

LUTTE INTEGREE EN VERGERS.  
INTEGRIERTER PFLANZENSCHUTZ IM OBSTBAU.  
INTEGRATED CONTROL IN ORCHARDS.  
LOTTA INTEGRATA IN FRUTTICOLTURA.

---

O.I.L.B. (S.R.O.P.) - I.O.B.C. (W.P.R.S.)

---

La résistance aux maladies,  
composante de la lutte intégrée en vergers.

---

*Disease resistance as component of integrated control in orchards.*

---

I.N.R.A.  
ANGERS - FRANCE  
8/9 - 4 - 1983

GROUPE DE TRAVAIL O.I.L.B.  
8 et 9 Mars 1983 - ANGERS

I.O.B.C. WORKING GROUP  
8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> of March, 1983, ANGERS

LISTE DES PARTICIPANTS

BELGIQUE

. FOPULER C.                      Station de Phytopathologie  
Avenue Maréchal Juin, 13, GEMBLoux  
B 5800.

GRANDE BRETAGNE

. ALSTON F.                      Department of Plant Breeding  
East Malling Research Station  
MAIDSTONE KENT ME 19 6 BJ.

. JEGER M.J.                      Department of Plant Pathology  
East Malling Research Station  
MAIDSTONE KENT ME 19 6 BJ.

. SWINBURNE T.R.                  Crop Protection Division  
East Malling Research Station  
MAIDSTONE KENT ME 19 6 BJ.

R.F.A.

. GALLI P.                      Landesanstalt f. Pflanzenschutz  
Reinsburgstr. 107, 7000 STUTTGART 1.

. KRUGER J.                      Bundesforschungsanstalt für Gartenbau-  
liche Pflanzenzüchtung, Bornkampsweg. 31  
207 AHRENSBURG Holst.

SUISSE

. AEPPLI A.                      Eidg. Forschungsanstalt  
CH 8820 WADENSWIL.

FRANCE

. HUGARD J.                      Prof. E.N.S.A.  
9, Place Viala, 34060 MONTPELLIER.

. GENDRIER J.P.                  ACTA, Domaine de Gotheron  
26320 SAINT-MARCEL-LES-VALENCE.

. CROSSA-RAYNAUD P.              I.N.R.A. Station d'Arboriculture  
Méditerranéenne Domaine Saint-Maurice  
84 140 MONTFAVET.

- . GROSCLAUDE C. I.N.R.A. Station de Pathologie Végétale  
Domaine Saint-Maurice 84140 MONTFAVET.
- . MARBOUTIE G. I.N.R.A. Domaine de Gocheron  
26320 SAINT-MARCEL-LES-VALENCE.
- . MILAIRE H.G. I.N.R.A. Station de Zoologie  
Route de Saint-Cyr 78000 VERSAILLES.
- . JAILLOUX F. I.N.R.A. Station de Pathologie Végétale  
Domaine de la Grande Ferrade  
33140 PONT-DE-LA-MAYE.
- . DOSBA F. ) I.N.R.A. Station de Recherches d'arbo-  
 . PIERRONNET A. ) riculture fruitière  
 . RENAUD R. ) Domaine de la Grande Ferrade  
 . DUCROQUET J.P. ) 33140 PONT-DE-LA-MAYE.  
 . TOMBOLATO F. )
- . DECOURTYE L. ) I.N.R.A. Station de Recherches d'Arbo-  
 . LEMOINE J. ) riculture fruitière  
 . LESPINASSE Y. ) Route de Saint-Clément  
 . PACOU I. ) BEAUCOUZE 49000 ANGERS.  
 . THIBAULT B. )
- . LUISETTI J. ) I.N.R.A. Station de Pathologie Végétale  
 . OLIVIER J.M. ) et Phytobacteriologie  
 . PAULIN J.P. ) Route de Saint-Clément  
 . RIDE M. ) BEAUCOUZE 49000 ANGERS.

PAYS-BAS

- . BLOMMERS L. Experimental orchard De Schuilenburg  
4041BLC KESTEREN.

-----

# S O M M A I R E

## (CONTENTS)

|   | <u>Pages</u>                                       |
|---|--|
| INTRODUCTION .....  | H.G. MILAIRE ..... 1 - 2                           |
| PRESENTATION DE LA REUNION .....  | J.M. OLIVIER ..... 3 - 5                           |
| La création de variétés d'arbres fruitiers résistants<br>aux parasites.   | P. CROSSA RAYNAUD ..... 6 - 19                     |
| Résistance différentielle du pêcher au chancre ( <i>Fusicoccum amygdali</i> Del.) en fonction de l'organe réceptif.                                       | F. JAILLOUX ..... 20 - 31                          |
| Observations sur l'Oidium du pêcher ( <i>Sphaerotheca pannosa</i> ,<br>var. <i>persicae</i> ).  | G. MARBOUTIE ..... 32 - 39                         |
| La sensibilité des variétés de pêcher au dépérissement<br>bactérien ( <i>Pseudomonas persicae</i> ).  | J. LUISETTI ..... 40 - 56                          |
| Le comportement des espèces du genre <i>Prunus</i> vis à vis<br>du virus de la Sharka.  | F. DOSBA ..... 57 - 66                             |
| Apple scab in mixed stands; varietal susceptibility and<br>field resistance.  | L. BLOMMERS ..... 67 - 76                          |
| Varietal characteristics and balanced disease control in<br>apple orchards.   | A. AEPPLI, H. SCHUEPP & W. SIEGFRIED ..... 77 - 86 |
| Progress in transferring mildew ( <i>Podosphaera leucotricha</i> )<br>resistance from <i>Malus</i> species to cultivated apple.                           | F.H. ALSTON ..... 87 - 95                          |
| Amélioration du pommier pour la résistance à l'Oidium<br>( <i>Podosphaera leucotricha</i> ). Premiers résultats concernant<br>la virulence du champignon. | Y. LESPINASSE ..... 96 - 110                       |
| Using partial resistance in the integrated control of apple<br>powdery mildew.  | M. J. JEGER & D.J. BUTT ..... 111 - 122            |



Sources of resistance to apple scab (*Venturia inaequalis*) used at the federal research center for horticultural plant breeding at Ahrensburg.

J. KROGER ..... 123 - 128

Etude épidémiologique de la tavelure du pommier sur des hybrides résistants par des mécanismes polygéniques.

J.M. OLIVIER et Y. LESPINASSE . 129 - 142

Screening for disease resistance among old belgian fruit tree cultivars.

C. POPULER ..... 143

Sources de résistance aux maladies chez le poirier.

B. THIBAUT ..... 144 - 159

Essai d'interprétation des symptômes sur rameaux de pommier après inoculation par le feu bactérien (*Erwinia amylovora*).

M. LE LEZEC .... 160 - 164

Fireblight (*Erwinia amylovora*) resistance in the East Malling pear breeding programme.

F.H. ALSTON ..... 165 - 170

Choix d'un isolat d'*Erwinia amylovora* pour la détermination de la sensibilité variétale au feu bactérien.

J.P. PAULIN ... 171 - 177

La résistance aux principaux parasites des porte-greffes de pommier.

I. PACOU ..... 178 - 187

Sensibilité des variétés et portegreffes du poirier aux maladies de dégénérescence.

J. LEMOINE ..... 188 - 199

SYNTHESE ET CONCLUSIONS .....

J. HUGARD ..... 200 - 202

-----

## INTRODUCTION

La mise en oeuvre d'un système de protection intégrée des cultures prend toujours en compte deux aspects :

- l'amélioration génétique du matériel végétal destiné à l'obtention des variétés résistantes ou peu sensibles aux agressions des organismes nuisibles,
- le recours aux méthodes de lutte biologique en vue de limiter les dommages dus aux prédateurs.

D'une façon générale, les résultats obtenus par les généticiens sont les plus conséquents pour ce qui concerne la résistance variétale vis-à-vis des maladies parasitaires.

De leur côté, les moyens de lutte biologique sont les plus nombreux et les exemples d'application pratique sont plus fréquents à l'encontre des arthropodes phytophages.

Depuis longtemps, les entomologistes initiateurs de la lutte intégrée en vergers ont souhaité que les phytopathologistes, les phytopharmaciens et les sélectionneurs s'associent aux études conduites dans cette voie.

Au sein du groupe de travail de l'OILB-SROP, ce voeu était exprimé clairement à l'occasion du 4ème Symposium international de lutte intégrée en vergers organisé en 1969 à Avignon.

A cette époque, l'urgence d'une telle orientation n'apparaissait pas prioritaire pour les pathologistes : le phénomène de résistance - ou de tolérance - des champignons parasites aux fongicides était peu aigu, les risques encourus par la présence éventuelle de résidus de ces substances sur les produits agricoles récoltés étaient jugés insignifiants, les effets secondaires des fongicides étaient le plus souvent méconnus. Il faut admettre, aussi, que la notion de seuil de tolérance, déterminante en lutte intégrée, était - et reste encore - difficile à préciser pour la plupart des maladies parasitaires. Explicitant cette situation, C. GROSCLAUDE (1) montrait, en 1971, l'intérêt d'orienter les recherches conduites en pathologie végétale dans la voie de la lutte intégrée.

Une rencontre entre chercheurs et techniciens intéressés par cette orientation de travail, suscitée par le groupe OILB-SROP sur la protection intégrée des vergers en coopération avec le Centro di Studio di Fitofarmacia, Università de Bologna, s'est tenue dans cette ville en 1978 (2).

Il est apparu aux responsables du groupe OILB-SROP qui sont, par formation, plus familiers avec les sujets relevant de l'entomologie qu'avec ceux qui sont directement en rapport avec l'amélioration des plantes et la phytopathologie, que l'initiative d'une nouvelle réunion commune appartenait aux intéressés eux-mêmes. Cette démarche explique l'origine de l'invitation lancée par J.M. OLIVIER. L'osmose entre pathologistes et sélectionneurs chargés des recherches sur les arbres fruitiers étant constante, un programme conjoint a été préparé sur ce thème.

Certes, c'est toujours sous le parrainage du groupe "protection intégrée des vergers" animé par le Dr Hans STEINER que cette réunion est organisée. Cependant, les participants ont toute latitude pour envisager de quelle façon ils souhaiteraient se situer, à l'avenir, au sein des structures de l'OILB-SROP. En tout état de cause, les membres du groupe pré-cité, très attentifs aux résultats escomptés à la suite des investigations pluridisciplinaires qui s'intensifient, les assurent de leur soutien et de leur entière coopération.

pour le Groupe de travail  
"Protection intégrée en vergers"  
H.G. MILAIRE

- (1) La lutte intégrée dans le domaine de la pathologie végétale : son intérêt et ses difficultés d'application. Rev. Zool. agric. Pathol végét. - 1971, 70 ; (1), 1-6.
- (2) La lutte dirigée contre les maladies cryptogamiques des arbres fruitiers Réunion OILB-SROP - Centro di Studio di Fitofarmacia (Bologna 26-27 janvier 1978), 121 p.

## PRESENTATION DE LA REUNION

---

J.M. OLIVIER,  
I.N.R.A. Station de Pathologie Végétale,  
BEAUCOUZE 49000 ANGERS - FRANCE.

---

La réunion d'aujourd'hui est placée sous l'égide de l'O.I.L.B. et plus particulièrement des groupes de travail concernés par la lutte intégrée en vergers. C'est dire que nous souhaitons pouvoir proposer, sinon des réponses pratiques aux questions posées par les arboriculteurs (ce n'est pas le rôle de l'O.I.L.B.), du moins suggérer, faire connaître, ou encourager un certain nombre d'axes de travail susceptibles de faire progresser les stratégies de lutte contre les maladies des arbres fruitiers.

En préambule, il est nécessaire de bien préciser les motivations qui nous ont conduit à vous rassembler à Angers.

Vous constaterez tout d'abord que la structure du groupe, outre son caractère international, fait une large place à l'interdisciplinarité. Sont réunis ici des améliorateurs, des pathologistes appartenant à différentes disciplines (mycologie, bactériologie et virologie). Participent aussi aux débats des collègues bien au fait des principes de la lutte intégrée et également bien informés de l'impact réel que pourraient avoir nos résultats auprès des conseillers ou exploitants.

Il s'agit en effet de discuter comment la résistance variétale peut être mise en oeuvre en tant que composante majeure de la lutte intégrée.

Il faut tout d'abord dresser à travers nos débats une sorte d'inventaire des travaux existants, de mieux préciser aussi "qui fait quoi" et de le faire connaître. De cette façon, nous devrions savoir avec quels couples hôte-parasite, on peut attendre des applications pratiques à moyen terme.

Il faut ensuite chercher à définir les conditions d'emplois des variétés résistantes en tenant compte de toutes les sources de difficultés (liées aux parasites, aux techniques culturales, à l'environnement ...). En parlant de résistance, j'entends d'abord la résistance totale, bien souvent sous contrôle monogénique, se traduisant par l'immunité du matériel végétal, ce qui motive en partie l'attrait vers cette forme de résistance. L'emploi pratique de telles variétés résistantes n'est pas sans poser directement ou indirectement quelques problèmes. Citons en se limitant au seul aspect phytosanitaire, un problème direct comme le risque d'adaptation du parasite ou un problème indirect comme le risque de prolifération d'un parasite non contrôlé ni par le génotype de l'hôte ni par les traitements désormais absents (ou limités).

Parlant de résistance, j'entends ensuite les formes de résistances partielles ou incomplètes (le plus souvent sous contrôle polygénique). Elles se traduisent le plus souvent par une faible intensité de la maladie. Elles permettent une diversification du matériel végétal grâce en particulier à l'exploitation de ressources génétiques locales. Mais il importe de savoir si cette incidence limitée de la maladie peut être tolérable pour l'exploitant et sinon quelles méthodes doivent être préconisées pour assurer une immunité apparente de la variété.

Il faut enfin associer à ces résistances incomplètes, tous les cas enregistrés depuis longtemps comme des faibles sensibilités de variétés traditionnelles. Certaines pourraient peut-être connaître un certain regain d'emplois soit directement dans les exploitations mettant en oeuvre la lutte intégrée soit indirectement comme géniteurs. Mais les observations sur ces variétés mènent à une question importante : faut-il "traiter" toutes les variétés de la même façon, et puisque cela a été trop souvent pratiqué, n'a-t-on pas commis une erreur "biologique", accompagnée d'un gaspillage ? En tout cas, il apparaît comme certain que l'usage de variétés sensibles procure une très grande souplesse et une plus grande sécurité dans la mise en oeuvre des méthodes de lutte raisonnée.

Je souhaite vivement que ces deux journées contribuent à rapprocher encore davantage les disciplines représentées. L'exemple des résistances partielles montrent que le travail de l'améliorateur peut être utilement complété par le pathologiste et il faut souhaiter que cette collaboration

puisse le plus souvent s'amorcer dès la conception du programme de sélection. Enfin, il ne faut pas perdre de vue qu'un des objectifs de la lutte intégrée est certes une lutte "écologiquement" plus raisonnable, mais qu'elle doit être aussi une méthode sûre pour l'exploitant. Cela souligne la grande responsabilité que nous avons dans la conception du mode d'emploi des variétés résistantes qui sortent de nos instituts.

-----

**LA CREATION DE VARIETES D'ARBRES FRUITIERS  
RESISTANTES AUX PARASITES**

**P. CROSSA-RAYNAUD**  
Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes, I.N.R.A.  
Domaine Saint Paul  
84140 MONTFAVET (France)

**RESUME**

La création de variétés commerciales résistantes (ou tolérantes) aux parasites est un objectif d'amélioration qui s'impose aux Stations de Recherches d'Arboriculture Fruitière.

Sa réalisation dépend de la découverte de sources génétiques de résistance et de la mise au point de tests de sélection précoces.

Il doit conduire à la création de variétés présentant, outre la résistance, des qualités culturales et technologiques équivalentes ou mieux, supérieures, à celles des variétés actuellement cultivées.

Des exemples sont donnés de travaux menés actuellement sur la Tavelure du Pommier, le Monilia de l'Abricotier, la Cloque du Pêcher et les maladies à mycoplasmes du Poirier et du Cerisier.

\*\*\*\*\*

C'est un problème qui, avec l'augmentation relative du coût des produits phytosanitaires et l'influence des adeptes de la culture biologique a un impact certain sur le public et sur les producteurs.

Sur le plan éthique on ne peut évidemment qu'être favorable à une démarche qui doit déboucher sur une utilisation modérée des produits chimiques.

Il est navrant de penser qu'aujourd'hui encore la production de pommes repose sur une douzaine de traitements contre la tavelure qui diminuent la perte potentielle qui serait catastrophique si la maladie s'exprimait. Les traitements effectués ont donc autant une valeur d' "assurance" qu'une efficacité immédiate.

Il en est de même du vignoble Européen qui dépend des traitements anti-mildiou et anti-oïdium.

Mais il faut, comme pour tout problème, fixer clairement les objectifs. La production fruitière moderne repose en partie sur des variétés anciennes : presque toutes les variétés de prunes, de poires, de cerises ou d'abricots, et en partie sur des variétés récentes : par exemple beaucoup de variétés de pêches ou de pommes. Elles se sont imposées aux exploitants par des qualités exceptionnelles : souplesse d'adaptation, régularité et abondance de la production, qualité des fruits, aptitudes technologiques (coloration, fermeté, régularité du calibre).

Dans ces critères qui ont permis le choix de ces variétés la résistance aux parasites n'a bien souvent été considérée que comme un problème secondaire dans la mesure où une lutte efficace était possible.

C'est ainsi que lors de la sélection effectuée par nos Stations de recherches dans lesquelles les introductions doivent être exemptes de toutes les maladies et où les vergers de comportement comme les parcelles d'hybrides sont régulièrement traitées, la résistance aux parasites n'est qu'accessoirement prise en compte.

Il est maintenant bien établi qu'en poursuivant un programme de création variétale "classique", c'est-à-dire en croisant entre elles de bonnes variétés, on a de fortes chances de trouver dès la première génération des variétés nouvelles intéressantes sur le plan commercial mais qui seront globalement aussi sensibles aux parasites que leurs parents (cas des variétés de pêches américaines par exemple).

Compte-tenu de ce qui précède, une variété nouvelle, résistante à un ou plusieurs parasites, n'aura de chance d'être acceptée par les exploitants et les commerçants que si elle possède aussi des qualités culturelles, gustatives, technologiques, etc...équivalentes ou mieux supérieures aux variétés sensibles déjà cultivées. Pour parvenir à un tel résultat chez les arbres fruitiers il faut parfois



un temps considérable, ce qui peut décourager les chercheurs et ceux qui financent leurs programmes.

### Comment découvrir des sources de résistances aux parasites ?

Il est bien évident qu'un programme de ce type implique qu'on dispose de géniteurs de résistance. Leur découverte résultera souvent du hasard, allié à une bonne faculté d'observation.

C'est ainsi que nous avons découvert en Tunisie la résistance au "Monilia" de la variété d'Abricotier "Hamidi" dans un verger de collection où l'on avait supprimé tout traitement quelques années avant l'arrachage (verger piège).

GRASSELLY (1979) a pu mettre en évidence la très grande résistance à Fusicoccum amygdali des variétés soviétiques d'amandes en raison des conditions exceptionnellement favorables à la maladie en 1977 et grâce à la grande collection de variétés de l' I.N.R.A. à Nîmes traitée modérément.

En fait si l'on souhaite des géniteurs de caractère exceptionnel pour la résistance à un parasite il faut :

- ou bien les rechercher dans des localités où les conditions bioclimatiques sont particulièrement propices à son développement.

Dans ce cas les observations sont facilitées lorsqu'il existe de nombreux arbres issus de semis dans la région. C'est ainsi que BARBEAU (1980) a signalé des amandiers résistants à Polystigma ockraceum et Brvobia rubrioculus au Maroc et qu'on observe des individus très peu attaqués par Monosteira unicostata dans les Pouilles. On a de même repéré récemment quelques variétés de pommes locales ayant une résistance polygénique élevée à la tavelure dans les conditions du Sud des Landes et des Pyrénées Atlantiques très favorables à cette maladie.

Lorsque tous les arbres sont greffés, les variétés sélectionnées par les agriculteurs peuvent être toutes résistantes et la maladie n'apparaître que si, par aventure, on introduit une variété sensible dans les plantations : ce qui fut le cas pour le "Canino" très sensible au Monilia dans la région de l'Ariana, près de Tunis, où toutes les variétés sont, depuis des siècles sans doute, hautement résistantes.

- ou bien mettre les variétés de collection dont on dispose dans des conditions favorables à la contamination.

C'est le cas des "vergers pièges" non traités.

Un programme systématique de recherche de géniteurs de résistance pourra aussi s'appuyer sur une collection de génotypes d'origine aussi diverse que possible à laquelle on appliquera un test de sélection précoce permettant de distinguer dès la pépinière les niveaux de sensibilité.

### **Comment se présente la résistance ?**

On connaît chez les végétaux des résistances absolues généralement efficaces même à l'égard de conditions d'attaques sévères qui ont habituellement un support monogénique ou oligogénique et des résistances partielles généralement polygéniques de niveau variable mais parfois très élevé, efficaces en conditions normales de contamination.

Ces dernières semblent les plus répandues chez les arbres fruitiers à noyau et ont fait l'objet d'observations comparatives à la fois des chercheurs et des producteurs : "telle variété est plus résistante que telle autre".

On observe ainsi que beaucoup de vieilles variétés présentent des niveaux de résistances aux maladies non négligeables (pêches françaises résistantes à la Cloque, pommiers résistants à la tavelure, Reine Claude résistante au Monilia sur fruits).

Certaines de ces vieilles variétés sont également peu affectées par les virus (Reine Claude).

Il apparaît donc que la sélection traditionnelle a éliminé peu à peu les types sensibles pour ne conserver que ceux qui étaient les plus "rustiques".

Il ne serait pas surprenant par exemple que l'on puisse trouver en France des types résistants à l'Oïdium, à la Bactériose et à d'autres maladies endémiques, dans les vieilles variétés de "Pêches de vigne".

D'où l'intérêt des conservatoires de variétés fruitières comme réservoir de variabilité génétique et de résistance aux parasites.

Cette prospection risque évidemment d'être mise en défaut lors de l'introduction d'une maladie nouvelle : Sharka ou Mycoplasmes des Prunus, Feu Bactérien des Pommoïdés par exemple. Mais le fait qu'il semble bien que la voie la plus prometteuse pour sélectionner des variétés résistantes à cette dernière maladie, originaire d'Amérique, soit le croisement entre certaines variétés de poires européennes est très encourageant.

### Mise au point de tests de sélection précoces

Le programme de création de variétés repose sur la mise au point de tests de sélection précoces en pépinière. Dans le cas contraire en effet le programme d'hybridations ne pourra prendre en compte la résistance qu'en fin de sélection, en laissant par exemple les meilleurs hybrides présélectionnés exposés sans traitement aux attaques du parasite. Mais l'efficacité de cette méthode est discutable.

D'où l'effort qui est fait actuellement pour la mise au point de tests précoces de résistance dont les résultats doivent être en concordance avec les observations faites en verger et être standardisables.

Leur mise au point est donc délicate et implique une étroite collaboration entre pathologistes et sélectionneurs. Ils seront d'autant plus difficiles à réaliser qu'on aura à faire à des résistances polygéniques car les hybrides obtenus présenteront tous les niveaux de résistance et des variations saisonnières de sensibilité.

### Exemples de sélection pour la résistance chez les arbres fruitiers

#### Tavelure du Pommier

La Tavelure est provoquée par un champignon ascomycète : Venturia inaequalis. C'est la maladie la plus répandue sur le pommier.

L'espèce Malus pumilia qui groupe l'ensemble des variétés de pommiers cultivés y est plus ou moins sensible. Par contre d'autres espèces de Malus se sont montrées résistantes et, pour une quinzaine d'entre elles, le mode de transmission de la résistance est sous la dépendance d'un ou deux gènes seulement.

Les travaux de sélection du pommier pour la résistance à la Tavelure se sont particulièrement développés à partir de 1946 et font l'objet maintenant d'une collaboration internationale entre les Etats-Unis, la France, le Canada, et l'Angleterre. En France, ils ont été placés, en 1963, sous la responsabilité de L. DECOURTYE et, depuis 1973 de Yves LESPINASSE à la Station de Recherches d'Arboriculture Fruitière d'Angers (LESPINASSE et coll., 1976).

On a utilisé surtout, jusqu'à présent, une source monogénique de résistance, découverte chez Malus floribunda 821 : le gène Vf.

Chaque année, des milliers de pépins hybrides sont obtenus ; une contamination très précoce en serre permet d'éliminer tous les individus sensibles tandis que les semis résistants sont plantés à la densité de 1500 arbres à l'hectare, où ils sont observés pour la qualité de leurs fruits.

Le schéma commun à tous les pays collaborant à cette recherche sur la Tavelure consiste en une succession de croisements en retour (Back crosses) tout d'abord entre le géniteur de résistance qui a apporté un fruit très petit, et de mauvaise qualité, et une ou plusieurs variétés commerciales, puis entre descendants choisis entre les premiers croisements et d'autres variétés commerciales.

Généralement, on change de variétés récurrentes à chaque génération pour des raisons de vigueur et de compatibilité de fécondation (allèles de la série S).

Actuellement, la voie la plus avancée est celle qui provient de Malus floribunda 821, qui porte le gène Vf de résistance. Elle a utilisé des descendants du croisement effectué, nous l'avons dit, en 1914 par le Dr. GRANDALL.

| <u>Malus pumila</u><br>(Var. Rome Beauty) |    | <u>Malus Floribunda</u><br>(821) | 1914   |
|---|----|----------------------------------|--|
|   | F1 |                                  |  |
| 9433-2-2<br>(F1 <sup>1</sup> )            |    | 9433-2-8<br>(F1 <sup>2</sup> )   | 2 sélections croisées<br>entre elles<br>(1926) |
|   | F2 |                                  |  |
| 26-829-2-2<br>(F2 <sup>1</sup> )          |    | 26-830-2<br>(F2 <sup>2</sup> )   | 2 sélections<br>(1944)                         |
|   | F3 |                                  |  |

Ce sont ces deux dernières sélections résistantes à la Tavelure qui ont été utilisées en F3 aux U.S.A. en 1944 : elles ont été croisées avec "Golden Delicious", "Mc Intosh", "Jonathan", "Wealthy", "Wolf river" et "Antonowka".

Par la suite, les hybrides les plus intéressants ont été recroisés avec certaines de ces variétés ou avec des souches tétraploïdes de "Golden delicious", "Red delicious", "Mc Intosh" et "Jonathan".

Des hybrides intéressants ont été sélectionnés à cette 4ème génération, comme "Priam", "Prima".

La 5ème génération a permis de sélectionner, en France, en 1977, la variété "Querina" qui semble bien adaptée à la Vallée de la Loire.

Actuellement ce programme est orienté vers la diversification des mécanismes de résistance afin de se prémunir contre l'apparition éventuelle d'une race virulente à l'égard du gène Vf. LESPINASSE, à la Station de Recherches d'Arboriculture Fruitière d'Angers, intègre dans les hybrides différents mécanismes à contrôle polygénique notamment à partir de certaines variétés de pommes landaises. En outre, en collaboration avec OLIVIER, Pathologiste INRA, il étudie le comportement de la tavelure face à ces différentes résistantes, et la meilleure stratégie à adopter pour éviter l'apparition d'une race virulente et les conséquences de l'absence de tout traitement anti-tavelure sur les autres champignons parasites du Pommier.

#### **Monilia de l'Abricotier**

Contrairement à l'exemple précédent il s'agit ici d'une résistance d'origine uniquement polygénique.

En 1968, a été mis au point, sur des arbres non traités aux fongicides, un test de sensibilité basé sur la mesure des longueurs des chancres induits par des contaminations artificielles de Monilia laxa sous écorce, sur 10 rameaux semblables de onze variétés d'Abricotier, en hiver. On a retrouvé ainsi l'échelle de sensibilité observée sur les variétés en verger (CROSSA-RAYNAUD, 1969).

Ce test a été ensuite appliqué en 1969 à 114 hybrides pré-sélectionnés du croisement "Canino" x "Hamidi" où "Canino" représente le parent sensible alors qu'"Hamidi" est très tolérant.

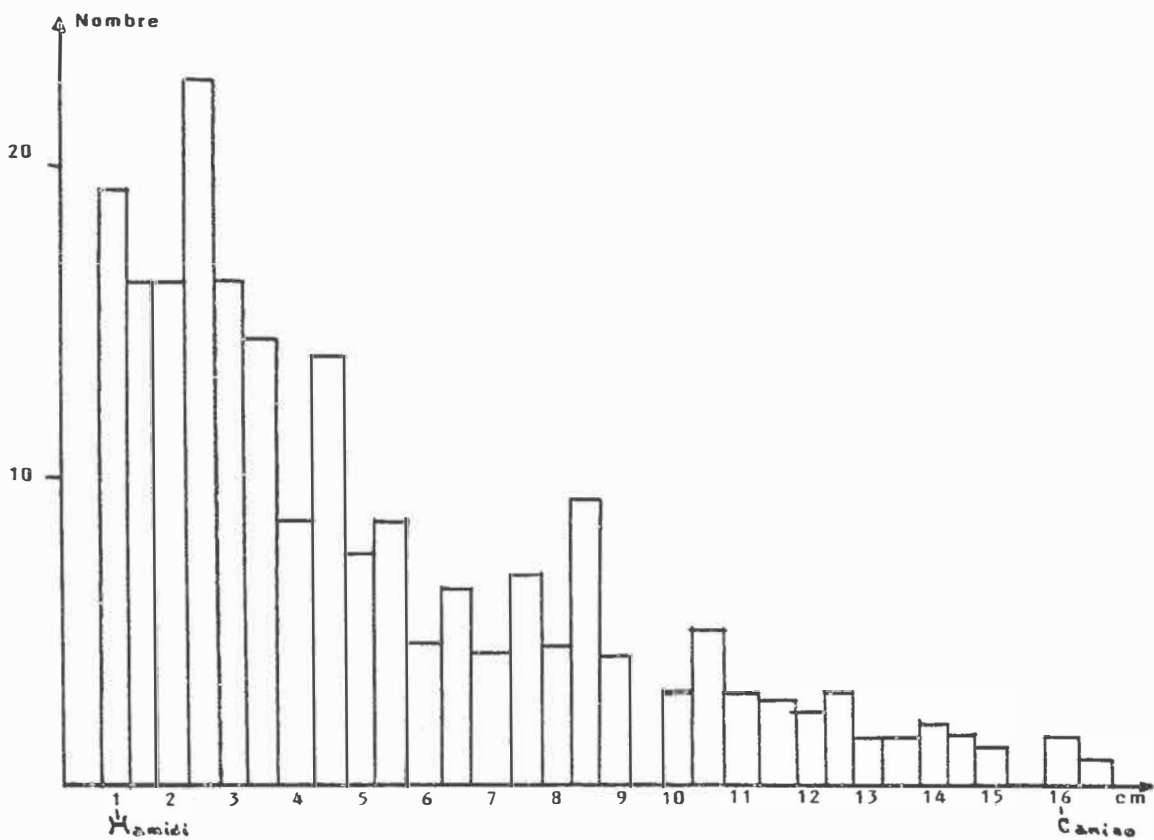


Figure 1.

Répartition de 114 hybrides Canino x Hamidi en fonction de la longueur moyenne des chancre de 10 rameaux d'hiver inoculés artificiellement par Monilia laxa.

L'ensemble des résultats obtenus est réuni dans l'histogramme de la figure 1 où les variétés ont été regroupées dans des classes correspondant à une progression de 0,5 cm des longueurs moyennes des chancre observées sur 10 rameaux comparables.

On constate une agrégation des hybrides vers le parent "Hamidi", ce qui suggère que la tolérance est contrôlée probablement par un petit nombre de gènes.

Ce travail a permis de sélectionner dans ces hybrides les variétés "Priana" (Ouardi), "Beliana" (Sayeb) et "Feriana" (Amal) qui ont confirmé ensuite en verger dans plusieurs pays méditerranéens leur bonne résistance au Monilia sur fleurs.

### **La cloque du Pêcher**

C'est une maladie dont l'importance économique est loin d'être négligeable.

Or toutes les variétés d'origine américaine sont sensibles alors qu'on connaît des vieilles variétés de pêches françaises résistantes.

Un croisement a été effectué par HUGARD et SAUNIER en 1954 entre "Génard", ancienne variété de la Vallée du Rhône à fruits moyens, à chair blanche, résistante à la Cloque, au Corynéum et au Monilia ainsi qu'aux gelées de printemps, et "Dixired", variété américaine sensible à la Cloque mais ferme et bien colorée.

Ce croisement a donné plusieurs sélections intéressantes parmi lesquelles "Genadix 4 et 7" sont encore largement cultivées. Mais la poursuite de ce programme nécessiterait la maîtrise de la contamination par la Cloque qui est actuellement recherchée.

### **Maladies à mycoplasmes**

Ces dernières, comme l'Enroulement chlorotique de l'Abricotier, la Maladie de Molières du Cerisier, la Prolifération du Pommier ou le "Pear decline" du Poirier paraissent les plus graves de toutes les affections parasitaires car elles ne sont actuellement susceptibles d'aucun traitement efficace, sont généralement transmises rapidement par des insectes (Cicadelles ou Psylles) et ont des effets désastreux sur les arbres (dépérissement ou faible production).

La seule solution efficace serait la sélection de variétés résistantes (ou tolérantes).

Un programme analogue a été entrepris à la Station de Recherches Fruitières de Bordeaux : 78 variétés de Cerisier ont été greffées et mises en place en 1977, dans une parcelle isolée à raison de 10 arbres par variétés. Cinq arbres de chacune ont été inoculés à deux reprises par greffage de lambeaux d'écorces provenant d'arbres contaminés : au niveau de la greffe par "Bing" atteinte de la Maladie de Molières en 1979 et en tête par "Hedelfingen" (souche F8 de Mazencq de la même maladie) en 1980.

Les arbres inoculés ont présenté suivant les cas un ou plusieurs des symptômes caractéristiques de dépérissement : Débourrement précoce, feuilles chlorotiques, enroulement des feuilles, mortalité de rameaux, rougissement du feuillage, crinckle.

Fin 1982, quinze variétés très sensibles ont été repérées qui pourraient servir d'indicateurs mais surtout treize variétés sont apparemment indemnes. Elles seront reprises et plantées à écartement normal dans la zone contaminée par la maladie de Molières avec les sélections de THOMSON et WADLEY. Les meilleures pourront être utilisées directement en plantation ou comme géniteurs si leur "résistance" est confirmée.

## TABLEAU II

### Liste des variétés de Cerisiers très sensibles ou apparemment tolérantes à la maladie de Molières (selon F. DOSBA, 1982)

| Variétés<br>très sensibles | Variétés<br>apparemment tolérantes |
|----------------------------|------------------------------------|
| VAN                        | KNAUF                              |
| MARMOTTE                   | FERROVIA                           |
| VITTORIA (3 clones)        | MARANSKA                           |
| VALESKA                    | VALERA                             |
| EMPEROR 1024               | BIANCA DI VERONA (2 clones)        |
| BIGAREAU DE SOREDE         | 192 C.                             |
| URIASSE DE BISTRKA         | LAMIDA                             |
| NOIR DE MORAVIE            | GRIOTTE LAYAT                      |
| RYMBRAUD 1030              | SUMMIT                             |
| HYBRIDES INRA : V.1975     | BADACSONYI                         |
| V. 1973, V. 1990, V. 1978  | TURCA                              |
|                            | HYBRIDE INRA : V. 811.98.2.9C      |

Un programme analogue est envisagé pour l'Enroulement chlorotique de l'Abri-cotier à la Station d'Avignon car des différences de sensibilité apparaissent déjà dans les quelques variétés françaises cultivées.



Les premiers travaux dans ce sens ont été semble-t-il réalisés par WESTWOOD qui a montré en 1977 qu'il existait une bonne résistance au Pear decline dans les semis de Old Home x Farmingdale.

En 1982 il propose 13 porte-greffes nouveaux de vigueur échelonnée issus de ce programme qui, outre leur résistance au "Pear decline", se multiplient végétativement et sont résistants également au "Feu bactérien" et à la chlorose.

Tableau I.

Section de porte-greffes du poirier issus du croisement  
Old Home x Farmingdale (WESTWOOD, 1982)

| Vigoureux  | Moyens      | Faibles    | Nanisants |
|------------|-------------|------------|-----------|
| OH x F.18  | OH x F.217  | OH x F. 34 | OH x F.51 |
| OH x F.97  | OH x F.267  | OH x F. 69 |           |
| OH x F.112 | OH x F.361* | OH x F. 87 |           |
| OH x F.198 |             | OH x F.230 |           |
|            |             | OH x F.333 |           |

\* OH x F.361 : n'est pas résistant au Feu Bactérien.

WADLEY (1975) a recherché de son côté des sources de résistance au Western X disease du pêcher, maladie à Mycoplasmes transmises par des cicadelles, qui affecte aussi gravement les Cerisiers aux Etats-Unis.

WADLEY a recherché s'il n'existait pas des variétés de Cerisier tolérantes parmi toutes celles dont il disposait en collection. Des inoculations artificielles lui ont permis de repérer effectivement deux variétés : "Napa Long Stem Bing" et "Dicke Broun Blankenberger". Mille cinq cents semis libres de ces variétés ont été observés pendant 4 à 7 ans et les pré-sélections ont été greffées sur Mahaleb, à raison de 5 arbres par clones, cultivés jusqu'à ce qu'ils aient 2 ou 3 m de hauteur, puis inoculés par greffage à partir d'un Cerisier acide infecté. Les types sensibles ont montré les premiers symptômes dès l'année suivante et ont été éliminés.

Actuellement trois variétés tolérantes issues de ce programme sont diffusées : "Angela", "Sweet Ann" et "Utah Giant". Cette dernière étant seulement partiellement résistante.

## CONCLUSIONS

L'introduction de caractères de résistance aux parasites dans les variétés fruitières nouvelles, doit devenir, malgré sa complexité et sa durée, un objectif d'amélioration de plus en plus affirmé des Stations de Recherches car il faut considérer les limites à plus ou moins long terme de la lutte chimique : coût des produits nouveaux (l'Arboriculture Fruitière n'est pas considérée comme un débouché suffisant pour les fabricants de pesticides pour justifier des recherches vraiment spécifiques), rareté croissante des innovations, souches résistantes de parasites, difficultés pratiques d'application des traitements, problèmes enfin de pollution et de résidus.

Il faut signaler que les premiers programmes de création variétale orientés vers l'obtention de variétés résistantes ont montré que les craintes que l'on pouvait avoir concernant une baisse significative des qualités commerciales des hybrides étaient excessives. En fait dans la plupart des cas précédents où il s'agissait de croisements intervariétaux, on a trouvé des variétés satisfaisante dès la première génération, même si le niveau de qualité d'un des parents était faible.

La réalisation concrète de ces programmes de création de variétés résistantes réside donc dans la découverte de géniteurs ayant un très bon niveau de résistance et sur la mise au point de tests de sélection applicables si possible sur semis ou en pépinière.

Il faut cependant insister sur le fait que la sélection d'une variété résistante à une maladie peut se traduire, du fait de la suppression des traitements par l'apparition d'autres maladies qu'ils contrôlaient également.

C'est ainsi que PALAZON (1979) a montré que les traitements contre Monilia laxa sur fleur de l'Amandier contrôlaient également le Gloeosporium, le Fusicocum, le Coryneum et même les bactérioses.

Il est donc peut-être plus raisonnable dans certains cas de rechercher une résistance partielle à plusieurs maladies plutôt que de mettre tous les moyens pour obtenir la résistance complète à une seule.

La première position nous semble la plus raisonnable dans le cas des maladies bactériennes ou cryptogamiques, la seconde est peut-être nécessaire pour des

maladies très graves comme les maladies à mycoplasmes ou la "Sharka" ou dépréciant les fruits quelque soit leur agressivité comme la Tavelure du Pommier.

## REMERCIEMENTS

Cet article doit beaucoup aux conseils de mes collègues généticiens, Y. LESPINASSE et pathologistes : M. CLERJEAU et J.M. OLIVIER.

## ABSTRACT

### Creation of Fruit varieties resistant to parasites.

The selection of commercial varieties resistant (or tolerant) to parasites must be a objective of our Fruit Research Stations.

Its accomplishment relays on the discovery of genetic sources of resistance and on the perfection of early selection tests.

It must lead to the creation of varieties having, beyond the resistance, cultural and technological qualities equivalent or superior to the presently cultivated ones.

Examples are given on research works concerning actually Apple Scab, Apricot Brown rot, Peach leaf-curl and mycoplasma diseases of pear and cherry.

## BIBLIOGRAPHIE

BARBEAU G., EL BOUAMI A. (1980). Prospection "Amandier" dans le Sud Marocain. Fruits 35 (1) 39-49.

CROSSA-RAYNAUD P. (1969). Evaluating resistance to Monilinia laxa (Aderh et Ruhl), Honey of varieties and hybrids of Apricots and Almonds using mean growth rate of cankers on young branches as a criterion of susceptibility. Amer. Soc. Hort. Sci. (94) 282-283.

GRASSELLY Ch. Communication personnelle.

LESPINASSE Y., MILAIRE H.G., DECOURTYE L. (1976). L'Amélioration du Pommier pour la résistance aux champignons parasites et aux arthropodes nuisibles. Bull. Tech. Infor. 36 :

PALAZON I.J., PALAZON C.F. (1979). Estudio sobre Gloeosporium Amygdalinum, Brizi, en los almendros espagnoles. Ann. I.N.I.A./prod. Veget. 11, 29-43.

THOMPSON S.V., WADLEY B.N. (1981). Selecting for X-resistant sweet cherry varieties. Pathology 71 (9) 1007.

WADLEY B.N. (1975). Angela, an X-disease resistant sweet Cherry. Fruit. Var. Journ. 29 (3) 70.

WESTWOOD M.N., LOMBARD P.B., BJORSTAND H.O. (1976). Performances of "Bartlett" pear on standard and Old Home x Farmingdale clonal rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 10 (2) 161-164.

WESTWOOD M.N. (1982). Rootstocks for pear : Pick with care. Fruit grower. Nov. : 26-28.

\*\*\*\*\*

RESISTANCE DIFFERENTIELLE DU PECHER AU CHANCRE  
(*Fusicoccum amygdali* Del.)  
EN FONCTION DE L'ORGANE RECEPTIF

F. JAILLOUX

INRA, Station de Pathologie végétale  
Domaine de la Grande Ferrade  
33140 PONT DE LA MAYE (FRANCE)

La lutte chimique à l'égard du chancre à *Fusicoccum amygdali* du Pêcher se révèle aléatoire. D'une part, les fongicides couramment utilisés dans le verger sont souvent inefficaces : seuls les fongicides du groupe des benzimidazoles sont capables d'inhiber tout développement de chancres mais leur action curative diminue rapidement 4 jours après la contamination (JAILLOUX et FROIDEFOND, 1974) ; d'autre part, les périodes de réceptivité de la plante sont de l'ordre de plusieurs semaines et il est difficile de protéger toutes les blessures surtout si les précipitations sont nombreuses au cours de ces périodes.

Les aléas de la protection chimique vis-à-vis du Chancre font que la connaissance de la résistance ou de la moindre sensibilité des variétés de Pêcher prend une importance particulière. Améliorateurs, généticiens et arboriculteurs doivent connaître le degré de sensibilité du matériel végétal qu'ils ont à utiliser.

I. LES PERIODES DE RECEPTIVITE DU PECHER

Il est généralement admis que le *Fusicoccum amygdali* pénètre par les blessures formées au cours de la vie végétative du Pêcher, soit les plaies petiolaires lors de la chute des feuilles, soit les cicatrices des écailles des bourgeons au débourrement. Afin de préciser les deux périodes de réceptivité du Pêcher à l'égard du Chancre, nous avons inoculé des plaies pétiolaires et des bourgeons dans une collection variétale de pêchers.

## A. Receptivite des plaies pétiolaires

### 1) Variabilité du temps d'incubation en fonction de la date d'inoculation

Trois séries d'inoculations (19 septembre, 20 octobre et 10 novembre 1972) sont réalisées sur 23 variétés ; pour chaque série d'inoculations et chaque variété, 30 plaies pétiolaires fraîches obtenues par poussée latérale du pétiole sont inoculées au moyen d'une goutte d'eau contenant  $5 \times 10^5$  spores de *F.amygdali* (Fig. 1).

On constate que l'extériorisation des chancre varie dans le temps :

- pour les inoculations réalisées à la mi-septembre (19/9), la plus grande partie des chancre s'extériorise un mois après et la presque totalité s'observe fin novembre, soit un temps d'incubation relativement court de l'ordre de 1 à 2 mois.

- pour les deux inoculations suivantes d'octobre et de novembre (20/10 et 10/11), il faut attendre respectivement fin février et fin mars pour observer l'extériorisation de nombreux chancre, soit un temps d'incubation de 4 à 7 mois.

Cette variation observée dans l'apparition des chancre en fonction de la date d'inoculation peut être expliquée en grande partie par la température. Dans les deux mois qui suivent la première inoculation (19/9), la somme des heures pendant lesquelles les températures sont égales ou supérieures à 9°C (température à laquelle les spores commencent à germer après 24 heures d'incubation) est suffisante pour permettre l'extériorisation rapide des chancre tandis qu'elle ne l'est plus après les deux autres inoculations (23/10 et 10/11). C'est ainsi que la plupart des infections naturelles de plaies pétiolaires extériorisent des chancre en mars-avril.

### 2) Variabilité de la réceptivité de la plaie pétiolaire en fonction de son âge

Des plaies pétiolaires âgées de 0, 1, 4, 7, 10 et 14 jours sont inoculées sur diverses variétés, au total 21 variétés de pêcheurs de 4 ans et 42 de 2 ans. Sur chaque variété, une vingtaine de plaies pétiolaires de même âge sont contaminées. Les observations sont réalisées jusqu'au 13 mai de l'année suivante afin de pouvoir déceler tous les chancre susceptibles d'apparaître. Les résultats sont consignés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

RECEPTIVITE DES PLAIES PETIOLAIRES EN FONCTION DE LEUR AGE

| Age des plaies<br>pétiolaires<br>(en jours) | Plaies pétiolaires réceptives (%) |                   |
|---|-----------------------------------|-------------------|
|   | Variétés de 2 ans                 | Variétés de 4 ans |
| 0   | 29,7                              | 83,8              |
| 1   | 45,3                              | 19,7              |
| 4   | 35,1                              | 12,1              |
| 7   | 25,5                              | 13,4              |
| 10  | 29,9                              | 8,1               |
| 14  | 25,5                              | 7,5               |

Il est clair que la sensibilité des plaies pétiolaires décroît rapidement au cours de la première semaine et plus lentement ensuite. Il semble que l'âge des plants influence également la diminution de la réceptivité.

3) Variabilité de la réceptivité de la plaie pétiolaire au cours de la période de défoliation

A trois époques de la période normale de la chute des feuilles, on inocule des plaies pétiolaires de la variété "Redhaven" sensible au Chancre à l'aide d'une suspension de conidies.

Les époques d'inoculation retenues correspondent :

- la première, le 25 septembre 1975, au tout début de la défeuillaison alors que seules quelques feuilles de la base des rameaux commencent à tomber.

- la deuxième, le 9 octobre 1975, au moment approximatif où les rameaux sont à demi défeuillés.

- la troisième et dernière, le 28 octobre 1975, lorsque la chute des feuilles est presque terminée.

A chacune des trois périodes, 100 plaies pétiolaires fraîches sont inoculées avec les différentes quantités de spores suivantes :  $5 \times 10^1$ ,  $5 \times 10^2$ ,  $5 \times 10^3$ ,  $5 \times 10^4$ ,  $5 \times 10^5$  et  $5 \times 10^6$ .

Les observations sont poursuivies jusqu'au début du mois d'avril suivant afin que tous les chancres aient pu se manifester.

Les pourcentages de chancres obtenus par concentration et par date d'inoculation sont indiqués dans la figure 2.

On observe que le total des chancres apparus :

- est le plus élevé lorsque l'inoculation est réalisée au tout début de la chute des feuilles ; il est encore important pour des contaminations dans la première moitié de la défeuillaison mais diminue ensuite de façon sensible.

- augmente avec la concentration en spores de l'inoculum mis en jeu jusqu'à  $5 \times 10^4$  spores par cicatrice foliaire, concentration à partir de laquelle il ne varie que très peu.

Concernant le seuil d'inoculum, on remarque qu'au début de la chute des feuilles, il suffit vraisemblablement de très peu de conidies pour déclencher une contamination (probabilité de réussite de 20 p.100 avec 5 spores par plaie pétiolaire) alors qu'il faut 50 spores par plaie pétiolaire à partir de la mi-défeuillaison.

Ces résultats permettent d'avancer que, dans la nature, ce sont essentiellement les premières plaies d'abscission qui sont les plus réceptives.

La contamination des plaies pétiolaires se traduit par une nécrose de couleur brunâtre, légèrement déprimée, à contour elliptique et centrée sur un bourgeon qui ne se développe pas au printemps : c'est le chancre de bourgeon ("bud-canker").

#### B. Receptivité des bourgeons

De janvier à mai 1973, sept séries d'inoculations correspondant à des stades végétatifs différents du Pêcher sont réalisées sur 23 variétés, à l'aiselle de 10 bourgeons par variété et par date d'inoculation, soit :

- 29 janvier 1973 (29/1/73) stade A\*
- 28 février " (28/2/73) " BC
- 12 mars " (12/3/73) " CD

---

\* Stade A = bourgeon d'hiver  
" B = bourgeon gonflé  
" C = sortie des sépales

Stade D = sortie des pétales  
lères sorties des jeunes  
feuilles.



