

Maladies à virus des citrus dans les pays du Bassin méditerranéen (*)

par **J. M. BOVÉ**

Service de biochimie.

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.)

Station centrale de Physiologie végétale.

Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Yvelines).

MALADIES A VIRUS DES CITRUS
DANS LES PAYS DU BASSIN MÉDITERRANÉEN

par J. M. Bové (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 22, n° 3, mars 1967, p. 125 à 140.

RÉSUMÉ. — Après avoir montré le danger que fait courir aux plantations d'agrumes du Bassin méditerranéen la Tristeza et le Stubborn, l'auteur décrit les modes de propagation des viroses des agrumes (bois de greffe, graine, transmission par insectes, sève).

Puis il expose la répartition géographique des maladies à virus dans le Bassin méditerranéen, et leur importance économique :

Tristeza : Italie, Chypre, Israël, Maroc, Égypte, Espagne.

Exocortis : Yougoslavie, Israël, Chypre, Maroc, Sicile, Turquie, Côte d'Ivoire.

Stubborn : Maroc, Algérie, Tunisie, Moyen-Orient, Grèce, Corse, Égypte, Sicile.

Psorose, Xyloporose, Impietratura, Tatter leaf, Cristacortis.

Enfin, une mise au point de la lutte contre les viroses des agrumes est donnée : production de matériel végétal indemne de virose. Lutte contre la Tristeza. Mesure préventives contre le Stubborn.

125 références bibliographiques.

INTRODUCTION

L'existence de maladies à virus dans les vergers d'agrumes des pays méditerranéens est connue depuis longtemps. De nombreuses publications leur ont déjà été consacrées (45) (1) (3) (8) (37) (55).

Par l'existence même de ces viroses, le bassin méditerranéen ressemble aux autres grandes régions agrumicoles du monde, toutes affectées par ces maladies. Cependant, à l'heure actuelle, deux maladies à virus placent le bassin méditerranéen dans une situation critique et il convient d'attirer à nouveau l'attention sur ces problèmes cruciaux puisque la survie même de l'agrumiculture méditerranéenne en dépend.

*L'une de ces viroses, la Tristeza, existe dans plusieurs pays méditerranéens mais elle n'est pas encore disséminée à grande échelle : le puceron qui la transmet efficacement : *Toxoptera citricidus*, n'est pas*

(*) Rapport présenté aux journées de Phytologie et de Phytopharmacie, Marseille, 13-15 septembre 1965, et mis à jour pour le quatrième congrès international de l'I. O. C. V., Italie, 3-13 octobre 1966.

présent en Méditerranée, semble-t-il. Si cette espèce venait à faire son apparition à l'heure actuelle, il serait à craindre que l'agrumiculture méditerranéenne ne subit le même sort que celle d'Amérique du Sud où, à partir de 1930, des millions d'arbres ont été tués en quelques années par la Tristeza.

La deuxième de ces viroses est la maladie des fruits en gland ou Stubborn (« Little leaf » des auteurs israéliens). Alors qu'il est possible de lutter assez efficacement contre la Tristeza en remplaçant le bigaradier par des porte-greffe tolérants, aucune méthode de lutte n'est connue quant au Stubborn : de très nombreuses variétés sont attaquées, quel que soit le porte-greffe utilisé. En outre, tout porte à penser que cette virose n'est pas seulement disséminée par le bois de greffe, comme toutes les autres viroses d'ailleurs mais encore par un mode additionnel : par vecteur, par graine, par pollen, on ne le sait pas encore.

C'est donc en mettant un accent tout spécial sur ces deux viroses que nous examinerons les maladies à virus des Citrus dans les pays méditerranéens.

I. LES MODES DE PROPAGATION DES VIROSES DES AGRUMES

A. BOIS DE GREFFE

Le mode de propagation le plus connu et le plus fréquent réside dans l'utilisation de greffons ou d'yeux malades pour former de nouveaux arbres. On conçoit que l'échange incessant de matériel végétal d'une partie du monde à l'autre, d'une région agrumicole à une autre, ainsi que la multiplication de ce matériel à l'intérieur d'une même région, soient à l'origine du haut pourcentage d'arbres virosés partout dans le monde.

Certaines viroses des agrumes ne sont transmises que par le bois de greffage. Il semblerait donc facile d'éviter la dissémination de ces viroses en ne prélevant les greffons que sur des arbres sains. Encore faudrait-il qu'on pût déterminer à coup sûr que ces arbres fussent réellement sains. Cette reconnaissance est relativement aisée (avec certaines restrictions !) pour les arbres des variétés qui sont sensibles à la virose considérée : par exemple, on ne prélèvera pas de greffons sur un oranger qui manifeste les symptômes de la Psorose écaillée ou sur un arbre greffé sur *Poncirus trifoliata* dont l'écorce du porte-greffe s'écaille (Exocortis !). Il en va tout autrement pour les associations greffons-porte-greffe tolérants à la virose considérée : l'oranger sur bigaradier peut être atteint d'Exocortis mais il n'en manifestera pas les symptômes ; il s'agit d'une association tolérante mais qui véhicule et multiplie le virus. Par contre, si on greffe un œil de cet arbre sur *Poncirus trifoliata* sensible à l'Exocortis, les symptômes d'écaillage au niveau du porte-greffe ne tarderont pas à se manifester. Il n'est donc pas possible de déterminer par la simple observation visuelle d'un arbre le ou les virus que cet arbre renferme. Nous verrons plus loin comment on arrive néanmoins à mettre ces viroses en évidence grâce aux techniques d'indexation qui

constituent l'un des grands moyens de lutte préventive contre la dissémination des viroses par le bois de greffage.

B. GRAINE

Certaines plantes virosées (légumineuses, par exemple) transmettent le virus à leur descendance par la graine. Jusqu'à présent, ce mode de transmission n'a pas semblé jouer un grand rôle dans la dissémination des viroses des agrumes. La Cachexie-Xyloporose semblait être transmise par la graine mais CHILDS (9) en Floride et OLSON (24) au Texas ont montré qu'il n'en était rien. Par contre, les virus de la Panachure infectieuse et de la Frisolée sont transmis par la graine avec un pourcentage non négligeable. Il en serait de même pour une souche d'Exocortis transmise par les graines d'Oranger 'Baianinha', comme l'a indiqué SALIBE au Brésil (cf. 9).

On sait par ailleurs que, dans le genre Citrus, les graines de certaines espèces parmi les plus importantes commercialement ont, outre l'embryon sexué, un ou plusieurs embryons nucellaires. La multiplication de l'espèce à partir d'un tel embryon nucellaire est une véritable multiplication asexuée et redonne un arbre identique à l'arbre mère et, par surcroît, indemne de viroses, pour les raisons précédentes.

Les arbres nucellaires, ou d'une façon plus générale les arbres de semis, ne devraient donc pas manifester de symptômes de virus. Cela est vrai pour les viroses qui ne sont transmises que par bois de greffe, telles que la Cachexie-Xyloporose, par exemple, mais il n'en est pas ainsi pour les viroses qui peuvent être propagées par un mode différent : c'est le cas, par exemple, de la Tristeza, disséminée par *Toxoptera citricidus*. En ce qui

concerne le Stubborn, on connaît des arbres de semis qui en manifestent les symptômes : CHAPOT (24) et CASSIN (20) en ont signalé au Maroc, CALAVAN et CARPENTIER (13) en Californie. Il en existe en Israël (6) et PATT (71) vient de mentionner entre autres, un cas de Stubborn sur oranger 'Valencia' de semis ; il suggère la possibilité que la maladie soit transmise par la graine. Cela n'exclut cependant pas la transmission éventuelle du Stubborn par vecteur.

Très récemment, les chercheurs de Floride (35) (11) viennent de trouver que, dans certains cas et en particulier dans celui du citrange 'Carrizo', la Psorose pourrait être transmise par la graine avec un pourcentage de transmission de plus de 10 %. En Argentine, la psorose est transmise par la graine du citrange 'Troyer' (125). Cette découverte pourrait expliquer la présence des symptômes de Psorose écailleuse observée sur des orangers de semis en Argentine (cf. 9) (124).

On voit donc qu'au fur et à mesure que les travaux progressent, force est de reconnaître que la transmission par la graine de certaines viroses des agrumes occupe une place plus importante qu'on ne le soupçonnait. Il convient donc de choisir avec un discernement plus grand encore les arbres sur lesquels on prélèvera les graines pour l'obtention des semis destinés à produire les porte-greffe ou les lignées indemnes de viroses.

G. TRANSMISSION PAR INSECTE

1. TRISTEZA

La Tristeza est transmise efficacement par *Toxoptera citricidus*, beaucoup moins efficacement par *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola*, *Toxoptera aurantii* et *Myzus persicae*, dans certaines régions du monde tout au moins (40) (65) (105). On pourra se reporter avec profit au rapport de H. L. G. STROYAN (104) sur les problèmes posés par les vecteurs de la Tristeza dans le bassin méditerranéen.

Il est très vraisemblable que *T. citricidus* n'est pas encore présent dans le bassin méditerranéen. Par contre *A. gossypii*, responsable de l'extension de la Tristeza en Californie (41) et dans une certaine mesure en Floride (64) existe dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

La Tristeza a été signalée en Israël (voir plus loin) mais jusqu'à présent il ne semble pas qu'elle ait été propagée par vecteur. HARPAZ (50), en Israël, a essayé de transmettre expérimentalement les souches israéliennes de Tristeza par les pucerons suivants qui, tous peuvent se rencontrer, à des degrés divers, sur les agrumes d'Israël : *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii*

et *Myzus persicae*. *Aphis pomi* qui, normalement, ne se nourrit pas sur agrumes, a également été étudié à cause de ses proches relations taxonomiques avec *Aphis spiraeicola*. Dans toutes ces expériences, la Tristeza n'a jamais pu être transmise, malgré le nombre élevé de pucerons utilisés par plante test.

Ces résultats expliqueraient l'absence d'extension naturelle de la Tristeza en Israël. Cela ne signifie pas cependant que ces insectes ne seraient pas capables de transmettre la Tristeza dans d'autres zones du bassin méditerranéen. DICKSON signale que *A. gossypii* est incapable de transmettre la Tristeza en Californie centrale mais que la même variété de puceron, transportée en Californie du Sud, s'est révélée capable de propager la souche même de Tristeza non transmise en Californie centrale (cf. 50). Les raisons de ces particularités ne sont pas encore bien connues.

Les deux espèces de pucerons responsables de la transmission de la Tristeza en Californie et en Floride, *Aphis gossypii* et *Aphis spiraeicola*, sont aussi présentes au Maroc (32). *Aphis spiraeicola* a été observé pour la première fois en 1962, entre Rabat et Kenitra. L'espèce a aussi été décrite au Portugal et en France méridionale.

La Tristeza a été signalée au Maroc, près de Marrakech, sur certains arbres introduits de Floride (18). Comme en Israël, aucune extension naturelle de la maladie n'a été observée, bien que les arbres atteints soient restés en place pendant 16 ans. L'indexation a révélé qu'aucun des arbres adjacents aux arbres malades n'avait été contaminé. La présence au Maroc de *A. spiraeicola* à côté de *A. gossypii* doit cependant inciter à la prudence. *Toxoptera aurantii* et *Myzus persicae* ont également été décrits au Maroc (32).

