

Table 3: Yield data for the insecticide trial at Hopewell Plantation.

Insecticide	Avg. Weight of Marketable Heads (kg)	% Marketable Heads
Applaud	0.64	80.5
Azatin	0.54	87.5
Cascade	0.54	86.1
Dipel	0.45	69.4
Jupiter	0.70	80.5
Trebon	0.58	84.7
Control	0.48	74.3

LES CULTURES MARAICHÈRES SOUS ABRIS A LA MARTINIQUE INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION ET MAITRISE DES RISQUES PHYTOSANITAIRES D'ORIGINE TELLURIQUE.

Bruno HOSTACHY^{1*}, Patrick QUENEHERVE^{2**}, Patrick DALY^{3***}

* DAF-SPV : Direction de l'Agriculture et de la Forêt, Service de la Protection des Végétaux

** ORSTOM : Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

*** CIRAD-CA : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Cultures-Annuelles

RESUME

Depuis une dizaine d'années, l'intensification de la filière maraîchère à la Martinique est marquée par l'essor des cultures sous abris (hors sol et pleine terre). La connaissance des contraintes phytosanitaires d'origine tellurique des cultures maraîchères de plein champs nous a conduit à rechercher les bases nécessaires à assurer la pérennité de ces cultures sous abris en pleine terre. Ce travail a été réalisé par la méthode du suivi multilocal d'exploitations (Lorrain, Morne-Vert, Saint-Esprit) couvrant la diversité des principales régions de production. Après 14 mois, l'inventaire du parasitisme tellurique (champignon, nématode) a pu être dressé ainsi que la mise évidence de certaines contraintes agronomiques.

La nématofaune phytoparasite est dominée par Meloidogyne et Rotylenchulus; Meloidogyne constituant une contrainte majeure à la production sur deux des sites suivis. Le genre Rotylenchulus n'est par contre dominant que sur le site installé sur ferrisol.

Du point de vue de la microflore, selon les sols et les cultures, les champignons pathogènes et saprophytiques sont caractérisés par des fluctuations importantes de leur fréquence d'isolement; trois espèces pathogènes potentielles sont les plus fréquentes: Fusarium solani, Pythium splendens et Rhizoctonia solani.

1* Service de la protection des végétaux, Laboratoire de la Pointe des sables, BP 241,97257 Fort de France

2** ORSTOM, Laboratoire de nématologie, BP 8006, 97259 Fort de France

3*** CIRAD-CA, Station de Petit Morne, 97232 Lamentin



Enfin d'un point de vue agronomique, les inconvénients de certains types de sol (ferrisol) et les répercussions de certaines techniques culturales sur le parasitisme, sont apparus accentués en culture sous abri.

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, les producteurs maraîchers de la Martinique développent les cultures sous abris dans un souci de réguler la production au cours de l'année et d'en améliorer la qualité (RAULT, 1988). D'une superficie de trois hectares en 1987, les cultures maraîchères sous abris en occupent aujourd'hui neuf, également répartis entre le hors sol et la pleine terre.

Les espèces maraîchères les plus fréquemment cultivées sont la tomate, le concombre, la laitue et secondairement le céleri et le poivron. La quasi totalité de la production est destinée à l'approvisionnement du marché local. Le coup élevé des investissements conduit les agriculteurs à une intensification du système par le nombre de cycles et l'importance des intrants (fertilisation, protection phytosanitaire...). Ce système de production présente l'inconvénient de concentrer et d'aggraver les problèmes phytosanitaires d'origine tellurique rencontrés en plein champ sans avoir la possibilité d'effectuer une jachère et avec une rotation d'espèces végétales très limitée. L'objectif de l'étude conduite par le CIRAD-CA, l'ORSTOM et le SPV était d'orienter les agriculteurs vers des solutions techniques permettant de prévenir l'incidence de problèmes telluriques graves (maladies de dépérissement) ou chroniques (baisse de fertilité d'origine parasitaire ou non).

Dans une première phase, prévue sur 3 ans, l'identification des problèmes a été privilégiée. Le travail a été conçu selon la méthode du suivi d'exploitations réalisant leurs propres projets culturaux. Ce suivi fait appel aux observations de terrain et aux analyses de laboratoire qui permettent d'identifier les problèmes, de quantifier leur impact sur la culture et de les hiérarchiser.