- 3 avril 1973 ( 3/4/73) stade EF\*
- 19 avril " (19/4/73) " GH
- 3 mai " ( 2/5/73) " HI
- 16 mai " (16/5/73) " I

Les inoculations sont effectuées avec la même technique utilisée précédemment pour les plaies pétiolaires, soit le dépôt d'une goutte de suspension de  $5 \times 10^5$  spores à la base de chaque bourgeon.

Le total des chancre observés le 17 juillet (17/7) est indiqué dans la figure 3.

On constate que les trois premières séries d'inoculations (stades A à D) ne font pas apparaître de chancre bien que les deuxième et troisième correspondent au débourrement. Les conditions climatiques et en particulier la température sont alors défavorables au développement du parasite. Il faut, en effet, attendre la mi-mai pour assister à un relèvement sensible des températures.

Le temps d'incubation varie également en fonction de la date d'inoculation : il faut attendre plus de 3 mois pour obtenir des chancre à partir de l'inoculation réalisée au début avril alors que 2 mois suffisent pour celle de la mi-mai.

On assiste à la formation de chancre de bourgeons ("bud-canker") pour les premières inoculations positives tandis que les dernières (2 mai et 16 mai) sont à l'origine des chancre de base ("basal canker"), ce qui se traduit par le flétrissement des pousses feuillées de juin.

## II. LE COMPORTEMENT VARIÉTAL DU PECHER

Pour juger de la résistance d'une variété de Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali*, il convient de connaître la réceptivité des plaies pétiolaires à l'automne et celle des bourgeons au printemps (stades E à I). Pour ce faire, nous avons inoculé systématiquement une collection variétale aux périodes de réceptivité du Pêcher pendant plusieurs années successives.

---

\* Stade E = sortie des étamines

" F = pleine floraison

" G = chute des pétales

Stade H = nouaison

" I = fruit dégagé

La figure 4 indique les pourcentages d'inoculations positives de plaies pétiolaires et de bourgeons pour quelques variétés.

On voit que la réceptivité des plaies pétiolaires peut être très différente de celle des bourgeons pour une même variété. On peut distinguer :

- des variétés avec des plaies pétiolaires et des bourgeons très réceptifs (ex. : Redhaven) ;
- des variétés avec des plaies pétiolaires et des bourgeons peu réceptifs (ex. : Mayflower) ;
- des variétés avec des plaies pétiolaires relativement résistantes et des bourgeons assez réceptifs (ex. : Amsden) ou l'inverse (ex. : Suncrest).

### III. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La résistance différentielle des plaies pétiolaires et des bourgeons pour une même variété implique la nécessité de connaître la réceptivité de ces deux types d'organes pour juger de la résistance d'une variété de Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali*.

Sur le plan agronomique, cette résistance différentielle aura des incidences quant au choix de la variété et de la protection chimique.

. Le choix variétal : telle variété sera préférée à telle autre suivant les conditions climatiques de la région où le verger sera établi. Dans une zone où les précipitations sont fréquentes en automne lors de la défoliation, une variété aux plaies pétiolaires peu réceptives sera indiquée ; inversement, dans une zone avec des printemps humides, une variété aux bourgeons peu réceptifs sera préférée.

. La protection chimique : il conviendra d'être particulièrement vigilant pour couvrir aussi parfaitement que possible la période de plus grande réceptivité d'une variété donnée.

Sur le plan génétique, il importera de tenir compte de cette résistance différentielle dans la création d'hybrides résistants.

## SUMMARY

Peach canker can damage severely peach trees in south western France. Two types of symptoms are observed :

- the bud-canker from leaf-scars infections occurring in fall and buds infected between E and G stages in spring.
- the basal canker from buds infected between H and I stages.

The varietal sensibility differences appear very important but we never observed anyone resistant variety. There is no correlation between leaf scar and bud receptivity.

In fact, it is possible to distinguish four groups of varieties :

- very receptive leaf scars and buds varieties (ex. : Redhaven),
- very receptive leaf scars and not very receptive buds varieties (ex. : Suncrest) or inversely (ex. : Asmden),
- not very receptive leaf scars and bud varieties (ex. : May Flower).

These results are interesting for the choice of variety, the disease control and the breeding program.

## RESUME

Le Chancre du Pêcher dû au *Fusicoccum amygdali* peut affecter gravement les vergers de Pêcher dans le Sud-Ouest de la France. On observe deux types de symptômes :

- le chancre de bourgeon résultant de l'infection soit des plaies pétiolaires en automne, soit des bourgeons (stades E, F, G) au printemps.
- le chancre de base résultant de l'infection des bourgeons aux stades H-I.

Les différences importantes de sensibilité variétale peuvent être observées mais aucune variété n'est résistante. La réceptivité des plaies pétiolaires peut être très différente de celle des bourgeons pour une même variété si bien que 4 catégories de variétés peuvent être distinguées :

- des variétés à plaies pétiolaires et bourgeons très réceptifs (ex. : Redhaven),
- des variétés à plaies pétiolaires très sensibles et bourgeons assez résistants (ex. : Suncrest) ou l'inverse (ex. : Amsden),
- des variétés avec des plaies pétiolaires et des bourgeons peu réceptifs (ex. : May Flower).

La prise en compte de critères a des conséquences d'ordre cultural (choix de la variété, protection chimique) et d'ordre génétique (création d'hybrides résistants).

## RÉFÉRENCES

- JAILLOUX F., FROIDEFOND G., 1974a. Comportement d'une collection variétale de pêchers à l'égard du *Fusicoccum amygdali* Del. : premiers résultats, Pomol. fr., XVI (8) : 163-164.
- JAILLOUX F., FROIDEFOND G., 1974b. Recherche d'un test de sensibilité variétale du Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali* Del. Rev.Zool.agric. Pathol.vég., 73 : 140-148.
- JAILLOUX F., FROIDEFOND G., 1976. Comportement variétal du Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali* Del. : résultats 1974-1975. Pomol. fr., XVIII (3): 39-40.
- JAILLOUX F., FROIDEFOND G., 1978. Comportement variétal du Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali* Del. : résultats 1974-1975, 1976-1977. Arboric. fruit., 292 : 39-41.
- JAILLOUX F., FROIDEFOND G., 1978. Influence de la concentration de l'inoculum et du stade de défeuillaison sur la réceptivité des plaies pétiolaires du Pêcher à l'égard du *Fusicoccum amygdali* Del., agent du Chancre. Ann. Phytopath., 10 (1) : 39-44.

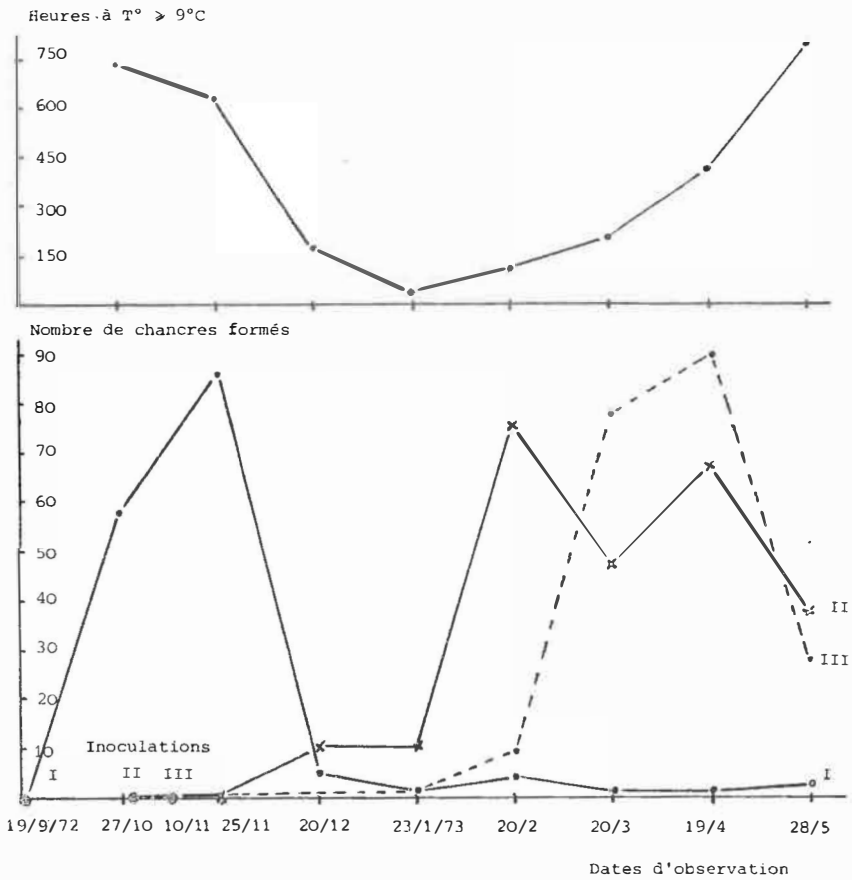


Fig. 1 : Apparition des Chancres en fonction de la date d'inoculation des plaies pétiolaires et de la température.

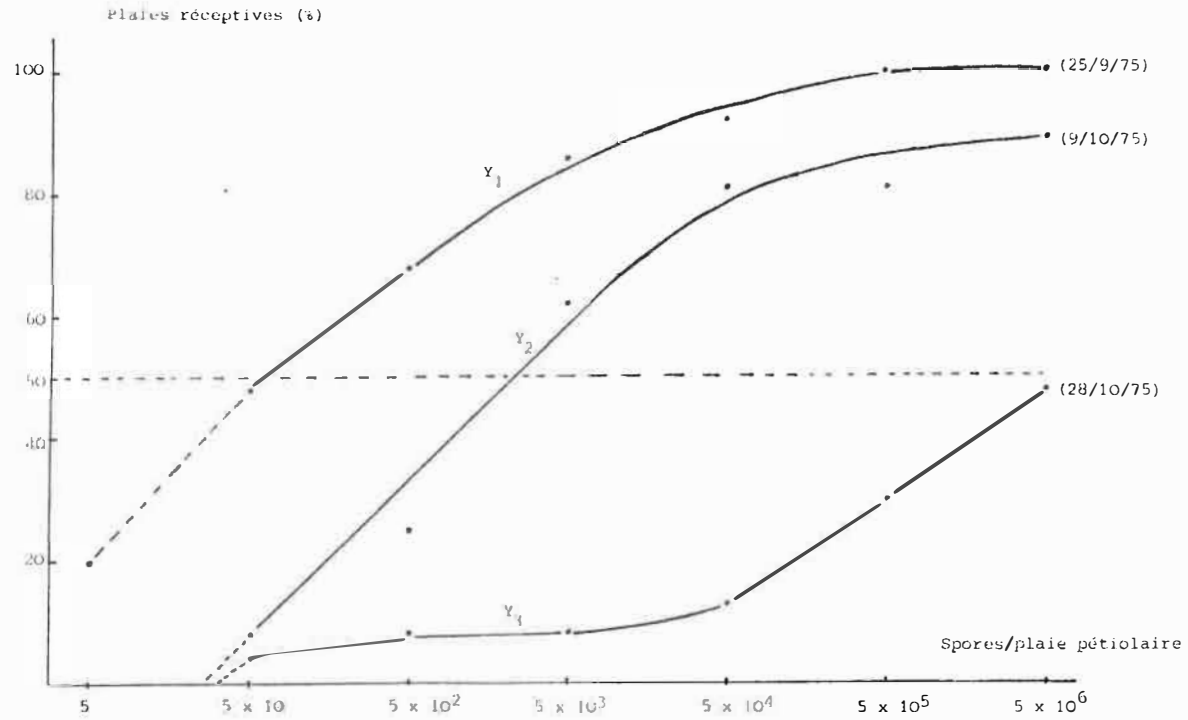


Fig. 2 - Réceptivité de la plaie pétioleaire au cours de la défoliation naturelle

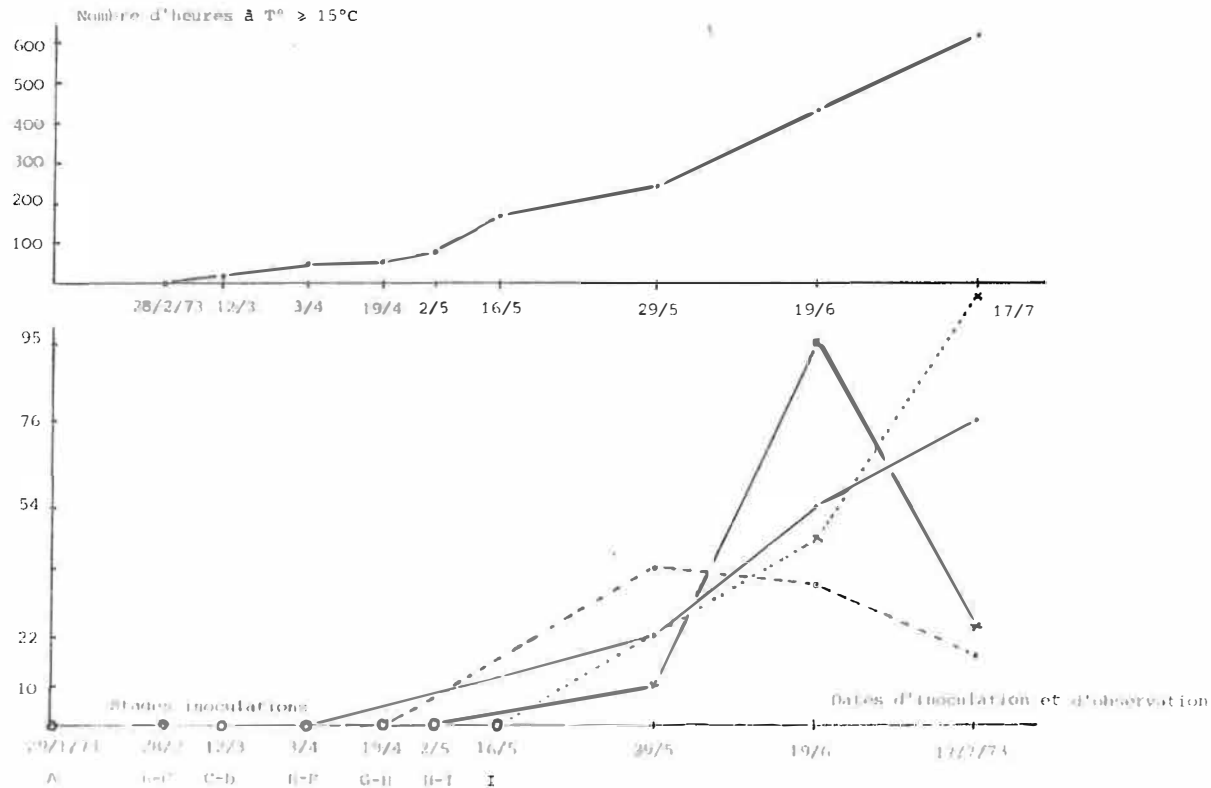


Fig. 1. L'Apparition des caractères en fonction de la date d'inoculation des bourses et de la température.

Plaies pétiolaires réceptives (%)

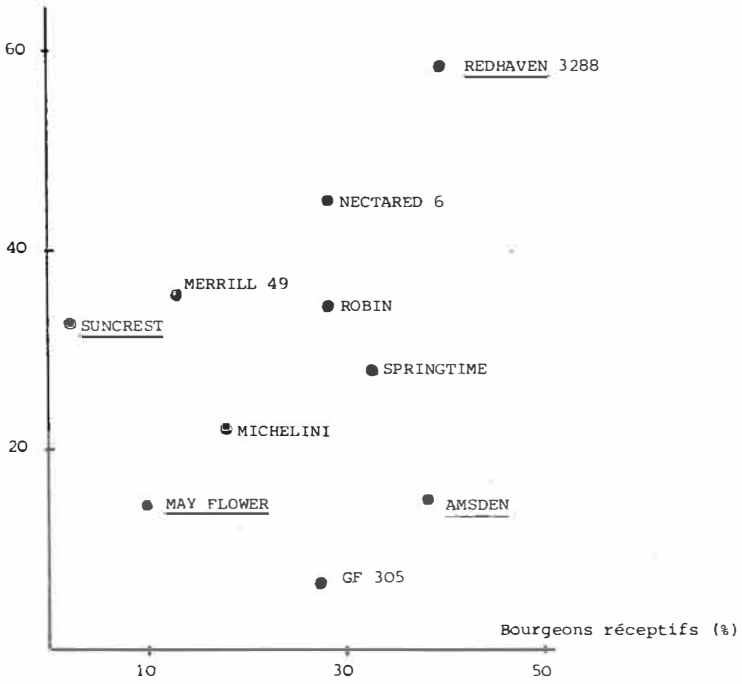


Fig. 4 : Réceptivité des plaies pétiolaires et des bourgeons de quelques variétés de pêchers.



OBSERVATIONS SUR L'OIDIUM DU PECHER  
(Sphaerotheca pannosa, var. persicae)

G. MARBOUTIE

I.N.R.A. Domaine de Gotheron  
26320 St Marcel-les-Valence

Note présentée par J.P. GENDRIER - ACTA - Domaine de Gotheron

Summary :

At present time, Peach Powdery mildew is still very bad know. On a biological point of view, the infection mode of young fruit'buds, as well as the part of "peritheces" and mycelial felt are not well known. Research difficulties are increased, when we know that many Powdery mildew (1) may affect the peach-tree.

The aim of this note was to bring up results of comments made on the development of the disease since 1978. These investigations carried out for years (2), together with the Integrated Control Group from Gotheron, la Station de Pathologie de MONTFAVET, and the research workers from Pyrenées Orientales gave precise details about this disease.

Remarks made on plots of many varieties peach-trees orchard have showed, for some varieties, important variations between attack levels on leaves and fruit.

On the other hand, it seems that fruit are more liable to this disease during a certain period. This period would take place from fruit setting time, till the beginning of stone hardness, and would correspond at the 1st step of fruit growing (3 peaches, 2 nectarines, and paves have been investigated).

Those 2 data, i.e. the knowledge of sensibility rate of the variety, and the existence of a period of a more important liability of fruit to infection, should help in the Powdery Mildew fight (3), which conduces to improving Integrated Control in peach-trees orchard.

---

(1) Apricot Powdery Mildew (*podosphaera tridactyla*) may be observed on the peach-tree. There are many strains of sphaerotheca pannosa, some of them may attack peach and apricot-trees, others some species or varieties of rose-trees, from which, strains attacking the peach-tree are called: *sphaerotheca pannosa*, var. *persicae*. Apple Powdery Mildew (*podosphaera leucotricha*) has been involved in damage caused to peach-trees in U.S.A. "Rusty spot" RIES & ROYSE - 1978

(2) La Stations d'Arboriculture Fruitière d'AVIGNON, together with the Laboratoire de Mycologie de la Faculté des Sciences de LYON (R. HUGUENEY) are, presently, carrying out investigations on Peach Powdery Mildew.

(3) A.C.T.A. 1979 Peach-tree pamphlet - Periodical controls in orchard

Les observations réalisées sur l'oïdium du pêcher sont encore très fragmentaires. Il est vrai, que bien des points de la biologie sont encore très mal connus, et demeurent obscurs.

En effet, on sait que plusieurs oïdiums peuvent attaquer le pêcher. L'oïdium de l'abricotier (Podosphaera tridactyla) peut parfois s'observer sur pêchers. L'espèce la plus fréquente sur pêchers est Sphaerotheca pannosa, mais il existe plusieurs souches.

Certaines, peuvent attaquer à la fois, le pêcher et l'abricotier, d'autres, n'attaquent que certaines espèces, ou variétés de rosiers, d'où la désignation des souches s'attaquant au pêcher par Sphaerotheca pannosa var. persicae.

Enfin, il faut savoir que l'oïdium du pommier, (Podosphaera leucotricha) a été rendu responsable aux U.S.A., de dégâts au pêcher décrits sous le nom de "rusty spot" (taches de rouille) (RIES et ROYSE, 1978).

Les programmes d'observations réalisés depuis quelques années en collaboration (1) avec le groupe Lutte intégrée de Gotheron, la station de Pathologie d'Avignon, et les chercheurs des Pyrénées Orientales ont permis d'apporter quelques précisions sur cette maladie.

## I - OBSERVATIONS SUR LA SENSIBILITE VARIETALE

- L'existence d'une sensibilité variétale du pêcher à l'oïdium a souvent été démontrée, et, en particulier la sensibilité des nectarines (pêcher à peau lisse) et des pavies (pêches à noyau adhérent).

De plus, il semblerait bien que les types à nectaires circulaires, (petites glandes situées à la base du limbe) soient plus sensibles que les types à nectaires reniformes.

---

(1) La Station d'Arbori. Fruit. d'Avignon (T. PASCAL) ainsi que le Laboratoire de Mycologie de la Faculté des Sciences de Lyon (R. HUGUENEY) participent actuellement aux programmes de recherches sur l'oïdium du pêcher.

- Les critères de notation des attaques d'oïdium sur fruits et pousses, proposés au cours des réunions O.I.L.B.-S.R.O.P. de Vérone en 1976 (1), ont permis dans une certaine mesure, d'affiner une échelle de sensibilité de certaines variétés dans la parcelle Collection du Domaine de Gothon.

- De plus, ces notations ont révélé des variations importantes, pouvant exister entre les niveaux d'attaques sur fruits et sur pousses, pour des mêmes variétés (cf. annexe)

- Quelques exemples :

| Variétés   | sensibilité Oïdium |        |
|--|--------------------|--------|
|  | Feuilles           | Fruits |
| <b>PECHES</b>  |                    |        |
| M. Early O'Henry   | +                  | + + +  |
| Spring Crest   | + + +              | + +    |
| Armay  | + +                | 0      |
| Fayette  | +                  | + + +  |
| <b>NECTARINES</b>  |                    |        |
| Armking  | + + +              | + +    |
| M. Early Sungrand  | + + +              | + +    |
| Zeegold  | 0                  | +      |
| Niagara  | + +                | + + +  |
| <b>PAVIES</b>  |                    |        |
| Baladin  | + +                | + + +  |
| Baby gold  | + +                | + + +  |
| Catherina  | + + +              | + + +  |
| Mountain gold  | + +                | + +    |
| 0 → très peu sensible<br>Echelle des + → légèrement sensible<br>sensibilités + + → sensible<br>+ + + → très sensible |                    |        |

(1) S. FOSCHI, *Phytopharmacie*, Bologne.  
Réunion O.I.L.B.-S.R.O.P., 1 et 2 Avril 1976, Vérone.

a) Infection sur feuilles (500 feuilles)

- Classe I : 1 tache ou superficie infectée 1 - 5 %  
 Classe II : 2-4 taches ou superficies infectées 5 - 10 %  
 Classe III : 5-10 taches ou superficies infectées 10 - 30 %  
 Classe IV : 10 taches ou superficies infectées 30 - 100 %

b) Infection sur fruits (300 fruits)

Pendant le maximum d'intensité de l'infection, déterminer le pourcentage de fruits attaqués.

## II - OBSERVATIONS SUR L'EVOLUTION DE LA MALADIE

Les travaux réalisés sur l'oïdium du pêcher depuis 1979 ont fait l'objet de 2 compte-rendus.

Nous avons donc volontairement limité ici nos commentaires, pour ne faire état, que du résultat concernant la relation éventuelle entre, l'apparition et la répartition des attaques sur fruits en fonction du développement de la pêche.

En effet, les observations réalisées en 1979 dans la région de Valence, sur la variété "redskin" (pêche tardive) avaient permis de mettre en évidence une période de plus grande réceptivité des fruits à la maladie, (cette période s'étant étalée de la nouaison, jusqu'à la mi-juin). cf. Figure 1

A partir de la mi-juin, on notait pratiquement plus d'attaques nouvelles sur les fruits.

Afin de préciser ces observations, des travaux furent effectués en 1980 sur 7 variétés (3 pêches, dont Redskin, 2 Nectarines et 2 pavies). cf. Figure 2

Ces résultats présentes dans le tableau ci-dessous montrent l'évolution des attaques nouvelles d'oïdium pour les 7 variétés.

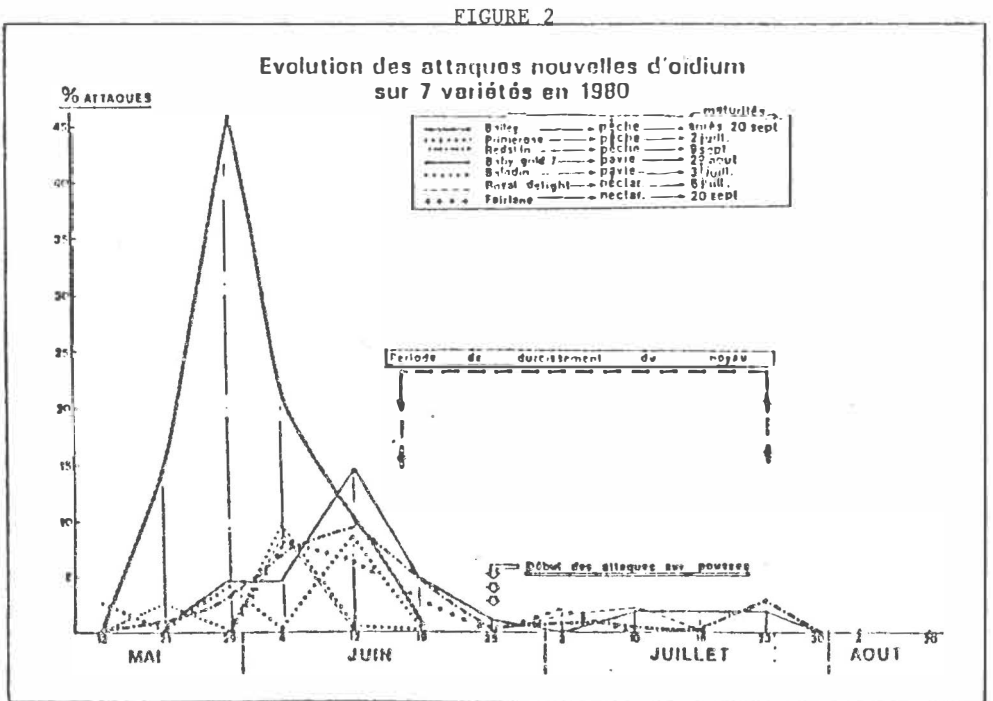
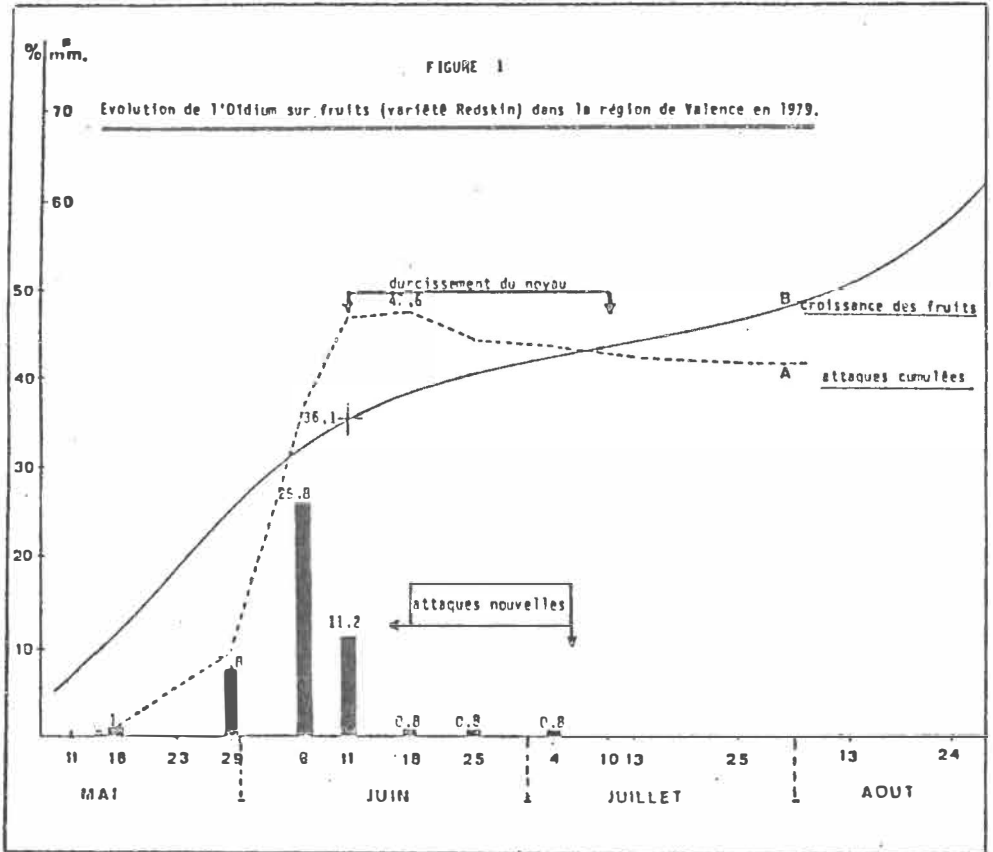
- On peut noter que le maximum des attaques s'est situé entre le 21 mai et le 12 juin, c'est à dire pendant la 1ère phase de croissance du fruit.

- Par la suite, il y a une régression très nette dans les attaques (Période de durcissement du noyau).

Ce phénomène déjà observé sur Redskin, se confirme donc pour les 6 autres variétés étudiées. Dans notre région, les fruits ne seraient plus réceptifs à la maladie dès que le noyau commence à durcir.

Cette observation, à savoir : "l'oïdium ne semble contaminer le fruit que pendant une période bien précise de son développement", semble être confirmée aussi, pour certaines variétés dans les pyrénées orientales.

- D'autre part, en ce qui concerne les attaques sur feuilles on peut remarquer le décalage entre le début des infections sur fruits et celui sur pousses. En effets, il semblerait que les jeunes feuilles soient résistantes à l'oïdium, tant que le rameau n'a pas atteint une certaine longueur. (croissance apicale)



### III - CONCLUSIONS

Les travaux et observations relatés ici, doivent être poursuivis et complétés. De plus, au niveau de la biologie, le rôle des périthèces et plus généralement des manchons mycéliens doit être précisé, ainsi que le mode d'infection des bourgeons et des jeunes fruits. Néanmoins, l'extrapolation de ces résultats, demande une certaine précaution, car ce qui semble vrai pour une région, ne l'est sans doute pas forcément pour une autre.

Toutefois, la connaissance du degré de sensibilité de la variété ainsi que l'existence d'une période de plus grande réceptivité des fruits à la maladie, doivent permettre, un aménagement de la lutte contre l'oïdium. D'autre part, il serait bon de connaître l'influence des conditions climatiques sur l'évolution de la maladie (vent, hygrométrie ...). On parviendrait alors à proposer une méthodologie de lutte qui contribuerait à l'amélioration de la lutte intégrée en vergers de pêchers.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- A.C.T.A., 1979 - Contrôles périodiques en verger. Brochure pêcher
  
- MONET R., BASTARD Y. 1979 - La fente du noyau des pêches - Etude histologique - Ann. Amel. Plantes - 29, (1) 79-88
  
- MARBOUTIE G., GROSCLAUDE C., NICOLAS J., GOURRIER B., SALGAS C. et PUIGNAN A. - 1979 - Observations et travaux sur l'oïdium du pêcher (*sphaerotheca pannosa* var. *persicae*) Arboriculture Frutière 317/318 - 1980 p. 44-46 et 321 p. 13.
  
- MARBOUTIE G., GROSCLAUDE C., Observations sur l'oïdium du pêcher réalisées en 1980 - Arboriculture Frutière n° 328 - Juin 1981 p. 59-60.
  
- MILAIRE H.G., Application de la Lutte dirigée contre l'oïdium du pêcher C.R. O.I.L.B./S.R.O.P. - Bologne 26-27 Janv. 1978 p. 110-113.
  
- PUIGNEAU A., SALGAS C., L'oïdium principal ennemi du Pêcher. Bulletin technique des P.O. - N° 102 1982.
  
- RIES S.M., ROYSE D.J., 1978 - Peach rusty spot epidemiology : incidence as affected by distance from a powdery mildew infected apple orchard. Phytopathol., 68, 896-899.
  
- SAUNIER R. 1973 - Contribution à l'étude des relations existant entre certains caractères à déterminisme génétique simple chez le Pêcher et la sensibilité à l'oïdium. Ann. And. Plantes 23 (3) 235-244.
  
- SOCIETE COOPERATIVE DE RECHERCHES ET D'EXPEM. AGRI DES PYRENEES ORIENTALES Année 1979 - Rapport annuel d'activité - Aspect biologique de l'oïdium du pêcher et de l'abricotier. (Rapport Annuel d'activité)
  
- WEINHOLD A.R., 1961 - The orchard development of Peach powdery mildew. Phytopathol. 51, 48-481.
  
- YARWOOD C.E., 1952, Apricot powdery mildew, from Rose and Reach Calif. Dept. Agr. Bull. 41, 19-25.

## SENSIBILITE VARIETALE A L'OIDIUM DU PECHER

(Domaine de Gotheron - St Marcel-les-Valence)

| Variétés          | Sensibilité oïdium |   |   |               |  |       |
|-------------------|--------------------|---|---|---------------|--|-------|
|                   | Fruits 19/6        |   |   | Feuilles 26/6 |  |       |
| <b>PECHES</b>     |                    |   |   |               |  |       |
| Early O'Henri     | +                  | + | + |               |  | +     |
| Pizarella         | +                  | + | + |               |  | +     |
| July Lady         |                    | 0 |   |               |  | +     |
| Merrill Sundance  |                    | + |   |               |  | + +   |
| Rio Oso Gem       | +                  |   | + |               |  | + +   |
| Ferway            |                    | + |   |               |  | + +   |
| Sunnyside         |                    | + |   |               |  | + +   |
| Adria             |                    | + |   |               |  | + +   |
| Ribet             |                    | + |   |               |  | + +   |
| Red Rose          | +                  | + |   |               |  | + +   |
| Red Free          | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Safari            |                    | + | + |               |  | +     |
| Impero            |                    | + |   |               |  | +     |
| Flamcrest         |                    | + |   |               |  | + +   |
| Merrill O'Henri   |                    | + | + |               |  | + +   |
| Aurélio           | +                  | + | + |               |  | + + + |
| Robin             | +                  | + | + |               |  | + + + |
| Spring Red        | +                  | + | + |               |  | + + + |
| Roméo             |                    | + | + |               |  | + + + |
| Belfiore          |                    | + |   |               |  | +     |
| Sunhared          |                    | + |   |               |  | + +   |
| Prodigiosa        | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Dorata Tardive    |                    | + | + |               |  | + +   |
| Régina di Fonda   |                    | + | + |               |  | + +   |
| Calred            |                    | + | + |               |  | + +   |
| <b>NECTARINES</b> |                    |   |   |               |  |       |
| Fire Brite        |                    | + | + |               |  | + +   |
| Royal Gigante     | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Escot             |                    | + |   |               |  | + +   |
| Necta Crest       | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Mayred            | +                  | + | + |               |  | + + + |
| Fuzzalode         | +                  | + | + |               |  | + + + |
| <b>PAVIES</b>     |                    |   |   |               |  |       |
| Bowen             |                    | + | + |               |  | + +   |
| Ficksburg         |                    | 0 |   |               |  | +     |
| Suncling          | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Baladin           | +                  | + | + |               |  | + +   |
| Catherina         | +                  | + | + |               |  | + + + |

0 = très peu sensible

+ = légèrement sensible

+ + = sensible

+ + + = très sensible



LA SENSIBILITE DES VARIETES DE PECHER AU DEPERISSEMENT BACTERIEN  
(PSEUDOMONAS PERSICAE).

J. LUISETTI,  
I.N.R.A. Station de Pathologie végétale,  
BEAUCOUZE - 49000 - ANGERS.

RESUME

Le dépérissement bactérien provoqué par *Pseudomonas persicae* est une maladie nouvelle et grave qui s'est répandue dans les vergers de Pêcher du Sud-Est au cours des 15 dernières années. Plus d'un million de jeunes arbres ont été détruits et 8 départements sont concernés. Une lutte efficace implique la mise en oeuvre de mesures prophylactiques, de traitements chimiques et un choix du matériel variétal. La progression rapide de la maladie a probablement été favorisée par la présence de variétés très sensibles telles que J.H. Hale et Redwing. La connaissance du comportement des variétés face à *P. persicae* est un élément essentiel de la lutte et c'est pourquoi une méthode a été mise au point; elle tient compte des conditions de développement de la maladie et de la variabilité de la réponse de l'hôte.

Les 140 variétés testées jusqu'alors se répartissent en 3 groupes de sensibilité en référence avec le comportement de variétés connues comme J.H. Hale, Redwing, Michelini et Redskin : aucune n'est résistante mais un tiers sont tolérantes et peuvent contribuer à une lutte efficace contre le dépérissement.

La tolérance semble d'ailleurs dépendre étroitement de la pression d'inoculum.

La variabilité de l'agent pathogène peut aussi être à l'origine d'un échec dans la lutte en favorisant l'apparition de nouvelles races et en modifiant ainsi le comportement variétal; c'est peut être ce qui est consta-

té pour la variété Robin qui, jadis classée tolérante, parait actuellement aussi sensible que la variété Redwing.

Le dépérissement bactérien, maladie bactérienne nouvelle, sévit depuis une quinzaine d'années dans les vergers de Pêcher du Sud-Est. C'est une maladie typiquement française puisque l'agent responsable, *Pseudomonas persicae* Prunier et al, n'a été observé nulle part ailleurs. Sa progression est telle qu'actuellement 8 départements sont concernés (Ardèche, Drôme, Gard, Isère, Loire, Puy-de-Dôme, Rhône et Savoie). C'est aussi une maladie grave qui a déjà détruit plus de 1 million d'arbres. Les arbres jeunes, de moins de 5 ans, sont en général les plus touchés par la bactériose. Par contre, la bactérie reste étroitement inféodée à l'espèce *Prunus persica*.

Comme pour toutes les maladies bactériennes la lutte est difficile et fait appel à une série de mesures d'ordre prophylactique (élimination du matériel contaminé, désinfection des outils de taille...) et à une mise en oeuvre d'une lutte chimique (élimination de l'inoculum épiphyllé par des traitements pendant la chute des feuilles).

La sensibilité du matériel végétal à cette bactérie est un facteur important car la première explosion de la maladie en Ardèche (1968-1970) a concerné presque exclusivement la variété J.H. Hale, alors très cultivée et qui s'est révélée par la suite extrêmement sensible; c'est aussi le cas de Redwing, autre variété très sensible qui a été le support de la progression rapide du dépérissement dans la vallée du Rhône (1975-76). Très tôt la connaissance de la sensibilité des variétés mises à la disposition des producteurs est apparue indispensable et a motivé la mise au point d'une épreuve de détermination de sensibilité variétale.

La méthodologie tient compte des particularités du pouvoir pathogène de *Pseudomonas persicae* :

Les tissus de Pêcher ne sont sensibles au germe que pendant une fraction de l'année c'est-à-dire pendant la phase de repos végétatif (d'octobre à mars); pendant la végétation ils sont "physiologiquement" résistants et ne permettent pas le développement de l'infection; de plus, son intensité dépend en grande partie des conditions climatiques et est accentuée par les basses températures hivernales. Ces contingences définissent très clairement le cadre dans lequel on doit effectuer l'expérimentation

et exclut l'usage de la serre.

On constate, enfin, que la réponse d'un rameau de Pêcher est très variable et dépend de l'état physiologique précis dans lequel il se trouve au moment de l'inoculation. La sensibilité d'un arbre est la résultante des sensibilités individuelles des rameaux qui le composent d'où l'obligation de multiplier le nombre des rameaux inoculés.

Il est donc indispensable d'expérimenter sur des arbres ayant un développement suffisant.

### METHODOLOGIE

Le matériel végétal est préparé, par un pépiniériste agréé, avec des greffons prélevés dans les vergers du C.T.I.F.L. Deux localisations ont été retenues : Gilhoc sur le plateau ardéchois et Angers sur les terrains de la station de Pathologie végétale. Chaque année, de 20 à 30 variétés en moyenne sont examinées en comparaison avec les variétés de référence J.H. Hale et Redwing d'une part, Michelini et Redskin d'autre part; chaque variété est représentée par 5 arbres.

L'épreuve s'échelonne sur 2 années et comporte 2 étapes :

#### 1ère étape

Quand les arbres ont acquis un développement suffisant (première ou seconde année) on choisit par arbre, 10 pousses de l'année, de taille moyenne et on dépose une goutte calibrée d'une suspension de la souche de référence dosée à  $10^8$  cellules par ml sur une blessure faite jusqu'au cambium à l'aide d'un petit emporte-pièce de 2 mm de diamètre. On réalise ces inoculations pendant la période de sensibilité des tissus et plus précisément en fin du mois de novembre ou début du mois de décembre.

En fin d'hiver (février ou mars) on mesure la longueur de la nécrose apparue autour de la blessure. Les 50 inoculations faites par variété permettent alors de déterminer la courbe de distribution des longueurs de nécrose et d'estimer la longueur moyenne de nécrose.

#### 2ème étape

Au cours de l'année suivante et à la même époque, on pratique sur les charpentières, des incisions à l'aide d'un scalpel et on y dépose

une goutte calibrée d'une suspension dosée à  $10^8$  bactéries par ml de la souche de référence. On réalise ainsi 3 inoculations sur chacune des 3 ou 4 charpentières du jeune arbre. Une notation globale de la sévérité de la maladie est faite au début de l'été en utilisant un système d'indices de 0 à 4 (0 = arbre sain, 4 = arbre mort) qui permet de calculer un indice moyen de sévérité de maladie (c'est la somme des indices au moins égal à 2, divisée par le nombre total d'arbres inoculés).

## RESULTATS

Les inoculations affectées au cours de 2 années d'expérimentations fournissent des résultats qui permettent de situer la position de la variété sur l'échelle de sensibilité. Ces indications sont à plusieurs niveaux.

Les 50 données recueillies au cours de la première étape permettent de tracer pour chaque variété un diagramme de distribution des longueurs de nécrose (classes de 0,2 unités sur une échelle logarithmique), de déterminer une longueur moyenne de nécrose (moyenne de valeurs logarithmiques) et la variance associée.

### a. Distribution des longueurs de nécrose

Chaque variété est caractérisée par un diagramme pour les conditions de l'expérimentation et la comparaison des diagrammes entre eux permet de situer la variété. Une variété peu sensible (tolérante) a un diagramme dissymétrique avec ces colonnes surtout à gauche (Redskin); à l'opposé pour une variété très sensible (Early O'Henry) ce sont les classes situées à droite qui sont les plus représentées (figure 1a). On peut aussi présenter un diagramme en 3 classes (figure 1b), chacune ayant une étendue de 0,6 unités logarithmiques. Au plan biologique la première classe regroupe toutes les nécroses de faibles dimensions (moins de 15 mm), la seconde classe contient des nécroses ayant entre 15 et 60 mm qui n'entraînent qu'exceptionnellement la mort de la pousse et enfin la classe 3 dont les longueurs de nécrose peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres entraînant la mort de la pousse et fréquemment celle du rameau porteur.

Cette représentation de la sensibilité variétale est encore plus évocatrice que la précédente et permet de juger, d'un seul coup d'oeil, de la sensibilité relative de plusieurs variétés : chez E. O'Henry les classes 2 et 3 sont fortement représentées alors que pour Redskin, la classe 1 regroupe près de 80 % des nécroses (figure 1b).

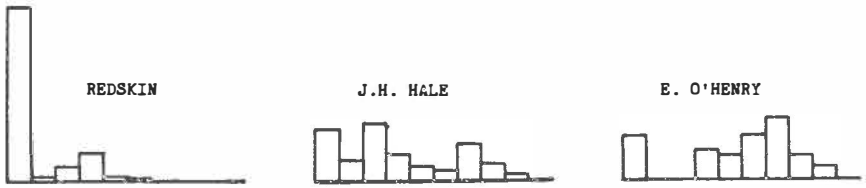


Figure 1a : Diagrammes de distribution des longueurs de nécrose - GILHOC 1978-1979

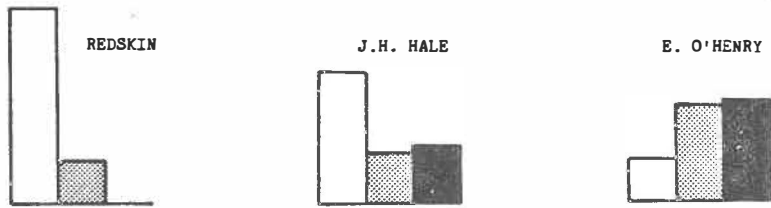


Figure 1b : Diagrammes de distribution des longueurs de nécrose - GILHOC 1978-1979

L'importance relative de ces 3 classes dépend de la sensibilité de la variété mais aussi des conditions d'environnement des arbres (sol, climat) au moment de l'expérimentation; celles-ci favorisent, en effet, plus ou moins la multiplication bactérienne et le développement des nécroses. C'est ainsi que sous d'autres conditions expérimentales le diagramme de J.H. Hale (figure 2b) apparaît différent avec un renforcement marqué de la classe 3.

b. Longueur moyenne de nécrose

On peut aussi calculer pour chaque variété une longueur moyenne de nécrose exprimée en unité logarithmique. Cette valeur est une autre caractéristique de la variété dans des conditions expérimentales déterminées.

L'écart entre les valeurs extrêmes peut être plus ou moins important en fonction des conditions expérimentales (1,22 Snow Queen, 1,88 Impero Gilhoc et 1,02 Harbrite, 2,11 Impero Angers) la différence peut être plus ou moins importante (1,13 - 1,85 à Angers et 1,51 - 1,70 à Gilhoc) (tableaux 1 et 2).

c. Variabilité de la réponse

Pour une variété et dans des conditions expérimentales pourtant très standardisées (dose d'inoculum en particulier) on constate une très large variation dans les longueurs individuelles de nécrose. Ceci se traduit dans le diagramme de la variété par un étalement plus ou moins prononcé des colonnes sur le gradient des classes (figure 2a) et une variance plus ou moins élevée (tableaux 1 et 2).

Les variances s'échelonnent de 0,03 à 0,34 pour Gilhoc et de 0,03 à 0,18 pour Angers définissant deux groupes de variances homogènes :

Le groupe de variétés de faible variance comprend en général des variétés tolérantes ou très sensibles alors que les variétés de sensibilité moyenne montrent une variance assez élevée (tableau 2).

L'ensemble de ces éléments donne une idée précise de la sensibilité des tissus des pousses de l'année; la seconde partie de l'expérimentation concerne la sensibilité de tissus plus âgés (2 à 3 ans).

L'indice moyen de sévérité attribué à chaque variété est un autre critère de jugement. En général il est en corrélation avec les autres critères retenus pour la première étape (longueur moyenne de nécrose).



Figure 2a : Diagrammes de distribution des longueurs de nécrose - ANGERS 1980

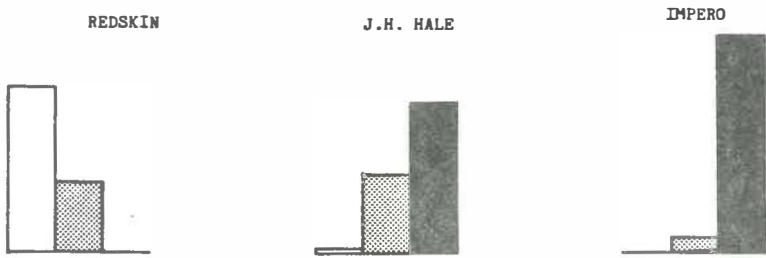


Figure 2b : Diagrammes de distribution des longueurs de nécrose - ANGERS 1980

TABLEAU 1 . Paramètres variétaux - nécrose moyenne (logarithme) et variance. (Angers 1980).

| Variétés      | Moyenne de nécrose (log) | Variance | Variétés          | Moyenne de nécrose (log) | Variance |
|---------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|----------|
| J.H. Hale     | 1.85                     | 0.08     | Early White Globe | 1.89                     | 0.15     |
| Royal Giant   | 1.49                     | 0.09     | Harken            | 1.10                     | 0.05     |
| Maxired       | 1.44                     | 0.17     | Winblo            | 1.39                     | 0.15     |
| Junyred       | 1.72                     | 0.13     | Ginared           | 1.88                     | 0.14     |
| Snow Queen    | 1.36                     | 0.10     | Impero            | 2.11                     | 0.03     |
| Tom Grand     | 1.16                     | 0.03     | Harbrite          | 1.02                     | 0.05     |
| Laure         | 2.00                     | 0.05     | Klant             | 1.54                     | 0.13     |
| Maxigold      | 1.20                     | 0.07     | INRA 3693         | 1.15                     | 0.07     |
| K190          | 1.62                     | 0.12     | INRA 3658         | 1.30                     | 0.08     |
| Redcal        | 1.80                     | 0.07     | Royal Crimson     | 1.10                     | 0.04     |
| Fairlaine     | 1.65                     | 0.09     | Bellina           | 1.52                     | 0.14     |
| Firered       | 1.52                     | 0.08     | Royal Crest       | 1.19                     | 0.06     |
| Redskin       | 1.13                     | 0.06     | Merbelle          | 1.28                     | 0.05     |
| White Globe   | 1.39                     | 0.17     |                   |                          |          |
| Rubiette      | 1.53                     | 0.14     |                   |                          |          |
| Aurelio Grand | 1.22                     | 0.08     |                   |                          |          |
| Autumn Free   | 1.39                     | 0.10     |                   |                          |          |
| Silver Logan  | 1.10                     | 0.18     |                   |                          |          |



TABLEAU 2. Paramètres variétaux - nécrose moyenne (logarithme) et variance. (Gilhoc 1980).

| Variétés      | Moyenne de nécrose (log) | Variance | Variétés          | Moyenne de nécrose (log) | Variance |
|---------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|----------|
| J.H. Hale     | 1.70                     | 0.03     | Early White Globe | 1.76                     | 0.11     |
| Royal Giant   | 1.34                     | 0.20     | Harken            | 1.47                     | 0.06     |
| Maxired       | 1.30                     | 0.18     | Winblo            | 1.47                     | 0.10     |
| Junyred       | 1.51                     | 0.09     | Ginared           | 1.85                     | 0.18     |
| Snow Queen    | 1.22                     | 0.14     | Impero            | 1.88                     | 0.03     |
| Tom Grand     | 1.38                     | 0.08     | Harbrite          | 1.50                     | 0.07     |
| Laure         | 1.54                     | 0.12     | Klamt             | 1.48                     | 0.05     |
| Maxigold      | 1.38                     | 0.13     | INRA 3693         | 1.38                     | 0.07     |
| K190          | 1.88                     | 0.09     | INRA 3658         | 1.32                     | 0.11     |
| Redcal        | 1.53                     | 0.05     | Royal Crimson     | 1.55                     | 0.04     |
| Fairlane      | 1.31                     | 0.22     | Bellina           | 1.58                     | 0.04     |
| Firered       | 1.61                     | 0.34     | Royal Crest       | 1.60                     | 0.05     |
| Redskin       | 1.51                     | 0.07     | Merbelle          | 1.54                     | 0.04     |
| White Globe   | 1.53                     | 0.09     |                   |                          |          |
| Rubiette      | 1.33                     | 0.10     |                   |                          |          |
| Aurelio Grand | 1.26                     | 0.11     |                   |                          |          |
| Autumn Free   | 1.34                     | 0.08     |                   |                          |          |
| Silver Logan  | 1.29                     | 0.08     |                   |                          |          |

Certaines variétés, cependant, paraissent plus sensibles au niveau des jeunes pousses qu'au niveau de tissus plus âgés mais l'inverse est aussi vrai. Les cas particuliers ne sont qu'une petite fraction de l'ensemble des variétés.

