Causes des déficits hydriques

La rupture de l'équilibre peut provenir soit d'un changement de la demande évaporative, soit d'une diminution de la disponibilité en eau du sol. Cette

disponibilité en eau peut être entravée par plusieurs facteurs et entraîne généralement un déficit hydrique.

Ce déficit hydrique peut être engendré soit par :

- la rareté des apports d'eau
- l'endommagement du système d'absorption d'eau par travail du sol, fumier trop brûlant, etc...
- l'apport d'une eau chargée en sel ou d'un excès de fumier rendant le milieu hypertonique
- les maladies de flétrissement (vasculaires et autres)

En effet la rareté des apports hydriques conduit généralement à un déficit hydrique par manque d'eau (sécheresse). Lorsque ces apports sont limités et deviennent rare ceci peut entraîner un début de flétrissement pour atteindre dans les cas extrêmes le point de flétrissement permanent (PFP).

Il va sans dire aussi, et comme mentionné dans la première équation et au niveau du premier terme que la résistance développée vis à vis du flux est fonction du développement racinaire et du type de sol ; donc toute altération du système racinaire (brûlure par du fumier ou par de l'eau chaude, endommagement mécanique, etc...) conduit à une mauvaise absorption de l'eau et une rupture de l'équilibre sol- plante - atmosphère et donc généralement à un flétrissement.

La mauvaise qualité de l'eau peut être aussi la cause d'un déficit hydrique. En effet l'eau saumâtre est généralement chargée en éléments qui lui confère un potentiel osmotique très négatif, du fait que l'eau n'est plus libre et que le milieu devient hypertonique (pression osmotique élevée). Ainsi l'absorption devient très difficile ; ce qui conduit à un ralentissement de la croissance de la plante dans le cas des eaux peu chargées, mais au point de flétrissement permanent et par la suite les nécroses et la mort de la plante lorsque l'accumulation des sels devient très grande.

La quatrième cause de déficit hydrique peut être induite, même en présence d'une disponibilité en eau par les maladies vasculaires comme le Fusarium, le Verticillium...). Ces maladies engendrent un déficit hydrique par une impossibilité d'alimentation hydrique due à l'obstruction des vaisseaux du xylème. Cette difficulté d'amenée d'eau fait augmenter la résistance xylème-feuille (r_3), d'où une rupture de l'équilibre entraînant un changement du flux d'eau dans le système sol-

plante-atmosphère.

4. Evolution du déficit hydrique dans la plante

Il a été démontré depuis longtemps que la transpiration d'une plante bien irriguée ($Y_{sol} = 0$) contribue jour après jour à la réduction de la teneur en eau du sol et du potentiel hydrique du sol. Ainsi un gradient de baisse du potentiel dans le circuit de l'eau entre le sol et l'atmosphère doit s'établir pour engendrer les forces de conduction du flux d'eau. Ces conditions vont alors entraîner une baisse du potentiel hydrique de la feuille et de la teneur en eau et par conséquent le déficit interne va s'amplifier. Ce gradient interne dans le sol et la plante s'élimine généralement pendant la nuit et on aura $Y_{sol} = Y_{plante}$ et ceci même dans le cas où ce potentiel baisse chaque jour. Si l'équilibre nocturne n'arrive pas à se réaliser pour éliminer le gradient interne, le potentiel hydrique du sol serait alors plus élevée que celui de la plante (fig 1 et fig 2). En plus de cette baisse du potentiel hydrique qui est sensible du fait du dessèchement progressif du sol, il existe aussi un rythme journalier dans le potentiel hydrique de la plante engendré par les phénomènes de transpiration et d'absorption (fig 3).

La renhydratation après un déficit hydrique permet de réaliser la turgidité, mais souvent les processus physiologiques sont affectés et on ne revient que rarement au stade initial. Ainsi les irrégularités d'irrigation ou tout autres facteurs entraînant un déficit hydrique répétés engendreront des séquelles dans les différents processus physiologiques (fig 5).

5. Signification du déficit hydrique au niveau des processus physiologiques

Le déficit hydrique interfère avec les différents processus physiologiques de la plante et ceux de l'élongation et de la division cellulaire jusqu'à la photosynthèse. Ainsi il a été montré par exemple que le taux d'ADN dans les feuilles cotylédonaire du radis est réduit de 60% lorsque le potentiel hydrique de la feuille passe de $Y = 0$ à $Y = -2$ bars. Quant on sait alors que le nombre de cellules est corrélé linéairement avec le taux d'ADN, on peut comprendre que la réduction du taux initial d'ADN est associée proportionnellement à la division cellulaire. D'autres personnes ont travaillé sur tomate et ont montré que les plants stressés ne réussissent pas à accumuler l'ARN, non pas parce que la plante n'arrive pas à synthétiser de

nouveau ARN, mais parce qu'il y a une destruction accélérée de l'ARN existant (fig4).

Par ailleurs lorsque la teneur en eau de la plante ne varie pas les résistances contrôlant le processus en chaîne énoncé plus haut, sont surtout celles qui existent au niveau de l'interface plante-atmosphère. Ces résistances sont développées vis-à-vis de la diffusion de la vapeur d'eau et du gaz carbonique.

Il est actuellement bien connu que l'ouverture des stomates répond à différents facteurs climatiques en développant une certaine résistance aux pertes transpiratoires appelée communément la "résistance stomatique". Plusieurs expériences ont montré que les plantes développent sous déficit hydrique une augmentation de la résistance stomatique (fig 5). Cette augmentation de la résistance stomatique entraîne généralement une baisse de la transpiration et de l'assimilation photosynthétique. En plus la photosynthèse nette, souvent associée à la croissance des plantes, n'est pas déterminée seulement par la photosynthèse mais aussi par la respiration, qui peut être influencée différemment que le déficit hydrique (fig 6).

Deux modes d'action sont connus quant à l'effet du déficit hydrique sur la photosynthèse. En premier lieu la fermeture stomatique et la réduction des échanges de CO_2 peuvent influencer l'apport de CO_2 nécessaire à la photosynthèse. Deuxièmement il y a un effet direct du déficit hydrique sur les processus biochimiques mis en œuvre lors de la photosynthèse (Fig 7). Ces échanges gazeux peuvent être aussi altérés par des facteurs autres que la sécheresse conventionnelle et comme on l'a cité plus haut, certaines maladies vasculaires peuvent entraîner le même effet que la sécheresse (Fig 8).

6. Effet du déficit hydrique sur la croissance des plantes

Le dessèchement du sol et du substrat et le manque d'absorption imposé en période diurne par les phénomènes transpiratoires engendrent une accélération de la destruction des acides nucléiques, ce qui entraîne un effet néfaste sur la division. Par ailleurs la fermeture stomatique réduit la photosynthèse et les échanges en gaz carbonique. Cette photosynthèse apparente est aussi influencée par la réduction de la turgidité et par l'augmentation de la respiration pendant la phase de dessèchement. La réduction du taux de l'agrandissement cellulaire et de

l'expansion de la surface des feuilles va augmenter au fur et à mesure que la turgidité baisse. Tous ces facteurs vont entraîner une baisse graduelle du taux de croissance de la plante.

De plus en plus que le stress devient sévère et le potentiel du sol, Ψ_{sol} , s'approche du point de flétrissement permanent, le stress diurne imposé par les phénomènes de transpiration et d'absorption devient moins important et le potentiel hydrique de la plante sera dominé par le potentiel hydrique du sol et le potentiel de turgescence s'approchera de zéro. Le taux de division cellulaire sera remarquablement réduit et l'agrandissement cellulaire sera du fait arrêté. Les stomates seront fermés pour la plus grande partie de la journée avec une réduction de la transpiration jusqu'au niveau de la transpiration cuticulaire. Il y aura une augmentation aussi de la température de la feuille. Comme les processus métaboliques se ralentissent, la respiration baissera progressivement. En dépit de cette baisse la photosynthèse apparente s'approchera aussi de zéro vu la difficulté du transport du CO_2 et de l'effet direct de l'hydratation sur les propres réactions de la photosynthèse. Ainsi la croissance totale de la plante sera complètement arrêtée. Si la dessiccation continue, la division et l'élongation cellulaire cessent complètement et il y aura perte progressive de la matière sèche par le biais de la respiration, qui continue à fonctionner. A cet état le taux de croissance devient négatif et finalement la déshydratation protoplasmique atteint un niveau critique et les cellules ainsi que les tissus meurent.

Quant l'eau est redonnée avant que la dessiccation totale n'a atteint la plante, le rétablissement normal du métabolisme prend plusieurs jours, même dans les situations où on atteint une seule fois un certain pourcentage du point de flétrissement permanent. Dans beaucoup de cas le recouvrement n'est jamais complet. Il est évident que la reprise est retardée premièrement par une réduction de l'absorption engendré par la mort des poils absorbants ou des radiceilles et l'augmentation de la subérisation du système racinaire, ce qui diminue la perméabilité des racines à l'eau et aux éléments nutritifs. Il va sans dire qu'après rétablissement de la turgidité et quand l'expansion des feuilles a été remarquée, le métabolisme normal comprenant la division cellulaire et la photosynthèse prendrait encore beaucoup de temps avant d'être rétablie, parce que le déficit hydrique a causé une dislocation complète du système de croissance et ceci par la migration du

phosphore et de l'azote en dehors des feuilles.

Le stade de croissance pendant lequel le déficit hydrique a été observé peut avoir une grande influence sur le rendement. Ainsi le déficit hydrique lors de la fructification peut entraîner une grande chute des rendements, ne serait ce que par la coulure des fleurs.