MATERIELS ET METHODES

Trois exploitations ont été choisies pour la régularité de leur

production et leur représentativité par rapport aux milieux pédoclimatiques de la Martinique: dans le nord-est au Lorrain, dans le nord-ouest au Morne-Vert et enfin dans le centre au Saint-Esprit. Les trois serres sont des abris tunnels, ouverts aux deux extrémités, d'une surface d'environ 360 m² (longueur 40 m, largeur 9 m, hauteur 3,5 m), couverts d'une bâche plastique transparente d'une épaisseur de 300 µm, avec parfois un ouvrant latéral sur une hauteur d'un mètre au dessus du sol pour les sites mal ventilés. Les caractéristiques agro-pédoclimatiques des trois sites ainsi que les calendriers culturaux sont présentés dans le tableau 1.

Pour le suivi agronomique : L'agronomie générale a été étudiée par le CIRAD-CA en réalisant systématiquement, pour chacun des sites, des analyses chimiques du sol avant la mise en place de la première culture. Ensuite, en observant tout au long des cycles les pratiques phytotechniques des agriculteurs et en réalisant des profils culturaux.

Pour le suivi phytosanitaire : Le dispositif d'observations et de prélèvements a été orienté par trois objectifs prioritaires:

- (1) Inventorier la nématofaune de la rhizosphère et la microflore fongique des racines,
- (2) Mesurer les fonctionnalités du système racinaire,
- (3) Identifier et dénombrer les cas de mortalité,

(1) Inventorier la nématofaune de la rhizosphère et la microflore fongique des racines :

* Nématofaune de la rhizosphère : A l'aide d'une gouge de prélèvement 12 sous-échantillons sont récoltés dans les 20 premiers cm du sol, au hasard sur sol nu et dans un rayon de 5 cm autour du pied de la plante échantillonnée en cours de végétation, pour former l'échantillon composite sur chacun des 12 secteurs divisant l'abri. Au laboratoire, après homogénéisation, une partie aliquote de 250 cm³ provenant de l'échantillon composite est traitée par élutriation (Seinhorst, 1962). Les nématodes sont extraits des racines dans une chambre à brouillard (Seinhorst, 1950). Après extraction, les nématodes sont dénombrés et identifiés à l'aide d'un microscope binoculaire et l'infestation rapportée en nombre d'individus par 100 grammes de sol sec et par gramme de racines sèches.

* Microflore fongique des racines : 60 jours après plantation

pour les cultures à cycle long (Tomate, Céleri), et systématiquement en fin de cycle, 10 plantes choisies au hasard sur un transect sont arrachées avec la totalité du système racinaire. Au laboratoire, les systèmes racinaires sont abondamment lavés à l'eau courante et 10 fragments de racines de 0,5 cm de long sont prélevés en limite des secteurs nécrosés. Ces fragments, préalablement lavés à l'eau stérile sont déposés isolément au centre d'une boîte de Petri contenant un milieu nutritif gélosé. Deux milieux de sélectivité différente ont été utilisés: le milieu S (MESSIAEN et LAFON, 1970) et le milieu CMA (Corn Meal Agar, 17g/l).

La très faible opacité des milieux utilisés permet d'observer les boîtes directement sous le microscope après 2, 4 et 6 jours passés dans une étuve éclairée à 27°C.

(2) Mesurer les fonctionnalités du système racinaire :

Cet aspect est estimé à l'aide des deux critères suivants: l'Indice de Galle (IG) et l'Indice de Nécrose Racinaire (INR).

L'IG est utilisé dans le cas d'attaques dues à Meloidogyne sp.: des dénombrements de galles sont effectués sur 100 plantes prélevées au hasard en fin de culture dans les 12 secteurs de la serre, et indexées de 0 à 10 suivant l'intensité de l'attaque (Zeck, 1971).

L'INR est mesuré sur 10 plantes arrachées environ 60 jours après plantation pour les espèces à cycle long (Tomate, Céleri) et systématiquement en fin de culture pour toutes les espèces sur les 100 mêmes plantes utilisées précédemment pour l'IG. L'INR de chacune plante est apprécié en affectant le système racinaire d'une note comprise entre 0 et 3 selon l'importance des nécroses.

(3) Dénombrer et identifier les causes de mortalité :

Ces observations ont pour but de connaître: (a) l'importance des fontes de semis, (b) le taux de mortalité tout au long du cycle.

RESULTATS

Compte tenu de la diversité écologique des petites régions, les résultats sont présentés séparément pour chaque exploitation. Les peuplements de nématodes et les fréquences d'isolement racinaire des

champignons sont présentés sur les figure 1 et 2.