A l'heure actuelle, le seul pays du Bassin méditerranéen où une extension de la Tristeza soit constatée est l'Espagne et plus précisément la région d'Alcira, Carcagente, Corbera, dans la province de Valence. Des arbres atteints de Tristeza sont connus dans d'autres pays de la Méditerranée. Ce qui distingue l'Espagne de ces pays et ce qui rend la situation grave, c'est que, dans la région de Valence, la Tristeza semble s'étendre et que cette extension a commencé brutalement à partir de 1957-1958.

Comme dans d'autres pays méditerranéens, la Tristeza a été introduite en Espagne par des arbres d'origine étrangère. La multiplication des yeux prélevés sur ces arbres peut expliquer une certaine dissémination de la maladie à l'état plus ou moins latent avant 1957. Dans la région de Valence, le printemps de 1957 a été caractérisé par une croissance active des jeunes pousses, consécutive au gel de l'hiver 1956. Cette forte végétation a favorisé le développement d'une impor-

tante population de pucerons. En outre, elle a peut-être permis une multiplication plus intense du virus dans des tissus en voie de croissance rapide. Ainsi ont peut-être été réunies les conditions qui ont permis à certains pucerons de transmettre certaines souches de virus à partir de 1957.

Les espèces de pucerons qui ont été signalées dans la région de Valence sont : *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii* et *fabae*, *Myzus persicae*, *Piraphis pyrinus* (73). Les deux premières espèces sont les plus fréquentes ; *T. aurantii* se rencontre surtout sur les pousses de printemps et d'été et *A. gossypii* sur celles d'automne. Des études sur les vecteurs de la Tristeza sont en cours en Espagne.

2. STUBBORN ET GREENING

Aucun travail expérimental n'a encore démontré que le Stubborn était transmis par insecte vecteur. Cependant l'apparition soudaine des symptômes de la maladie sur des arbres parfois âgés et bien portants jusque là, l'existence d'arbres de semis atteints par la maladie et la façon dont un nombre sans cesse croissant de plants de pépinière deviennent atteints (43) suggèrent fortement que la multiplication des yeux malades n'est pas le seul mode de propagation de la maladie. Cette idée a été émise souvent, tant en Californie (13) qu'au Maroc (24). Nous avons vu que, d'après PATT, la transmission pourrait se faire par la graine. Cependant, la possibilité d'une transmission par insecte doit être considérée à l'heure actuelle d'une façon toute spéciale, à la lumière de très récents résultats obtenus en Afrique du Sud, quant à la transmission du « greening ». Le « Greening » est une maladie à virus des agrumes en Afrique du Sud, ainsi appelée à cause de la mauvaise coloration que prennent les fruits, des plages entières restant verdâtres. De nombreux traits caractéristiques du Greening sont très semblables à ceux du Stubborn :

1. Différentes classes d'arbres malades peuvent être distinguées :
 - l'arbre tout entier est atteint ;
 - certains secteurs seulement — plus ou moins grands — sont atteints, le reste de l'arbre est normal ;
 - l'arbre paraît tout à fait normal ; seuls, certains fruits manifestent les symptômes.
2. Dans la même zone, on peut trouver des vergers très atteints, à proximité immédiate de vergers peu atteints. Tous les intermédiaires existent entre ces deux extrêmes.
3. Symptômes foliaires : feuilles petites, dressées dans

un même plan, coriaces au toucher, aux nervures proéminentes, jaunâtres.

4. Die-back plus ou moins sévère.
5. Développement d'yeux multiples. Aspect balai de sorcière.
6. Pratiquement, toutes les variétés et espèces commerciales sont sensibles.
7. Symptômes aussi bien sur arbres de vieilles lignées que sur arbres nucellaires ou de semis.
8. Apparition de la maladie dans des zones indemnes jusque là.

Même les caractères des fruits atteints sont communs aux deux maladies. Cette similitude n'a pas été suffisamment soulignée, bien au contraire. D'après OBERHOLZER (9) le meilleur diagnostic du Greening est l'existence de fruits, en particulier d'oranges, de taille plus petite, « lopsided » (columelle courbe), mal colorés. En plus, les faisceaux vasculaires sont proéminents à la surface interne de l'albedo et montrent une coloration brunâtre ; la coloration bleue de l'albedo existe mais n'est pas typique des fruits atteints de Greening. OBERHOLZER signale en outre que les fruits en gland existent mais qu'ils sont très rares. Cependant il ajoute que de nombreux fruits présentent des épaules très développées à l'extrémité pédonculaire, caractérisée par une peau épaisse boursouflée. Or il s'agit là très précisément des mêmes symptômes que ceux qui caractérisent les fruits décrits par CHAPOT (26) comme cylindriques et qu'il considère comme l'une des formes de l'aspect « fruit en gland ». Dans les fruits en gland, la partie styloïde se colore mal. Quand les fruits en gland ont l'aspect cylindrique, la partie styloïde, celle où la peau est plus mince, représente presque la totalité du fruit ; dans ces conditions, la presque totalité du fruit se colore mal et on obtient alors sans doute l'aspect caractéristique des fruits atteints de Greening. De même, aussi bien dans le cas du Stubborn que dans celui du Greening « la pression du doigt sur la partie styloïde affectée laisse une empreinte creuse » (32). Enfin, les graines des fruits atteints sont petites, mal formées, souvent avortées.

On ne peut être que frappé par les très grandes similitudes qui existent entre le Stubborn et le Greening. Qu'on lise, pour s'en convaincre, les articles respectifs de CALAVAN et al. (13) et d'OBERHOLZER et al. (9). La description du Stubborn par les premiers se superpose presque mot pour mot à celle de Greening par les seconds. Quoi qu'il en soit, on peut envisager, en tant qu'hypothèse de travail tout au moins, que Stubborn et Greening sont des manifestations du même virus, même s'il s'agit de souches différentes de ce virus. Or

SCHWARZ (94) et Mc LEAN et OBERHOLZER (57) viennent de montrer que le Greening est causé par un virus transmissible par insecte. L'insecte vecteur est un psylle : *Spaniosa erythraea*. Cet insecte transmet le Greening mais pas la Tristeza, alors que *Toxoptera citricidus* est vecteur de la Tristeza mais pas du Greening. (OBERHOLZER, communication personnelle).

A cause des similitudes entre Greening et Stubborn, l'hypothèse suivant laquelle le Stubborn serait transmis par insecte s'impose avec plus de force que jamais. Il pourrait s'agir, comme dans le cas du Greening, d'un psylle mais il se peut aussi que d'autres insectes soient à incriminer. Effectivement, le Psylle des agrumes n'existe pas en Californie. Quoi qu'il en soit, une meilleure connaissance des psylles existant en Méditerranée serait souhaitable. Ajoutons ici que le vecteur de la maladie n'est pas forcément un insecte ou un organisme dont l'hôte principal est du genre Citrus.

3. VEIN ENATION

Signalons pour mémoire que le virus du « Vein enation » est transmis par *Toxoptera citricidus* et *Myzus persicae*, ainsi que par *Aphis gossypii* (53).

D. SÈVE

Plusieurs virus des agrumes peuvent être transmis par inoculation mécanique de la sève : Panachure infectieuse (49), Frisolée (9, 39), Tatter leaf (120) (47) Greening (Schwarz, communication présentée au 4^e Congrès

de l'I. O. C. V.). La Psorose A et le Stubborn pourraient également être transmis par inoculation mécanique (64); il convient d'attendre la confirmation de ces résultats.

Quoi qu'il en soit, il est certain que ce mode de transmission ne peut jouer qu'un rôle négligeable dans la dissémination naturelle des virus des agrumes.

E. AUTRES MODES DE PROPAGATION

Jusqu'à présent, on n'a pas signalé de nématodes comme vecteurs des virus des agrumes. L'idée a été émise que le pollen pourrait être un vecteur dans le cas du Stubborn (CALAVAN, communication personnelle).

Il convient aussi de mentionner la soudure de racines entre arbres malades et arbres sains. La transmission des viroses des agrumes par ce mode de propagation a été signalée, en particulier pour l'Exocortis, en Nouvelle-Galles du Sud (5).

Enfin, certaines cuscutes sont capables de transmettre certaines viroses d'un arbre malade à un arbre sain ou même à une plante herbacée, en établissant un pont entre les deux plantes. PRICE a ainsi transmis la Psorose d'oranger à oranger (9), WEATHERS a transmis la Psorose, la Tristeza et la Vein Enation; il a transmis l'Exocortis (117, 118) de Citrus à Pétunia.

Ces divers modes de propagation ne jouent pas un rôle important dans la dissémination des viroses dans les vergers commerciaux de la Méditerranée.

II. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES MALADIES A VIRUS DANS LE BASSIN MÉDITERRANÉEN ET LEUR IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

A. TRISTEZA

Tous les cas de Tristeza connus dans le bassin méditerranéen proviennent, à l'origine, de l'introduction d'arbres porteurs de la maladie.

1. LA TRISTEZA DU CITRONNIER 'MEYER'

Tous les pays qui ont introduit le Citronnier 'Meyer' ont introduit la Tristeza. En effet, on considère que pratiquement tous les citronniers 'Meyer' dans le monde sont atteints de Tristeza (114) car ils descendent

tous, par multiplication végétative (greffage) des quelques arbres, malades à l'origine, introduits de Chine aux États-Unis, en 1908.

La souche de Tristeza qui affecte le Citronnier 'Meyer' semble particulière, car elle ne pourrait pas être transmise à d'autres variétés par les vecteurs peu efficaces de la Tristeza, seuls présents à ce jour en Méditerranée. Cela explique qu'on n'a pas observé jusqu'à maintenant une transmission naturelle de la Tristeza à partir du Citronnier 'Meyer'. Il s'agit cependant d'une souche assez sévère du virus puisque le Citronnier 'Meyer' greffé sur bigaradier décline rapidement.

Le Citronnier 'Meyer' a été introduit en Italie (87), en Algérie (46), en Israël (116), en Tunisie (74), au Maroc (18). A cause du danger qu'il représente, sa destruction a été préconisée dès 1954-55, à la suite des publications de WALLACE et DRAKE (114) et OLSON et SLEETH (68) sur la présence de la Tristeza dans le citronnier 'Meyer'.

Il convient à nouveau de souligner la nécessité de détruire les arbres de cette variété et de renforcer les mesures prises (44, 62).

2. AUTRES ARBRES ATTEINTS DE TRISTEZA

La Tristeza a été reconnue dans les espèces ou variétés suivantes :

— *Italie* : mandarinier 'Satsuma' introduit du Japon en 1899 (87).

— *Chypre* : pomelo 'Cecily' (cf. 62).

— *Israël* : 9 mandariniers, 3 orangers, 5 pomelos, introduits entre 1933 et 1937, d'Australie, d'Afrique du Sud et de Floride (76) ainsi que 82 orangers 'Shamouti' âgés de 20 à 60 ans (78).