7. Conclusion

Il apparait que les problèmes engendrés par le déficit hydrique sont souvent sérieux et peuvent entraîner des séquelles sur toute la vie de la plante. Il est important donc de bien diagnostiquer la cause du flétrissement, qui peut advenir sur une plante cultivée. Certaines causes de flétrissement peuvent facilement être évitées. En tout état de cause ce qui se dégage de cette étude c'est que lors de la constatation d'un flétrissement quelconque sur une plante, la première chose à faire est d'irriguer pour que l'eau soit disponible à la plante ; en second lieu on doit chercher la cause réelle du flétrissement.

LA LUTTE CONTRE LA MOUCHE BLANCHE, BELMISIA TABACI, VECTEUR DU TYLC " ET DU " LIY " *

1. Introduction

Des mouches blanches sont connues dans une grande partie du globe. Ils pullulent aussi bien en plein champs en climat chaud que sous serre en climat tempéré. Les serres Européennes sont infestées par la mouche blanche, *Trialeurodes vaporarum*, mais au Sud des pays de la méditerranée Nord (le Sud de l'Italie, le Sud de l'Espagne) et dans les zones Sud méditerranéennes et désertiques l'espèce dominante est *Bemisia tabaci*. En Tunisie les mouches blanches sont présentes dans les serres plastiques à partir du mois de mai jusqu'en novembre, mais dans le Sud Tunisien il n'est pas exceptionnel de trouver même quelques individus en janvier et février.

La mouche blanche "*Bemisia tabaci*" est un insecte de l'ordre des homoptères et de la famille des Aleyrodidae. Les mouches blanches du genre *Bemisia* sont des vecteurs de transmission de TYLC (Tomato Yellow Leaf Curl), TLC (Tomato Leaf Curl) et LIY (Lettuce Infection Yellowing). En Tunisie on connaît surtout les symptômes du TYLC, mais il est probable que sur melon et fakous d'arrière-saison de LIY est en train d'apparaître comme c'est le cas déjà au Sud de l'Espagne, Arabie Saoudite, Israël,...

2. Cycle de développement de la mouche blanche

L'œuf est elliptique de couleur jaune et mesure environ 0.2 mm et est pourvu d'un petit bâtonnet (25 microns de longueur) par lequel la femelle fixe l'œuf dans le tissu végétal. Après 5 à 8 jour l'éclosion de l'œuf donne une larve jaunâtre de 0.24 mm de long et 0.12 mm de large qui après 2 mues atteint une longueur de 0.50 - 0.65 mm et une largeur de 0.34 - 0.42 mm. Après la troisième mue (métamorphose incomplète) une pupe d'environ 0.75 mm de long et de 0.6 mm et de large est formée. Cette pupe donne naissance à un adulte dont la taille est de 1.1 à 1.2 mm pour la femelle et de 0.9 à 1 mm pour le mâle.

LA LUTTE CONTRE LA MOUCHE BLANCHE, BELMISIA TABACI, VECTEUR DU TYLC " ET DU " LIY " *

1. introduction

Des mouches blanches sont connues dans une grande partie du globe. Ils pullulent aussi bien en plein champs en climat chaud que sous serre en climat tempéré. Les serres Européennes sont infestées par la mouche blanche, *Trialeurodes vaporarum*, mais au Sud des pays de la méditerranée Nord (le Sud de l'Italie, le Sud de l'Espagne) et dans les zones Sud méditerranéennes et désertiques l'espèce dominante est *Bemisia tabaci*. En Tunisie les mouches blanches sont présentes dans les serres plastiques à partir du mois de mai jusqu'en novembre, mais dans le Sud Tunisien il n'est pas exceptionnel de trouver même quelques individus en janvier et février.

La mouche blanche "*Bemisia tabaci*" est un insecte de l'ordre des homoptères et de la famille des Aleyrodidae. Les mouches blanches du genre *Bemisia* sont des vecteurs de transmission de TYLC (Tomato Yellow Leaf Curl), TLC (Tomato Leaf Curl) et LIY (Lettuce Infection Yellowing). En Tunisie on connaît surtout les symptômes du TYLC, mais il est probable que sur melon et fakous d'arrière-saison de LIY est en train d'apparaître comme c'est le cas déjà au Sud de l'Espagne, Arabie Saoudite, Israël,...

2. Cycle de développement de la mouche blanche

L'œuf est elliptique de couleur jaune et mesure environ 0.2 mm et est pourvu d'un petit bâtonnet (25 microns de longueur) par lequel la femelle fixe l'œuf dans le tissu végétal. Après 5 à 8 jour l'éclosion de l'œuf donne une larve jaunâtre de 0.24 mm de long et 0.12 mm de large qui après 2 mues atteint une longueur de 0.50 - 0.65 mm et une largeur de 0.34 - 0.42 mm. Après la troisième mue (métamorphose incomplète) une pupa d'environ 0.75 mm de long et de 0.6 mm et de large est formée. Cette pupa donne naissance à un adulte dont la taille est de 1.1 à 1.2 mm pour la femelle et de 0.9 à 1 mm pour le mâle.

La durée entre la ponte et l'apparition de l'adulte est de 15 à 30 jours, mais généralement entre 22 et 27 jours, et peut atteindre 40 à 70 jours durant des périodes fraîches. Après l'éclosion la jeune larve se déplace durant 1 à 2 jours sur la feuille avant de se fixer définitivement près d'une nervure en enfonçant ses stylets dans le phloème et à ce moment elle commence à se nourrir.

La durée de vie des femelles est en moyenne 10 à 15 jours en été, tandis que les mâles ne vivent que 5 à 10 jours dans les mêmes circonstances. Durant l'automne la durée de vie s'allonge et en hiver les femelles peuvent rester actives durant 2 mois.

La vitesse de développement de la mouche blanche est maximale vers 29°. A partir de 33° C il y a une chute importante et rapide dans la vitesse. En dessous de 14° C il semble y avoir un faible développement et à partir de 11° C il n'y a plus de développement. Notons de toute façon qu'au niveau des feuilles le microclimat peut être plus favorable que celui mesuré loin des cultures. Le développement est affaibli également par :

- humidité relativement faible (- 15%) ou très élevée (+ 85 %)
- pluviométrie importante
- température faible + humidité faible
- cultures vieillissantes : à ce moment on constate une immigration vers des plantes plus jeunes.
- présence de parasites : *Encarsia lutea*, araignées, *Eretmocerus mundus*.

La croissance des populations de mouches blanches durant la saison en envahissant une culture connaît des rythmes différentiels :

- croissance lente : adaptation des parasites à la nouvelle culture hôte.
- croissance exponentielle : après adaptation à la culture, la croissance est accélérée en fonction de la montée des températures.
- croissance stabilisée : en plein été.
- croissance ralentie : par vieillissement de la plante ou de la culture, par températures en baisses et par parasitisme.

3. La multiplication

La première copulation aura lieu 12 à 48 heures après la sortie de l'adulte. Il y

La durée entre la ponte et l'apparition de l'adulte est de 15 à 30 jours, mais généralement entre 22 et 27 jours, et peut atteindre 40 à 70 jours durant des périodes fraîches. Après l'éclosion la jeune larve se déplace durant 1 à 2 jours sur la feuille avant de se fixer définitivement près d'une nervure en enfonçant ses stylets dans le phloème et à ce moment elle commence à se nourrir.

La durée de vie des femelles est en moyenne 10 à 15 jours en été, tandis que les mâles ne vivent que 5 à 10 jours dans les mêmes circonstances. Durant l'automne la durée de vie s'allonge et en hiver les femelles peuvent rester actives durant 2 mois.

La vitesse de développement de la mouche blanche est maximale vers 29°. A partir de 33° C il y a une chute importante et rapide dans la vitesse. En dessous de 14° C il semble y avoir un faible développement et à partir de 11° C il n'y a plus de développement. Notons de toute façon qu'au niveau des feuilles le microclimat peut être plus favorable que celui mesuré loin des cultures. Le développement est affaibli également par :

- humidité relativement faible (- 15%) ou très élevée (+ 85 %)
- pluviométrie importante
- température faible + humidité faible
- cultures vieillissantes : à ce moment on constate une immigration vers des plantes plus jeunes.
- présence de parasites : *Encarsia lutea*, araignées, *Eretmocerus mundus*.

La croissance des populations de mouches blanches durant la saison en envahissant une culture connaît des rythmes différentiels :

- croissance lente : adaptation des parasites à la nouvelle culture hôte.
- croissance exponentielle : après adaptation à la culture, la croissance est accélérée en fonction de la montée des températures.
- croissance stabilisée : en plein été.
- croissance ralentie : par vieillissement de la plante ou de la culture, par températures en baisses et par parasitisme.

3. La multiplication

La première copulation aura lieu 12 à 48 heures après la sortie de l'adulte. Il y

a plusieurs copulations durant la période de vie. Après quelques jours la femelle dépose les premiers œufs sur la feuille se passe l'éclosion (sauf perturbation) et puis elle migre vers les feuilles supérieures de la même plante ou d'une plante voisine. La ponte est très active durant la première semaine et diminue après. Durant la période de la ponte les femelles continuent à se nourrir activement et elles sont peu sensibles pour des perturbations, ce qui explique aussi la plus grande efficacité des femelles pour la transmission des virus. Il n'y a pas de ponte pour des températures inférieures à 14° C.

Le nombre d'œufs pondus par femelle est en moyenne de 160, mais peut fluctuer entre 50 et 300, selon les conditions. Il y a une influence négative des températures élevées, de l'hygrométrie élevée et de l'âge de la plante, mais positive de la teneur élevée en N de la plante.

L'éclosion des œufs est très favorable (+ 90%) entre 25 et 35° C et entre 30 et 70% HR. En dehors de ces conditions le pourcentage d'éclosion d'œufs peut chuter très fortement. Après l'éclosion les jeunes larves sont sensibles à des écarts importants. En absence de copulation les femelles peuvent donner naissance à des mâles par la voie parthénogénétique.