SITE N° 1: Le Lorrain

Le suivi a été réalisé pendant 14 mois pour les quatre cultures successives suivantes: Tomate (var. Capitan), Haricot (var. Emerite), Haricot (hybride 2.2.3. V), Laitue (var. Feuille de Chêne). Sur ce site, deux problèmes agronomiques importants ont été constatés.

Tout d'abord, et malgré une texture sablo-argileuse très favorable au travail du sol, une semelle de labour est présente à 15 cm de profondeur.

Par ailleurs, le sol de cette exploitation est régulièrement désinfecté à la chaleur et lors du dernier traitement à la vapeur nous avons constaté que les températures du sol étaient de niveau très variable sur la surface de la serre et qu'à une profondeur de 15 cm elles atteignaient rarement le seuil léthal pour les nématodes (55 °C) et jamais celui pour les champignons et les bactéries (70 °C). Ces différences semblent s'expliquer par une hétérogénéité de l'humidité du sol ainsi que par la présence de la semelle de labour. Comme par ailleurs la plantation s'effectue à cette profondeur par dépôt de mottes dans un sillon tracé mécaniquement, les racines se développent dans un milieu peu désinfecté. Ce manque d'efficacité de la méthode de désinfection, mise en évidence avec l'échec d'un cycle de haricot, a orienté l'agriculteur vers une technique de fumigation par injection de D.D. (dichloropropène-dichloropropane) à raison de 220 litres par hectare.

Nématodes

La nématofaune est très pauvre dans sa diversité mais hautement spécialisée. Les nématodes phytoparasites dominent largement la nématofaune totale (> à 76 % par rapport aux nématodes saprophages).

La première culture de tomate a autorisé un développement considérable de Meloidogyne incognita par rapport à celui de Rotylenchulus reniformis (le taux de multiplication pondéré sur 30 jours est respectivement de 19 pour Meloidogyne et de 3,3 en ce qui concerne Rotylenchulus) avec des populations en fin de culture s'élevant à 5000 individus par g de terre sèche. En fin de culture, seulement 8 % des plantes avaient un système racinaire indemne de galles et plus de 50 % présentaient un système racinaire dont les

fonctionnalités étaient réduites de plus de 75 % (indice de galle supérieur ou égal à 7, racines déformées, épaissies et nécrosées, chevelu racinaire inexistant). Malgré ce niveau d'attaque, la variété de tomate Capitan a présenté un relatif bon comportement agronomique qui pourrait être le signe d'une certaine tolérance aux nématodes.

Par contre, la culture suivante de haricot a fait preuve d'une très grande susceptibilité aux attaques précoces de nématodes. En fin de culture, aucune plante ne présentait un système racinaire indemne et plus de 60 % des plantes présentaient un indice de galle supérieur ou égal à 7. La faiblesse du développement racinaire, sans doute inhérente pour la variété aux conditions de culture tropicale, alliée à cette grande susceptibilité, a entraîné un dépérissement rapide et irréversible de la culture. La fumigation du sol au D.D. (dichloropropène-dichloropropane), combinée à la culture d'un haricot hybride (2.2.3. V) réputé tolérant à Meloidogyne, ont permis de faire chuter le peuplement en dessous de toute nuisibilité (indice de galle nul en fin de culture). Mais, les effets de la fumigation semblent s'estomper au bout de trois mois puisque dès la culture suivante de laitue, l'inoculum en Meloidogyne commence à se reconstituer (en fin de cycle seulement 6 % des plants sont indemnes de galles et 16 % ont déjà un indice supérieur à 5).

Champignons

Dans le même temps, le suivi de la microflore fongique montre une inversion de l'équilibre entre les fréquences des espèces pathogènes potentielles et saprophytiques lors de la seconde culture de haricot.

Les trois espèces pathogènes confondues ont des fréquences d'isolement supérieures à 70 %, puis on assiste à un effondrement avec seulement le maintien de Fusarium spp. L'explosion des champignons saprophytiques (fréquence d'isolement de 90 %) s'effectue au profit de 4 genres suivant : Trichoderma, Penicillium, Paecilomyces et Gliocladium.

