

ROYAUME DE BELGIQUE
Ministère des Colonies

KONINKRIJK BELGIË
Ministerie van Koloniën

BULLETIN AGRICOLE

DU

CONGO BELGE

LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT

VOOR

BELGISCH-CONGO

VOL. XLIII — N. 2



BULLETIN D'INFORMATION

DE L'

I N E A C

INFORMATIEBULLETIN

VAN

NILCO

JUIN
JUNI 1952

VOL I — N. 1-2

Bulletin Agricole du Congo belge

Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo

SOMMAIRE	Vol. XLIII	N° 2	JUN 1952	INHOUD
				Pages/Blz.
Note de la Rédaction				269
Nota van de Redactie				271
Articles originaux - Oorspronkelijke Artikelen				
Etude de la qualité du Cacao			G. NEIRINCKX et A. JENNEN	273
Les problèmes internationaux à la base de la FAO			A. VAN HOUTTE	383
De Internationale Problemen aan de basis van de FAO			A. VAN HOUTTE	391
La « Tristeza » des Agrumes			R. L. STEYAERT	399
La « Cannelure » ou « Stem Pitting » du Pam- plemoussier au Congo belge			R. L. STEYAERT et R. VAN LAERE	447
Historique de la méthode Testatex (<i>suite et fin</i>) Etude préliminaire de la faune entomologique et de la protection des bois exploités au Mayumbe			D ^r P. J. S. CRAMER †	455
Conférence Forestière Interafricaine d'Abidjan			P. HENRARD	463
Essai d'ethnographie des bovins indigènes du Congo belge			P. STANER	481
Epithéliome vulvaire chez une vache			—	497
Note sur le traitement de l'agalaxie de la truie au moyen de l'extrait antéhypophysaire associé à la thyroxidine			D ^r MOLS	533
Vidange d'un étang de la Cotonco à Sentery - Territoire de Tshofa (Lomami)			A. JUSSIAANT et R. GASPARD	537
Documentation officielle - Officiële Documentatie			C. HALAIN	539
Notes et Actualités - Nota's en Actualiteiten				545
Bibliographie - Boekbespreking				551
Annonces - Advertenties				581
pages/blz. I - XXVIII après la page/na blz. 616				

Bulletin d'Information de l'INEAC

Informatiebulletin van het NILCO

SOMMAIRE	Vol. I	N°s 1-2	JUN 1952	INHOUD
				Pages/Blz.
Editorial				1
Editoriaal				3
Le rôle de l'INEAC dans le développement de l'Agriculture congolaise			F. JURION	5
L'utilisation des engrais au Congo belge			M. V. HOMÈS	21
La sélection des plantes vivrières à Yangambi. Le Riz et le Manioc			DIV. DES PLANTES VIVR. DE L'INEAC	37
Vingt ans de sélection du bétail indigène du type local à Nioka			D ^r J. GILLAIN et D ^r M. MARICZ	55
Une grave maladie du caféier « Robusta » : la Tra- chéomycose. Avertissements et conseils aux plan- teurs			J. V. FRASELLE et G. GEORTAY	87
Le bouturage du Cacaoyer			G. VALLAËYS	103
Comptes rendus de recherches - Verslag van on- derzoekingen				123
Petites informations - Korte mededelingen				135

ROYAUME DE BELGIQUE
Ministère des Colonies

KONINKRIJK BELGIË
Ministerie van Koloniën

Direction de l'Agriculture, des Forêts,
de l'Élevage et de la Colonisation

Directie van Landbouw, Bossen,
Veeteelt en Kolonisatie

Bulletin Agricole du Congo Belge

Landbouwkundig Tijdschrift

voor Belgisch-Congo

VOL. XLIII

N^o 2

JUNI 1952

4 FASCICULES PAR AN
NUMMERS PER JAAR

19753



Etang d'alevinage pour Tilapia
à Sentery (Cotonco).

RÉDACTION ET ADMINISTRATION
Place Royale, 7 - Bruxelles

REDACTIE EN ADMINISTRATIE
Koningsplein, 7 - Brussel

La « Tristeza » des Agrumes

PAR

R. L. STEYAERT,

Attaché à l'INEAC,

Ancien Chef de la Division de Phytopathologie.

Introduction.

Depuis une vingtaine d'années, la littérature phytopathologique fait connaître un type de maladie auquel les Argentins ont donné le nom de « Podredumbre de las raicillas », les Brésiliens, celui de « Tristeza », les Américains celui de « Quick decline » et les Australiens, celui de « Bud union decline ». Le choix d'un nom est le plus souvent une question d'inspiration personnelle du premier descripteur. Mais suivant que cette inspiration est heureuse ou non, les chances que la dénomination soit adoptée définitivement sont plus ou moins grandes ; elles sont d'autant plus grandes que le nom est concis et explicite. Ajoutons que s'il est harmonieux, ses chances seront accrues d'autant. Des quatre noms ci-dessus, celui de « Tristeza » paraît devoir réunir peu à peu la majorité des suffrages. Nous estimons qu'il répond parfaitement aux trois conditions ; aussi, l'utiliserons-nous de préférence aux autres, réservant à ceux-ci un usage occasionnel lorsqu'il sera question d'études locales.

Le nom de « Stem-pitting » a été donné en Afrique du Sud à une affection du Pamplemoussier qui, d'après les études les plus récentes, se révèle être une réaction particulière de cette plante à la « Tristeza ».

Les caractéristiques toutes spéciales et l'importance que prend cette maladie ont avivé l'intérêt des phytopathologues ; aussi, a-t-elle fait l'objet, ces dix dernières années, d'un nombre toujours croissant d'études. Il suffira au lecteur de consulter la bibliographie annexée à ce travail pour s'en convaincre.

Nous avons cru utile de renseigner le lecteur ou de lui rafraîchir la mémoire sur certaines particularités des Agrumes. Ces renseignements sont nécessaires pour faciliter la compréhension du problème que pose la « Tristeza ». Nous conseillons donc au lecteur de lire d'abord l'addenda annexé à ce travail, où ces renseignements sont consignés et de poursuivre, seulement alors, la lecture de cette étude.

HISTORIQUE

Vers la fin du siècle dernier, la Colonie du Cap, désireuse de valoriser son agriculture, déploya de grands efforts pour développer chez elle une industrie citricole prospère. Dans cette voie, elle s'inspira de l'exemple de l'industrie citricole californienne, en plein développement à ce moment.

Après étude des problèmes agricoles de la Colonie du Cap, une Commission Royale conseilla, parmi d'autres recommandations, l'introduction du Bigaradier dans le but de fournir aux planteurs des porte-greffe réunissant le plus de qualités. Elle basait cet avis sur la faveur dont jouissait, à ce moment, cette espèce auprès des planteurs dans les principales régions citricoles du globe. En conséquence, des milliers de plants de Bigaradier furent importés.

Le comportement, en Afrique, des Bigaradiers comme porte-greffe fut étrange. Alors que partout ailleurs on n'avait qu'à s'en louer, en Afrique ce fut un échec complet. Les orangers greffés sur Bigaradier ne se développèrent pas ou ne tardèrent pas à périr et mourir.

Une seconde Commission fut instituée en 1904 pour enquêter sur cet échec. Ses conclusions furent imprécises quant aux causes. Il ne pouvait en être autrement, on le comprend maintenant, car à ce moment la Phytopathologie était une science bien jeune et il aurait fallu aux membres de la Commission des connaissances qui n'ont été acquises que bien plus tard. Jusqu'à ces dernières années, l'échec du Bigaradier était un sujet que les agronomes et physiologistes sud-africains préféraient éviter ; pendant près de cinquante ans, il restait un mystère.

La Commission eut toutefois le mérite d'observer le bon comportement d'orangers greffés sur « Rough lemon » et de recommander cette essence comme porte-greffe ; ce qui permit à la citriculture sud-africaine de se développer. Le « Rough lemon » est devenu, comme on le sait, le porte-greffe classique en Afrique.

Vers 1930 et les années suivantes, les Hollandais se préoccupent à leur tour d'apporter une amélioration à la culture des Agrumes aux Indes orientales. Elles n'y avaient jamais fait l'objet que d'une culture domestique. Les arbres francs de pied étaient de règle, rares étaient les arbres greffés. MAGIELSE, OCHSE et TOXOPEUS (1931, 1934-b, 1935-b, 1937) expérimentent le greffage. Au grand trouble des expérimentateurs, les mêmes échecs qu'en Afrique du Sud sont éprouvés ; les Orangers greffés sur Bigaradier manifestent un déclin rapide et meurent. TOXOPEUS (1937) attribue les insuccès à une incompatibilité entre greffon et sujet ; d'après lui, le greffon sécréterait une toxine létale pour son support.

A la même époque, mais aux antipodes, des troubles graves sont observés en Argentine et en Uruguay sur les mêmes combinaisons de greffe. Les vergers argentins et uruguayens, presque exclusivement formés de plants greffés sur Bigaradier, subissent des pertes sensibles ; la situation devient bientôt catastrophique. En 1940, la maladie — car, dès à présent, il faut bien la considérer comme telle, la théorie de l'incompatibilité de greffe ne pouvant s'appliquer à ce cas — gagne le Brésil ; BITANCOURT (1940-a) la signale dans la vallée du Paraíba, quelque peu au nord de Rio-de-Janeiro. Instruites déjà par l'expérience argentine et l'expérience uruguayenne et devant la menace qui s'avère grave, les autorités brésiliennes organisent immédiatement une Commission d'enquête dont les travaux ne manquent pas d'apporter bientôt d'excellents éléments à la connaissance de la maladie. Dès 1944, il ressort, d'après une étude statistique (1944-b) sur les relevés de plants malades effectués d'année en année, que la progression de la maladie est du même type que celle d'une maladie infectieuse transmissible ou propagée par un vecteur se déplaçant facilement : un insecte ailé, par exemple. Cette hypothèse est confirmée deux ans après, par MENEHINI (1946-d) ; ses travaux lui permettent de conclure que la « Tristeza » est une virose transmise par le puceron : *Aphis citricidus* KIRK.

Vers 1942, en Californie, on constate les symptômes inquiétants d'une maladie semblable. Toujours restreinte aux orangers greffés sur Bigaradier, elle se propage dans la vallée de San-Gabriel près de Los-Angeles.

Ce sera TERRA (1947-d), un agronome indonésien, voyageant en 1947 en Californie, qui élucidera le mystère des échecs éprouvés en Indonésie et situera avec toute vraisemblance la patrie d'origine de la maladie. Visitant les vergers non atteints de « Quick decline », il est frappé, son coup d'œil s'étant habitué à l'aspect familier des

Agrumes dans son pays, par l'aspect beaucoup plus vigoureux des arbres et la teinte beaucoup plus vive du feuillage. En contraste, l'aspect des arbres dans les vergers atteints s'identifie à celui des arbres javanais. Il en conclut à la présence généralisée de la maladie à Java et il lui attribue les échecs éprouvés par MAGIELSE, OCHSE et TOXOPEUS dans leurs essais de greffage.

De même, il éclaircit le mystère des échecs sud-africains. De toute évidence, la « Tristeza » était généralisée en Afrique du Sud à l'époque des essais extensifs de greffage sur Bigaradier à la fin du siècle dernier. Il en conclut que la maladie existe dans ce pays de longue date. Il en est de même à Java.

De déduction en déduction, il incrimine les importations de plants de Citrus en Afrique du Sud, que les Hollandais y firent à l'époque de la Compagnie des Indes lorsque celle-ci installa au Cap une station de relais pour leur ligne de navigation vers l'Extrême Orient. Dans le but de combattre le scorbut parmi les équipages des bateaux à voile, la culture des Agrumes avait été fortement encouragée. Les Hollandais amenèrent des Indes non seulement des semences mais également des plants et c'est par ceux-ci, estime TERRA, que la maladie fut importée en Afrique du Sud. Il place donc à Java la patrie de la maladie.

Le passage de la maladie vers le Nouveau-Monde est attribuée aux échanges commerciaux qui s'établirent avec l'Afrique du Sud après la première guerre mondiale.

Il est à craindre que tôt ou tard la « Tristeza » ne gagne toutes les régions citricoles du globe. Sa présence en Australie ne laisse aucun doute (1948-e, 1949-j) ; elle est signalée des Etats de Victoria et de Nouvelle-Galles du Sud. Elle aurait été remarquée en Algérie (1950-h). Sous un aspect particulier, elle existe à la Côte de l'Or (1949-h). Il importe donc que tous les planteurs d'Agrumes se familiarisent avec ses manifestations et prennent connaissance des problèmes que pose son apparition éventuelle.

De toutes les affections des Citrus, et cependant combien nombreuses sont-elles, la « Tristeza » paraît être celle qui aura le plus d'incidence sur la production des Agrumes dans le monde. A l'heure actuelle déjà, elle est la plus répandue et douée des moyens de propagation les plus efficaces. Si l'on peut remédier à son action mortelle sur certaines combinaisons de greffes il sera par contre moins facile de porter remède à son action léthale sur certaines espèces plus susceptibles ou à son action déprimante sur la récolte chez des espèces tolérantes. Il est donc à prévoir que l'on constatera d'ici quelques

décades, une diminution sensible de la qualité et de la quantité des récoltes dans toutes les régions citricoles du globe, à moins que l'on entreprenne pour certaines, encore peu atteintes en ce moment, une campagne sévère d'éradication avec, comme corollaire, l'instauration de quarantaines non moins sévères pour ces régions et pour celles encore indemnes de la maladie.



Fig. 1.

Alignement d'orangers de la variété Valencia parmi lesquels deux atteints de « Tristeza » au stade ultime de déclin.

Photo : L. C. COCHRAN, aimablement communiquée par A. F. POSNETTE avec l'autorisation de *World Crops*, in *World Crops*, 4 : 64, 1951.