4. Les organes des sens

4.1. La vue

Bemisia tabaci est surtout attiré par des surfaces qui ont une réflexion en transmission maximale dans la zone d'onde de 520 à 610 nm, ce qui correspond à la couleur jaune-verdatre. L'attraction pour le jaune est si grande que les mouches y atterissent indépendamment de la température de la surface jaune. Il y a aussi une réponse moyenne à l'UV (> 400 nm).

4.2. L'odorat

Bemisia tabaci semble insensible à l'odorat et l'existence d'un féromone sexuel comme chez le *Trialeurodes vaporariorum* n'a pas encore été mise en évidence.

4.3. Le goût

Un organe épifaryngale semble déterminer le choix de la nourriture et oriente

les organes piqueurs-suceurs dans la recherche de la nourriture préférée dans le phloème (à pH favorable).

4.4. Le toucher

Des organes de touchers se situent sur les antennes et sur les bouts des tarsi, de l'ovipositeur et des stylets.

5. La reconnaissance des plantes hôtes

La mouche blanche est attirée de loin par les plantes par des signaux visuels, émis par la réflexion de lumière jaune-verdâtre par la face supérieure des feuilles.

A courte distance elles semblent être attirées par la lumière réfléchie ou transmise par la face inférieure des feuilles, ce qui explique que la mouche blanche se situe le plus souvent sur la face inférieure de la plante. Certaines autres raisons favorisent la face inférieure du feuillage comme site préférée des larves et des adultes :

- présence de plus de stomates, donc humidité plus favorable que sur la face supérieure
- la cuticule est moins épaisse et les stylets atteignent donc facilement le phloème.
- la protection contre la pluie.
- phototropisme.

La réception de la plante comme plante-hôte se fera sur les appréciations du goût et du toucher après un certain nombre d'essais de nutrition. Si l'insecte a atterri sur une plante favorable, elle y restera pour se nourrir et pour la ponte, sauf si on perturbe le site. La pénétration des stylets se fait par voie intercellulaire, mais parfois par voie intracellulaire ou stomatale, jusqu'à la rencontre du phloème. La mouche blanche préfère de la nourriture avec un pH entre 6,0 et 7,25 et la recherche du phloème est facilitée par l'existence d'un gradient de pH dans les tissus foliaires. L'attraction des adultes est particulièrement grande vers les feuilles supérieures de la plante, ce qui semble lié à l'augmentation du pH dans les feuilles par le vieillissement.

6. Les dégâts occasionnés par les mouches blanches

Les dégâts occasionnés par la mouche blanche sont trois :

6.1. dégâts directs :

Par réduction de la croissance et du rendement en sucant la sève (action par les adultes et les larves) et en favorisant l'évaporation de l'eau au niveau du feuillage par la présence des œufs.

6.2. dégâts indirects :

Par un miellat laissé par les mouches blanches, favorisant ainsi le développement de la fumagine, ce qui réduit la valeur commerciale des récoltes ainsi que l'activité photosynthétique.

6.3. dégâts par transmission de l'infection virale (TYLC, TLC, LIY).

Le TYLC et le TLC sont transmis par *Bemisia tabaci* par voie persistante, alors que la transmission par semence et par le sol n'est pas possible. Il a été possible de transmettre le TYLC dans quelques cas par la sève et par greffage, mais le TYLC n'est pas transmissible par la ponte. Les sources d'inoculation et de transmission du TYLC sont très nombreuses, mais parmi les sources les plus évidentes on peut citer : tomate, tabac, haricot et lentilles, les mauvaises herbes *Datura stramonium* et *Malva sp.* ; ainsi que les solanacées proche de la tomate cultivée et des tomates sauvages. Pour le TLC il y a surtout aubergine et gombo.

En général les tissus jeunes donnent une transmission plus efficace que les tissus âgés et un inoculum jeune (2 mois) est plus efficace qu'un inoculum âgé (11 mois). Les *Bemisia* préfèrent des plantes non attaquées pour se nourrir, ce qui favorise et ce qui explique la dissémination facile des viroses.

Les symptômes apparaissent en moyennes 3 à 4 semaines après la contamination pour le TYLC. Les premiers symptômes sont un enroulement en cuillère des folioles suivi d'une légère décoloration du feuillage ; après le jaunissement internervaire devient beaucoup plus intense et il y a réduction du limbe. Dans certains cas il y a coloration violacée des folioles. Les fleurs deviennent chétives et la nouaison des fruits si elle a lieu est gravement affectée, réduisant le calibre et la régularité des fruits. Une infestation précoce a pour résultat une chute

importante des fleurs et une production réduite. Par contre une infestation tardive a moins d'effet sur la nouaison et la production.

Les symptômes et le degré d'infestation dépendent essentiellement de la température. A des températures inférieures à 20° C il n'y a que des symptômes légers. Par contre à des températures supérieures à 25° C il y a apparition de symptômes sévères : croissance freinée, feuillage décolorée ou violacée, chute de fleurs, mais si les températures baissent après de nouveau on constate une amélioration de la situation.

Pour des dates de plantation différentes (juillet, septembre et mai) le taux de 50% de plantes infestées est atteint après 27, 33 et 49 jours respectivement, après le semis. Par contre en retardant la plantation mois par mois à partir de début septembre jusqu'en décembre le pourcentage de plants atteints chute continuellement et donne 40, 11, 6 et 4% respectivement, de plantes atteintes.

Au niveau des symptômes du TYLC il n'y a pas toujours corrélation entre la densité de la population de mouches présentes et l'intensité de présence du TYLC. Par contre la présence de réservoirs de la maladie et du vecteur et la migration des vecteurs sont très explicatives, ainsi que l'activité du vecteur et l'état de sensibilité de la culture. L'effet de la température favorable de la température semble moins important.

Les *Bemisia tabaci* ont besoin de 15 à 30 minutes pour acquérir le virus. Puis il y a une période latente qui dure 24 à 48 heures durant laquelle le virus ne peut pas être transmis. La transmission du virus par le *Bemisia* se fait plus rapidement que l'acquisition du virus à partir d'une plante atteinte. La transmission est la plus efficace après un séjour de maximum 48 heures sur culture infestée. La persistance du virus est de 10 à 12 jours avec un maximum de 20 jours, mais l'acquisition peut se renouveler.

Il semble exister un facteur antiviral PARF responsable de la diminution de l'efficacité de l'inoculation et qui peut empêcher la transmission du virus. Ce facteur est produit à l'intérieur de la mouche blanche après son acquisition du TYLC et on a alors en fait un cas de semi-persistance. Les femelles sont plus efficaces dans la transmission du TYLC (32% contre 5% pour les males).

importante des fleurs et une production réduite. Par contre une infestation tardive a moins d'effet sur la nouaison et la production.

Les symptômes et le degré d'infestation dépendent essentiellement de la température. A des températures inférieures à 20° C il n'y a que des symptômes légers. Par contre à des températures supérieures à 25° C il y a apparition de symptômes sévères : croissance freinée, feuillage décolorée ou violacée, chute de fleurs, mais si les températures baissent après de nouveau on constate une amélioration de la situation.

Pour des dates de plantation différentes (juillet, septembre et mai) le taux de 50% de plantes infestées est atteint après 27, 33 et 49 jours respectivement, après le semis. Par contre en retardant la plantation mois par mois à partir de début septembre jusqu'en décembre le pourcentage de plants atteints chute continuellement et donne 40, 11, 6 et 4% respectivement, de plantes atteintes.

Au niveau des symptômes du TYLC il n'y a pas toujours corrélation entre la densité de la population de mouches présentes et l'intensité de présence du TYLC. Par contre la présence de réservoirs de la maladie et du vecteur et la migration des vecteurs sont très explicatives, ainsi que l'activité du vecteur et l'état de sensibilité de la culture. L'effet de la température favorable de la température semble moins important.

Les *Bemisia tabaci* ont besoin de 15 à 30 minutes pour acquérir le virus. Puis il y a une période latente qui dure 24 à 48 heures durant laquelle le virus ne peut pas être transmis. La transmission du virus par le *Bemisia* se fait plus rapidement que l'acquisition du virus à partir d'une plante atteinte. La transmission est la plus efficace après un séjour de maximum 48 heures sur culture infestée. La persistance du virus est de 10 à 12 jours avec un maximum de 20 jours, mais l'acquisition peut se renouveler.

Il semble exister un facteur antiviral PARF responsable de la diminution de l'efficacité de l'inoculation et qui peut empêcher la transmission du virus. Ce facteur est produit à l'intérieur de la mouche blanche après son acquisition du TYLC et on a alors en fait un cas de semi-persistance. Les femelles sont plus efficaces dans la transmission du TYLC (32% contre 5% pour les males).

7. La lutte contre les mouches blanches, vecteurs du TYLC

7.1. La lutte chimique

La lutte chimique est difficile car la transmission est possible dès le stade cotyledonaire, donc les traitements doivent commencer tôt. Vu l'influence d'une infection précoce sur le comportement de la culture le but principal sera donc de retarder l'infection et puis d'essayer à éviter l'infection. Pour réaliser ceci on conseille, au début, des traitements rapprochés (2 ou 3 jours d'intervalle) et puis de décaler les traitements (4 à 7 jours d'intervalle), tout en contrôlant les culutres. Il est même conseillé de traiter au début tous les jours durant une semaine. Les produits doivent tuer rapidement, avant que la mouche peut transmettre la maladie, soit en moins de 15 à 20 minutes. Le dimethoate qui tue après 30 min. est peu efficace et le monocrotophos l'est à peine (20 min). Par contre le cyperméthrin est efficace sur adultes, mais beaucoup moins sur les stades larvaires et sur les œufs. Le régulateur ZR 619 a une bonne activité pupicide alors que les régulateurs ZR 619, ZR 777 et le pyrimifos-méthyl a une activité ovicide et larvicide. La lutte contre le premier stade larvaire est relativement facile avec les insecticides.