— *Maroc* : 8 plants, dont 5 plants de Satsuma 'Owari' ; 1 plant avec une moitié de la frondaison en oranger 'Valencia' et l'autre en Satsuma 'Owari' ; 1 plant avec une partie de la frondaison en oranger 'Washington Navel' et l'autre en mandarinier 'King of Siam' et 1 plant d'oranger 'Valencia Late'. Le clone de Satsuma 'Owari' a été introduit de Floride entre 1945 et 1948 ; les yeux ont été greffés sur des repousses de 1 an de plants de bigaradier âgés de 10 à 13 ans, préalablement rabattus. Certains yeux ont pris (5 premiers arbres). D'autres ont dû périr et ils ont été remplacés par des yeux d'autres variétés (3 derniers arbres) qui ont contracté l'infection par l'intermédiaire du porte-greffe.

— *Égypte* (67) : 2 bergamotiers, 1 oranger 'Tanarif' et 2 orangers 'Valencia Late'.

— *Algérie* (Bové et Blondel, résultats non publiés). La présence de Tristeza dans un Satsuma 'Owari' greffé sur bigaradier vient d'être confirmée par indexation sur lime 'Mexicaine'. Elle est également présente dans un Satsuma 'Owari' greffé sur *Poncirus trifoliata* (février 1967).

Dans tous ces cas de Tristeza, les auteurs respectifs n'ont jamais constaté une transmission naturelle de la maladie à partir des arbres introduits de l'étranger, autre que par greffage (cas des 82 orangers 'Shamouti' d'Israël).

3. LA TRISTEZA EN ESPAGNE

La région de Valence est la seule où la Tristeza semble se propager autrement que par multiplication d'yeux malades (38).

L'origine de la Tristeza en Espagne semble également devoir être trouvée dans l'introduction, à partir de la Californie, de certains arbres malades, en particulier des orangers 'Washington Navel' et 'Hamlin'. Ces arbres ont dû être multipliés par greffage sur bigaradier dans les années suivantes et, pendant toute cette période, la maladie semble avoir été à l'état latent. Elle s'est brusquement manifestée après le gel de 1956 et tous les arbres issus des plants initiaux ont constitué sans doute autant de foyers d'infection pour les pucerons vecteurs. D'où les proportions assez considérables qu'a pris la Tristeza dans le triangle Alcira-Carcagente-Corbera (73). Dans certaines zones, 70 p. cent des arbres sont gravement atteints. D'après les chiffres officiels de 1963, le nombre des arbres morts s'élèverait à 20 000. Il semble que les dégâts soient beaucoup plus considérables. Un million d'arbres seraient attaqués, totalisant un tiers des arbres du triangle incriminé. Il existe maintenant des arbres atteints, en dehors de ce triangle initial. En outre, de jeunes arbres manifesteraient les symptômes.

L'extension qu'y a pris la Tristeza pose un problème grave, qui préoccupe tous les pays agrumicoles de la zone méditerranéenne. Il serait dommage que l'exemple de coopération internationale qu'ont été les recherches sur la Tristeza dans d'autres parties du monde ne puisse pas être répété avec le même bonheur dans les pays de la Méditerranée.

Depuis plus de 10 ans, les mises en garde contre la Tristeza ont été renouvelées, les mesures de lutte préconisées. Qu'il suffise de citer ici les articles de FREZAL (44) et de MENDEL (62). Tous les techniciens connaissent ces problèmes (123, 22). Mais il semblerait que le reste de la profession ne soit pas suffisamment convaincu de leur gravité.

B. EXOCORTIS

Les problèmes posés par la Tristeza sont liés à ceux de l'Exocortis. En effet, parmi les porte-greffe tolérants à la première, certains, dont les meilleurs (*Poncirus trifoliata*, citranges, lime 'Rangpur') sont sensibles au second. Dans ces conditions, prenons par exemple le cas d'une variété d'oranger greffé sur bigaradier que l'on désire multiplier dorénavant sur l'un

de ces porte-greffe tolérants à la Tristeza mais sensibles à l'Exocortis, mettons le citrange ' Troyer '. Si l'oranger renferme l'Exocortis, la nouvelle combinaison oranger sur citrange ' Troyer ' va péricliter. Il est donc nécessaire de déterminer si l'Exocortis est présent ou non dans l'oranger. Or la simple observation visuelle de cet oranger sur bigaradier ne pourra pas révéler la présence ou non de l'Exocortis puisque justement la combinaison oranger sur bigaradier est tolérante à l'Exocortis.

Pour qu'une combinaison soit tolérante à l'Exocortis, il faut qu'aussi bien le greffon que le porte-greffe soient tolérants. Dans le Bassin méditerranéen, pratiquement le seul porte-greffe utilisé est le bigaradier et il est tolérant à l'Exocortis ; de même, les variétés et espèces commerciales multipliées sont également tolérantes. Cette double tolérance explique pourquoi les arbres qui manifestent les symptômes d'Exocortis sont si peu nombreux dans la zone méditerranéenne. Les seuls arbres qui accusent la présence d'Exocortis sont ceux greffés sur porte-greffe sensible. La Yougoslavie est pratiquement le seul pays où le *Poncirus trifoliata* est généralement utilisé — à cause de sa résistance au froid — et de nombreux cas d'Exocortis y ont été observés (75).

Ailleurs, chaque fois que le *Poncirus trifoliata* ou d'autres porte-greffe sensibles ont été utilisés pour une raison ou pour une autre (essais porte-greffe !) l'Exocortis est apparu. C'est ainsi que des exemples d'arbres atteints sont connus en Israël, à Chypre, en Corse (109), en Espagne, en Tunisie. Au Maroc (20), dans un essai porte-greffe, deux des variétés utilisées (clémentinier et pomelo ' Marsh ') ont provoqué l'Exocortis sur lime ' Rangpur ' et ' Rhobs el Arza '. Le développement des arbres atteints est inférieur de 20 à 30 p. cent par rapport aux arbres sans symptômes. En Italie, toutes les régions sont atteintes (84, 86, 100, 101, 102, 122, 96).

Les travaux entrepris à la Station de Recherches agrumicoles de Corse par R. VOGEL viennent d'apporter les premiers renseignements précis sur le degré de contamination des combinaisons tolérantes à l'Exocortis (107, 108). 422 arbres candidats, sans manifestation visible d'aucune virose, ont été indexés sur cédrat ' Etrog ', sélection 60-13. A ce jour (janvier 1967) 212 cas d'Exocortis ont déjà été mis en évidence, autrement dit 50,2 p. cent au moins des arbres candidats renferment l'Exocortis. Ce chiffre est énorme. Les pourcentages d'arbres porteurs d'Exocortis se répartissent de la façon suivante : clémentiniers : 41,6 p. cent ; orangers : 86,2 p. cent ; mandarinier : 20,4 p. cent ; citronniers : 70,8 p. cent ; pomelos : 35,2 p. cent.

En Sicile, 84,6 p. cent des arbres soumis au test de la lime ' Rangpur ' se sont révélés atteints (23).

De même, en Turquie, MOREIRA (communication personnelle) signale que tous les clones d'orangers ' Washington Navel ' et ' Valencia Late ' de satsuma, de mandariniers, de clémentiniers et de citronniers qui ont été soumis au test de l'Exocortis sont porteurs du virus.

Ces données montrent le risque considérable qu'il y aurait à utiliser les porte-greffe sensibles à l'Exocortis avec des greffons dont l'absence d'Exocortis n'aurait pas été établie soigneusement par indexation.

Très récemment, l'Exocortis vient d'être mis en évidence dans des souches de bergamotiers de Côte d'Ivoire (BOVÉ et VOGEL, résultats non publiés). Il est à craindre que les bergamotiers d'Italie soient également atteints.

C. STUBBORN

1. STUBBORN, LITTLE LEAF ET XYLOPOROSE

La maladie des fruits en gland, ou Stubborn, a été décrite comme une virose par FAWCETT, en Californie, en 1946 (42). A l'heure actuelle, elle représente, tant en Californie qu'en Arizona, le problème le plus grave (13). Dans certains vergers, plus de 50 p. cent des arbres sont atteints et n'ont plus aucune valeur commerciale. Dans les jeunes vergers de moins de 10 ans, de très nombreux arbres sont affectés. Il y aurait au-delà de 200 000 arbres malades. La maladie existe en Californie dès 1915 ; elle y a été largement multipliée par greffage depuis, de telle sorte qu'en 1945 on connaissait déjà un verger atteint à 100 p. cent.

Au Maroc, des symptômes semblables à ceux décrits par FAWCETT ont été observés pour la première fois vers 1949 par WYSS-DUNANT (119), et PERRET (72), n'a pas manqué de les rapprocher du Stubborn de Californie ; CHAPOT a repris et imposé cette idée (24) à l'encontre d'autres opinions (82). Cette diagnose a été confirmée par A. A. BITANCOURT, L. J. KLOTZ, J. F. L. CHILDS et CHILDS et CARPENTER (34) à l'occasion de diverses visites en Afrique du Nord, à partir de 1949. Il ne fait donc pas de doute que le Stubborn d'Afrique du Nord et le Stubborn de Californie et d'Arizona sont identiques et dus au même facteur viral. SCHNEIDER a reconfirmé ce fait récemment au Maroc (93) (janvier 1965).

En 1931, REICHERT et PERLBERGER (80) ont décrit en Israël une maladie caractérisée par des feuilles de

petite taille, d'où le nom de « Little-leaf » qu'ils lui ont donné. Ils l'avaient observée pour la première fois sur des orangers 'Shamouti', en 1927. Cette maladie était caractérisée également par des fruits asymétriques (lopsided) (75).

Ces mêmes symptômes de fruits ont été observés par CHAPOT, comme typiques du Stubborn, au Maroc, bien avant qu'il n'en fit mention, en 1956 (25).

En 1956, CHAPOT (25) a observé, au Liban, des symptômes typiques du Stubborn sur oranger Washington Navel et Valencia Late; les greffons de ces arbres avaient été introduits de Palestine vers 1954. Pour cette raison et à cause des nombreux caractères semblables, il conclut à l'identité entre Stubborn et Little-leaf. PATT (71) semble avoir entériné cette conclusion très récemment en Israël. Cependant, les symptômes « albedo bleu » et « fruits en gland » n'existeraient pas en Israël. L'absence du symptôme « albedo bleu » n'est pas un argument valable pour opposer Stubborn et Little-leaf, puisqu'il est bien reconnu maintenant qu'il ne s'agit pas là d'un symptôme spécifique du Stubborn. En ce qui concerne l'absence de fruits en gland, il ne s'agit pas là non plus d'un argument de poids. En Californie : « dans de nombreux arbres atteints de Stubborn, les fruits typiques en gland sont rares ou absents » (13). CHAPOT a également signalé ce fait au Maroc (28).

En 1956, REICHERT et al. (79) concluaient à l'identité entre Little-leaf et Xyloporose parce que, sur les mêmes arbres examinés, ils trouvaient à la fois les symptômes typiques de la Xyloporose (Stem pitting) et des fruits asymétriques typiques du Little-leaf. En réalité, Xyloporose et Little-leaf, c'est-à-dire Stubborn, sont deux viroses distinctes, puisqu'on connaît d'une part des souches de Stubborn qui ne produisent pas de stem-pitting dans les variétés sensibles à la Xyloporose et d'autre part des souches de Xyloporose dans des arbres qui n'ont aucun des symptômes du Stubborn. Vraisemblablement, dans les arbres examinés par REICHERT et al., les deux viroses étaient réunies.