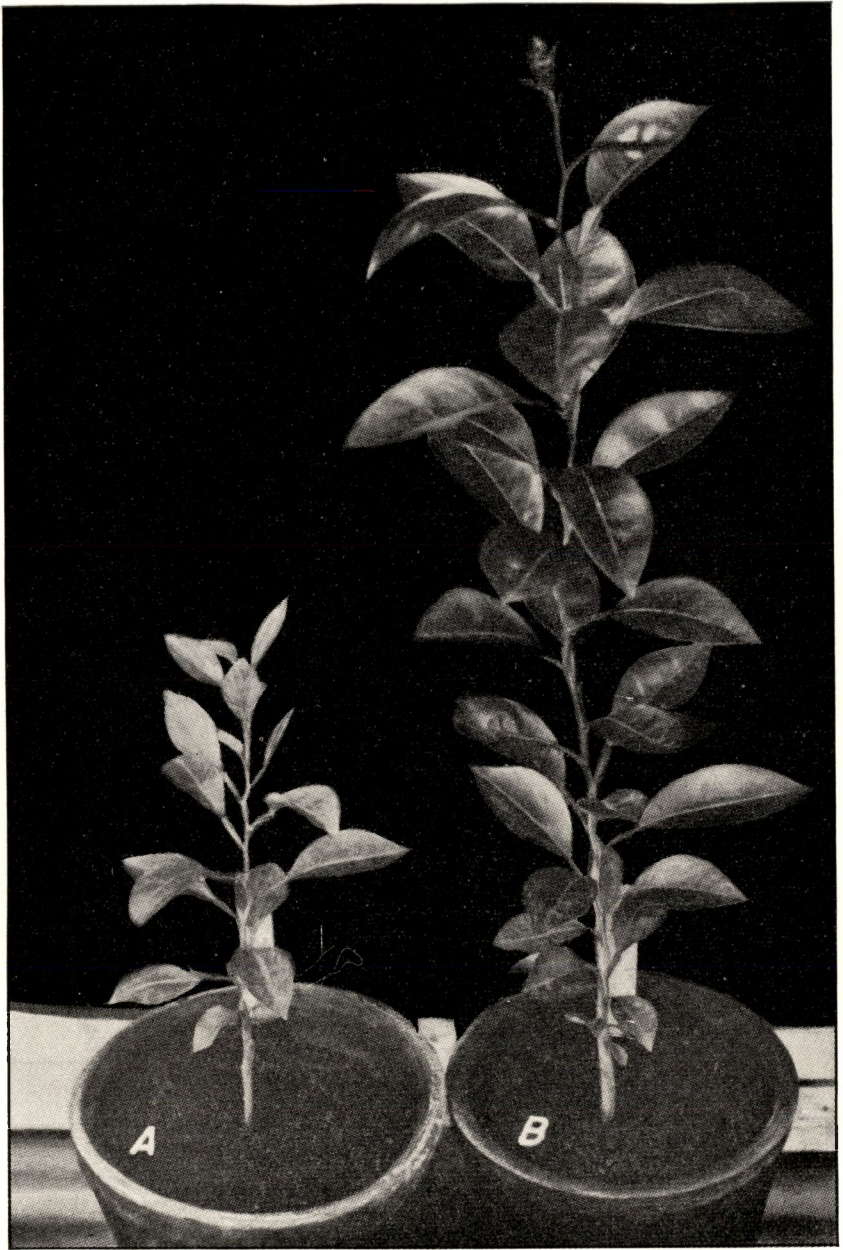


Fig. 2.

Jeunes plantules d'Oranger sur porte-greffe de Bigaradier,
photographiées environ 6 mois après l'inoculation.

- A : Plantule contaminée par environ 200 *Aphis citricidus* KIRK.
prélevés sur un oranger atteint de Tristeza.
- B : Témoin sur lequel on a transféré le même nombre de pucerons
pris sur un oranger sain.

Reproduit d'après BENNETT et COSTA, *Journ. Agri. Res.*, 78 : 220,
fig. 3, 1949.

DESCRIPTION DE LA MALADIE

Symptômes.

a) *Sur Oranger greffé sur Bigaradier.*

Les orangers greffés sur Bigaradier atteints de la « Tristeza » manifestent successivement les symptômes suivants :

1°) Arrêt de la croissance ; 2°) les feuilles perdent leur brillant, prennent une teinte vert glauque et les bords s'enroulent longitudinalement vers la face supérieure. Des chloroses internervulaires apparaissent mais une coloration normale persiste au voisinage des nervures ; 3°) effeuillage basipète, plus ou moins complète, des rameaux ; 4°) mort du bourgeon terminal ; 5°) les arbres ont tendance à fleurir abondamment aux premiers stades de la maladie, les fruits sont nombreux mais petits et manquent de goût ; 6°) successivement, les radicelles, les racines secondaires et les racines primaires s'épuisent en amidon de réserve, tandis que le tronc dans la partie immédiatement au-dessus de la soudure de greffe s'en enrichit. La mort de l'enracinement suit le même ordre, entraînant finalement la mort par inanition de l'arbre entier. Elle intervient en un temps qui peut varier de 6 mois à 3-4 ans.

Ce schéma des symptômes est le plus général pour les plants succombant à la maladie, mais il est des individus qui parviennent à surmonter l'infection. Il s'établit un équilibre plus ou moins stable entre l'action du virus et les réactions de l'arbre, mais il ne se maintient que péniblement. L'arbre reste petit, malingre et sans valeur économique.

Plusieurs auteurs (1944-a, 1945-d, 1948-e) utilisent une réaction très simple pour observer la disparition de l'amidon des racines. Il suffit d'appliquer sur la coupe d'une racine sectionnée quelques gouttes de n'importe quelle solution iodée (par exemple : 1,5 g d'iodure de potasse est dissous dans 100 cm³ d'eau. Dans cette solution, on dissout 0,3 g d'iode). Les racines saines donnent la réaction bleue, bien connue, de l'iode sur l'amidon, tandis que sur les racines malades la coloration bleue est totalement ou partiellement absente (Fig. 3).

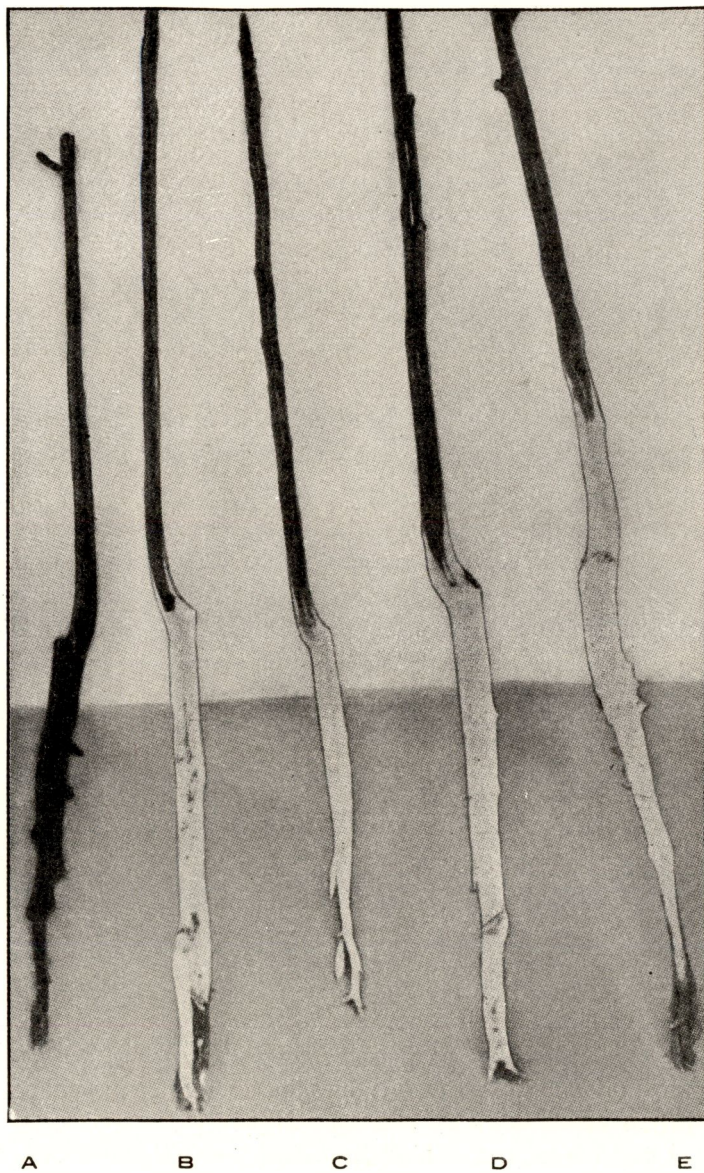


Fig. 3.

**Jeunes arbres d'Oranger Valencia greffés sur Bigaradier,
fendus longitudinalement et traités par l'iode,
en solution dans l'iodure de potasse,
pour mettre en évidence la répartition de l'amidon.**

Les parties des plantes apparaissant en noir sur la photographie indiquent celles gorgées d'amidon. - De gauche à droite : A. Témoin, écussonné de trois bourgeons sains. On remarquera la présence de l'amidon aussi bien dans le porte-greffe que dans le greffon. B. à E. Des arbres de même âge écussonnés de trois bourgeons pris sur des arbres atteints de « Tristeza ». On remarquera la disparition de l'amidon du porte-greffe. Ecussonnage en juin 1945. Traitement à l'iode en octobre 1946.

Photo : L. J. KLOTZ in FAWCETT et WALLACE, *Calif. Citrogr.*, 32 : 50, 1946.

La réaction n'est utilisable que sur les enracinements de Bigaradiers greffés d'Oranger et encore seulement sur les arbres en repos hivernal. On comprendra sans difficulté que ce test ne s'applique qu'aux arbres en repos. Les arbres en pleine végétation mobilisent leurs

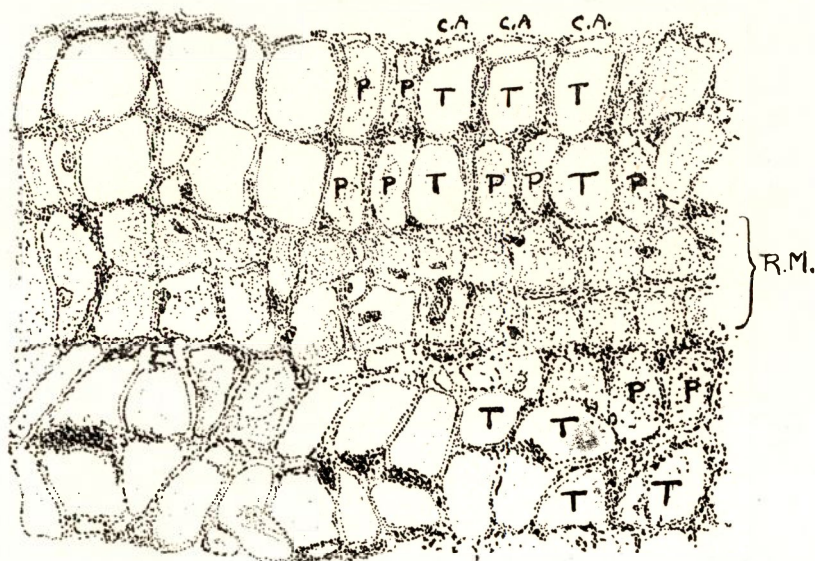


Fig. 4.

Section dans l'écorce,
immédiatement en dessous de la soudure de greffe,
d'un porte-greffe de Bigaradier greffé d'Oranger sain.

T : tubes criblés. — P : parenchyme. — C. A. : cellules annexes.
R. M. : rayons médullaires.

réserves hydrocarbonées. A ce stade, l'amidon est donc absent des racines. Le test n'est pas valable non plus pour des arbres réagissant victorieusement à la maladie ni pour ceux atteints de maladie ou de blessures entravant le flux normal de la sève ; ceux manifestant, par exemple, une attaque de gommosé au collet.

SCHNEIDER (1947-j) et MAC ALPIN (1948-e) et ses collaborateurs, étudiant l'anatomie des porte-greffe d'arbres atteints de « Tristeza » constatent que le phloème manifeste des altérations. Ils observent dans l'écorce, juste en dessous de la soudure de greffe, l'écrasement et la nécrose des vaisseaux du phloème et de leur cellule annexe (fig. 5). Ils observent aussi que, contrairement à la normale, les plus jeunes

vaisseaux sont obstrués. Le plant réagit en formant de nouvelles couches de vaisseaux mais généralement ceux-ci sont obstrués près de la soudure. Dans les arbres réagissant victorieusement, il se forme des vaisseaux, mais en nombre réduit, qui parviennent à maintenir le contact avec le greffon.

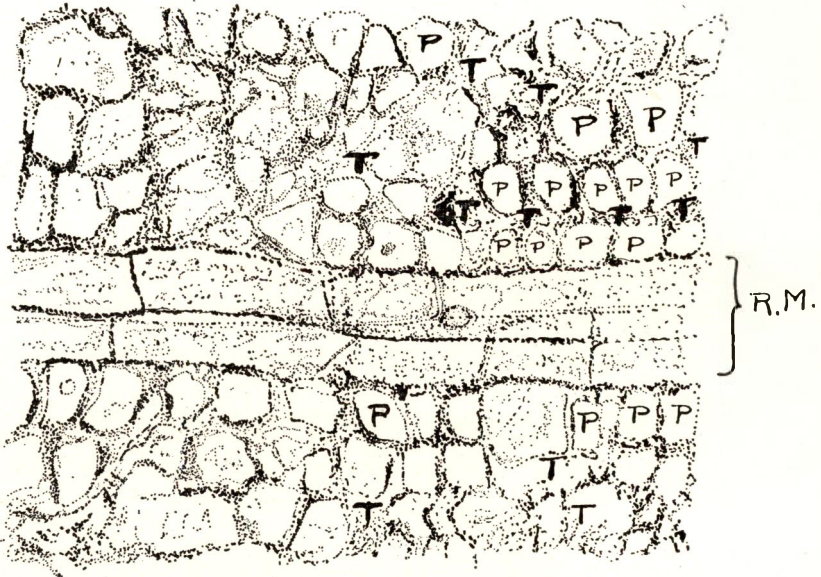


Fig. 5.

Section dans l'écorce, immédiatement en dessous de la soudure de greffe, d'un porte-greffe de Bigaradier greffé d'Oranger Valencia tardif, atteint de « Tristeza ». On remarquera l'effondrement des tubes criblés.