Vu l'emplacement des œufs et des larves sur la surface inférieure du feuillage il faut traiter de préférence avec des produits systémiques et à l'aide d'un matériel adapté notamment le traitement électrodynamique par atomiseur. Comme il y a jusqu'à 10 à 12 générations par an les risques de résistance sont très importants et ont déjà été constatées dans plusieurs pays. Il est donc conseillé d'alterner les produits n'appartenant pas à la même famille et d'utiliser des produits avec une activité repulsive comme l'endosulfan et chlorodiméthyl. L'alternance de répulsifs et des insecticides pyréthroides synthétiques efficace comme cyperméthrine et fenprothrin permet de réduire l'apparition de résistance. Afin d'augmenter l'activité de ces produits, on conseille le traitement avec des huiles, car les huiles ont une activité ovicide et en plus diminuent la mobilité car ils sont absorbés en moins de 3 à 4 minutes par les ailes.

En général on prépare 2 solutions notamment la solution insecticide classique et la solution avec l'huile et puis le traitement se fait avec un mélange 1/1 des deux solutions. On utilise en général une huile minérale à concentration de 1 à 2 % au maximum. Les huiles végétales sont utilisables mais en concentration de 3 à 4 % ils deviennent phytotoxiques, il est d'ailleurs conseillé à ne pas dépasser la

concentration de 0.75 - 1 %.

7.2. La lutte par les techniques culturales

Comme techniques culturales de lutte contre la mouche blanche on peut citer : mulching, barrière physiques, dates d'installation des cultures, l'intercropping, élimination des réservoirs de mouches et de virus, la fumure et l'irrigation, les attractifs. L'utilisation des mulch (sciures, paille jaune ou film jaune + azinfos methyl) a un effet soit par élévation localisée de température, soit par attractif et élévation de la température (les températures sont défavorables pour la multiplication). Leur effet est limité sur des jeunes plantes (à proximité du mulching).

Comme barrière physiques, on peut protéger les cultures par les textiles agricoles : faible maille de préférence, de couleur blanche pour éviter la montée des températures sur les cultures. Juste avant la plantation on procède à un traitement avec un insecticide systémique. Le retardement des dates de plantation ou de semis sous serre en automne et leur avancement en hiver permet de réduire les dégats.

L'utilisation de l'intercropping en utilisant des plantes attractives pour la mouche, non hôte pour le virus on peut utiliser le comcombre. Le Bemisia perd son pouvoir de transmission après un passage de 20 jours sur cette culture. Des plantes avec un effet négatif en intercropping sont aubergine, gombos et tabac.

L'élimination des réservoirs de mouche et de virus est possible par semis ou plantation simultanée (pas de passage de plantes vieilles sur plantes jeunes) et en éliminant au maximum les mauvaises herbes et les plantes atteintes par le virus.

La fumure azotée favorise le développement des mouches tandis que l'irrigation localisée diminue le développement des mouches blanches. Le stress hydrique favorise par contre leur développement.

L'utilisation comme attractifs des panneaux jaunes gluantes ou par défaut huilées, permet de capter les mouches, mais il faut des panneaux d'environ 400 cm² pour 6 à 7 m² de surface au sol. En plus leur emplacement doit être adaptée au développement des cultures (suivre les feuilles jeunes). Il faut utiliser les couleurs

jaunes les plus attractives.

7.3. La lutte biologique

Plusieurs prédateurs des nouches blanches sont connus et on cite notamment des prédateurs généraux, des prédateurs spécifiques et les parasitoïdes. Parmi les prédateurs généraux on peut citer des neuroptères de la famille chrysopoidea avec les espèces *Chrysopa carnea* et *Chrysopa flava*, des coléoptères de la famille des Coccinellidae avec les espèces *Brumus australis* et *Coccinella septempunctata*, des Héétéroptères de l'ordre Cerphronidae avec l'espèce *Aphonogmus fumipennis* et des hémiptères de la famille Miridae avec les espèces *Orius* sp. Parmi les prédateurs plus spécifiques on connaît les acariens *Amblyseius aleyrodis*, *Typhlodromus medianicus*, *Euseius hibisci*,... Parmi les parasitoïdes il y a deux genres dans la famille des Aphelinidae (hyménoptères), notamment : *Eretmocer* et *Encarsia*, qui sont efficaces contre *Bemisia tabaci*. Les prédateurs les plus spécifiques sont :

- *Eretmocer cornil* (Egypte)
- *Eretmocer mundus* (Méditerranée)
- *Encarsia lutea* (Méditerranée)
- *Encarsia partenopea* (Egypte)

Les femelles fécondées de ces espèces pondent leurs œufs sur des larves. Les parasitoïdes se développent à l'intérieur de leur hôte et ceci donne naissance à des femelles. Les femelles non fécondées pondent dans des larves déjà parasitées et ceci donne naissances à de mâles, qui parasitent parfois les propres femelles.

Dans la nature il n'y a pas toujours un développement des parasitoïdes en fonction de la population des mouches blanches et il faut aider par un élevage des parasitoïdes pour atteindre 1 adulte femelle par 20 larves de *Bemisia*. L'élevage se fait le plus favorablement sur une culture de tomate.

LA LUTTE CONTRE LA MOUCHE BLANCHE, BEMISIA TABACI *

1. Introduction

Parmi les mouches blanches deux espèces sont particulièrement redoutables en cultures protégées, notamment le *Trialeurodes vaporarum* et le *Bemisia tabaci*.

En Europe le *Trialeurodes vaporarum* est très répandu et on commence à avoir l'apparition de *Bemisia tabaci* en France et aux Pays Bas, probablement à partir d'importations de plantes ornementales. En Tunisie et dans la plupart des pays du Sud de la Méditerranée et du Moyen Orient le *Bemisia* est présent, mais dans certaines régions (comme Tabarka et Nefza en Tunisie) on peut trouver aussi des Aleurodes du genre *Trialeurodes*, notamment sur des oliviers.

Il est très difficile de distinguer entre les différentes mouches blanches et il en est ainsi entre le *Trialeurodes vaporarum* et le *Bemisia tabaci*. La seule manière de les distinguer se situe au niveau du puparium. Il y a en effet deux manières de les distinguer, l'une macroscopique, l'autre microscopique. Au niveau macroscopique la pupa de *Bemisia tabaci* présente des côtes obliques et les soies sont plus et courtes. Par contre chez le *Trialeurodes vaporarum* les côtes sont droites et les soies sont plus grandes et dressées. Au niveau microscopique on constate que chez *Bemisia* il y a présence d'un sillon caudal à la partie postérieure et la lingula est plus longue que large. Chez le *Trialeurodes* il n'y a pas de sillon caudal et la lingula est plus large que longue.

2. Développement

Le *Bemisia tabaci* est une espèce très polyphage que l'on peut trouver sur 63 familles, 200 genres et plusieurs centaines d'espèces cultivées et sauvages. Parmi les plantes les plus attractives ont noté surtout des Malvacées (*Hibiscus*, *Gombos*), des Euphorbiacées (*Poinsettia*), des Asteracées (*Zinnia*), des Légumineuses, des Solanacées et des Cucurbitacées. Notons que l'olivier, le grenadier et le palmier hébergent également les mouches blanches.

* 6ème Séminaire National de formation dans le cadre du Projet Géothermie PNUD/TUN 85/004, Gabès, 10 Juillet 1989.

Le développement des pupes et des mouches dépend beaucoup des conditions climatiques et des espèces botaniques fréquentées.

Sous condition de températures basses et d'hygrométrie élevée les pupes sont plus longues et plus larges que dans les conditions contraires. Les mouches sont donc plus petites en plein été (août - septembre) qu'en février. Les mouches qui se sont développées sur tabac et sur coton sont également plus longues et plus larges que celles qu'on trouve sur aubergine et Lantana.

3. Dégats

Les Bemisia provoquent quatre types de dégâts, notamment :

- les blessures provoquées par les piqûres ;
- la réduction du rendement par la prise de nourriture et la réduction de la photosynthèse par le miellat et la fumagine ;
- la réduction de la valeur marchande par le miellat et la fumagine ;
- la transmission de maladies virales.

Le fait que les mouches se nourrissent dans le phloème et font une absorption importante de la sève élaborée, peu riche en azote, matière nécessaire pour le développement de l'insecte, se traduit par une excrétion concomitante de miellat (liquide sucré), qui se dépose sur les feuilles placées au-dessous des insectes, qui se maintiennent en général sur la face inférieure des feuilles. Ce miellat sert de support nutritif pour des champignons saprophytes dont le mycelium noir couvre le miellat. Cette fumagine déprécie fortement la valeur marchande des produits et diminue l'activité photosynthétique de la plante.

Le Bemisia peut transmettre 70 viroses, dont les plus importantes sont :

- Yellow Top Virus de la tomate (Bassin méditerranéen) hébergé aussi par la pomme de terre et le Datura stramonium
- Bean Golden Mosaic Virus (Amérique du Sud)
- Tomato Leaf Curl (Ind, Soudan) hébergé aussi par l'Hibiscus esculentum, Capsicum annuum et les différentes Lycopersicum
- Tomato Yellow Leaf Curl (tout le bassin méditerranéen et le Moyen Orient)
- Jaunisse ou LIY (lettuce infection Yellowing) chez les Cucurbitacées (bassin méditerranéen et Moyen Orient)

En Tunisie les deux viroses les plus graves sont le TYLC et la Jaunisse des Cucurbitacées.

Les plantes hôtes pour le TYLC sont les suivantes :

- la mauve (*Malva nicaensis*) ;
- la morelle noire (*Solanum nigrum*) ;
- la pomme épineuse (*Datura stramonium*) ;
- le haricot ;
- le tabac ;
- la lentille ;

Les plantes hôtes pour le LIY ou la Jaunisse sont :

- la chicorée ;
- la scarole ;
- le pois ;
- la capucine ;
- la courgette et la courge ;
- la mauve ;
- le pissenlit.