Lors de la première culture de tomate, le Pythium splendens est l'espèce dominante sans qu'il soit possible d'en relier la présence à des dégâts racinaires importants (en fin de culture, la proportion du système racinaire nécrosé ne dépasse pas 30 %). L'acroissement de la fréquence d'isolement du Pythium, pourtant connu comme un bon colonisateur mais un mauvais compétiteur, traduit un déséquilibre de la flore microbienne antagoniste. Le dépérissement du haricot associé à la

présence de Meloidogyne semble offrir un terrain très favorable à toutes les espèces fongiques qui agiraient en parasites secondaires. Sur les cultures suivantes à cycle court, l'observation des racines en fin de culture ne révèle aucune pathologie (la proportion du système racinaire nécrosé est en dessous de 10 %). Toutefois, la fréquence importante de Rhizoctonia sur la culture de haricot constitue un indicateur à surveiller pour les prochaines cultures.

Mortalité

Des pertes représentant 12 % des plants, assimilables à des fontes de semis par pourriture humide du collet, ont été observées durant les deux premières semaines après la plantation de tomate. Plusieurs espèces de Pythium, dont P.aquatile, ont été isolées des symptômes sur tige.

Les dégâts, n'évoluant plus ultérieurement, semblent s'expliquer par une profondeur de plantation excessive. Sur les cultures suivantes les cas de fonte de semis sont restés limités en dessous de 1 %.

SITE N° 2: Le Morne Vert

Un cycle de tomate (var. Caraïbe), puis un cycle de Céleri (var. Elne) séparés par une période de non culture de 78 jours se sont déroulés pendant une période de 14 mois.

Ce site se caractérise par les effets néfastes de certaines techniques culturales sur deux maladies à dissémination aérienne dont l'agressivité devrait être beaucoup plus modérée sous abri:

(a) la gale bactérienne due à Xanthomonas campestris vesicatoria dont la dissémination a été accrue par le système de brumisation,

(b) la pourriture des tiges causée par des germes opportunistes du genre Erwinia spp., dont la propagation s'est faite à la suite d'un ébourrage.

Malgré une fertilisation correcte, la faiblesse du rendement de la tomate (2,9 kg par m²) pourrait s'expliquer par un manque de lumière propre à la saison des pluies qui se prolonge plus longtemps en altitude. Par ailleurs, le sol de cet abri présente la particularité d'être

fumigé une ou deux fois par an avec du D.D. (dichloropropène-dichloropropane).

Nématodes

Les nématodes phytoparasites constituent une part très faible de la nématofaune totale (> à 8 % par rapport aux nématodes saprophages) et ils sont toujours à la limite du seuil de détection: le taux de multiplication pondéré sur 30 jours est ici de 5,6 pour Meloidogyne, et en fin de culture les populations atteignent à peine respectivement 300 et 140 individus par 100 g de terre sèche pour Meloidogyne et Rotylenchulus. L'observation du système racinaire de la culture suivante de Céleri, révèle que plus de 90 % des plants présentent des galles et que le tiers présentent un indice supérieur à 5. La répartition homogène des plants au sein des dix classes d'indice de galle peut être due à une application irrégulière du fumigant.

Champignons

Sur ce sol, la microflore racinaire apparaît très déséquilibrée. Sur tomate, le Pythium exprime bien sa capacité de colonisateur et de mauvais compétiteur: la fréquence d'isolement passe de 66 % à 60 jours à 21 % à 120 jours. Cette régression se fait au profit d'une spécialisation des espèces de Pythium, puisqu'en fin de culture on est en présence d'un peuplement quasi monospécifique de P. splendens. Seul l'INR sur céleri en fin de cycle à 172 jours, atteint une valeur élevée traduisant l'état d'un système racinaire nécrosé sur environ 75 % de la surface.

A ce stade de culture, cet état ne semble pas inquiétant. Sur d'autres cycles de céleri, il conviendra de surveiller si cet état n'est pas atteint plus tôt avant le stade de présenescence..

Mortalités

Sur tomate, les pertes par fonte de semis, associées à la présence de P.splendens ou E.carotovora, ont concerné moins de 2 % des plants. Par contre dans la seconde partie du cycle, et en relation avec les techniques culturales citées précédemment, les cas de pourriture sectorielle de la tige due à Erwinia spp., parfois évoluant en flétrissement, ont touché 20 % des plantes.

Sur céleri, les cas de mortalité restent limités à 1 % jusqu'à 60 jours pour ensuite atteindre 8 % en fin de culture. Tous les cas sont reliés à la présence de E.chrysanthemi qui provoque une pourriture molle à la base des tiges. La plante réagit en émettant des repousses. La pénétration du germe semble se faire à partir des blessures faites au moment des récoltes.