Fig. 4 et 5 d'après MC ALPIN, PARSAI et ROBERTS, *Journ. Dept. Agric. Victoria*, 46 : 28, 1948.

L'accumulation d'amidon en dessus de la soudure de greffe trouve ici son explication. Le virus agit par nécrose du phloème qui interrompt la translocation de la sève élaborée vers les racines.

b) *Sur autres espèces.*

A la Côte de l'Or, le Limettier franc de pied accuse depuis plusieurs années déjà un dépérissement inquiétant. HUGHES et LISTER (1949-h) découvrirent qu'il s'agit d'une virose. Les symptômes de la maladie diffèrent cependant de la « Tristeza » telle qu'on la connaissait à ce moment. On observe l'éclaircissement des veines (fig. 6) sur

les feuilles ainsi que des mouchetures, un jaunissement et un enroulement. La croissance des plantes est retardée. Les rameaux écorcés présentent sur le bois des dépressions longitudinales plus ou moins profondes (fig. 7). Les mêmes symptômes avec quelques variantes

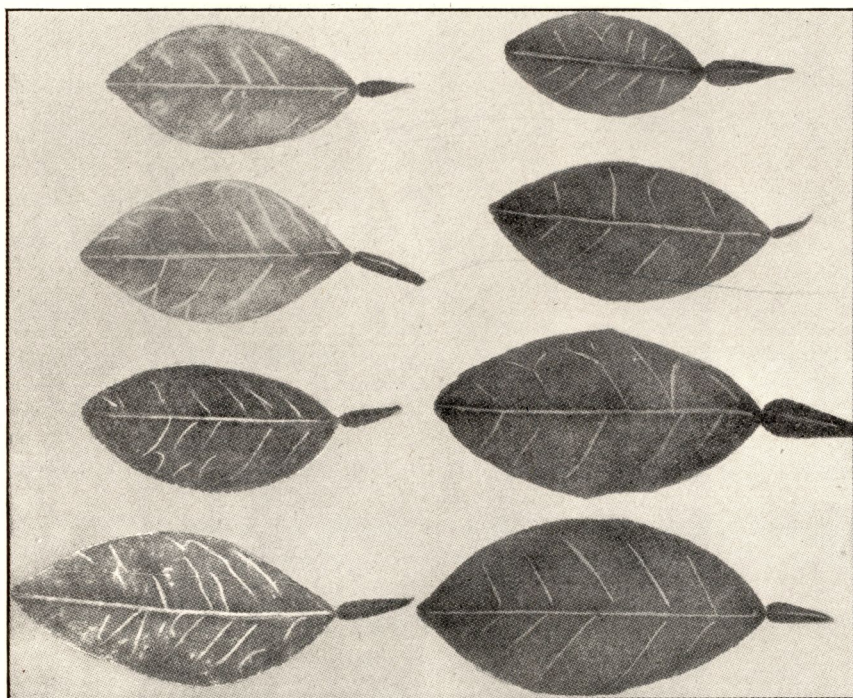


Fig. 6.

A gauche : éclaircissement des veines sur les jeunes feuilles d'un Limettier du Mexique atteint de « Tristeza ».

A droite : feuilles sans symptômes, d'arbres sains.

Photo : J. M. WALLACE, *Phytopathology*, 41 : 786, 1951.

sont observés en Afrique du Sud sur Pamplemoussier greffé sur « Rough lemon » (1949-e). Sur cette plante, on constate en plus la formation de profondes dépressions longitudinales sur le tronc ; aspect auquel on a donné le nom de « Stem pitting » (fig. 8).

Vecteurs.

Comme il a été signalé ci-dessus, la nature virosique de la maladie, hypothèse avancée dès 1937 par BITANCOURT et FAWCET, fut découverte au Brésil par MENEHINI (1946-d) qui parvint à la transmettre expérimentalement au moyen d'*Aphis citricidus* KIRK. (synonymes : *A.*



Fig. 7.

Cannelures dans le bois de semenceaux
de limettiers du Mexique,
atteints de « Tristeza ».

Photographie aimablement communiquée par J. M. WALLACE.
Phytopathology, 41 : 788, 1951.

tavaresi DEL GUERCIO, *A. citricola* VAN DER GOOT). L'année suivante, la nature virosique de la maladie fut confirmée par BENNETT et COSTA (1948-a) qui transmirent expérimentalement la maladie à la fois par le puceron et par greffe. *Aphis citricidus* KIRK. est un puceron tropical



Fig. 8.

Portion d'un tronc de Pamplemoussier montrant de profondes dépressions longitudinales, caractéristiques d'arbres gravement atteints. Cette forme de la maladie est connue en Afrique du Sud sous le nom de « Stem-pitting ».

(La bande noire horizontale est une bande de glu destinée à combattre les fourmis).

Photo : E. KING, aimablement communiquée par le D^r OBERHOLZER in OBERHOLZER, MATTHEWS et STIEMIE,

Un. S. Afr. Dept Agr., Sc. Bull. n° 297, 1949.

et sub-tropical, connu de Chine, du Japon, de l'Inde, de Java, de Sumatra, de Ceylan, des îles Hawaï, du Brésil et d'Afrique. Jusqu'à présent, il n'est pas encore connu des Etats-Unis. FERNANDEZ VALIELA (1948-1) incrimine *Paratoxoptera argentinensis* BLANCHD. comme vecteur en Argentine. En Californie, les mêmes études se poursuivent et, en 1946 déjà, FAWCETT et WALLACE (1946-h) transmettent le « Quick decline » au moyen de greffes, tandis que DICKSON, FLOCK et JOHNSTON (1951-e) démontrent que la maladie est transmise en Californie par *Aphis gossypii* GLOVER dont la plante-hôte habituelle est le melon. Ce puceron est cependant un vecteur moins efficace que *A. citricidus* KIRK. D'après les travaux de MENEGHINI, 1 individu sur 100 est vecteur, tandis que pour *A. gossypii* GL. cette proportion n'est que de 1 pour 1.600. D'après les travaux de HUGHES et LISTER, on sait que la maladie est transmise sur Limettier par *A. citricidus*. Il en est de même pour le « Stem pitting » du Pamplemoussier en Afrique du Sud.

Pour illustrer les difficultés qu'on eut à résoudre parfois dans l'étude de cette maladie, il convient de mettre en lumière l'importance des moyens mis en œuvre en Californie pour découvrir le vecteur.

Avant de procéder aux essais proprement dits de transmission, toute la faune hémiptérologique de la région infestée fut étudiée afin de dresser une liste des insectes susceptibles d'être vecteurs. Cette liste dressée, on choisit les insectes vecteurs probables dont on fit l'élevage. On passa ensuite aux essais de transmission. Au cours de ces essais, dont le nombre s'éleva à près de 2.200, 400.000 insectes dont 360.000 pucerons furent utilisés. D'autre part, il fallait préserver les plants expérimentaux de toute contamination naturelle, aussi les essais se poursuivirent-ils dans de grandes cages couvrant plusieurs ares. Ajoutons encore que les symptômes, même en se plaçant dans les meilleures conditions, c'est-à-dire en utilisant des jeunes plants, sont lents à se manifester ; il faut attendre de 3 à 12 mois. Depuis les études de WALLACE (1951-j), on a découvert dans le Limettier, spécialement celui de la variété *Key*, une plante test où les symptômes se prononcent beaucoup plus rapidement, c'est-à-dire après 1 à 2 mois.

On n'est pas encore fixé sur la durée de rétention du virus par *A. citricidus* KIRK (1949-f). Certains caractères suggéreraient un virus non persistant, tandis que d'autres seraient l'indice du contraire. On sait cependant qu'il se décontamine par une alimentation d'une durée de 24 heures à 5 jours sur un arbre sain. Des plants de Tangelo de la variété « Sunshine » inoculés par des insectes sont suffisamment contaminés 60 jours après l'inoculation pour que le virus puisse à

nouveau être prélevé par l'insecte indemne. Une expérience identique sur Bigaradier ne permet pas le prélèvement du virus après le même laps de temps. Ce fait indiquerait que le virus ne se multiplie que peu ou pas sur cette espèce. En ce cas, il serait un matériel précieux en expérimentation pour décontaminer les pucerons. Le Bigaradier est toutefois facilement inoculable par greffe.

Translocation du virus.

Par l'annelage de branches et rameaux inoculés expérimentalement, COSTA, GRANT et MOREIRA (1949-a) ont démontré que le virus reste confiné au-dessus de l'annellation, ce qui démontre que le virus est véhiculé après inoculation par le phloème. Les arbres deviennent virulifères progressivement. Un arbre anciennement contaminé est complètement virulifère ; mais la branche inoculée est seule virulifère dans les arbres récemment contaminés.

Les altérations du bois que nous avons pu étudier (voir article suivant de R. STEYAERT et VAN LAERE) laissent supposer que le virus peut être véhiculé en retour vers la cime par le xylème. Ainsi s'opérerait la contamination généralisée de l'arbre.

Formes du virus.

Tant HUGHES et LISTER (1949-h), que GRANT et COSTA (1951-b) et que OBERHOLZER et ses collaborateurs (1949-e) ont recueilli des preuves ou des indices de l'existence d'une forme atténuée du virus avec lequel ils travaillèrent. Les plants qui en sont infectés surmontent généralement la maladie et se comportent même très bien. L'étude de cette forme atténuée sera reprise au chapitre des moyens de lutte.

Symptômes rattachés à la « Tristeza ».

On tenait pour distinctes, jusqu'il y a peu de temps, deux maladies dont les symptômes se manifestent principalement par des altérations du bois : ce sont le « Stem pitting » du Pamplemoussier en Afrique du Sud, et le dépérissement du Limettier à la Côte de l'Or. OBERHOLZER et MC LEAN étudièrent séparément le « Stem pitting » du Pamplemoussier.

On observe d'abord une chlorose des feuilles (Fig. 2) suivie de « die-back » des branches. Après un temps variable, d'une ou de quelques années, les troncs accusent des dépressions longitudinales

s'accroissant tellement que le tronc en est finalement tout à fait déformé ; bosselé et corugué, il perd complètement sa forme cylindrique (Fig. 8). Le bois écorcé présente, que ce soit sur le tronc, les branches ou les rameaux, de petites rainures longitudinales et des dépressions plus ou moins profondes suivant le degré d'atteinte. On a observé des cas de Pamplemoussiers greffés sur des Orangers, où le bois du tronc du Pamplemoussier était complètement et profondément rainuré juste au-dessus de la soudure, alors que le bois de l'Oranger était, en apparence parfaitement sain et nullement déformé. Depuis quelques années déjà, on sait que le « Stem pitting » est transmissible de greffe. Récemment, on a pu s'assurer que l'affection est transmissible par *A. citricidus* KIRK. HUGHES et LISTER, précédant les auteurs susmentionnée arrivèrent à la même conclusion en ce qui concerne l'affection des Limettiers de la Côte de l'Or.

En Californie, WALLACE et DRAKE (1951-f) établirent que le virus du « Quick decline » inoculé aux limettiers provoque l'apparition des mêmes symptômes que ceux observés à la Côte de l'Or (Fig. 7). Les variétés les plus susceptibles sont la *Key*, la *Beledy* et la *Kirk*. Depuis cette découverte, l'attention a été attirée en Amérique sur ces symptômes ; ils sont communs sur l'Oranger de Floride et chez d'autres espèces atteintes de « Tristeza » mais avec des intensités très variables. A Nelspruit, au Transvaal, la variété « Pineapple » de l'Oranger accuse de profondes dépressions dans le bois, qui sont, de plus, colorées d'orange. A la même station, des symptômes bien nets de « Stem pitting » s'observent sur les variétés suivantes : Bailedge hâtive, Malta egg, Pera et Navel hâtive. La Valencia et autres variétés ne manifestent que de petites lésions peu visibles.

On considère (1951-s) que les symptômes de « greening » observés sur les fruits de la variété Pera de l'Oranger et sur ceux de la Naartjes (Tangerine à fruit rouge orangé), ces derniers greffés sur « Rough lemon », sont des symptômes accessoires de la virose. Les fruits se colorent anormalement à maturité ; tandis qu'une face prend l'aspect normal, l'autre reste verte et une pression du doigt y laisse une empreinte cireuse. La couronne est aussi atteinte de « Die-back », ce qui oblige à de nombreuses tailles qui doivent être exécutées avec beaucoup de soin, sans quoi, vers la douzième année, les arbres cessent de produire. Les espèces du groupe des « Mandarines » (fruits jaune pâle : Oneco, Emperor, Willow-leaf) paraissent plus résistantes.

REICHERT et PERLBERGER (1934-a), en Palestine, et MOREIRA (1938-a), au Brésil, ont décrit une affection du Limettier doux —

utilisé comme porte-greffe pour diverses variétés d'Oranger et pour d'autres espèces — affection à laquelle ils ont donné le nom de Xyloporose (Fig. 9). Les arbres présentent un déclin analogue à celui observé pour la « Tristeza ». L'écorçage du tronc révèle des rainures profondes, semblables à celles du « Stem pitting » sur le haut du porte-greffe, en dessous de la soudure. En Palestine, la maladie a été observée sur Limettier greffé d'Oranger Shamouti, de Citronnier, de

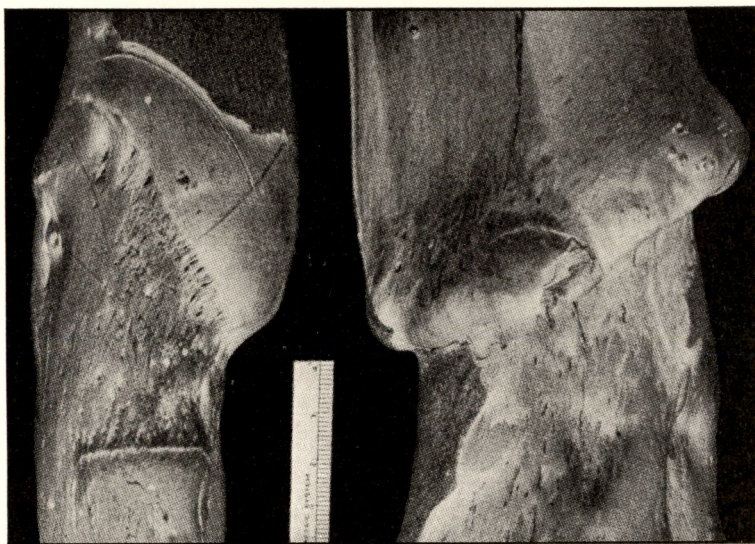


Fig. 9.