4. Les symptômes

Les symptômes de TYLC apparaissent généralement 3 à 4 semaines après la contamination par le TYLC. Le premier symptôme est l'enroulement en forme de cuillère des folioles suivi d'une légère décoloration du feuillage, phénomène qui s'accroît au fur et à mesure pour donner un jaunissement internervaire intense et en phase finale une réduction du limbe, qui traduit le ralentissement ou l'arrêt de la croissance (suivant les conditions). Dans certains cas il y a une coloration violacée des folioles. Les fleurs deviennent chétives et la nouaison est affectée, ce qui résulte dans une réduction du calibre et de la régularité des fruits.

Les températures plus élevées que 25° C aggravent les symptômes et des températures inférieures à 20° C réduisent la sévérité des symptômes. L'acquisition de la maladie se fait en moins de 30 minutes, la transmission n'est que possible après minimum 24 heures et la persistance du virus dans la mouche dure de 10 à 20 jours. Les femelles sont les plus actives pour la transmission du TYLC. Le vecteur

est très efficace au niveau de la transmission et une seule mouche infectée est suffisante pour contaminer la tomate.

Les symptômes du LIY apparaissent après 3 semaines par des petites taches jaunes qui évoluent vers une jaunisse complète entre les nervures. Le LIY est transmissible uniquement par le vecteur. Le virus ne persiste pas plus longtemps que 6 heures dans la mouche et le vecteur a une efficacité relativement faible, car il faut environ 30 individus par plante pour obtenir une bonne probabilité de contamination.

4. Les observations

Les observations permettent de constater que les attaques sont les plus fréquentes sur les linges de bordure et sur la zone près des portes, d'où l'intérêt de traiter ces endroits tous les jours durant la période favorable au développement des mouches blanches. La pluviométrie et l'humidité extérieure ont une influence importante sur le développement en plein air des mouches blanches. En effet nous avons pu constater que le 1er grand orage à la fin de l'été ou au début de l'automne diminue d'une façon significative le taux de mouches blanches à l'extérieure et diminue donc fortement le pouvoir de colonisation des serres. Dès le 1er grand orage on peut en principe ralentir la cadence des traitements.

L'hygrométrie de l'air extérieur a également un rôle important dans la maintenance de la population de mouches blanches. Dès qu'il y a régulièrement des buées sur les feuilles le taux de mouches blanches diminue très fortement.

Malgré un réservoir important en plein air à proximité des serres, une bonne stratégie et l'application d'un calendrier de traitement a permis à la Station d'Appui de Gafsa de maintenir les serres pratiquement indemnes de mouches blanches.

5. Lutte

La lutte peut se faire par plusieurs voies, notamment chimiques et biologiques, ainsi que par des régulateurs de croissance. La lutte biologique peut utiliser soit des prédateurs, soit des parasites.

Les insectes suivant sont connus comme prédateurs :

- les acariens de la famille de Phytoseidae avec les espèces *Amblyseius aleyrodes*, *Typhodromus medianicus* et *Euseius hibisci*.
- les coléoptères de la famille de Coccinellidae avec les espèces *Brumus australis*, *Serangium* sp., *Coccinella septempunctata*.
- les diptères de la famille des Empididae et le genre *Drapetis*.
- les neuroptères de la famille des Chrysopidae avec les espèces *Chrysopa flava* et *Chrysoperla carnea*.

Parmi les parasites on peut citer surtout hyménoptères de la famille des Chalcidoidea et des Aphalinidae avec comme espèces : *Encarsia partenocarpea*, *Encarsia lutea*, *Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus cornii*. Pour le moment aucun de ces parasites et de ces prédateurs est commercialisée pour la lutte contre les mouches blanches.

Les régulateurs de la croissance (ZR 777, ZR 619, Applaud) ont surtout un effet larvicide et également un effet ovicide. Parmi ces produits le ZR 619 a un bon effet pupicide, alors qu'Applaud a aussi un effet stérilisant sur la femelle dont les œufs pondus après le traitement ne s'éclosent plus. Applaud est un produit à base de buprofezin et n'attaque aucun autre insecte que les mouches blanches et est donc compatible avec la lutte biologique. Son effet n'est que visible après 2 - 3 semaines et pour cette raison, si l'attaque est trop forte, on le combine souvent avec un insecticide notamment l'Actellic.

La lutte chimique doit être basée sur l'alternance de produits de familles différentes, afin d'éviter une résistance ou une accoutumance aux produits, tout en visant un effet aussi large que possible (ovicide, larvicide, pupicide, insecticide). Il est conseillé d'alterner des produits du groupe des pyréthroïdes avec des organophosphorés, tout en utilisant aussi des répulsifs et des ovicides. Parmi les pyréthroïdes on conseille surtout le cyperméthrine (Cymbush, Kafil) qui ont un effet complet, et on déconseille surtout le deltaméthrine (Décis) à cause de son effet prolongé (résidu). Le pirimicarb (Pirimor) et les autres carbamates sont utilisables. Parmi les organophosphorés on peut utiliser surtout les produits à base d'azinphos (Gusathion), de méthidathion (Ultracide) et de pyrimiphos-méthyl (Actellic).

Les répulsifs sont à base d'endosulfan (Thiodan, Serk, Ekadrine), alors que comme ovicide on peut utiliser surtout le manèbe, le mancozèbe et les huiles minérales (1 à 2%).

Les huiles minérales, à part leur effet ovicide bien connu, ont également un effet de réduction de la mobilité car l'absorption de l'huile au niveau des ailes empêche la mouche de s'envoler.

Il est donc conseillé d'alterner des produits comme Kafil ou Cymbush avec l'Actellic + ovicide (manèbe ou huile minérale) et de combiner ceci avec 1 ou 2 traitements d'Applaud ou à base d'endosulfan, si la population de mouches blanches est trop importante.

6. Mesures générales

Après arrachage de l'ancienne culture et en tout cas au plus tard un mois avant la remise en culture on fait disparaître rigoureusement tous les mauvaises herbes dans la serre et à proximité de la serre. On veut éviter que les plantes-hôtes ainsi que des plantes favorables pour l'hébergement des mouches blanches (*Convolvulus* sp., *Hibiscus* sp., *Poinsettia*, coton, etc...) se maintiennent à proximité de la serre. Et ceci à partir d'un mois avant l'installation des cultures à raison d'un traitement par semaine, et en utilisant une lutte aussi complète que possible. La dernière semaine avant le semis ou la plantation il faut essayer de traiter chaque 3 jours.

- Désinsectiser la serre entre deux cultures : une serre vide fermée pendant quelques semaines permet de détruire les organismes par la chaleur après avoir enlevé les mauvaises herbes.

- Brûler les résidus des cultures et des mauvaises herbes qui ont été infestés par les mouches blanches.

- Désinfecter aussi les structures de la serre à l'aide de formol 3% ou de javel à 0,3%, au cas où la serre a été fortement infestée.

- Eviter de faire des traitements d'assurance avec un seul produit, ce qui peut engendrer plus facilement l'accoutumance, et surtout alterner les familles d'insecticides.

- Traiter les semis directs dès la levée s'il y a présence de mouches blanches et ne pas hésiter de traiter tous les jours, tant que la présence de mouches blanches se

maintient dans la serre. En cas d'utilisation d'une pépinière on doit protéger les planches avec des toiles à maille faible, tenues rigoureusement fermées, et on fait des traitements à partir de quelques jours avant le repiquage.

- Contrôler les cultures chaque jour sur la présence de mouches blanches et adapter le schéma de traitement en fonction de ces constats, c'est à dire diminuer l'intervalle entre les traitements s'il n'y a présence de mouches blanches et augmenter l'intervalle s'il n'y a pas de mouches blanches. Cette modulation au niveau de la cadence des traitements est très efficace si les observations se font rigoureusement.

- Pratiquer l'alternance des produits de traitements

- Traiter de préférence avec atomiseurs ou des pulvérisateurs pneumatiques en adaptant la concentration du traitement à la quantité de liquide nécessaire pour le traitement, afin d'obtenir la quantité de matière active nécessaire par ha. Un pulvérisateur à dos à pression préalable consomme normalement 600 à 800 litres par ha. Le pulvérisateur pneumatique ne consommant que 300 l/ha il faut donc augmenter la concentration 2 à 3 fois. Pour l'atomiseur la consommation est de 100 l/ha en doit donc augmenter la concentration 6 à 8 fois.

- De toute façon il est conseillé de faire un premier traitement pour mesurer la consommation en eau par serre ou par ha avec le moyen de traitement utilisé en tenant compte que les doses spécifiées sur les emballages sont indiquées pour une consommation de 600 l/ha ou de 30 litres par serre de 500 M2. Exemple : si pour un utilise avec un pulvérisateur normal 100 cc d'Actellic par 100 litres d'eau, il faut donc utiliser avec un pulvérisateur pneumatique 200 cc de produit par 100 litres et avec un atomiseur 600 cc ;

- Pour augmenter l'efficacité des traitements il est conseillé d'exécuter les traitements le soir avec la serre fermée (en portant des masques de protection).

- Vérifier de bien mouiller les plantes et surtout d'atteindre les faces inférieures des feuilles où se trouvent le maximum de mouches. A ce point les atomiseurs sont plus efficaces.

- Au début on traite tous les jours les bordures et tous les deux jours l'intérieur de la serre. Après une semaine et si on constate qu'il n'y a pas de mouches blanches on décale les traitements à 2 jours sur les bordures et à 3 - 4 jours pour l'intérieure de la serre. Dès que la population de mouches blanches diminue en plein champs, on peut diminuer la cadence des traitements sous serre.

REFLECTIONS SUR LES RESULTATS DE LA LUTTE CONTRE LES MOUCHES BLANCHES EN CULTURE D'ARRIERE - SAISON *

1. Introduction

Au début de la campagne 89/90 on n'a pu observer la pullulation des mouches blanches. On peut se demander si les recommandations relatives à la lutte contre ce fléau ont été bien suivies ?