On remarquera aussi que la valeur de l'indice dépend aussi des conditions expérimentales et peut donc varier d'un lieu à un autre ou d'une année à l'autre (tableaux 3 et 4).

Parfois des variétés "tolérantes" peuvent être sérieusement affectées par les inoculations sur branches. (Redskin à Gilhoc = 2,4) ou alors des variétés très sensibles l'être peu (J.H. Hale à Angers = 0,4).

Malgré ces variations, la prise en compte des différents critères permet d'établir un regroupement des variétés autour des variétés de référence. Les groupes sont définis de la manière suivante :

- . Variétés tolérantes = variétés aussi peu sensibles que Redskin ou Micheliní.
- . Variétés très sensibles = variétés au moins aussi sensibles que J.H. Hale ou Redwing.

les variétés résistantes ont une sensibilité intermédiaire.

La double localisation de l'expérimentation à Gilhoc et à Angers permet de déterminer l'échelle de sensibilité dans des conditions d'environnement différentes et de s'assurer de la valeur du résultat. On met d'ailleurs en évidence une bonne corrélation entre les résultats obtenus à Angers et Gilhoc (en 1979 la probabilité associée au coefficient de corrélation est de 0,012 pour les résultats de 1ère année).

Des conclusions opposées nous amènent à remettre la variété en expérimentation.

Les 140 variétés examinées à ce jour se répartissent également dans les 3 groupes de sensibilité comme le montre le tableau 5, on doit remarquer l'absence de Pavies dans le groupe des "peu sensibles".

## DISCUSSION

La valeur de l'épreuve de sensibilité variétale est confirmée par le comportement sur le terrain. Cependant il est important de préciser la notion de tolérance pour les variétés :

TABEAU 3. Valeurs de l'indice moyen de sévérité (Angers-1980).

| Variétés      | Indice moyen de sévérité | Variétés          | Indice moyen de sévérité |
|---------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| J.H. Hale     | 4.0                      | Early White Globe | 4.0                      |
| Royal Giant   | 2.0                      | Harken            | 2.0                      |
| Maxired       | 3.8                      | Winblo            | 1.6                      |
| Junyred       | 3.2                      | Ginared           | 2.6                      |
| Snow Queen    | 3.0                      | Impero            | 2.6                      |
| Tom Grand     | 3.2                      | Harbrite          | 2.4                      |
| Laure         | 4.0                      | Klamt             | 3.8                      |
| Maxigold      | 2.4                      | INRA 3693         | 2.0                      |
| K190          | 4.0                      | INRA 3658         | 2.4                      |
| Redcal        | 3.6                      | Royal Crimson     | 0.8                      |
| Fairlane      | 4.0                      | Bellina           | 1.6                      |
| Firered       | 4.0                      | Royal Crest       | 2.0                      |
| Redskin       | 2.4                      | Merbelle          | 3.0                      |
| White Globe   | 4.0                      |                   |                          |
| Rubiette      | 3.0                      |                   |                          |
| Aurelio Grand | 2.2                      |                   |                          |
| Autumn Free   | 4.0                      |                   |                          |
| Silver Logan  | 1.6                      |                   |                          |

TABLEAU 4. Valeurs de l'indice moyen de sévérité. (Gilhoc 1980).

| Variétés      | Indice moyen de sévérité | Variétés      | Indice moyen de sévérité |
|---------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| J.H. Hale     | 4.0                      | Early White   | 4.0                      |
| Royal Giant   | 2.0                      | Globe         |                          |
| Maxired       | 3.8                      | Harken        | 2.0                      |
| Junyred       | 3.2                      | Winblo        | 1.6                      |
| Snow Queen    | 3.0                      | Ginared       | 2.6                      |
| Tom Grand     | 3.2                      | Impero        | 2.6                      |
| Laure         | 4.0                      | Harbrite      | 2.4                      |
| Maxigold      | 2.4                      | Klamt         | 3.8                      |
| K190          | 4.0                      | INRA 3693     | 2.0                      |
| Redcal        | 3.6                      | INRA 3658     | 2.4                      |
| Fairlane      | 4.0                      | Royal Crimson | 0.8                      |
| Firered       | 4.0                      | Bellina       | 1.6                      |
| Redskin       | 2.4                      | Royal Crest   | 2.0                      |
| White Globe   | 4.0                      | Merbelle      | 3.0                      |
| Rubiette      | 3.0                      |               |                          |
| Aurelio Grand | 2.2                      |               |                          |
| Autumn Free   | 4.0                      |               |                          |
| Silver Logan  | 1.6                      |               |                          |

TABLEAU 5. Sensibilité des variétés de pêcher au Dépérissement bactérien (mise à jour octobre 1982).

| Classe<br>Catégorie   | Variétés très sensibles  | Variétés sensibles  | Variétés peu sensibles   |
|---|--|---|--|
| <u>Pêches</u><br>à<br><u>Chair</u><br>Jaune                     | Blake<br>Cardinal<br>Early O'Henry (Granbo)<br>Fairhaven<br>Fayette<br>Ginaref (esgin)<br>Halehaven<br>Laure<br>Lisbeth (Grabelle)<br>O'Henry (Mercil)<br>Redcal<br>Royal April (Zailur)<br>Springcrest<br>Suncrest<br>J.H. Hale | Collins<br>Early Elbertha<br>Early Hale<br>Early Red<br>Firered<br>Garnet Beauty<br>Hemery<br>July Lady<br>Loring<br>Maxired (Esred)<br>Merbelle<br>Merrill Franciscan<br>Merrill Gemfree<br>Merrill 49<br>Merrill Sundance<br>Nerine (Babirole)<br>Norman<br>Pelin<br>Redfree (Andaro)<br>Redtop<br>Royal Gold<br>Royal May<br>Southland<br>Springgold<br>Troy | Zumbergold<br>Biscoffe<br>Cander<br>Clio<br>Dixired<br>Earliglo<br>Early Redhaven<br>Harbrite<br>Harken<br>Maxigold (Espeu)<br>Redhaven<br>Redskin<br>Royal Crest Zaicreta)<br>Royal Crimson (Zairimo)<br>Rubidoux<br>Sunhaven<br>Velvet<br>Whynot<br>Winblo |
| <u>Pêches</u><br>à<br><u>Chair</u><br>blanche                   | Arnaud 3<br>Early white Globe (Arndon)<br>Guilloux Elegante<br>Impero<br>Madame Glererd<br>Redwing<br>Reine des Vergers  | Bellina (Voguel)<br>Genadix 4<br>Genadix 5<br>Genadix 6<br>Genadix 7<br>Henri Moulin<br>Rubiette (Colomba)<br>Springtime<br>White Globe (Arme)  | Amsden<br>INRA 3 658<br>INRA 3 693<br>Michelini<br>Ribet<br>Robin<br>Silver Logan (Logesil)<br>Sunking   |
| <u>Brugnons</u><br><u>Nectarines</u><br><u>Chair blanche</u>    | Jacquotte (Esja)<br>Morton   | Fuzalode<br>Junyred (Esmared)<br>Silver lode  | Nectarose<br>Nectaheart<br>Snow Queen  |
| <u>Brugnons</u><br><u>Nectarines</u><br>à<br><u>Chair jaune</u> | Early Sungrand<br>Fairlane<br>Fuzador<br>Nectared 8<br>Niagara<br>Stark Redgold<br>Summergrand (Andrea)  | Armkng<br>Autumn Free (Andacas)<br>Camariet (Esgold)<br>Crimson Gold<br>Croquelardit (Escot)<br>Esmet<br>Fuzzless Beta<br>Mayfair (Adearly)<br>Mayred<br>Redjune<br>Royal Giant (Zaigina)<br>Stark Delicious (Andat)<br>Stark Sunglo<br>Tom Grand (Andaxil)   | Aurelio Grand (Andrus)<br>Fantasia<br>Independence<br>Moongrand<br>Nectared 4<br>Nectared 6<br>Red Diamond (Andrano)<br>Rubygold<br>Zeegold  |
| <u>Favies</u>   | Andross<br>Babygold 5<br>Babygold 6<br>Babygold 9<br>Dixon<br>Everts<br>Fortuna<br>Klant<br>Loadel<br>Shasta<br>Vivian   | Babygold 7<br>Babygold 8<br>Frederica (Catherina)<br>Sudanel<br>Sunclng<br>Troubador (Baladin)<br>Vesuvio   |  |

✕ Les variétés classées "peu sensibles" tolèrent la maladie dans la mesure où la pression d'inoculum est moyenne ou faible, dans le cas contraire on constate une mortalité non négligeable. Cela signifie donc que la plantation d'une variété de ce groupé n'exclut absolument pas la nécessité de mettre en oeuvre toutes les mesures d'ordre prophylactique, cultural ou chimique propres à lutter contre le Dépérissement bactérien.

Cette moindre sensibilité dépend de la pression d'inoculum et on peut s'en rendre compte dans les vergers où on a un mélange variétal et en particulier présence simultanée de variétés tolérantes et très sensibles. Le développement du dépérissement entraînera la disparition des variétés très sensibles mais aussi d'une fraction non négligeable des arbres de la variété tolérante et en particulier ceux des rangs adjacents à la variété très sensible. Dans des conditions d'isolement suffisant une variété tolérante peut résister sans dommage à *Pseudomonas persicae* dans la mesure où d'autres moyens de lutte sont mis en oeuvre : eradication, prophylaxie et lutte chimique. Et inversement la mise en oeuvre de toutes ces mesures prophylactiques ou chimiques n'est pas suffisante pour protéger des arbres d'une variété très sensible.

La progression rapide du dépérissement dans la Drôme ou le Gard correspond à la présence dans ces zones de variétés très sensibles comme Redwing ou Sprincrest.

Cet aspect de la lutte est particulièrement important car les variétés très sensibles sont l'un des moyens les plus efficaces de maintenir dans les vergers un inoculum élevé et par là d'en assurer la dissémination. Le choix variétal est donc essentiel dans la lutte mais l'aspect phytosanitaire se heurte au problème commercial qui privilégie les variétés de bonne qualité mais souvent très sensibles à la bactériose.

Actuellement on retrouve le même problème avec les variétés telles que O'Henry et E.O'Henry qui sont très demandées mais aussi très sensibles.

#### Problèmes potentiels liés à la variabilité bactérienne

*Pseudomonas persicae* est une bactérie qui dans les premières années (jusqu'en 74-75) paraissait très homogène quand à ses caractéristiques bactériologiques et son pouvoir pathogène, sa progression vers d'autres zones (Drôme, Gard ... etc...) a probablement favorisé une diversification de ses caractéristiques (production de pigment fluorescent etc...) aucune variation dans la virulence n'a pu être constatée.

Cependant en 1978 on a pu observer de sévères dégâts sur la variété Robin située à proximité de Redwing. Robin était considérée jusque là comme une variété tolérante.

Nous avons comparé le comportement de Robin et de Redwing face à 8 souches de *P. persicae* isolées de différentes zones à différentes époques.

Les résultats expérimentaux montrent clairement qu'il existe 2 types de souches (figure 3).

. Un premier groupe pour lesquelles Robin est nettement moins sensible que Redwing avec des variations entre les souches.

. Un second groupe qui sont aussi virulentes sur Redwing et Robin. Parmi ces souches il y a la souche isolée du cas observé en 1978.

Le comportement variable de Robin selon les souches semble être un indice de l'existence de races chez *P. persicae*. Ceci mérite d'être confirmé en comparant les souches sur une plus large gamme de variétés de sensibilité connue.

-----

#### ABSTRACT

#### SUSCEPTIBILITY OF PEACH VARIETIES TO BACTERIAL DIE-BACK

(*PSEUDOMONAS PERSICAE* Prunier et al.).

*Bacterial die-back (caused by Pseudomonas persicae) is a new and severe disease that has spread throughout the South-East peach growing areas within the last fiveteen years. More than one million of young trees (less than 5 years) have been destroyed and eight departments now are concerned. Efficient control needs a wide range of measures including eradication, chemicals sprayings during leaf fall and choice of varieties. The quick spread of the disease probably has been promoted by growing susceptible varieties such as J.H. Hale and Redwing. Therefore it has appeared to be important to test the susceptibility of all varieties including those newly bred or recently imported from abroad countries. A method for testing varieties has been developed; it takes in account the requirements for pathogenicity of P. persicae and the variability of host response; it is performed within two years, first by inoculation of 50 young shoots during winter, and then by contamination of woody branches through pruning wounds.*

*By this way, varieties can be distributed into 3 groups according to their susceptibility and in comparison with well known one's such as J.H. Hale, Redwing, Michelini or Redskin. Till now, 140 varieties have been tested; no are resistant but about a third are tolerant to the bacterium*

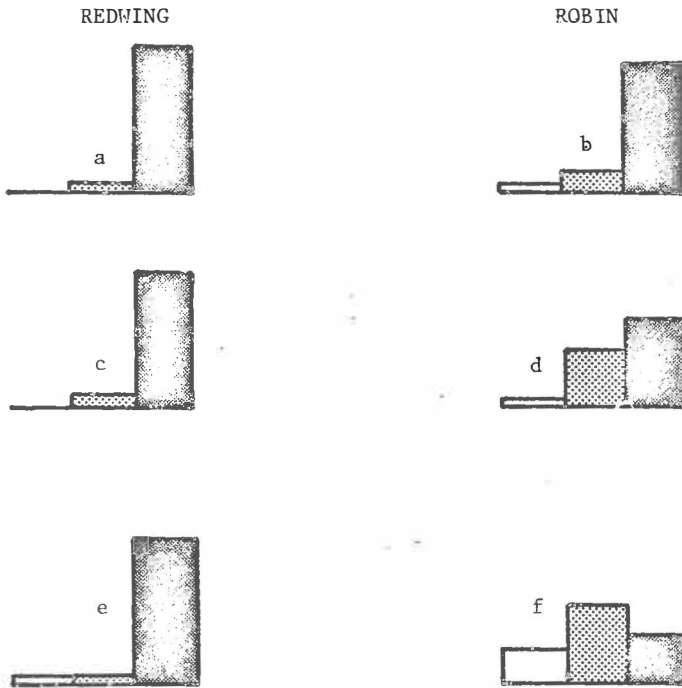


FIGURE 3. Diagrammes de distribution des longueurs de nécroses obtenues chez Redwing et Robin avec 3 souches différentes de *P. persicae* N 125-1 (a-b); E61-6 (c-d) et G114-3 (e-f).



They have to be used to achieve a good control of the disease. Nevertheless, tolerance seems to be strongly depending on the inoculum pressure; therefore mixed orchards with susceptible varieties would result in a complete failure. Variability of the bacterium also could be involved in an unsuccessful control by generating new races that would change the susceptibility range of varieties; the recent behaviour, both in natural and experimental conditions, of Robin previously considered as a tolerant variety could be an indication of the occurrence of a new race in *P. persicae*.

#### BIBLIOGRAPHIE

- PRUNIER J.P., LUISETTI J. et GARDAN L. 1970. Etudes sur les bactérioses des arbres fruitiers. II. Caractérisation d'un *Pseudomonas* non fluorescent, agent d'une bactériose nouvelle du Pêcher. Ann. Phytopathol., 2 (1), 181-198.
- GARDAN L., LUISETTI . et PRUNIER J.P. 1971. Premiers résultats sur la sensibilité variétale du Pêcher au dépérissement bactérien. C.R. Acad. Agric., 1090-1094.
- LUISETTI J., PRUNIER J.P. et GARDAN L. 1972. Un milieu pour la mise en évidence de la production d'un pigment fluorescent par *Pseudomonas mors-prunorum* f. sp. *persicae*. Ann. de Phytopathol. 4 (3), 295-296.
- PRUNIER J.P., LUISETTI J. et GARDAN L. 1973. Etudes sur les bactérioses des arbres fruitiers. V. Etude du pouvoir pathogène de *Ps. mors-prunorum* f. sp. *persicae*, agent du dépérissement bactérien du Pêcher. Méthodologie : premiers résultats sur l'influence de la date d'inoculation. Ann. Phytopathol., 5 (4), 327-346.
- LUISETTI J., GARDAN L. et PRUNIER J.P. 1973. Etudes sur les bactérioses des arbres fruitiers. VI. Etude du pouvoir pathogène de *Ps. mors-prunorum* f. sp. *persicae*. Influence de la dose d'inoculum. Ann. Phytopathol., 5 (4), 347-353.
- LUISETTI J., PRUNIER J.P., GARDAN L., GAIGNARD J.L. et VIGOUROUX A. 1976. Le dépérissement bactérien du Pêcher. INVUFLEC, PARIS 60p.
- LUISETTI J., GAIGNARD J.L., LALANDE J.C., DROUHARD A. et LAFUSTE J.P. 1981. Arboriculture fruitière, 329-330, 23-26.

LE COMPORTEMENT DES ESPECES DU GENRE PRUNUS  
VIS A VIS DU VIRUS DE LA SHARKA

Françoise DOSBA

INRA, Station d'Arboriculture Fruitière

Domaine de la Grande Ferrade

33140 - PONT DE LA MAYE - France

La maladie de la Sharka est l'une des plus graves maladies des Prunus, en raison d'une diminution de productivité (chute prématurée des fruits) et de qualité des fruits (décoloration et déformation). Elle est due à un virus filamenteux à ARN appartenant au groupe des Potyvirus. La propagation de ce virus est assurée par greffe et par différentes espèces d'aphides dont Brachycaudus helichrysi Kalt., Phorodon pruni Schr., Myzus persicae Sulz.. La transmission par semence a été indiquée par NEMETH (1982) mais n'est à ce jour confirmée par aucun autre laboratoire.

La Sharka est signalée dans presque tous les pays européens, et ceux de l'Europe de l'Est sont particulièrement touchés. Elle a été introduite en France en 1967 par importation de porte-greffes Brompton et s'est développée principalement sur pêchers et sur abricotiers. L'étude des souches de virus isolées en France a montré qu'elles étaient peu agressives par rapport à celles isolées dans les pays de l'Europe de l'Est (MARENAUD et MASSONIE, 1977). L'extension de la maladie est faible ; elle a été estimée inférieure à 20 % en 10 ans dans le Sud-Ouest de la France (MARENAUD et al., 1976).

En raison de la gravité de la maladie, des mesures sévères d'éradication et des conditions très strictes de production de plants sains ont largement contribué à enrayer la maladie. Cependant, la situation est à nouveau préoccupante dans le Sud-Est de la France. Dans le Gard, il a été détecté un foyer important où 8 % des vergers d'abricotiers sont contaminés.

Une des solutions à ce problème est la recherche de cultivars tolérants ou résistants vis-à-vis de la Sharka. Ceci nécessite une étude approfondie du comportement au sein des principales espèces de Prunus. D'autres méthodes de lutte telles que la prémunition sont aussi envisageables.

I. RECHERCHE DE SOURCES DE RESISTANCE A LA SHARKA AU SEIN DES PRINCIPALES ESPECES DE PRUNUS.

L'appréciation globale du comportement des différentes espèces ou variétés de Prunus est délicate en raison de l'hétérogénéité des expérimentations réalisées :

- . L'inoculation peut être naturelle (greffages ou différents vecteurs) ou artificielle (chip budding ou pucerons M. persicae, B. helichrysi).
- . Les combinaisons porte-greffes - greffons varient d'une expérimentation à l'autre.
- . Le degré de virulence est différent selon les souches.
- . La symptomatologie sur feuilles et (ou) sur fruits traduit fréquemment le comportement alors que le virus peut être présent sans qu'il y ait extériorisation de symptômes.
- . Le test ELISA est maintenant très utilisé mais la détection du virus est difficile en raison de la répartition irrégulière de ce dernier dans la plante.

### 1/ Comportement des porte-greffes de Prunus.

Ces porte-greffes sont souvent à l'origine de la diffusion du virus car leur commercialisation est assurée pendant la période de repos végétatif où les symptômes ne sont pas visibles.

Le tableau 1 illustre le comportement de quelques porte-greffes au sein des différentes espèces. Certains types apparaissent peu sensibles ou tolérants. Cependant, des porte-greffes différents par leur comportement n'influencent pas l'extériorisation des symptômes sur des variétés très sensibles (JORDOVIC, 1969).

Certains porte-greffes de l'espèce P. mahaleb peuvent être infectés artificiellement mais n'extériorisent pas de symptômes (LANSAC et al., 1979).

Les porte-greffes sensibles peuvent être utiles dans les pays peu touchés par la maladie afin de faciliter la détection des arbres contaminés en vue de leur éradication. Par contre, certains porte-greffes tolérants seraient intéressants dans les zones de culture fortement contaminées, dans la mesure où ils atténueraient l'effet de la maladie sur le greffon.

### 2/ Comportement des principales variétés de Prunus.

Parmi les Prunus cultivés, plusieurs espèces sont peu ou non touchées par la Sharka. Les cerisiers (P. avium, P. cerasus) ne multiplient pas le virus tandis que l'amandier, P. amygdalus, est considéré comme tolérant, mais peut être sensible après inoculation artificielle (FESTIC, 1978). Par contre, l'abricotier, le pêcher et le prunier sont des espèces très sensibles.

#### a/ Les abricotiers.

Aucune étude systématique n'a été faite pour juger du comportement des principales variétés d'abricotier. Les données ont été collectées d'après des observations effectuées en verger en Bulgarie, en Grèce ou en France.

La majorité des variétés cultivées sont sensibles et manifestent des symptômes sur fruits (tableau 2). Toutefois, SYRGIANIDIS (1980) signale deux variétés tolérantes : "Stella" et "Stark Early Orange". Stella possède un très haut niveau de résistance et ne multiplie pas le virus, même si elle est greffée sur des variétés sensibles et infectées. La variété Stark Early Orange manifeste quelques symptômes très localisés quand elle est greffée sur des arbres infectés. MARENAUD et LANSAC (non publié) ont abordé l'étude du déterminisme de cette résistance. La descendance issue d'autofécondation de "Stark Early Orange" fait apparaître en serre, après inoculation, des plantes tolérantes et sensibles. Ce type de disjonction se retrouve chez l'hybride issu du croisement "Stark Early Orange" x "Rouget de Sernhac".

#### b/ Les pêchers.

Le comportement des principales variétés de pêcher a été observé surtout en Grèce à partir d'une collection variétale en condition d'infection naturelle (tableau 2). Pratiquement, toutes les variétés sont sensibles, mais SYRGIANIDIS et MAINOU (1980) trouvent quelques variétés assez tolérantes.

#### c/ Les pruniers.

L'étude de la sensibilité des pruniers à la Sharka a fait l'objet de très nombreux travaux. Les observations sur fruits et sur feuilles après inoculation artificielle ou naturelle mettent en évidence des différences considérables de sensibilité (tableau 3). Etant donnée la grande variabilité de sensibilité à la Sharka, la recherche de cultivars résistants a été entreprise. A cet effet, une coopération internationale s'est développée à l'instigation de SOUTY. Les premiers résultats obtenus mettent en évidence des géniteurs tolérants ou résistants (SUTIC et RANKOVIC, 1981). Les clones "Mirabelle jaune de Plodiv" et "Edra Jelta Afisca" ne manifestent aucun symptôme sur fruits ou sur feuilles après inoculation naturelle ou artificielle. Cependant, la présence du virus a pu être détectée par test ELISA. Ces clones apparaissent tolérants. Par contre, la présence du virus après inoculation naturelle ou artificielle n'a pas été détectée sur les clones "Scoldus n°1" ou "Jelta Boutil Covidna", d'après la symptomatologie et les tests ELISA. Ces deux clones seraient donc résistants. MINOIU (com.pers.) signale aussi le clone "Gras Romanesc" comme résistant.

Parmi les méthodes de lutte contre la Sharka, la sélection de variétés résistantes paraît séduisante en raison de la gravité de la maladie. Cependant, cela ne peut constituer qu'une sélection à très long terme. D'autres voies sont aussi explorées.

## II. AUTRES METHODES DE LUTTE.

### 1/ Recherche de géniteurs résistants aux pucerons.

Certains pucerons étant des vecteurs efficaces du virus de la Sharka, la détection de géniteurs résistants à ces pucerons et à la transmission du virus par ces vecteurs constitue une approche intéressante du problème. Les travaux récents de MASSONIE et al. (1982) montrent que deux lignées de pêcher (S. 2678 et Rubira) sont résistantes à M. persicae. La réaction d' hypersensibilité associée à la résistance est sous contrôle monogénique (MASSONIE et al. com. pers.). Par contre, ces lignées sont sensibles après inoculation artificielle par chip-budding.

Par ailleurs, ces deux lignées sont résistantes à la transmission du virus de la Sharka par M. persicae, mais sont sensibles quand le virus est transmis par B. helichrysi (MASSONIE et MAISON, 1982). Un matériel génétique de ce type présente un certain intérêt pour les pays où le taux de contamination naturelle est très élevé.

### 2/ La protection croisée.

A partir d'isolats fortement pathogènes, des souches atténuées de Sharka ont été obtenues après transmission par puceron et passages sur Chenopodium foetidum (KERLAN et al., 1978).

Les inoculations en serre sur la lignée sensible de pêcher GF 305 par une souche atténuée, puis 40 jours après par une souche forte, ont montré une protection partielle des plants de pêchers (KERLAN et al., 1980). Faisant suite à ces résultats encourageants en serre, de jeunes pêchers ont été inoculés par des souches faibles de Sharka puis plantés en Grèce et en Hongrie où les conditions d'inoculation naturelle sont très favorables. Il est trop tôt pour avoir des renseignements précis sur ces expérimentations mises en place à partir de 1980.

---

Devant la gravité de la maladie de la Sharka, différentes équipes de chercheurs ont abordé ce problème. Une assez bonne connaissance du comportement des principales espèces et variétés de Prunus a été acquise. Mais avant d'entreprendre un programme de création de variétés résistantes à la Sharka, il est nécessaire

- d'affiner les méthodes d'analyse du comportement vis-à-vis de celle-ci
- de préciser un peu le déterminisme de ce caractère.

Actuellement, les méthodes de sélection sanitaire et d'éradication ainsi que les traitements insecticides assurent une certaine protection des vergers dans les pays peu contaminés.

## REFERENCES.

- FESTIC H., 1978 - Investigation on new Sharka virus host. - 3rd Symp. on Plum Genetics, Breeding and Pomology, Cacak 1977. Acta Horticulturae, 74, 223-240.
- JORDOVIĆ M., 1969 - Systemic movement of Sharka virus in the tree of Pozegaca. Zast. Bilja, 20, 104, 123-130.
- KERLAN C., MAISON P., LANSAC M., DUNEZ J., DELBOS R., MASSONIE G., MARENAUD C., 1978 - Obtention de souches atténuées du virus de la Sharka à partir d'une population naturelle fortement pathogène.- Ann. Phytopathol., 10, 3, 303-315.
- KERLAN C., MAISON P., LANSAC M.; DUNEZ J., 1980 - Preliminary studies on the antagonism between strains of Plum Pox Virus.- Acta. Phytopathol. Acad. Sc. Hung., 15, 1-4, 57-67.
- LANSAC M. BERNHARD R., MASSONIE G., MAISON P., KERLAN C., DUNEZ J., MORVAN G., 1979 - La Sharka : Connaissances actuelles. Les Maladies des Plantes ACTA, 452-468.
- MARENAUD C., MAZY K., CHAFFURIN M., 1976 - Observations sur la diffusion et la détection du virus de la Sharka dans un verger de pêchers en Aquitaine.- Phytoma 280, 3-7.
- MARENAUD C., MASSONIE G., 1977 - Etude comparative des différents isolats du virus de la Sharka.- Ann. Phytopathol., 9, 2, 107-121.
- MASSONIE G., MAISON P., 1982 - Résistance de pêcher Prunus Persica (L.)Batsch à la transmission du virus de la Sharka par Myzus persicae Sulzer.- La Sélection des Plantes, BORDEAUX (France) 21-26 mars 1982. Ed. INRA Publ. 1982. (Les Colloques de l'INRA n° 11) 65-74.
- MASSONIE G., MAISON P., MONET R., GRASSELLY Ch., 1982 - Résistance au puceron vert du Pêcher, Myzus persicae Sulzer (Homoptera aphididae) chez Prunus persica (L.) Batsch et d'autres espèces de Prunus. Agronomie, 2(1), 63-70.
- NEMETH M., KOLBER M., 1982 - Additional evidence on seed transmission of Plum Pox virus in Apricot, Peach and Plum proved by ELISA.- Proc. XI<sup>th</sup> Int. Symp. on Fruit Tree Virus Diseases, VANCOUVER, SUMMERLAND B.C. YAKIMA, WASHINGTON, June 18-27, 1982, sous presse.
- SUTIC D., RANKOVIC M., 1981 - Resistance of some plum cultivars and individual trees to Plum Pox (Sharka) Virus - Agronomie, 1, 8, 617-622.
- SYRGIANIDIS G.D., 1980 - Selection of two apricot varieties resistant to Sharka Virus.- Acta Phytopathol. Acad. Sc. Hung. 15, 1-4, 85-87.
- SYRGIANIDIS G.D. et MAINOIU A.C., 1980 - Study of the susceptibility of peach varieties to sharka virus (plum pox). Georgike Ereuna 4, 1, 61-71.

## R E S U M E

La maladie de la Sharka, due au Plum pox virus, est très répandue dans la plupart des pays européens. Introduite en France en 1967, elle cause encore des dégâts importants dans le Sud-Est, en dépit des mesures de sélection sanitaire et d'éradication.

Hormis les cerisiers (P. avium, P. cerasus et P. padus) la plupart des espèces cultivées de Prunus sont sensibles. Le comportement vis-à-vis de la Sharka est apprécié d'après l'extériorisation des symptômes sur feuilles ou sur fruits après inoculation naturelle ou artificielle.

La plupart des porte-greffes sont sensibles (tableau 1).

Différents degrés de sensibilité sont trouvés parmi les variétés de pêchers ou d'abricotiers (tableau 2), ou de pruniers (tableau 3).

Outre la sélection de variétés résistantes, deux autres voies peuvent apporter des solutions au problème de la Sharka :

- . la recherche de lignées de pêchers résistantes aux pucerons et à la transmission du virus par les pucerons,
- . l'utilisation de souches de Sharka hypoagressives et induisant une protection croisée.

## S U M M A R Y

The Sharka disease, due to Plum pox virus, is spread in most of the european countries introduced in France in 1967, the case seems to be still prejudicing ; in the south eastern part, new infection areas have been detected on apricot trees in spite of sanitary control and eradication measures.

Most of the Prunus species are susceptible to Plum pox. The degree of susceptibility is appreciated by exteriorisation of leaf or fruit symptoms on naturally or artificially infected trees.

The main cultivated rootstocks belonging to P. insititia, P. domestica, P. cerasifera, P. persica, are susceptible (table 1).

Different degrees of susceptibility may be encountered among commercial varieties of P. persica and P. armeniaca (table 2), P. domestica and P. salicina (table 3). No available varieties appear resistant to Plum pox but some are tolerant.

Some species such as P. mahaleb or P. amygdalus may be host of the virus. The true cherries (P. avium, P. cerasus and P. padus) and most ornamental cherries are immune to Plum pox.

The interest of different fighting means against Sharka is discussed.



TABLEAU 1 - Comportement de quelques porte-greffes vis-à-vis de la Sharka (d'après PELET)  
Behaviour of some rootstocks towards Sharka (according to PELET).

| ESPECE                    | T Y P E S  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
|                           | SENSIBLES  | PEU SENSIBLES  | TOLERANTS  |
| <u>P. INSITITIA</u>       | ACKERMAN<br>DAMAS C EM<br>SAINT JULIEN A                   | SAINT JULIEN BURGNER'S<br>FINDLING<br>SAINT JULIEN D'ORLEANS | ACKERMAN HÜTTNER IV<br>DAMAS DE TOULOUSE                         |
| <u>P. DOMESTICA</u>       | BROMPTON<br>PERSHORE<br>PRUNE D'ENTE GF 43<br>REINE CLAUDE | BRUSSEL  | MIRABELLE DE NANCY   |
| <u>P. CERASIFERA</u>      | MYROBOLAN GF 31<br>MYROBOLAN GF 252                        | MYROBOLAN GF 18  | MYROBOLAN BLANC<br>MYROBOLAN GF 1079<br>MYROBOLAN WYBAUT LESDAIN |
| <u>P. PERSICA</u>         | RUBIRA<br>GF 305   |  |  |
| HYBRIDES INTERSPECIFIQUES | MARIANNA GF 8-1  |  |  |

TABLEAU 2 - Sensibilité variétale à la Sharka sur abricotiers  
et pêchers

Varietal susceptibility to Plum pox of P. Persica  
and P. armeniaca cultivars

|  | TRES SENSIBLES          |  | SENSIBLES               |  | TOLERANTS             |
|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|
| A<br>B<br>R<br>I<br>C<br>O<br>T<br>I<br>E<br>R | BERGERON (F)            |  | LUIZET                  |  |                       |
|  | CANINO (F)              |  | POLONAIS                |  | STELLA *              |
|  | DOCTEUR MASCLE (F)      |  | ROUGE DE FOURNES        |  | STARK EARLY ORANGE *  |
|  | ESPEREN (F)             |  | ROUGE DU ROUSSILLON (F) |  |                       |
|  | HATIF COLOMER (F)       |  |                         |  |                       |
|  | PRECOCE DE THYRINTE (F) |  |                         |  |                       |
|  | PRECOCE DE TUNISIE (F)  |  |                         |  |                       |
|  | ROUGET DE SERNHAC (F)   |  |                         |  |                       |
| P<br>E<br>C<br>H<br>E<br>R                     | ELBERTA (F)             |  | J.H. HALE               |  | DIXIRED **            |
|  | REDWING (F)             |  | SPRINGTIME              |  | REDHAVEN **           |
|  | FAIRHAVEN               |  | SUNCREST                |  | JUNE GOLD **          |
|  | REDTOP                  |  | ROBIN                   |  | CARDINAL **           |
|  | Nect.STARK RED GOLD     |  | Pavie VESUVIO           |  | SHIPPER'S LATE RED ** |
|  | Nect.CAVALIER           |  | Pavie EVERTS            |  |                       |

(F) Symptômes sur fruits

\* d'après SYRGIANIDIS (1980)

\*\* d'après SYRGIANIDIS et MAINOU (1980)

TABLEAU 3 - Sévérité des symptômes sur des cultivars de pruniers inoculés naturellement ou artificiellement (d'après TRIFONOV et VAN OOSTEN).

Severity of symptoms induced or naturally occurred on Plum cultivars (according to TRIFONOV and VAN OOSTEN).

| SYMPTOMES SUR FEUILLES | SYMPTOMES SUR FRUITS  |  |  |
|------------------------|---|--|--|
|                        | SEVERES   | MODERES  | ABSENTS  |
| SEVERES                | VICTORIA<br>QUETSCHÉ D'ITALIE (FELLENBERG)<br>QUETSCHÉ COMMUNE (POZEGACA)<br>KELSEY (S) | PRUNE D'ENTE : CLONE GF 707<br>REINE CLAUDE DOREE<br>PRUNE DE MONTFORT | PRUNE D'ENTE : autres clones<br>ANNA SPATH<br>SANTA ROSA (S)<br>SHIRO (S)      |
| MODERES                | REINE CLAUDE D'ALTHAN<br>QUETSCHÉ COMMUNE (KJUSTENDIL)                                  | STANLEY<br>TULEU GRAS  | REINE CLAUDE D'OULLINS<br>BELLE DE LOUVAIN<br>PRESIDENT<br>LATE SANTA ROSA (S) |
| ABSENTS                | MIRABELLE DE NANCY<br>QUETSCHÉ DE BORSUMER<br>VICTORIA *                                | REINE CLAUDE VIOLETTE  | MIRABELLE PRECOCE<br>METHLEY (S)   |

(S) = P. salicina, Prunier japonais.

\* Protection croisée ?

APPLE SCAB IN MIXED STANDS: VARIETAL SUSCEPTIBILITY AND FIELD  
RESISTANCE

L. BLOMMERS

(Research Institute for Plant Protection)  
Experimental Orchard "De Schuilenburg" TNO  
4041 BK Kesteren  
The Netherlands

INTRODUCTION

The impact of the host plant itself on the development of pests and diseases is probably the weakest point in our knowledge of integrated pest management (IPM) in orchards. Thus, research on IPM in apple orchards in the Netherlands has encouraged the planting of three plots with various old, and new, apple varieties in the late seventies, in order to study varietal influence on the need for pest and disease control (BLOMMERS, in press).

Resistance, or low susceptibility, to apple scab (*Venturia inaequalis*) was thought to be one of the most promising points of interest. Therefore, studying this resistance was taken into account in the planning of the plots and their treatment. The preliminary observations on this subject are reported here.

GENERAL METHODS

The trees in all plots have been grafted on rootstock MM106, or occasionally M2, which are quite vigorous under Dutch conditions. In connection herewith, the trees are spaced more widely than usual and the production of fruit started slower.

Scab infestation of the leaves was scored late August, or early September. Observations at other times are not considered here. Infestation of the fruit was observed on picked fruit at harvest. This observation was made only when at least 200 apples per variety and per treatment were available, with the exception of one plot (NZ 28) with single trees of each variety.

Some varieties did not produce (sufficient) apples in 1981 because of late nightfrost. The hot and dry summer of 1982 made several varieties drop their fruit earlier than expected. Therefore, omission of scab infestation data on the fruit of some

varieties, should not be taken as an indication of slow productivity.

Because the three plots are different in most other aspects, they will be described separately hereafter.

#### AN ALMOST RESISTANT STAND

This plot of 0.6 ha, planted at "De Schuilenburg" in 1977 consists of 16 varieties, of which 10 new resistant ones. Seven of the latter (Priam, Prima, Priscilla, Sir Prize, TNR 10 T 11, TSR 18 T 156 and TSR 30 T 127) were received by courtesy of Prof. E.B. Williams, Purdue University, Lafayette, USA, and three (Z180, Z 185 and 60-18/05) kindly provided by Dr. T. Visser, Institute for Horticultural Plant Breeding, Wageningen, Holland. The remaining six varieties comprise five old and little susceptible varieties (see also Table 1) and Beauty of Boskoop as a moderately susceptible reference.

The plot is divided into four similar blocks, each with 3 - 9 trees per variety. Fifteen trees of TSR 18 T 156 are present only in two blocks. Fungicides were never applied. Whereas two of the blocks were treated according to guidelines for organic growing, the results on the four blocks are pooled here, because no differences in scab incidence between blocks have become manifest up till now.

Leaf infestation has been determined in 1979 - 1981 by examining two or three shoots per tree and scored as nil (= 0), little (= 1) or heavy (= 2).

*Table 1. Plot IX/X Schuilenburg. Leaf infestation by scab, according to score 0 = nil, 1 = little and 2 = heavy. Yearly average and average percentage over all years.*

| Apple variety       | 1979 | 1980 | 1981 | Average (percent) |
|---------------------|------|------|------|-------------------|
| TSR 30 T 127        | 0    | 0    | 0.05 | 0.83              |
| Breamley's Seedling | 0    | 0.08 | 0.03 | 1.67              |
| Sterappel           | 0    | 0.03 | 0.1  | 2.03              |
| Zijden Hemdje       | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 3.33              |
| Court Pendu         | 0.08 | 0    | 0.43 | 8.33              |
| Zoete Ermgaard      | 0.45 | 0.30 | 0.05 | 14.2              |
| Schone van Boskoop  | 0.43 | 1.28 | 0.65 | 39.2              |

None of the new resistant varieties have been found infested so far, except TSR 30 T 127 in which resistance is of the monogenic kind (E.B. WILLIAMS, pers. comm.). Table 1 summarizes the examinations with positive results.

As to scab on fruit, only the new varieties and Boskoop have produced apples in numbers sufficient for examination. Table 2 shows the results.

*Table 2. Plot IX/X Schuilenburg. Average percentage of scabbed fruit at harvest in 1981 and 1982. (N = number of observations x 200 apples)*

| Apple variety      | 1982 (N) | 1981 | 1980 |
|--------------------|----------|------|------|
| Schone van Boskoop | 9.15 (4) | -    | -    |
| TSR 30 T 127       | 1.50 (4) | 13.3 | 1.68 |
| TNR 10 T 11        | 1.33 (6) | 0    | 0    |
| Prima              | 0.83 (6) | 0.17 | 0    |
| Z 180              | 0.75 (4) | -    | -    |
| Priam              | 0.58 (4) | -    | -    |
| Priscilla          | 0.25 (4) | -    | -    |
| Sir Prize          | 0.15 (6) | 0.28 | -    |
| Z 185              | 0.0 (4)  | 0.23 | -    |
| TSR 18 T 156       | -        | -    | 2.0  |

Scabbed fruit was observed in all varieties at least once, though often in an insignificant degree. It seems sensible to conclude that in complete absence of fungicidal treatment, scab damage may attain a more than acceptable level on some resistant varieties.

## A STAND OF ALL SORTS

In 1977, plot NZ 28 was made available by the IJsselmeerpolders Development Authority (RIJP), on which a genuine collection could be established. The grafts for these trees were collected from all over the country. About 380 varieties of apple, many of them without a name, have been planted on that plot; 320 of them - planted before spring 1980 - are considered here. The plot is divided into two blocks, each containing one tree of each variety. One block has never received any fungicidal treatment, the other block has been treated only mildly. Captan, sometimes replaced by dodine, has been sprayed three to five times per year against scab and never later than the first of June. Bupirimate, sprayed similarly only once or twice per year against powdery mildew, was the only other fungicide applied. In comparison, 12 and more treatments against scab and 6 against mildew are common practice in Dutch orchards.

Perhaps because this orchard was planted on freshly reclaimed soil far from any fruitgrowing area, it took till 1981 for scab to reach an appreciable level of incidence. The number of infested shoots out of 10 per tree counted in september 1981 and 1982 can be used to describe the infestation levels reached in these two years

Figure 1 gives the frequency of trees (varieties) in different classes (0, 1, 2, ... 10 shoots infested) of infestation. The incidence reached a high level in the untreated block in 1982 (A). Seventy percent of the trees had all 10 shoots infested. In contrast, the highest class (10 shoots infested) was rather poor both in the same block (B) the year before and in the treated block in 1982 (C). Incidence in the treated block in 1981 was very low. Almost 90% of the trees showed no infestation, the average of infested shoots being 0.24 out of 10.

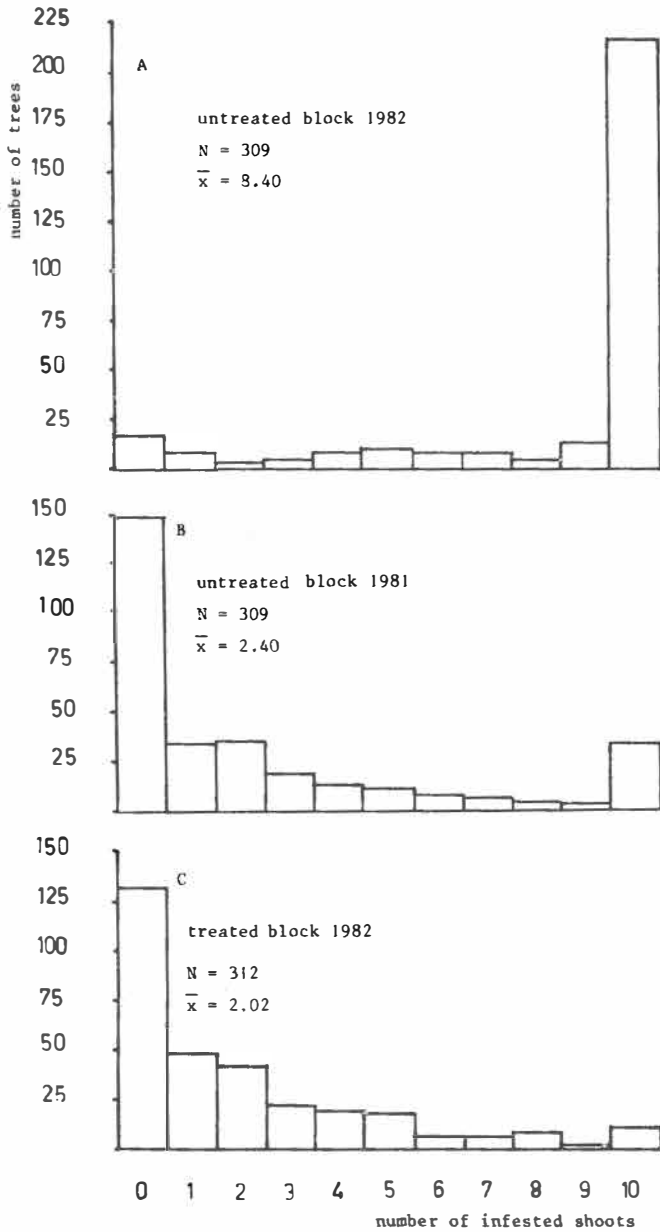


Figure 1: Plot NZ 28. Scab infested shoots out of 10 observed in September. Frequency distribution of varieties (= single trees) with different numbers of infested shoots. (N = total number of trees,  $\bar{x}$  = average number of infested shoots)



All picked apples were examined for damage in 1982. Figure 2 presents the overall results, as a frequency diagram, using 12 equal classes over the range 0 - 100 percent scab damage. Here, the difference between the two blocks is also very great. Whereas in the mildly treated block only nine varieties (2.8 percent) showed more than 8.3 percent scab and more than 75 percent (= 231) of the varieties were free, over 30 percent of the untreated varieties showed scab on (nearly) all apples.

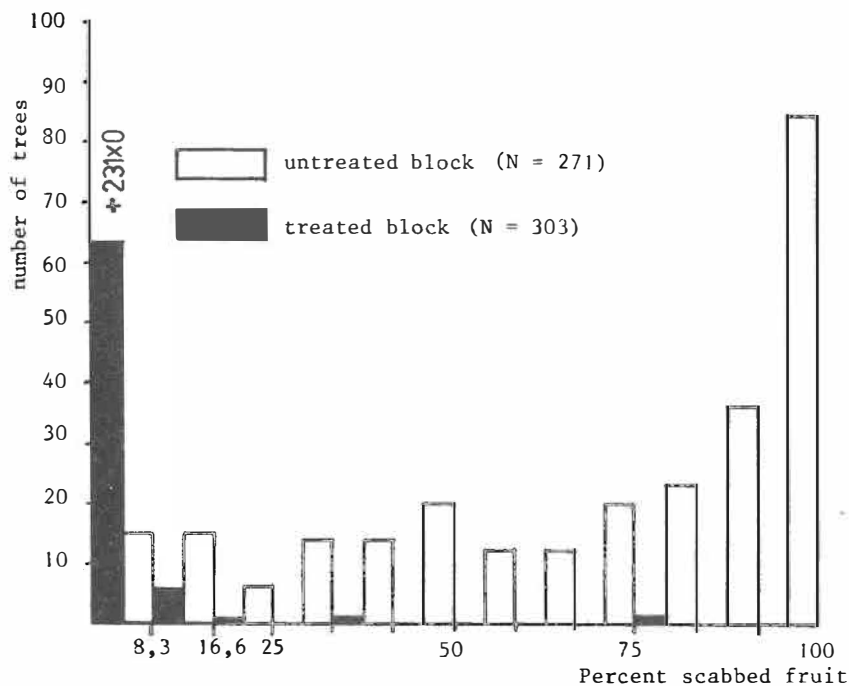


Figure 2: Plot NZ 28. Percentage of scabbed fruit at harvest 1982. Frequency distribution of varieties (= single trees) in 12 equal classes in the range of 0 - 100% scabbed fruit (N = number of varieties).