SITE N° 3: Le Saint Esprit

Pendant une période de 14 mois, quatre cultures ont été successivement mises en place: Tomate (var. Capitan), Concombre (var. Tokyo), Tomate (var. Capitan) et Laitue (var. Minetto).

Ce ferrisol est dérivé des formations anciennes du centre de l'île. Ces sols sont en général plus compacts, moins perméables, d'apparence plus argileuse que les sols ferrallitiques classiques.

La forte compacité du sol rend difficile le drainage et constitue un handicap pour l'agriculture mécanisée de type intensif. Ainsi, dans les zones mal drainées de la serre nous avons observé sur tomate des foyers de dépérissement dû au champignon Sclerotium rolfsii.

Pendant, les difficultés propres aux ferrisols sont apparues sans trop de répercussions sur les rendements (10 kg/m² pour la tomate). La bonne maîtrise de la préparation des plants et surtout une irrigation et une fumure élevée ont permis de contourner ces difficultés. Il serait néanmoins utile de cultiver sur planche ou billon plutôt qu'à plat.

Les analyses chimiques du sol avant la première culture révèlent une très faible teneur en carbone (1 %) signe d'un risque de dégradation des propriétés physiques du sol par un processus d'érosion accélérée.

Nématodes

Les nématodes phytoparasites dominent largement la nématofaune totale (> à 86 % par rapport aux nématodes saprophages) mais contrairement au site N°1, l'espèce dominante est R. reniformis. La première culture de tomate, a permis un développement important de R.reniformis, le taux de multiplication pondéré sur 30 jours est de 16, avec des populations en fin de culture allant jusqu'à plus de 2700

individus par 100 g de terre sèche. Les Meloidogyne demeurent à la limite du seuil de détection. L'observation du système racinaire en fin de culture a également montré un développement très faible de galles dues à Meloidogyne sur les racines. Il pourrait s'agir de contaminations par le terreau utilisé en pépinière.

Parallèlement, l'INR mesuré en fin de culture révèle que 36 % des plantes ont un indice de 2 (système racinaire nécrosé aux deux tiers). Cet indice peut être un bon indicateur des attaques de Rotylenchulus en association avec des champignons pathogènes.

La culture de concombre suivante, n'a pas entraîné de changement notable dans les équilibres observés. L'infestation en nématodes phytoparasites a été quasi monospécifique par R. reniformis mais son développement a été beaucoup plus faible que sur tomate (la taux de multiplication pondéré sur 30 jours n'est que de 0,4; le peuplement se maintient toutefois à un niveau élevé (> à 3400 individus par 100 g de terre sèche). L'observation des systèmes racinaires en fin de culture montre que, les rares plantes attaquées par Meloidogyne ne présentaient que des galles éparses et bien individualisées et que les signes de nécroses sont modérés (70 % des plantes ont un indice de 0,5). La culture suivante de tomate permet de faire les mêmes observations que sur le premier cycle.

Enfin sur la dernière culture, une laitue, les observations faites au moment de la récolte révèlent un très bon état des systèmes racinaires: 70 % des plantes ont un indice de nécrose très faible (0,5), les galles sont rares mais cependant 44 % des plantes en présentent.

Champignons

Parmi la microflore pathogène, deux champignons sont dominants:

- en premier lieu R.solani dont la fréquence d'isolement est comprise entre 40 et 50 % sauf sur laitue où la brièveté du cycle limite le champignon à 16 %,

- en second lieu Fusarium spp. représenté majoritairement par F.solani.

La fréquence d'isolement du Pythium, restée en dessous de 20 %, est sans doute sous estimée par le fait de ses très mauvaises qualités de compétiteur qui laissent le champ libre aux Rhizoctonia et au Fusarium.

Sur ce site, sauf pour la laitue, la microflore saprophytique ne dépasse pas le seuil de 20 %.

Les valeurs enregistrées pour l'INR qui atteignent au maximum 1,5 sur un cycle de tomate conduit sur une période supérieure à la moyenne (157 jours) ne permettent pas de relier des dégâts racinaires à la présence d'un champignon.

Toutefois, les isolements réalisés en fin de culture de tomate à partir de zones brune orangée sur le pivot racinaire central sont associées à deux champignons: dominance de R.solani, et secondairement F.moniliforme.