Xyloporose. Troncs d'arbres greffés dans la zone de la soudure de greffe montrant le sommet des porte-greffe profondément cannelés. A gauche : Citronnier sur limettier doux de Palestine. A droite : Citronnier Eureka sur Bigaradier, cultivé en Californie.

Photo : BATCHELOR et ROUNDS in BATCHELOR et WEBBER, *Citrus Industry*, Vol. II, 1948. Reproduction aimablement autorisée par *University of California Press*.

Pamplemoussier et de Mandarinier. Au Brésil, les mêmes symptômes apparaissent sur Lima da Persia (Limettier doux) greffé d'Oranger de la variété Barão. Par contre, ils n'apparaissent pas sur porte-greffe portant l'Oranger de la Variété Pêra. Des arbres de Barão surgreffés de Pêra ou de Lima da Persia ont montré des signes de rétablissement. Il en est de même pour des arbres greffés par approche avec des plants de Bigaradier. WEBBER (1948-b) signale un cas probable en Californie d'un Citronnier de la variété Eureka greffé sur Bigaradier

(Fig. 9). Pour MC CLEAN (1950-e), la Xyloporose pourrait être une manifestation du « Stem-pitting », mais pour MOREIRA (1951-m), il s'agit d'une maladie distincte de la « Tristeza ». Le rétablissement des plants surgreffés signalés ci-dessus paraît appuyer l'opinion de ce dernier et surtout si ce rétablissement s'obtient par le Bigaradier, espèce très susceptible à la « Tristeza », comme on le verra plus loin.

Réaction des variétés, espèces, et hybrides, à la « Tristeza ».

a) Sur semenceaux.

D'une façon générale, le virus n'est pas léthal pour des plants francs de pied. Nous avons vu cependant le cas du Limettier et du Pamplémoussier qui sont mortellement atteints par la maladie. Nous avons vu aussi que certaines variétés d'Oranger et de Mandarinier peuvent subir une perte de vigueur. Ajoutons aux exemples déjà cités qu'au Brésil la variété Barão paraît plus sensible que la Valencia. Les Pamplémoussiens appartenant à l'espèce *C. paradisi* sont plus sensibles à la « Tristeza » que les Pummelos ou Shaddocks.

A l'autre extrémité de la gamme des susceptibilités et des résistances, on trouve *Poncirus trifoliata* et certains de ses hybrides, notamment les Citrumelos et les Citranges résistants. *P. trifoliata* paraît être immun, en ce sens que le virus ne lui est pas inoculable. On n'est pas encore parvenu à récupérer le virus de plants de *P. trifoliata*, même de ceux inoculés à plusieurs reprises. Mais cette « immunité » ne le met pas à l'abri, croit-on, d'atteintes de la « Tristeza » lorsqu'il est employé comme porte-greffe.

Les Citranges ont un comportement rappelant soit le parent *P. trifoliata* soit le parent oranger, et on ne peut établir aucune corrélation entre la résistance et la forme des feuilles qui rappellent l'un ou l'autre parent. Par contre, chez les Citrumelos, le parent *P. trifoliata* domine. Les Tangelos se comportent irrégulièrement ; le comportement rappelle, soit celui de la Tangerine soit celui du Pamplémoussier.

b) Sur plants greffés.

Pour la facilité de l'exposé, nous envisagerons d'abord le cas devenu classique de l'Oranger sur Bigaradier et toutes les combinaisons de ces deux espèces.

Les effets de la « Tristeza » sont schématisés à la figure 10 :

a) La combinaison Oranger sur Bigaradier succombe, tandis que b) la combinaison inverse est florissante ; c) dans la greffe double d'Oranger et de Bigaradier (Fig. 11) sur Bigaradier, la partie du porte-greffe portant l'Oranger et l'Oranger lui-même succombent ou sont très fortement retardés dans leur croissance. Dans la combinaison

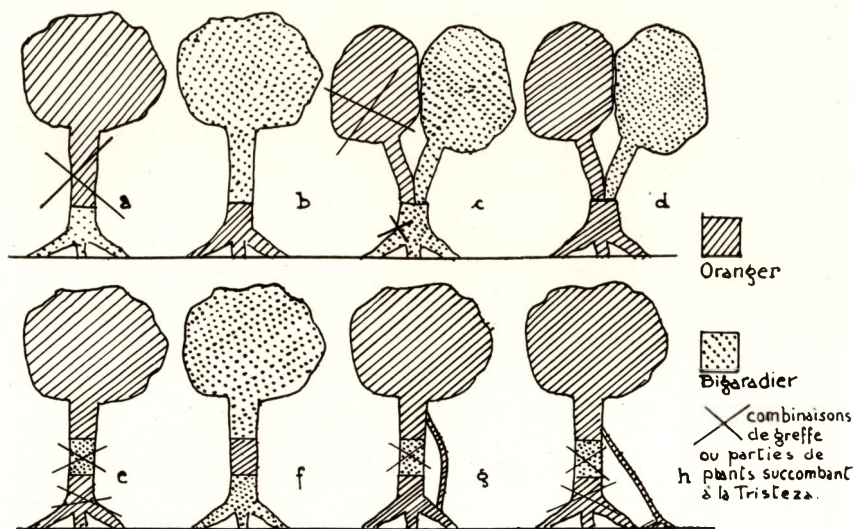


Fig. 10.

**Diverses combinaisons de greffes possibles
entre Oranger et Bigaradier.**

a : Oranger sur Bigaradier, non viable lorsque contaminée de « Tristeza ». —
b : Bigaradier sur Oranger, viable. — c : Oranger et Bigaradier sur Bigaradier.
Le greffon d'Oranger reste malingre ou meurt. La partie du porte-greffe supportant
le greffon d'Oranger subit des nécroses dans l'écorce. — d : Oranger et Bigaradier
sur Oranger, sans symptômes. — e : Intergreffe de Bigaradier entre greffon et porte-
greffe d'Oranger. L'intergreffe meurt ou son développement est considérablement
réduit. — f : Intergreffe d'Oranger entre greffon et porte-greffe de Bigaradier ;
développement normal. — g : Intergreffe comme en e mais greffe en arc-boutant
d'un gourmand de racine ; l'intergreffe subit les mêmes effets qu'en e mais le porte-
greffe n'est pas affecté. — h : Intergreffe comme en e avec greffe par approche
de plantules d'Oranger ; l'intergreffe et le porte-greffe meurent.

inverse d), c'est-à-dire sur porte-greffe Oranger, le plant n'est pas atteint par la « Tristeza ». Dans une greffe sandwich d'Oranger sur Bigaradier sur Oranger, la partie Bigaradier du tronc meurt ou est fortement retardée dans sa croissance (Fig. 12). La combinaison inverse f) un sandwich d'Oranger entre Bigaradier donne un plant



Fig. 11.

**Double greffe d'Oranger et de Bigaradier,
sur porte-greffe de Bigaradier.**

Le greffon d'Oranger, à gauche, est souffreteux et chlorotique.
Le greffon de Bigaradier, à droite, est vigoureux et de coloration normale.

Photo : B. MAZZA, aimablement communiquée par A. A. BITANCOURT,
Arqu. Inst. Biol. 20 : pl. 17 C, 1951.

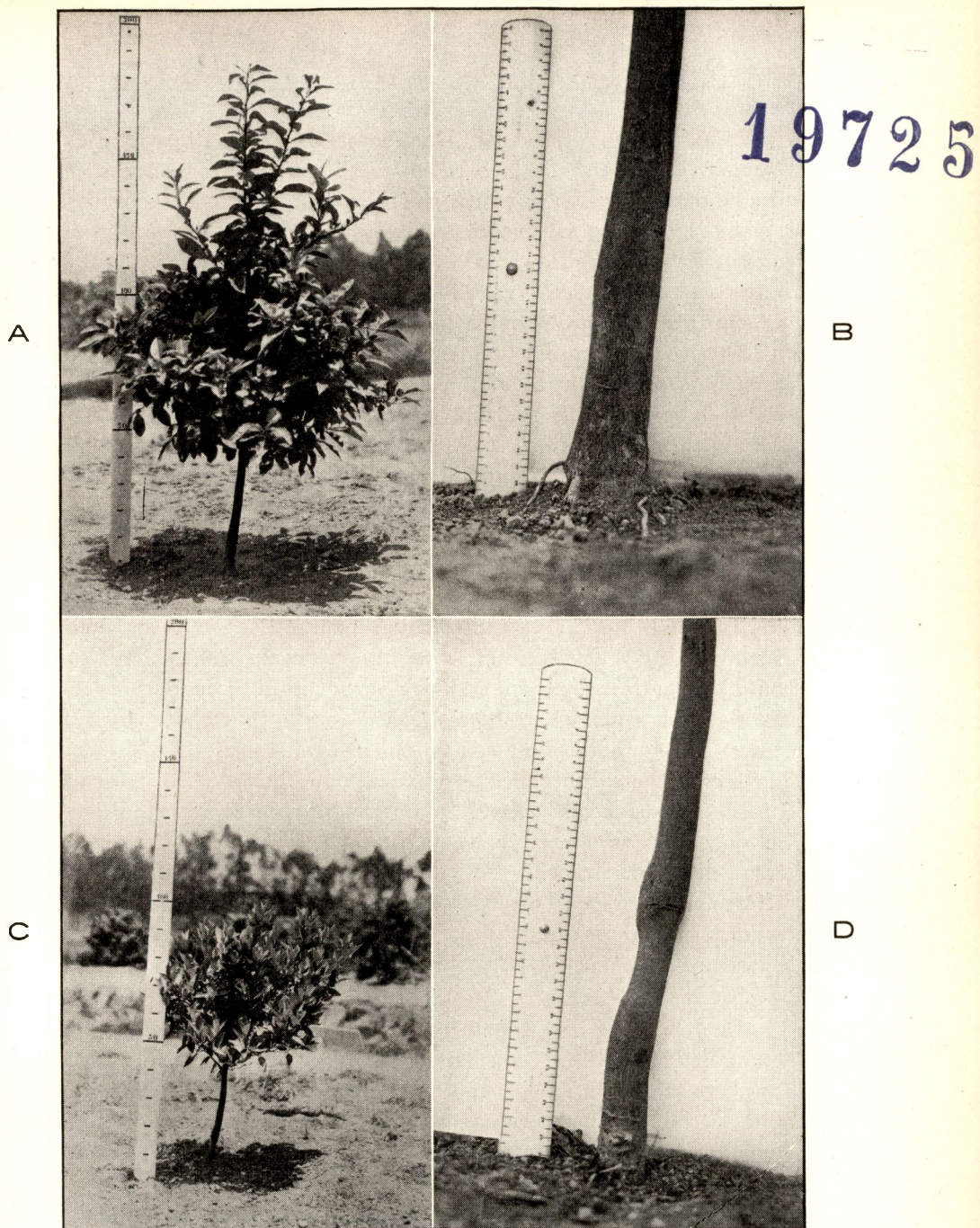


Fig. 12.

Intergreffes.

A - B: Oranger entre porte-greffe et greffon de Bigaradier. — A: Plant vigoureux ne souffrant pas de la « Tristeza ». — B: Tronc du même plant; l'intergreffe se situe entre 5 et 10 cm de hauteur du sol. — C - D: Bigaradier entre porte-greffe et greffon d'Oranger. — C: La croissance du plant est fortement retardée. — D: L'étranglement du tronc produit par le retard dans le développement de l'intergreffe est nettement visible.

Photos: A. A. BITANCOURT et RODRIGUEZ,
 aimablement communiquées par A. A. BITANCOURT,
Arq. Inst. Biol. 20: pl. 16, C-D, pl. 17, A-B, 1951.

vigoureux (Fig. 12, A et B). Dans le sandwich de Bigaradier entre Oranger, le phloème de la partie Bigaradier subit des nécroses, mais elles ne sont pas assez marquées pour couper toute circulation de sève ; le plant a, néanmoins, une croissance très lente et comme on peut le voir sur les photos (Fig. 12, C et D), il a un tronc étranglé au niveau de la partie Bigaradier. La greffe en arc-boutant g) d'un gourmand de la racine permettrait de rétablir la vigueur à un sandwich du type e). Il en serait de même en greffant par approche h) un jeune plant d'Oranger sur la combinaison a). On peut imaginer encore d'autres combinaisons mais les résultats sont prévisibles. On peut en conclure que si le Bigaradier entre dans une combinaison où il est privé de son feuillage, à l'encontre de ce qui se produit pour l'Oranger, l'élément Bigaradier meurt ou est fortement endommagé. Il est à remarquer que les deux espèces franches de pied ne succombent pas à la maladie. Ce point important, qu'il faut mettre en lumière, a conduit BENNETT et COSTA (1949-g) à formuler une hypothèse de laquelle les faits observés ultérieurement apportent confirmation pour l'essentiel. Ces auteurs conçoivent que l'Oranger est favorable au développement du virus à haute concentration mais en contre-partie il est doté d'un système vasculaire capable de résister à cette concentration de virus. Par contre, le Bigaradier n'est pas un milieu favorisant le développement du virus à haute concentration et il est doté d'un système vasculaire capable seulement de résister à une faible concentration de virus. Ce qui explique l'insensibilité des plants de chacune des espèces lorsqu'elles sont franches de pied. Le problème se pose tout à fait différemment lorsque l'Oranger est greffé sur Bigaradier. La concentration élevée de virus qui se développe dans la cime est nocive pour le système vasculaire à faible résistance du Bigaradier.