Apparently, in a haphazardly mixed planting like this one, very high incidence levels can develop in the absence of treatment. However, a few treatments are sufficient to reduce the infestation so drastically that most varieties could be kept virtually unaffected. As a result, the description of varietal susceptibility is rather difficult. Only very resistant or highly susceptible varieties can be indicated in the two situations.

## A STAND OF LOW SUSCEPTIBILITY

The oldest stand, planted since 1976, at Grebbedijk near Wageningen, comprises 67 varieties, 39 of which are represented by five trees in each of two blocks. Within each block the varieties are planted at random. The varieties in this plot were more or less deliberately chosen. Most of them are known of old, and said to be little prone to diseases. As in plot NZ 28, one block was never treated with fungicides, and the other only slightly and not later than May. Captan, dodine and bupirimate were used here, too.

Presentation of the results is limited to the varieties planted in five replicates. Table 3 shows the average leaf infestation expressed as percentage of highest score from 1979 through 1982.

Table 3. *Grebbedijk. Average infestation of leaves, expressed as percentages of maximum score.*

| Year | Block 1<br>untreated | Block 2<br>treated | Unit           | highest score |
|------|----------------------|--------------------|----------------|---------------|
| 1979 | 21.1                 | 7.5                | 1 shoot/tree   | 2             |
| 1980 | 1.3                  | 0                  | 2 shoots/tree  | 10            |
| 1981 | 4.0                  | 0.1                | 2 shoots/tree  | 10            |
| 1982 | 0.8                  | 0.2                | 10 shoots/tree | 10            |

Average leaf infestation was low in all years, except in 1979. In that year, *Phacelia*-plants for soil improvement were growing about as high as the young apple trees. The incidence has dropped since. This is also shown in Table 4.

Table 4. *Grebbedijk. Number of infested varieties (out of 39 total).*

| Year | Block 1<br>untreated (%) |      | Block 2<br>treated (%) |      |
|------|--------------------------|------|------------------------|------|
| 1979 | 24                       | (62) | 12                     | (31) |
| 1980 | 14                       | (36) | 0                      | ( 0) |
| 1981 | 7                        | (18) | 2                      | ( 5) |
| 1982 | 4                        | (10) | 4                      | (10) |

Only 4 out of 39 varieties were found infested in September 1982 both in the treated and untreated block.

Scabbed fruit was relatively more common. Twenty-five varieties yielded in 1982 200 apples, which were inspected for scab. Eight varieties in the untreated block and 16 in the treated one were free from scab (Table 5).

*Table 5. Grebbedijk. Percentage scabbed fruit at harvest 1982. (Samples of 200 apples).*

| Apple variety             | Block 1, untreated | Block 2, treated |
|---------------------------|--------------------|------------------|
| 8 varieties <sup>x)</sup> | 0                  | 0                |
| Reinet van Ekenstein      | 0                  | 0.5              |
| Alton                     | 0.6                | 0                |
| Dubbele Bellefleur        | 0.9                | 0                |
| Reinette v. Zuccalmaglio  | 0.9                | 0.5              |
| Signe Tillisch            | 1.0                | 0.5              |
| "Vonse"                   | 1.0                | 1.0              |
| Bramley's Seedling        | 1.4                | 0                |
| Reinette Descadre         | 1.7                | 0.6              |
| Jacques Lebel             | 3.4                | 0.5              |
| Alkmene                   | 3.5                | 0.9              |
| Pomme Rosa                | 4.8                | 0                |
| Prinses Noble             | 5.4                | 0                |
| Gronsvelder Klumpke       | 5.4                | 0                |
| Schone van Boskoop        | 5.4                | 2.0              |
| Lane Prince Albert        | 7.2                | 0                |
| Notaris                   | 7.9                | 0.5              |
| Cox O.P.                  | 8.6                | 0.5              |

<sup>x)</sup> The 8 unaffected varieties are: Early Victoria, Groninger Kroon, Groninger Pippeling, Keswick Codlin, Engelse Bellefleur, Pater van Elzen, Pomme d'Orange and Rabau.

The average percentage of scabbed fruit was 2.4 in the untreated and 0.3 in the treated block.

DISCUSSION

Time does not permit to consider the individual quality of varieties with respect to scab resistance as they emerge from these observations. What is more, one might doubt even whether the observations made so far on these young stands are sufficient for a strong opinion in most cases. For the results up till now indicate a more or less serious problem, i.e. greatly differing incidences on the various localities.

Dutch weather conditions are usually very favourable for apple scab to disseminate. One can be sure that without adequate chemical control pure stands of commercial varieties like Golden Delicious will produce hardly an apple without scab marks. Nevertheless, the results presented show that the disease is apparently quite well checked at Grebbedijk. Table 6 shows that the average percentage of fruit attacked in the untreated block at this place differs not very much from that in the observed resistant varieties at De Schuilenburg in 1982. The damage to Beauty of Boskoop was even lower.

*Table 6. Average percentage of scabbed fruit. All varieties and Beauty of Boskoop.*

|              | All varieties |             | Beauty of Boskoop |             |
|--------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|
|              | treated       | not treated | treated           | not treated |
| Schuilenburg |               | 0.86        |                   | 9.15        |
| Grebbedijk   | 0.30          | 2.36        | 2.0               | 5.2         |
| NZ 28        | 1.17          | 67.9        | 4.0               | 82.7        |

From comparing these results with the abundant infestation in the untreated NZ 28 plot, one has to conclude that field resistance must have been rather strong at Grebbedijk. Apparently, apple scab is prevented severely from increasing in mixed stands of predominantly low susceptible varieties. An additional causal difference in this respect between De Schuilenburg and the Grebbedijk might be the grouped arrangement of the trees of each variety in the former in contrast to random planting in the latter. Field resistance is, of course, known in agricultural crops like wheat and receives increasing attention in, for example example, forestry (HEYBROEK, 1982).

The use of field resistance in fruit growing has no foreseeable future, as mixed plantings are very awkward to manage. But the occurrence of field resistance in mixed plantings has some noteworthy consequences for the field-screening of resistant varieties. It will lower the chances of infestation and hence provide an unrealistic impression about the actual level of resistance in individual varieties. It, moreover, urges the use of more than one reference variety, all preferably moderately susceptible. Without such references results in this field will be merely of ephemeral value.

#### REFERENCES

- Blommers, L., in press. Collecting and preserving apple and pear cultivars in the Netherlands. *Acta Horticult.* 142.
- Heybroek, H.M., B.R. Stephan & K. v. Weissenberg Eds., 1982. Resistance to diseases and pests in forest trees. Proc. 3rd Int. Workshop Genetics on host-plant interactions in forestry, 14-21 September 1980. pp. 503. Pudoc Wageningen.

## VARIETAL CHARACTERISTICS AND BALANCED DISEASE CONTROL IN APPLE ORCHARDS

A. Aepli, H. Schüepp and W. Siegfried, Swiss Federal Research Station, CH-8820 Wädenswil

### 1. INTRODUCTION

Integrated disease control in apple orchards has to consider both the appropriate choice and application of fungicides and the cultivation of disease resistant or tolerant varieties. A common research program of the pomology and pathology department at the Research Station in Wädenswil has been set up with the aim of selecting several apple varieties suitable to be cultivated by using a minimal fungicide program. Agronomic properties, fruit quality, storage behaviour, integrated disease control and the economic aspects shall be investigated under practical farming conditions. Some preliminary results of this research program are shown in this paper.

### 2. DISEASE SUSCEPTIBILITY AND SPECIFIC FUNGICIDE APPLICATION

#### 2.1 Methods

A spraying program with a reduced number of fungicide treatments was tested in an orchard of 2.3 ha at Flawil in Summer 1982 including the varieties Boskoop, Glockenapfel, Gloster, Golden Delicious, Gravenstein, Idared, James Grieve, Jerseyred, Jonagold, Jonathan, McIntosh, Mutsu and Spartan. Two fungicidal products with protective and curative action against *Venturia inaequalis* were used: Topas C (2.5% CGA 71818 + 47.5% Captan) and Baycor (25% Bitertanol). Topas C is highly effective also against powdery mildew, whereas Baycor only shows a remarkable side effect against this disease. Severity of disease was assessed in untreated plots of each variety.

Infection periods of apple scab were assessed by a temperature and wetness recorder (Thermo-Pluvio-Humectographe, Bazier). The daily average temperature, rainfall, wetness periods on leaves and the weak, medium and heavy scab infection periods are shown in figure 1. Curative sprays were applied 3 to 4 days after completion of each infection period. Protection by the fungicidal

treatment was considered to be effective against apple scab for 8 to 10 days. The first treatment (4th May) became necessary because of a heavy mildew infection period at this time. Until termination of shoot growth only 5 treatments were applied. Powdery mildew attack was assessed 21st of July and scab attack on leaves 12th of August.

## 2.2 Scab attack on leaves

Scab attack on leaves of untreated trees was at the time of assessment about 83% on Jerseyred, 70% on Gloster, 49% on Golden Delicious and less than 20% on the other varieties (table 1). The very low attack on Gravenstein (normally a rather scab susceptible variety) was due to competition of the early and heavy mildew attack on this variety. Scab attack on McIntosh was comparatively low in this experiment too. Good protection against scab on leaves and fruits was achieved in all varieties with the exception of Jerseyred, Gloster and Mutsu. Jerseyred and Gloster were found to be very susceptible and could not be sufficiently protected by only 5 sprays. The low efficacy on Mutsu may be due to the specific leaf properties of this variety. The mechanism of susceptibility of Mutsu seems to be different from other varieties as i.e. Golden Delicious, which was very efficiently protected in this experiment.

## 2.3 Powdery mildew attack

Powdery mildew attack on untreated trees was about 70% on Jonathan, 51% on Gravenstein, 31% on Jonagold, 29% on Idared, 21% on Jerseyred and not important on the other varieties (table 2). Compared to other years or locations, powdery mildew attack was not very heavy in this experiment. This disease was sufficiently controlled with Topas C. Baycor showed no satisfactory results on the heavy infected varieties with that low number of treatments. This fungicide with only partial efficacy against mildew was satisfactory only on varieties with a low mildew attack. It should probably be mixed with Bayleton (Triadimefone) for highly susceptible varieties.

If the results of scab and mildew attack are combined, it becomes obvious that untreated trees of James Grieve, McIntosh, Spartan, Boskoop and Glockenapfel have been rather resistant against both scab and powdery mildew. Such varieties seem to be suitable for reduced spraying programs.

### 3. PROPERTIES OF DISEASE RESISTANT APPLE VARIETIES

If apple varieties have to be cultivated in practice on a large scale by using less fungicides, we have not only to consider disease resistance but also fruit quality. Therefore, some pomological aspects of scab resistant apples are shown here.

#### 3.1 Varietal selection methods

A number of scab resistant new varieties was included in the varietal selection program in Wädenswil. All new apple varieties - disease resistant and not resistant ones - are selected after completion of the quarantine period on 4 trees in the first selection. The trees are propagated on M 9 vf. Fungicide treatments are terminated beginning of July. The following factors are studied during 5 - 7 years; tree growth, productivity, disease attack, fruit quality, storage behaviour, sensory assessment of the eating quality. Valuable varieties are investigated afterwards in the main selection. The experiments are planted in randomized blocks with 4 replications. All tree, storage and consumption properties are compared with standard varieties during 7 years. Specific experiments are added from the 8th to 10th year. The behaviour of new varieties by using reduced spraying programs is studied at this time. The most important factors determining the agronomic value of a new variety are known at this time. If a variety is recommended for cultivation, the specific varietal disease control procedures should be adjusted.

#### 3.2 Fruit quality of scab resistant varieties

Some results of the varietal selection program are shown in table 3 and 4. The eating quality of the scab resistant varieties Priam, Prima, Priscilla and Sir Prize was sensory assessed and compared to standard varieties (table 3). The personal preference



of texture and flavour was assessed in October and November 1980 - 1982 by a group of about 14 degustators using a 1 - 9 scale. Satisfactory fruits reached at least an average value of 5.0. Priam did not satisfy this minimum requirement because of its weak flavour. Priscilla reached just this minimum for satisfaction but showed shortly after these degustations a strong off-flavour. Prima and Sir Prize were associated to the same group of preference as McIntosh but never reached the high eating quality of Jonagold, Cox Orange or Golden Delicious.

The physical fruit properties shown in table 4 are important quality factors. Priam has a very low specific weight. Jonagold, Golden Delicious, Cox Orange, Spartan and McIntosh showed in this order a decreasing fruit firmness which is well correlated with the sensory assessment of the fruit texture. The texture of Priscilla is not very pleasant despite of a high specific gravity and high fruit firmness. With a fruit firmness below 5 kg/cm<sup>2</sup> in October, Sir Prize and Prima are barely sufficient.

These results show that further progress in fruit quality of disease resistant apple varieties is needed, if such varieties should be cultivated on a larger scale. The tested scab resistant varieties range in the sensory assessment at the level of the least preferred standard varieties as McIntosh.

#### 4. FURTHER EXPERIMENTS IN PRACTICE

A new experiment has been planted in six fruit farms (3 "bio"-farms and 3 "conventional" farms) including the scab resistant varieties Priam, Prima, Priscilla and Sir Prize and the disease tolerant varieties Boskoop, James Grieve, Spartan and G 848. The behaviour of the trees, the fruit quality and the economic aspects will be investigated by applying only very limited fungicides (i.e. 4-6 sulphur treatments). The cooperation with fruit farmers will show the possibility of integrated disease control in practice.

## 5. CONCLUSIONS

The use of new fungicidal products with curative and protective action sprayed according to the assessment of infection periods of apple scab by a temperature and wetness recorder can help to reduce drastically the number of fungicide treatments in the orchard. In the 1982 experiment at Flawil, varieties with a reasonable susceptibility to scab and mildew have sufficiently been protected by 5 treatments within the period from May to August.

Some of our main apple varieties are very susceptible to diseases (i.e. Golden Delicious to scab and Jonathan to mildew). Further apple varieties with good agronomic characteristics, high fruit quality and a low disease susceptibility are needed. Such new varieties have to satisfy all minimum requirements of tree characters, storage behaviour and consumption qualities as shown in figure 2. Furthermore, special advantages compared to standard varieties should be achieved.

Furthermore, the whole assortment of an orchard is to be considered as one system. Only one or two disease resistant varieties are in practice not sufficient. A reasonable number of highly or partially disease resistant varieties are needed in order to plant them together and to be treated with the same reduced spraying program. Only a narrow cooperation of breeders, pathologists, pomologists and fruit farmers will bring us forward to this high aim.

## 6. ABSTRACT

Experiments with a reduced number of fungicide sprays and results of varietal selection of disease resistant apple varieties are considered as elements of the development of integrated disease control in apple orchards.

Two new fungicides with curative and protective action (Topas-C and Baycor) were sprayed according to the assessment of infection periods of apple scab by means of a temperature and wetness recorder. Until termination of shoot-growth only 5

treatments were applied. Scab attack on leaves of untreated trees assessed beginning of August was about 83% on Jerseyred, 70% on Gloster, 49% on Golden Delicious and less than 20% on the other varieties. Good protection against scab on leaves and fruits was achieved in all varieties except Jerseyred, Gloster and Mutsu. Powdery mildew was sufficiently controlled with Topas C, whereas Baycor gave no satisfactory results with that low number of treatments. Untreated trees of James Grieve, McIntosh, Spartan, Boskoop and Glockenapfel have only weakly been attacked by both scab and mildew.

The varietal characteristics of the scab resistant varieties Priam, Prima, Priscilla and Sir Prize are compared with standard varieties. Priam has only a weak flavour, a low specific weight and a low fruit firmness. Priscilla has a good fruit firmness but often shows rather soon after harvest a remarkable off-flavour. Prima and Sir Prize have a better flavour but do never reach the high eating quality of good standard varieties as Jonagold or Cox Orange. The fruit firmness of Sir Prize and Prima is low.

Further apple varieties with good agronomic characteristics, high fruit quality and a high or partial disease resistance are needed. The disease control program is to be adapted to the special varietal levels of disease susceptibility. The assortment of an orchard is to be considered as a whole system. Practical experiments together with fruit farmers can support the further development of integrated disease control in apple orchards.

Figure 1 Rainfall, temperature, wetness periods on leaves, scab infection periods and dates of fungicide treatments.  
 (Experiment Flawil, 1982)

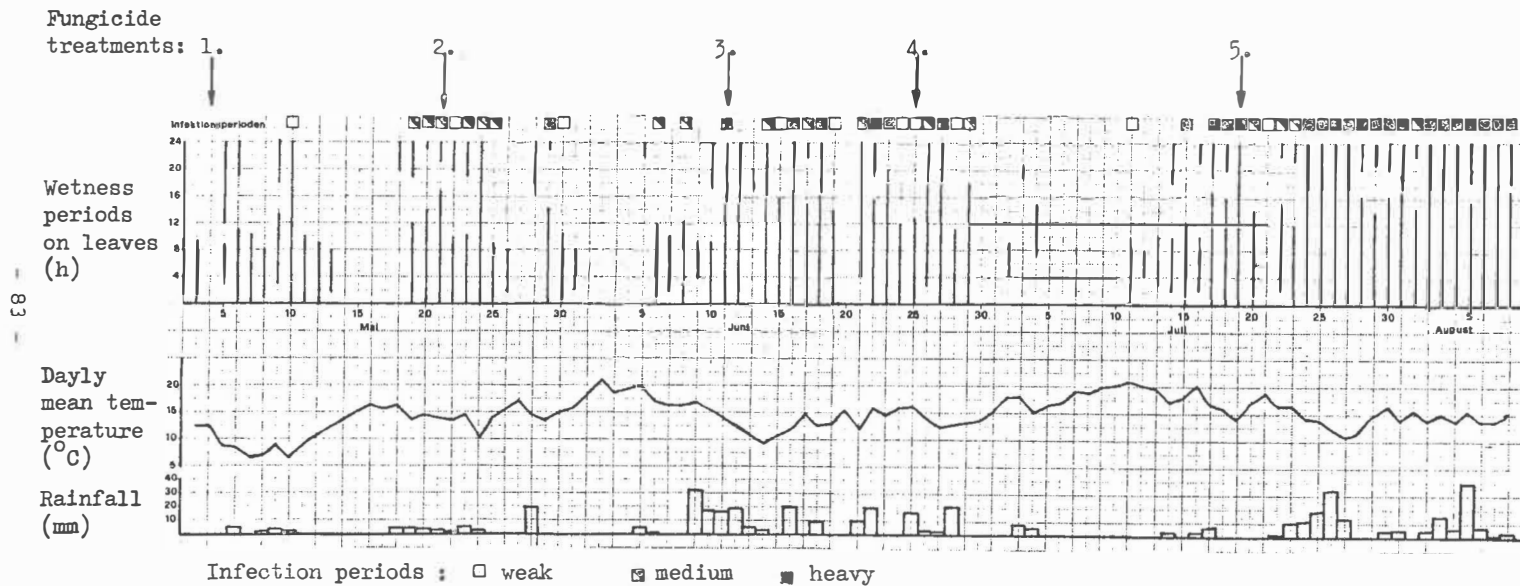


Table 1 Scab attack on leaves and efficacy of fungicide sprays (Flawil, 1982)

| Varieties        | Control           | Topas-C           |            | Baycor            |            |
|------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                  | % leaves attacked | % leaves attacked | efficacy % | % leaves attacked | efficacy % |
| Jerseyred        | 82.9              | 20.7              | 75         | 14.2              | 83         |
| Gloster          | 70.1              | 18.8              | 73         | 6.1               | 91         |
| Golden Delicious | 48.6              | 0.3               | 99         | 3.8               | 92         |
| Idared           | 19.8              | 2.5               | 87         | 0.8               | 96         |
| Mutsu            | 17.3              | 16.2              | -          | 5.8               | 65         |
| James Grieve     | 9.5               | 1.0               | 90         | 0.5               | 95         |
| Jonagold         | 7.2               | 0.5               | 93         | 1.2               | 83         |
| Spartan          | 6.0               | 0.3               | 95         | 0.7               | 89         |
| Boskoop          | 6.0               | -                 | -          | -                 | -          |
| Mc Intosh        | 5.0               | -                 | -          | -                 | -          |
| Glockenapfel     | 4.2               | -                 | -          | -                 | -          |
| Jonathan         | 1.2               | -                 | -          | -                 | -          |
| Gravenstein      | 1.1               | -                 | -          | -                 | -          |

Table 2 Powdery mildew attack and efficacy of fungicide sprays (Flawil, 1982)

| Varieties        | Control           | Topas-C           |            | Baycor            |            |
|------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                  | % leaves attacked | % leaves attacked | efficacy % | % leaves attacked | efficacy % |
| Jonathan         | 69.5              | 12.7              | 82         | 35.1              | 50         |
| Gravenstein      | 50.7              | 9.6               | 81         | 52.0              | -          |
| Jonagold         | 30.7              | 3.0               | 90         | 16.5              | 46         |
| Idared           | 29.0              | 3.6               | 88         | 21.5              | 26         |
| Jerseyred        | 21.2              | 1.7               | 93         | 11.7              | 44         |
| Mutsu            | 12.4              | -                 | -          | -                 | -          |
| Mc Intosh        | 8.8               | -                 | -          | -                 | -          |
| Spartan          | 8.5               | -                 | -          | -                 | -          |
| Gloster          | 8.2               | -                 | -          | -                 | -          |
| James Grieve     | 6.5               | -                 | -          | -                 | -          |
| Boskoop          | 5.7               | -                 | -          | -                 | -          |
| Golden Delicious | 5.2               | -                 | -          | -                 | -          |
| Glockenapfel     | 3.6               | -                 | -          | -                 | -          |

Table 3

Sensory assessment of scab resistant and standard apple varieties (Oct.-Nov. 1980-1982)

| Varieties        | No. of assessments | Texture personal preference* | Flavour personal preference* | Texture + Flavour |
|------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Jonagold         | 4                  | 7.4                          | 7.4                          | 14.8              |
| Cox Orange       | 4                  | 6.7                          | 7.6                          | 14.3              |
| Golden Delicious | 5                  | 6.8                          | 6.2                          | 13.0              |
| Spartan          | 5                  | 6.7                          | 6.0                          | 12.7              |
| Mc Intosh        | 5                  | 5.5                          | 5.1                          | 10.6              |
| Prima            | 1                  | 5.9                          | 5.3                          | 11.2              |
| Sir Prize        | 4                  | 5.6                          | 5.3                          | 10.9              |
| Priscilla        | 2                  | 5.3                          | 5.1                          | 10.4              |
| Priam            | 3                  | 5.4                          | 4.6                          | 10.0              |

\* 1-3 = bad, 4-6 = medium, 7-9 = good-excellent

Table 4

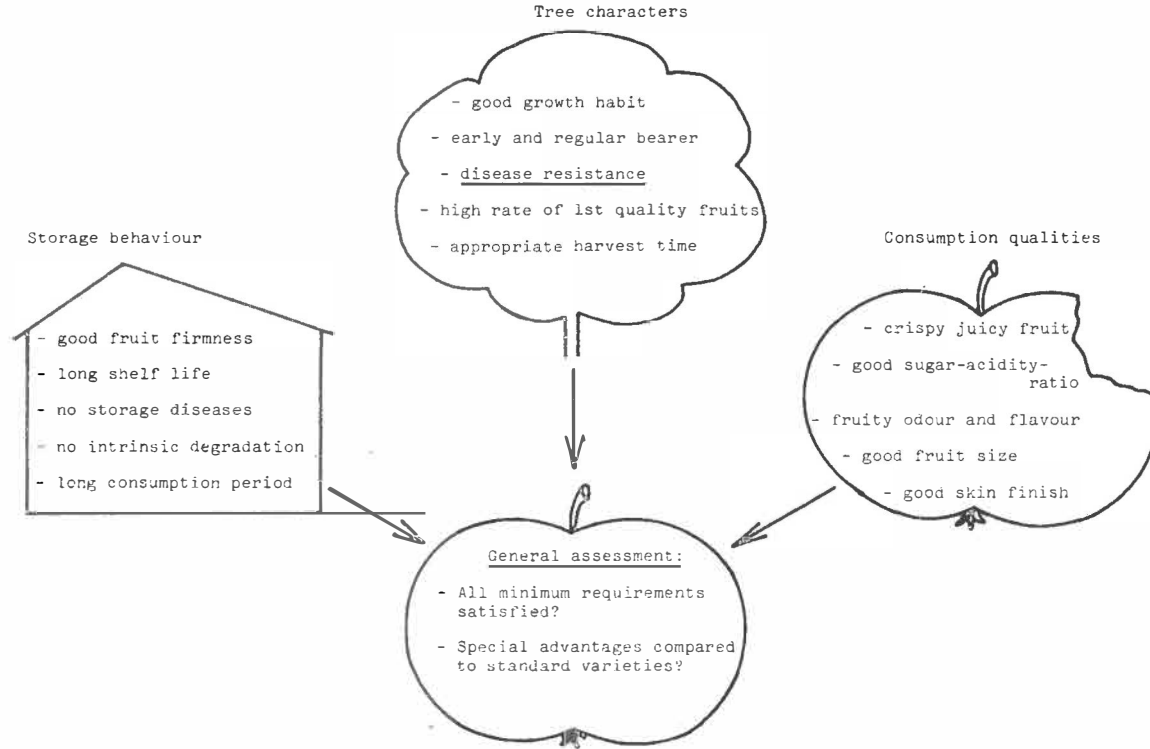
Physical fruit properties of scab resistant and standard apple varieties (14.+29.10.1982)

| Varieties        | Specific gravity | Fruitfirmness kg/cm <sup>2</sup> | Texture personal preference* |
|------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Jonagold         | .816             | 6.88                             | 7.7                          |
| Golden Delicious | .803             | 6.81                             | 7.3                          |
| Cox Orange       | .837             | 6.70                             | 6.7                          |
| Spartan          | .797             | 5.42                             | 6.3                          |
| Mc Intosh        | .790             | 4.52                             | 5.3                          |
| Priscilla        | .854             | 7.29                             | 6.0                          |
| Priam            | .768             | 5.36                             | 6.1                          |
| Sir Prize        | .814             | 4.86                             | 5.9                          |
| Prima            | .804             | 4.55                             | 5.9                          |

\* 1-3 = bad, 4-6 = medium, 7-9 = good-excellent

Figure 2

Requirements for dessert apple varieties



PROGRESS IN TRANSFERRING MILDEW (PODOSPHAERA LEUCOTRICHA)  
RESISTANCE FROM MALUS SPECIES TO CULTIVATED APPLE

F.H. ALSTON

East Malling Research Station, Maidstone, Kent, England

INTRODUCTION

Most of the apple varieties released from European breeding programmes during the past 25 years carry some mildew (Podospheera leucotricha) resistance. This has been achieved through stringent field selection in the second or third growing seasons after germination. Very susceptible seedlings are discarded at these stages and thereby the industry is protected from the release of new varieties with high susceptibility, like Jonathan. Most of the recently released varieties are more resistant than Cox and Golden Delicious. Resistance in cultivated varieties is under polygenic control (BROWN 1959, MISIC 1969), it is rarely sufficient to permit a significant relaxation of the spray programme and is transmitted to only a small proportion of seedlings in progenies. Attempts to incorporate such low levels of resistance can drastically handicap breeding progress in complex breeding programmes designed primarily to produce high yielding, high quality, long storing apple varieties (ALSTON 1981).

High levels of simply inherited mildew resistance, sufficient to allow a complete relaxation of sprays, have been found amongst Malus species (KNIGHT and ALSTON 1968) and introduced into commercial breeding programmes (ALSTON 1977).

SOURCES OF RESISTANCE

M. zumi (MAL 68/1) and M. robusta (MAL 59/1) carry a very high level of resistance, determined in each case by two single dominant genes. Breeding from these small fruited species has reached the third backcross stage (ALSTON 1977)

Four other sources of high resistance are also being investigated at East Malling, M. hupehensis; White Angel, an ornamental crab from N. America; MIS, a seedling thought to be



derived from a Malus species (DAYTON 1977) and D12 one of the 'D series' derived from open pollinated crab seed from S. Tyrol (VISSER and VERHAEGH 1977).

#### FIELD SCREENING

Field selection is carried out on 18 month old seedlings during the second growing season on unsprayed plots. Resistant selections are budded onto M.27 during August and the resulting trees are planted on an unsprayed plot 18 months later. Resistant selections from M. zumi and M. robusta have been grown in varying quantities on unsprayed plots over 17 years without showing susceptibility.

Under unsprayed conditions M. zumi, M. hupehensis, D12, MIS and White Angel resistant derivatives show no signs of mildew sporulation and appear immune to the disease in the field. M. robusta resistant derivatives show varying degrees of necrosis on the underside of leaves, occasionally accompanied by minute sporulating areas in the axils of the veins. Occasional primary shoot infections are also observed. The degree of leaf necrosis is related to the degree of polygenic resistance carried in combination with the major genes (ALSTON 1977). Selection for a low incidence of necrotic patches amongst resistant seedlings enables the selection of seedlings which combine the major gene resistance of M. robusta with polygenic resistance of resistant cultivated varieties.

In a cross with Cox's Orange Pippin (susceptible), a M. robusta resistant derivative (A467/148) gave 62% of resistant seedlings with only slight necrosis (grades 1 and 2), while when Worcester Pearmain (slightly resistant) was the cultivated apple parent 80% of the resistant seedlings had slight necrosis (Table 1). Moreover with another M. robusta resistant derivative (A467/74) Worcester gave a higher proportion (93%) with slight necrosis, in that case it appeared that a degree of polygenic resistance was present in both parents to complement the two resistance genes from M. robusta.

Table 1. Percentage segregation for necrotic reaction in mildew resistant seedlings derived from M. robusta

| Parentage                    | Necrosis grade* |    |    |    |   |
|------------------------------|-----------------|----|----|----|---|
|                              | 1               | 2  | 3  | 4  | 5 |
| Cox x A467 <sup>+</sup> /148 | 14              | 48 | 23 | 11 | 4 |
| Worcester x A467/148         | 21              | 59 | 17 | 3  | 0 |
| Worcester x A467/74          | 51              | 42 | 5  | 2  | 0 |

\*Necrosis grading scale

1 = a single necrotic area on undersurface of some leaves

2 = 10% of undersurface of most leaves necrotic

3 = 25% of undersurface of most leaves necrotic

4 = 50% of undersurface of most leaves necrotic

5 = 75% of undersurface of most leaves necrotic

<sup>+</sup>Progeny A467 = Golden Delicious x (M. robusta (MAL 59/1) x Jonathan)

#### GREENHOUSE SCREENING

Large progenies are conveniently screened in the greenhouse by spray inoculating seedlings in seed trays or pots (ALSTON and BATES 1979).

Two methods have been used, inoculation at the two-leaf stage, 1 month after germination and at the eight-leaf stage some 2 months after germination. In each case the extent of sporulation is recorded after 3 weeks at 21°C. The two inoculation stages appear equally effective for D12, M. hupehensis, MIS and White Angel derivatives, resistant seedlings show no signs of the disease, appearing completely free of necrosis or sporulation. However, M. zumi and M. robusta resistant derivatives show slight sporulation 3 weeks after inoculation at the two-leaf stage. Resistant seedlings are selected by estimating the degree of sporulation. Resistant seedlings from M. zumi and M. robusta are more easily recognised after inoculation at the eight-leaf stage when most show necrotic or chlorotic flecks accompanied by slight sporulation.

Table 2. The field response to mildew of apple seedlings pre-selected in the greenhouse

| Resistance Source | Greenhouse (GH) |    |    |    | Field              |    |    |    |
|-------------------|-----------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|
|                   | % seedlings     |    |    |    | % resistant        |    |    |    |
|                   | mildew grade*   |    |    |    | from each GH grade |    |    |    |
|                   | 0               | 1  | 2  | 3  | 0                  | 1  | 2  | 3  |
| two-leaf test     |                 |    |    |    |                    |    |    |    |
| D12               | 54              | 0  | 2  | 45 | 100                | -  | 0  | 2  |
| <u>M. robusta</u> | 18              | 0  | 41 | 40 | 86                 | -  | 63 | +  |
| eight-leaf test   |                 |    |    |    |                    |    |    |    |
| D12               | 55              | 2  | 4  | 39 | 100                | 0  | 60 | 6  |
| <u>M. robusta</u> | 28              | 45 | 4  | 23 | 83                 | 92 | 17 | 18 |

+Not tested

\*Mildew grade

0 = no sign of infection

1 = chlorotic or necrotic flecks often accompanied by slight sporulation

2 = slight sporulation no chlorotic or necrotic flecks

3 = severe sporulation

In a comparison (ALSTON and BATES 1979) of the two greenhouse selection methods two sources of resistance were examined, D12 and M. robusta derivatives (Table 2). The D12 material gave similar results in both tests, over 50% of seedlings being resistant in the greenhouse and the field. Both M. robusta tests gave a high proportion (over 40%) in the intermediate grades. In the two-leaf test 86% of the uninfected seedlings but only 63% of the intermediate seedlings were also resistant in the field. In the eight-leaf test most of the intermediate seedlings from M. robusta showed necrotic and chlorotic flecks with slight sporulation, 92% of these were resistant in the field. Seedlings preselected for resistance (grades 0 to 2) in the greenhouse at the eight-leaf stage showed 90% clean seedlings for M. robusta derivatives and 100% clean seedlings for M. zumi derivatives in the field. Batches of the same families, not preselected in the greenhouse, showed 53% of M. robusta and 38% of M. zumi derivatives

without sporulation in the field. Thus greenhouse screening provides an effective means of screening large batches of seedlings particularly at the eight-leaf stage.

#### BREEDING PROGRESS

The second backcross derivatives from M. robusta and M. zumi, which are being used as parents in the third backcross, have commercial fruit size (70-80 mm), good skin finish and good flavour and texture, in addition they are precocious and therefore potentially high yielding. At this stage these resistant selections are being used in crosses with high quality late maturing, highly coloured varieties including selections carrying resistance to apple scab (Venturia inaequalis) derived from M. floribunda. Poor skin colour in some of the resistant second backcross selections may be attributed to the necessary emphasis in the earlier generations on improving fruit size rapidly which entailed the use of large fruited, green culinary apples as cultivated apple parents. The first mildew resistant selection in trial at the National Fruit Trials from this programme, is a green, large fruited culinary selection derived from a cross between the commercial culinary variety Howgate Wonder and a M. zumi derivative.

In addition to mildew resistance M. robusta (MAL 59/9) also carries resistance to woolly aphid, Eriosoma lanigerum; rosy apple aphid Dysaphis plantaginea and rosy leaf-curling aphid, Dysaphis devecta. Of these only resistance to the rosy apple aphid has been maintained in the M. robusta mildew resistance breeding lines since this is the most serious pest in English apple orchards (ALSTON 1981). Promising precocious commercial type M. robusta derivatives carry mildew resistance and rosy apple aphid hypersensitivity (which is controlled by a single dominant gene (ALSTON and BRIGGS, 1970)).

M. zumi (MAL 68/5) carries resistance to sawfly Hoplocampa testudinea (with mildew resistance) but this is not being exploited because of the prolonged nature of the resistance selection procedure (which has necessarily to be carried out on fruiting trees) and because the pest is controlled by one spray application in those seasons when it poses a threat.

Of the other sources of high resistance to mildew MIS

resistance is race specific and therefore of little value in a breeding programme. Resistance studies with the 'D' series suggest the existence of separate genes for resistance in greenhouse and field conditions (VISSER and VERHAEGH 1980) which can complicate early selection. However, experience at East Malling suggests that D12 might provide a promising basis for a breeding programme. Resistant seedlings from progeny A871 (Worcester x D12) have remained completely free of mildew through glasshouse and field tests to the fruiting stage. M. hupehensis is apomictic and triploid, diploid derivatives have so far all proved to be susceptible to mildew. Breeding has reached the second backcross fruiting stage, all resistant selections being polyploid and probably apomictic. Fruit size is small the largest being only 50 mm. None of the resistant White Angel derivatives has yet fruited at East Malling.

Provided resistance from D12 or White Angel is not race specific, they present prospects of additional sources of high resistance that can be efficiently handled in the early selection stages. Results with M. zumi and M. robusta show that cultivated type resistant derivatives can be produced from the second backcross from small fruited wild species. Following a similar time table, commercial type resistant derivatives of D12 and White Angel should be available within 10 years.

#### BREEDING POLICY

It is not practicable to use all the available pest and disease resistances in an apple breeding programme. After a careful review (ALSTON 1981) it was decided to limit resistance breeding in apples at East Malling to mildew and scab. Both diseases are at present controlled by expensive and frequent spray applications and the introduction of mildew resistance would have important implications in integrated pest control. Rosy apple aphid hypersensitivity is also being introduced along with mildew resistance from M. robusta since it is easy to screen for in the greenhouse and its inclusion in new varieties will also improve the chances of reliable integrated control. The main emphasis is on M. robusta and M. zumi sources of mildew resistance, these having maintained high levels of resistance in the field over 17 years; in addition the major gene resistance can be complemented by breeding and selecting for polygenic

resistance particularly in the case of M. robusta. The best breeding material from these two sources is now of commercial apple standard. The third backcross should produce mildew resistant varieties.

Where possible major genes are combined with polygenes for resistance as a safeguard against new gene specific races of the pathogen. While the polygenetic contribution can be estimated in M. robusta derivatives by observing the degree of necrosis on the leaves, progeny tests are necessary with M. zumi derivatives. At present resistance is regarded as a valuable bonus in varieties bred primarily for improved yield and quality. It is intended that new varieties should possess improved features for which they will be maintained in cultivation whatever their response to mildew. In the event of a breakdown of resistance it is expected that although the disease would have to be controlled by sprays, growers and consumers would still benefit from a commercially improved variety. The future environmental importance of resistance should not be ignored. Most mildew spray programmes involve between 13 and 17 spray applications each year. While the economic saving must be recognised, pricings suggest that mildew spray costs amount to less than 4% of the costs of production (BOWDEN 1982). The elimination of mildew from some varieties might be expected to increase wholesale fruit values by 50% (BUTT 1983), but greater increases can be achieved by breeding specifically for high yield. Mildew susceptible high quality varieties have been bred which crop up to three times more than established varieties (ALSTON 1983), and thereby reduce the unit cost of the spray component significantly.

There is, however, further justifications for breeding for resistance on environmental and quality grounds. There are prospects of increasingly stringent regulations to control the sale of fruit from sprayed orchards and some large retailers already prefer to sell fruit from orchards with limited spray programmes. Consumers will increasingly regard any introduction of resistant varieties resulting in the reduction of spray regimes as contributions to quality, aside from the effect that the elimination of russet causing mildew sprays may have. High yield potential and high disease resistance have been combined in this programme to satisfy grower demands for low production costs and consumer demands for high quality and low spray residues.

## REFERENCES

- ALSTON, F.H. (1977). Practical aspects of breeding for mildew *Podosphaera leucotricha* resistance in apples. Proceedings of the Eucarpia Meeting on Tree Fruit Breeding, Wageningen, 1976, 4-13.
- ALSTON, F.H. (1981). Pest resistance in apple breeding. SROP/WPRS Bull. IV/I 83-88.
- ALSTON, F.H. (1983). Apple and Pear Breeding Strategy. Proceedings 8th Long Ashton Symposium, 1982 (in press).
- ALSTON, F.H. and BRIGGS, J.B. (1970). Inheritance of hypersensitivity to rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* in apple. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 12, 257-258.
- ALSTON, F.H. and BATES, J.W. (1979). Glasshouse selection for mildew resistance. Report of East Malling Research Station for 1978, 135-136.
- BOWDEN, J. (1982). Top fruit costings 1982. Ministry of Agriculture, Fisheries & Food Bulletin, Maidstone pp 17.
- BROWN, A.G. (1959). The inheritance of mildew resistance in progenies of the cultivated apple. Euphytica, 8, 81-88.
- BUTT, D.J. (1983). Plant Pathology. Report of East Malling Research Station for 1982. in press
- DAYTON, D.F. (1977). Genetic immunity to apple mildew incited by *Podosphaera leucotricha*. Hort Science, 12, 225-226.
- KNIGHT, R.L. and ALSTON, F.H. (1968). Sources of field immunity to mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 10, 294-298.
- MISIC, P.D. (1969). An investigation of the inheritance of resistance to apple powdery mildew, *Podosphaera leucotricha* (Ell & Salm) Horticultural Research 9, 85-92.
- VISSER, T. and VERHAEGH, J.J. (1980). Resistance to powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) of apple seedlings growing under glasshouse and nursery conditions. Proceedings of the Eucarpia Meeting in Tree Fruit Breeding, Angers 1979, 111-120.

## ABSTRACT

The transference of high levels of resistance to mildew (*Podosphaera leucotricha*) from the small fruited species Malus robusta and M. zumi is at an advanced stage.

Other sources of resistance being investigated are, M. hupehensis, 'D' series, MIS and White Angel. Greenhouse selection techniques have been developed.

Major genes are being combined with polygenes for resistance as a means of safeguarding the crop against new gene specific races of the pathogen. Precocity, an important component of yield, has been transferred from the species along with resistance.

The importance of breeding for mildew resistance on economic, environmental and fruit quality grounds is discussed.



AMELIORATION DU POMMIER POUR LA RESISTANCE A L'OIDIUM  
(*Podosphaera leucotricha*)  
PREMIERS RESULTATS CONCERNANT LA VIRULENCE DU CHAMPIGNON.

Y. LESPINASSE  
*Station d'Arboriculture Fruitière*  
*I.N.R.A. - Beaucozé*  
*49000 ANGERS (France)*

RESUME

Les premières variétés de Pommier résistantes à la Tavelure (gène Vf) viennent d'être proposées aux arboriculteurs. Pour le sélectionneur, la deuxième étape est d'associer aussitôt que possible, la résistance (ou la faible sensibilité) à l'oïdium.

La faible sensibilité à l'oïdium de certaines variétés cultivées ou anciennement cultivées est utilisée en croisements ; Ce caractère est sous contrôle polygénique et nécessite de nombreux croisements et un grand nombre de descendants. Cette situation n'est pas favorable à une sélection facile et efficace. Les sélectionneurs ont donc préféré chercher chez des espèces sauvages des résistances à contrôle génétique simple.

Dans cette contribution, nous faisons le point de nos connaissances à propos des résistances à l'oïdium conférée par *Malus zumi* (gène Pl<sub>2</sub>), le cultivar ornemental 'WHITE ANGEL' et un semis sélectionné par le Dr. DAYTON à Urbana (Illinois), le 'Mildew Immune Seedling' (M.I.S.). Cette dernière résistance vient d'être contournée par une souche virulente ; nous montrons comment cette souche a pu être mise en évidence. En absence d'études précises concernant l'agressivité et la virulence du champignon, nous soulignons les difficultés rencontrées pour tout schéma de sélection comportant des résistances à contrôle génétique simple.

INTRODUCTION

Les premières variétés de Pommier résistantes à la Tavelure viennent d'être proposées aux arboriculteurs ; 12 variétés sont aujourd'hui recensées (tableau 1) ; cela constitue un progrès tout-à-fait remarquable : le gain réalisé se chiffre environ à une diminution de moitié du nombre de traitements. Pour le sélectionneur,

l'étape suivante est d'associer à la résistance à la Tavelure, la résistance (ou la très faible sensibilité) à l'Oïdium (*Podosphaera leucotricha*).

## I - RESISTANCE OU FAIBLE SENSIBILITE A CONTROLE POLYGENIQUE

La faible sensibilité à l'oïdium peut être obtenue par hybridation à partir de variétés déjà cultivées ou anciennement cultivées ; cette faible sensibilité est à contrôle polygénique (BROWN, 1959). Comparée à la Tavelure, la sensibilité à l'Oïdium est difficile à mesurer du fait, d'une part de sa gravité inégale selon les années et, du fait, d'autre part, de l'évolution dans le temps du comportement des hybrides. Toutefois, les classements des descendances, calculés à partir des notes moyennes de sensibilité sur 3 années de fortes attaques, restent les mêmes (MIHATSCH et MILDENBERGER, 1966, II). Ceci nous a conduit à pratiquer dans un premier temps la sélection au niveau de descendances entières.

Cinquante croisements (16 000 hybrides) ont été réalisés faisant intervenir 12 géniteurs de bonne qualité agronomique pris comme parents femelles et 7 géniteurs de résistance à la Tavelure, pris comme parents mâles. Après inoculation en serre, 4 150 plantes résistantes à la Tavelure ont été sélectionnées et plantées en pépinières pour évaluation de leur sensibilité à l'oïdium pendant 4 ans (LESPINASSE et al, 1977). Nous avons pu sélectionner 14 descendances (1 500 hybrides) qui après écussonnage ont été étudiées quant à leur sensibilité à l'Oïdium (3 années de notation) et leurs autres caractères agronomiques. Ce travail doit permettre d'étudier la corrélation plante juvénile - plante adulte en ce qui concerne la sensibilité à l'oïdium et de proposer de nouvelles variétés peu sensibles à l'Oïdium et résistantes à la Tavelure.

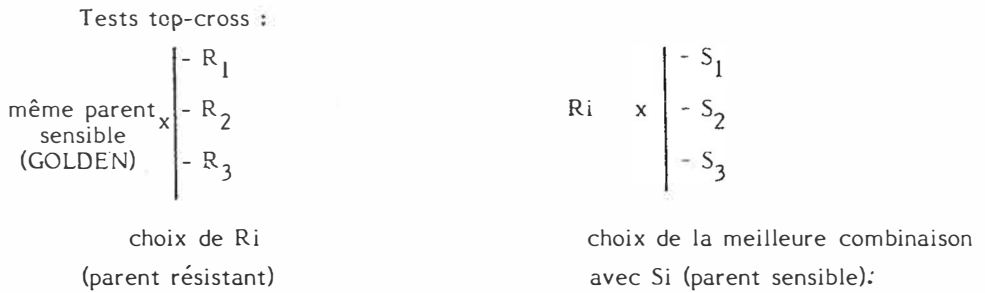
## II - RESISTANCE TOTALE A CONTROLE MONO OU OLIGOGENIQUE

### 1. La résistance conférée par *Malus zumi* (MAL 68/8).

Les travaux conduits à East Malling ont montré que cette sélection portait une résistance à contrôle monogénique, le gène  $Pl_2$  (KNIGHT et ALSTON, 1968). Après 3 générations de croisements en retour, il semble que l'on soit en présence d'une résistance à contrôle oligogénique impliquant au moins 2 gènes (ALSTON, 1977). L'hypothèse avancée par ALSTON est l'existence d'un deuxième gène ( $Pl_3$  - note de l'auteur) dont l'allèle dominant devrait être présent dans certaines variétés cultivées ; seul le génotype  $Pl_2 Pl_3$  induirait la résistance (tableau 2).

Les résultats obtenus à Angers en pépinière ne semblent pas infirmer l'hypothèse monogénique (tableau 3). La ségrégation obtenue avec TNR17-39 qui s'écarte le plus d'une ségrégation 1 : 1 ne permet pas, après test chi 2, d'opter pour une ségrégation 3 : 5. Il est toutefois vraisemblable que le contexte génotypique de l'hybride résistant influe sur le résultat. Il est clair en effet qu'à parent femelle égal ('GOLDEN DELICIOUS'), TNR 17-72 et TNR 17-39 qui sont par ailleurs frères conduisent à 2 ségrégations légèrement différentes, mais non significatives.

En conclusion, la résistance conférée par le gène  $PI_2$  est une résistance d'un grand intérêt et dont l'étude sera poursuivie à Angers. Aucune sélection ne sera effectuée en serres mais seulement en pépinière. Soulignons qu'une grande attention devra être portée au choix du parent résistant ; enfin il est vraisemblable que le parent sensible contribue à renforcer la résistance. On peut donc dans ce programme proposer le schéma de croisements suivant :



## 2. La résistance conférée par le cultivar 'White Angel'

Le cultivar 'White Angel' est un semis de parentage inconnu (Pépinières INGLIS, USA - 1947). Un travail important de recherches de sources de résistance à l'Oïdium est entrepris à la Station de Geneva, N.Y. Le cultivar 'White Angel' montre des résultats prometteurs (tableau 4).

Ces résultats ont été obtenus lors d'un essai international : parties de la même descendance ont été testées aux U.S.A. (Geneva, N.Y. et URBANA, Ill.) en Angleterre (East Malling) et en France. Les résultats obtenus, non encore publiés, sont concordants et indiquent clairement la présence d'un gène dominant conférant la résistance en serre. Ces plantes ont conservé leur résistance en champ après 2 ans de culture.

### 3. La résistance conférée par le semis sélectionné par DAYTON (Urbana, Ill.), M.I.S. ( Mildew Immune Seedling)

DAYTON (1977) découvrit au sein d'une descendance issue de fécondation libre de 'Starking Delicious' un hybride totalement indemne d'Oïdium; cet hybride à feuilles trilobées et dont le fruit est de petit diamètre (3 cm), de saveur astringente, est certainement issu d'un croisement avec une espèce non cultivée. La résistance conférée est à hérédité monogénique ; les croisements réciproques réalisés donnent des résultats identiques : il s'agit bien d'un gène de résistance d'origine nucléaire conférant une résistance dès l'inoculation en serre.

Toutefois, à la fin de l'été 1977, DAYTON (communication personnelle) nota en pépinière la présence d'Oïdium sur des semis au préalable sélectionnés en serre comme résistants. Au printemps suivant, l'hybride parental (M.I.S.) après avoir été inoculé par des spores récoltées sur les hybrides devenus sensibles, montra des symptômes de sensibilité.