Mortalités

Sur concombre et laitue, les taux de mortalité restent très faible (1 à 2 %). En revanche sur tomate, les cas de fonte de semis et de dépérissement en fin de culture sont plus fréquents et devront être surveillés à l'avenir. En début de culture, les cas de mortalités ont pu être reliés à des bactéries, d'une part Erwinia spp. responsable d'une pourriture de la tige et d'autre part Pseudomonas solanacearum agent du flétrissement bactérien. La détection de ce dernier germe doit conduire à une extrême vigilance et à préférer des variétés dotées d'une bonne tolérance.

En cours de culture, des cas de flétrissement causés par Sclerotium rolfsii ont été observés par foyer localisés dans les zones de mauvais drainage et pouvant toucher 20 % des plantes en fin de cycle.

DISCUSSION

A ce stade de l'étude, la première constatation est qu'à trois localisations géographiques, bien représentatives des régions de maraîchage, correspondent trois modes d'exploitations différents et trois situations parasitaires différentes, parfois même radicalement par certains aspects. Cette diversité apparente n'est pas sans entraîner des difficultés quant à l'application d'itinéraires techniques généralisés. Le système de culture sous abri, pourtant limité à l'échelle d'une île de 1100 km², ne permet pas de contourner la microrégionalisation des problèmes phytosanitaires, déjà définie pour les cultures de tomate de plein champ de la Martinique (HOSTACHY et al., 1991).

Un premier inventaire de contraintes réelles ou potentielles peut être dressé. Parmi les contraintes réelles figure en premier lieu les

nématodes du genre *Meloidogyne* pour qui deux constatations s'imposent.

Tout d'abord, en présence de *Meloidogyne*, il est impératif dans les cultures maraîchères sous abris de prévoir une méthode de désinfection du sol (physique, chimique ou encore biologique) et de cultiver en alternance des variétés résistantes ou pour le moins tolérantes à *Meloidogyne*. Le danger de ce parasite ubiquiste est largement reconnu, et d'énormes efforts de recherche y ont déjà été consacrés (NETSHER et SIKORA, 1990).

Seconde constatation, il existe des sols qui n'autorisent pas un grand développement de *Meloidogyne*, c'est alors *R. reniformis* qui prend la place laissée vacante. Ce nématode est responsable de réduction de rendement sur la tomate (HEALD, 1978) mais sa pathogénicité reste à démontrer dans les sols de la Martinique. Une attention particulière doit donc être apportée à *R. reniformis* qui est aussi susceptible que *Meloidogyne* d'interaction avec d'autres agents pathogènes, et principalement *P. solanacearum* pour les sols des Antilles (CADET *et al.*, 1989; KERMARREC *et al.*, 1989).

Tous les champignons appartenant aux genres *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* sont à considérer comme des parasites potentiels. En effet, d'une part l'état nécrotique des systèmes racinaires ne semble pas avoir de répercussions sur le développement des parties aériennes et d'autre part l'étude de pathogénie de la microflore reste à faire en parallèle. L'interprétation des peuplements fongiques observé est d'autant plus difficile que les références caribéennes dans ce domaine sont réduites.

Assez peu de travaux sont disponibles sur l'incidence des nécroses racinaires d'origine fongique observées sur plante adulte. Sur des cultures hors sol de tomate et de concombre sous climat tempéré, une pourriture du collet et des pertes de racines pouvant aboutir jusqu'au flétrissement de la plante ont été attribuées à des *Pythium* (FAVRIN *et al.*, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992). A la Martinique, les symptômes racinaires observés sur les trois sites sont comparables mais se situent en dessous d'un seuil de dégâts. Le *Pythium splendens*, espèce dominante dans notre enquête, a déjà été identifié à la Guadeloupe comme responsable de nécroses racinaires aboutissant au dépérissement de vitroplants d'anthuriums sevrés et plantés dans des substrats riches en matière organique (SUNDER, 1987). La biologie de cette espèce est à rapprocher de celle de *P. aphanidermatum* caractérisant un groupe d'espèces tropicales de *Pythium*.

Après cet inventaire, l'étude devrait se poursuivre par une étude du Potentiel Infectieux (PI) des champignons pathogènes les plus fréquents. Ces données permettront de savoir si certaines des souches isolées constituent des menaces réelles pour des cultures maraîchères dont les caractéristiques du système intensif de production sous abri en pleine terre, avec au maximum deux ou trois espèces dans la rotation et des apports d'amendements organiques sont à priori très favorables à l'expression du pouvoir pathogène.