En formulant leur hypothèse, les deux auteurs ont apporté dans l'étude des viroses une contribution de grande valeur. Ils ont introduit dans cette étude la notion importante que la résistance ou la susceptibilité ou la tolérance ou l'immunité de la plante, comme on voudra l'appeler, est liée à deux facteurs : primo, un potentiel de développement du virus dans la partie feuillée du plant et secundo, un potentiel de résistance des tissus vasculaires à des concentrations variables du virus.

En général, toutes les espèces franches de pied résistent à la concentration de virus que la cime est capable de développer. Nous avons vu cependant que le Limettier et le Pamplemoussier constituent des exceptions. Dans ces espèces, la concentration de virus dépasse la capacité de résistance des vaisseaux.

L'hypothèse de BENNETT et COSTA éclaircit des phénomènes mystérieux constatés chez d'autres plantes, même de nature très différente, telles que la Pomme de terre et le Cerisier. RALEIGH (1936-b) expérimentant avec le virus X (latent mosaic) de la Pomme de terre greffa par approche des plants de la variété « Green Mountain » sur des seedlings 41956 (sélection du Dept Agr. des U. S. A.). RALEIGH fit la curieuse constatation que sur les plants inoculés de virus X, le porte-greffe de seedling 41956 mourait et il se formait des tubercules aériens (Fig. 13). Les plants non inoculés se comportèrent normalement et produisirent des tubercules-filles souterrains.

Un phénomène similaire est observé aux Etats-Unis, plus spécialement en Californie, sur les Cerisiers greffés contaminés de « Buckskin virus » (1934-e, 1951-c). Le cerisier (*Prunus avium* L.) greffé sur « Mazzard » (*P. avium* L.) inoculé du virus, tout en manifestant quelques chloroses, est parfaitement viable et produit à peu près normalement pendant de longues années. Il n'en est pas de même lorsque *P. avium* L. est greffé sur *P. mahaleb* L. ou sur Pêcher (*P. persica* L.). Sur *P. mahaleb* L., l'inoculation du virus produit une réaction similaire à celle observée dans la « Tristeza » ; l'arbre meurt comme s'il était annelé. Les expériences ont démontré l'existence de trois races biologiques qui s'identifient par les réactions qu'elles produisent sur des porte-greffe de diverses espèces.

Il ressort de cet exposé que les études sur la « Tristeza » ont une importance non seulement pratique, en les envisageant sous le point de vue de la citriculture, mais également théorique pour l'étude des viroses en général. Il est probable qu'une généralisation de la technique de greffage permettra de mieux comprendre les phénomènes liés aux viroses d'autres plantes.

TERRA (1951-h), reprenant les idées de BENNETT et COSTA, étend ces notions de capacité de production du virus et de tolérance du système vasculaire. Pour chacun de ces caractères, il établit une échelle arbitraire qui lui permet d'interpréter les nombreuses expériences de greffes que ses prédécesseurs et lui-même ont poursuivies à Java. Il établit une échelle V_1 à V_6 exprimant la masse de virus qu'un plant est capable de produire et une échelle R_1 à R_6 exprimant le degré de résistance du système vasculaire de ce plant. La combinaison des deux indices formule les caractéristiques de la plante à l'égard du virus ; ex. : V_1R_2 , V_3R_6 . Des plants francs de pied dotés de tels indices sont viables ; il en est de même pour une combinaison de greffe où le premier est greffé sur le second. Par contre, la combinaison n'est pas viable si le second est greffé sur le premier, parce



Fig. 13.

Trois plants de Pomme de terre
sur porte-greffe sains de « U. S. D. A. seedling n° 41956 ».

A : Greffon de la var. « Green Mountain » infecté de virus X. — B : Greffon sain de la var. « Green Mountain ». — C : Greffon provenant d'un semenceau de la var. « Green Mountain » infecté de virus X. A remarquer la formation de tubercules aériens, le retard dans la croissance, l'enroulement des feuilles et le faible développement des organes souterrains en A et C.

Reproduction aimablement autorisée par W. P. RALEIGH,
Phytopathology, 26 : 798, 1951.

que la capacité de production V_6 de virus du second dépasse la capacité de résistance R_2 du premier. Cet exemple permet de saisir la méthode adoptée par TERRA pour déterminer le facteur numérique affectant l'indice. Il est nécessaire évidemment d'expérimenter un très grand nombre de combinaisons de greffes pour arriver à cette détermination. Le tableau que TERRA a dressé à la suite des expériences de greffage menées à Java est reproduit ci-contre. A part quelques anomalies, les indices formulés donnent une idée assez exacte des caractéristiques de chacune des espèces et variétés à l'égard de la « Tristeza ».

Il faut tenir compte de facteurs étrangers ou de fluctuations dont l'incidence complique le problème. Il faut aussi tenir compte de strains atténués, dont nous avons déjà parlé, et de l'influence de la température. La combinaison Pamplemoussier (V_6R_6) sur « Japanse citroen » (V_2R_5) qui souffre de la « Tristeza » dans les plaines chaudes (température moyenne : 26° C) de l'Indonésie se développe suffisamment bien pour donner une récolte dans les montagnes, à 1.100 m d'altitude (température moyenne : 18° C). Cette influence du climat est connue pour d'autres viroses. Un exemple, mais en sens inverse, est donné par le « Brown streak » du manioc dont le virus est foudroyant lorsque la plante est cultivée à très haute altitude. Sa virulence croît, en ce cas, avec l'altitude. Sans doute, dans les expériences de Java, faut-il aussi tenir compte de l'incidence du facteur individuel ; il est probable que la présence de plantules issues d'embryons gamétiques fait fluctuer ce facteur. TERRA a encore observé d'autres anomalies notamment l'apparition de taches circulaires chlorotiques de 0,5 à 1 cm de diamètre sur les feuilles adultes et sur les jeunes feuilles de certaines combinaisons de greffes où le Villafranca est employé comme greffon ou le Bigaradier de Peradenya comme porte-greffe. Ces mêmes taches s'observent sur le dernier lorsqu'il est franc de pied.

TERRA tire de ces essais la conclusion importante que les espèces donnant les résultats les moins bons comme greffons sont, d'une façon générale, les meilleurs comme porte-greffe. En effet, ce sont les plants qui tout en ayant un potentiel élevé de production de virus ont également un système vasculaire très résistant. TERRA estime que pour les conditions indonésiennes certains Pamplemoussiers américains sont particulièrement intéressants comme porte-greffe.

On enregistre encore des réactions curieuses. Le Limettier qui, franc de pied, succombe à la « Tristeza » voit ses performances notablement améliorées lorsqu'il est greffé sur « Rough lemon » (1949-h). Ce dernier est utilisé à grande échelle comme porte-greffe

par les services agricoles de la Côte de l'Or dans leurs tentatives de sauvetage de la culture du Limettier. A première vue, ceci paraît étrange mais en raisonnant avec les prémisses ci-dessus nous sommes porté à croire que plus haut on greffera, mieux le plant résistera. En opérant ainsi on ne fait qu'éliminer le plus possible de bois susceptible de Limettier. L'idéal en ce cas serait de greffer sur branche. La même technique vaudrait sans doute dans le cas du « Stem pitting » du Pamplemoussier. Elle ne mettrait pas cependant les branches de Limettier ou de Pamplemoussier à l'abri des détériorations dues au virus mais on peut espérer que l'arbre serait plus longévif.

Poncirus trifoliata est un autre exemple d'un comportement extrême mais cette fois à l'autre bout de la gamme des susceptibilités et résistance. On sait déjà que cette plante est réfractaire à toute inoculation. Cependant, on a remarqué que dans certains cas, greffé de Washington Navel par exemple, l'écorce du *P. trifoliata* s'écaillait ; ce phénomène fut observé en Afrique du Sud (1950-g) et en Australie (1949-j). Tout porte à croire qu'il s'agit d'une virose et l'on soupçonne la « Tristeza » dans une de ses manifestations secondaires. Par contre, la variété Valencia de l'Oranger sur ce même porte-greffe, tout en ne se développant pas aussi rapidement que sur « Rough lemon » ou sur Oranger, forme une cime d'un beau développement. En Californie, HALMA, SMOYER et SCHWALM (1945-e) signalent qu'ils n'ont jamais observé de comportement anormal de cette plante. Il est possible que ces observations contradictoires résultent de la variation des facteurs génétiques chez *P. trifoliata*.

COSTA, GRANT et MOREIRA (1949-a, 1950-d, 1951-m) ont étudié le comportement de nombreuses espèces, variétés et hybrides vis-à-vis de la « Tristeza », principalement avec le Bigaradier comme porte-greffe. Les Orangers manifestent la plus grande susceptibilité ; la variété Barão plus que la Valencia. Le Mandarinier est plus réfractaire à l'infection, mais il manifeste des symptômes aigus lorsque contaminé. Les Tangelos tolérants se comportent plus ou moins comme l'Oranger. Les Tangelos non tolérants, les Citranges susceptibles et le Pamplemoussier sont médiocrement susceptibles à l'infection et ne manifestent pas de symptômes aigus. Parmi les Pamplemoussiers, la variété Leonardy est relativement plus susceptible que la Duncan. Pummelos, Shaddocks et Bigaradiers sont relativement résistants à l'infection et ne manifestent que des symptômes peu aigus. Les variétés expérimentées de Pamplemoussier : Leonardy, Foster, Duncan, Marsh, Red Mexican, Royal, Thompson, Ruby Red et Red Blush accusent les symptômes de la « Tristeza » et du « Stem pitting ». Les greffons de Foster sont plus atteints que ceux de Marsh.

Divers auteurs ont signalé le bon comportement du Citronnier sur Bigaradier.

Le Lima da Persia (Limettier doux) paraît plus tolérant comme porte-greffe que la plupart des autres Limettiers. Le Limettier de Rangpur qui paraît être un hybride avec Mandarinier, et se comporte plutôt comme ce parent, est aussi un porte-greffe acceptable.

Dans cette abondance de renseignements, il est assez difficile de choisir les porte-greffe les meilleurs pour des greffons donnés.

Pour l'Australie, MC ALPIN et ses collaborateurs (1948-e) recommandent les combinaisons du premier tableau ci-dessous ; dans le second, sont indiquées les combinaisons susceptibles ou suspectes, à éviter.

COMBINAISONS NON SUSCEPTIBLES

Greffon	Oranger	Pampleoussier	Citronnier
Porte-greffe	Rough lemon Oranger Poncirus Mandarinier	Rough lemon Oranger Poncirus Mandarinier	Rough lemon Oranger Poncirus Mandarinier

COMBINAISONS SUSCEPTIBLES OU SUSPECTES

Greffon	Oranger	Pampleoussier	Mandarinier
Porte-greffe	Bigaradier Pampleoussier Kumquat Citronnier	Bigaradier Citronnier Eureka	Bigaradier

CASTELLANI (1951-k) après une mission d'information au Brésil groupe les Agrumes suivant leurs réactions à la « Tristeza » et présente le groupement sous forme de clé dichotomique :

A. Multiplication du virus dans les tissus de la plante, nulle ou très faible :

- a) Phloème résistant à une concentration élevée du virus (*Poncirus trifoliata* et quelques-uns de ses hybrides). Groupe I.

Se greffent sur un quelconque porte-greffe. Se prêtent comme porte-greffe des Agrumes des groupes I, II et III, moins pour celles du groupe V, ne se prêtent pas à celles du groupe IV.

- b) Phloème très sensible, même à des concentrations moyennes du virus (Bigaradier, Kumquat (*Fortunella* sp.) et, probablement, ses hybrides, quelques variétés de *Citrus grandis*, *Severinia buxifolia*). Groupe II.

Ne manifestent pas de symptômes de « Tristeza » sur franc de pied. Ne se prêtent pas comme porte-greffe pour les Agrumes du groupe III.

B. Multiplication du virus dans les tissus de la plante, jusqu'à concentration élevée :

- a) Phloème tolérant [Oranger, Mandarinier, quelques Tangelos, Citranges et Citrumelos, quelques Citronniers (Rough lemon)]. Groupe III.

Se prêtent comme porte-greffe à divers représentants du groupe. A ne pas greffer sur Agrume du groupe II.

- b) Phloème sensible [Quelques Limettiers (Kirk, Beledy), quelques Pamplemoussiers (Leonardy, Mexican, Duncan), quelques Citronniers]. Groupe IV.

Peuvent être atteints de « Tristeza » sur franc de pied. Ne se prêtent pas comme porte-greffe.

C. Multiplication du virus dans les tissus de la plante, jusqu'à concentration médiocre :

- a) Phloème moyennement résistant (Quelques *C. grandis* et Limettiers). Groupe V.

Les manifestations de la « Tristeza » sont atténuées lorsque les représentants de ce groupe sont greffés sur ceux du groupe II. A déconseiller comme porte-greffe pour les Agrumes du groupe III.

(Ce groupe se distingue parfois difficilement du précédent).

MOYENS DE LUTTE

Les moyens de lutte peuvent être groupés en deux catégories :

- 1°) Ceux d'application générale ; 2°) Ceux d'application à des cas particuliers.

Moyens de lutte généraux.

a) *Emploi de plantules issues d'embryons nucellaires.*

Dans une spéculation où le greffage est une des pratiques fondamentales de la culture, on ne doit pas s'étonner de ce que le virus y trouve un moyen de propagation des plus actif ; d'autant plus actif que le greffon contaminé amène un inoculum massif assurant une contamination certaine.

L'insecte est, certes, responsable de la propagation lente du parasite, de la colonisation de nouveaux territoires par le virus, mais en ce qui concerne la multiplication du virus dans un territoire, le greffage joue un rôle primordial. Il est un principe en épidémiologie que l'importance d'une maladie est fonction de la masse du parasite. Or, le greffage contribue à la constitution rapide d'une grande masse de virus. La contamination des insectes vecteurs est d'autant plus aisée et la proportion d'individus contaminés est d'autant plus élevée que la masse de la population du parasite est grande. La conjonction du greffage et des insectes vecteurs fait que la « Tristeza » prend rapidement une allure catastrophique. Si l'on pouvait éliminer le greffage, tout au moins sous la forme pratiquée actuellement, on réduirait notablement l'allure de la multiplication du virus et, par conséquent, l'allure de la maladie. Il est certain que nous ne mettons pas en cause le greffage lui-même, mais le fait de prélever des greffons sur des arbres dont la probabilité de contamination est grande. Cette probabilité est surtout élevée dans le cas de la « Tristeza » pour les Orangers qui assurent une grande multiplication au virus en ne manifestant que des symptômes peu visibles.