L'explication la plus vraisemblable est l'apparition (où la mise en évidence) d'un biotype virulent contournant la résistance décelée auparavant. Toutefois, l'année suivante (printemps 1979), utilisant un inoculum prélevé sur les mêmes semis devenus sensibles au champ, l'hybride parental (MIS) resta indemne. DAYTON conclua que certains des semis sélectionnés en serre pouvaient avoir échappé à la contamination et donc se révélaient sensibles aux souches communes ; de plus, il fit l'hypothèse que la souche virulente était absente de l'inoculum du printemps 1979 par suite d'un hiver rigoureux où elle aurait pu être éliminée.

Il semble toutefois assez évident que la population d'Oïdium est hétérogène et présente des souches virulentes capables de contourner certaines résistances.

### III - ETUDE DE DIFFERENTES POPULATIONS D'OÏDIUM CONFRONTÉES A PLUSIEURS HOTES RESISTANTS.

#### 1. Matériel et Méthodes

##### 1.1. Le Champignon parasite *Podosphaera leucotricha*.

Plusieurs populations d'Oïdium ont été introduites de différents états du continent Nord-américain ainsi que d'Europe. Ce travail a été réalisé par l'auteur lors d'un séjour de 6 mois à la Station de Geneva (N.Y.) en 1980.

L'inoculum en provenance d'Europe et envoyé sous forme de feuilles contaminées dans des boîtes de Pétri, n'a pu être sauvé qu'en partie. Ce n'est pas un bon procédé car les feuilles pourrissent durant le voyage. La meilleure forme d'envoi est d'adresser des brindilles dont le bourgeon apical est contaminé; après trempage de la base des brindilles dans de l'eau, le bourgeon apical débouffe et libère un nombre de spores suffisant pour constituer la base de l'inoculum.

Six populations d'Oïdium ont pu être étudiées (tableau 5). Le repiquage de ces populations et leur préservation à l'abri de toutes contaminations a été effectué sur des semis issus de la variété 'Mc INTOSH' en fécondation libre. Cinq pépins sont semés dans un pot de diamètre 14, lequel est recouvert d'un sac plastique maintenu sous pression grâce à une arrivée d'air comprimé (méthode décrite par COYIER, 1973). Le sac plastique est arrimé sur un disque de contre plaqué, lequel est lui-même fixé au pot grâce à de la pâte molle utilisée par les fleuristes. L'irrigation est assurée 1 fois par jour par l'intermédiaire d'un tube souple incorporé dans le dispositif (figure 1).

Le sac plastique est maintenu sous une pression légèrement positive ; l'air est filtré au moyen d'un bouchon de coton. Ces précautions empêchent l'entrée des contaminants.

Lorsque les 5 plantes atteignent le stade 4-5 feuilles, on peut procéder à la multiplication des populations d'Oïdium introduites. L'opération se fait pour chaque inoculum dans une pièce différente afin d'éviter les mélanges. Nous avons pu de cette manière conserver les différentes populations d'Oïdium 3 mois sans avoir à renouveler les plantes-hôtes.

## 1.2. L'hôte

Nous avons greffé sur porte-greffe franc 10 individus de chacun des clones que nous voulions tester.

Les scions sont placés dans une serre pour favoriser la croissance et l'enracinement. Ils sont maintenus sans Oïdium grâce à un traitement au Karathane. Puis, lorsque la croissance est suffisante, les scions sont rabattus pour favoriser l'apparition de jeunes pousses vigoureuses. Ces jeunes pousses protégées par des sacs plastique sont inoculées séparément par les souches cultivées dans les enceintes précédemment décrites. Chacun des traitements (inoculum identique) se trouve disposé dans une serre particulière. Seuls les clones résistants à l'inoculum de New York ont pu faire l'objet du test (tableau 6).

## 2. Résultats

Les résultats de l'expérience montrent clairement l'existence d'une souche virulente issue de la population d'Oïdies reçue d'Illinois (tableau 7). Cette souche peut croître sur le Mildew Immune Seedling (M.I.S.) et confirme l'hypothèse émise, à savoir l'apparition ou la mise en évidence après seulement 5 années, d'une souche contournant une résistance à contrôle monogénique. *Malus hupehensis* et *Malus robusta* 5 ne sont pas attaqués. L'inoculum reçu de Pennsylvanie est capable lui aussi de provoquer la sensibilité chez M.I.S. mais les symptômes de sensibilité se sont avérés quantitativement moins importants. Par contre, les inoculums en provenance de l'Orégon, d'Angleterre, de France et de New York n'ont donné aucun symptôme de sensibilité sur M.I.S.

## 3. Discussion

### 3.1. Concernant la technique du test

On peut facilement par la technique décrite (adaptée de COYIER, 1973) introduire plusieurs populations d'Oïdium, les multiplier à l'abri de toute contamination et avoir un inoculum suffisant pour réaliser les tests.

Recouvrir d'un sac plastique les scions inoculés n'est pas des plus satisfaisant ; le manque de ventilation à l'intérieur du sac plastique conduit très vite à une atmosphère à humidité saturante. Il serait plus facile de construire des mini-chambres (oïdiotron) pouvant recevoir une dizaine de pots et donc assurer un test complet avec un même inoculum. Un prototype construit à Geneva alimenté en air comprimé filtré et à réseau d'irrigation semi-automatique n'est malgré tout pas entièrement satisfaisant. Une solution comparable mais sans flux d'air filtré a été adoptée par LIYANAGE (1973) pour étudier la virulence de l'Oïdium du houblon.

Une autre solution consiste à faire le test sur feuilles détachées en boîtes de Pétri. Au cours de cette étude nous avons réussi à inoculer de jeunes feuilles de variétés sensibles, 'GOLDEN DELICIOUS' et 'JONATHAN', disposées sur papier filtre imbibé d'eau distillée. Les pétioles des feuilles sont entourés d'un peu de coton hydrophile imbibé d'une solution de sorbitol à 2 % (technique dérivée de la méthode de BUTT sur disques de feuilles - Communication personnelle). Deux feuilles sont disposées dans chaque boîte de Pétri, l'une sur sa face supérieure, l'autre sur sa face inférieure. Le papier filtre doit être légèrement imbibé d'eau distillée car une hygrométrie proche du point de rosée avec condensation sur le couvercle supérieur de la boîte, nuit à la germination de l'Oïdium (KASPERS, 1967).

Les boîtes de Pétri sont placées dans une enceinte climatisée à 20°C et à une photopériode de 16 heures de lumière par jour. Nous avons maintenu ce régime de lumière essentiellement pour la survie des feuilles car la lumière n'a qu'une influence négligeable sur la germination et l'agressivité du champignon (KASPERS, 1967).

Dans ces conditions, nous avons observé la germination du champignon 2 jours après l'inoculation et des symptômes visibles à l'oeil nu 6 jours après l'inoculation. Mais pour appliquer cette technique, on doit disposer d'un nombre important de jeunes feuilles au même stade de développement pour réaliser un essai comparatif. D'autre part, les réponses obtenues sur organes détachés sont toujours sujettes à discussion. Il semble donc que la micro-chambre à air filtré soit le moyen le mieux adapté à une telle étude.

### 3.2. Concernant les résultats de l'essai

Ces premiers résultats montrent bien l'existence de races d'Oïdium du Pommier à pouvoir virulent différent. Ceci n'est en soi pas surprenant et rejoint les nombreux travaux réalisés en particulier sur les **Erysiphaceae** (mise au point par JENKYN et BAINBRIDGE, 1978) et sur l'Oïdium du houblon (mise au point par ROYLE, 1978). C'est un premier résultat qui appelle de nouvelles expériences et une meilleure connaissance de l'agressivité et de la virulence de l'Oïdium du Pommier.

## CONCLUSION

Cette mise au point concernant l'amélioration du Pommier pour la résistance à l'Oïdium ne fait pas état d'autres travaux rapportés ici même (ALSTON, même ouvrage) et ceux entrepris à Wageningen par VISSER et VERHAEGH (1976 et 1979). Ces derniers auteurs postulent l'existence de deux populations d'Oïdium à pouvoir virulent différent, une "population serre" et une "population pépinière". Ces résultats confirment à nouveau l'existence d'une variabilité du pouvoir pathogène de l'Oïdium du Pommier.

Devant l'extension des travaux constatés dans plusieurs Stations de Recherches pour sélectionner des variétés résistantes à l'Oïdium, nous ne pouvons que recommander l'urgence de l'étude de l'agressivité et de la virulence de ce parasite afin que le sélectionneur ne voit très rapidement ses efforts réduits à néant. Pour le moins, le sélectionneur devra tester ses sources de résistance dans plusieurs Stations de

Recherches avant d'entreprendre tout programme d'hybridation de grande ampleur. Cela ne peut se réaliser que dans le cadre d'une collaboration internationale accrue.

## REMERCIEMENTS

La partie relative à l'étude de différentes populations d'*Oïdium* confrontées à plusieurs hôtes résistants a été réalisée dans le laboratoire de H.S. ALDWINCKLE (Geneva, N.Y.) ; je le remercie vivement ainsi que ceux qui m'ont adressé les différents inoculums : Maxime THOMPSON (Corvallis, OR.), Daniel DAYTON (Urbana, Ill.), K.D. HICKEY (Biglerville, PEN.), F. ALSTON (East Malling, U.K.), Marie GODICHEAU et J.M. OLIVIER (I.N.R.A. ANGERS).

## ABSTRACT

### **BREEDING FOR RESISTANCE TO APPLE POWDERY MILDEW (*Podosphaera leucotricha*) FIRST RESULTS CONCERNING VIRULENCE OF THE FUNGUS.**

The first apple cultivars resistant to apple scab (*Venturia inaequalis*) were recently released to the growers. For the breeder, the second step is to associate as soon as possible, resistance or low susceptibility to powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*).

Mildew low susceptibility is usually derived from cultivated varieties within which it has been shown to be polygenically inherited. Such low susceptibility is transmitted to a small proportion of seedlings, hampering selection for other characters. Therefore, breeders have investigated wild species in order to find resistances simply inherited.

In this paper, we will report about resistance originating from *M. zumi* (P<sub>1</sub>, gene), cultivar 'White Angel' and a seedling selected by Dr. DAYTON at Urbana (Ill.), the 'mildew immune seedling' (MIS). This last resistance recently broke down and we emphasize that research needs to be done on races of the fungus. We will show how we have isolated the race attacking the mildew immune seedling.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALSTON F.H., 1977 - Practical aspects of breeding for mildew (*Podosphaera leucotricha*) resistance in apples. *Proc. Eucarpia Fruit Section Symp. Top Fruit Breeding, WAGENINGEN (1976)*, 4-17.
- BROWN, A.G. 1959 - The inheritance of mildew resistance in progenies of the cultivated apple. *Euphytica* 8 : 81-88.
- COYIER, D.L. 1973 - A portable, single-plant isolation chamber. *Can. J. Plant Sci.*, 53 : 915-916.
- DAYTON, D.F. 1977 - Genetic immunity to apple mildew incited by *Podosphaera leucotricha*. *HortScience* 12 : 225-226.
- JENKYN, J.F. and BAINBRIDGE A., 1978 - Biology and Pathology of cereal powdery mildews. in *The Powdery Mildews*, p.283-321. D.M. SPENCER Editor. *Academy Press*.
- KASPERS, H. 1967 - A contribution to studies on the biology and control of apple mildew (*Podosphaera leucotricha* [Ell. et Ev.] Salm.). *Pflanzenschutz-Nachrichten*, 20 : 687-702.
- KNIGHT, R.L. and F.H. ALSTON, 1968 - Sources of field immunity to mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple. *Can. J. Genet. and Cytol.* 10 : 294-298.
- LESPINASSE, Y., DECOURTYE L. et RENOUX, A. 1977 - Selecting minor genes in apple progenies for resistance to mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Proc. Eucarpia fruit Section Symp. Top Fruit Breeding, WAGENINGEN (1976)*, 18-32.
- LIYANAGE, A. de S. 1973 - Studies on resistance and overwintering in hop powdery mildew (*Sphaerotheca humuli*). *PhD. Thesis. Wye College (University of London)*, October 1973.
- MIHATSCH, H. et G. MILDENBERGER 1966 - II. Beiträge zur Vererbung der Mehltau-resistenz bei *Malus*. II. Beziehungen zwischen Mehltaubefall und Witterungsverlauf [Contributions à l'hérédité de la résistance à l'Oïdium chez *Malus*. II. Relations entre la sensibilité à l'Oïdium et les conditions climatiques]. *Züchter*, 36 : 80-86.
- ROYLE, D.J. 1978 - Powdery mildew of the hop. in *The Powdery Mildews*. p.381-409. D.M. Spencer Editor, *Academic Press*.
- VISSER, T. and J.J. VERHAEGH 1976 - Review of tree fruit breeding carried out at the Institute for Horticultural Plant Breeding at Wageningen from 1951-1976. *Proc. Eucarpia Fruit Section Symp. Top Fruit Breeding, Wageningen 1976*, 113-132.
- VISSER, T. and J.J. VERHAEGH, 1979 - Resistance to powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) of apple seedlings growing under glasshouse and nursery conditions. *Proc. Eucarpia Fruit Section Symp. Top Fruit Breeding, ANGERS (1979)*, pp. 111-120.

Tableau 1 - LES DOUZE VARIETES RESISTANTES A LA TAVELURE  
PAR UN MECANISME MONOGENIQUE.

U . S . A .

|           |    |      |
|-----------|----|------|
| PRIMA     | Vf | 1970 |
| PRISCILLA | Vf | 1972 |
| SIR PRIZE | Vf | 1975 |
| LIBERTY   | Vf | 1978 |
| JONAFREE  | Vf | 1979 |
| REDFREE   | Vf | 1981 |

CANADA

|              |           |      |
|--------------|-----------|------|
| MAC FREE     | Vf        | 1974 |
| NOVA EASYGRO | <u>Vr</u> | 1975 |
| NOVAMAC      | Vf        | 1978 |

FRANCE

|         |    |      |
|---------|----|------|
| PRIAM   | Vf | 1974 |
| QUERINA | Vf | 1977 |

ANGLETERRE

|       |    |      |
|-------|----|------|
| GAVIN | Vf | 1977 |
|-------|----|------|

Tableau 2 - RESISTANCE CONFERE PAR MALUS ZUMI  
(Hypothèse d'ALSTON, 1977)

| Géniteurs de<br>Résistance | Variété cultivée    |               |                     |                     |
|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|
|                            |                     |               | $\frac{pI_2}{pI_2}$ | $\frac{PI_3}{pI_3}$ |
|                            | Gamètes             |               | $pI_2$ $PI_3$       | $pI_2$ $pI_3$       |
| $\frac{PI_2}{pI_2}$        | $\frac{PI_3}{pI_3}$ | $PI_2$ $PI_3$ | R                   | R                   |
|                            |                     | $PI_2$ $pI_3$ | R                   | S                   |
|                            |                     | $pI_2$ $PI_3$ | S                   | S                   |
|                            |                     | $pI_2$ $pI_3$ | S                   | S                   |

3 R : 5 S

$PI_2$  et  $PI_3$  seraient dans cette hypothèse 2 gènes complémentaires  
( $PI_3$  - note de l'auteur)

Tableau 3 - RESISTANCE CONFEREE PAR MALUS ZUMI (Résultats obtenus à ANGERS).

|  | RESISTANT | SENSIBLE | % RESISTANT |
|--|-----------|----------|-------------|
| <u>EN SERRE</u> (20°C - plantes âgées de 2 mois) |           |          |             |
| GOLDEN x TNR 17-72 (P <sub>12</sub> )            | 4         | 67       | 6           |
| GOLDEN x TNR 17-39 (P <sub>12</sub> )            | 6         | 59       | 9           |
| <u>EN PEPINIÈRE</u> (plantes âgées de 2 ans)     |           |          |             |
| GOLDEN x TNR 17-72 (P <sub>12</sub> )            | 95        | 100      | 49          |
| GOLDEN x TNR 17-39 (P <sub>12</sub> )            | 93        | 121      | 43          |

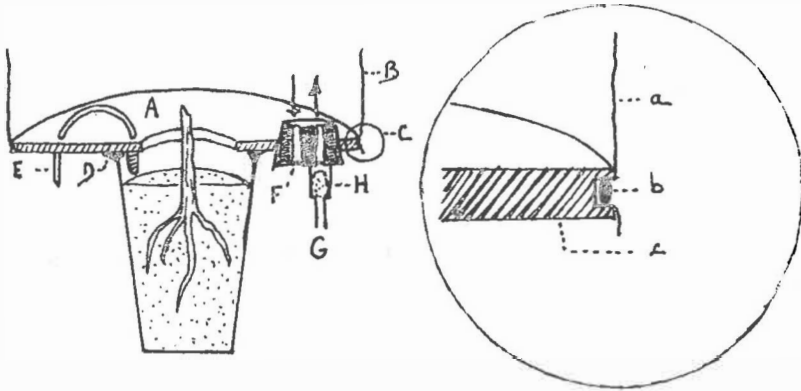
- 107 -

TNR 17-72 et TNR 17-39 = Semis frères issus du croisement : [SUNSET x A143-14 (JONATHAN x 3752)]  
 3752 = Malus zumi o.p. (P<sub>12</sub>)

Tableau 4 - RESISTANCE CONFEREE PAR WHITE ANGEL (ANGERS-1981)

|  | RESISTANT | SENSIBLE | % RESISTANT |
|--|-----------|----------|-------------|
| <u>EN SERRE</u> (20°C - plantes âgées de 2 mois) |           |          |             |
| LIBERTY x WHITE ANGEL                            | 168       | 146      | 53          |

Figure 1 - ENCEINTE PERMETTANT LA CULTURE ISOLEE D'INOCULUM D'OIDIUM (d'après COYIER, 1973)



A : disque de contre-plaqué - B : sac plastique - C : détail de la fixation du sac -  
 D : pâte molle - E : tube d'irrigation - F : sortie d'air - G : entrée d'air -  
 H : bourre de coton (filtre) - a : sac plastique - b : fil de fer - c : contre-plaqué.

Tableau 5 - LES SIX POPULATIONS D'OTIDIUM ETUDIEES.

EUROPE :

- Angleterre : feuilles et pousses en boîtes de Pétri  
(origine BANWELL - CANTERBURY)
- France : feuilles en boîtes de Pétri  
(origine Verger de la Station INRA d'ANGERS).

U . S . A . :

- Oregon : feuilles en boîtes de Pétri  
(origine serre CORVALLIS).
- Pennsylvanie : feuilles en sacs plastique.  
(origine Verger BIGLERVILLE).
- Illinois : rameaux dormants contaminés.  
(origine Verger Semis de MIS - URBANA).
- New York : feuilles issues de semis  
(origine Serre GENEVA).

ooo

Les échantillons reçus de la Station ST JEAN (Québec) envoyés par Gilles ROUSSELLE et de la Station de WAGENINGEN (Hollande) envoyés par T. VISSER n'ont pas survécu.

**Tableau 6 - CLONES RESISTANTS A L'OIDIUM MULTIPLIES POUR LE TEST.**

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| M.I.S. Semis de 'Starking Delicious' | URBANA (Ill.) |
| Malus hupehensis                     | GENEVA (N.Y.) |
| Malus robusta 5                      | GENEVA (N.Y.) |
| Malus zumi                           | GENEVA (N.Y.) |
| Malus baccata                        | GENEVA (N.Y.) |

**Tableau 7 - RESULTATS DE L'INOCULATION PAR LES DIFFERENTES POPULATIONS D'OIDIUM**

| NOTES         | Inoculum    |             |        |          |            |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|----------|------------|--------|
|               | Illinois    | Pennsylv.   | Oregon | New York | Angleterre | France |
| M.I.S.        | <u>OID.</u> | <u>Oïd.</u> | R      | R        | R          | R      |
| M. hupehensis | R           | R           | R      | R        | R          | R      |
| M. robusta 5  | R           | R           | R      | R        | R          | R      |
| M. zumi       | -           | R           | R      | R        | R          | R      |
| M. baccata    | -           | R           | R      | R        | R          | R      |

OID. : Sensibilité forte.

Oïd. : Sensibilité faible.

R : Résistant.

- : non testé

## Resistance of fruit varieties in view of an integrated disease control

### Using partial resistance in the integrated control of apple powdery mildew

M. J. JEGER & D. J. BUTT

East Malling Research Station, Maidstone, Kent ME19 6BJ, U.K.

#### Introduction

The concept of integrated disease control conveys a range of meanings to different workers and hence there are many levels of approach taken. This paper is concerned solely with the integration of more than one control measure with respect to one disease; that is, with the rational use of fungicides in combination with host partial resistance (sensu Parlevliet, 1979). The emphasis is on disease management rather than plant breeding; with the better use of existing varieties, rather than the evaluation of new ones. The possibilities opened up by the integrated approach are shown in a hypothetical example (Figure 1). Suppose that a disease threshold has been defined and that the amount of disease at some critical stage in host growth or development should not exceed this threshold if significant damage is to be avoided. Consider variety A, which has little partial resistance to the disease. In the absence of chemical control, the rate of disease development is such that the threshold is exceeded. Chemical intervention is required if the threshold, or optimal amount of disease, is to be obtained. Consider next variety B, which has more partial resistance than A, but in the absence of chemical control, disease still exceeds the threshold value. If chemical control is applied exactly as for variety A then the amount of disease at the critical time is less than that which can be tolerated without significant damage. Excessive control has been obtained. Two possibilities exist: either the intervention should commence at a later stage, or should cease earlier, so that the optimum can be obtained. This hypothetical example is, of course, highly idealised and perhaps naive, but does serve as a reference point for



COMBINATION OF FUNGICIDE AND HOST PLANT RESISTANCE

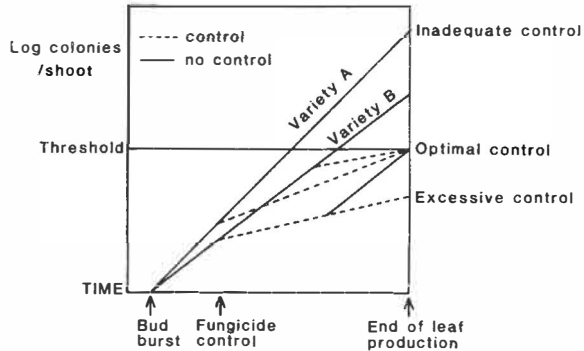


Figure 1 Combining fungicide and partial resistance in the management of plant disease.

the remainder of the paper, in which detailed studies are described and selected results presented.

Field performance of apple varieties with respect to powdery mildew

Powdery mildew (caused by Podosphaera leucotricha El. & Ev. (Salm.)) is the major foliar disease of apple in the U.K. The fungus overwinters readily due to the mild winters (Jeger & Butt, 1983), there are no critical weather conditions for infections to occur, there is a continuous supply of susceptible leaves on vegetative shoots, all commercial varieties show a susceptible infection type and we have seen no evidence for physiologic specialisation such as found with the cereal mildews. Mildew is controlled by a complex scheduling of fungicides (Butt & Jeger, 1982) that represents a high proportion of the crop production costs. There have been few convincing economic evaluations of this intensity of chemical attack, despite the undesirable side-effects on

the host and on beneficial fauna that may occur. The properties of chemical agents as 'skin finishers', rather than as mildewicides, are more often the topic of discussion.

Cox's Orange Pippin is the most widely grown dessert variety in the U.K. and forms the basis of the domestic market. Nevertheless, the main apple growing areas, such as Kent, are not monocultures of the variety; there is a range of existing varieties and those being bred (Alston, this bulletin) to meet an undoubted market at different times of the year. There have been very few experimental studies on the field performance of the range of apple varieties with respect to powdery mildew. Indeed, most growers would make little allowance for varietal differences, of which they would usually be unaware, since chemical control reduces the contrasts between varieties.

Mildew development in a mixed variety orchard at East Malling has been studied over the last 4 years. The orchard is 8 years old and includes 10 of the more useful commercial varieties, mostly on M.9 rootstocks. Typically, the orchard has had sprayed and unsprayed areas with respect to powdery mildew during this period of time, and regular assessments of both incidence and intensity (Butt & Barlow, 1979) made on tagged vegetative shoots. The wide range of partial resistances observed can be illustrated by comparing the varieties Crispin and Discovery (Figure 2). Despite

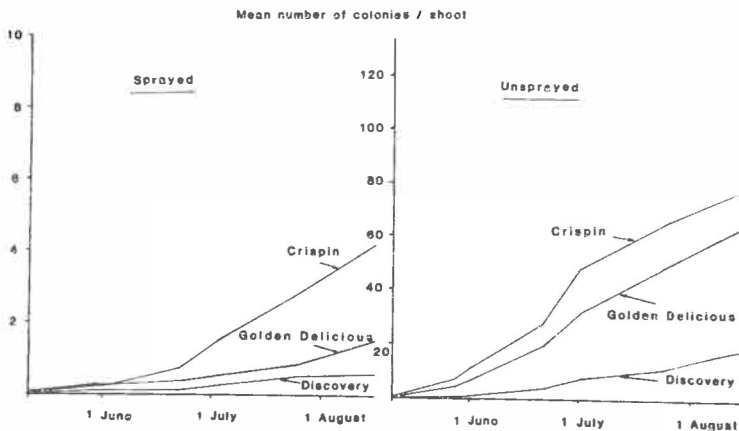


Figure 2 Mildew development (mean no. of colonies/shoot) on sprayed and unsprayed apple varieties.

being sprayed 16 times during the season, the amount of mildew on Crispin was not significantly less than that on Discovery totally unsprayed. Golden Delicious is included to show, in some years, a similar field performance to Crispin. There were different rates of disease development on different varieties in the field. It has been claimed that these differences are attributable to differences in components of partial resistance (Parlevliet, 1979) and hence that studies on the components will explain field performance. That is the hypothesis under investigation.

#### Glasshouse evaluation of the components of partial resistance

Potted maiden trees of varieties included in the field studies were raised in a controlled-temperature glasshouse and cut back to allow one vigorous shoot to grow. A wet inoculation technique, similar to that described by Hunter & Blake (1978) was used, with known inoculum concentrations and amounts being applied to the rolled leaves at the shoot tip with a "Sprite" airbrush. The incubation period, mildew incidence, colony numbers, size and growth, and spore production were subsequently measured. The objective was to obtain, for each variety, a complete dynamic map of colony development on different leaf surfaces and positions, in response to varying inoculum concentrations and within compared to outside the glasshouse environment. Selected, but typical, results from two experiments are shown in Figure 3 and Table 1. Discovery and Superb

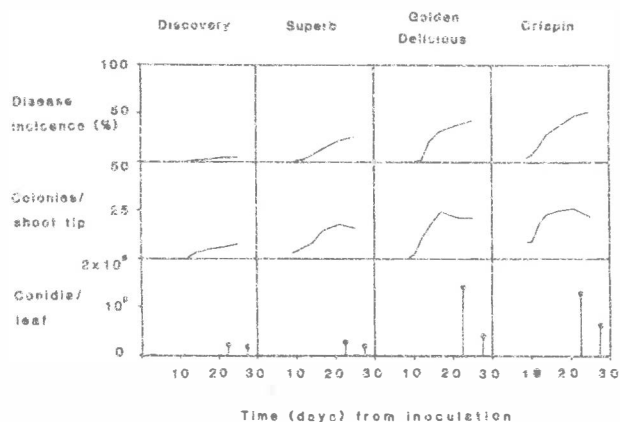


Figure 3 Components of partial resistance of inoculated apple varieties to powdery mildew.

Table 1. Components of partial resistance of inoculated apple varieties to powdery mildew

|                                    | Glasshouse |                  | Outside   |                  |
|------------------------------------|------------|------------------|-----------|------------------|
|                                    | Discovery  | Golden Delicious | Discovery | Golden Delicious |
| Incubation period (days)           | 12.9       | 10.1             | 15.0      | 13.9             |
| Disease incidence (%)              | 56         | 94               | 17        | 100              |
| Colony numbers                     | 1.25       | 4.25             | 0.42      | 5.42             |
| Colony size (cm <sup>2</sup> )     | 0.29       | 3.86             | 0.13      | 0.36             |
| Area mildewed - (cm <sup>2</sup> ) | 0.38       | 12.35            | 0.08      | 1.90             |
| - (%)                              | 4.1        | 31.9             | 1.6       | 18.7             |

showed good partial resistance characteristics, whereas Golden Delicious and Crispin showed poor partial characteristics. These contrasts were consistent between years and experiments. In general, over all varieties tested, there was an associated variation between components; that is, a short incubation period was associated with high colony numbers and rate of sporulation, and vice-versa. Crispin and Golden Delicious were not distinguishable on the basis of the components measured, and this should be noted for discussion later in the paper. Contrasts between varieties were more sharply defined outside rather than within the glasshouse.

There has been a considerable amount of work done on the early stages of infection and disease development with the powdery mildews, e.g. appressorial and primary haustorial formation, and production of secondary elongating hyphae; but very little on the later stages of colony development, e.g. conidiophore formation and conidia production. Accordingly, more detailed attention to the sporulation phase on different varieties was given. Colony structure was examined by stained preparations and the numbers of conidia (both mature and immature)/conidiophore, conidiophore density, detached conidia and mycelial growth were estimated. Selected results are shown in Table 2. Small, but consistent differences between varieties were found with Superb being least productive, especially with regard to conidiophore density. Again, Golden Delicious and Crispin were not distinguishable. The results were integrated to give conidia production/mm<sup>2</sup> colony and thence, as mean colony area was also estimated, conidia production/colony. The latter was

Table 2. Conidia production of powdery mildew colonies on inoculated apple varieties

|  | Superb | Golden<br>Delicious | Crispin |
|--|--------|---------------------|---------|
| Conidia/conidiophore: mature                     | 2.30   | 2.55                | 2.73    |
| immature   | 2.90   | 3.35                | 3.37    |
| Conidiophore density ( $\text{mm}^{-2}$ )        | 12.5   | 22.8                | 25.1    |
| Mycelial interceptions ( $\text{mm}^{-1}$ )      | 3.4    | 4.7                 | 5.9     |
| Conidiophore:mycelial ratio ( $\text{mm}^{-1}$ ) | 3.8    | 4.8                 | 4.6     |
| Detached conidia ( $\text{mm}^{-2}$ )            | 138    | 133                 | 209     |
| Conidia/colony ( $\times 10^{-3}$ )              | 9.5    | 17.6                | 21.7    |
|  | * 21.9 | 39.5                | 39.0    |

\* Numbers estimated from leaf washings and haemocytometer counts, compared with estimates obtained by conventional leaf washing and haemocytometer counts: there was a roughly constant discrepancy, probably due to visual errors in estimating colony size and counting colony numbers, but the order of agreement gives some confidence that real differences between varieties occur and are not artefacts of the technique used.

Comparison of glasshouse evaluations with field performance

The results of the field and glasshouse evaluations were compared to see whether they were consistent. This was always so when contrasts between varieties such as Discovery and Golden Delicious were made. However, there were some disparities, especially when comparing the less partially resistant varieties. Throughout this paper the similarities between Crispin and Golden Delicious with respect to powdery mildew have been noted. Figure 4 shows mildew development in one year in an unsprayed area of the orchard. Very little mildew developed on Crispin compared to Golden Delicious or Cox's Orange Pippin, despite there being no differences in the components of partial resistance. There was a very simple explanation of this discrepancy. Also shown in Figure 4 are the proportion of shoots actively growing and producing susceptible leaves at the time the mildew epidemic became established. Less than 20% of Crispin shoots were growing and this placed a severe constraint upon

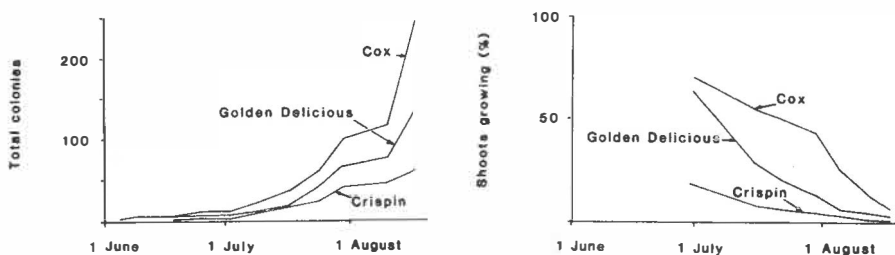


Figure 4 Mildew (colony numbers) and host (% shoots growing) development on unsprayed apple varieties.

further epidemic progress. The effect of host growth can also be seen by comparing Golden Delicious and Cox's Orange Pippin; these two varieties have very similar partial resistances but the extended leaf production period, in this year, on Cox's Orange Pippin allowed more mildew development than on Golden Delicious. Host phenology is very important in determining the time-course of mildew epidemics and may explain much of the variation within and between years.

#### Epidemiological properties of mildew fungicides

The other aspect of the integration with which this paper is concerned is fungicide usage. The testing of mildew fungicides on standard material in the glasshouse or in the field has long been undertaken. However, it is probably true that more work has been done, and possibly true that more is known, on the biophysical properties of fungicides rather than on their epidemiological modes of action. Very few studies have looked in detail at the time course of a mildew epidemic subjected to varying levels of chemical intervention. However, there are very good analogies between the components of partial resistance of varieties and the epidemiological properties of fungicides. For example, although recognising different terminologies in the literature; a protectant fungicide reduces the infection frequency, a curative fungicide prolongs (indefinitely) the latent period, an anti-sporulant fungicide reduces the sporulation rate, and an eradicant fungicide curtails the infectious period. Of course, fungicides may combine some or all of these properties, but there is an

equivalence of effect in reducing e. g. the number of spores produced, whether by partial resistance or by fungicide mode of action (Vanderplank, 1963).

The various properties of mildew fungicides have long been studied at East Malling. This paper describes glasshouse and field studies of the anti-sporulant property of several commercially-important mildew fungicides. In glasshouse trials, potted MM. 106 plants bearing mildew colonies of known ages were dipped in fungicides made up according to manufacturers' recommended rates. Spore production was subsequently assessed with the same techniques used in the components of partial resistance studies. Selected, but again typical results using leaf washings and haemocytometer counts are shown in Table 3. In general, there was a

Table 3. Conidia production of powdery mildew colonies after treatment with mildew fungicides

|  | Control colony | Baycor | Morocide | Rubigan | Nimrod | Plondrel |
|--|----------------|--------|----------|---------|--------|----------|
| Conidia/mm <sup>-2</sup>                     |                |        |          |         |        |          |
| day 4  | 1190           | 2016   | 1032     | 313     | 260    | 819      |
| 10   | 1400           | 1241   | 516      | 299     | 302    | 490      |
| 18   | 2010           | 1444   | -        | 552     | -      | 306      |
| Conidiophore density (% relative to control) |                |        |          |         |        |          |
| day 4  | 100            | 118    | 110      | 87      | 73     | 75       |
| 10   | 100            | 130    | 86       | 110     | 84     | 107      |
| 18   | 100            | -      | -        | 130     | -      | 127      |
| Conidia/conidiophore (% relative to control) |                |        |          |         |        |          |
| mature                                       | 100            | 76     | 64       | 56      | 39     | 63       |
| immature                                     | 100            | 77     | 151      | 43      | 87     | 45       |

reduction in these gross estimates of conidia production compared to an untreated control, but some fungicides, e. g. Baycor, had virtually no effect. Corresponding results using microscopical methods are also shown. In general, the numbers of conidia/conidiophore were reduced by the fungicides (the apparent inhibition of spore maturation when colonies were treated with Morocide was an interesting anomaly) but conidiophore density tended to increase, and even exceed that in the untreated control, some time after the original treatment. Field trials on sprayed MM. 106 hedgerow plants were also done. The anti-sporulant activity was tested by

placing static rod traps in the plots and counting the numbers of conidia trapped, or by leaf washings and haemocytometer counts. The rank order of effectiveness was entirely consistent with these two techniques (from worst to best: control, Baycor, Morocide, Rubigan, Plondrel, Nimrod) and with the glasshouse trials, but the order deviated slightly from that given by conventional disease assessments.

Integration of fungicide with varietal partial resistance

The orchard described above was used to monitor mildew development given different combinations of varietal partial resistance and fungicide properties. Mildew sprays were applied post-blossom according to manufacturers' recommendations and mildew was monitored at regular intervals after the first treatment. Interactions were observed between variety and fungicide. For example, there was little difference in mildew development on Golden Delicious and Cox's Orange Pippin when trees were unsprayed (Figure 5), but when sprayed, irrespective of the fungicide used,

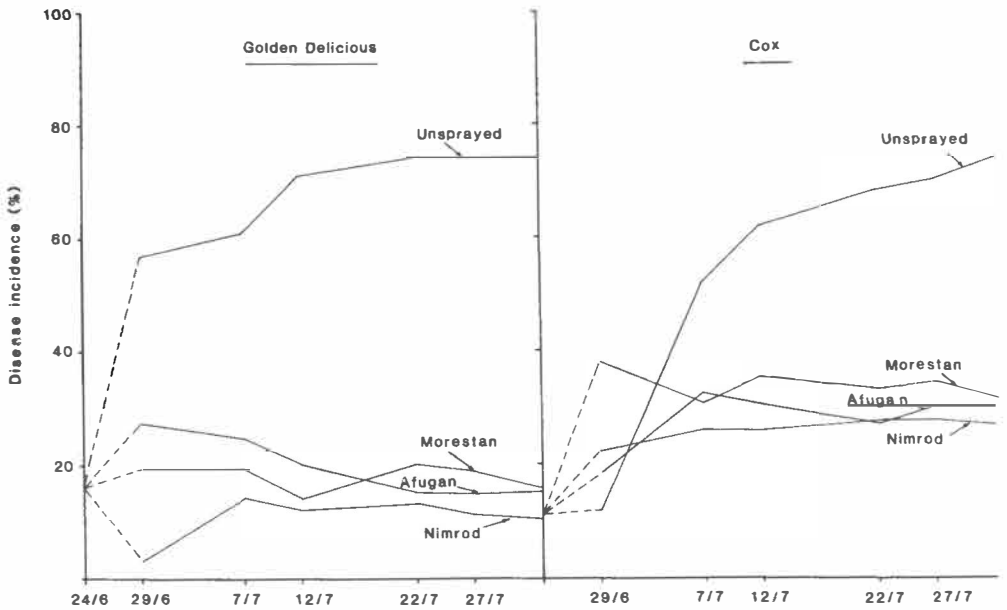


Figure 5 Mildew incidence (%) on sprayed and unsprayed trees of Golden Delicious and Cox's Orange Pippin.



control was more efficient on Golden Delicious. Again, there was little difference in mildew development on Spartan and Crispin when trees were unsprayed (Figure 6), but the choice of fungicide was critical, as shown by

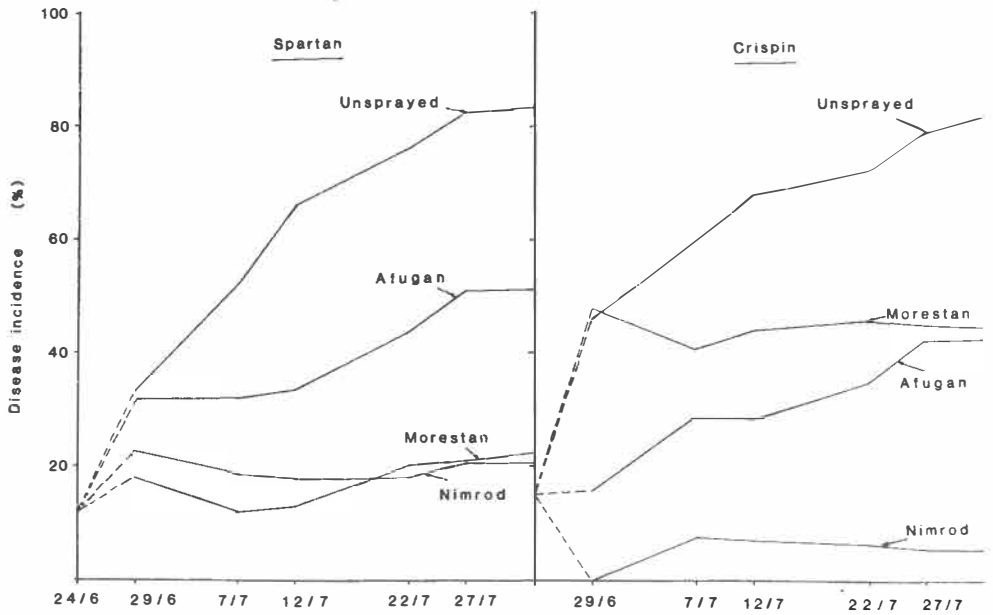


Figure 6 Mildew incidence (%) on sprayed and unsprayed trees of Crispin and Spartan.

Afugan on Spartan, and Afugan and Morestan on Crispin. Finally the field performance of Discovery is compared with Cox's Orange Pippin and Golden Delicious in Figure 7. Mildew development on Discovery totally unsprayed was no more than on Cox's Orange Pippin sprayed throughout the season. However, mildew development on Discovery sprayed was no less than on Golden Delicious sprayed throughout the season. Chemical control of powdery mildew on Discovery in this mixed planting was inefficient and the returns, whether biological or economic, must have been negligible.

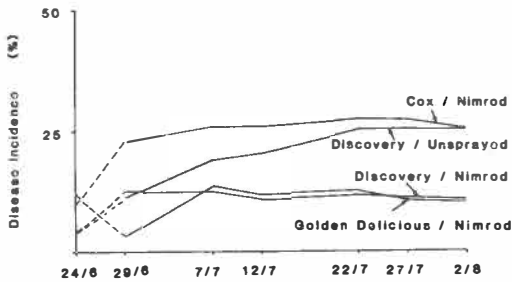


Figure 7 Mildew incidence (%) on sprayed and unsprayed trees of Discovery.

### Conclusions

These studies indicate that there are no epidemiological reasons why different varieties should necessarily receive the same number of sprays in a fungicide programme, or indeed the same fungicide. The rational matching of fungicide with variety, although a difficult procedure, can be approached experimentally as described here. The life span of commercial apple varieties and many mildew fungicides is long and it would be quite feasible to take each variety of interest and, with a number of years' experiments, determine the best compound and programme to suit its partial resistance characteristics. This would represent a small but significant advance in the management of mildew. This approach, however, does not take into account the different damage thresholds which are known to exist for some varieties (Butt, personal communication) and this complicates the oversimplified picture in Figure 1.

An alternative approach to detailed and time-consuming experimentation, that would avoid the generation of redundant as well as useful information, would be to utilise the information on components of partial resistance and epidemiological properties of the fungicides in order to predict the best combinations and strategies. There are problems with this approach. The associated variation noted with components restricts the theoretically possible interactions; information of host phenology may be required; and most importantly there is no general framework or epidemiological model that allows the prediction to be made at present.

The differential-difference equation of Vanderplank (1963), although having

the merit of relative simplicity and generality, is inadequate through a sufficient lack of detail. Computer simulation of particular cases, based on detailed knowledge of the epidemic cycle, may be useful, but will not be sufficiently general to answer questions of strategy. An intermediate approach, using epidemic models (Jeger, 1982) that may give a more flexible play-off between generality and biological detail, is presently being explored. There are several questions that need answering. For example, suppose the partial resistance of a variety is due mainly to one component, say a very low sporulation rate; should this characteristic be reinforced by an anti-sporulant, or complemented by a protectant fungicide? We may have intuitive answers to this and similar questions, but as yet no adequate theory or data; until this is available we shall be unable to integrate partial resistance fully into disease management practice.

#### References

- Butt, D.J. & Barlow, G.P. (1979) The management of apple powdery mildew: a disease assessment method for growers. Proceedings 1979 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases, pp. 77-86.
- Butt, D.J. & Jeger, M.J. (1982) Decision-based management of orchard pathogens and pests in the United Kingdom. Proceedings 1982 British Crop Protection Symposium - Decision Making in the Practise of Crop Protection (Ed. R.B. Austin), pp. 167-189.
- Hunter, L.D. & Blake, P.S. (1978) Inoculation of apple mildew in the glasshouse. Annual Report of the East Malling Research Station for 1977, p. 104
- Jeger, M.J. (1982) The relation between total, infectious and post-infectious diseased plant tissue. Phytopathology 72, 1185-1189.
- Jeger, M.J. & Butt, D.J. (1983) The effects of weather during perennation on epidemics of apple mildew and scab. EPPO Bulletin 13, 79-85.
- Parlevliet, J.E. (1979) Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology 17, 203-222.
- Vanderplank, J.E. (1963) Plant diseases: Epidemics and control. Academic Press: London. 349 pp.

SOURCES OF RESISTANCE TO APPLE SCAB (*VENTURIA INAEQUALIS*) USED AT THE FEDERAL RESEARCH CENTRE FOR HORTICULTURAL PLANT BREEDING AT AHRENSBURG

Jutta Krüger

Federal Research Centre for Horticultural Plant Breeding  
2070 Ahrensburg, Federal Republic of Germany

Abstract

Since 1978 apple breeding for scab resistance is done at our research centre. The resistance sources used are *Malus floribunda* 821, some D-numbers, *M. micromalus* and *M. zumi*.

Progenies with one parent possessing the gene  $V_f$  for scab resistance of *M. floribunda* 821 splitted 1:1 for resistance in the first growing year. But if both parents had this resistance the expected 3:1 splitting was not true in any case. All healthy seedlings transplanted to the field remained - with only few exceptions - without any scab incidence in the following 1 - 3 years. In progenies of the D-numbers about three fourth of the plants showed scab infection during the first year. Stability to scab resistance was not good in the following 2 - 3 years in the field. The number of infected plants in progenies with resistance of *M. micromalus* varied from about 50 to 100 % diseased plants during the first year's scab tests. The resistance of *M. zumi* seems to be inherited rather badly. In hybrid progenies with this *Malus* species 84 - 100 % of the seedlings showed scab infection.

Introduction

Apple scab caused by the ascomycete *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. is one of the main diseases of apple trees. The chemical control of this fungus is no problem but the numerous sprays bring about a great contamination of the environment. One of the best methods for having apple trees free of scab is the breeding of resistant varieties. At the Federal Research Centre for Horticultural Plant Breeding at Ahrensburg this problem becomes one of the main points in the apple breeding programmes. Since 1978 scab resistant varieties, clones and origins are used as parent/parents in apple crosses.

Material and methods

Resistance sources used at our research centre are *Malus floribunda* 821 in Coop 7, 8, 9, 10, in OR53T52, in Prima, in TSR15T3, and in 50G2, *M. micromalus*, *M. zumi* and the D-numbers 7, 10, 12 and 19. Resistance of *M. micromalus* exists

in clone 19, a cross of this *Malus* species and Charlamowsky, in the seedling trees 0706, 0725, 0774 and 0791, crosses of clone 19 and clone 68 (Oranenburg), as well as in the seedling tree 0145, a cross of clone 19 and clone 98 (Oldenburg open pollinated). Resistance of *M.zumi* is in clone 29 (*M.zumi* x Landsberger Renette) and in the seedling tree 0640 ((Antonowka x clone 29) x clone 6) (clone 6 = Morgenrot). We got all trees possessing the resistance of *M.micromalus* and *M.zumi* from M. Zwintzschler of the Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung at Köln-Vogelsang. These plants were selected for scab resistance at Köln and remained free of scab all the years - since 1976 - growing at Ahrensburg. The used D-numbers possess scab and mildew resistance; their origin is uncertain; VISSER and VERHAEGH (1976) were the first who used them in crosses for scab and mildew resistance breeding.

Scab resistance of the young seedlings was tested twice in the first growing year. When the plants had 2 - 3 leaves the first infection was done in the greenhouse by spraying with a spore suspension of *V.inaequalis* containing  $10^6$  spores/ml. About 14 days later all diseased plants were removed. The others went on growing in a field with much natural scab infections. In autumn again all plants with scab were thrown away. The healthy seedlings were transplanted to the resistance field for further observations.

## Results

### 1. Progenies with resistance of *Malus floribunda* 821

The results of scab susceptibility of hybrid progenies with one parent with resistance of *M.floribunda* 821 and of progenies of open pollinated descendants of *M.floribunda* 821 are represented in table 1. In the first growing year about 50 % of the plants showed scab infection. An exception was the progeny of the cross Danziger Kant x Coop 9 with 100 % diseased seedlings. The resistance in *M.floribunda* 821 is based on one dominant gene called  $V_f$  (HOUGH et al., 1953). Thus a 1:1 splitting could be expected. On the other hand progenies of crosses with both parents possessing the  $V_f$  gene seemed not to show a 3:1 splitting for scab resistance (table 2). As the number of seedlings in the single progenies in general was relatively low an exact statement is not possible at present. All plants of progenies of crosses with *M.floribunda* 821 or of open pollinated *M.floribunda* 821 descendants showed a high stability to scab in the field (table 1, 2). This was true for those with one parent with  $V_f$  as well as for those with both parents possessing the  $V_f$  gene. The first fruiting tree of the progeny of TSR15T3 open pollinated had small sporulating scab spots on the fruits while the leaves were healthy all the years.