Les mauvaises herbes étaient omni-présentes entre les serres et sur les parcelles avoisinantes. Très souvent on constatait la présence des Cucurbitacées spontanées, non destinées à la production et envahies par des mouches blanches. A Zerkine et Ouled Mohamed, on a essayé d'enrayer les foyers existants en arrachant les vieilles cultures de piment et en traitant les bordures extérieures des serres (les alentours). A Ouled Mohamed on a traité à 2 reprises le piment à l'extérieur et les mauvaises herbes avec le produit Sherpa (Cyperméthrine comme Kafil, Cumbush).

La manque de solidarité au niveau des traitements a découragé parfois quelques agriculteurs dans des sites comme Borj Saidane, Jemna et Limaguess où les serres se trouvent très rapprochées les unes des autres. Certes les serres plantées non traitées restent un foyer de contamination, mais en traitant régulièrement (même s'il faut chaque jour) ses propres serres, un agriculteur attentif peut réduire le taux d'infestation à un seuil tolérable, comme on a prouvé à la station d'Aguila.

Parfois on a pu observer des défauts au niveau de la technique de pulvérisation : pulvérisateur mal réglé (jet d'eau à grosses gouttelettes) ou vitesse de traitement trop accélérée, ce qui fait que toutes les plantes ne sont pas bien mouillées (Zerkine).

Quelques agriculteurs éprouvent des réticences au niveau de traitements de jeunes plantes en stade cotylédonnaire ou en stade de quelques feuilles.

En outre on a pu observer des points positifs suivants :

La plupart des agriculteurs traitent aussi tôt leur culture.

* Séminaire National de Formation dans le Cadre du Projet PNUD/TUN 85/004, Gafsa 21 et 22/11/89.

L'alternance des produits a été assez bien suivie et les produits les plus souvent utilisés sont :

- Kafil, Cymbush (Sherpa), Décis (quelque déconseillé) ; Actellic ; Pirimor ; Zoolone (non dangereux pour les abeilles) ; Phytoate, Daphène ; Fatek ; Lannate ; Taron et Dithane (Ovicide).

Dans certains sites quelques nouveaux produits ont été testés notamment Applaud et Talstar.

La plupart des agriculteurs essaient d'adapter le schéma de traitement aux constats de mouches blanches dans les serres. Ils doivent quand-même faire un effort au niveau de traitement des bordures qui doivent être traitées à une fréquence plus dense.

2. Résultats des observations et des comptages

Quelques remarques générales :

- On peut trouver des mouches blanches dans des serres, sans qu'il y a par la suite extériorisation de TYLC ou LIY. Pour avoir une infection le réservoir viral doit être présent dans l'environnement, c'est à dire les mouches blanches doivent être porteurs de la virose, s'il n'y a pas l'inoculum initial, il n'y a pas de transmission.

- S'il y a eu des mouches blanches dans la serre, des pontes ont, peut être, eu lieu. Alors l'agriculteur doit bien surveiller sa serre. Tant qu'il y aura par la suite des éclosions d'œufs, il doit veiller à suivre rigoureusement le calendrier de traitements.

- chez un nombre minime d'agriculteurs, on trouve des infestations graves de mouches blanches et des symptômes de TYLC sur tomate et LIY sur fakous. Il s'agit ici des agriculteurs néophytes et très peu intéressés.

- En général les cultures semées précocement sont les plus infectées. L'infection peut atteindre 70% à 100% des plantes de fakous. Les traitements anti-Bemisia n'ont déclenché qu'à partir du début septembre, donc trop en retard pour des cultures semées en début de mois d'Août.

2.1. TYLC sur tomate

Le comptage à Limaguess (tableaux 1 et 2) indique un taux d'infection de TYLC très faible, variant de 0.2 à 2.24% le 28/10/89. La présence du vulgarisateur sur la site trois fois par semaine est à la base de cette réussite. Les agriculteurs débutants étaient quand même sur leur qui-vive car ils avaient vu l'ampleur de l'infection dans l'ancien site auparavant.

A Borj Saidane (tableau 3) le taux d'infection est en général plus élevé et plus variable, allant de 0.1% à 16.6% (comptage du 1/11/89). Une autre observation effectuée le 16 Novembre 1989 a montré une aggravation de la situation, dans une serre de tomate l'infection est passée de 10% à 25% en 15 jours. Heureusement il s'agit ici d'une infection tardive sur des plantes qui seront arrachées entre mi-et fin janvier et donc seulement 5 à 6 bouquets seront récoltés. A la différence de Limaguess les agriculteurs ignoraient le danger de la maladie et imputaient les symptômes aux autres phénomènes telles que le froid, courant d'air etc...

A Menchia (tableau 5) le taux d'infection varie de 2.3% à 100% de plantes virosées. Le tableau 4 indique le schéma de traitement à la station de Zerkine. La présence continue des mouches blanches rendait nécessaire des interventions chimiques presque chaque jour. Le traitement au Talstar semble avoir donné les meilleurs effets. Le taux d'infection varié de 0.1 à 2.1%, ce qui est une nette amélioration par rapport à l'année dernière (tableau 9). Le tableau indique aussi que le taux d'infection augmente dans le temps et que les bordures sont plus attaquées que le milieu de la serre.

A la station d'Aquila le taux d'infection varie de 4.1 à 9.9%. Le congé de l'ouvrier spécialisé, effectuant toujours les traitements à l'atomiseur, a rendu quasi nulle les traitements avant le 4/09/89. La serre 2 montre le plus grand nombre de plantes virosées et une infection plus grave au milieu de la serre. Ceci est dû à ce que la serre n'était pas couverte jusqu'à mi-septembre environ.

A Ouled Mohamed seulement quelques plantes ont montré les symptômes de TYLC. Selon le responsable les serres n'ont pas été traitées que 2 fois (le 19 et le 20/10) avec Zoolone et Décis respectivement, mais l'alentour des serres a été traité en début d'octobre avec Sherpa, comme mentionné ci-dessus.

2.2. Infestation de LIY

L'infection est plus importante sur fakous que sur melon. Le fakous a été semé précocement (avant le melon) et n'a été traité que tardivement. Le taux d'infection sur fakous varié de 70 à 100% à Jemna, Limaguess et Borj Saidane.

Sur melon le taux est plus faible :

Menchia de 10.2 à 13.5%

Tozeur de 0.8 à 5.5%

Limaguess 7.6%

Douz 1.75 et 2.1%

Sur le concombre à Ouled Mohamed on ne trouve pas de symptômes, pourtant juste à côté de la serre se trouve une parcelle de pomme de terre entièrement infestée par de mouches blanches, et malgré l'irrigation par aspersion. Le taux d'infestation de mouches blanches dans les serres a toujours été faible.

tableau 1 : Etat des plantes de tomate à Limaguess (nouveau projet)
(comptage du 27 au 30/10/89)

nr serre	nombre de total	plants TYLC	TLCY %
2	400	4	1
4	300	3	1
5	950	2	0.2
8	960	2	0.2
9	1024	3	0.3
16	500	8	1.6
18	600	2	0.3
20	810	8	1
22	750	1	0.13
25	700	150	21
27	480	10	2
29	980	4	0.4
32	1228	3	0.25
34	490	2	0.4
36	720	2	0.27
38	760	2	0.26
40	840	10	1.2
41	1000	10	1
43	380	4	1
45	590	6	1
46	640	5	0.7
50	750	10	1.34
53	749	7	0.93
58	718	9	1.25
58	752	4	0.54

tableau 2 : plantes de tomate infectées par le TYLC à Limaguess (ancien projet -
comptage du 28/10/89)

nr serre	nombre de total	plants TYLC	TLCY %
1	777	4	0.45
7	312	7	0.24

tableau 3 : plantes de tomates infectées par le TYLC à Borg Saidane
(comptage du 1/11/89)

nr serre	nombre de total	plants TYLC	TLCY %
2	800	8	1
4	800	35	4.5
6	750	75	10
8	864	75	8.6
9	500	3	0.6
10	980	1	0.1
11	525	56	10.6
13	1056	2	0.18
15	960	12	1.25
17	880	8	0.9
19	300	50	16.6
20	180	25	13.6
21	350	3	0.85
22	840	4	0.85
23	516	7	1.35
26	560	6	1
27	820	100	12.2
32	880	60	6.8
33	880	40	3.4
35	420	15	3.57
38	700	35	5
40	720	75	10.4

*** 25% le 16/11/89 ***

tableau 4 : schéma de traitement contre la mouche blanche appliqué à la station d'appui de Zerkine

date	serre n°	6	7	8	9	
13/9		K	K	K	K	K = Kafil A = Actellic T = Telstar Ap = Applaud
14/9		T	A	A	A	
15/9		K	K+Ap	K+Ap	K	
16/9		T	A	A	A	
17/9		K	K	K	K	
18/9		T	A	A	A	
19/9		K	K	K	K	
21/9		K	K	K	K	
22/9		A	A	A	A	
23/9		D+B	D+B	D+B	D+B	D = Dithane B = Benlate
25/9		T	A	A	A	
27/9		T	A	A	A	
28/9		K	K+Ap	K+Ap	K+Ap	
29/9		T	A	A	A	
30/9		K	K	K	K	
2/10		T	A	A	A	
3/10		D+B	D+B	D+B	D+B	
4/10		K	K+Ap	K+Ap	K	
6/10		T	A	A	A	
7/10		K	K	K	K	
9/10		T	A	A	A	
10/10		K	K	K	K	
11/10		T	A	A	A	
12/10		K	K+Ap	K+Ap	K	
13/10		T	A	A	A	
14/10		K	K	K	K	
16/10		T	A	A	A	
17/10		D+B	D+B	D+B	D+B	
18/10		K	K	K	K	
19/10		T	A	A	A	
20/10		K	K+Ap	K+Ap	K	
21/10		T	A	A	A	
TYLC 25/10 8/11		0.1%	0.8%	1.5%	2.1%	

tableau 5 : plantes de tomate et melon infectées par le TYLC ou LIY à Menchia

culture	nombre de total	plantes infesté	%
tomate	1000	104	10.4
tomate	1200	28	2.3
tomate	1000	241	24.1
tomate	1000	1000	100
melon	750	101	13.5
melon	1000	120	10.2

tableau 6 : plantes de melon et de fakous infectées par le LIY (en %)