L'emploi de plantules issues d'embryons nucellaires permettrait à *priori* de remédier aux inconvénients du greffage.

Il est un fait d'observation que très peu de viroses sont transmissibles par les graines et, lorsqu'elles le sont, un très faible pourcentage des graines sont porteuses de virus. Par leur situation dans la graine, les tissus nucellaires sont protégés de la contamination ; les embryons nucellaires le sont donc aussi.

En utilisant les plantules issues de ces embryons comme greffons, on éliminerait l'infection apportée par le greffage opéré suivant la technique habituelle. Divers auteurs signalent que les semenceaux qu'ils ont manipulés n'ont jamais manifesté une contamination. La « Tristeza » serait donc une virose non transmissible par les graines. Plusieurs auteurs aussi soulignent, en se basant sur ce fait, le grand

avantage que réserverait l'emploi de plantules issues d'embryons nucellaires qui réunissent les avantages des graines et de la multiplication végétative.

L'abandon pur et simple du greffage offrirait trop d'inconvénients pour qu'on puisse l'envisager.

b) *Prémunition par la ou les races atténuées du virus.*

L'action protectrice d'une race atténuée d'un virus contre les atteintes d'une race virulente du même virus est un phénomène bien connu tant en virologie animale qu'en virologie végétale. Mais si l'usage de ces races atténuées est courant en médecine — la vaccination jénérienne en est un exemple déjà séculaire — leur emploi en phytopathologie rencontre des difficultés d'application pratique, surtout lorsqu'il s'agit de plantes annuelles. Toutefois, dans le cas de plantes arbustives, de grande valeur économique, leur emploi peut être envisagé.

On s'accorde pour admettre que les races d'un virus apparaissent par un phénomène analogue à la mutation mais on n'est pas encore éclairé quant au mécanisme qui préside à cette transformation. Les races d'un virus sont généralement mélangées. Diverses techniques, comme le passage par des plantes ou des vecteurs réceptifs à l'une mais non à l'autre ou aux autres, permet de les isoler. On a recours parfois aussi à des techniques plus ou moins inspirées de la bactériologie c'est-à-dire par l'isolement obtenu par une grande dilution. Il est clair que ces techniques sont du ressort de spécialistes et de laboratoires spécialisés et non à la portée du praticien.

L'existence d'au moins deux races biologiques ou « strains » a été démontrée par HUGHES et LISTER (1949-h) sur Limettier à la Côte de l'Or et par GRANT et COSTA (1951-b) sur Orangers greffés sur Bigaradier au Brésil. Bien qu'actives toutes les deux, l'une est beaucoup plus virulente que l'autre. Au Brésil, l'action de l'une a prémuni les plants inoculés de l'action virulente de l'autre. De l'Afrique du Sud (1949-e, 1950-g), est signalé un autre cas ; on y a isolé une race atténuée du « stem-pitting » d'un arbre âgé de 25 ans. Les travaux ne sont pas encore assez avancés pour déterminer les modalités d'emploi de ces races ni comment on pourrait les séparer.

Une des modalités proposées pour prémunir les arbres serait de les écussonner en pépinière avec des bourgeons provenant d'arbres reconnus porteurs de la race atténuée.

PORTE-GREFFE	GREFFON																		
	<i>C. aurantium</i> Manis Kedisan V ₁ R ₁	<i>C. grandis</i> Shaddock V ₁ R ₁	<i>C. medica</i> Cedratier V ₁ R ₁	<i>C. limon</i> Citron américain V ₁ R ₁	<i>C. aurantium</i> Bigaradier V ₁ R ₂	<i>C. grandis</i> hybr. Pamplemoussier V ₁ R ₃	<i>C. limon</i> hybr. Citronnier V ₃ R ₃	<i>C. aurantifolia</i> Limettier V ₁ R ₄	<i>C. limon</i> hybr. « Jap. citroen » V ₂ R ₅	<i>C. reticulata</i> Mandarinier V ₅ R ₅	<i>C. aurantium</i> Bigaradier V ₄ R ₅	<i>C. aurantifolia</i> hybr. Limettier doux V ₅ R ₅	<i>C. sinensis</i> Oranger V ₆ R ₆	<i>C. limon</i> hybr. « Rough lemon » V ₂ R ₆	<i>C. paradisi</i> Pamplemoussier américain V ₆ R ₆	<i>C. (Poncirus)</i> trifoliata ?	<i>C. webberi</i> ?	<i>C. hystrix</i> ?	<i>C. ret.</i> × <i>Fort. Kasturi</i> (1) ?
<i>C. aurantium</i> Manis Kedisan	V ₁ R ₁	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. grandis</i> Shaddock	V ₁ R ₁	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. medica</i> Cedratier	V ₁ R ₁	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. limon</i> Citron américain	V ₁ R ₁	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. aurantium</i> Bigaradier	V ₁ R ₂	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. grandis</i> hybr. Pamplemoussier	V ₂ R ₃	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. limon</i> hybr. Citronnier	V ₃ R ₃	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. aurantifolia</i> Limettier	V ₁ R ₄	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. limon</i> hybr. « Jap. citroen »	V ₂ R ₅	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. reticulata</i> Mandarinier	V ₅ R ₅	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. aurantium</i> Bigaradier	V ₄ R ₅	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. aurantifolia</i> hybr. Lime douce	V ₅ R ₅	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. sinensis</i> Oranger	V ₆ R ₆	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. limon</i> hybr. « Rough lemon »	V ₂ R ₆	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. paradisi</i> Pamplemoussier américain	V ₆ R ₆	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>C. (Poncirus)</i> trifoliata	?																		
<i>C. webberi</i>	?																		
<i>C. hystrix</i>	?																		
<i>C. ret.</i> × <i>Fort. Kasturi</i> (1)	?																		
<i>Fortunella margarita</i>	?																		

(1) *Citrus microcarpa* BUNGA.

× = Combinaisons sans chloroses.
O = Combinaisons avec chloroses.
×! = Quelques plants chlorotiques.

O! = Quelques plants ne manifestant pas de chloroses.
(X) = Quelques variétés manifestant des incompatibilités.
Les essais d'après-guerre sont soulignés, les autres datent d'avant-guerre.

TABLEAU I
Tableau extrait de TERRA (1951-h) consignant les expressions de symptômes de nombreuses combinaisons de greffage contaminées de « Tristeza ».

c) *Par chimiothérapie antiviroïque.*

Les recherches s'orientent depuis quelques années vers la lutte chimique contre les viroses par les voies internes de la plante. Les conditions premières que doivent remplir les corps chimiques à expérimenter sont, comme on le comprendra, très sévères. Leur phytotoxicité doit être nulle ou presque et d'autre part, ils doivent être sélectifs pour les virus. COOPER (1947-a) a expérimenté le sulfate de 8-hydroxy-quinoline sur la mosaïque du manioc. Cinq injections d'une solution à 5 % à 10 jours d'intervalle firent disparaître les symptômes de cette maladie sur les plants traités. On n'est pas éclairé quant au mode d'action de ce produit sur le virus.

TAKAHASHI (1948-g) a fait ressortir l'action freinante sur le développement de la mosaïque du tabac dans les feuilles de *Nicotiana glutinosa* par le vert de malachite, un colorant diamino-triphénylméthane capable de se fixer sur des éléments des cellules vivantes. Sauf aux concentrations très faibles, c'est un corps phytotoxique. Aux concentrations non phytotoxiques de 2 à 4/1.000.000, le développement du virus subit une réduction notable ; la plus forte des deux concentrations le réduit à raison de 95 %. Ce colorant est électif, comme le fait remarquer DUFRENOY (1951-q), pour les mitochondries. Ces particules des cellules paraissent être le siège de la formation des enzymes respiratoires : les déshydrogénases, dont l'action intervient dans la respiration de la plante. Elles sont aussi riches en acide ribonucléique, acide qui est le principal constituant des virus. Or, comme le vert de malachite bloque les activités respiratoires et qu'il réduit aussi le développement du virus, on aurait un témoignage supplémentaire en faveur de la thèse qui lie les activités des mitochondries au développement des virus. Ici encore, on se trouve au stade expérimental. Il est nécessaire de connaître si les concentrations entravant le développement du virus n'inhibent pas les fonctions respiratoires dans une mesure dangereuse.

Ces deux références laissent entrevoir l'emploi de produits phytopharmaceutiques suivant des techniques encore insoupçonnées il y a quelques années.

d) *Par chimiothérapie insecticide.*

Théoriquement, la lutte chimique contre le puceron entre parfaitement dans le domaine des possibilités. On connaît pour combattre ces insectes plusieurs insecticides d'une grande efficacité. A l'étude détaillée des facteurs incidents, on s'aperçoit toutefois que les effets

des traitements insecticides sont considérablement réduits dans le cas de la « Tristeza ».

La lutte pour maintenir une population aphidienne à un niveau tel que les dégâts provoqués par ses piqûres soient économiquement négligeables est une proposition très différente de celle qui viserait à la destruction totale de cette population, afin de prévenir toute inoculation de virus. On doit aussi tenir compte de la polyphagie des pucerons, qui amène des réinfestations incessantes au départ de plantes adventices. Ce qui signifie qu'un programme de lutte chimique insecticide devrait également prendre ces plantes en considération. Les frais d'un tel programme seraient hors de proportion avec le rendement économique. Les spécialistes brésiliens et californiens ont d'ailleurs écarté les traitements insecticides de leurs préoccupations.

Peut-être un programme de traitements chimiques trouvera-t-il sa place dans une campagne d'éradication d'un foyer restreint de « Tristeza » ; campagne qui à priori n'est pas inconcevable.

La Floride a offert deux exemples de campagnes d'éradication, l'une contre *Pseudomonas citri*, une bactérie, l'autre contre la mouche des fruits *Ceratitis capitata*, qui furent des succès éclatants. Chacune des campagnes coûta la somme d'environ 7.000.000 de dollars. Au cours de celles-ci, le traitement chimique de toutes les plantes-hôtes fut entrepris systématiquement. Mais à part le cas spécial d'une campagne d'éradication, les traitements chimiques ne sont guère à envisager dans notre cas.

Moyens de lutte pour cas spéciaux.

Si le problème des combinaisons de greffe embrasse toute la citriculture, il n'en est pas moins vrai que chacune des spéculations citricoles aura à résoudre ce problème d'une façon différente. Hormis les réductions de production et l'abaissement de la qualité du fruit qu'amène la maladie, le problème du porte-greffe pour l'Oranger et le Mandarinier sera assez aisément résolu. Toutefois, du point de vue gommose, il est regrettable que le Bigaradier ait été mis hors concours. La recherche d'un porte-greffe alliant la résistance aux deux maladies est à poursuivre. Il y a heureusement une gamme presque inépuisable d'espèces et de variétés d'Agrumes, sans compter les hybrides naturels et artificiels qui restent à explorer.

Sans préjuger de découvertes possibles, il est probable que la solution de la « Tristeza » pour ce qui concerne le Limettier et le Pamplemoussier, ne réside pas dans le choix du porte-greffe. L'amélioration dans la situation du Limettier à la Côte de l'Or qu'apporte l'emploi du « Rough lemon » n'est peut-être que temporaire. Elle ne

fait que reculer l'échéance du déclin des arbres au prorata peut-être, comme nous l'avons indiqué ci-avant, de la hauteur du porte-greffe.

Les Orangers greffés sur Bigaradier peuvent être sauvés de la destruction totale par deux méthodes : soit, comme le signale SPERONI (1951-0), par l'affranchissement du greffon, soit par une greffe par approche, soit de « Rough lemon » ou d'un pied d'Oranger.

L'affranchissement est une opération bien simple qui consiste à provoquer la formation de racines en amoncelant la terre autour du pied de l'arbre jusqu'à ce qu'elle recouvre le pied du greffon. Comme cette zone est gorgée d'amidon dans les arbres malades, les racines se forment très rapidement. L'Oranger s'affranchit donc de son porte-greffe. Le greffage par approche n'offre aucune difficulté de réalisation. Le lecteur se documentera avec profit en lisant le paragraphe sur le greffage dans l'addenda ci-annexé.

BITTERS et PARKER (1951-g) ont sauvé des arbres en surgreffant de Citronniers des Orangers greffés sur Bigaradier atteints de « Quick decline ». Cette méthode de sauvetage des arbres n'a qu'une application très limitée car elle impliquerait une réorientation des vergers vers une spéculation où le marché serait rapidement saturé.

Enfin, pour être complet dans l'étude de ce problème sous toutes ses faces, citons la sélection et formulons l'espoir qu'elle puisse s'engager dans la voie de la recherche de variétés résistantes. Il est improbable qu'il existe naturellement des plants V_0R_6 , pour s'exprimer en indice TERRA, dans la nature ; ils ne pourront s'obtenir que par hybridation. Mais qui connaît l'amélioration des plantes comprendra combien est ardu le chemin qui mène à ce résultat, et combien plus ardu encore dans le cas d'une plante arbustive.

*

* *

En guise de conclusion, retenons qu'il est à prévoir que la « Tristeza » atteindra tôt ou tard toutes les régions citricoles du globe. Sans être une menace mortelle pour la plupart des spéculations citricoles, elle est néanmoins, de toutes les maladies des Agrumes, la plus aisément propageable, déjà la plus répandue, la plus dommageable et la plus déprimante pour les récoltes.

Rappelons-nous l'impression que laissa à TERRA la comparaison de l'état végétatif des Agrumes dans sa patrie avec celui des Agrumes indemnes en Californie. Il est à prévoir que, la virose étant thermophile, les régions tropicales auront le plus à souffrir de sa présence. Elle interviendra en facteur majeur pour l'orientation à donner aux

spéculations citricoles dans ces pays, et pour l'établissement de programmes de sélection et d'amélioration.