FAWCETT est le premier à avoir démontré la nature virale de la maladie et il lui a donné le nom de Stubborn. C'est ce nom qui doit prévaloir dans les pays anglo-saxons tout au moins.

2. STUBBORN ET GREENING

Nous avons vu au chapitre précédent les points communs multiples entre Stubborn et Greening. Très récemment, Schneider (93) tout en soulignant certaines différences de symptômes entre Greening d'Afrique du

Sud et Stubborn du Maroc, n'en conclut pas moins que les deux maladies sont vraisemblablement des souches du même virus. Les différences observées entre les deux maladies peuvent provenir du fait qu'il s'agit de souches différentes du même virus ou du fait que la Tristeza est endémique en Afrique du Sud alors qu'elle est absente des vergers marocains, ou encore de la superposition de ces deux raisons.

3. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

CHAPOT (26) a observé les symptômes du Stubborn au Maroc, en Algérie (1952) (*), en Tunisie (1953), au Moyen-Orient (Liban, Syrie, Turquie) (1956), en Grèce (1956) et en Corse (1957). NOUR EL DIN (66) a découvert la maladie en Égypte avant 1957 et en particulier sur l'oranger 'Safargali'. Plus récemment (1963), NORMAN a signalé de nombreux cas de Stubborn en Turquie (63). La maladie vient d'être signalée en Sicile (91). Elle causerait des dégâts importants en Tunisie (52).

La maladie existe vraisemblablement dans les pays méditerranéens non mentionnés.

4. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

La gravité de la maladie ne laisse aucun doute bien que les évaluations chiffrées du nombre des arbres atteints et des dégâts provoqués ne soient pas nombreuses.

Au Maroc, la maladie est présente dans toutes les régions agrumicoles. Mais la proportion des arbres malades dans les vergers est variable. CHILDS et CARPENTER (34) ont relevé les chiffres suivants en 1959 : dans la région de Mechra Bel Ksiri : 10 p. cent des orangers 'Washington Navel' et 30 p. cent des orangers 'Valencia Late' étaient atteints; dans la région de Sidi Slimane, suivant les vergers : 10 à 15 p. cent des clémentiniers, 10 p. cent des orangers 'Thomson Navel', 80 p. cent des orangers 'Washington Navel' et 10 p. cent des orangers 'Grosse Sanguine' manifestaient la maladie. Dans la région de Beni Mellal, certains vergers de moins de 10 ans étaient pratiquement atteints à 100 p. cent.

En ce qui concerne la productivité des arbres malades par rapport à celle des arbres apparemment sains, les chiffres suivants (kg de fruits par arbre) ont été obtenus pour la variété 'Washington Navel' :

(*) BOVÉ et BLONDEL y ont observé récemment (décembre 1966) un cas très typique.

- arbre apparemment sain : 140 kg (2 p. cent de fruits malades, invendables) ;
 arbre modérément atteint : 100 kg (46 p. cent de fruits malades, invendables) ;
 arbre modérément atteint : 59 kg (47 p. cent de fruits malades, invendables) ;
 arbre sévèrement atteint : 21 kg (71 p. cent de fruits malades, invendables).

Plus récemment, CHAPOT, CASSIN et LARUE (31) ont publié les chiffres suivants pour les orangers 'Salustiana', d'introduction récente au Maroc :

- arbre apparemment sain : 373 kg par arbre, dont 12,5 p. cent de fruits à fond lisse et 1,5 p. cent de fruits lopsided.
- arbre atteint de Stubborn : 230 kg par arbre, dont :
 - 39,5 p. cent de fruits à fond lisse
 - 12,0 p. cent de fruits lopsided
 - 7,0 p. cent de fruits en gland
 - 8,5 p. cent de fruits en gland latéral.

Les greffons à l'origine de ces orangers 'Salustiana' furent introduits directement d'Espagne. Il n'est pas possible de dire si ces greffons renfermaient déjà le virus (mention du Stubborn n'a pas encore été faite en Espagne) ou bien si les arbres ont été contaminés au Maroc.

En Israël, le Stubborn-Little-leaf est également une maladie très sérieuse (6). Elle affecte toutes les variétés commerciales, quel que soit le porte-greffe. Le pourcentage des arbres malades varie de 0 à 50 p. cent suivant les vergers. BENTAL (6) remarque que tous ces vergers ont été constitués à partir d'arbres mères ne présentant aucun des symptômes visuels de Stubborn-Little-leaf. En outre, les symptômes ont été observés sur des arbres de semis et sur des arbres greffés en matériel nucellaire.

Peu d'informations existent pour les autres régions méditerranéennes. G. G. NORMAN, cependant, a été frappé par l'importance de la maladie en Turquie (63).

Le Stubborn existe depuis 38 ans en Israël ; depuis déjà au moins 16 ans au Maroc. Après la découverte du Stubborn au Maroc, une vague d'affolement a déferlé sur l'Afrique du Nord, à la suite d'informations d'après lesquelles tous les agrumes ou presque auraient péri dans les 10 ans à venir si rien n'était entrepris. Peu de choses ont été entreprises et tous les agrumes ne sont pas morts, loin de là. Il semble qu'une présentation exagérée du danger — et le danger est certain — ait été suivie d'une réaction inverse à celle escomptée. Cette réaction est regrettable car fallait-il vraiment que

les arbres périssent pour que l'on s'intéressât au problème ?

Le Stubborn ne tue pas les arbres, comme la Tristeza en Amérique du Sud mais, dans l'absence d'un remède à la maladie et devant son extension — sans doute moins rapide que prévue mais certaine — ses répercussions sur l'agrumiculture mondiale sont aussi imprévisibles qu'inquiétantes.

D. PSOROSE

La Psorose est très répandue dans le Bassin méditerranéen, principalement sous sa forme écailleuse et alvéolaire (Concave gum).

En Égypte, NOUR ELDIN (66) admet que plus de 90 p. cent des arbres greffés sont atteints par l'une ou l'autre des formes de Psorose. Au Maroc (32), en Tunisie (51, 52), en Algérie (43, 1, 10, 54), en Italie (92, 99, 102, 97, 21, 60, 12, 89), en Espagne (26, 48), les pourcentages sont également très élevés. En Israël il en était de même autrefois mais l'utilisation, depuis 10 ans, de greffons certifiés indemnes de Psorose, a fortement diminué l'importance de la Psorose dans ce pays (6). Des efforts analogues avaient été déployés en Algérie (43). En Turquie, MOREIRA, considère que tous les clones d'oranger 'Washington Navel' et 'Valencia Late' sont infectés. Ces deux variétés sont également très atteintes au Maroc et en Espagne. En Grèce, la Psorose écailleuse affecte principalement les mandariniers (121).

La Psorose alvéolaire (Concave gum) et la Psorose en poche (Blind Pocket) sont très répandues en Corse (109) et en Sardaigne (122). Elle est présente en Sicile (60). Le Maroc est très touché par la forme alvéolaire (16) ainsi que la Tunisie (51). De beaux exemples existaient en Algérie (BOVÉ et BLONDEL, décembre 1966, résultats non publiés).

La Frisolée ou la Panachure infectieuse ont été décrites en Corse (110), au Maroc (17), en Sardaigne (122), en Sicile (61, 59, 58), en Algérie (BOVÉ et BLONDEL, décembre 1966, résultats non publiés).

Il est intéressant de constater qu'en Corse et en Sardaigne le verger traditionnel présente un fort pourcentage de Psorose alvéolaire et de Psorose en poche mais relativement très peu de Psorose écailleuse (122). En Sicile, RUSSO et KLOTZ ont décrit un type spécial de Psorose alvéolaire sur oranger 'Tarocco', qu'ils ont appelé *Tarocco Pitt* (88).

La Psorose doit pouvoir être éliminée des vergers méditerranéens par une meilleure sélection des arbres mères. Les principales variétés commerciales (oranger, mandarinier, clémentinier, pomelo) sont sensibles à la

Psorose et, théoriquement, les arbres porteurs de virus devraient en manifester les symptômes dans le verger même. Or il n'en est pas toujours ainsi. Parfois, les symptômes foliaires n'apparaissent pas et, en l'absence de symptômes sur tronc, on risque d'être induit en erreur, prenant un arbre porteur de virus pour un arbre sain. D'où la nécessité d'indexer les arbres mères pour la Psorose. Ainsi VOGEL a montré que sur 422 arbres candidats ne présentant aucun symptôme visible de virose, 26,5 p. cent renfermaient néanmoins le virus, (18,5 p. cent des clémentiniers, 32,0 p. cent des orangers, 34 p. cent des mandariniers, 29,1 p. cent des citronniers, 41,1 p. cent des pomelos). Ces chiffres représentent les résultats de l'indexation à la date du 1^{er} janvier 1967.

Pour une étude plus complète de la Psorose, on trouvera facilement les références nécessaires dans l'Index de la Bibliographie exhaustive des maladies à virus des agrumes, de 1926 à 1962 et de 1962 à 1965, publiée par l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer, sous les auspices de l'Organisation internationale des Virologistes des Agrumes.

E. XYLOPOROSE

La Xyloporose, découverte en 1928 par REICHERT et PERLBERGER en Israël (81) affecte certains porte-greffe, dont le limettier de Palestine, utilisé en Israël. Les variétés sensibles sont principalement les tangelos, les mandariniers et les limettiers.

CHILDS (33) a décrit, en 1950, sur tangelo, une maladie à virus : la Cachexie. En 1963, les résultats d'expériences d'inoculation l'ont amené à conclure que Cachexie et Xyloporose étaient dues au même virus (cf. 9). Cette conclusion est néanmoins encore discutée par les auteurs israéliens (77). En effet, en Israël, il n'est pas possible de trouver, sur clémentinier « de même variété et de même âge », deux types de symptômes : l'un typique de la Cachexie (Stem pitting et présence de gomme dans l'écorce), l'autre caractéristique de la Xyloporose (Stem pitting en l'absence de gomme). Des expériences de transmission sont en cours en Israël pour étayer cette interprétation.

En Israël, où le limettier de Palestine est utilisé comme porte-greffe, la Xyloporose est considérée comme la plus importante maladie des agrumes (6). Pratiquement, toutes les variétés sont contaminées ; leur greffage sur limettier de Palestine y provoque les symptômes typiques.

La Xyloporose est également très répandue en Algérie (46, 2, 4), en Tunisie (51, 52), au Maroc (30), en

Égypte (66), en Espagne (75), au Portugal (75), en Italie (98, 21) y compris la Sardaigne (122, 12), en Corse (106), en Grèce (75), à Chypre (56), au Liban (75), en Syrie (81). Au Maroc également la maladie est particulièrement grave sur clémentinier (19), variété dont la culture est en pleine expansion. Elle s'y manifeste sous la forme « Fovea » décrite par KNORR sur la mandarine 'Murcott Honey' c'est-à-dire qu'elle présente les symptômes « trous d'épingle » (inverse pitting) (19).