Table 1: Scab behaviour of progenies possessing the resistance of *M. floribunda* 821 in one parent

| parentage              | no. of seedlings | scab 1st yr |     | no. field trans-planted | 2nd yr |   | scab 3rd yr [n] |   | 4th yr |     |
|------------------------|------------------|-------------|-----|-------------------------|--------|---|-----------------|---|--------|-----|
|                        |                  | [n]         | [%] |                         | -      | + | -               | + | -      | +   |
| OR 53T52               | 66               | 35          | 53  | 10                      | 10     | - | 10              | - | 10     | -   |
| TSR 15T3 op (1978)     | 31               | 16          | 52  | 10                      | 10     | - | 10              | - | 9      | 1fr |
| TSR 15T3 op (1979)     | 40               | 22          | 55  | 17                      | 16     | 1 | 17              | - |        |     |
| TSR 15T3 x Astramel    | 467              | 252         | 54  | 138                     | 138    | - | 137             | - |        |     |
| Astramel x TSR 15T3    | 41               | 24          | 59  | 15                      | 15     | - | 15              | - |        |     |
| TSR 15T3 x Elstar      | 383              | 207         | 54  | 67                      | 67     | - | 67              | - |        |     |
| Elstar x TSR 15T3      | 248              | 133         | 54  | 45                      | 45     | - | 44              | - |        |     |
| Danziger Kant x Coop 9 | 11               | 11          | 100 |                         |        |   |                 |   |        |     |
| Prima x clone 40       | 206              | 95          | 46  |                         |        |   |                 |   |        |     |
| Prima x A 142/5        | 84               | 33          | 39  | 44                      | 44     | - |                 |   |        |     |
| Prima x A 143/24       | 317              | 170         | 54  | 69                      | 68     | 1 |                 |   |        |     |

op: open-pollinated

clone 40: Goldparmäne op

fr: scab only on fruits

Table 2: Scab behaviour of progenies possessing the resistance of *M. floribunda* 821 in both parents

| parentage             | no. of seedlings | scab 1st yr |     | no. field trans-planted | scab 2nd yr [n] |   |
|-----------------------|------------------|-------------|-----|-------------------------|-----------------|---|
|                       |                  | [n]         | [%] |                         | -               | + |
| TSR 15T3 op x Coop 10 | 31               | 12          | 39  |                         |                 |   |
| Coop 10 x TSR 15T3 op | 29               | 12          | 41  |                         |                 |   |
| Coop 7 x Coop 10      | 6                | 1           | 17  | 4                       | 4               | - |
| Coop 10 x Coop 7      | 35               | 10          | 29  | 21                      | 21              | - |
| Coop 8 x Coop 10      | 35               | 15          | 43  | 16                      | 16              | - |
| Coop 10 x Coop 8      | 24               | 3           | 13  | 15                      | 15              | - |
| Coop 8 x Coop 7       | 10               | 2           | 20  | 4                       | 4               | - |
| Coop 10 x 5002        | 19               | 13          | 68  |                         |                 |   |

op: open pollinated

## 2. Progenies with resistance of D-numbers

Progenies with resistance of D-numbers were mostly obtained from open pollinated but also from crosses (table 3).

Table 3: Scab behaviour of progenies possessing the resistance of some D-numbers

| parentage    | no. of seedlings | scab       |        | no. field trans-planted | 2nd yr |   | scab [n] |    | 4th yr |   | no. trees without any scab |
|--------------|------------------|------------|--------|-------------------------|--------|---|----------|----|--------|---|----------------------------|
|              |                  | 1st yr [n] | yr [%] |                         | -      | + | -        | +  | -      | + |                            |
| D 7 op       | 54               | 44         | 81     | 7                       | 6      | 1 | 7        | -  | 7      | - | 6                          |
| D 10 op      | 83               | 45         | 54     | 10                      | 9      | 1 | 9        | 1  | 9      | 1 | 8                          |
| D 12 op (1)  | 108              | 76         | 70     | 10                      | 8      | 2 | 9        | 1  | 8      | 1 | 7                          |
| D 12 op (2)  | 65               | 48         | 74     | 6                       | 2      | 4 | -        | 5  | -      | 5 | 0                          |
| D 19 op      | 53               | 38         | 72     | 6                       | 5      | 1 | 2        | 5  | -      | 5 | 0                          |
| D 12 x Jamba | 115              | 93         | 81     | 17                      | 12     | 5 | 2        | 15 |        |   | 2                          |
| D 19 x Ingol | 101              | 77         | 76     | 18                      | 11     | 7 | -        | 18 |        |   | 0                          |

op: open pollinated

About three fourth of the seedlings became scab infected during the first year. Only the progeny of the open pollinated D 10 had a lower rate of one half. In the following years the stability of scab resistance of the transplanted trees was not good. In no case all plants remained free of scab. Rather there were some progenies with all seedlings diseased. We got the seed of the open pollinated D 7, D 10 and D 12(1) from Wageningen. In the plants of these progenies scab resistance was more constant than in those of the other D-number-progenies. It looks as if the other progenitor in the open pollinated D-numbers of Wageningen was not very susceptible to scab. In our field the D 12- and D 19-trees of which the seed was obtained were surrounded by scab susceptible varieties which might have been the pollinator. Jamba and Ingol are also susceptible to scab. Thus it seems that in crosses with the used D-numbers the male parent influences considerably the stability of scab resistance.

## 3. Progenies with resistance of Malus micromalus

The crosses with one parent with the resistance of M.micromalus and M.zumi were made in 1981; that means that the first scab tests with these progenies could not be made before 1982. Therefore results about the stability of scab resistance in the field are not available now.

In progenies with resistance of M.micromalus the percentage of diseased trees was very variable after the scab tests of the first year (table 4):

Table 4: Scab behaviour of progenies possessing  
the resistance of *M. micromalus*

| parentage              | no. of<br>seedlings | scab             |           |
|------------------------|---------------------|------------------|-----------|
|                        |                     | 1st<br>yr<br>[n] | yr<br>[%] |
| clone 19 op            | 7                   | 5                | 71        |
| A 143/14 op (6) x 0791 | 284                 | 246              | 87        |
| A 143/14 op (7) x 0791 | 600                 | 561              | 94        |
| A 143/14 op (9) x 0791 | 70                  | 33               | 47        |
| Jamba x 0791           | 8                   | 8                | 100       |
| Danziger Kant x 0791   | 10                  | 10               | 100       |
| 0791 x Danziger Kant   | 65                  | 65               | 100       |
| Danziger Kant x 0774   | 6                   | 6                | 100       |
| A 143/14 op (4) x 0725 | 44                  | 36               | 82        |
| A 143/14 op (4) x 0706 | 54                  | 45               | 83        |
| Jamba x 0145           | 59                  | 34               | 59        |

op: open pollinated

it varied between about 50 and 100 %. The adequate value for the progeny of the open pollinated clone 19 was within this range.

#### 4. Progenies with resistance of *Malus zumi*

The resistance of *M.zumi* seems to be inherited rather badly (table 5).

Table 5: Scab behaviour of progenies possessing  
the resistance of *M. zumi*

| parentage            | no. of<br>seedlings | scab          |           | no.<br>field<br>trans-<br>planted | 2nd yr |   | scab [n]    |   | 4th yr |   |
|----------------------|---------------------|---------------|-----------|-----------------------------------|--------|---|-------------|---|--------|---|
|                      |                     | 1st yr<br>[n] | yr<br>[%] |                                   | -      | + | 3rd yr<br>- | + | -      | + |
| clone 29 op          | 134                 | 81            | 60        | 48                                | 47     | 1 | 47          | - | 47     | - |
| Danziger Kant x 0640 | 17                  | 16            | 94        |                                   |        |   |             |   |        |   |
| Jamba x 0640         | 16                  | 16            | 100       |                                   |        |   |             |   |        |   |
| 0640 x Jamba         | 57                  | 48            | 84        |                                   |        |   |             |   |        |   |

op: open pollinated

At the end of the first year no more than 16 % healthy plants remained in the best hybrid progeny. The progeny of the open pollinated clone 29 was more resistant than those of the crosses. Only one of 48 trees of the transplanted



healthy trees of the open pollinated clone 29 showed scab incidence in the field during 3 years.

### Conclusion

The above demonstrated results show that *M.floribunda* 821 seems to be the best of the used resistance sources. The number of healthy plants in progenies was the highest and after rejection of scab susceptible seedlings in the first year the resistance in the field was nearly stable. On the other hand the stability of the plants possessing the resistance of the D-numbers decreased from year to year. Unfortunately corresponding data of *M.micromalus*- and *M.zumi*-progenies are not available at present. But if the indication of the good stability of resistance in the progeny of the open pollinated clone 29 is transferable to hybrid progenies of *M.zumi* this resistance can be of a great interest in scab breeding programmes. While the resistance in *M.floribunda* 821 is based on one dominant gene it seems that the resistance in this *M.zumi* depends on more than one gene. This fact may be of interest regarding a possible breaking of a monogen inherited characteristic. In this survey of our scab breeding programme and the resistance sources used in it the problem of fruit quality could not be considered up to now. The first seedlings in the above mentioned progenies start fruiting now.

### References

- Hough, L.F., Shay, J.R. and Dayton, D.F. 1953. Apple scab resistance from *Malus floribunda* Sieb. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62: 341-347.
- Visser, T. and Verhaegh, J.J. 1976. Review of tree fruit breeding carried out at the Institute for Horticultural Plant Breeding at Wageningen from 1951-1976. Proc. Eucarpia Meeting on Tree Fruit Breeding, Wageningen 7. - 10. Sept.: 113-132.

ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE DE LA TAVELURE DU POMMIER SUR DES  
HYBRIDES RESISTANTS PAR DES MECANISMES POLYGENIQUES.

J.M. OLIVIER<sup>\*</sup>, Y. LESPINASSE<sup>\*\*</sup>,

<sup>\*</sup> Station de Pathologie Végétale,

<sup>\*\*</sup> Station d'Arboriculture fruitière,

I.N.R.A., Route de Saint-Clément,  
BEAUCOUZE 49000 ANGERS - FRANCE.

RESUME

Des hybrides de pommier portant une résistance à la tavelure sous contrôle polygénique sont étudiés sous l'angle épidémiologique afin de préciser leur degré de sensibilité éventuelle à la maladie. Au cours de fortes épidémies, grâce à un dispositif de plantation favorisant la présence d'un inoculum dense, un de ces hybrides, descendant d'une vieille variété française s'est révélé indemne de tavelure. D'autres hybrides se sont montrés peu ou très peu sensibles malgré la sévérité des attaques sur les arbres voisins sensibles ("Golden delicious"). Une analyse des paramètres de l'épidémie montre que les différences pathologiques se situent surtout au niveau du nombre et de la taille des lésions, la phénologie des hybrides ne semblant pas jouer un rôle différentiel. L'observation des contaminations des fruits au moment de la récolte et au cours de la conservation modifie peu le jugement porté sur ces hybrides pendant la saison. Les feuilles des hybrides se sont révélées en majorité incapables de porter la forme sexuée du parasite. Enfin, les autres maladies malgré l'absence de traitements anti-tavelure n'ont pas connu de développement anormal, sauf le "fly-speck", sur les fruits de certains hybrides. A partir de ces résultats, des propositions de lutte raisonnée associant la faible sensibilité des hybrides à résistance polygénique et un usage très allégé de fongicides peuvent être faites.

-----

La lutte contre la tavelure du pommier, malgré le grand nombre de travaux déjà publiés, est encore susceptible d'être améliorée. En particulier, la recherche de méthodes raisonnées permettant de limiter les inconvénients liés à l'emploi des fongicides fait l'objet de travaux dans plusieurs laboratoires. L'utilisation de variétés résistantes est une voie de travail possible (LESPINASSE et OLIVIER, 1981). Concernant la tavelure, les résultats de l'amélioration se concrétisent actuellement à travers des variétés nouvelles portant une même résistance à contrôle mono ou oligogénique (système Vf, LESPINASSE et OLIVIER 1981). Il est nécessaire de préparer l'avenir en diversifiant les sources de résistances utilisables, ce qui peut se faire en exploitant les qualités de variétés anciennes. Celles-ci sont souvent porteuses d'une bonne résistance à une ou plusieurs maladies du pommier.

Cependant ces résistances (ou moindre sensibilité) sont sous contrôle polygénique, ce qui complique la tâche de l'améliorateur. Elles sont aussi bien souvent incomplètes. Il importe donc pour le pathologiste de bien définir, dans différentes conditions d'épidémies, quels sont les risques d'attaques par le parasite, et lorsque les dégâts ne peuvent être considérés comme négligeables, quelles sont les mesures à prendre pour donner à ces variétés une certaine crédibilité auprès de l'arboriculteur.

A Angers, nous nous attachons à répondre à ces questions en étudiant, à partir d'une collaboration entre pathologiste et améliorateur, le comportement des hybrides issus du programme de sélection du pommier.

## I. MATERIEL ET METHODES

Pour l'étude des résistances à contrôle polygénique, le matériel végétal suivant est utilisé :

- variété sensible de référence et source d'inoculum : "Golden delicious (X 972),
- hybride de résistance intermédiaire (origine I.N.R.A. Bordeaux X 3082 ("Richared delicious"x"Reinette de Lansberg").

Hybrides résistants (origine I.N.R.A. Angers)

- P<sub>20</sub>R<sub>1</sub>57 : *Malus hupehensis* x "Jonathan" (4x)
- TNA 48-9 : "Rouchetaude" (ancienne variété française) x "Melrose"

. P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub> : fécondation libre de Z 185 (Z 185 = "Golden delicious" x "Antonowka" 34-16).

Ces hybrides représentent trois sources de résistances, l'une provenant d'une espèce différente dans le genre *Malus*, les deux autres venant de vieilles variétés européennes.

Les observations sur ces arbres sont réalisées dans un verger planté à haute densité, en rang double. La parcelle élémentaire est constituée par 16 arbres de chaque hybride, des rangs de "Golden delicious", assurant autour de ces parcelles, une contamination forte et homogène. Un tiers de ce verger peut être brumisé pour accentuer la pression de la maladie (description détaillée du verger dans LESPINASSE et al., 1979, OLIVIER et LESPINASSE, 1981).

Les arbres sont examinés toutes les 3 semaines, les notations portant sur la phénologie (stade FLECKINGER, croissance des rameaux et évolution des surfaces foliaires, diamètre des fruits), sur les degrés d'attaques par la tavelure (nombre de feuilles ou fruits malades, nombre de lésions par feuille, localisation des lésions) et sur une description quantitative du cycle d'infection (surface des lésions, sporulation, viabilité production d'ascospores au printemps) selon une procédure proche de celle décrite par JEGER (1981).

Enfin l'incidence de parasites autre que la tavelure (et l'Oïdium) est notées en particulier sur les fruits, à la récolte et après 4 mois de conservation à 2°C.

La lutte anti-Oïdium est assurée avec du pyrazophos. Aucun anti-tavelure n'est appliqué sur ce verger.

## II. RESULTATS

Les années 1981 et 1982 ont été particulièrement intéressantes par leur régime épidémique (figure 1). En 1981, l'attaque de tavelure a été très sévère et régulièrement répartie au cours de la saison. En 1982, les projections d'ascospores ont été plus tardives et l'incidence de la maladie a donc été moindre, malgré des périodes estivales favorables aux repiquages conidiens.

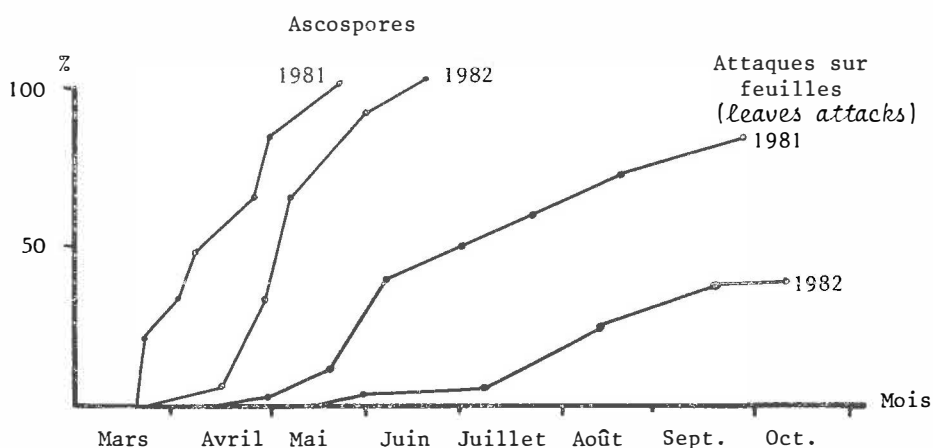


FIGURE 1. Epidémies de tavelure en 1981 et 1982 ("Golden delicious", non traitées).

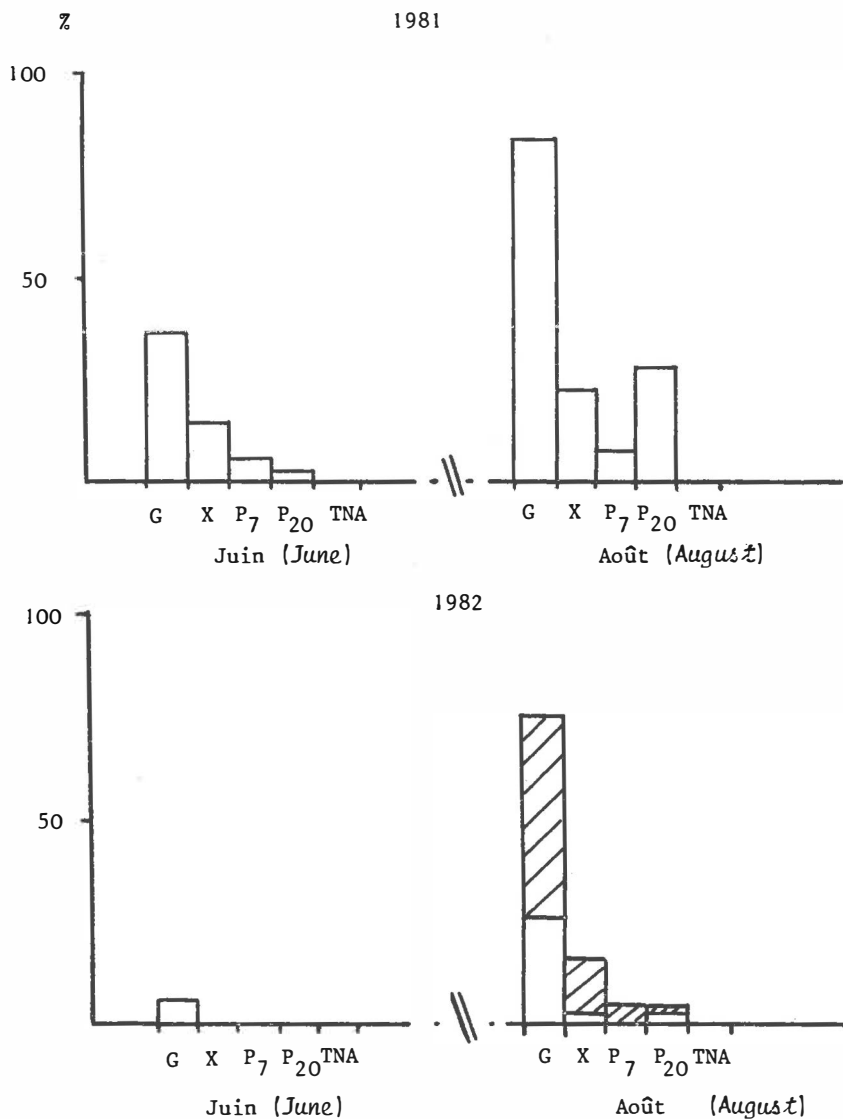
(Scab epidemics in 1981 and 1982 on "Golden delicious" without spray).

Sur les hybrides, l'attaque sévère de 1981 s'est traduite par la présence de symptômes sauf sur TNA 48-9 qui est demeuré indemne (figure 2). Les pourcentages de feuilles tavelées sont très significativement moindres sur X3082 et surtout sur  $P_7R_4A_4$  comparés à "Golden delicious".  $P_{20}R_1 57$  est peu atteint en juin mais cet hybride subit une attaque estivale non négligeable.

En 1982, les hybrides échappent tous aux attaques de printemps. En été, malgré les conditions favorables à la maladie,  $P_7R_4A_4$  et TNA 48-9 demeurent indemnes. On note à nouveau une attaque estivale très légère sur  $P_{20}R_1 57$ . Le recours à une brumisation sur une partie du verger en juillet-août accroît l'incidence de la tavelure sur "Golden", X3082,  $P_7R_4A_4$  et  $P_{20}R_1 57$ , TNA 48-9 reste indemne jusqu'à la chute des feuilles. La brumisation confirme donc les observations de 1981.

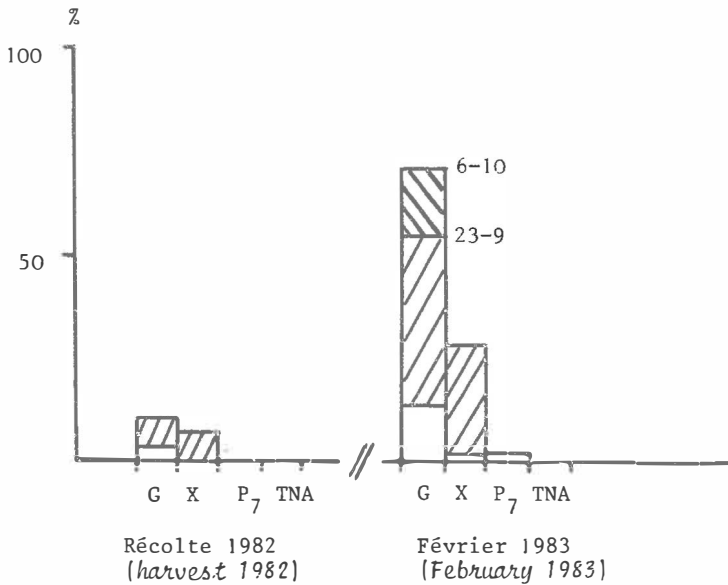
Sur fruits, la notation n'a été effectuée qu'en 1982, première année de production suffisante (figure 3).

L'incidence de la tavelure est notable sur "Golden delicious". La brumisation et un décalage de la récolte (23/9 et 6/10) favorisent l'expression de la tavelure pendant la conservation. Dans une moindre



**FIGURE 2.** Tavelure sur feuilles en 1981 et 1982  
 (Été 1982 = brumisation sur 1/3 du verger )  
 Scab on leaves in 1981 and 1982.  
 (In summer 1982, water sprinkling on 1/3 of the orchard )

G = "Golden delicious"  
 X = X3082  
 P<sub>7</sub> = P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub>  
 P<sub>20</sub> = P<sub>20</sub>R<sub>1</sub>-57  
 TNA = TNA 48-9



**FIGURE 3.** Tavelure sur fruits à la récolte et après conservation (2 dates de récolte pour "Golden delicious" brumisé : 23-9 et 6-10).

*Scab on fruits at the harvest and after storage (2 harvest dates for water sprinkled "Goldendelicious" 23/9 and 6/10).*

mesure, ces remarques sont valables pour X3082. Les fruits de P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub>, P<sub>20</sub>R<sub>1</sub>57 (petit calibre de type pommier botanique environ 30 mm de diamètre), et TNA 48-9 sont indemnes à la récolte. Quelques petites taches de tavelure sont notées en février sur P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub>.

Les observations réalisées au verger montre que les différences de sensibilité entre hybrides ne peuvent être expliquées par la différence de phénologie (sensu lato) (tableau 1). On note qu'il y a deux groupes d'hybrides; avec croissance estivale, X 3082, P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub> et TNA 48-9 et sans croissance estivale en particulier P<sub>20</sub>R<sub>1</sub>57, pourtant attaqué par la tavelure au cours de l'été. Le tableau 2, où figure l'accroissement de juin à août de la surface foliaire moyenne sur un rameau à bois confirme les données du tableau 1 sauf, en ce qui concerne P<sub>20</sub>R<sub>1</sub>57 pour lequel la surface des feuilles s'accroît de près de 36 %.

Les tableaux 3a et 3b donnent les résultats des analyses pathologiques. Des différences importantes existent sur le nombre de lésions par feuille malade, sur la localisation des lésions;

- aucune lésion sur la face inférieure des feuilles fin juin pour  $P_{7R_4A_4}$  et  $P_{20R_157}$
- très faible sensibilité des faces inférieures au cours de l'été pour  $P_{20R_157}$ .

Les surfaces des lésions sont également des éléments différentiels. L'aspect des lésions doit de même être pris en compte avec une tendance marquée chez  $P_{7R_4A_4}$  et  $P_{20R_157}$  à la nécrose précoce du centre des taches, principalement après les attaques estivales. Par contre, la capacité de sporulation (ramenée à l'unité de surface) ne révèle pas d'écarts significatifs. Des différences dans les durées d'incubation doivent être confirmées.

Cette analyse de l'état pathologique des hybrides peut être synthétisée afin de faciliter les comparaisons. Un "indice de sporulation" représente le potentiel de spores portées par 10 rameaux à une date donnée, potentiel calculé d'après les éléments précédemment cités. L'indice est donc une illustration du pouvoir infectieux des rameaux, donc non seulement de l'état de la maladie à une date donnée mais aussi de la capacité à transmettre celle-ci. Le tableau 4 montre que l'indice reflète les différences qualitatives et quantitatives entre les deux années et entre les hybrides.

Entre 1981 et 1982, l'aptitude à donner la forme sexuée du parasite a été mesurée. Le tableau 5 montre que  $P_{7R_4A_4}$  (malgré la présence de lésions sur feuilles) n'a été à l'origine d'aucune ascospore. Le nombre de spores captées à partir du  $P_{20R_157}$  est extrêmement faible, mais non nul.

Enfin l'état sanitaire général des arbres a été suivi pour déterminer si d'éventuelles maladies "mineures" pouvaient proliférer en absence de traitements anti-tavelure. Aucun dégât particulier n'a été observé en verger. Au cours de la conservation, on note un développement non négligeable de "fly speck" (*Leptothyrium pomi* (Mart. et Fr.) Sacc., Viennot Bourgin (1966), ce qui n'est pas surprenant après un été humide, en absence de tout fongicide, dans un système de culture favorisant une forte densité du feuillage.



TABLEAU 6. Etat sanitaire des fruits après 4 mois de conservation  
(Diseases developed on fruits after 4 months in storage)

|  | Fruits tavelés<br>(Scab)<br>% | Fruits avec<br>"Fly speck"<br>% |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| "Golden del."                                | 16,0                          | 0                               |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 0,8                           | 36,3                            |
| "Starkrimson" *                              | 20,7                          | 3,1                             |

\* parcelle voisine (bordering plot)

### III. DISCUSSION

Les observations effectuées pendant ces deux années au cours desquelles la maladie s'est exprimée de façon sévère, font ressortir les points suivants :

. un hybride portant une résistance polygénique (TNA 48-9) peut être totalement indemne malgré la présence d'un fort inoculum. On peut maintenant s'interroger sur la stabilité d'une telle résistance et l'adaptation éventuelle de différentes population du parasite. Une réponse sera apportée par l'observation de vergers similaires plantés dans le Sud-Ouest et le Sud-Est de la France. On peut cependant concevoir un emploi (experimental) de ce type d'hybride identique à celui d'une variété à résistance monogénique.

. des hybrides descendants de vieilles variétés européennes peuvent présenter une très bonne résistance "au champ", à savoir indemnes lorsque le risque de tavelure est moyen et très peu malades lorsque le risque est élevé (ex. P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub>).

Ce type d'hybride représente un matériel intéressant puisqu'il permet de diversifier les sources de résistance et possède bien souvent des qualités gustatives attractives comme c'est le cas pour P<sub>7</sub>R<sub>4</sub>A<sub>4</sub>.

Une première proposition d'emploi peut être faite par l'améliorateur qui souhaite associer dans une même variété les mécanismes polygéniques et mono(oligo)géniques afin de limiter les risques d'éventuels contournements des résistances (LESPINASSE et al., 1979).

Une seconde possibilité consiste à considérer cette très faible sensibilité comme une composante principale d'une lutte raisonnée utilisant différents moyens d'action, rejoignant ainsi les concepts émis par WOLFE & BARRETT (1979), ZADOKS & SCHEIN (1979), OLIVIER & MARTIN (1982). Il importe d'abord de considérer la région de plantation: à titre d'exemple, il apparaît probable que les risques de tavelure sur  $P_7R_4A_4$  seront très faibles et certaines années nuls, si cet hybride est planté dans la Vallée du Rhône ou en Provence sous un climat sec de type méditerranéen.

Dans les zones où le risque est plus élevé, le régime climatique de l'année est à considérer, conduisant à différentes stratégies.

- . Pas de traitement (période peu favorables à la maladie)
- . Traitements chimiques très allégés en cas de risque.

Cette dernière stratégie peut être valorisée par le recours aux systèmes de mesure des risques (OLIVIER et al 1983) et aux fongicides curatifs permettant de ne traiter qu'après une estimation de la gravité des attaques. On peut raisonnablement situer l'objectif, en année très favorable à la maladie entre 2 et 5 applications sur les hybrides, contre 12 à 18 dans les mêmes conditions sur "Golden delicious", (dans les conditions du Val de Loire).

Ces différentes possibilités sont en cours d'expérimentation à Angers.

Une tentative est également faite pour intégrer le problème Oïdium, en utilisant au mieux, sur les hybrides à résistante partielle, les propriétés des fongicides à action mixte anti-Oïdium et anti-tavelure. Ce point est en relation avec la notion pratique d'économie au niveau des passages d'appareils. En effet, la protection contre l'Oïdium demeure nécessaire et représente une limite notable à la réduction des traitements fongicides en verger de pommier. Sur ce point, un hybride comme  $P_{20}R_1$  57, résistant également à l'Oïdium et au puceron cendré, illustre une autre voie de travail qui doit être poursuivie, l'association dans une même variété de résistances à différents ennemis majeurs du pommier.

-----

Ce travail a débuté dans le cadre d'une A.T.P. I.N.R.A.-C.N.R.S. et a été réalisé grâce à la collaboration de J.M. DIONNET, M. GODICHEAU et D. MARTIN.

## ABSTRACT

### EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF APPLE HYBRIDS CARRYING SCAB POLYGENIC RESISTANCES.

Apple hybrids carrying scab polygenic resistances are surveyed to determine if the resistance is complete or not and what are their possible level of susceptibility. Two severe epidemics occurred in an experimental orchard where a high density planting increased the scab pressure. One hybrid, progeny of an old french variety remained healthy during the two years. Other hybrids have shown very few symptoms compared with "Golden delicious". The parameters of epidemics have been studied, phenology of hybrids, incidence and severity of the disease, size and sporulation of lesions, ability to carry the sexual phase... The possible development of other diseases, related to the absence of fungicide, has been also observed. From the results, different strategies are proposed for the use of such hybrids in breeding programs or on a practical point of view, as a component of integrated diseases control.

-=-=-=-=-

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- JEGER M. 1981. Disease measurement in a study of apple scab epidemics. Ann. Appl. Biol. 99, 43-51.
- LESPINASSE Y. & OLIVIER J.M. 1981. Evolution des recherches sur la résistance du pommier à la tavelure. I. Sources de résistance et programme d'amélioration génétique. 1er Coll. Recherches Fruitières (I.N.R.A. - C.T.I.F.L.) 135-144.
- LESPINASSE Y., OLIVIER J.M. & GODICHEAU M. 1979. Etudes entreprises dans le cadre de la résistance à la tavelure du pommier. C.R. Eucarpia (Fruit section - Angers) 97-100.
- OLIVIER J.M. & LESEPINASSE Y. 1981. Evolution des recherches sur la résistance du pommier à la tavelure. II. Etude du parasite et stratégies de lutte. 1er Colloque Recherches Fruitières (I.N.R.A. - C.T.I.F.L.) 145-156.
- OLIVIER J.M. & MARTIN D. 1982. Les tavelures des arbres fruitiers; problèmes posés par l'utilisation des fongicides et des variétés résistantes. In : Les Maladies des Plantes (ACTA ed.) 350-353.
- OLIVIER J.M., LAMBERT C. & LEFEUVRE M. 1983. Application du thermohumectographe KIT-INRA. Etude des risques de tavelure du pommier à l'échelle du Maine-et-Loire (France). C.R. Intern. Symp. OEPP/OMM, Bull. OEPP 13 (2), 47-56.

- VIENNOT-BOURGIN G. et collaborateurs, 1966. Les champignons parasites des arbres fruitiers à pépins. Ponsot ed. 150p.
- WOLFE M.S. & BARRETT J.A. 1979. Disease in crops controlling the evolution of plant pathogens.  
J. of Royal Soc. of Arts (May 79) 321-333.
- ZADOKS J.C. & SCHEIN R.D. 1979. Epidemiology and Plant disease management. Oxford Univ. Press. 427 pp.

-----

TABLEAU 1. Nombre de feuilles/pousse en juin et nouvelles feuilles ( $\Delta$ ) formées entre juin et août.

(Number of leaves/shoot and number of new leaves ( $\Delta$ ) developed between June and August).

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | 1981        |                    | 1982        |                     |
|--|-------------|--------------------|-------------|---------------------|
|  | Juin (June) | $\Delta$           | Juin (June) | $\Delta$            |
| "Golden delicious"                           | 15,3        | + 0,6              | 12,5        | + 1,1               |
| X3082  | 20,8        | + 9,5 <sup>✕</sup> | 14,9        | + 12,3 <sup>✕</sup> |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 19,4        | +10,4 <sup>✕</sup> | 14,4        | + 11,2 <sup>✕</sup> |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> -57           | 17,4        | + 3,0              | 13,3        | + 2,3               |
| TNA 48-9                                     | 20,6        | + 9,8 <sup>✕</sup> | 17,9        | + 12,5 <sup>✕</sup> |

✕ Croissance estivale (Summer growth).

TABLEAU 2. Accroissement estival de la surface foliaire (1982).

(Summer increase of leaves surfaces 1982).

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | $\Delta_s$ (%) |
|--|----------------|
| "Golden delicious"                           | + 23,7         |
| X 3082                                       | + 56,9         |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | + 50,6         |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> -57           | + 35,8         |
| TNA 48-9                                     | + 58,4         |

$$\Delta_s = \frac{S_A - S_J}{S_A} \times 100$$

S<sub>A</sub> = surface, Août (August)

S<sub>J</sub> = surface, Juin (June)

TABLEAU 3a. Analyse de l'épidémie en 1981.

(Analysis of the epidemic in 1981).

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | Nb lésions/feuille tavelée<br>(Nb lesions/diseased leaf) |               | Localisation des lésions %<br>face inférieure<br>(Location of lesions, % on<br>lower side) |               |
|--|--|---------------|--|---------------|
|  | Juin (June)  | Août (August) | Juin (June)  | Août (August) |
| "Golden del."                                | 7,3  | 14,6          | 40,6   | 84,1          |
| X3082  | 3,1  | 2,7           | 47,7   | 72,1          |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 1,2  | 1,6           | 0  | 22,8          |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> 57            | 1  | 3,3           | 0  | 6,4           |
| TNA 48-9                                     | 0  | 0             | 0  | 0             |

TABLEAU 3b. Analyse de l'épidémie en 1981.

(Analysis of the epidemic in 1981)

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | Surfaces des lésions, cm <sup>2</sup> |               | Spores/cm <sup>2</sup> lésions |                     |
|--|---------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
|  | Juin (June)                           | Août (August) | Juin (June)                    | Août (August)       |
| "Golden del."                                | 0,446                                 | 0,107         | 6,9.10 <sup>4</sup>            | 11 .10 <sup>4</sup> |
| X3082  | 0,341                                 | 0,111         | 3,6.10 <sup>4</sup>            | 5,8.10 <sup>4</sup> |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 0,125                                 | 0,069*        | 3,7.10 <sup>4</sup>            | 2,8.10 <sup>4</sup> |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> 57            | 0,150                                 | 0,049*        | 8,5.10 <sup>4</sup>            | 5,7.10 <sup>4</sup> |
| TNA 48-9                                     | 0                                     | 0             | 0                              | 0                   |

\* Lésions jeunes, nécrotiques, pas ou peu sporulantes.  
(Young lesions, necrotic or weakly sporulating).

TABLEAU 4. Indice de sporulation ( $\times 10^4$ )  
(Sporulation index).

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | 1981        |               | 1982        |               |
|--|-------------|---------------|-------------|---------------|
|  | Juin (June) | Août (August) | Juin (June) | Août (August) |
| "Golden del."                                | 1 290       | 2 270         | 0,33        | 3 937         |
| X3082  | 80          | 100           | 0           | 0,34          |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 2           | 6             | 0           | 0             |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> -57           | 1,5         | 5             | 0           | 0             |
| TNA 48-9                                     | 0           | 0             | 0           | 0             |

$$I \text{ (Index)} = 10 \times A \times B \times C (C_s \times D_s \times E_s + C_i \times D_i \times E_i).$$

- A = Nb feuilles/pousses (Nb leaves/shoot)  
 B = % feuilles tavelées (% leaves with scab)  
 C = Nb lésions/feuille tavelée (Nb lesions/diseased leaf)  
 C<sub>s</sub> = % lésions face supérieure (s) (% lesions on upper sides (s))  
 C<sub>i</sub> = % lésions face inférieure (i) (" " lower " (i))  
 D<sub>s</sub> = surface moyenne des lésions (s) (mean surface of lesions)  
 D<sub>i</sub> = " " " (i) (" " " "  
 E<sub>s</sub> = sporulation par cm<sup>2</sup> de lésion(s) (sporulation/cm<sup>2</sup> of lesion)  
 E<sub>i</sub> = " " " (i) " " " "

TABLEAU 5. Mesure de la libération des ascospores portées par des feuilles tavelées en 1981.  
(Estimate of ascospores release on leaves attacked in 1981).

| Hybrides<br>(Hybrids)                        | Nb d'ascospores libérées/100 cm <sup>2</sup> * (mars 1982)<br>(Ascospores released in march 1983/100 sq.cm) |
|--|---|
| "Golden delicious"                           | 2 100   |
| X3082  | 200   |
| P <sub>7</sub> R <sub>4</sub> A <sub>4</sub> | 0   |
| P <sub>20</sub> R <sub>1</sub> 57            | 1   |
| TNA 48-9                                     | 0   |
| "Querina" (Vf)                               | 0   |
| "Prima" (Vf)                                 | 0   |

SCREENING FOR DISEASE RESISTANCE  
AMONG OLD BELGIAN FRUIT TREE CULTIVARS.

C. POPULER,  
Station de Phytopathologie,  
13, Avenue du Maréchal Juin  
B 5800 - GEMBLoux (Belgique).

---

A collection of old apple and pear cultivars of Belgian origin was started in 1975 at the State Plant Pathology Station in Gembloux. The initial view was to collect the material from old fruit tree collections in a number of horticultural schools and to test it for resistance to the major fungal diseases. Old cultivars originated in the neighbouring countries and previously grown in Belgium were next collected from the same sources, both to compensate for the lower number of Belgium apples compared to pears and to preserve foreign cultivars not listed in the collections maintained by I.N.R.A. at Angers and N.F.T. at Faversham.

In the initial years of the programme, cultivars not found in collections had also been recovered sporadically from old gardens and standard-tree orchards. From 1979 on, this type of collecting rapidly amplified concurrently with the development of an interest for the subject in the public. More than 800 reports concerning old fruit tree cultivar have now been recorded at the Station in three years and 250 locations have been visited. The number of cultivars recovered from old collections - mostly originated by known amateur breeders of the past century is now more than equalled by the material found on farms and in gardens - a mixture of local landraces, breeders' cultivars and unnamed cultivars. The total number of accessions in the Plant Pathology Station collection at the end of 1982 was 690 for apples, 680 for pears and 140 for plums, the latter species having been added to the programme in the course of prospecting the countryside.

The collected apple, pear and plum cultivars are budded respectively on M9, quince A and St-Julien A rootstocks and are planted in an unsprayed evaluation orchard. Interesting characters which are already apparent in the apple section of the collection are fair field resistance to scab, long shelf life in natural storage conditions, high sapidity and even self-rooting capacity. Some plum landraces are also noteworthy for early fruiting, resistance to rain damage and *Monilia* fruit-rot, fruit quality and adaptation to mechanical shaking. Prospects are less promising for pears, as scab-resistance - which is not uncommon in old cultivars - might well be of the race specific kind and as fungal diseases are now reading in the background with the progress of fireblight. Nurserymen working for the amateur gardeners have been developing an interest for the program in recent years and it is now intended to release the better cultivars emerging from the evaluation for multiplication in the nursery form 1985 on.



# SOURCES DE RESISTANCE AUX MALADIES CHEZ LE POIRIER

B. THIBAUT  
Station d'Arboriculture Fruitière  
I.N.R.A. - Bois l'Abbé  
BEAUCOUZE - 49000 ANGERS (France)

## RESUME

Les principales maladies qui attaquent les vergers de Poirier sont causées par :

- une bactérie : *Erwinia amylovora* Burril, Winslow et al. (Fire blight)
- deux champignons : *Venturia pirina* Aderh. (Scab)  
*Fabraea maculata* Atk. (Leaf spot)
- un mycoplasme causant le dépérissement (Pear decline)
- différents virus : Vein Yellow - Ring Mosaic - Rubbery Wood etc ...

Les résistances aux virus et aux mycoplasmes sont traitées dans la communication de J. LEMOINE. Ne seront étudiées ici que les résistances aux 3 premières maladies nommées.

En ce qui concerne *Erwinia amylovora*, la principale source de résistance se trouve dans *P. ussuriensis* Maxim où les types sauvages peuvent être qualifiés de hautement résistants. Une résistance plus variable existe chez *P. calleryana* Decne. Enfin des résistances très variées se trouvent chez les espèces *P. pyrifolia* (Burm) Nak, *P. betulaefolia* Bunge et *P. communis* L.

La résistance à *Venturia pirina* n'a jamais été étudiée systématiquement. Cependant de nombreux auteurs s'accordent pour dire que *P. pyrifolia* et *P. bretschneideri* Redh sont pratiquement immunes. Les autres espèces présentent des degrés variés de résistance mais les données ne sont pas concordantes suivant les auteurs, les années, et sans doute la présence de biotypes distincts. Les principaux travaux sont rappelés.

C'est encore chez les espèces orientales : *P. pyrifolia*, *P. ussuriensis*, *P. betulaefolia* et *P. uyematsuana* Makino que l'on trouve une résistance à *Fabraea maculata*. Cette maladie ne constitue pas une forte contrainte dans les climats tempérés où le Poirier est habituellement cultivé.

## INTRODUCTION

Nous ne traiterons dans cet exposé que des résistances à 3 maladies qui sont les plus fréquentes dans les vergers de Poirier : le feu bactérien (*Erwinia amylovora*, Burrii, Winslow et al), la Tavelure (*Venturia pirina* Aderh) et l'entomosporiose (*Fabraea maculata* Atk). Les résistances aux virus et aux mycoplasmes sont traitées dans une autre communication (J. LEMOINE).

### I - FEU BACTERIEN

La résistance au feu bactérien existe dans des espèces fort éloignées des variétés généralement cultivées dans les régions tempérées. Ces espèces sont :

- *Pyrus ussuriensis* Maxim
- *Pyrus calleryana* Decne
- *Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.

Malheureusement, la qualité gustative des fruits de ces espèces ne répond pas du tout au standard des variétés de *Pyrus communis* L. auquel sont habitués les consommateurs de fruits produits en Europe de l'Ouest, Etats-Unis, Argentine, Afrique du Sud, Australie.

En fait, on se trouve devant trois niveaux de résistance :

- Résistance élevée dans les formes sauvages de *P. ussuriensis* (immunité complète même sur rameaux vigoureux).
- Résistance pratique : que l'on trouve, par exemple, dans l'hybride *P. pyrifolia* x *P. communis* appelé KIEFFER (infection sur 20 à 30 cm mais jamais de mortalité). C'est aussi le niveau de 'MAGNESS', 'MAXINE' ou 'MAC'.
- Résistance réduite de variétés de *Pyrus communis* telles que 'D. DU COMICE', 'B. D'ANJOU', 'WILLIAMS' qui sont capables de transmettre à un certain pourcentage de leur descendance une résistance améliorée.

Les premiers travaux de chercheurs américains ont beaucoup utilisé la source *P. pyrifolia* car il existait des hybrides naturels entre cette espèce et *P. communis* (KIEFFER - GARBER - LECONTE) qu'ils ont recroisé avec des variétés cultivées. Cependant la qualité des fruits restait toujours médiocre.

En 1968, après une étude systématique, une équipe de chercheurs des U.S.A. et du Canada concluait (1) "la probabilité d'obtenir des sélections résistantes au

feu bactérien avec une bonne qualité des fruits à partir de croisements intraspécifiques de *Pyrus communis* apparaît plus grande qu'à partir de croisements interspécifiques qui doivent comprendre plusieurs générations de back-crosses".

En 1975, THOMPSON et al (2) aux U.S.A. ont déterminé un gène dominant *Se* responsable de la sensibilité chez *P. communis*. Mais l'absence de ce gène majeur ne suffit pas toujours à assurer un fort pourcentage de non sensibles dans la descendance montrant que de nombreux gènes mineurs interviennent conjointement.

QUAMME et BONN (3) au Canada concluent à une hérédité polygénique avec une action considérable d'additivité.

Sur un plan pratique, des variétés nouvelles ou des hybrides sous numéro dont les parents appartiennent exclusivement à l'espèce *P. communis* ont montré un niveau de résistance égal ou supérieur à KIEFFER. On peut citer par exemple 'MAGNESS', 'MAXINE', 'MICHIGAN 437', 'DAWN', 'HONEYSWEET', 'HARVEST QUEEN', 'HARROW DELIGHT'. La qualité gustative des fruits est très acceptable. D'autres variétés tirant principalement leur résistance de *P. pyrifolia* offrent également un bon compromis entre la qualité et la résistance telles que 'MAC' et 'STAR'.

Les résultats d'Outre Atlantique permettront de constituer des vergers avec des variétés présentant un bon niveau de résistance et des qualités culturales et commerciales suffisantes pour les conditions européennes mais la plage de maturité sera très proche de celle de WILLIAMS. C'est pourquoi nous avons entrepris un programme de sélection en utilisant comme parents principalement des variétés de *P. communis* peu sensibles et à maturité assez tardive (tableau 1). Plus de 16000 hybrides ont été créés dans ce but entre 1979 et 1982 (4). Ils sont testés, grâce à une participation financière de la C.E.E., soit à Wageningen (MAAS GEESTERANUS) en serre (tableau 2) soit à DAX (J.P. PAULIN) en plein air. Conjointement des sélections et des collections variétales sont testées à DAX.

Deux difficultés se présentent au sélectionneur dans cette recherche :

1) S'assurer de la validité des tests de sélection précoce : la réussite de l'inoculation dépend énormément des conditions climatiques et surtout physiologiques du moment. C'est pourquoi les inoculations doivent être faites sur plusieurs pousses et répétées plusieurs années.

La lecture de l'inoculation est aussi délicate et il semble qu'une notation tenant compte de la longueur de la nécrose sur la longueur totale de la pousse donne les résultats les plus constants et que d'autre part il faut prendre en compte les pousses ne montrant pas de nécroses.

2) Tenir compte de la diversité de sensibilité suivant les organes (tableau 3) comme le souligne VAN DER ZWET (5) : pousse, feuille, fleur, branches ou même tronc, ce qui conduit à effectuer plusieurs tests au cours de la sélection.

On peut noter qu'actuellement dans aucune région où sévit le feu bactérien, on ne trouve de verger commercial utilisant des variétés créées pour leur résistance. Les arboriculteurs préfèrent traiter aux antibiotiques les variétés sensibles mais bien introduites dans les circuits commerciaux et de consommation.

## II - TAVELURE

La résistance à la Tavelure dans le genre *Pyrus* n'a pas été travaillée d'une manière aussi systématique. En U.R.S.S., DRAGOZINSKAYA a démontré l'immunité en conditions naturelles d'infection de diverses espèces : *P. betulaefolia*, *P. calle-ryana*, *P. phaeocarpa*, *P. bretschnideri*, *P. uyematsuana*, *P. aromatica*, *P. pyrifolia*. D'autres espèces ont montré une faible sensibilité, variable suivant les années : *P. elaeagnifolia*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*. Enfin certaines sont très sensibles : *P. nivalis*.

Généralement, les variétés provenant d'un croisement avec *P. pyrifolia* conservent l'immunité ainsi que COX l'avait signalé dès 1913 (6).

De nombreux auteurs ont observé des collections de variétés de *P. communis* ou d'espèces proches comme *P. caucasica* en conditions naturelles. Les résultats sont à peu près consistants en ce qui concerne les variétés sensibles mais on ne trouve aucune variété qui soit réputée résistante dans l'ensemble des situations pédo-climatiques et des années d'observation. La diversification de *Venturia pirina* en biotypes distincts est sans doute à l'origine de ces résultats contradictoires.

CRANE M.B. et LEWIS D. dans une publication de 1949 (7) montrent le résultat de leurs observations sur des descendancees laissées en contamination naturelle depuis 1943. Six semis de 'B. GIFFARD' x 'CONFERENCE' (sur un total de 30, soit 20 %) n'ont montré aucune tavelure. Sur les 905 semis appartenant à 16 autres descendancees, ils n'ont trouvé que 14 individus ne présentant pas de tavelure (soit 1,5 %). Seules les descendancees ayant au moins un des deux parents : 'B. GIFFARD' ou 'CONFERENCE' présentèrent un faible pourcentage de semis non atteints.

STANTON (8) a montré, en utilisant 8 des semis résistants observés par CRANE, qu'un seul demeurait résistant aux six isolats différents utilisés, un autre

ne montrait qu'une légère sensibilité à deux isolats mais que 3 semis se montraient très sensibles à au moins deux isolats. Les essais de STANTON ont également montré que les biotypes isolés à partir de variétés autres que les variétés parents n'occasionnent que peu d'infections dans les descendance.