*

* *

Nous nous acquittons d'un bien agréable devoir en remerciant cordialement nos aimables correspondants, MM. A. A. BITANCOURT, J. M. WALLACE, W. P. RALEIGH, A. F. POSNETTE, P. C. J. OBERHOLZER, ainsi que la *California University Press* qui nous ont obligeamment communiqué des illustrations ou ont autorisé la reproduction de photographies illustrant leurs travaux. Nous tenons à souligner le service dont nous sommes leur obligé, car ces illustrations mieux que toute description, feront comprendre aux agronomes et techniciens agricoles le problème de la « Tristeza ».

ADDENDA

QUELQUES PARTICULARITES DES AGRUMES ET DE LEUR CULTURE

Botanique.

Les espèces offrant un intérêt économique ou susceptibles de l'offrir appartiennent à des genres classés dans les sous-tribus des *Citrineae* et des *Balsamocitrineae*. Ces sous-tribus sont classées dans la tribu des *Citreae*, sous-famille des *Aurantioideae*, famille des *Rutaceae*.

La sous-famille des *Aurantioideae*, groupant 203 espèces réparties en 33 genres, 6 sous-tribus et 2 tribus, est tout entière originaire du vieux monde.

Plusieurs auteurs, notamment GUILLAUMIN, TANAKA, ENGLER et SWINGLE se sont attachés à l'étude des *Aurantioideae* mais on doit au dernier, qui y consacra sa vie, l'étude la plus complète et la plus détaillée (1946-e). Sa nomenclature est suivie ici.

Cinq genres sont spontanés en Afrique : *Clausena*, *Citropsis*, *Afraegle*, *Aeglopsis* et *Balsamocitrus*. Seul, *Clausena* a une aire couvrant tout l'ancien monde depuis l'Afrique jusqu'aux Philippines et l'Australie ; les autres sont seulement africains.

Les deux premiers genres sont représentés au Congo Belge tandis que les trois derniers ne sont connus jusqu'à présent que de l'Afrique occidentale ou de l'Afrique orientale. A part, *Citropsis*, les genres africains n'offrent aucun intérêt pour la citriculture, ce qui n'exclut pas cependant la possibilité, pour eux, d'avoir un intérêt par leurs qualités intrinsèques.

Les *Citropsis*, par la facilité avec laquelle ils s'hybrident et se greffent avec les *Citrus* méritent de retenir notre attention.

(voir suite page 435)

TABLEAU II
PRINCIPALES ESPECES ET HYBRIDES INTERSPECIFIQUES
D'INTERET POUR LA CULTURE DES AGRUMES

NOMS		
Scientifiques	Anglais	Français
<i>Genres proches des Citrus</i>		
<i>Citropsis</i> (ENGL.) SWINGLE et M. KELL. : 11 espèces indigènes à l'Afrique. Greffables sur <i>Citrus</i> et vice versa.	African cherry orange	Citropsis
<i>Atalantia</i> CORRÉA : 11 espèces originaires de l'Asie, conviendraient apparemment comme porte-greffe.	Atalantia	Atalantia
<i>Citrus vrais</i>		
<i>Fortunella</i> SWINGLE : 4 espèces, indi- gènes à la Chine où elles ont disparu de l'état naturel mais sont activement cultivées ; s'hybrident et se greffent aisément avec les espèces du genre <i>Citrus</i> .	Kumquat	Kumquat
<i>Eremocitrus</i> SWINGLE : 1 espèce, austra- lienne, xérophytique ; s'hybride et se greffe avec les <i>Citrus</i> .	Australian desert line	—
<i>Poncirus</i> ROF. : 1 espèce, originaire de la Chine centrale et septentrionale ; s'hybride et se greffe avec les <i>Citrus</i> .	Trifoliata orange	Poncirus
<i>Clymenia</i> SWINGLE et <i>Microcitrus</i> SWIN- GLE : les espèces du second genre s'hybrident avec les <i>Citrus</i> . On n'est pas informé au sujet de cette possibi- lité pour le premier genre, mais elle est très probable.		
<i>Citrus</i> L. : 16 espèces, SWINGLE place l'origine probable du genre en Méla- nésie mais son évolution s'est opérée surtout dans le sud-est asiatique. Les espèces intéressantes pour la culture sont :		
1. <i>C. medica</i> L. (syn. : <i>C. cedra</i> LINK).	Citron ou China lemon	Cédratier
2. <i>C. limon</i> (L.) BURM. f (syn. : <i>Limon vulgaris</i> MILL., <i>C. limonum</i> RISSO).	Lemon	Citronnier
3. <i>C. aurantifolia</i> (CHRISTM.) SWINGLE (syn. : <i>C. lima</i> LIN., <i>C. acida</i> ROXB.)	Lime	Limettier

NOMS

Scientifiques	Anglais	Français
4. <i>C. aurantium</i> L. (syn.: <i>C. vulgaris</i> RISSO, <i>C. bigaradia</i> LOIS. et DESL.)	Sour orange ou Seville orange	Bigaradier (y compris le Bergamotier)
5. <i>C. sinensis</i> (L.) OSBECK (syn.: <i>C. aurantium</i> LOUR. non L.)	Orange	Oranger
6. <i>C. reticulata</i> BLANCO (syn.: <i>C. nobilis</i> AND. non LOUR., <i>C. deliciosa</i> TEN.)	Mandarin ou Tangerine	Mandarinier
7. <i>C. grandis</i> (L.) OSBECK (syn.: <i>Aurantium decumana</i> L., <i>C. pamplemos</i> RISSO, <i>C. maxima</i> (BURM. MERR.))	Pummelo ou Shaddock	Pamplemoussier vrai
8. <i>C. paradisi</i> MAC f. (syn.: <i>C. decumana</i> var. <i>racemosa</i> ROEM.)	Grapefruit	Pamplemoussier
9. <i>C. hystrix</i> DC. (syn.: <i>C. papeda</i> MIQ.)	Mauritius papeda	Papede
<p>Genres <i>Swinglea</i> MERRILL (syn.: <i>Chaetospermum</i> ROEM.), <i>Aegle</i> CORRÊA <i>Afraegle</i> (SWING.) ENGL., <i>Aeglopsis</i> SWINGLE, <i>Balsamocitrus</i> STAPE, <i>Feronia</i> CORRÊA, <i>Feroniella</i> SWINGLE: utiles à divers degrés pour les hybridations et comme porte-greffe.</p>		
<i>Hybrides interspécifiques</i>		
<i>Fortunella</i>		
1. <i>Fortunella</i> sp. × <i>Citrus aurantiifolia</i>		Limequat
2. <i>Citrus reticulata</i> c. <i>satsuma</i> × (<i>Fortunella japonica</i> × <i>F. margarita</i> c. <i>meiwa</i>)		Orangequat Citrumquat
3. <i>F. japonica</i> × <i>Poncirus trifoliata</i>		Citrumquat
4. <i>C. reticulata</i> × <i>Fortunella</i> sp.		Calamondin
5. <i>P. trifoliata</i> × <i>Citrus sinensis</i> × <i>Fortunella</i> sp.		Citranglequat
<i>Poncirus</i>		
1. <i>P. trifoliata</i> × <i>C. sinensis</i>		Citrangle
2. <i>P. trifoliata</i> × <i>C. paradisi</i>		Citrumelo
3. <i>P. trifoliata</i> × <i>C. reticulata</i>		Citrandarin
4. <i>P. trifoliata</i> × <i>C. lemon</i>		Citremon
5. <i>P. trifoliata</i> × <i>C. aurantium</i>		Citridia
6. <i>P. trifoliata</i> × <i>Fortunella</i> sp.		Citrumquat
<i>Citrus</i>		
1. <i>C. paradisi</i> × <i>C. reticulata</i>		Tangelo
2. <i>C. reticulata</i> × <i>C. sinensis</i>		Tangor
3. <i>C. limon</i> × <i>C. sinensis</i> ?		Lemonange
4. <i>C. limon</i> × <i>C. aurantiifolia</i>		Lemonime
5. <i>C. limon</i> × <i>C. reticulata</i> ?		Lemandrin
6. <i>C. limon</i> × <i>C. hystrix</i>		Lemon Martin

Il existe encore d'autres dihybrides moins répandus et aussi de multiples polyhybrides pour lesquels il convient de se référer à des publications spécialisées.

On connaît dans ce genre, onze espèces dont quatre et une variété spontanées au Congo Belge, ce sont : *C. schweinfurthii* (ENGL.) SW. et M. KELL. du nord-est du Congo et de l'Uganda, *C. latialata* (DE WILD.) SW. et M. KELL. du Sankuru, *C. gabunensis* (ENGL.) SW. et M. KELL. du Gabon et de l'ouest du Congo Belge, *C. gabunensis* var. *lacourtiana* (DE WILD.) SW. et M. KELL. du Sankuru et *C. gilletiana* Sw. et M. KELL. de l'Ubangi et de l'ouest du Congo Belge. À part ce dernier qui est un arbre pouvant atteindre 8-10 m de haut, ce sont tous des buissons ou arbustes ne dépassant pas 5 m de haut.

Jusqu'à présent, des expériences de greffage n'ont été tentées qu'avec *C. gilletiana*, espèce qui fut erronément dénommée *Limonia poggei* var. *latialata* DE WILD. par plusieurs auteurs. GOOSSENS (1924), STANER (1929), PYNAERT (1935-c) et SWINGLE (1948-e) s'accordent pour admirer la vigueur des Orangers greffés sur *Citropsis gilletiana* et pour signaler aussi la résistance du porte-greffe à la gomose et au *Monohammus*.

Une étude approfondie des espèces pouvant intéresser à divers titres la citriculture ne se justifie pas ici, mais leur brève énumération ainsi que celle des principaux hybrides interspécifiques est cependant nécessaire pour fixer la signification des appellations en langage courant. Ces renseignements sont consignés au tableau ci-contre qui a été dressé surtout à titre d'aide-mémoire.

Le Greffage.

L'heureuse faculté qu'ont les espèces d'Agrumes de s'hybrider entre elles et de se greffer l'une sur l'autre est un avantage particulièrement favorable pour la culture. En effet, les nombreux hybrides qui existent déjà et le nombre particulièrement élevé des combinaisons de greffe qui sont déjà utilisées par le praticien ou qui sont à expérimenter permettent d'adapter la citriculture aux exigences de milieux très divers.

Cette gamme extraordinairement élevée de combinaisons de greffes donne à penser que les combinaisons ne sont pas toutes de qualité irréprochable. Les incompatibilités de greffes sont nombreuses ; non pas par refus de soudure mais les combinaisons donnent des résultats médiocres ou mauvais, soit que les arbres manquent de vigueur ou que le porte-greffe influence défavorablement la fructification. En fait, le greffage crée une symbiose ; toute artificielle qu'elle soit, elle en a cependant tous les caractères principaux ; le porte-greffe apporte l'alimentation minérale tandis que le greffon apporte l'élaboration chlorophyllienne.

Les combinaisons de greffes ne remplissent pas toutes, tant s'en faut, les conditions requises pour une bonne symbiose. Le manque d'équilibre entre porte-greffe et greffons se traduit le plus souvent par des réactions à la soudure. Réactions que les Américains dénom-

ment « stionic(*) variations ». Ces réactions sont d'intensité variable, pratiquement nulle lorsqu'une espèce est greffée sur elle-même. La croissance du tronc pour chacun des symbiotes marche de pair. De ce fait, le tronc en entier est bien fuselé avec une réaction de soudure à peine perceptible. Le greffage d'éléments appartenant à deux espèces donne des réactions plus ou moins fortes. La croissance en diamètre du tronc de chacun des symbiotes est différente de celle de l'autre ; soit que le greffon se développe plus rapidement que le porte-greffe, soit inversement que le porte-greffe se développe plus rapidement que le greffon.

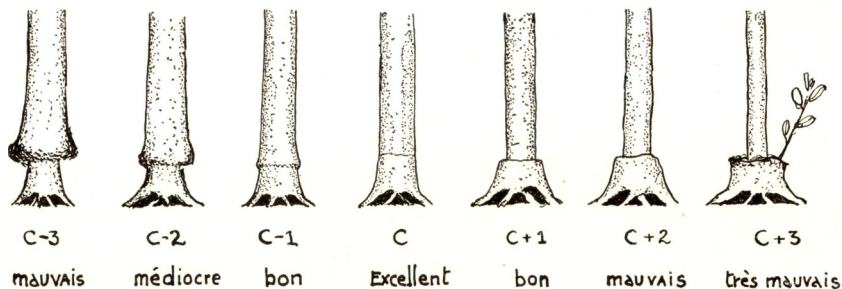


Fig. 14.

**Principaux types de résultats
obtenus par diverses combinaisons de greffages.**

Porte-greffe : C-3 à C-1 = Bigaradier ; C = Oranger ; C + 1 = Pamplemoussier (Grapefruit) ; C + 2 = *Poncirus* ; C + 3 = Citronnier de Chine.

Greffons : C = Washington Navel ou Valencia, parfois Citronnier var. Eureka ou var. Lisbon sur Oranger ou Rough lemon. C-3 à C-1 = produit à des degrés divers par des combinaisons Washington Navel, Valencia et spécialement Citronnier Eureka sur Bigaradier, C-1 = généralement obtenu avec Oranger sur Bigaradier et Citronnier sur les meilleures variétés de Bigaradier C-2 à C-3 = généralement obtenu avec l'Oranger ou Citronnier sur Bigaradier tout-venant. C + 1 = Citronnier Eureka, Washington Navel ou Valencia sur Pamplemoussier ; C + 2 = Citronnier ou Washington Navel sur *Poncirus* ; C + 3 = quelques variétés de Citronnier ou d'Oranger sur Cédration.

D'après BATCHELOR et ROUNDS in BATCHELOR et WEBBER,
Citrus Industry, Vol. II ; fig. 38, 1948.

Ces diverses réactions sont illustrées schématiquement à la figure 14. Une greffe parfaite est représentée en C, obtenue par exemple en greffant l'Oranger sur Oranger. C-1 à C-3 représentent des greffages où le greffon se développe plus rapidement que le porte-greffe tandis que C+1 à C+3 représentent l'inverse.