Les combinaisons oranger sur bigaradier ou pomelo sur bigaradier, très répandues dans le Bassin méditerranéen, sont tolérantes à la Cachexie-Xyloporose. Elles peuvent donc être contaminées par le virus sans qu'on en aperçoive les symptômes. Or le *Poncirus trifoliata* (90), la lime Rangpur (cf. 9) et le Rough Lemon (6) seraient sensibles au virus. Il s'agit là de porte-greffe réputés tolérants à la Tristeza. Il convient donc de s'assurer qu'on ne les utilisera pas pour multiplier des greffons renfermant la Cachexie-Xyloporose. Comme pour l'Exocortis, la Cachexie-Xyloporose devra être recherchée par indexation. Les premiers résultats de l'indexation en Corse ont montré que 35,2 p. cent des Pomelos candidats étaient contaminés (janvier 1967).

F. IMPIETRATURA

L'Impietratura a été décrite en 1955, en Sicile, par RUGGIERI (34). En 1960 (85) et 1963 (cf. 9) il publiait les résultats de ses expériences de transmission, établissant ainsi la nature virale de la maladie.

BENTAL (6) signale que la même affection a été décrite par REICHERT en 1930 et que, en 1937, S. YEDIDA a suggéré la nature virale de la maladie.

L'Impietratura semble être présente dans tout le Bassin méditerranéen. CHAPOT l'a observée au Maroc, au Liban, en Turquie, en Grèce (27) et en Espagne (29). Plus récemment, elle a été décrite à Chypre (70). En Israël, la maladie est devenue plus fréquente que dans le passé et s'observe de plus en plus dans nombre de jeunes vergers, sur pomelos en particulier. Les arbres mères qui ont fourni les greffons pour ces vergers ont été trouvés indemnes d'Impietratura. Si cette observation était confirmée, il faudrait incriminer un mode de propagation par vecteur.

En Corse, on trouve certaines années de nombreux fruits présentant dans l'écorce des poches de gomme. RUGGIERI les a considérés comme typiques de l'Impietratura. Des recherches sont en cours pour établir la nature exacte de cette maladie (VOGEL, communication personnelle).

G. TATTER LEAF

En plus du virus de la Tristeza, les citronniers 'Meyer' sont porteurs d'un autre virus, récemment mis en évidence par WALLACE et DRAKE (115) celui du Tatter Leaf. Ce virus a été transmis par YARWOOD (120) à différentes plantes herbacées. Les citronniers 'Meyer' de la zone méditerranéenne renferment ce virus, comme l'a montré CASSIN (Communication personnelle).

H. STEM PITTING SUR ORANGER 'TAROCCO' ET SUR BIGARADIER

VOGEL et BOVÉ ont observé, en Corse (111) et en Sicile (112), sur de très nombreux orangers Tarocco, jeunes ou vieux, un Stem pitting sévère affectant aussi bien le greffon Tarocco que le bigaradier porte-greffe. L'affection a pu être transmise à divers agrumes, dont

le tangelo 'Orlando' qui a répondu à l'inoculation en moins d'un an. La maladie est également très répandue en Sardaigne où elle affecte de nombreuses variétés (113). En Algérie, elle a été observée sur bigaradier (BOVÉ et BLONDEL, décembre 1966) et *Poncirus trifoliata* (VOGEL, mars 1967) greffés en clémentinier.

La nature exacte de cette virose et ses relations avec d'autres viroses, Xyloporose et Psorose en particulier, sont à l'étude. VOGEL et BOVÉ ont décidé de l'appeler CRISTACORTIS.

CONCLUSION

Les principales viroses des Agrumes sont très largement représentées dans le Bassin méditerranéen, exception faite pour la Tristeza qui, pour l'instant, n'est inquiétante qu'en Espagne. Quelques viroses des agrumes n'ont pas encore été mentionnées dans le Bassin méditerranéen : le Vein enation ou Woody-gall, le Yellow-vein, le Leaf Curl...

III. LA LUTTE CONTRE LES VIROSES DES AGRUMES

Tout au cours de cet article, les principes qui sont à la base de la lutte contre les viroses des agrumes ont été exposés.

A l'heure actuelle, il n'existe aucun moyen, chimique ou autre, de guérir les arbres ou les vergers virosés en place. Pour les viroses autres que la Tristeza, la lutte ne pourra résider que dans l'utilisation de matériel indemne de viroses, que l'on essayera de conserver sain le plus longtemps possible : dans l'impossibilité de guérir, il faut prévenir. Quand la Tristeza est présente, il faut « vivre » avec elle et s'en accommoder : c'est possible dans le cas des principales variétés commerciales, sauf peut-être pour le pomelo et certaines variétés d'oranges, à condition de remplacer le bigaradier par un porte-greffe tolérant. Contre le Stubborn, malheureusement, on ne voit pas, à l'heure actuelle, comment lutter efficacement mais des mesures pour éviter sa propagation peuvent être envisagées.

A. PRODUCTION DE MATÉRIEL VÉGÉTAL INDEMNÉ DE VIROSE

1. REPÉRAGE DES VIROSES PAR INDEXATION SUR PLANTE INDICATRICE

Les arbres candidats destinés à former le parc à bois sont choisis parmi les meilleurs sujets et ne doivent pas présenter de symptômes visibles de virose. Des yeux ou des greffons seront prélevés sur ces arbres et inoculés à une série de plantes-test. Après un temps plus ou moins long, ces plantes-test manifesteront ou ne manifesteront pas les symptômes des viroses auxquelles elles sont sensibles. Si aucune des diverses plantes-test n'a manifesté de symptômes à la fin de la durée d'indexation, l'arbre candidat correspondant pourra être

déclaré indemne des viroses pour lesquelles il vient de subir les tests.

De grands progrès ont été réalisés dans les procédés d'indexation, principalement en sélectionnant des plantes-test meilleures. Une bonne plante-test doit manifester rapidement des symptômes spécifiques. La conduite de la plante-test après inoculation est importante aussi. En utilisant le *Poncirus trifoliata* comme plante-test de l'Exocortis et en la conduisant comme un porte-greffe, il fallait 8 ans pour indexer l'Exocortis en Floride. En laissant le *Poncirus trifoliata* se développer, le greffon ne jouant alors plus que le rôle d'inoculum, le test a pu être ramené à quelques mois. En substituant la lime Rangpur au *Poncirus*, l'apparition des symptômes a encore été accélérée. Enfin, par l'utilisation de certaines sélections de cédrat 'Etróg' (15) à la place

de la lime ' Rangpur ', le test ne dure plus que quelques semaines et est devenu très aisé. Les techniciens californiens (CALAVAN, CARPENTER, FROLICH, CHRISTIANSEN) ont sélectionné des lignées de cédrat ' Etrog ' particulièrement sensibles à l'Exocortis. On ne peut pas utiliser des plants de semis de cédrat ' Etrog ' à tout venant. Les différents plants d'un semis de cédrat ont des réactions très diverses vis-à-vis de l'Exocortis. Ces faits ont été confirmés en Corse, pour le cédrat Corse (VOGEL, communication personnelle) et en Israël (6) pour le cédrat ' Etrog '.

Pour la Xyloporose, la plante-test est le tangelo ' Orlando ' qui ne réagit guère à la virose avant un an.

La Psorose est aisément indexée sur oranger ou mandarinier de semis.

Jusqu'à présent, il n'existait pas de bonne plante-test pour le Stubborn, ni de bonne technique d'inoculation. Grâce aux travaux de CALAVAN et CHRISTIANSEN (14), l'indexation du Stubborn peut maintenant être réalisée en serre, en 2 à 3 mois, ou en 15 à 24 mois, en plein champ. Le test est surtout destiné à confirmer que certains symptômes observés sur des arbres sont bien dus au Stubborn. Il ne semble pas être suffisamment sensible pour déceler des souches relativement faibles de Stubborn. La plante-test peut être l'oranger de semis variété ' Madame Vinous ' ou ' Hinkley '. Des plantes de semis d'autres variétés d'oranger ou des plantes de semis de tangelo, de mandarinier ou de pomelos conviennent également. Plusieurs morceaux d'inoculum doivent être greffés dans la même plante-test à cause de la répartition inégale du virus dans les arbres atteints. Des inoculums, sous forme de greffons de 5 à 10 cm de long, ont donné de bons résultats.

Un test basé sur la fluorescence de l'albedo en lumière ultra-violette est à l'étude en Afrique du Sud (95).

Enfin, la Tristeza est facilement indexée sur lime mexicaine (ou autre lime acide à petits fruits).

Lorsque l'inoculation mécanique est possible, la gamme des plantes-test augmente et comprend des genres autres que le genre *Citrus*. C'est ainsi que certaines variétés de *Vigna sinensis* permettent de déceler la Frisolée, la Panachure infectieuse, le virus du Tatter leaf. Ce dernier peut également être caractérisé sur *Pétunia*.

L'indexation permet ainsi de repérer les arbres indemnes de viroses. Elle s'applique principalement aux arbres de vieilles lignées et permet de trouver parmi eux des sujets indemnes. Elle doit s'appliquer également aux arbres nucellaires ou de semis retenus pour leurs bonnes qualités pomologiques afin de se mettre à l'abri d'une transmission virale par la graine.

Se basant sur l'expérience acquise en Floride, CHILDS et KNORR (36) viennent récemment de critiquer la technique qui consiste à indexer des arbres de vieilles lignées pour l'obtention de matériel végétal indemne de virus. D'après eux, cette recherche est coûteuse, lente et incomplète puisque seuls quatre virus (Psorose, Tristeza, Exocortis, Cachexie) sur plus d'une douzaine connus, sont indexés couramment. Aussi donnent-ils la préférence à la production d'arbres nucellaires.

2. PRODUCTION D'ARBRES NUCELLAIRES OU D'ARBRES DE SEMIS

Comme on le sait, les graines de nombreuses variétés commerciales d'agrumes renferment plusieurs embryons : généralement un seul embryon sexué (1) et plusieurs embryons nucellaires. Même en tenant compte des restrictions indiquées au chapitre I quant à la transmission des viroses des agrumes par la graine, on peut admettre néanmoins que la grande majorité des plants de semis, qu'ils soient sexués ou nucellaires, sont indemnes de viroses. Comme les plants nucellaires sont généralement identiques à la variété mère, la culture de ces plants permet de régénérer cette variété, autrement dit de l'avoir indemne de maladies à virus.

Le problème consiste donc à repérer ces plants nucellaires. La pollinisation « dirigée » des fleurs de l'arbre mère avec du pollen de *Poncirus trifoliata* confèrera à la plantule issue du zygote le caractère trifolié dominant, le différenciant ainsi des plantules nucellaires. BLONDEL, en Algérie, a utilisé cette technique. Mais, comme pour de nombreuses variétés commerciales, la pollinisation « libre » se traduit par des semis dont le pourcentage en plantules nucellaires est élevé, souvent on ne prend pas la peine de polliniser au pollen de *Poncirus trifoliata* ; on choisit simplement dans le semis les plantules les plus homogènes. L'observation des caractères pomologiques permettra de repérer les plantules les plus conformes. Les plants ainsi choisis seront indexés par mesure de précaution pour se mettre à l'abri d'une éventuelle transmission de virus par la graine ou par tout autre mode.

On lira avec intérêt l'article de CHILDS et KNORR (36) qui soulignent l'avantage de la méthode de production des plants de semis pour l'obtention de matériel indemne de viroses.