Hamadi	Pancha	1.8
	Regal	4.8
Tarek	Pancha	0.8
	Regal	0.8
	Alma	5.5
Haj Othman	Pancha	1.8
Limagues	Pancha	7.6
Borj Saidane	Fakous	70% à 100%

tableau 7 : nombre de plantes infectées par le TYLC à la station d'Aquila de Gafsa (en %)

Designation	bordure de la serre	milieu	total
serre 1	5.1	4.1	4.4
serre 2	6.6	3.2	4.1
serre 3	8.6	10.4	9.9

remarque : la serre 2 n'a pas été couverte avec du plastique jusqu'à 45 jours après le semis

tableau 8 : nombre de plantes infectées par le TYLC et LIY à Douz et Jemna

Douz	To	1500	49	3.3%
	Mel	800	14	1.75%
	Mel	1200	25	2.1%
Jemna	To	1000	214	21.4%

tableau 9 : l'évolution de l'infection de TYLC dans les serres de tomate à Zerkine pendant la campagne 1988-89 (en %)

date	4/10	12/10	19/10	26/10	bordures
serre 1	1.2	6.1	9.7	10.4	41
serre 2	1.4	4.2	5.4	5.6	51
serre 3	2.6	5.4	6.4	6.6	66
total	1.7	5.2	7.2 *	7.5	

* = 54% sur les lignes jumelées de chaque côté

45% dans les extrémités de la serre (dernières 7.5 m)

APERCU ANALYTIQUE DES DIFFERENTES MALADIES OBSERVEES SUR LES CULTURES SOUS SERRE CHAUFFEE CAMPAGNE 1989 - 1990 *

1. Introduction

En regardant l'évolution des maladies d'une campagne à l'autre, on constate que les mêmes maladies réapparaissent presque à chaque campagne culturale. L'intensité et l'époque d'apparition de ces maladies changent selon le site, le microclimat et les traitements préventifs. Comme exemple on peut citer ici la cladosporiose, bien présent dans les serres de SAMEC à Chenchou et qui fait jusqu'à maintenant défaut ailleurs bien qu'on l'a pu constater là-bas l'année dernière. L'apparition de cette maladie à Chenchou est due à deux facteurs : la mauvaise aération des longs abris (80 m de longueur) par manque d'un système adéquat et l'absence des traitements préventifs contre le mildiou à base de dithiocarbamates, qui ont aussi un effet contre la cladosporiose.

Pour lutter efficacement contre les ravageurs et contre les maladies cryptogamiques la prophylaxie est nécessaire. La prophylaxie vise à éliminer les foyers de ravageurs ou maladies situés aux abords de la culture. Il s'agit principalement de détruire les mauvaises herbes, d'éliminer les déchets de culture et de traiter la structure des abris. Bien que certains agriculteurs ont détruit les mauvaises herbes autour de leurs serres (surtout en arrière-saison pour lutter contre la mouche blanche), on peut dire que la plupart ne sont pas conscient du danger de ces adventices sur la propagation des maladies. La même remarque peut se faire sur les déchets de cultures pour certaines maladies (*Cercospora*). On peut ajouter ici aussi l'importance de la fermentation du fumier avant son enfouissement afin de détruire les grains de mauvaises herbes, et les larves des insectes.

L'utilisation de pesticides ne doit pas être la seule méthode de lutte à conseiller aux agriculteurs, mais doit être accompagnée d'autres interventions culturales en cours de culture :

* 9^{ème} Séminaire National de formation dans le cadre du Projet Géothermie PNUJD/TUN 85/004. Tozeur, 15 - 17 Mai 1990.

- l'aération des abris pour réduire l'humidité relative de l'air.
- l'enlèvement sans excès des feuilles de la base favorisant l'aération des parties basses des plantes.
- la taille précoce des bourgeons axillaires au ras de la tige afin d'obtenir des plaies de taille les plus petites que possibles.

On peut aussi penser à d'autres méthodes d'utilisation des pesticides comme p.e. le traitement par irrigation localisée, ce qui réduira d'avantage l'humidité relative sous abri par rapport à la pulvérisation. Ceci peut se faire avec succès en utilisant le Benlate dans l'eau d'irrigation contre la cladosporiose et la fusariose, mais on peut également utiliser cette méthode contre les mineuses par exemple.

Un nombre de plus en plus important des agriculteurs commence à connaître les maladies et ne les confondent plus, grâce aux efforts de la vulgarisation. Mieux faut prévenir que guérir. L'agriculteur attend des guérissons miraculeuses des plantes après 1 ou 2 traitements curatifs. Mieux faut il traiter préventivement avant l'apparition des symptômes, en cas de conditions météorologiques favorables au développement de telle ou telle maladie.

Il est très important de détecter rapidement les premiers symptômes d'une maladie et par suite il faut déclencher un traitement dense afin d'enrayer rapidement la maladie. Faire disparaître les premiers symptômes de la maladie de la serre en les enlevant manuellement est également une précaution importante.

2. L'alternance des pesticides

Dans les grandes exploitations de Gabes et les exploitations intégrées à Tozeur on applique très bien l'alternance des pesticides, contrairement aux agriculteurs de Kebili qui n'ont que quelques produits en stock (bien qu'il y a là aussi des exceptions). Une minorité d'agriculteurs confondent encore les insecticides avec les fongicides, bien que, grâce à une vulgarisation assez efficace, cette situation s'améliore très rapidement d'une année à l'autre. Très souvent on constate que les pesticides ne sont pas stockés comme il le faut. On les trouve à l'intérieur de la serre exposés aux grandes chaleurs. Parfois on trouve des produits dans de petits sacs en polyéthylène sans indication du nom, ni de la dose d'application. La liste ci-dessous indique la plupart des pesticides utilisées dans les serres chauffées.

prduit	nom commer.	matière active
insecticide	Kafil	Cyperméthrine
	Actellic	Pyrimiphos-methyl
	Decis	Deltaméthrine
	Cymbush	Cyperméthrine
	Phytoate	Dimethoate
	Daphène fort	Dimethoate
	Zolone	Phosalone
	Pirimor	Pyrimicarbe
	Lannate	Methomyl
fongicide	Dithane M22	Manèbe
	Dithane M45	Mancozèbe
	Cuprosan	Cuivre + manèbe + zinèbe
	Solfo M	Souffre mouillable
	Aliette	Phosetyl - al
	Ridomil M	Metalaxyl + manèbe
	Saprol M	Triforine + manèbe
	Afugan	Pyrazophos
	Rubigan 12	Fenarimol
	Pelt 44	Thophanate-methyl
	Benlate	Benomyl
	Vericuivre	Cuivre micronisé

NOTE : cette liste donne les produits couramment utilisés par les agriculteurs ayant des serres chauffées. Certains produits ne sont pas autorisés pour application sur les cultures maraichères sous abri.

Contre les pucerons l'agriculteur utilise le plus souvent le Pirimor en alternance avec Phytoate et Kafil. Pour lutter contre les mouches blanches l'agriculteur utilise un ou plusieurs produits mentionnés dans la liste. Pendant l'arrière-saison 1989 Applaud et Talstar ont donné de très bons résultats contre la mouche blanche. Talstar (qui est aussi un acaricide) a l'avantage d'avoir d'une rémanence réduite (1 jour). Lannate combat très bien les noctuelles. Le decis ne se détruit que lentement dans la plante et pour cette raison on ne peut plus le conseiller aux agriculteurs. Zolone n'est pas toxique pour les abeilles et a un bon effet acaricide.

L'agriculteur essaie de maîtriser le mildiou de la tomate (*Pythophthora infestans*) et du melon (*Pseudoperonospora cubensis*) en traitant préventivement avec les dithiocarbamates. En cas d'une attaque grave il intervient avec Cuprosan. Si la maladie persiste il utilise Aliette et Ridomil M. Les dithiocarbamates sont utilisés aussi pour combattre l'Alternariose (*Alternario dauci*), la Cladosporiose (*Fulvia*

fulva) et la Stemphyliose (*stemphylium* spp.). Les produits anti-oidium sont utilisés contre le '*Leveillula taurica*' de la tomate et du piment et contre le '*Sphaerotheca fuliginea*' du melon. Contre la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) sur les plantes de tomate et de cucurbitacées, les agriculteurs traitent avec le Pelt 44, Benlate et parfois aussi avec Rovral (iprodione), alors qu'on n'utilise pas le thirame, le seul produit auquel le botrytis n'a pas encore développé des résistances.

3. Inventaire des principales maladies observées

3.1. Insectes

- Pucerons (*Aphis gossypil*) sur toutes les cultures. Les symptômes consistent à recroquevillement des feuilles et à la production de miellat (et ensuite de la fumagine). La plus grave infestation s'est produite à El Hamm (Djerid) sur les cultures de melon et fakous chez 2 agriculteurs. En début de l'attaque (début mars) les agriculteurs ont commencé les traitements, en retard et n'ont pas très bien fait les traitements causant ainsi beaucoup de dégâts. Dans les autres régions les infestations sont survenues vers fin avril.

- Araignée rouge (*Tetranychus urticae*) surtout sur melon, fakous, piment et pastèque. On observe sur les feuilles des ponctuations jaunes suivies d'un jaunissement des. Sur la face inférieure de la feuille on constate la présence de nombreuses toiles soyeuses. Très souvent on trouve l'araignée rouge et les pucerons sur les mêmes feuilles.