La fréquence des genres de champignons isolés révèle que les champignons saprophytiques sont importants et parfois dominants. Les genres les plus connus pour leur intérêt dans la lutte biologique ont été retrouvés, notamment *Gliocladium* spp. et *Trichoderma* spp (PAPAVIZAS, 1985).

Quelles solutions pour la prévention et le contrôle des contraintes telluriques ? Perspectives de recherche, solutions à court terme Gestion des risques telluriques

L'absence de symptômes ou de répercussions sur la végétation aérienne et la qualité de la production ne doit pas nous conduire à sous estimer l'importance des parasites telluriques mais plutôt à considérer qu'il s'agit d'infection latente dont certaines des conditions favorables à leur expression sont déjà réunies. Compte tenu des investissements réalisés dans les abris, les agriculteurs imposent des systèmes intensifs de production, pratiquement sans vide sanitaire, sans repos du sol et avec un retour fréquent des mêmes cultures. Dans ce schéma de production il convient d'envisager une phytotechnie à effet prophylactique vis à vis des contraintes telluriques.

La mise en pratique de certaines méthodes simples, comme les traitements en pépinière, ne dépend que du niveau de technicité des agriculteurs. En revanche, d'autres solutions nécessitent des recherches ou au moins des expérimentations afin de définir les références locales.

Techniques de désinfection des sols

La mise au point de techniques de désinfection des sols constitue l'une des principales retombées pour l'agriculteur. La technique de traitement à la vapeur a montré ses limites du fait d'une répartition trop hétérogène de la température et aussi du coût élevé de l'énergie. Dans les situations où les nématodes représentent la

principale contrainte et où la structure du sol s'y prête l'application d'un fumigant tel que le dichloropropène peut permettre de lever momentanément une contrainte majeure. Mais l'application de ce type de produits doit rester épisodique afin de limiter les risques de pollutions des nappes souterraines. D'autres matières actives, n'ayant pas faits l'objet de demande d'homologation en France, mais dont l'efficacité contre les nématodes à galle de la tomate a été prouvée à la Martinique (CADET, 1990), peuvent constituer des alternatives futures.

Par ailleurs, les techniques de désinfection par solarisation ont faits leurs preuves dans de nombreux pays (KATAN, 1981), dont certains (Floride) aux conditions subtropicales plus proches de celles des Antilles (CHELLEMI *et al.*, 1993). Compte tenu du très bon niveau d'insolation de la Martinique, qui en moyenne oscille entre 2000 heures par an pour les zones d'altitude et 2900 pour les zones de plaine (Source Météo France, 1991), les techniques de solarisation pourraient venir en complément dans le contrôle des microorganismes pathogènes.

Dans ce domaine, les références locales n'existent pas. Par ailleurs, le recours aux techniques de solarisation nécessiterait des modifications techniques des abris telles que l'adaptation d'un système de débachage simple qui offrirait de nombreux avantages, notamment en cas de cyclone.

Amendement et fertilisation

La Martinique, par son industrie sucrière, sa culture bananière, les stations d'épuration ainsi que de petites industries (scieries) peut disposer de matériaux relativement bons marchés pouvant être utilisés comme sources d'amendements. Des études différentes, conduites en Guadeloupe, ont montré que l'utilisation de de la bagasse permettait de lutter contre le Sclerotium rolfsii (TORIBIO et KERMARREC, 1986) et que les apports de boues urbaines permettaient de réduire sensiblement le peuplement de M.incognita sur tomate (CASTAGNONE-SERENO *et al.*, 1991). La matière organique étant un facteur favorable à la colonisation d'un sol par certains organismes, il conviendra de bien raisonner la nature et le niveau de l'amendement, ainsi que sa place dans la rotation.

A la Martinique, les apports en matières fertilisantes au sol et en engrais foliaires sont importants, souvent mal raisonnés et les références en matière d'irrigation fertilisante ne sont pas encore dressées. Ceci pourrait en partie expliquer les écarts importants

constatés entre les sites sur les fréquences d'isolement des champignons et inciter à rechercher une fertilisation adaptée.

Le choix des espèces et des variétés

Au cours du suivi du cycle cultural des trois sites nous avons remarqué, en fonction des espèces cultivées et de la tolérance des variétés, la grande variabilité de l'agressivité de certains parasites, notamment Meloidogyne, et aussi de la fréquence et de l'abondance d'organismes pathogènes ou saprophytiques. Pour les espèces, les plus fréquemment cultivées comme la tomate et même si les manifestations de certains parasites se situent en dessous d'un seuil économique de dégâts, le choix variétale doit être guidé par des critères d'adaptation aux conditions locales .