BROWN A.G. en 1960 (9) reprenant les 20 hybrides sélectionnés par CRANE et les laissant en contamination naturelle dans un autre milieu pédo-climatique n'en retrouve que 4 résistants alors que 4 autres se révèlent très sensibles. BROWN note que parmi les 4 semis dont il a confirmé la résistance se retrouvaient les 2 confirmés par STANTON. Après une étude sur 26 familles provenant de 10 parents différents, 'B. DURONDEAU' variété sensible à la tavelure se révèle être un parent très performant pour conférer la résistance à ses descendants. Il faut cependant noter que cette conclusion est tirée d'un nombre assez faible d'individus (106, répartis en 4 familles). Par contre, 'CONFERENCE' qui est généralement notée peu sensible apporte une contribution très faible à la résistance dans la plupart de ses descendance. BROWN conclut également que la résistance à la tavelure montre une hérédité quantitative mais cette conclusion est sujette à révision puisque l'inoculation était faite naturellement par un mélange de biotypes.

Travaillant en Israël, SHABI et al (10) ont isolé 5 races de *Venturia pirina* à partir de poiriers cultivés ou sauvages. Ils ont trouvé que ces races étaient spécifiques de 5 hôtes différentiels : 'B. d'AMANLIS', 'SPADONA', 'JUDEA', 'GALILEA' et *Pyrus syriaca*.

D'autres auteurs comme VONDRACEK J. (11) en Tchécoslovaquie ont estimé la sensibilité de collections variétales de poirier en inoculation naturelle sur une période de 10 ans. 'FONDANTE DE CHARNEU', 'CONFERENCE', 'DOYENNE DE MERODE', 'TARDIVE DE TOULOUSE' et 'TRIOMPHE DE VIENNE' ainsi que quelques variétés locales ne furent aucunement attaquées. D'autres auteurs tchèques ont signalé la résistance d'ANANAS DE COURTRAI' et de 'B. LEBRUN'.

A Angers, une collection de 350 variétés a été testée en conditions naturelles en 1964 et 1965 tout traitement anticryptogamique ayant été supprimé depuis 1963.

Durant la période de végétation, en juin, une note sur 5 était attribuée à chaque variété (0 = aucune tache ; 5 = taches très nombreuses). A la récolte un lot de 50 fruits était examiné et ceux-ci classés en 6 catégories de 0 à 5 (0 = aucune tache ; 5 = taches très nombreuses).

Le tableau 4 montre la liste des variétés les moins sensibles avec le pourcentage des fruits rentrant dans les catégories 0 et 1.

Le tableau 5 présente la liste des variétés les plus sensibles avec le pourcentage des fruits rentrant dans les catégories 4 et 5.

Dans quelques cas, on a pu remarquer que la sensibilité des fruits était différente de celle des feuilles.

A la suite de l'ensemble de ces observations et en tenant compte des conclusions de BROWN, quelques géniteurs furent choisis : 'FERTILITY', 'B. DURONDEAU', 'DOYENNE DE POITIERS', 'Mme FAVRE', 'BEURRE PAPA LAFOSSE' et des croisements furent effectués.

Les semis obtenus ont été inoculés artificiellement en serre par B. SALVAT. Il s'agissait toujours de suspensions monoconidiennes. En 1978, 2 souches provenant l'une de fruits de 'Pt DROUARD' (A), l'autre de feuilles de 'B. HARDY' (B). En 1979, l'une provenant de semis contaminés de 'Pt DROUARD' (78-19), l'autre étant tolérante au Bénomyl (78-20).

Le tableau 6 montre l'efficacité de ces 4 souches sur des semis d'une variété très sensible : 'COVERT' ('WILLIAMS' x 'DORSET'). Cette efficacité a varié du simple au double (31,6 % de sensibles avec la souche B. ; 69,8 avec la souche 78-19), montrant une nouvelle fois l'importance du choix de l'inoculum dans un travail de sélection.

De même sur les descendance, le % de semis sensibles varie assez fortement suivant l'inoculum utilisé.

Le tableau 7 présente les proportions de semis sensibles et résistants dans les différentes descendance regroupées à chaque fois sous un parent principal. Le pourcentage de semis sensibles variait de 9 à 16 % alors que pour les semis de 'COVERT', il atteignait près de 52 %. Il est difficile de savoir si un géniteur se révèle plus performant qu'un autre mais le choix des géniteurs utilisés a été efficace.

Après greffage sur Cognassier, environ 1000 semis résistants vont être plantés en verger avec un régime très faible de traitements anticryptogamiques. L'efficacité de cette sélection précoce de même que la valeur agronomique des semis seront testées en champ.

Il est vraisemblable ainsi que le soulignait déjà BROWN qu'il ne sera pas trop difficile de trouver des variétés modérément résistantes mais cette résistance peut être de niveau très variable suivant les biotypes utilisés pour la sélection. Un travail fondamental reste à faire en testant un grand nombre de variétés avec une large gamme de biotypes.

### III - ENTOMOSPORIOSE

La résistance à *Fabraea maculata* n'a pratiquement pas été étudiée. Ce champignon cause de nombreuses taches nécrotiques sur les feuilles et contribue à une chute très précoce de celles-ci. La maladie ne revêt une importance économique que dans les pays chauds et humides où elle peut être un des facteurs limitants à la culture du Poirier.

Là aussi une résistance assez forte a été notée dans l'espèce *Pyrus ussuriensis*, notamment aux U.S.A.

Dans certaines régions d'U.R.S.S., l'espèce *P. pyrifolia* s'est aussi montrée source de résistance, de même que *P. caucasica*. *P. communis* reste généralement sensible mais quelques variétés présentent un certain niveau de résistance : 'BEURRE DIEL', 'LOUISE BONNE', 'CLAPP'S FAVOURITE' et 'WILLIAMS'.

Aucun programme de création de variétés résistantes à *Fabraea maculata* n'existe actuellement. Cependant certains pays comme le Brésil sont fortement intéressés par ce problème et font entrer cette résistance dans leurs critères précoces de sélection.

### CONCLUSION

En conclusion, on peut noter qu'actuellement, peut-être à cause d'un manque d'études systématiques, aucun gène majeur de résistance monofactorielle n'a été confirmé pour ces 3 maladies.

Cependant, des niveaux de résistances variés existent principalement dans les espèces orientales. Les sélectionneurs ne montrent plus beaucoup d'empressement pour utiliser ces sources car la qualité des fruits de ces hybrides est souvent faible.

Par contre, l'enrichissement en gènes mineurs présents dans différentes variétés de *P. communis* semble possible et efficace aussi bien pour la résistance que pour la qualité des produits obtenus. Restera à convaincre les arboriculteurs d'utiliser ces nouvelles variétés.

## ABSTRACT : RESISTANCES IN PEAR

The main diseases which affect the pear orchards are caused by :

- a bacteria : *Erwinia amylovora* Burrill, Winslow et al. (Fire Blight)
- two fungi : *Venturia pirina* Aderh. (Scab)  
*Fabraea maculata* Atk. (Leaf Spot)
- a mycoplasma bringing a decline (Pear decline)
- some viruses : Vein Yellow - Ring mosaic - Rubbery wood etc.

The viruses and mycoplasma resistances will be discussed in the paper of J. LEMOINE. We will study only the resistances to the 3 first named diseases.

As far as *Erwinia amylovora* is concerned the main resistance source is found in *P. ussuriensis* Maxim where wild types are highly resistant. A more variable resistance is found in *P. calleryana* Decne. Finally a big diversity of resistances is found in *P. pyrifolia* Burm. Nak. - *P. betulaeifolia* Bunge and *P. communis* L.

Resistance to *Venturia pirina* has not systematically been studied. However many authors concur in the belief that *P. pyrifolia* and *P. bretschneideri* Redh are almost immune. Other species show varying levels of resistance but data are not concordant according to the authors, years and probably the existence of distinct biotypes. The main studies are summed up.

It is still within oriental species that resistance to *Fabraea maculata* is found : *P. pyrifolia* - *P. ussuriensis* - *P. betulaeifolia* - *P. uyematsuana* Makino. This disease is not a big restraint in temperate climates where Pear is usually grown.

The pear breeders do not extensively use the resistances included in oriental species because the quality of the fruit is often poor.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - LAYNE R.E.C., BAILEY C.H., HOUGH L.F., 1968 - Efficacy of transmission fire blight resistance in *Pyrus*. *Can. J. Plant Sci.* 48 : 231-243.
- 2 - THOMPSON J.M., ZIMMERMAN R.H., VAN DER ZWET T., 1975 - Inheritance in fire blight resistance in *Pyrus*. *The Journal of Heredity* 66 : 259-264.
- 3 - QUAMME H.A., BONN W.G., 1981 - Virulence of *Erwinia amylovora* and its influence on the determination of fire blight resistance of pear cultivars and seedlings. *Can. J. of Plt Pathol.* 3 (4) : 187-190.



- 4 - THIBAUT B., 1981 - Pear breeding for fire blight resistance. Programme and first studies in France. *Acta Horticulturae* 117, 63-69.
- 5 - VAN DER ZWET T., 1975 - Comparative sensitivity and response of various *Pyrus* tissues to infection by *Erwinia amylovora*. *Current Topics in Plant Pathology* : 263-276.
- 6 - COX H.R., 1913 - Oriental pear and their hybrids. *Bull. Cornell Agric. Exp. Sta.* 332, 445-486.
- 7 - CRANE M.B., LEWIS D., 1949 - Genetical studies in pears. V. Vegetative and fruit characters. *Heredity* 3 : 85-97.
- 8 - STANTON W.R., 1953 - Breeding pears for resistance to the pear scab fungus, *Venturia pirina* Aderh. *Annals of Applied Biology* 40 : 192-196.
- 9 - BROWN A.G., 1960 - Scab resistance in progenies of varieties of the cultivated pear. *Euphytica* 9 : 247-253.
- 10 - SHABI E. et al, 1973 - Physiological races of *Venturia pirina* on pear. *Phytopathology* 63 : 41-43.
- 11 - VONDRACEK J., KLOUTVOR J., 1977 - Nachylnost hrusnikе strupovitosti (*Venturia pirina*). Susceptibility of pears to scab. *Ochrana rostlin* 13 (50), 107-127.
- 12 - HOUGH L.F., 1944 - The new pear breeding project. *Trans. Ill. Hort. Soc.* 78 : 106-110.
- 13 - KOVALEV N.V., 1963 - Leaf blight of pears (Russe). *Zasc. Rast. Vred. Bolez* 8 (11), 58.
- 14 - BARSUKOVA O.N., 1971 - Pear disease resistance in the foot hills of the Western Caucasus (Russe) N.I. Vavilova - Leningrad - (*Hort. Abst.* 1972 (42) 3204).
- 15 - YAKOVLEV, 1981 - Donors of useful characters in pear. *Referativnyi Zhurnal [Pl. Breed. Abst., 1982, 52 (9), 7878]*.

Tableau 1 - PLAN DE CROISEMENT

NOMBRE DE PLANTS TESTES PAR DESCENDANCE

|               |              |      |              |      |                 |               |              |
|---------------|--------------|------|--------------|------|-----------------|---------------|--------------|
|               | P. CORNEILLE |      |              |      |                 |               |              |
| DAWN          | 454          | DAWN |              |      |                 |               |              |
| MICHIGAN 437  | 543          | 344  | MICHIGAN 437 |      |                 |               |              |
| MAC           | 248          | 274  | 518          | MAC  |                 |               |              |
| F. d'ALENCON  | 478          | 556  | 292          | 938  | FIGUE D'ALENCON |               |              |
| B. CAPIAUMONT | 464          | 284  | 888          | 772  | 283             | B. CAPIAUMONT |              |
| ILL. 13-B-83  | 505          | 211  | 66           | 447  | 215             | 806           | ILL. 13-B-83 |
|               | 2692         | 2123 | 2651         | 3197 | 2762            | 3497          | 2250         |

**TOTAL : 9 586 Plants**

Tableau 2 - RESULTATS APRES INOCULATION SUR FEUILLES EN SERRE.

| PARENTS                         | TOTAL | % de Semis     |               |                  |                |
|---------------------------------|-------|----------------|---------------|------------------|----------------|
|                                 |       | Très sensibles | Avec repousse | Feuille sensible | Sans symptômes |
| <u>- Inoculations de 1980 :</u> |       |                |               |                  |                |
| P. CORNEILLE x DAWN             | 290   | 78.3           | 7.2           | 8.6              | 5.8            |
| " x US 62574-13                 | 92    | 62.0           | 3.3           | 10.9             | <u>23.9</u>    |
| " x SIRRINE                     | 201   | 69.6           | 3.0           | 12.4             | 14.9           |
| " x ILL. 13-B-83                | 276   | 73.5           | 9.4           | 11.6             | 5.4            |
| " x FIGUE D'ALENCON             | 244   | 85.6           | 3.3           | 7.4              | 3.7            |
| " x MAC                         | 157   | 71.3           | 5.1           | 11.5             | 12.1           |
| " x MAXINE                      | 67    | 74.6           | 11.9          | 11.9             | 1.5            |
| " x STARKING DELICIOUS          | 94    | 74.4           | 3.2           | 11.7             | 10.6           |
| " x H.W. 602                    | 79    | 77.2           | 2.5           | 12.6             | 7.6            |
| " x DOYENNE GRIS                | 111   | <u>47.7</u>    | 3.6           | <u>27.9</u>      | 20.7           |
| " x D. D'ANGOULEME              | 45    | 64.4           | 2.2           | 15.5             | 17.8           |
|                                 |       | 73.1           | 3.4           | 11.8             | 9.7            |
| <u>- Inoculations de 1981 :</u> |       |                |               |                  |                |
| ILL. 13-B-83 x MAC              | 146   | 60             | 10            | 19               | 10             |
| MICH. 437 x ILL. 13-B-83        | 62    | 43             | 17            | 32               | 8              |
| " x DAWN                        | 190   | 46             | 25            | 25               | 4              |
| " x MAC                         | 199   | 32             | 23            | 23               | 19             |
| DAWN x MAC                      | 28    | 57             | 14            | 18               | 7              |
| P. CORNEILLE x MICH. 437        | 208   | <u>25</u>      | 36            | <u>34</u>        | 5              |
| B. CAPIAUMONT x ILL. 13-B-83    | 217   | 60             | 19            | 18               | 4              |
| " x MICH. 437                   | 186   | 56             | 20            | 19               | 3              |
| " x MAC                         | 199   | 48             | 13            | 15               | <u>25</u>      |
| F. d'ALENCON x ILL. 13-B-83     | 182   | 43             | 31            | 24               | <u>2</u>       |
| " x MICH. 437                   | 180   | 33             | 37            | 27               | 2              |
| " x MAC                         | 37    | 48             | 10            | 21               | 21             |
| " x DAWN                        | 189   | 52             | 29            | 16               | 3              |
|                                 |       | 45.5           | 23.9          | 22.5             | 8.1            |

**Tableau 3 - SENSIBILITE DE DIFFERENTS ORGANES AU FEU BACTERIEN .**

| VARIETES          | FLEUR | POUSSE | FRUIT | BOIS | TRONC |
|-------------------|-------|--------|-------|------|-------|
| WILLIAMS          | M.R.  | T.S.   | T.S.  | T.S. | S.    |
| DAWN              | M.R.  | S.     | T.S.  | S.   | S.    |
| KIEFFER           | T.S.  | M.R.   | T.S.  | T.R. | M.R.  |
| MAGNESS           | R.    | R.     | S.    | S.   | T.S.  |
| MAXINE            | R.    | S.     | T.S.  | M.R. | R.    |
| MOONGLOW          | M.R.  | S.     | T.S.  | R.   | R.    |
| OLD HOME          | S.    | R.     | R.    | T.R. | R.    |
| R.C.W.            | T.S.  | T.S.   | T.S.  | T.R. | S.    |
| R. PETERS         | R.    | M.R.   | T.S.  | T.R. | S.    |
| WAITE             | R.    | M.R.   | M.R.  | T.R. | T.R.  |
| P. USSURIENSIS 76 | R.    | T.R.   | T.S.  | S.   | S.    |

*D'après VAN DER ZWET, 1975 -*

**T.S. : Très Sensible**

**M.R. : Modérément Résistant**

**T.R. : Très Résistant**

**S. : Sensible**

**R. : Résistant**

Tableau 4 - VARIETES LES MOINS SENSIBLES.

| VARIETES          | FRUITS<br>% O + 1 |     | FEUILLES<br>Note sur 5 |    |
|-------------------|-------------------|-----|------------------------|----|
|                   | 64                | 65  | 64                     | 65 |
| FOUCOUBA          | 100               | 100 | 0                      | 0  |
| CATILLAC          | 100               | 100 | 0                      | 0  |
| B. PAPA LAFOSSE   | 100               | 100 | 0                      | 0  |
| BLANQUET PR.      | 88                | 100 | 0                      | 1  |
| DOY. POITIERS     | 100               | 98  | 0                      | 1  |
| COL. JUILLET      | 92                | 100 | 1                      | 1  |
| CONFERENCE        | 100               | 100 | 1                      | 2  |
| WILDER            | 100               | 74  | 0                      | 0  |
| BARRY             | 50                | 100 | 0                      | 0  |
| EPARGNE           | 64                | 64  | 0                      | 1  |
| Mme FAVRE         | 84                | 91  | 1                      | 2  |
| SUP. DE QUIMPER   | 64                | 42  | 1                      | 1  |
| COMTES. DE PARIS  | 40                | 54  | 0                      | 1  |
| AH MON DIEU       | 53                | 73  | 1                      | 1  |
| BERGAMOTE D'ETE   | 80                | 54  | 0                      | 0  |
| GOUTTE D'OR       | 32                | 84  | 0                      | 1  |
| BERG. DE HOLLANDE | -                 | 100 | 0                      | 0  |
| PEROLA            | 100               | 44  | 1                      | 2  |
| PECHE             | 66                | -   | 1                      | 1  |
| PHILIPPE CHAUVEAU | 100               | 100 | 2                      | 2  |

Tableau 5 - VARIETES LES PLUS SENSIBLES.

| VARIETES            | FRUITS<br>%<br>4 + 5 |     | FEUILLES<br>Note sur 5 |    |
|---------------------|----------------------|-----|------------------------|----|
|                     | 64                   | 65  | 64                     | 65 |
| JOYAU DE SEPTEMB.   | 100                  | 100 | 5                      | 5  |
| DUCH. DE MOUCHY     | 100                  | 100 | 4                      | 4  |
| Gal TOTLEBEN        | -                    | 100 | 4                      | 5  |
| COVERT              | 100                  | 100 | 5                      | 4  |
| LAXTON'S SUPERB     | 100                  | 80  | 4                      | 5  |
| ANKARA              | 100                  | 100 | 4                      | 3  |
| P. CORNEILLE        | 100                  | 100 | 4                      | 2  |
| B. CLAIRGEAU        | 100                  | 80  | 3                      | 5  |
| Pt HERON            | 100                  | 70  | 3                      | 5  |
| B. SIX              | 100                  | 86  | 4                      | 3  |
| Pt DROUARD          | 100                  | 64  | 4                      | 4  |
| B. STERKMANS        | 100                  | 88  | 3                      | 4  |
| B. LUIZET           | 100                  | -   | 4                      | 5  |
| COLMAR D'ARENBERG   | 100                  | 86  | 3                      | 4  |
| B. D'HARDENPONT     | -                    | 73  | 5                      | 5  |
| FIGUE D'ALENCON     | 100                  | 42  | 4                      | 3  |
| TARDIVE DE TOULOUSE | 100                  | 56  | 2                      | 2  |
| Mme GREGOIRE        | 100                  | -   | 4                      | 5  |
| PULTENEY            | 100                  | 60  | 4                      | 2  |
| Gal KOENIG          | 100                  | 74  | 3                      | 2  |
| LARRAY              | -                    | 100 | 4                      | 4  |

Tableau 6 - EFFICACITE DE QUATRE SOUCHES

1) Sur Semis de COVERT :

|      | SOUCHE | TOTAL | SENSIBLES | %    |
|------|--------|-------|-----------|------|
| 1978 | A      | 45    | 19        | 42.2 |
|      | B      | 38    | 12        | 31.6 |
| 1979 | 19     | 63    | 44        | 69.8 |
|      | 20     | 64    | 34        | 53.1 |

2) SUR LES DESCENDANCES :

a) Semis 78

|                          | A            | B            |
|--------------------------|--------------|--------------|
| GIROFLE x SUP. QUIMPER   | 25.0 %       | 14.8 %       |
| Mme FAVRE x B. DURONDEAU | 14.5 %       | 4.8 %        |
| D. POITIERS x FERTILITY  | 20.3 %       | 12.2 %       |
|                          | <hr/> 20.6 % | <hr/> 11.2 % |

b) Semis 79

|                          | 19           | 20          |
|--------------------------|--------------|-------------|
| FERTILITY x B. DURONDEAU | 15.0 %       | 3.3 %       |
| D. POITIERS x Mme FAVRE  | 17.3 %       | 9.9 %       |
|                          | <hr/> 15.4 % | <hr/> 4.3 % |

Tableau 7 - SELECTION DES DESCENDANCES

| PRINCIPAL<br>GENITEUR | AUTRE<br>PARENT | TOTAL | SENSIBLES | %     |
|-----------------------|-----------------|-------|-----------|-------|
| FERTILITY             | DURONDEAU       | 921   | 84        | 9.12  |
|                       | D. POITIERS     | 164   | 26        | 15.85 |
|                       |                 | —     | —         | —     |
|                       |                 | 1085  | 110       | 10.13 |
| Mme FAVRE             | DURONDEAU       | 132   | 13        | 9.85  |
|                       | D. POITIERS     | 179   | 25        | 13.96 |
|                       |                 | —     | —         | —     |
|                       |                 | 311   | 38        | 12.21 |
| DURONDEAU             | FERTILITY       | 921   | 84        | 9.12  |
|                       | Mme FAVRE       | 132   | 13        | 9.85  |
|                       |                 | —     | —         | —     |
|                       |                 | 1053  | 97        | 9.21  |
| D. POITIERS           | FERTILITY       | 164   | 26        | 15.85 |
|                       | Mme FAVRE       | 179   | 25        | 13.96 |
|                       |                 | —     | —         | —     |
|                       |                 | 343   | 51        | 14.87 |
| TOTAL GENERAL         |                 | 1 396 | 148       | 10.60 |
| Semis de COVERT       |                 | 210   | 109       | 51.90 |



ESSAI D'INTERPRETATION DES SYMPTOMES SUR RAMEAUX DE POMMIER  
APRES INOCULATION PAR LE FEU BACTERIEN (ERWINIA AMYLOVORA)

M. LE LEZEC  
Station d'Arboriculture Fruitière  
I.N.R.A. - Bois l'Abbé  
BEAUCOUZE - 49000 ANGERS (France)

RESUME

Deux années d'inoculations bactériennes (*Erwinia amylovora*) sur 31 variétés de Pommier au Domaine Expérimental de Dax-Labatut (Sud-Ouest de la France) ont permis de discriminer les variétés à partir de la statistique descriptive à une dimension.

Sur la base du comportement :

$$\frac{\text{longueur de la nécrose}}{\text{longueur de la pousse inoculée}} \times 100$$

de jeunes rameaux inoculés au feu bactérien, nous avons établi, pour chaque variété, la distribution de fréquence à partir de 5 classes de sensibilité : [0-20[ ; [20-40[ ; [40-60[ ; [60-80[ ; [80-100[.

La moyenne de la distribution des fréquences permet ensuite de classer les variétés (tableau 1). Nous avons effectué à chaque variété une classe de fréquence des symptômes :

$$\frac{\text{nombre de rameaux nécrosés}}{\text{nombre de rameaux inoculés}} \times 100$$

et une classe de sévérité de l'attaque :

$$\frac{\text{longueur de la nécrose}}{\text{longueur de la pousse nécrosée}} \times 100$$

après avoir appliqué à ces deux autres critères les mêmes méthodes statistiques que précédemment.

INTRODUCTION

31 variétés de Pommier recommandées pour la culture fruitière française, ont été implantées au Domaine Expérimental de Dax-Labatut (Sud-Ouest de la France) au cours de l'hiver 1979/1980 pour subir des tests de sensibilité au feu bactérien (*Erwinia amylovora*).

Ces variétés indemnes de virus ont été greffées sur un porte-greffe conférant une vigueur moyenne à forte : MM.106, et disposées en 4 répétitions de 3 arbres.

Des inoculations bactériennes (suspension  $3 \times 10^9$  cell/ml- Souche CNBP 2045) ont été effectuées sur des rameaux en croissance d'une longueur moyenne comprise entre 30 et 40 cm, à la base de l'apex, à raison de 3 rameaux par arbre. Chaque année 36 rameaux ont pu être inoculés par variété (en Mai 1981 et Juin 1982).

Le nombre de rameaux nécrosés, la longueur de la partie nécrosée et celle du rameau inoculé ont pu être notés un mois après l'inoculation.

A partir de ces lectures, nous proposons une méthode d'interprétation des résultats.

## I - DEFINITION DES TERMES UTILISES

La fréquence du symptôme est exprimée par le rapport entre le nombre observé de rameaux nécrosés et le nombre de rameaux inoculés par arbre, multiplié par 100.

La sévérité de l'attaque est exprimée par le rapport entre longueur de la nécrose et celle de la pousse nécrosée, multiplié par 100.

Le comportement de la variété est exprimé par le rapport entre la longueur de la nécrose et celle de la pousse inoculée, multiplié par 100 (on tient compte des rameaux inoculés non nécrosés).

## II - INTERPRETATIONS STATISTIQUES :

Chez les 31 variétés de Pommier étudiées, l'analyse de variance, selon un critère de classification, appliquée soit à la fréquence soit à la sévérité ou au comportement, révèle des variances résiduelles hétérogènes entre les échantillons. Les coefficients de variation sont d'autant plus élevés que les variétés s'avèrent être peu sensibles au feu bactérien.

La trop grande hétérogénéité observée entre les variances résiduelles des 31 variétés enlève tout crédit aux tests de comparaisons multiples entre les moyennes.

C'est à partir de la statistique descriptive à une dimension que nous pouvons tenter de discriminer les variétés. Sur la base du comportement des rameaux inoculés au feu bactérien, nous avons établi, pour chaque variété, la distribution de fréquence à partir de 5 classes de sensibilité croissante : 1 = classe [0-20[, 2 = classe [20-40[, 3 = classe [40-60[, 4 = classe [60-80[, 5 = classe [80-100[.

- La comparaison des distributions de fréquence à l'aide du test  $\chi^2$  nous permet d'avancer des différences de sensibilité entre les variétés.

- Le calcul de la moyenne de cette distribution de fréquence nous permet de positionner les variétés les unes par rapport aux autres (tableau 1) :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 n_i x_i$$

$n_i$  = nombre de pousses qui s'intègre dans l'une des 5 classes de sensibilité.

$x_i$  = valeur centrale de la classe.

$n = \sum n_i$  = nombre total de pousses observées.

Nous avons appliqué les mêmes méthodes statistiques à la fréquence et à la sévérité. Les mêmes classes de sensibilité ont ainsi été affectées à chaque variété pour ces deux dernières caractéristiques (tableau 1).

On notera que pour un même comportement deux variétés peuvent différer sur la sévérité ou la fréquence. Ainsi, pour une même valeur du comportement, la variété 'PRIAM' présente une fréquence élevée (classe 4) et une sévérité faible (classe 2) alors que la variété 'GRANNY SMITH' révèle une sensibilité moyenne (classe 3) sur ces deux critères.

Pour préciser les relations existantes entre les résultats des deux années d'essais 1981 et 1982, nous avons estimé le coefficient de corrélation et sa signification pour chacun des critères d'observations :

Comportement  $r = 0,85$

Fréquence  $r = 0,79$

Sévérité  $r = 0,55$

Dans tous les cas, le coefficient de corrélation  $r$  est différent de 0 pour une probabilité  $\alpha < 0,01$ . Nous constatons une meilleure corrélation dans le cas du comportement.

La corrélation qui lie la sévérité et la fréquence est très fluctuante d'une année à l'autre :

$r = 0,53$  en 1981, année de faible développement du feu bactérien (inoculation précoce).

$r = 0,87$  en 1982, année à fort développement du feu bactérien (inoculation plus tardive).

## CONCLUSION

Ces deux années d'inoculation par le feu bactérien, sur jeunes rameaux de Pommier, nous ont permis de proposer une discrimination des variétés à partir des symptômes observés.

Les inoculations seront poursuivies sur les mêmes variétés afin de mieux préciser la fluctuation de la gravité des symptômes en relation avec les facteurs climatiques.

## ABSTRACT

### STATISTICAL INTERPRETATION OF SYMPTOMS ON INOCULATED APPLES SHOOTS BY FIRE BLIGHT (*Erwinia amylovora*).

During two years inoculations with *Erwinia amylovora* were being done on 31 apple cultivars in the experimental farm at Dax-Labatut (South West of France).

So these inoculations have enabled us to discriminate these cultivars using one dimensional, descriptive statistics.

On the basis of the behaviour of young shoots inoculated with fire blight :

$$\frac{\text{length of necrosis}}{\text{length of inoculated shoot}} \times 100$$

we established, for each cultivar, the distribution of the frequencies from 5 classes of susceptibility : [0-20[, [20-40[, [40-60[, [60-80[, [80-100[. By the mean distribution of the frequencies the cultivars can be ranked.

Then we put each cultivar in one class of frequence of symptoms :

$$\frac{\text{number of blighted shoots}}{\text{number of inoculated shoots}} \times 100$$

for each trees and one class of severity of the allack :

$$\frac{\text{length of the necrosis}}{\text{length of the blighted shoot}} \times 100$$

after using the same statistical methods than before.

Tableau 1 - COMPORTEMENT : classement établi à partir de la moyenne pondérée.

F = Fréquence affectée de sa classe d'attaque

S = Sévérité affectée de sa classe de sensibilité.

| CLASSE 1<br>[0 à 20[                        |  | CLASSE 2<br>[20 à 40[                                  |                          | CLASSE 3<br>[40 à 60[                                      |  | CLASSE 4<br>[60 à 80[                                   |  | CLASSE 5<br>[80 à 100[                     |  |
|---|--|--|--------------------------|--|--|---|--|--|--|
| SMOOTHEE<br>12.5 F = 1<br>S = 2             | TOPRED<br>19.7 F = 2<br>S = 4                              | GOLCHARD <sup>®</sup><br>35 F = 3<br>S = 5             | CLODEN<br>F = 3<br>S = 5 | JERSEYMAC<br>49 F = 4<br>S = 4                             |  | IDARED<br>76.1 F = 5<br>S = 5                           |  | REINE DES REINETTES<br>82.8 F = 5<br>S = 5 |  |
| BLAXSTAYMAN<br>11.9 F = 2<br>S = 2          | BLUSHING GOLDEN <sup>®</sup><br>GRIFER F = 3<br>18.2 S = 2 | PRIAM<br>29.1 F = 4<br>S = 2                           |                          | DELBARESTIVALE <sup>®</sup><br>DELCORF F = 4<br>47.4 S = 4 |  | BELCHARD <sup>®</sup> CHANTECLER<br>65.4 F = 4<br>S = 5 |  | REINETTE CLOCHARD<br>80.2 F = 5<br>S = 5   |  |
| BELLE de BOSKOOP<br>11.7 F = 1<br>S = 2     | CHARDEN<br>18.3 F = 1<br>S = 2                             | GRANNY SMITH<br>29 F = 3<br>S = 3                      |                          | GLOSTER 69<br>46.1 F = 4<br>S = 3                          |  | MELROSE<br>64.7 F = 4<br>S = 4                          |  |  |  |
| WINESAP SPUR<br>11.6 F = 1<br>S = 2         | GOLDEN DELICIOUS<br>17.6 F = 2<br>S = 3                    | CANADA BLANC<br>21.7 F = 2<br>S = 4                    |                          | AKANE<br>45 F = 4<br>S = 3                                 |  | TYDEMAN'S EARLY<br>WORCESTER F = 4<br>64.5 S = 4        |  |  |  |
| QUERINA <sup>®</sup><br>10.9 F = 1<br>S = 3 | FLORINA<br>F = 1<br>S = 3                                  | LYSGOLDEN <sup>®</sup><br>GOLDENIR F = 2<br>17.3 S = 3 |                          |  |  | COX'S ORANGE PIPPIN<br>61.2 F = 4<br>S = 4              |  |  |  |
| SPARTAN<br>10.6 F = 1<br>S = 3              | MUTSU<br>16.6 F = 2<br>S = 2                               |  |                          |  |  | HILJON <sup>®</sup> JONNEE<br>61.2 F = 4<br>S = 4       |  |  |  |
| STARKRIMSON<br>10.6 F = 1<br>S = 2          | WINESAP<br>15.8 F = 2<br>S = 2                             |  |                          |  |  |   |  |  |  |
| PRIMA<br>10.5 F = 1<br>S = 1                |  |  |                          |  |  |   |  |  |  |

FIREBLIGHT (ERWINIA AMYLOVORA) RESISTANCE IN THE  
EAST MALLING PEAR BREEDING PROGRAMME

F.H. ALSTON

East Malling Research Station, Maidstone, Kent, England

INTRODUCTION

The principal pear breeding aim at East Malling is the development of high yielding, high quality varieties with long storage/shelf life. Although fireblight can cause serious damage in English orchards its occurrence is spasmodic and as a result breeding and selection for resistance is considered to be of secondary importance.

Although very high levels of resistance are available in derivatives of Pyrus ussuriensis and P. serotina the most promising commercial resistant varieties so far produced are derived from P. communis (ZWET and KEIL, 1979). The first resistant varieties to complement an established variety, Harrow Delight and Harvest Queen are from the Canada Agriculture programme, where in addition to resistance special attention was given to precocity, flavour and commercial orchard performance. While genes for resistance are postulated in wild species (ALSTON 1973) genes for susceptibility have been delineated in cultivated varieties (THOMPSON et al 1975). In general P. ussuriensis and P. serotina progenies produce a higher proportion of highly resistant seedlings than P. communis progenies (LAYNE and QUAMME 1975).

In areas where the incidence of the disease is spasmodic, field testing for resistance has the potential for substantially adding to the natural inoculum, sufficient to threaten the health status of nursery source material. In such areas selection for resistance has to be carried out under protected conditions. At East Malling two procedures have been used, detached shoot tests in the laboratory and pot grown tree tests in an isolation house. The aim was to find a procedure to

select satisfactorily varieties with an intermediate level of resistance sufficient for our relatively low temperature growing conditions.

SELECTION TECHNIQUES

A cut shoot technique in which needle inoculated growing points were incubated in petri-dishes at 18°C effectively identified resistant progenies after 3 days (ALSTON 1973). This technique could not reliably identify all individual field resistant selections. However, whole plant tests on maiden trees grown under cooled conditions (maximum temp 22°C) in a greenhouse showed an advantage of cut shoot, pre-selected, resistant selections in terms of resistance in a Williams' x Purdue 77-73 progeny (ALSTON and BATES 1975). In these tests a high proportion of selections susceptible as cut shoots appeared resistant as whole plants and the benefit of cut shoot pre-selection appeared very small in a Conference x Purdue 77-73 progeny (Table 1).

Table 1. Fireblight reaction of inoculated pear selections on Quince C, comparing pre-selection using cut shoots with subsequent tests on whole trees (from ALSTON 1983)

| Progeny                   | Cut shoot<br>pre-selection<br>reaction | Whole plant tests                  |                       |     |
|---------------------------|--|------------------------------------|-----------------------|-----|
|                           |  | Mean No.<br>infected<br>internodes | No. seedlings<br>Res* | Sus |
| Williams' x Purdue 77-73  | Res                                    | 2.25                               | 10                    | 2   |
|                           | Sus                                    | 5.68                               | 6                     | 5   |
| Conference x Purdue 77-73 | Res                                    | 4.37                               | 7                     | 5   |
|                           | Sus                                    | 4.76                               | 6                     | 6   |

\* 0-5 infected internodes

Tests on pot grown maiden trees, needle inoculated close to the growing point are made in a greenhouse compartment cooled (to 22°C) to take account of the lower temperatures generally prevalent in English orchards. The compartment is sealed

to prevent spread of bacterial ooze and strands and the plants are maintained using a remotely controlled watering system. The number of infected internodes is recorded after 14 days. In this way (ALSTON and BATES 1978) it was possible to differentiate the very resistant varieties Maxine and Purdue 77-73, the moderately resistant varieties Moonglow, Louise Bonne, Clara Frijs, Pierre Corneille and Conference and the very susceptible varieties 'Malling' Beth, Laxton's Superb and Doyenné du Comice. P.F.T. (late flowering perry pear) was the most susceptible variety (Table 2).

Table 2. Fireblight reaction of inoculated pear varieties on Quince C

| Variety          | No. infected internodes/shoot |
|------------------|-------------------------------|
| Purdue 77-73     | 0.3                           |
| Maxine           | 0.3                           |
| Clara Frijs      | 3.0                           |
| Louise Bonne     | 4.3                           |
| Moonglow         | 4.8                           |
| Conference       | 7.5                           |
| Pierre Corneille | 8.3                           |
| 'Malling' Beth   | 18.3                          |
| Comice           | 19.3                          |
| Laxton's Superb  | 20.3                          |
| P.F.T.           | 26.5                          |

Selections are tested for resistance in this way after selection for yield and fruit characters. In recent tests, selection P83/13 (Williams' x Moonglow) appeared highly resistant and has been included in variety trials at the National Fruit Trials (ALSTON and BATES 1982).

RESISTANCE FROM P. ussuriensis

P. ussuriensis 76, provides a source of very high resistance



to fireblight and has been used in a number of breeding programmes. This species has very small, stony astringent fruits and consequently a series of backcrosses to cultivated pears are necessary before commercial varieties combining high resistance and high fruit quality will be available. The second backcross Conference x Purdue 77-73 ([P. ussuriensis 76 x Williams'] x Comice) produced a number of promising selections with good fruit size and appearance some of which had very few stone cells and a flavour completely lacking in astringency, with a high sugar content and low acidity. These selections present good possibilities as parents for highly resistant commercial varieties from the third backcross. P. ussuriensis derivatives from second backcrosses have been planted in field trials in infected perry orchards in S.W. England.

#### CONCLUSION

In England where secondary blossoms are the main infection sites Laxton's Superb trees were frequently severely damaged while Comice which is widely planted was rarely damaged. Laxton's Superb produces a high quantity of secondary blossom while Comice rarely does so and thereby frequently remains free from the disease despite its high tissue susceptibility. We have attempted to select seedlings showing little or no secondary blossoms, as a means of avoiding fireblight infection. However, secondary blossom is rare in the first 7 years from germination even amongst progenies derived from varieties which are prone to producing secondary blossom (THIBAULT 1980). Selection for regular high yield should result in concurrent selection for a low incidence of secondary blossom since a tendency to produce secondary blossoms is commonly associated with poor fruit set. The degree of avoidance to fireblight achieved by such selection may be sufficient to ensure freedom from most infections in the cooler pear growing regions.

The greenhouse testing scheme serves mainly as a reference system since selections showing susceptibility are not discarded if they show other advantageous commercial features such as precocity, high fruit quality and good storage performance. Purdue 77-73, Conference and Comice are included in all tests as reference points for high and intermediate resistance and high susceptibility respectively.

The use of the highly susceptible variety P.F.T, a key parent in programmes to produce very late flowering varieties (THIBAUT 1980) presents a dual fireblight threat. Later flowering pears have an increased chance of becoming infected, a critical factor in a tree with high tissue susceptibility. When very late flowering is required care should be taken to combine it with high tissue resistance to fireblight such as that provided by P. ussuriensis 76.

#### REFERENCES

- ALSTON, F.H. (1973). Pear breeding at East Malling. Proceedings ISHS Fruit Section Working Group on Pear Symposium, Angers, 1972, 41-50.
- ALSTON, F.H. (1983). Pear breeding, progress and prospects. Proceedings XXIst International Horticultural Congress, Hamburg, 1982, 1, 127-137.
- ALSTON, F.H., and BATES, J.W. (1975). Pear scion varieties disease resistance. Report of East Malling Research Station for 1974, 98.
- ALSTON, F.H., and BATES, J.W. (1978). Pear scion varieties disease resistance. Report of East Malling Research Station for 1977, 129.
- ALSTON, F.H., and BATES, J.W. (1982). Pear scion breeding. Report of East Malling Research Station for 1981, 115-116.
- LAYNE, R.E.C., and QUAMME, H.A. (1975). Pears. In: 'Advances in Fruit Breeding. Temperate Fruits' eds. J. Janick and J.N. Moore, Purdue University Press, 38-70.
- THIBAUT, B. (1980). Etude de la transmission de quelques caracteres dans des descendances de poirier. Proceedings Eucarpia Tree Fruit Breeding Symposium Angers, 1979, 47-58.
- THOMPSON, J.M., ZIMMERMAN, R.H., and ZWET, T. van der. (1975). Inheritance of fireblight resistance in Pyrus. I. A dominant gene, Se, causing sensitivity. Journal of Heredity 66, 259-264.
- ZWET, T. van der, and KEIL, H.L. (1979). Fireblight, a bacterial disease of rosaceous plants. USDA and Agricultural Handbook. Science and Education Administration No. 510, 200 pp.

## ABSTRACT

Greenhouse compartments cooled to take account of the temperatures in English orchards provide good conditions for selecting seedlings with intermediate but effective levels of resistance.

Resistance is a secondary aim in the programme which is designed primarily to produce high yielding, high quality varieties, therefore seedlings are tested for resistance after selection for yield and fruit quality characters. A highly resistant selection, P83/13 (Williams' x Moonglow) has been included in variety trials for commercial varieties.

A very high level of resistance is being transferred from P. ussuriensis, this programme has reached the third backcross stage, some second backcross selections have promising fruit appearance and quality.

CHOIX D'UN ISOLAT D'*ERWINIA AMYLOVORA* POUR LA DETERMINATION  
DE LA SENSIBILITE VARIETALE AU FEU BACTERIEN.

---

J.P. PAULIN  
I.N.R.A. Station de Pathologie Végétale,  
BEAUCOUZE 49000 ANGERS - FRANCE

---

Le feu bactérien des Rosacées présente plusieurs originalités qui distinguent cette maladie d'autres bactérioses:

. Il peut se développer pendant une très grande partie de l'année, depuis la floraison jusqu'à la chute des feuilles. Tout au long de son activité dans la plante la bactérie se multiplie, parfois très activement, entraînant la production d'un exsudat superficiel sur les organes végétaux qui libèrent ainsi un inoculum très important.

. Il est très facilement disséminé par l'intermédiaire de cet exsudat d'un arbre à un autre dans un verger, mais aussi d'une plantation à une autre. L'exsudat, et aussi le transport toujours possible de plants infectés assurent aussi la dispersion géographique de la maladie. En effet, celle ci se rencontre dans des zones très diverses : Amérique du Nord, Nouvelle Zélande, Europe. Sans doute toutes ces régions sont-elles de climat tempéré, mais les différences climatiques entre telle ou telle zone où se développe la maladie sont très marquées. Il semble que, partout où est adaptée la plante hôte, la bactérie elle aussi peut se développer.

Il attaque des plantes hôtes variées. La liste des plantes hôtes permettant un développement normal du cycle de la bactérie comprend une vingtaine d'espèces. Si toutes appartiennent à la sous-famille des Pomoïdées, dans la famille des Rosacées, elles peuvent être cependant très différentes les unes des autres, et vraisemblablement elles offrent à la bactérie des milieux variés pour sa multiplication.

. On peut ajouter enfin que le feu bactérien se développe dans

certaines zones depuis très longtemps, puisqu'il est décrit depuis la fin du 18ème siècle dans l'Est des Etats-Unis.

Tous ces caractères de la maladie peuvent se résumer dans la constatation qu'une très grande diversité semble offerte depuis longtemps à un organisme à qui, chaque année, est permis un nombre très élevé de générations.

En face de ce qui nous semble être pour la bactérie une forte chance d'exprimer des potentialités diverses, nous trouvons au contraire une espèce bactérienne remarquable par sa très grande stabilité, au moins apparente. Les moyens d'étude qui permettent habituellement au bactériologiste de distinguer des "types" : biotypes, sérotypes, lysotypes ne permettent pas de distinguer de différences caractéristiques stables entre isolats. Cette homogénéité des isolats n'est peut-être qu'apparente. Elle peut ne résulter que de la mauvaise adaptation des moyens d'étude utilisés. Nous devons développer un programme de sélection de variétés résistantes de Pommier, Poirier, Pyracantha: nous nous sommes donc posés la question de l'existence d'une hétérogénéité particulière : l'adaptation à telle ou telle plante hôte, et, plus généralement celle du choix des isolats à utiliser pour réaliser la meilleure sélection possible de plantes résistantes. Il nous faut obtenir des plantes qui, confrontées à tous les types possibles d'isolats d'*Erwinia amylovora*, gardent le comportement de plante résistante révélé lors de l'inoculation artificielle.

Peu de travaux ont eu pour objet l'observation de résultats d'inoculations croisées d'isolats issus de différentes espèces hôtes de la maladie. Il n'a pas été décrit de spécificité isolat-espèce hôte (en dehors du cas particulier d'*Erwinia amylovora* f. sp. *rubi* sur *Rubus* sp.). Mais l'aspect quantitatif de cette question n'a pas été abordé : après avoir vérifié l'existence de différences d'agressivité entre isolats, nous avons essayé de déterminer si une échelle d'agressivité établie sur une espèce reste la même lors de l'inoculation des mêmes isolats sur d'autres hôtes.

## 1. DIFFERENCES D'AGRESSIVITE ENTRE ISOLATS

### a. Matériel

. 285 isolats obtenus en laboratoire chargé du diagnostic du feu bactérien à l'échelle nationale (G.R.I.S.P. - Angers) au cours des années 1980 et 1981. Les isolements ont été effectués à partir de Pommier, Poirier, Aubépine provenant principalement des départements du Nord, des Landes, du Lot et Garonne.

Ces isolats ont fait l'objet du même traitement, en laboratoire de diagnostic : après isolement par étalement sur milieu B de King, détermination rapide par les moyens habituels et mise en conservation sur milieu PYDAC sous huile à la température du laboratoire. Au moment de l'inoculation ces cultures sont étalées sur milieu B de King pour vérification de pureté.

4 *Cotoneaster* sp., issus de graines, en pot, sont inoculés en chambre climatisée par coupure de 2 feuilles au moyen de ciseaux trempés dans une suspension d'*E. amylovora* dans l'eau distillée stérile titrée à  $10^8$  cell./ml.

#### b. Résultats

L'examen du nombre d'inoculations réussies conduit à reconnaître :

- 266 isolats à agressivité normale (4 plantes malades sur 4 inoculées),
- 10 isolats d'agressivité moyenne (moins de 4 plantes malades sur 4 inoculées),
- 9 isolats d'agressivité nulle (aucune plante malade).

## 2. INFLUENCE DE L'ESPECE-HOTE

Si une adaptation à l'espèce-hôte existe chez *E. amylovora*, elle devrait se traduire par une agressivité plus élevée sur la plante de l'espèce d'où est issu l'isolat : l'agressivité relative des isolats devrait alors changer en fonction de l'espèce inoculée.

#### a. Matériel

3 isolats de chacune des 3 classes d'agressivité définies précédemment sur *Cotoneaster* ont été choisis, ils proviennent de Poirier, Pommier ou Aubépine. Les plantes inoculées (même méthode) sont des semis de *Cotoneaster* (50 plants par isolat), *Crateagus* sp. (12 plantes), *Malus* sp. (20 plantes), *Pyrus* sp. (20 plantes). Les inoculations sont réalisées en chambre climatisée.

b. Résultats

| Classe d'agressivité des isolats sur <i>Cotoneaster</i> | Plantes inoculées  |                  |              |              |
|---|--------------------|------------------|--------------|--------------|
|   | <i>Cotoneaster</i> | <i>Crataegus</i> | <i>Pyrus</i> | <i>Malus</i> |
| Agressifs   | 85-100             | 70-100           | 50-100       | 5 - 95       |
| Faiblement agressifs                                    | 10- 40             | 0- 30            | NT           | 0            |
| Non agressifs   | 0                  | 0                | 0            | 0            |

-Fréquence (%) ;  $\frac{\text{Nb d'inoculations réussies}}{\text{Nb d'inoculations totales}} \times 100$  ; NT ; non testé

3. STABILITE DE L'AGRESSIVITE

Un agent pathogène peut perdre son agressivité au cours de sa conservation "*in vitro*" ; de plus les diverses opérations conduites lors de la vérification de l'identité de l'organisme peuvent entraîner un "tri" parmi les colonies bactériennes. Il y a donc risque de voir se modifier le comportement d'un isolat. Bien que l'expérience quotidienne semble montrer une bonne stabilité d'*E. amylovora*, nous avons essayé d'estimer le risque d'hétérogénéité présenté par le choix au hasard d'une colonie sans contrôle.

Matériel

Un isolat de la classe des faiblement agressifs subit une succession d'étalements sur milieu B de King, permettant la mise en évidence de différences morphologiques de colonies séparées. Lors de chaque étalement des colonies de types morphologiques différents sont prélevées, mises en suspension, et cette suspension est à son tour étalée sur le même milieu.

Après une succession de 5 étalements, les colonies de types différents obtenues sont inoculées sur Pommier.

Résultat

| Rang de l'étalement                | 0 | 1 <sup>er</sup> | 2 <sup>e</sup> | 3 <sup>e</sup> | 4 <sup>e</sup> | 5 <sup>e</sup> |
|------------------------------------|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Nb de types morphologiques séparés | 1 | 16              | 18             | 24             | 38             | 38             |

L'inoculation des 40 colonies obtenues au 5ème étalement, sur Pommier montre les comportements suivants :

- 33 colonies ne montrent pas d'agressivité
- 7 sont agressives.