(1) Voir la référence (69) pour une restriction de cette généralisation.

3. THERMOTHÉRAPIE

GRANT a réussi à obtenir, par thermothérapie, du matériel végétal indemne de Tristeza. Cette technique serait intéressante à mettre en œuvre pour les variétés dont les graines ne forment pas d'embryons nucellaires, comme les clémentines, ou pour celles dont les fruits sont pratiquement aspermes.

B. LUTTE CONTRE LA TRISTEZA

1. LUTTE PRÉVENTIVE

Rappelons d'abord la nécessité de détruire les arbres porteurs de virus dans les zones où la maladie n'est pas encore transmise par vecteur (cas des citronniers 'Meyer', etc.).

Ensuite, il est nécessaire d'étudier et de préparer les porte-greffe tolérants.

Les variétés qui seront greffées sur ces porte-greffe devront être indemnes tout au moins des viroses auxquelles ces porte-greffe sont sensibles.

Dans plusieurs pays méditerranéens, ces travaux sont en cours. C'est ainsi que la Station de Recherches Agrumicoles de la Corse vient de produire, en pépinière commerciale, les premiers arbres indemnes de maladies à virus sur porte-greffe tolérant à la Tristeza.

2. AFFRANCHISSEMENT

Dans les pays où la Tristeza est (ou sera) en voie d'extension, certains arbres greffés sur bigaradier pourront être sauvés en les affranchissant du bigaradier. Pour cela, on peut provoquer un développement de racines immédiatement au-dessus de la ligne de greffe, en pratiquant des incisions dans l'écorce et en buttant le tronc. Cette technique a donné de très bons résultats au Pérou, dans le cas de l'oranger. Elle est à l'étude en Espagne depuis plusieurs années. Le danger réside dans les attaques possibles de *Phytophthora*.

On peut également greffer par approche des porte-

greffe tolérants, la greffe étant pratiquée au-dessus de la ligne de greffe et non pas au niveau du bigaradier. Avant d'utiliser cette méthode, il convient de connaître la nature des virus présents dans les arbres à affranchir afin de choisir un porte-greffe tolérant ou résistant à la Tristeza et aux autres virus présents dans l'arbre. Souvent, le nombre des porte-greffe utilisables dans ces conditions tend vers zéro, surtout lorsque la nature du sol fait redouter les attaques de *Phytophthora*.

C. MESURES PRÉVENTIVES CONTRE LE STUBBORN

Nous indiquerons ici les mesures préconisées en Californie, par CALAVAN et CARPENTER (13) pour l'obtention de jeunes vergers autant que possible indemnes de Stubborn.

1. Choisir les graines pour l'obtention des porte-greffe sur des arbres indemnes et ne conserver que les porte-greffe les plus beaux.

2. Si possible, ne prendre les greffons que sur des arbres indemnes de symptômes depuis plusieurs années, la recherche des symptômes étant faite au moment de la période de maturation des fruits.

3. Dans la pépinière, arracher et éliminer tous les porte-greffe et tous les arbres greffés atteints de Stubborn.

4. Étêter les arbres de pépinière pendant la période de croissance pour favoriser un départ de végétation. Éliminer les plants qui produisent de petites feuilles et une végétation type Stubborn.

5. Éliminer les arbres qui, pour des raisons inconnues, refusent de pousser la première année de la plantation.

6. Examiner les jeunes arbres au moins deux fois par an et éliminer ceux qui ont des symptômes persistants de la maladie.

7. Lorsque les arbres sont entrés en production, remplacer ceux dont la récolte est faible et qui sont atteints de Stubborn.

8. Ne pas surgreffer les arbres atteints de Stubborn.

CONCLUSION

La culture des agrumes est une culture industrielle. Pour qu'elle soit rentable, elle doit être efficace. L'un des principaux facteurs d'efficacité réside dans l'élimination des maladies à virus. Ce but doit être atteint par les moyens de la recherche scientifique et non par ceux de la pratique horticole : la Station de Recherches doit s'implanter là où le verger-pilote devient rapidement insuffisant. Le problème posé par le Stubborn à toute l'Agrumiculture méditerranéenne

est si complexe et si alarmant que seul un travail scientifique en profondeur aboutira à une meilleure connaissance de cette maladie.

Enfin, il faut espérer que, devant la menace de plus en plus précise que représentent le Stubborn et la Tristeza pour l'Agrumiculture méditerranéenne, un effort commun de tous les pays méditerranéens soit entrepris.

BIBLIOGRAPHIE

Le nombre entre parenthèses est le numéro d'ordre sous lequel la référence est citée dans la bibliographie des maladies à virus établie par l'I. F. A. C. sous les auspices de l'I. O. C. V., (tome 1 : 1925-1962 et tome 2 : 1962-1966).

1. (474-475) AMIZET (L.). — Contribution à l'étude de moyens pratiques de lutte contre certaines maladies virusiformes en Algérie. *Fruits et Primeurs*, 1954, vol. 24, n° 255, p. 163-168.
2. (742) AMIZET (L.). — Contribution to the study of xyloporosis in Algeria in : *Citrus virus diseases*. Ed. : *University of California Division of agricultural Sciences*, 1959, p. 125-128.
3. (814) AMIZET (L.). — Considérations sur l'état actuel de la lutte contre les viroses des arbres fruitiers en général et des agrumes en particulier. *Fruits. Jus de fruits. Légumes*, fév. 1960, p. 3-6.
4. (938) AMIZET (L.). — Contribution à l'étude de la Xyloporose en Algérie, in : *Advances in horticultural science and their applications*. Ed. *Symposium Publications Division, Pergamon Press*, Oxford, Londres, New York, Paris, 1962, p. 181-184.
5. (1389) Anonyme. — A rare case. Natural root graft in citrus. *Agric. Gaz. N. S. W.*, dec. 1963, vol. 74, n° 12, p. 692-693.
6. BENTAL (A.). — Communication envoyée aux journées de Phytatrie et de Phytopharmacie circumméditerranéennes, Marseille, sept. 1965.
7. (432) BLONDEL (L.). — Influence de la hauteur du point de greffe sur le comportement des agrumes greffés sur *Poncirus trifoliata*. *Ann. Inst. agric. Algérie*, sept. 1953, vol. 7, n° 8, 12 p.
8. (130) BOUHELIER (R.). — Affections et maladies diverses des agrumes. *Direction de l'Agriculture*, Maroc, 1947, Les agrumes au Maroc, p. 53-54, 8 fig. Résumé : *Rev. Appl. Myc.*, jul. 1948, vol. 27, n° 7, p. 319-320.
9. (1326) BOVÉ (J. M.) et VOGEL (R.). — Troisième Congrès international de virologie des Citrus. *Fruits*, déc. 1963, vol. 18, n° 11, p. 505-553. Proceedings of the third conference of I. O. C. V. Edited by W. C. PRICE, *University of Florida Press*. Gainesville, 1965.
10. (105-106) BRICHET (J.). — Une maladie redoutable qui se répand dans nos orangeries. La psorose « scaly-bark » des Américains. *Fruits et Primeurs*, 1944, vol. 14, n° 153, p. 228-230. *Rev. appl. Myc.*, 1945, vol. 24, p. 225.
11. (1467) BRIDGES (G. D.), YOUTSEY (C. O.) & NIXON (R. R. jr.). — Observations of indicating psorosis transmission by seed of Carrizo citrange. *Citrus Industry*, 1965, vol. 46, n° 12, p. 5, 6 et 14.
12. (1398) BRUNO (A.). — Citrus virus symptoms in Sardinia. *Nature*, Londres, 30 mai 1964, vol. 202, n° 4935, p. 932.
13. (1468) CALAVAN (E. C.) & CARPENTER (J. B.). — Stubborn disease of citrus trees retards growth, impairs quality and decreased yields. *Calif. Citrogr.*, jan. 1965, vol. 50, n° 3, p. 86-87, 96, 98-99.
14. (1471) CALAVAN (E. C.) & CHRISTIANSEN (D. W.). — Rapid indexing for stubborn disease of citrus. *Abstr. Papers 57th ann. Meet. amer. Phytopath. Soc.*, 3-4 oct. 1965, *Phytopath.*, oct. 1965, vol. 55, n° 10, p. 1053.
15. (1401) CALAVAN (E. C.), FROLICH (E. F.), CARPENTER (J. B.), ROISTACHER (C. N.) & CHRISTIANSEN (D. W.). — Rapid indexing for exocortis of citrus. *Phytopath.*, nov. 1964, vol. 54, n° 11, p. 1359-1362.
16. (1280) CASSIN (J.). — Découverte du « Concave Gum » sur mandarinier commun au Maroc. *Al Awamia*, oct. 1962, n° 5, p. 169-172.
17. (1334) CASSIN (J.). — Découverte de l'« Infectious variegation crinkly leaf » des Citrus au Maroc. *Al Awamia*, Rabat, jul. 1963, n° 8, p. 63-75.
18. (1333) CASSIN (J.). — Découverte de huit cas de tristeza parmi un lot de plants âgés de citrus introduits au Maroc. *Al Awamia*, oct. 1963, n° 9, p. 53-57.
19. (1402) CASSIN (J.). — La xyloporose (cachexie-fovea) du clémentinier au Maroc. *Al Awamia*, janv. 1964, n° 10, p. 33-53.
20. CASSIN (J.). — Communication envoyée aux journées de Phytatrie et de Phytopharmacie circumméditerranéennes. Marseille, sept. 1965.
21. (1403) CATARA (A.). — Osservazioni sulla incidenza di alcune virosi in coltivazioni agrumicole della Sicilia orientale e prime realizzazioni per la produzione di materiale vivaistico sano. *Gionarte studio sui problemi della propagazione specie legnose*, Pise, 26-28 nov. 1964, p. 714-724.
22. (1476) CATARA (A.). — La « tristeza » degli agrumi alla luce delle possibilità di trasmissione a mezzo di insetti vettori. *Tecnica Agricola*, 1965, vol. 17, n° 4, p. 306-310.
23. (1598) CATARA (A.). — La « exocortite » degli agrumi in Sicilia. *Tecnica Agricola*, 1966, vol. 18, n° 2 (sous presse).
24. (578) CHAPOT (H.). — Le Stubborn. *Livre du IV^e Congrès international de l'Agriculture méditerranéenne*, Tel Aviv, mai 1956, p. 292-295.
25. (579) CHAPOT (H.). — Une nouvelle maladie des agrumes dans le Moyen-Orient. *C. R. Soc. Sci. nat. phys.*, Maroc, 1956, vol. 22, n° 6, p. 99-105.
26. (748) CHAPOT (H.). — First studies on the stubborn disease of citrus in some Mediterranean countries. *Citrus Virus Diseases*, Jul. 1959, p. 109-117.
27. (868) CHAPOT (H.). — Impietratura in Mediterranean countries in : *Proc. 2d. Conf. int. Org. Citrus Virologists*, 1961, p. 177-181.
28. (867) CHAPOT (H.). — Morphological modifications induced by stubborn disease on citrus fruits, in : *Proc. 2d. Conf. int. Org. Citrus Virologists*, 1961, 79-83.
29. (1335) CHAPOT (H.). — Impietratura on oranges in Spain. *Al Awamia*, 1963, vol. 7, p. 93-95.
30. (869) CHAPOT (H.) et CASSIN (J.). Maladies et troubles divers affectant les Citrus au Maroc. — *Al Awamia*, oct. 1961, n° 1, p. 107-129.
31. (940) CHAPOT (H.), CASSIN (J.) et LARUE (M.). — Nouvelles variétés d'agrumes atteintes par le Stubborn. *Al Awamia*, jul. 1962, n° 4, p. 1-6.
32. (1405) CHAPOT (H.) et DELUCCHI (V. L.). — Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. *I. N. R. A.*, Rabat, 1964.
33. (297) CHILDS (J. F. L.). — The cachexia disease of Orlando tangelo. *Plant Dis. Repr.*, 1950, vol. 34, n° 10, p. 295-298, fig. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, mai 1951, vol. 30, n° 5, p. 226.
34. (817) CHILDS (J. F. L.) & CARPENTER (J. B.). — Observations on stubborn and other diseases of Citrus in Morocco in 1959. *Plant Dis. Repr.*, dec. 1960, vol. 44, n° 12, p. 920-927.