- Acariose bronzée (*Aculops lycopersici*) sur tomate. Les folioles prennent une couleur vert bronzé suivi de dessèchement. Les fruits deviennent liégeux et craquelés. Les premières infestations ont été observées à la fin d'Avril. Les serres de tomate à la station d'Aguila Fafsa à sont sérieusement infestées.

- Mouche mineuse (*Liriomyza trifolii*) la mouche adulte mesure 2 mm de long, colorée en noir et jaune. L'œuf déposé sur la feuille donne naissance à une larve jaune de 1 mm qui se déplace à l'intérieur de la feuille et creuse des galeries. On a pu observer la mouche mineuse dans tous les sites sur melon et fakous. Des dégâts considérables ont été remarqués dans les serres de Jemna à partir de début Avril.

3.2. Fungi

- Mildiou (*Phytophthora infestans*) sur tomate ; *Pseudoperonospora cubensis* sur melon et fakous : L'attaque a été très grave sur les Cucurbitacées d'arrière-saison. En plein hiver un début d'attaque sur les jeunes plantes de melon à Tozeur et Limaguess a été bien maîtrisé. Dans les cultures de primeur la suite on a pu avoir des dégâts graves dans les serres de SAMEC à Chenchou.
- Cercosporiose (*Cercospora melonis*) sur melon et fakous : Présent presque dans toutes les serres de primeur dans tous les sites. Apparaît parfois ensemble avec le mildiou et peut se confondre avec cela en stade avancé.
- Oidium (*Leveillula taurica*) sur piment et tomate, *Sphaeroteca fulginea* et *Erysiphe* spp. sur melon et fakous : Sur tomate l'infection est surtout à craindre en automne et au printemps une grave infection a été observée dans une serre de tomate à Limaguess au mois de janvier. Sur melon et fakous l'infection coïncide en général avec l'amélioration de la température au printemps (début mai). L'oidium est la maladie la plus grave du piment et poivron dans les serres chauffées au Sud.
- Pourriture grise (*Botrytis cinerea*) : sur toutes les cultures. C'est la maladie la plus fréquente sur tomate cette année apparaît en étroite liaison avec l'humidité élevée sous abri, surtout par suite des pluviométries importantes fin janvier. La maladie est très difficile à combattre (lutte chimique).
- Alternariose (*Alternaria dauci*) : tâches à petites plages brunes, constituées d'anneaux concentriques. Les conditions favorables à son développement sont l'hygrométrie élevée et les températures comprises entre 18° C et 25° C. Le traitement et les produits anti-mildiou de contact (manèbe, mancozèbe, chlorothalonil...), mais l'aération et le cuivre peuvent être de bon secours, la variété de tomate Novy semble plus sensible que Ely et Ibiza.
- Cladosporiose (*Fulvia fulva*) sur tomate : Cette maladie très grave en Europe, peut être très bien reconnue par des tâches recouvertes de fructifications brun olivâtre à la face inférieure des folioles. Les conditions favorables à son développement sont des températures de l'ordre de 20 à 25° C et une humidité relative supérieure à 80%. La lutte consiste à bien aérer les abris pour réduire

l'humidité et en traitant avec manèbe, mancozèbe, triforine, fenarimol e.a. On trouve des fortes infestations à Ouled Mohamed et Chenchou.

3.3. Autres maladies :

- pas de TYLC et LIY sur les cultures de primeur.
- flétrissement de pastèque : probablement ils sont provoqués par la brûlure des racines par le fumier non fermenté.
- nécrose apicale de tomate, piment et pastèque : Elle très liée à la salinité de l'eau d'irrigation. Les cultures assoiffées montrent plus de symptômes. Les dégâts sont en général de faible importance grâce à une meilleure conduite de l'irrigation.
- carences nutritives : Elles sont en général moins présentes dans les serres à forte dose de fumier. Des traitements avec Actigil ou Wuxal ont un bon effet sur les cultures et on observe le redémarrage de la végétation des plants nécrosés après de tels traitements. Les carences les plus observées sont : calcium, phosphore, fer, azote et potasse.

4. Observations par région

4.1. Station d'appui d'Ouled Mohamed

Sur pastèque, melon et fakous : RAS (Rien à Signaler). Le piment est attaqué par l'oidium, par la pourriture grise et il y a une faible présence de pucerons. Sur la tomate on trouve un amalgame de maladies causées par du fungi comme la moisissure grise, le mildiou, l'alternariose, la cladosporiose et l'oidium, surtout aux conditions climatiques nocturnes suboptimales.

4.2. Station d'appui de Gafsa

Sur tomate l'infestation d'acarose bronzée devient de plus en plus grave. Les plantes mal irriguées (côté Sud de la serre) sont infectées par l'oidium. L'oidium est aussi présent sur le piment.

Un faible pourcentage de fruits de piment montrent des symptômes de nécrose apicale.

4.3. SAMEC Chenchou

Comme mentionné dans l'introduction, la mauvaise aération des serres et l'absence d'un suivi rigoureux des traitements ont provoqué des graves dégâts sur

les cultures de tomate, melon et fakous. Sur tomate on a pu observer des fortes attaques de mildiou, de pourriture grise, d'alternariose et de cladosporiose. Sur melon il y a présence de puceront, mildiou et cercosporiose.

4.4. 5ème Saison

Les cultures étaient très bien suivies. Il y a des faibles attaques de moisissure grise et d'alternariose sur tomate. Des symptômes d'asphyxie ont été observés sur quelques plantes de tomate et melon, et ceci est du à une stagnation de l'eau par non respect de pentes régulières dans les bacs de culture. Une faible attaque de cercosporiose a été constatée sur melon.

4.5. Région de Kebili

Borj Saidane :

- Sur melon et fakous : oidium (grave dans quelques serres) et cercosporiose.
- Sur tomate : moisissure grise.
- Sur pastèque il y a une grave infestation de pucerons et dans quelques serres des problèmes d'alternariose.
- Limaguess (ancien périmètre) :
 - Sur melon et fakous : oidium et nématodes.
 - Sur tomate : botrytis et oidium.
 - Sur pastèque quelques flétrissements non déterminés pour le moment.
- Limaguess (nouveau périmètre) :
 - Dans 3 serres de melon il y a une forte infection d'oidium.
 - Partout sur la tomate il y a de la pourriture grise.

Stiftimi :

Les cultures de melon, fakous et pastèque sont presque à 100% indemne de maladies.

Kebili :

Début d'attaque de mildiou sur melon et fakous.

Jemna :

- Sur melon et fakous : grave infestation de mouche mineuse et une infection de Botrytis, mildiou et oidium.
- Sur tomate on a pu constater de la pourriture grise, de l'alternariose et de l'oidium.

- Sur piment il y a présence de l'oidium, de la nécrose apicale et de la pourriture grise.
- Sur pastèque des pucerons et un début d'attaque d'araignées rouges.

4.6. Région de Touzeur

- Tomate : nécrose apicale éclatement acarirose bronzée (Cheikh Hamed), Botrytis, oidium et alternariose.
- Melon et fakhous : pucerons, problèmes nutritionnels mildiou, cercoporiose, oidium et araignée rouge.
- Pastèque : pucerons, flétrissement (fumier ?).

4.7. Station d'appui de Sbeitla

- Tomate : la pourriture grise
- Melon : problèmes de carences nutritives
- Pastèque : pucerons

4.8. SITEP : EL Borma

- Tomate : la pourriture grise, nécrose apicale (variété Monte Calro), oidium (grave), alternariose (Novy).
- Melon : cercosporiose.
- Pastèque : alternariose.
- Des carences nutritives sur toutes les cultures due à l'arrêt de la fertilisation depuis 1 mois.

5. Conclusions

L'écart entre le rendement le plus élevé et le plus faible dans un même site est souvent important. Ceci est essentiellement dû à 3 facteurs, notamment :

- la différence en technicité entre les agriculteurs et leur présence sur terrain.
- l'état sanitaire des cultures.
- la fertilisation.

Une très bonne serre de melon de primeur a donné plus que 3500 kg à Nefta et jusqu'à maintenant la serre est indemne de maladies. Par contre le rendement d'une serre mal soignée chez un autre agriculteur n'a produit que 1500 kg et les plantes se trouvent couvertes d'oidium et de pucerons.

Pour la tomate les rendements en culture de primeur varient entre 7 et 4 tonnes par serre. En rendement moyen de pastèque les agriculteurs à Limaguet obtiennent entre 3000 et 4000 kg par serre. Quelques très bons agriculteurs ont dépassé cette production et un seul a obtenu, pour la 2^{ème} année consécutive, 6000 kg par serre. Une serre cultivée en pastèque et mal soignée ne produit pas plus que 2000 kg. Ces exemples montrent que les écarts en rendements peuvent être considérables.

Lors des visites sur terrain et en matière de prévention des maladies, le vulgarisateur doit surtout veiller sur les points suivants :

- les mesures prophylactiques
- l'aération des abris
- l'alternance des produits
- le respect des doses des pesticides
- le bon stockage des pesticides

En faisant ainsi, la plupart des maladies peut être jugulée plus facilement. Les maladies qui ont provoqué le plus de dégâts cette année sont, sans aucun doute, le mildiou et la cercosporiose sur melon et la pourriture grise sur tomate. Pour combattre le mildiou des traitements préventifs s'imposent dès que les conditions climatiques deviennent favorables à la contamination (c'est à dire chaud et humide). Une différence variétale a été observée. La cercosporiose peut être maîtrisée en combinant les produits anti-mildiou avec le benomyl, et l'année prochaine il faudrait essayer des produits spécifiques contre la cercosporiose.

La pourriture grise est très difficile à combattre et il faut veiller à la bonne aération des abris et à l'effeuillage des plantes, surtout dans les cultures à forte densité.