#### 4. DISCUSSION

Ces quelques résultats montrent :

- que les isolats d'*Erwinia amylovora* obtenus lors de l'isolement à partir de lésion de feu bactérien peuvent différer grandement dans leur agressivité, bien que, dans notre cas la grande majorité appartienne à la classe des agressives.

- Qu'une échelle d'agressivité définie sur une espèce-hôte arbitraire n'est pas bouleversée sur d'autres espèces-hôtes. Le classement des isolats les uns par rapport aux autres reste le même; l'agressivité absolue change en fonction de la sensibilité de la plante-test : sur Pommier les isolats de la classe intermédiaire n'expriment pas leur agressivité moyenne.

- Qu'un isolat peut être hétérogène, donnant naissance à des colonies d'agressivité variable. Dans le cas étudié cette hétérogénéité est peut être plus marquée du fait que nous nous sommes adressés à un isolat d'agressivité moyenne, mais elle peut sans doute exister aussi dans un isolat d'agressivité élevée.

#### 5. CONCLUSION

1) Nous avons abordé le choix d'un isolat d'*Erwinia amylovora* en fonction de son agressivité. L'existence de races, adaptées à des variétés d'une espèce hôte mériterait aussi d'être recherchée. Des travaux récents : QUAMME and BONN (1982), NORELLI and ALDWINCKLE (1982) font état de réponses apparemment contradictoires à cette question : pour les premiers de ces auteurs de telles races n'ont pas été mise en évidence (sur Poirier), pour les seconds il existerait des différences significatives entre l'agressivité des isolats selon les variétés de Pommier inoculées.

2) Dans l'état actuel de nos connaissances, le choix d'un isolat pour l'inoculation dans un but de sélection repose sur la détermination du niveau de son agressivité, et sur la vérification de la stabilité dans le



temps de cette agressivité. Le même isolat peut être utilisé pour la sélection dans les différentes espèces-hôtes du feu bactérien.

-----

## ABSTRACT

### PROBLEMS IN SELECTING ISOLATES OF ERWINIA AMYLOVORA FOR PLANT BREEDING PURPOSE.

*Erwinia amylovora* causes fireblight on a number of different host-plants. These plant species, although linked at the botanical level - they belong to the same botanical group "Pomoïdeae" - are very different from each other. Similarly this bacterium causes the disease in areas very different from each others: North America, New Zealand, Europe, where it has been present in some cases for a very long period of time.

In spite of these very heterogenous conditions for the development of the disease no specific "strain" of *E. amylovora* has been described: for instance an isolate from *Pyrus* obtained in New Zealand, is apparently similar to an isolate from *Pyracantha* from the Netherlands.

Is this stability only due to lack of information? It is an important question when it is clear that the real hope, for the control of fireblight is the use of resistant plant material. This kind of material obtained after artificial inoculation of a single isolate (or a mixture of few isolates) could be of limited value if it turned to be susceptible to other isolates.

Our experience with *Erwinia amylovora* shows that:

1) Even among recently isolated isolates, variation in the degree of virulence can be shown by inoculation on susceptible host-plants.

2) This variation does not seem to be linked with the inoculated plant species. The scale of virulence of strains, when established on *Malus*, for example, remains the same on *Pyrus*, *Cotoneaster*...

3) An individual isolate can be sometimes dissociated in colonies showing different degree of virulence.

These results would support the choice of a highly virulent isolate, whatever its origin, whatever the species to be tested, so long as its stability has been checked.

BIBLIOGRAPHIE

- NORELLI J.L. and H.S.ALDWINCKLE, 1982. Variability in the virulence of *Erwinia amylovora* to apple cultivars.  
Phytopathology, 72 (8) Abstr.n°576).
- QUAMME H.A. and W.G. BONN, 1981. Virulence of *Erwinia amylovora* and its influence on the determination of fire blight resistance of pear cultivars and seedlings.  
Can. J. Pl. Path. 3 (4), 187-282.

---

# LA RESISTANCE AUX PRINCIPAUX PARASITES DES PORTE-GREFFES DE POMMIER.

*Isabelle PACCOU*  
*Station d'Arboriculture Fruitière*  
*I.N.R.A. - Beaucozé*  
*49000 ANGERS (France)*

## RESUME

Une revue bibliographique concernant les travaux de sélection de Porte-Greffes de Pommier pour leur résistance aux maladies est faite.

Un premier aspect est la place variable tenue par ces objectifs de sélection dans les différents programmes engagés dans le monde. Fuis les tests de sélection des porte-greffes au *Phytophthora cactorum*, à *Erwinia amylovora* ainsi qu'au puceron lanigère sont discutés. Deux autres maladies atteignant les porte-greffes, le pourridié laineux et la galle du collet, pourraient faire l'objet de travaux de recherches de résistance dans l'avenir.

Enfin, une présentation des nouveaux porte-greffes de Pommier est faite grâce à l'étude de CUMMINS et ALDWINCKLE de 1982.

## INTRODUCTION

Au début d'un travail de sélection de porte-greffes de Pommier, une étude bibliographique permet de connaître les différents objectifs de sélection. L'importance donnée à la recherche d'individus résistants aux parasites (champignons, bactéries, insectes) est très variable d'un programme de sélection de porte-greffes à un autre.

Jusqu'à présent, ce sont essentiellement des maladies et des parasites causant des dégâts sur des aires géographiques étendues qui ont fait l'objet de travaux de recherche. Il s'agit du puceron lanigère, de la pourriture du collet et dans une moindre mesure, le feu bactérien. Les maladies telles que le pourridié laineux et la galle du collet qui ont une moins grande importance n'ont pas fait l'objet de beaucoup d'études sur les porte-greffes de Pommier.

Dans la situation actuelle, parmi les nouveaux porte-greffes sélectionnés, on note que certains associent mieux que d'autres les différentes qualités recherchées.

Cependant, parmi les porte-greffes de faible vigueur, on ne note pas de sélections très supérieures au M.9.

## I - LA PLACE DES OBJECTIFS DE RESISTANCE AUX PARASITES DANS LES PROGRAMMES DE SELECTION DES DIFFERENTS PAYS.

La place variable donnée aux maladies dans les programmes de sélection est liée à l'existence ou non d'objectifs plus importants. Il peut s'agir dans un premier temps de tous les objectifs concernant la facilité de propagation (pour les porte-greffes clonaux) ou la production induite.

La réduction de vigueur est également un objectif très important dans les pays où les Francs sont utilisés dans la plupart des vergers. La Roumanie, la Tchécoslovaquie sont dans ce cas.

Dans les régions souffrant du froid hivernal, la recherche de porte-greffes résistants au froid est un objectif beaucoup plus important que la résistance aux maladies. Il peut ne pas être pris en compte dans la sélection de porte-greffes. C'est le cas de l'U.R.S.S., de la Suède, la Finlande, l'Allemagne. De même au Canada, à la Station d'Ottawa, où le porte-greffe 'OTTAWA 3' fut sélectionné, il n'a été testé au *Phytophthora cactorum* qu'en fin de programme et dans une autre station.

En Pologne, le froid hivernal cause également des dégâts dans les plantations, mais aussi la pourriture du collet surtout sur les porte-greffes clonaux d'East Malling. C'est pourquoi à côté de la résistance au froid qui reste l'objectif essentiel, la résistance à la pourriture du collet en constitue un non négligeable.

L'importance donnée à la résistance aux maladies et insectes dans un programme de sélection s'accroît très nettement quand ces derniers causent des dégâts importants dans les vergers après que d'autres problèmes aient été résolus, comme la trop forte vigueur. On peut mentionner à cet égard qu'en Nouvelle-Zélande des porte-greffes de Pommier ont été sélectionnés pour leur résistance au puceron lanigère et à des basidiomycètes du sol (TAYLOR, 1981), spécifiques à cette région et provoquant des chancres des racines.

En Angleterre, la résistance au puceron lanigère fut l'objet d'un programme de sélection de porte-greffes dans les années 1930 à cause des dégâts provoqués

par cet insecte en Australie et en Nouvelle-Zélande et pour remplacer 'NORTHERN SPY' qui est résistant mais n'a pas de bonnes qualités horticoles (mauvais ancrage). Aujourd'hui, la place donnée aux résistances aux maladies et aux insectes est toujours importante. La résistance au puceron lanigère est toujours travaillée à East Malling ainsi que celle au *Phytophthora cactorum* qui cause des dégâts dans les vergers anglais.

A l'heure actuelle, c'est sans doute le programme de sélection de la Station de Geneva aux Etats-Unis qui est le plus orienté vers la recherche de plantes résistantes aux maladies (feu bactérien, *Phytophthora cactorum*, Tomato Ring Spot) et aux insectes (puceron lanigère). Dans l'année qui suit le semis, les plantules sont soumises en serre à un ensemble de tests de résistance. Les semis sont inoculés en premier par des zoospores de *Phytophthora*, ensuite par *Erwinia amylovora* provoquant le feu bactérien (5 inoculations sont faites successivement) et enfin les plantules sont soumises à des attaques de puceron lanigère (5 fois). De cette façon 98 % des semis sont éliminés à cause de leur niveau de résistance insuffisant à l'une de ces maladies ou insectes. Il reste quand même à l'issue de cette présélection 500 plantules. La population est encore suffisamment grande pour qu'une sélection pour d'autres caractères soit possible par la suite.

La sélection de porte-greffes résistants à une maladie ou à un insecte a des chances d'aboutir si en même temps une sélection sur des caractères horticoles est faite. Et cela sera d'autant plus efficace que les programmes comprennent un nombre élevé de semis issus bien sûr de parents bien choisis.

## II - LES MALADIES ET LES PARASITES DES PORTE-GREFFES. TESTS DE SELECTION DE QUELQUES RESISTANCES.

### 1. La pourriture du Collet

Bien que cette maladie ait déjà été étudiée dans plusieurs pays, il semble qu'elle soit encore mal connue. Différents tests de sélection ont été mis au point pour déterminer le plus tôt possible le niveau de résistance d'un individu donné. Il semble que les résultats qu'ils donnent ne correspondent pas toujours avec le comportement des arbres en verger, ceci sans doute pour plusieurs raisons :

- Les inoculations se font presque toujours avec un seul agent : *Phytophthora cactorum* alors que d'autres agents interviendraient dans cette maladie. Il y aurait d'autres espèces de *Phytophthora* (*P. syringae*, *P. megasperma*, *P. cambivora*) et des espèces de *Pythium* au moins.

- L'état physiologique de la plante intervient dans la capacité qu'elle a à se défendre contre les attaques de ces parasites. Au cours de l'année, le niveau de résistance d'une plante varie, il est plus faible au printemps au moment de la floraison et à l'automne. La manière dont sont conduits les arbres peut diminuer aussi le niveau de résistance d'un arbre, comme l'habillage des scions avant la plantation et l'eau stagnante près des arbres à cause d'un tassement excessif du sol par les passages répétés.

- Le niveau de résistance mesuré varie aussi en fonction de la méthode d'inoculation, de la partie de la plante inoculée et de la forme de l'inoculum (mycélium ou zoospore).

A la Station de Geneva, les inoculations se font à l'aide d'une suspension de zoospores déposée sur les jeunes semis. Les caisses où ils se trouvent sont plongées dans l'eau 30 heures après l'inoculation pour que l'hypocotyle et les racines soient bien en contact avec les zoospores. A la Station d'East Malling, le test se fait sur des tiges lignifiées. Sur celles-ci, un disque d'écorce est enlevé et un disque d'agar contenant du mycélium est appliquée à la place au contact du cambium. ALSTON (1970) a déterminé ainsi que la résistance au *P. cactorum* était gouvernée par un gène dominant Pc. Par la suite WATKINS et WERTS (1971) en utilisant une méthode d'inoculation sur semis similaire à celle pratiquée à Geneva ont montré que le déterminisme génétique simple n'était pas suffisant pour expliquer la résistance. En effet dans une descendance d'un individu résistant d'après le test sur tiges lignifiées, les auteurs ont trouvé seulement 30 % de plantules résistantes après inoculation avec des zoospores. Or suivant l'hypothèse où le parent femelle est Pc pc et le parent mâle pc pc, il devrait y avoir 50 % de plantules résistantes (les auteurs concluent donc que le gène Pc est insuffisant à expliquer la ségrégation observée). Les organes inoculés sont différents ; ce sont des tiges dans un cas, des racines dans l'autre. Ces mêmes auteurs émettent l'hypothèse que ce gène Pc ne conférerait pas la résistance au *Phytophthora cactorum* quand les plantules ont des racines à croissance lente. On peut penser de plus que les tissus d'une tige lignifiée sont différents de ceux d'une jeune racine et donc leurs réactions à une attaque du champignon ne se manifestent pas de la même façon. Et on peut se demander, qu'elle est, au verger, la partie la plus exposée aux agents pathogènes.

Il reste donc encore plusieurs éléments à éclaircir sur cette maladie pour qu'une sélection de plantes résistantes à l'aide d'un test précoce soit efficace, notamment l'importance relative des différents champignons pathogènes, leurs cycles, la description de l'attaque de l'arbre par les agents pathogènes.

## 2. Le Feu bactérien (*Erwinia amylovora*)

C'est seulement aux Etats-Unis, où la maladie est connue depuis le plus longtemps que des porte-greffes résistants sont sélectionnés. Les individus sont testés pour leur résistance par inoculation au stade plantule. De cette façon, les plantes qui ont une résistance intrinsèque élevée sont sélectionnées. Pour des porte-greffes, cette composante de la résistance n'est pas suffisante pour prévoir le comportement en champ. Elle est beaucoup moins importante que pour des variétés-greffons. En effet, un porte-greffe sous forme de tronc présente peu de tissu en croissance sauf s'il drageonne beaucoup. Ces derniers, au contraire, ont des zones par où la bactérie pénètre facilement. Dans le cadre d'une sélection de porte-greffes ayant un bon comportement face au feu bactérien, il faudrait rechercher des individus ne drageonnant pas ou bien faisant quelques drageons mais possédant une certaine résistance intrinsèque à la maladie. Un autre facteur qu'il faudrait prendre en compte est la variation du niveau de résistance de la variété greffon induite par le porte-greffe. En effet, en serre, les variétés greffées sur le porte-greffe nanisant M.9 seraient plus sensibles au feu bactérien que quand elles sont greffées sur M.26 ou MM.106 (ALDWINCKLE et al., 1979).

La résistance au feu bactérien d'un porte-greffe comprend plusieurs facteurs différents dont certains doivent être mesurés sur l'individu adulte, un simple test précoce n'est pas suffisant.

## 3. Le puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*)

La recherche de plantes résistantes à cet insecte est incluse dans plusieurs programmes de sélection bien que, à l'heure actuelle, le puceron lanigère ne pose pas de problèmes majeurs dans les vergers du fait entre autres de l'utilisation régulière d'insecticides.

Pour déterminer le niveau de résistance des plantes, des tests de sélection sont faits à différents stades ; sur des plantules de 3 mois et sur des pousses d'un an.

Le choix des biotypes utilisés est important. En effet, certains dans plusieurs pays sont capables de coloniser 'NORTHERN SPY' et les porte-greffes qui en sont dérivés et qui ont été sélectionnés pour leur résistance au puceron lanigère. La résistance à déterminisme simple de 'NORTHERN SPY' a donc été contournée, et une résistance à déterminisme génétique plus complexe est à rechercher dans l'avenir.

#### 4. Le pourridié laineux (*Rosellina necatrix*)

C'est une maladie qui n'a jamais fait l'objet de travaux de sélection. Dans le Sud de la France, il existe des vergers contaminés au point que la culture du Pommier n'y est plus possible. Les traitements contre les parasites du sol sont difficiles et coûteux à mener à bien. Il serait donc intéressant pour les régions dans lesquelles la maladie cause des dégâts, de disposer de porte-greffes plus tolérants au pourridié. De même que pour les autres maladies, un test de sélection avec une inoculation artificielle permettrait de déterminer le niveau de résistance d'un grand nombre d'individus. Il serait nécessaire que le niveau de résistance ainsi mesuré soit bien corrélé avec le comportement observé en verger et qu'il différencie bien les individus.

Pour cette maladie, l'agent pathogène est bien déterminé et de plus, il semble qu'il soit stable. Il passe rarement par la voie sexuée et manifeste peu de variabilité.

#### 5. La Galle du Collet (*Agrobacterium tumefaciens*)

La présence de galle au niveau du collet des Pommiers est, semble-t-il, un phénomène de plus en plus souvent rencontré. Et cela déprécie les arbres à la sortie des pépinières quand ils sont vendus. Une des causes est peut-être l'extension de la culture du Pommier sur des sols favorables au développement de la bactérie et à la formation de galle. Il serait souhaitable de déterminer la résistance intrinsèque des porte-greffes à cette bactérie et d'éviter d'avoir des individus trop sensibles. Pour cette maladie aussi, l'agent pathogène est bien déterminé, les conditions favorable à son développement le sont sans doute moins.

### CONCLUSION

A l'avenir, avant de choisir et d'utiliser un nouveau porte-greffe, il serait souhaitable de connaître le niveau de résistance des porte-greffes de Pommier aux principales maladies. Grâce à l'étude de CUMMINS et ALDWINCKLE (1982) sur le comportement des nouveaux porte-greffes, on trouve que ces niveaux de résistance sont très variables (cf tableau). Il existe des porte-greffes résistants au **Phytophthora cactorum** alors qu'ils n'ont pas fait l'objet de sélection dans cette voie, c'est l'exemple du 'Bud. 9' sélectionné en U.R.S.S.



Dans la gamme des porte-greffes vigoureux et semi-vigoureux, il en existe qui sont résistants à la pourriture du collet et au feu bactérien. Il est donc possible d'utiliser des porte-greffes de cette gamme de vigueur sans avoir à craindre des attaques de l'une ou l'autre de ces maladies. Le 'P.18' mais surtout le 'Bud. 57-490' semblent à cet égard les plus intéressants du fait qu'ils associent en plus des qualités horticoles (propagation facile pour 'Bud. 57-490' et bonne productivité). Par contre, dans la gamme de vigueur du 'M.9', aucun porte-greffe ne présente un niveau de résistance satisfaisant au feu bactérien. A l'heure actuelle, c'est toujours semble-t-il ce porte-greffe qui associe le plus de qualités, bien que 'Mac 9' lui est peut-être légèrement supérieur pour son aptitude à la propagation. Or des porte-greffes nani-sants sont recherchés aujourd'hui. Il nous apparaît donc important d'envisager un programme de sélection de porte-greffes ayant cette vigueur, de bonnes qualités horticoles et un certain niveau de résistance aux principales maladies. L'utilisation de tests précoces de sélection serait souhaitable bien que leur mise en oeuvre soit difficile.

**ABSTRACT : Resistance to the main diseases involved in Apple Rootstocks.**

Until now, among the different apple rootstock breeding programmes, only few have objectives for resistance to diseases (mainly fire blight and collar rot) and to pests (woolly aphids). We found them in the countries where the apple trees have been grown on a large scale since a long time and where diseases and pests took enough importance. Tests for resistance can be done at different stages of the breeding programmes. That is in the Geneva, N.Y., and East Malling breeding programmes that disease and pest resistance is worked the most. Resistance to collar rot, fire blight, woolly aphids and replant disease is found among objectives.

Resistance to collar rot is tested by artificial inoculation using *Phytophthora cactorum*, zoospores or mycelium. But it seems that other pathogens are involved (several species of *Phytophthora* and *Pythium*). The same plant can be more or less resistant, depending of its physiological condition and the environmental conditions (stagnant water around the trees during the spring). The pathogen cycle is unknown. According to WATKINS the different methods used to screen rootstocks give different results and a twig hasn't the same resistance than the roots of a young seedling. Despite of these difficulties it could be important for the future to release rootstocks which will be as resistant as M.9 to collar rot.

Lack of suckering is an important resistance factor to fire blight. The chances of infection increase with the number of suckers. For woolly aphids it appears that some biotypes can attack 'NORTHERN SPY' whose resistance is governed by a single gene. So it would be better to have polygenic resistance. In south of France, orchards are infected by *Rosellinia*. It would be desirable to release resistant rootstocks in the future. Suitable screening methods are necessary to achieve this objective.

According to CUMMINS and ALDWINCKLE (1982) it seems that, only among the vigorous and semi vigorous new rootstocks some (Bud 57-490 and P.18) are quite better than 'MM.106' for disease resistance and other characteristics. But in the 'M.9' vigor class, not any rootstock is much more interesting than 'M.9' (except perhaps Mark). That's in this vigor class that new rootstocks must be found by selection in the future. They would have to have the same qualities than 'M.9' (productivity, resistance to collar rot) and they would have to be readily propagable and resistant to fire blight and woolly aphids.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALDWINCKLE H.S. and CUMMINS J.N., 1979 - Breeding apple rootstocks (*Malus pumila*) resistant to *Erwinia amylovora* (fire blight). *Proc. Eucarpia Fruit Breeding Symp. ANGERS : 237-241.*
- CUMMINS J.N., ALDWINCKLE H.S. and FORSLINE P.L., 1979 - Progress in breeding apple rootstocks. *Proc. Eucarpia Fruit Breeding Symp. ANGERS :251-261.*
- CUMMINS J.N. and ALDWINCKLE H.S., 1982 - New and forthcoming apple rootstocks. *Fruit Varieties Journal, July 1982, vol.36 (3) : 66-73.*
- CUMMINS J.N. and ALDWINCKLE H.S., 1982 - Rootstock breeding in J.N. MOORE and J. JANICK ed. *Method in Fruit Breeding - A. Press, 294-327.*
- KENNEDY A.J., WATKINS R., LONGBOTTOM H., 1982 - Apple rootstocks (Fruit Breeding). *Annual Rpt for East Malling Res. Stat. for 1981 : 117-118.*
- PIENIAZEK S.A., 1971 - Russian breeding of clonal apple rootstocks. *Amer. Nurseryman, 134 (7) : 32-36.*
- PIENIAZEK S.A., ZAGAJA S.W. and CZYNCZY K. A., 1976 - Apple rootstock breeding program in Poland. *Compact Fruit Tree 9 : 15-19.*
- SPANGELO L.P., FEJER S.O., LEUTY S.J. and GRANGER R.L., 1974 - 'OTTAWA 3' clonal apple rootstock. *Can. J. Plant Sci. 54 : 601-603.*
- TAYLOR J.B., 1981 - The selection of Aotea apple rootstocks for resistance to woolly aphids and to root canker, a decline and replant disease caused by *Basidiomycete fungi*. *N.Z. Journal of Agric. Res. 24 : 373-377.*

TOURVIEILLE DE LABROUHE, 1921 - Contribution à l'étude du *Rosellinia necatrix* (Hart) Berl., agent du pourridié laineux. Thèse de 3<sup>e</sup> Cycle, Université de Rennes.

WATKINS R. and WERTS J.M., 1971 - Pre-selection for *Phytophthora cactorum* (Leb and Cohn) Schroet. resistance in apple seedlings. *Ann. Appl. Biol.* 67 : 153-156.

COMPORTEMENT DES NOUVEAUX PORTE-GREFFES DE POMMIER

(CUMMINS et ALDWINCKLE, 1982)

| PORTE -<br>GREFFES | PRODUCTIVITE<br>INDUITE | POURRITURE<br>DU COLLET | FEU BACTERIEN | REJETS | PUCERON<br>LANGERE | VIRUS<br>LATENTS | POURRIDIE<br>BLANC |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|--------|--------------------|------------------|--------------------|
| ROBUSTA 5          | NT                      | I                       | TR            | NT     | TR                 | MS               | NT                 |
| NOVOLE             | NT                      | R                       | R             | TB     | MR                 | S                | NT                 |
| MM.106             | Exc                     | S                       | MS            | TB     | R                  | ToI              | MS                 |
| BUD 54-118         | B                       | NT                      | MS            | TB     | S                  | NT               | NT                 |
| BUD 57-490         | Exc                     | MR                      | I             | TB     | MS                 | NT               | NT                 |
| P.18               | TB                      | TR                      | MR            | NT     | S                  | NT               | NT                 |
| OTTAWA 11          | B                       | NT                      | MR            | NT     | I                  | I                | MR                 |
| M.26               | TB                      | I                       | TS            | B      | TS                 | MR               | NT                 |
| BUD 9              | TB                      | TR                      | S             | TB     | S                  | ToI              | NT                 |
| P.1                | B                       | MR                      | MS            | TB     | MS                 | NT               | NT                 |
| OTTAWA 3           | Exc                     | R                       | S             | TM     | TS                 | I                | NT                 |
| M.9                | Exc                     | R                       | TS            | M      | S                  | ToI              | NT                 |
| MARK (Mac 9)       | Exc                     | NT                      | S             | B      | MS                 | ToI              | NT                 |
| P.2                | Exc                     | R                       | MS            | B      | MS                 | NT               | NT                 |
| P.22               | Exc                     | R                       | MS            | B      | MS                 | NT               | NT                 |
| M.27               | Exc                     | R                       | S             | B      | S                  | ToI              | NT                 |
| BUD 54-146         | TB                      | NT                      | TS            | M      | S                  | NT               | NT                 |
| BUD 57-491         | Exc                     | MS                      | S             | B      | S                  | NT               | NT                 |

NT : Non Testé ; Exc : Excellent ; TB : Très Bon ; B : Bon ; ToI : Tolérant ; TR : Très Résistant ;  
R : Résistant ; MR : Moyennement Résistant ; I : Intermédiaire ; MS : Moyennement Sensible ;  
S : Sensible ; TS : Très Sensible ; M : Mauvais ; TM : Très Mauvais.

SENSIBILITE DES VARIETES ET PORTE-GREFFES DU POIRIER  
AUX MALADIES DE DEGENERESCENCES.

J. LEMOINE  
Station d'Arboriculture fruitière  
I.N.R.A. - Beaucouzé  
49000 ANGERS (France)

RESUME

Le Poirier est contaminé par 8 maladies de dégénérescences. 6 sont d'origine virale, 2 sont induites par des organismes de type mycoplasme. La plupart des *Pyrus* sp. et des variétés sont sensibles à la maladie à virus du Vein yellows. Dans les semis de fécondation libre, en moyenne 90 % des sujets sont sensibles à cette maladie. Sur les 14 *pyrus* testés, seul *Pyrus salicifolia* s'est révélé tolérant à la maladie du Vein yellows.

De nombreuses variétés, porte-greffes et semis sont sensibles au Pear decline, maladie à mycoplasme transmissible par les psylles. *Pyrus betulaefolia* et la variété 'BEURRE DES ENFANTS NANTAIS' semblent conférer une certaine tolérance à leur descendance. Il est à noter que la présence du Vein yellows augmente considérablement la sensibilité au Pear decline.

INTRODUCTION

En verger, la vigueur, la stabilité des rendements, la qualité des fruits peuvent être influencées par certaines viroses ou mycoplasmoses, aussi est-il important de prévenir de ces nuisances.

Des moyens prophylactiques permettent d'obtenir du matériel dépourvu des agents pathogènes de type virus ou mycoplasme, toutefois leur efficacité se limite aux maladies qui se transmettent uniquement par greffage et non à celles transmissibles par un vecteur (pollen, nématodes, cicadelles, psylles ...)

Chez l'espèce *Pyrus* nous sommes en présence de 8 maladies de dégénérescences, 6 sont induites par des agents infectieux de type virus, 2 par des agents de type mycoplasme. Dans un précédent travail (J. LEMOINE et J. HUET, 1977), nous avons démontré la tolérance des Cognassiers BA29 et SYDO aux maladies de dégénérescences. Il sera fait état ici de la sensibilité des variétés de Poirier,

des *Pyrus* sp. et des semis. Le tableau 1 fait état des maladies rencontrées, de leur importance et de leur incidence en verger ainsi que de la sensibilité moyenne des semis.

## I - MALADIES NON TRANSMISES PAR UN VECTEUR CONNU AUTRE QUE LE GREFFAGE :

Ce groupe comprend l'ensemble des maladies à virus et le Rubbery wood, en sachant très bien que la Mosaïc, maladie apparentée au Chlorotic leaf spot (C.L.S.V.), semble avoir une certaine dissémination par un vecteur non identifié.

De ces 7 maladies en présence, deux sont largement répandues en verger, ce sont le Vein yellows et le Rubbery wood. De ces deux maladies, seul le Vein yellows à une forte incidence sur la production de nombreuses variétés. Seule la variété 'WINTER NELLIS' serait d'après FRIDLUND P.R. (1976) peu sensible à cette maladie.

### 1°) Sensibilité de divers Pyrus

Au cours de recherches d'indicateurs sensibles à ces maladies, nous avons testé 14 types de *Pyrus*. Ce matériel a été écussonné sur Franc en pépinière au mois d'Août à raison de 40 sujets par origine. Sur la pousse de l'année, l'été suivant, nous avons inoculé par écussonnage de 2 "lambeaux d'écorce" 15 sujets à la Mosaïc et 15 sujets au Vein yellows. 10 sujets ont été gardés en témoin non inoculés. Au printemps suivant, ce matériel a été rabattu sur un oeil immédiatement au-dessus de l'inoculation et la croissance mesurée en fin de végétation.

Sur les 14 *Pyrus* testés, 13 se sont révélés sensibles à la présence de Vein yellows (tableau 2). Par contre la sensibilité à la Mosaïc est moins importante (9/14 sont sensibles). De cet essai, il en résulte que seul le *Pyrus salicifolia* présenterait une certaine tolérance à Vein yellows et à la Mosaïc.

### 2°) Sensibilité des Semis

Nous avons observé la sensibilité de 7 descendances provenant soit de variétés ('PASSE CRASSANE', 'WILLIAMS', 'BEURRE HARDY') soit de deux sélections de *Pyrus communis*, la sélection allemande 'KIRSCHENSALLER' et la sélection de la Station d'Arboriculture Fruitière d'Angers 'FIEUDIERE'. Ce matériel a été contaminé soit par du Vein yellows, soit par de la Mosaic, soit par du Rubbery

wood (des semis de *Pyrus ussuriensis* et *Pyrus pyrifolia* ont été testés uniquement au Vein yellows). L'inoculation ayant été réalisée par greffage. Les observations ont porté principalement sur l'expression des symptômes et sur la croissance des pousses en comparaison d'un lot de sujets de même origine non inoculé.

Dans l'ensemble, les semis ont une grande sensibilité au Vein yellows (90 % des semis sont sensibles). Cette sensibilité est plus faible à la Mosaic (50%) et très faible au Rubbery wood (6 %) (tableau 3).

De ces diverses observations, il en résulte que les variétés cultivées, les *Pyrus* et les semis de Poirier ont une très grande sensibilité au Vein yellows. Par contre la sensibilité des semis à la Mosaic est semble-t'il liée à la sensibilité de la variété d'origine aussi les semis de 'BEURRE HARDY', variété sensible à la Mosaic, sont sensibles à 80 % alors que ceux de 'WILLIAMS', variété très peu sensible, sont sensibles à 15 %.

En ce qui concerne le Rubbery wood, la sensibilité tant des variétés que des semis est très faible.

## II - MALADIES TRANSMISSIBLES PAR UN VECTEUR CONNU

Chez le Poirier, seule la maladie du "déperissement du Poirier" ou "Pear decline" est transmissible par un vecteur connu. L'agent de transmission est le psylle. Cette maladie peu répandue en France a fait des dégâts depuis 1977, année de sécheresse et de pullulation et psylles, dans la Vallée du Rhône, la Vallée de la Garonne et à moindre importance dans la Vallée de la Loire. Cette maladie est redoutée par les arboriculteurs car elle provoque la mortalité plus ou moins rapide des arbres et sa dissémination grâce aux psylles est très aisée.

### 1°) Sensibilité des variétés et porte-greffes

Cette maladie est une maladie d'association, c'est à dire qu'elle nécessite, pour sa pleine expression, l'association d'une variété et d'un porte-greffe. Le tableau 4 permet de constater la complexité de l'expression de cette maladie. Aussi la variété 'BEURRE d'ANJOU' classée comme sensible voit sa sensibilité hautement accrue par son greffage sur des semis de *Pyrus communis*, par contre sa sensibilité est réduite lorsqu'elle est greffée sur 'OLD HOME', lui-même greffé soit sur *Pyrus communis* ou mieux sur *Pyrus betulaefolia* (WESTWOOD M.N. et al. 1971).

Les tableaux 5 et 6 donnent la sensibilité moyenne de quelques *Pyrus*, semis de Poirier et variétés. Seuls ont été retenus ceux qui font l'unanimité dans la littérature.

## 2°) Sensibilité des semis

En observant diverses descendance, WESTWOOD (1976) montre que les semis sont sensibles au même degré que leurs parents. Aussi des croisements entre résistants donnent entre 1 et 20 % de sensible, alors que ce pourcentage passe de 50 à 60 % dans des combinaisons résistant par sensible et qu'il se situe à 80 % dans les croisements entre sensibles.

Dans le groupe des tolérants se trouve *Pyrus betulaefolia* (2% de sensible), et le croisement 'OLD HOME' x 'FARMINGDALE' ou 18 % de semis se sont révélés sensibles au Pear decline. Par contre les semis de *Pyrus pyrifolia* sont sensibles à plus de 80 %.

A la Station d'Angers, dans un essai de recherches sur les porte-greffes dans le genre *Pyrus communis*, nous avons pu observer le comportement des descendance de 5 variétés pollinisées par 'WILLIAMS' ou 'D. JULES GUYOT'. Ce matériel a été écussonné soit par un clone de 'BEURRE HARDY' contaminé à notre insu par du Pear decline, soit par un autre clone de 'BEURRE HARDY' lui aussi contaminé par du Pear decline mais associé avec du Vein yellows. Le devenir des arbres a été suivi pendant 3 années consécutives. Les résultats sont donnés dans le tableau 7. Il apparaît que :

- les hybrides avec 'WILLIAMS' sont plus sensibles au Pear decline que ceux avec 'D. JULES GUYOT' (31,5 % de sensible contre 18,5 %).
- le Pear decline s'exprime très faiblement dans les croisements avec la variété 'BEURRE DES ENFANTS NANTAIS'.
- la sensibilité au Pear decline est très fortement accrue par la présence simultanée du Vein yellows (45 % contre 25 %).

Cet essai prouve que chez *Pyrus communis* il est aussi possible de trouver une certaine tolérance au Pear decline.

## CONCLUSIONS

Les variétés de Poirier comme les porte-greffes sont sensibles à la présence des maladies de dégénérescences, principalement à la maladie du Vein yellows et



du Pear decline. Dans l'espèce *Pyrus*, il est possible de trouver quelques origines résistantes à ces maladies, c'est le cas de *Pyrus betulaefolia* pour le Pear decline.

Dans un programme de recherche de résistance aux parasites chez le Poirier, la résistance aux maladies de dégénérescences ne doit pas être considérée comme un objectif primordial, toutefois le sélectionneur devra être conscient de ce problème dans le choix de ses géniteurs. Si pour des maladies d'origine virale, transmises uniquement par greffage, ce choix est de moindre importance, il se révèle nécessaire pour les maladies transmissibles par un vecteur. Ainsi par exemple, en ce qui concerne les recherches de résistance au Feu bactérien ou à la Tavelure, l'introduction de gènes de résistance en provenance de *Pyrus pyrifolia* risque de déboucher sur des sélections résistantes à ces parasites, mais d'une grande sensibilité au Pear decline. Ces risques sont moindres en utilisant *Pyrus calleyriana* ou certains *Pyrus* communis. Si l'utilisation de *Pyrus betulaefolia* pose un problème pour la recherche de variétés résistantes au Pear decline, du fait du très faible calibre des fruits, par contre son utilisation pourrait avoir lieu dans un programme de recherche de résistance chez les porte-greffes.

En ce qui concerne les maladies transmissibles par vecteur, il serait possible aussi de rechercher des résistances à ce ou ces vecteurs pour éviter les recontaminations en verger, mais il sera toujours difficile de lutter contre le vecteur "homme".

## ABSTRACT

### SUSCEPTIBILITY OF SEVERAL VARIETIES AND ROOTSTOCKS OF PEAR TO VIRUS AND MYCOPLASME LIKE ORGANISME.

Eight diseases are present in pear, six virus diseases and two induced by mycoplasme like organism. Varieties, rootstocks and *Pyrus sp.* are susceptible to Vein yellows virus. Seedlings are susceptible at 90 % on an average to Vein yellows.

Numerous varieties, rootstocks and seedlings are susceptible to pear decline mycoplasme but *Pyrus betulaefolia* and 'BEURRE DES ENFANTS NANTAIS' seedlings have a good resistance. Vein yellows increase susceptibility to pear decline.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FRIDLUND P.R., 1976 - Pear Vein yellows virus symptoms in greenhouse-grown pear cultivars. *Plant Dis. Repr* 60 (10), 891-894.
- WESTWOOD M.N., CAMERON H.R., LOMBARD P.B. et CORDY C.B., 1971 - Effects of trunk and rootstocks on decline, growth and performance of pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (2), 147-150.
- WESTWOOD M.N., 1976 - Inheritance of Pear decline resistance. *Fruit Varieties Journal* 30 (2), 63-64.
- LEMOINE J., HUET J., 1977 - Susceptibility of several quince rootstocks to latent viruses. *Acta Horticulturae* 75, 133-138 - *Clonal variation in apple and pear*.

TABLEAU 1 - PRINCIPALES MALADIES DE DEGENERESCENCE DU POIRIER.

| DENOMINATION                   | AGENT<br>INFECTIEUX | TRANSMISSION |              | EN VERGER  |                          | VARIETE    |   | SENSIBILITE<br>des<br>Semis en % |
|--------------------------------|---------------------|--------------|--------------|------------|--------------------------|------------|---|----------------------------------|
|                                |                     | Greffage     | Vecteur      | Importance | Incidence/<br>Production | Sensibles  | Tolérantes                              |                                  |
| VEIN YELLOWS<br>et<br>GRAVELLE | Virus               | +            | -            | 95-98 %    | 10-50 %                  | Nombreuses | WINTER NELLIS?                          | 90 %                             |
|                                |                     |              |              | 2-3 %      | 1-90 %                   | Nombreuses | P. CRASSANE<br>Mme BALLET<br>WILLIAMS ? | ?                                |
| MOSAIC                         | Virus               | +            | + ?          | 2-3 %      | 10-50 %                  | Nombreuses | WILLIAMS<br>LEGIPONT                    | 15 à 80 %                        |
| PEAR DECLINE                   | Mycoplasme          | +            | +<br>Psylles | 3 %        | Mortalité                | Nombreuses | peu                                     | 5 à 75 %                         |
| RUBBERY WOOD                   | Mycoplasme          | +            | + ?          | 70 %       | 10 %                     | Peu        | Nombreuses                              | 5 à 10 %                         |
| BLISTER CANKER                 | Virus               | +            | -            | 0.5 %      | 30 %                     | Peu        | Nombreuses                              | ?                                |
| BUD DROP                       | Virus               | +            | -            | 0.2 %      | 90 %                     | Peu        | Nombreuses                              | ?                                |
| STEM PITTING                   | Virus               | +            | -            | 0.5 %      | ?                        | ?          | ?                                       | ?                                |
| STEM GROOVING                  | Virus               | +            | -            | 0.2 %      | ?                        | ?          | ?                                       | ?                                |

**TABEAU 2 - SENSIBILITE DE QUELQUES PYRUS A L'INFECTION PAR DU VEIN  
 YELLOWS ET DE LA MOSAIC  
 (% de baisse de vigueur par rapport au témoin sain)**

| P Y R U S      | CLONE  | VEIN YELLOWS | MOSAIC     |
|----------------|--------|--------------|------------|
| SALICIFOLIA    | P.1851 | 4.2          | 5.6        |
| BETULAEFOLIA   | P.252  | 12.8 (VY) *  | 5.8        |
| CALLERYANA     | P.1541 | 13.6 (VY) *  | 3.7        |
| C. "CORDATA"   | P.696  | 13.6 (VY) *  | 20.0 **    |
| BRETSCHNEIDERI | P.1584 | 13.7 (VY) *  | 6.3        |
| CANESCENS      | P.254  | 14.8 (VY) *  | 16.3 **    |
| NIVALIS        | P.260  | 15.4 **      | 11.5 *     |
| PASHIA         | P.1590 | 16.0 (VY) ** | 20.0 **    |
| AMYGDALIFORMIS | P.257  | 21.7 **      | 2.8        |
| SERRULATA      | P.697  | 25.0 (VY) ** | 31.8 **    |
| SINATICA       | P.249  | 27.8 (VY) ** | 12.5 *     |
| COMMUNIS       | P.255  | 34.7 (VY) ** | 12.0 * (M) |
| PYRIFOLIA      | P.1858 | 35.6 (VY) ** | 27.6 **    |
| USSURIENSIS    | P.1586 | 42.3 **      | 11.5 *     |

\* : différence significative à 5 %  
 \*\* : différence significative à 1 %.

TABLEAU 3 - SENSIBILITE DE QUELQUES SEMIS AU VEIN YELLOWS, A LA MOSAIC ET AU RUBBERY WOOD.

| Semis de fécondation libre de : | VEIN YELLOWS  |               | MOSAIC        |               | RUBBERY WOOD  |               |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                 | Total observé | % de sensible | Total observé | % de sensible | Total observé | % de sensible |
| BEURRE HARDY                    | 40            | 90            | 50            | 84            | -             | -             |
| WILLIAMS                        | 50            | 94            | 50            | <u>16</u>     | 30            | <u>3,3</u>    |
| PASSE CRASSANE                  | 40            | 97,5          | 30            | 84            | 20            | 5,0           |
| KIRSCHENSALLER                  | 40            | 95            | 50            | <u>20</u>     | 20            | 10,0          |
| FIEUDIÈRE                       | 30            | 93            | 50            | 70            | 20            | 5,0           |
| Pyrus ussuriensis               | 40            | 95            | -             | -             | -             | -             |
| Pyrus pyrifolia                 | 50            | 96            | -             | -             | -             | -             |

TABLEAU 4 - SENSIBILITE DE BEURRE D'ANJOU EN FONCTION DU  
PORTE-GREFFE.

|   |                  |
|---|------------------|
| BEURRE D'ANJOU sur ses propres racines                | 15 % de sensible |
| BEURRE D'ANJOU sur <i>Pyrus communis</i>              | 62 % "           |
| BEURRE D'ANJOU / OLD HOME / <i>Pyrus communis</i>     | 20 % "           |
| BEURRE D'ANJOU / OLD HOME / <i>Pyrus betulaefolia</i> | 7 % "            |

TABLEAU 5 - SENSIBILITE DES PORTE-GREFFES AU PEAR DECLINE.

| <u>TRES SENSIBLE</u> | <u>SENSIBLE</u>         | <u>PEU SENSIBLE</u>    | <u>TRES PEU A TOLERANT</u> |
|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| Pyrus pyrifolia      |                         | Cydonia                | OLD HOME                   |
| Pyrus ussuriensis    | Pyrus amygdaliformis    | Semis de WILLIAMS      | OLD HOME x FARMINGDALE     |
| Pyrus communis       | Pyrus cordata           | Semis de WINTER NELLIS | Pyrus betulaefolia         |
|                      | Pyrus calleryana        | Pyrus nivalis          |                            |
|                      | Semis de Pyrus communis | Pyrus pashia           |                            |

- 198 -

TABLEAU 6 - SENSIBILITE MOYENNE DES VARIETES SUR DIVERS PORTE-GREFFES

| <u>TRES SENSIBLE</u> | <u>MOYENNE</u>    | <u>TRES PEU SENSIBLE A TOLERANTE</u> |
|----------------------|-------------------|--------------------------------------|
| WILLIAMS             | BEURRE D'ANJOU    | FARMINGDALE                          |
| MAGNESS              | BEURRE GIFFARD    | WINTER NELLIS                        |
|                      | BEURRE HARDY      | LEGIPONT                             |
|                      | DOYENNE DU COMICE | CLAPPS FAVOURITE                     |
|                      | CONFERENCE        |                                      |
|                      | Dr JULES GUYOT    |                                      |
|                      | PACKHAM'S TRIUMPH |                                      |

**TABLEAU 7 - SENSIBILITE DE QUELQUES SEMIS AU PEAR DECLINE ET A L'ASSOCIATION  
PEAR DECLINE + VEIN YELLOWS EN % D'ARBRES ATTEINTS.**

|   | SEMIS de |       | SEMIS de      |            |                    |              |              |
|---|----------|-------|---------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
|   | Williams | Guyot | G.Lamoricière | Beurré Six | Rémy Chate-<br>nay | B.d'Aremberg | B.E. Nantais |
| BEURRE HARDY + Pear decline                   | 31.5     | 18.5  | 39.8          | 30.1       | 27.1               | 21.0         | 1.5          |
| BEURRE HARDY + Pear decline<br>+ Vein Yellows | 56.8     | 41.9  | 52.4          | 50.4       | 53.0               | 60.4         | 30.5         |



GROUPE DE TRAVAIL OILE  
8 et 9 Mars 1983 ANGERS

CREATION DE VARIETES RESISTANTES

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

J. HUGARD, Professeur d'Arboriculture Fruitière ENSAM

Au terme de ces journées particulièrement bien remplies, il serait tout à fait superflu d'infliger aux participants de longues considérations sur leur contenu. Chacun d'entre eux, au demeurant, est capable d'analyser ce contenu en fonction de ses propres préoccupations et orientations.

Qu'il me soit simplement permis d'essayer de dégager en quelques mots les idées qui, à travers l'extrême diversité des exposés, semblent en constituer les lignes de force.

La première de ces idées, c'est que les progrès en matière de résistance variétale chez les arbres fruitiers nécessitent une collaboration étroite entre spécialistes de plusieurs disciplines, pathologistes, zoologistes, généticiens, physiologistes notamment, à l'échelle nationale et internationale. C'est ainsi que pour parvenir par la voie génétique à une meilleure maîtrise de la résistance à l'oïdium ou au feu bactérien, le besoin d'une connaissance plus approfondie de l'agent pathogène a été plusieurs fois souligné.

D'autre part les résultats obtenus en ce qui concerne la résistance à la tavelure ou les caractéristiques de sensibilité ou de tolérance à la Sherka mettent en évidence les effets hautement positifs d'une étroite collaboration internationale au moins aux premiers stades de la sélection car il est évident que la phase finale de cette sélection ne peut être que nationale ou mieux régionale pour correspondre le mieux possible aux exigences des producteurs et des consommateurs dans un milieu naturel, social, et économique déterminé.

La seconde idée qui me paraît importante c'est que l'objectif final de réduction de l'emploi des produits phytosanitaires dans les vergers peut être atteint par des voies diverses :

- Utilisation de cultivars naturellement peu ou moyennement sensibles tels que DISCOVERY dans le cas de l'oïdium.
- Adoption de moyens prophylactiques rigoureux.
- Meilleure connaissance des conditions d'infection comme l'ont montré les exemples du fusicoccum amygdali et de l'oïdium sur Pêcher.
- Utilisation de dispositif d'alerte tels que les "avertisseurs de risque" mis au point pour la tavelure.
- Approfondissement des connaissances sur les interactions variétés x fongicides qui montrent que l'efficacité d'un fongicide contre un champignon déterminé ne dépend pas uniquement de sa propre composition chimique mais aussi de la nature génétique du cultivar sur lequel il est appliqué.
- Utilisation dans le cas des viroses de souches atténuées.

Une troisième idée me paraît essentielle. Elle concerne la résistance génétique proprement dite. La qualité et la sécurité dans le temps de cette résistance génétique sont conditionnées d'une part par la diversité des sources de résistance et d'autre part par la précision et la finesse des tests de sensibilité utilisés pour en mesurer le degré.

La recherche d'une résistance à la fois monogénique et polygénique a été plusieurs fois évoquée. On a souligné également l'intérêt que représente l'utilisation d'une résistance intra spécifique qui permet une progression plus rapide comme l'a montré la création de cultivars d'Abricotier résistants, au moins partiellement, au monilia

De même la fiabilité de la sélection est strictement dépendante de la valeur des tests de sensibilité mis en oeuvre. Plusieurs exemples ont illustré ce fait, le plus démonstratif a sans doute été fourni par la bactériose du Pêcher provoquée par pseudomonas persicae.

L'un des conférenciers a très bien délimité le cadre du travail de l'amélioration des plantes dans le domaine de la création de variétés fruitières résistantes à la diversité biologique lorsqu'il a déclaré :

"Nous ne devons pas nous intéresser seulement à la résistance mais aussi à la qualité".

Il est du reste de constater qu'une variété quelconque ne peut s'imposer comme une grande variété commerciale que si elle est d'abord une grande variété sur le plan économique.

C'est pourquoi l'objectif de fournir une gamme de variétés résistantes à leurs principaux ennemis pour les espèces fruitières les plus importantes ne se présente pas exactement de la même façon pour toutes les espèces concernées.

C'est ainsi que pour le Pêcher l'évolution variétale est très rapide et qu'en outre la production de pêches repose sur une trentaine de variétés distinctes. Au contraire la production de pommes s'appuie sur un nombre très limité de variétés au s duquel les changements sont lents et rares.

On peut facilement concevoir dans ces conditions qu'un ou deux cultivars de pommier résistants à un ou plusieurs ennemis importants représentent un progrès sensible et durable. Le même résultat n'aurait par contre qu'une signification limitée pour la production de pêches et pourrait être rapidement remis en question par de nouveaux cultivars agronomiquement plus performants.

Le coût de la création variétale est tel que ce genre de considération ne peut être éludé au moment de la conception des programmes propres à chaque espèce.

-----