35. (1599) CHILDS (J. F. L.) & JOHNSON (R. E.). — Preliminary report of seed transmission of psorosis virus. *Plant Dis. Rept.*, 1966, vol. 50, n° 2, p. 81-83.
36. (1478) CHILDS (J. F. L.) & KNORR (L. C.). — Control of virus diseases of citrus trees. An evaluation of methods. *Phytopath.*, Jun. 1965, vol. 55, n° 6, p. 675-680.
37. (820) CROSSA-RAYNAUD (P.). — Les principales maladies des agrumes dans le Bassin méditerranéen. Gommoses et maladies à virus. *Fruits et Primeurs*, mai 1960, vol. 310, n° 30, p. 99-106.
38. (1224) BELTRAN ALONSO CUEVILLAS (J. L.) & PLANES SAMPER (D. S.). La Tristeza enfermedad virotica de los agríos. — *Boletín Informacion tecnica Serpiol.*, août 1960, p. 1-19.
39. (1378) — DAUTHY (D.) et BOVÉ (J. M.) cité dans : L'état sanitaire des agrumes en Corse. V.-Crinkly leaf (frisolée). Infectious variegation (panachure infectieuse). VOGEL (R.) & BOVÉ (J. M.) *Fruits*, mars 1963, vol. 18, n° 3, p. 115-121.
40. (336) DICKSON (R. C.), FLOCK (R. A.) & JOHNSON (M. Mc D.). — Insect transmission of citrus quick-decline virus. *Jour. Econ. Ent.*, 1951, vol. 44, p. 172-176. Résumé : *Rev. appl. Mycol.*, 1951, vol. 30, p. 518.
41. (589) DICKSON (R. C.), FLOCK (R. A.) & LAIRD (E. F.). — Citrus aphids and spread of tristeza. *Calif. Citrogr.*, Jul. 1956, vol. 41, n° 9, p. 324, 329.
42. (162) FAWCETT (H. S.). Stubborn disease of citrus, a virosis. — *Phytopath.*, Aug. 1946, vol. 36, n° 8, p. 675-677.
43. (274) FREZAL (M.). — L'agrumiculture algérienne. Comité consultatif de l'agrumiculture. Réunion du 23 mars. Réglementation du contrôle de la psorose dans les plantations d'arbres étalons et les pépinières. *Rev. fr. Oranger*, mai 1949, vol. 19, n° 202, p. 154.
44. (1110) FREZAL (P.). — Dispositions prises ou projetées par l'Administration algérienne contre la « Dégénérescence infectieuse des citrus ». 2^e Congrès intern. citric. Pays Méd., Valence, mai 1952, 7 p.
45. (492) FREZAL (P.). — Les maladies virusiformes des Citrus et les problèmes qu'elles posent en Afrique du Nord. *Congrès de la Protection des Végétaux et de leurs Produits sous Climats chauds*, Marseille, sept. 1954, p. 155-159.
46. (653) FREZAL (P.). — Sur la présence en Algérie de la Tristeza et de la Xyloporose des Citrus. *C. R. Acad. Agric. France*, 1957, vol. 43, n° 6, p. 353-356.
47. (1602) FULTON (R. W.). — Mechanical transmission of tatter leaf virus from cowpea to citrus. *Phytopath.*, 1966, vol. 56, n° 5, p. 575.
48. (86) GOMÉZ CLEMENTE (F.). — La « psoriasis » o corteza escamosa del naranjo. *Bol. Pat. veg. Ent. agric.*, Madrid, 1942, vol. 11, n° 11, p. 97-112. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, 1945, vol. 24, p. 16.
49. (879) GRANT (T. J.) & CORBETT (M. K.). — Mechanical transmission of Infectious Variegation virus in citrus and non citrus hosts, in : *Proc. 2nd. Conf. int. Org. Citrus Virologists*, 1961, p. 197-204.
50. (1417) HARPAZ (I.). — Inconsistency in the vector relations of the citrus tristeza virus. *Riv. Pat. veg.*, oct.-dec. 1964, vol. 4, série 3, p. 549-558.
51. (887) JAMOSSI (B.). — Citrus virus diseases in Tunisia, in : *Proc. 2d. Conf. int. Org. Citrus Virologists*, 1961, p. 253-255.
52. (1603) JAMOSSI (B.). — Les viroses des citrus en Tunisie et les moyens de lutte. *Ann. Inst. nat. Recherche agr. Tunisie*, 1966, vol. 39, n° 2, 60 p.
53. (1295) LAIRD (E. F.) & WEATHERS (L. G.). — *Aphis gossypii*, a vector of Citrus vein-eneation virus. *Plant Dis. Rept.*, 1962, vol. 45, n° 11, p. 877.
54. (201) LAMOUR (R.). — La terrible écorce écailluse ou « psorose » envahit les orangeries de l'Afrique du Nord. *Rev. fr. Oranger*, mai 1947, vol. 17, n° 180, p. 167-168.
55. (308) LAMOUR (R.). — Viroses des agrumes en Afrique du Nord. *Rev. fr. oranger*, dec. 1950, vol. 20, n° 220, p. 381-384.
56. (57) LITTLEJOHN (L.). — Annual report of the botanist and plant pathologist for the year 1938. *Rep. Dir. Agric. Cyprus*, 1938, 4 p. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, 1940, vol. 19, p. 198-199.
57. (1506) McCLEAN (A. P. D.) & OBERHOLZER (P. C. J.). — *Citrus psylla*, a vector of the greening disease of sweet orange. *S. Afr. J. agric. Sci.*, mar. 1965, vol. 8, n° 1, p. 297-298.
58. (1348) MAJORANA (G.). — Ricerche sulla « psorosi a foglia bollosa » e sulla « variegatura infettiva » degli agrumi. *Riv. Pat. veg.*, oct.-dec. 1963, vol. 3, n° 4 (Ser 3), p. 3-22.
59. (1349) MAJORANA (G.). — Trasmissione sperimentale della « psorosi a foglia bollosa » e della « variegatura infettiva » su diverse specie e cultivar di agrumi. *Riv. Pat. veg.*, oct.-dec. 1963, vol. 3, n° 4 (Ser. 3), p. 3-10.
60. (1426) MAJORANA (G.). — Ricerche preliminari sulla « psorosi a concavita gommose » degli agrumi. *Riv. Pat. veg.*, Apr.-Jun. 1964, vol. 4, n° 2, p. 3-12.
61. (832) MAJORANA (G.) & SALERNO (M.). — La « psorosi a foglia bollosa » (crinkly leaf psorosis) : malattia da virus osservata su piante di limone (*Citrus limon* Linn.) in Sicilia. *Tec. Agric.*, 1960, vol. 12, n° 5, 12 p. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, sep. 1961, vol. 40, n° 9, p. 532.
62. (602) MENDEL (K.). — La Tristeza menace le bassin méditerranéen. *Bull. phytosanit. F. A. O.*, Apr. 1956, vol. 4, n° 7, p. 108-110.
63. (1356) NORMAN (G. G.). — Report to the government of Turkey on citrus virus diseases. *F. A. O. Rept.*, 1641, 1963, 23 p.
64. (513) NORMAN (P. A.) & GRANT (T. J.). — Preliminary studies of aphid transmission of tristeza virus in Florida. *Citrus Ind.*, Sep. 1954, vol. 35, n° 9, p. 10-12.
65. (677) NORMAN (P. A.) & GRANT (T. J.). — Transmission of tristeza virus by aphids in Florida. *Citrus Ind.*, Jan. 1957, vol. 38, n° 1, p. 5-7, 16.
66. (784) NOUR-ELDIN (F.). — Citrus virus disease research in Egypt in : Citrus virus diseases. Ed. : *University of California Division of agricultural Sciences*, 1959, p. 219-227.
67. (726) NOUR-ELDIN (F.) & BISHAY (F.). — Presence of the tristeza virus disease in Egypt. *F. A. O. Plant Prot. Bull.*, Rome, 1958, vol. 6, n° 10, p. 153-154. Résumé : *Rev. appl. Ent.*, Dec. 1958, vol. 46, Ser. A, n° 12, p. 506.
68. (515) OLSON (E. O.) & SLEETH (B.). — Tristeza virus carried by some Meyer lemon trees in South Texas. *Proc. Rio Grande Valley hort. Inst.*, 26 Jan. 1954, p. 84-88.
69. (1358^{bis}) OZSAN (M.) & CAMERON (J. W.). Artificial culture of small citrus embryos, and evidence against nucellar embryony in highly zygotic varieties. — *Amer. Soc. hort. Sci. Proc.*, 1963, vol. 82, p. 210-216.
70. (1531) PAPAIOLOMONTOS (A.). — The present status of impietratura, a citrus disease in Cyprus. *Plant. Dis. Rpt.*, Feb. 1965, vol. 49, n° 2, p. 111-113.
71. (1435) PATT (J.). — Observations on the appearance of the « little leaf » (stubborn) disease of citrus. *Plant Dis. Rept.*, Oct. 1964, vol. 48, n° 10, p. 761-762.
72. (458) PERRET (J.). — Quelques renseignements sur les maladies à virus des agrumes existant actuellement au Maroc. *Fruits et Primeurs*, oct.-nov. 1953, vol. 23, n° 251, p. 399-400.
73. (1533) PLANES (S.), GONZALEZ-SICILIA (E.) & MARTI (F.). — Studies on citrus virus diseases. *Proc. third Conf. int. Org. Citrus Virol.*, Edited by W. C. PRICE, *University of Florida Press*, Gainesville, 1965, p. 226-227.
74. REBOUR H. — Les agrumes. Alger, 1950, 3^e édition, p. 120.
75. (788) REICHERT (I.). — A survey of citrus virus diseases in the Mediterranean area in : Citrus virus diseases. Ed. : *University of California Division of agricultural Sciences*, 1959, p. 23-28.
76. (842) REICHERT (I.) & BENTAL (A.). — Citrus varieties in Israël infected with tristeza. *Ktavim*, Jun. 1960, vol. 10, n° 1, p. 58.
77. (906) REICHERT (I.) & BENTAL (A.). — On the problem of Xyloporosis and Cachexia diseases of mandarins. *Plant. Dis. Rept.*, mai 1961, vol. 45, n° 5, p. 356-361.
78. (1236^{bis}) REICHERT (I.), BENTAL (A.), GINSBURG (O.) & YOFFE (I.). — Tristeza disease in native commercial citrus trees in the Mediterranean countries. *F. A. O., Plant Protection Bull.*, 1960, vol. 8, p. 43-45.
79. (618) REICHERT (I.), BENTAL (A.) & YOFFE (I.). — On the