Les possibilités réduites dans le choix des espèces végétales, imposées par la demande du marché local, peuvent compromettre la pérennité de ce système intensif de maraîchage qui repose en grande partie sur l'équilibre biologique du sol et de sa fertilité. Conscient de cette réalité, certaines cultures comme le haricot peuvent néanmoins être développées dès maintenant d'autres demandent une adaptation des techniques pour la culture sous abri (par exemple la Christophine) ou étude des débouchés commerciaux soit sur localement soit à l'exportation.

BIBLIOGRAPHIE

BLANCARD, D., RAFIN, C., TIRILLY, Y., et JAILLOUX, F., 1992. Phénomène de perte de racines en culture hors sol: Rôle des Pythium spp. PHM revue Horticole 329: 35-45.

CADET, P., 1990. Influence de quelques nématicides sur le rendement et la multiplication des nématodes parasites de la tomate à la Martinique. Bull. Agro. des Antilles et de la Guyane, 10, 42-48.

CASTAGNONE-SERENO, P., et KERMARREC, A. 1991. Invasion of tomato roots and reproduction of Meloidogyne incognita affected by raw sewage fludges. Suppl. to Journal of Nematology. Vol. 23, p 724-728.

CHELLEMI, D.O., OLSON, S.M., SCOTT, J.W., MITCHELL, D.J., and McSORLEY, R., 1993. Evaluation of soil solarization for management of soilborne pests. NFREC Quincy Research Report, 93-8, 17 p.

FAVRIN, R.J., RAHE, J.E., and MAUZA, B. Pythium spp. associated with crown rot of cucumbers in british columbia greenhouses. 1988. Plant Dis., 72: 683-687.

HOSTACHY, B., MUTZ, J.N. et CADET, P., 1991. Synthèse régionale des problème phytosanitaires de la culture de la tomate à la Martinique (Antilles françaises). Agronomie, 11:175-184.

KATAN J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211-236.

KERMARREC, A., PRIOR, P., ANAIS, G., et DEGRANGES, M.H., 1989. Interaction de Pseudomonas solanacearum sur le parasitisme de Meloidogyne arenaria sur la Tomate aux Antilles. Med. Fac. Landbouww. rijksuniv; Gent 5/3b, 1989, 1141-1149.

MESSIAEN, C.M., et LAFON R., 1970. in: Les maladies des plantes maraichères, INRA, Paris, p 387.

NETSHER et SIKORA, R.A., 1990. Nematodes parasites of vegetables pp 237-283 in LUC, M., SIKORA, R.A., and BRIDGE, S. (éditeurs), Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.

PAPAVIZAS, G.C., 1985. Trichoderma and Gliocladium: Biology, ecology and potential for biocontrol. Annu. Rev. Phytopathol. 23: 23-54.

PRIOR, P., STEVA, H., et CADET, P., 1990. Aggressiveness of strains of Pseudomonas solanacearum from the West Indies (Guadeloupe et Martinique) on tomato. Plant. Dis.74: 962-965.

RAULT, P., 1988. La Martinique: Situation des cultures protégées. PHM, Revue Horticole n° 284: 45- 50, n° 285: 11-15.

SEINHORST, J.W., 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het potreden van aantasting door het stengelaatje (Ditylenchus dipsaci) (Kühn) Filipjev). Tijdschr.Plziekt, 5: 291-349.

SEINHORST, J.W., 1962. Modifications of the elutriation method foe extracting nematodes from soil. Nematologica, 8: 117-128.

SUNDER, P., 1987. Contribution à l'étude du dépérisement de l'Anthurium provoqué par Xanthomonas campestris pv. dieffenbachiae (Mc Culloch et Pirone, 1939) Dye 1978. Mémoire ENSH.

TORIBIO, J.A., et KERMARREC, D., 1986. Amendement organique du sol et contrôle des champignons phytopathogènes telluriques: effet de l'introduction avec la bagasse d'un agent antagoniste sur l'incidence du Sclerotium rolfsii Sacc. Bull. Agro. Antilles -Guyane 5: 33-37.

ZECK, W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of root knot nematode infestations. Pflanzenschutz-Nachrichten. Bayer AG, 24: 141-144.