- problem of the identity of « little leaf » and « Xyloporosis » diseases. *Ktavim*, Mai 1956, vol. 6, p. 77-82.
80. (19) REICHERT (I.) & PERLBERGER (J.). — Little leaf disease of Citrus trees and its causes. *Hadar*, 1931, vol. 4, n° 8, 6 p. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, 1933, p. 90, vol. 12.
81. (31) REICHERT (I.) & PERLBERGER (J.). — Xyloporosis, the new citrus disease (first Report). *Rehovoth (Palestine) Agric. Exp. Sta.*, Bull. 12 (Hadar VII 7-8) 50 p., 15 fig., 1934. *Rev. appl. Myc.*, 1935, vol. 14, p. 162.
82. (686) RIEUF (P.). — Le problème du Stubbhorn au Maroc. *Fruits et Primeurs*, juin-juil. 1957, vol. 27, n° 290, p. 161-167. *Soc. Sci. Nat. Phys. du Maroc*, 1957, Bull. 37 (2), p. 71-80.
83. (1151) RUGGIERI (G.). — Le arance impietrate. *Riv. Agrumicoltura*, 1955, vol. 1, p. 65-69.
84. (1216^{1/2}) RUGGIERI (G.). — Le virosi degli agrumi italiani. *Inform. fitopat.*, 1959, vol. 9, n° 17, p. 333-336.
85. (912) RUGGIERI (G.). — Observations and research on Impietrata, in : *Proc. 2d. Conf. ind. Org. Citrus Virologists*, 1961, p. 182-186.
86. (1260^{1/2}) RUGGIERI (G.). — Le malattie degli agrumi. *Inform. fitopat.*, 1961, vol. 11, n° 3, p. 33-41.
87. (623) RUSSO (F.). — La presenza del virus della Tristeza su limone « Dwarf Meyer » e mandarino « Satsuma » riscontrata in Sicilia. *Riv. agrumicoltura*, mai-jun. 1956, vol. 1, n° 7-8, p. 281-289.
88. (1364) RUSSO (F.) & KLOTZ (L. J.). — Tarocco Pit. *Calif. Citrogr.*, Apr. 1963, vol. 48, n° 6, p. 221-222.
89. (844) SALERNO (M.) & MAJORANA (G.). — Infezioni di « psorosi P » (*Citriovir psorosis* var. *anulatum* Faw.) accertate sperimentalmente su piante di Arancio dolce (*Citrus sinensis* Linn.) in Sicilia. *Tec. Agric.*, 1960, vol. 12, n° 6, 11 p. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, sep. 1961, vol. 40, n° 9, p. 532.
90. (915) SALIBE (A. A.) & MOREIRA (S.). — Algumas incompatibilidades Citrus « *Poncirus trifoliata* » no Brasil. *Idia, Supl.*, 1961, n° 6, p. 92-97.
91. (1610) SCARAMUZZI (G.) & CATARA (A.). — La presenza della virosi nota come « stubborn » nelle coltivazioni agrumicole siciliane. *Tecnica Agricola*, 1966, vol. 18, n° 2, (sous presse).
92. (796) SCARAMUZZI (G.) & SALERNO (M.). — Un tipo di « psorosi » molto diffusa su piante di mandarino (*Citrus reticulata* Blanco) in Sicilia. *Tecnica agric.*, Italie, jul.-oct. 1959, vol. 11, n° 4-5, p. 331-343.
93. (1610^{1/2}) SCHNEIDER (H.). — South Africa's greening disease and Morocco's stubborn disease. *Calif. Citrogr.*, mai 1966, vol. 51, n° 7, p. 299-305.
94. (1444) SCHWARZ (R. E.). — An insect-transmissible virus, trapped on sweet orange seedlings in orchards where greening disease is common. *S. Afr. J. agric. Sci.*, dec. 1964, vol. 7, n° 4, p. 885-889.
95. (1572) SCHWARZ (R. E.). — A fluorescent substance present in tissues of greening-affected sweet orange. *S. Afr. J. Agric. Sci.*, 1965, vol. 8, p. 1177-1180.
96. (1446) SERVAZZI (O.), MARRAS (F.) & FODDAI (A.). — L'« exocortite » degli agrumi in Sardegna. *Stud. Sassari.*, 1964, vol. 12, p. 287-298.
97. (1447) SERVAZZI (O.), MARRAS (F.) & FODDAI (A.). — La « psorosi » degli agrumi in Sardegna. *Riv. Patol. Veg.*, oct.-dec. 1964, vol. 4, série 3, p. 381-410.
98. (798) SIBILIA (C.). — Indagini sulla diffusione della xiloporosi degli agrumi in Italia. *Boll. Staz. Pat. veg.*, Rome, 1959, vol. 16, n° 2, p. 183-194. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, mai 1960, vol. 39, n° 5, p. 309.
99. (1263) SIBILIA (C.). — Osservazioni sulla psorosi degli agrumi in Sardegna ed in altre zone agrumicole d'Italia. *Boll. Staz. Pat. veg. Roma*, 1961, Ser. 3, vol. 19, n° 2, p. 143-151. Résumé : *Rev. appl. Myc.*, Feb. 1963, vol. 42, n° 2, p. 122.
100. (1264) SIBILIA (C.). — Le malattie da virus degli agrumi. *Agricoltura*, 1961, vol. 10, p. 53-61.
101. (1309^{1/2}) SIBILIA (C.). — Notizie sulle virosi degli agrumi nell'Italia centrale ed in Sardegna. *Terra Pugliese*, 1962, vol. 11, n° 4, p. 5-8.
102. (1366) SIBILIA (C.). — Le virosi degli agrumi. *Ital. agric.*, jan. 1963, vol. 100, n° 1, p. 25-31.
103. (1372) STORM (L. W.) & STREETS (R. B.). — Transmission of the stubborn and psorosis A viruses of citrus to an herbaceous host. *Phytopath.*, Oct. 1963, vol. 53, n° 10, p. 1142.
104. (1267) STROYAN (H. L. G.). — La détermination des aphides vivant sur les Citrus. *Bull. phytosanit. F. A. O.*, fév. 1961, vol. 9, n° 4, p. 45-65.
105. (849) VARMA (P. H.), RAO (D. G.) & VASUDEVA (R. S.). — Additional vectors of tristeza disease of citrus in India. *Curr. Sci.*, sep. 1960, vol. 29, n° 9, p. 359.
106. (927) VOGEL (R.). — Note sur la présence de maladies à virus des agrumes. *Fruits*, mars 1961, vol. 16, n° 3, p. 137-142.
107. VOGEL (R.). — Communication envoyée aux Journées de Phytatrie et de Phytopharmacie circum méditerranéennes. Marseille, sept. 1965.
108. (1613) VOGEL (R.). — L'indexation de l'exocortis à la Station de Recherches agrumicoles de Corse. *Fruits*, févr. 1966, vol. 21, n° 2, p. 66-70.
109. (1317) VOGEL (R.) et BOVÉ (J. M.). — L'état sanitaire des agrumes en Corse. II. Données nouvelles sur les viroses. *Fruits*, 1962, vol. 17, n° 4, p. 163-169.
110. (1377) VOGEL (R.) et BOVÉ (J. M.). — L'état sanitaire des agrumes en Corse. V. Crinkly leaf (frisolée). Infectious variegation (panachure infectieuse). *Fruits*, mars 1963, vol. 18, n° 3, p. 115-121.
111. (1457) VOGEL (R.) et BOVÉ (J. M.). — Stem pitting sur bigaradier et sur orange 'tarocco' en Corse : une maladie à virus. — *Fruits*, mai 1964, vol. 19, n° 5, p. 269-274.
112. VOGEL (R.) et BOVÉ (J. M.). — Mission en Sicile à l'occasion de la réunion du C. L. A. M., sep. 1964.
113. VOGEL (R.) et BOVÉ (J. M.). — Mission en Sardaigne, avr. 1966.
114. (564) WALLACE (J. M.) & DRAKE (R. J.). — The tristeza virus in Meyer lemon. *Citrus Leaves*, jan. 1955, vol. 35, n° 1, p. 8-9, 23.
115. (945) WALLACE (J. M.) & DRAKE (R. J.). — Tatter leaf, a previously undescribed virus effect on citrus. *Plant Dis. Repr.*, Apr. 1962, vol. 46, n° 4, p. 211-212.
116. (635) WALLACE (J. M.), REICHERT (I.), BENTAL (A.) & WINOCOUR (E.). — The Tristeza virus in Israel. *Phytopath.*, Jun. 1956, vol. 46, n° 6, p. 347.
117. (1587) WEATHERS (L. G.). — Transmission of exocortis virus of citrus by *Cuscuta subinclusa*. *Plant Dis. Repr.*, mar 1965, vol. 49, n° 3, p. 189-190.
118. (1588) WEATHERS (L. G.). — Petunia, an herbaceous host of exocortis virus of citrus. *Abstr. Papers 57th ann. Meet. amer. Phytopath. Soc.*, 3-7 oct. 1965. *Phytopath.*, oct. 1965, vol. 55, n° 10, p. 1081.
119. (371) WYSS-DUNANT (E.). — Mutation ou dégénérescence des Washington Navel ? *Rev. fr. Oranger*, déc. 1951, vol. 21, n° 231, p. 392-393.
120. (1384) YARWOOD (C. E.). — Mechanical transmission of a latent lemon virus. *Report and Abstracts of the 1963 annual Meeting of the Pacific Division of the American Phytopathological Society*. *Phytopathology*, oct. 1963, vol. 53, n° 10, p. 1145.
121. (1386) ZACHOS (D. G.) & GAKIPOULIOS (H. C.). — Psorosis of mandarin trees in Greece. *Ann. Inst. phytopath. Benaki*, 1963, vol. 5, p. 301-302. Résumé : *Hort. Abstr.*, sep. 1964, vol. 34, n° 3, p. 577 (5588).
122. (1387) ZANARDI (D.). — Il problema delle virosi degli agrumi in Sardegna alle luce dei dati emersi dalla 3a Conferenza dell'I. O. C. V. *Coll. Giorn. Vinic. ital.*, Casale Monf., 1963, n° 12, p. 1-23.
123. (1462) ZANARDI (D.). — Agrumicoltura in pericolo. La « tristeza » è alle porte d'Italia. *Coll. Giorn. Vinic. ital.*, 1964, vol. 110, n° 7-8, 24 p.
124. PUJOL (A. R.). — Difusion natural de psorosis on plantas citricas — INTA, Concordia, Serie Tecnica n° 8, pp. 1-15, 1966.
125. PUJOL (A. R.). — Transmission de Psorosis à travers la semilla de citrange troyer — INTA, Concordia, Serie Tecnica n° 10, pp. 1-7, 1966.