(*) *Stionic* est dérivé de *Stion*, mot artificiel provenant de la fusion des mots : *Stock* = porte-greffe et *Scion* = greffon, soit *St(ock) + (Sc)ion* = plant greffé. On pourrait concevoir l'homologue français sous la forme *Suffon* = *Su(pport) + (Gre)ffon*.

Ces inégalités de croissance paraissent être dues à des troubles dans la translocation de la sève ; dans le premier cas, le passage de la sève élaborée du greffon au porte-greffe serait entravé, tandis que dans le second cas, il en serait ainsi pour la sève brute mais en sens inverse. Dans le premier cas (C-1 à C-3), on constate, en effet, que les matières de réserve, l'amidon en particulier, s'accumulent dans l'écorce au-dessus de la soudure.

Il semble que ce soit un excès de sève brute qui détermine le second cas. L'explication de ces phénomènes est encore conjecturale car ce déséquilibre n'est encore qu'une résultante d'autres phénomènes. L'incompatibilité peut atteindre un tel degré que le porte-greffe forme un bourrelet annulaire (C+3) d'où partent des gourmands. Nul besoin de dire que la vigueur de l'arbre s'en ressent et que le rendement est de loin insuffisant.

En citriculture, on fait assez fréquemment appel à la greffe par approche. On plante autour de l'arbre à greffer des jeunes plants que l'on étête. Le sommet de leur tronc est inséré sous l'écorce du tronc de l'arbre à traiter. La soudure des greffes donne à l'arbre plusieurs enracinements. Ce mode de greffage est utilisé pour remédier aux défaillances du porte-greffe primitif, soit à cause d'une incompatibilité, soit pour sauver un arbre atteint d'une maladie du collet ou de l'enracinement. Une variante de ce mode de greffe est celui dénommé *en arc-boutant*. Au lieu de planter de jeunes arbres, on a recours à des gourmands produits par l'enracinement. Cette variante de la technique de greffe par approche est utilisée dans le même but que cette dernière.

Grâce à la greffe par approche, l'un des premiers arbres de la variété Washington Navel, importés du Brésil en Californie, en 1873, par Madame Elisa Tibets, a pu être sauvé lorsqu'en 1915-1918 une grave attaque de gommose au collet menaça son existence. Soucieuses de garder comme mémorial cet arbre qui fit la fortune de la Californie, les autorités de cet Etat firent appel à des horticulteurs en renom pour le greffer par approche. Dix plants de diverses espèces lui furent greffés. L'arbre est encore en vie actuellement. Malgré ses septante-cinq ans, les avatars de deux transplantations, les conséquences d'une grave maladie, les nombreuses tailles, les milliers de greffons qu'on lui préleva, les gelées sévères qu'il eut à subir, il produit encore annuellement de splendides récoltes et des greffons à foison.

L'Embryonie nucellaire.

Les *Citrus* et les genres voisins se distinguent par des phénomènes très prononcés de polyembryonie (1948-h-i). Non seulement, on observe fréquemment le phénomène de gémination dans les embryons gamétiques, c'est-à-dire ceux résultant de la fécondation de la fleur mais on observe en plus la formation d'embryons apomictics. Ces embryons ne résultent pas de la fusion du noyau du pollen avec celui de l'ovule. Ils naissent aux dépens d'une cellule du nucelle, c'est-à-dire du tissu entourant le sac embryonnaire. Du fait de leur origine, ils ont

reçu le nom d'*embryons nucellaires*. Leur formule chromosomique est identique à celle du plant-mère.

Les expériences de pollinisation renseignent que si les phénomènes de la fécondation proprement dite ne président pas à leur naissance, le stimulus de phénomènes accessoires de la pollinisation est néanmoins nécessaire. Aucun embryon nucellaire ne se forme en l'absence de pollen viable. Le pollen n'apporte pas seulement son noyau mais déverse dans l'ovule un complexe d'hormones. Le stimulus déclenchant le phénomène de l'embryonie nucellaire est attribué à l'action de ces hormones.

Les embryons nucellaires, peu après leur formation, s'insèrent dans le sac embryonnaire. Du point de vue génétique, reproduisant les caractères chromosomiques du plant-mère, ils donnent des plants de mêmes caractères que ce dernier. Ils sont donc les égaux de tout plant obtenu par reproduction végétative : bouture, marcotte ou greffe.

Les pourcentages d'embryons nucellaires observés chez les diverses espèces et variétés de *Citrus* varient dans de très larges mesures, en fait de 0 à 100 %. Les variétés Kushaie et Kishiu respectivement du Limettier et du Mandarinier ainsi que quatre variétés non spécifiées de Pummelo ne manifestent pas d'embryonie nucellaire. Par contre, d'après les observations de FROST et de TOXOPEUS, les variétés Dancy et Djeroek keprok du Mandarinier auraient 100 % d'embryonie nucellaire.

Les pourcentages les plus fréquents sont supérieurs à 50 %, très souvent de l'ordre de 80 à 95 %. Le Rough lemon, par exemple, a environ 97 % d'embryons nucellaires ; circonstance très heureuse, étant donné les qualités de cette variété comme porte-greffe.

La distinction entre embryons gamétiques et nucellaires est affaire de coup d'œil. On ne peut les départager que par la variabilité que présentent les embryons gamétiques à l'inverse des embryons nucellaires qui sont tous morphologiquement identiques. Il est relativement facile à un œil exercé de les séparer.

Un pépiniériste produisant ses propres graines aura avantage à semer séparément le produit de chaque plant-mère.

La raison de cette pratique est aisée à comprendre. En groupant les semences d'une même descendance, on s'assure d'une grande uniformité dans les semis, mettant ainsi en relief les plantules « hors-type » dues aux embryons gamétiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1924-a. GOOSSENS V. — *Notes sur le « Limonia poggei » ENGL. var. « latialata » DE WILD.*, « Bull. Agr. Congo Belge », 15 : 157-162.
- 1924-b. DAVIS R. A. — *Citrus growing in South Africa* « Speciality Press of S. Afr. », Cape Town, 309 pages.
1929. STANER P. — *Maladies des Citrus au Congo Belge*. « Bull. Agr. Congo Belge », 20 : 364-373.
1931. — MAGIELSE M. M. et OCHSE J. J. — *Resultaten van enten en oculeren van vruchtboomen in de Gouvernements tuinbouwproefstation « Ragunan »*. « Landbouw. », 6 : 944.
1933. CARRERA C. — *Informe preliminar sobre una enfermedad nueva comprobada en los Citrus de Bella Vista (Corrientes)*. « Argentina, Min. de Agr., Bol. Mens. », 34 : 275-280.
- 1934-a. REICHERT I. et PERLBERGER J. — *Xyloporosis, the new citrus disease*. « Hadar », 7 : 163-167, 193-202.
- 1934-b. MAGIELSE M. M. — *Sour orange en bigaradier als onderstan voor djeruk manis en keprok*. « Landbouw », 9 : 558.
- 1934-c. RAWLINS (T. E.) et PARKER K. — *Influence of rootstocks on the susceptibility of sweet cherry to the buckskin disease*. « Phytopathology », 24 : 1029-1031.
- 1935-a. CARRERA C. — *Informe de les observaciones y experimentaciones efectuadas sobre una nueva enfermedad aparecida en los citrus de Bella Vista Corrientes*. « Argentina, Min de Agr., Bol. Mens. », 37 : 15-37.
- 1935-b. MAGIELSE M. M. — *Voorlopige resultaten van orienterende citrus-onderstammen-proeven in de proeftuin « Ragunan » te Pasar Minggu*. « Landbouw », 10 : 360.
- 1935-c. PYNNAERT L. — *Les aurantiacées du genre Citropsis*. « Bull. Agr. Congo Belge », 26 : 305-314.
- 1936-a. KUNKEL L. O. — *Immunological studies on three peach diseases, yellows, rosette and little peach*. « Phytopathology », 26 : 201-219.
- 1936-b. RALEIGH W. P. — *An abnormal graft reaction in Potato resulting from a virus infection of a scion on a resistant stock*. « Phytopathology », 26 : 795.
- 1936-c. SPERONI H. A. — *Argentine Republic : Further considerations to the study of the diseases known as « Podredumbre de las raicillas » of orange trees*. « Intern. Bull. Pl. Protect. », 10 : 169-170.
1937. TOXOPEUS H. J. — *Stock-scion incompatibility in Citrus and its cause*. « Journ. Pomol. Hort. Sci. », 14 : 360-364.
- 1938-a. MOREIRA S. — *Xyloporosis*. « Hadar », 11 : 234-257 ; « J. AGRON., S. Paulo », 1 : 217-226.
- 1938-b. MARLOTH R. H. — *The Citrus Rootstock problem*. « Farmg. in S. Afr. », 13 : 226-231.
- 1940-a. BITANCOURT A. A. — *A doença dos Citrus no vale do Paraíba*. « Biologico », 6 : 268-269.

- 1940-b. BITANCOURT A. A. — *A podrido das radicellas dos Citrus na provincia de Corrientes, Argentina*. « Biologico », 6 : 285-288.
- 1942-a. ANONYME. — *Comissão de Estudo da « Tristeza » dos Citrus*. « Bol. », 1 : 7 pages polygr.
- 1942-b. MOREIRA S. — *Observações sobre a « Tristeza » dos Citrus*. « Biologico », 8 : 269-272.
- 1943-a. WEBBER H. J. — *The « Tristeza » disease of sour orange rootstock*. « Univ. Calif. Citrus Exp. Stat. », Riverside, California, Paper 495.
- 1943-b. ANONYME. — *Comissão de Estudo da « Tristeza » dos Citrus*. « Bol. », 5, 2 pages polygr.
- 1943-c. BITANCOURT A. A. — *Levantamento da « Tristeza » dos Citrus no Estado do Sao Paulo*. « Comm. Est. « Tristeza » Cit. », Bol. 8, 6 pages.
- 1943-d. BITANCOURT A. A. — *Recommendações para combater e minorar os estragos da « Podridão » das radicelas dos Citrus*. « Biologico », 9 : 41-42.
- 1943-e. WEBBER H. J. — *The « Tristeza » disease of sour-orange stock*. « Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. », 43 : 160-168 ; « Biologico », 9 : 345-355.
- 1943-f. SILBERSCHMIDT K. — *Sobre a provavel causa da « Tristeza » das Laranjeiras*. « Biologico », 9 : 371-378.
- 1944-a. BITANCOURT A. A. — *Um teste para a identificação precoce da « Tristeza » dos Citrus*. « Biologico », 10 : 169-175.
- 1944-b. ANONYME. — *Estudo estatístico da distribuição da « Tristeza »*. « Comm. Est. da « Tristeza », Bol. 12 : 2-3.
- 1944-c. BERTELLI J. C. et BERTELLI L. K. — *Podredumbre de las raicillas de los Citrus*. « Uruguay, Min. de Ganad. y Agri., Lab. de Fisiol. y Patol. veg. », Publ. 71 : 23 pages.
- 1944-d. KLOTZ L. J. et FAWCETT H. S. *Progress report on « Decline » of Citrus*. « Calif. Citrogr. », 29 : 294-295.
- 1945-a. MARCHIONATTO J. B. — *La « Podredumbre de las raicillas » del naranjo*. « Argentina, Min. Agr. de la Nac. - Direc. Invest., Inst. sanidad veg. », Bol. 1, série A, 15 pages.
- 1945-b. ANONYME. — *Comissão de Estudo da « Tristeza »*. Bol. 13 : 7 pages.
- 1945-c. ROSSETTI V. — *O teste do iodo na identificação da « Tristeza »*. « Biologico », 11 : 13-21.
- 1945-d. FAWCETT H. S. — *A starch test for « Quick decline »*. « Calif. Citrogr. », 30 : 122.
- 1945-e. HALMA F. F., SMOYER K. M. et SCHWALM H. W. — *Rootstocks in relation to « Quick decline » of Citrus*. « Calif. Citrogr. », 30 : 150-151.
- 1945-f. KLOTZ L. J. — *Progress report on Citrus tree decline*. « Calif. Citrogr. », 30 : 242-144.
- 1946-a. FAWCETT H. S., KLOTZ L. J., ZENTMYER G. A., WALLACE J. M., ROHRBAUCH P. W. et SCHNEIDER H. — *Quick decline studies*. « Citrus leaves », 26 : 6-9, 16, 22, 28, 38-40.
- 1946-b. KLOTZ L. J. — *Quick decline*. « Citrus leaves », 26 : 24, 1 pl. col.

- 1946-c. FAWCETT H. S., SCHNEIDER H., WALLACE J. M., ROHRBAUCH P. W., KLOTZ L. J. et ZENTMYER G. A. — *Progress report on quick decline*. « Calif. Citrogr. », 31 : 198-199, 207, 210-215.
- 1946-d. MENECHINI M. — *Sobre a natureza e transmissibilidade da doença « Tristeza » dos Citrus*. « Biologico », 12 : 285-287.
- 1946-e. SWINGLE W. T. — *The Botany of Citrus and its wild relatives of the orange subfamily (Family Rutaceae, subfamily Aurantoideae)* in WEBBER H. J. et BATCHELOR L. D. « Citrus industry », Vol. 1 : 129-474.
- 1946-f. WEBBER H. J. — *Cultivated varieties of Citrus in WEBBER H. J. et BATCHELOR L. D.* — « Citrus industry », Vol. 1 : 475-668.
- 1946-g. GARDNER F. E., MARTH P. C. et MAGNESS J. R. — *Lethal effects of certain appel scions on Spy 227 stock*. « Amer. Soc. Hort. Sci. », 48 : 195-199.
- 1946-h. FAWCETT H. S. et WALLACE J. M. — *Evidence of the virus nature of Citrus quick decline*. « Calif. Citrogr. », 32 : 50, 88-89.
- 1946-i. COOPER P. S. — *Plant injection for diagnostic and curative purposes*. « E. Afr. Agr. Journ. », 13 : 37-53.
- 1947-a. BERTELLI J. C. — *Primer agregado al estudio de la etiologia de la podredumbre de las raicillas à « Tristeza » de los Citrus*. « Uruguay. Min. Ganad. y Agr., Lab. Fisiol. y Pat. veg. », Publ. 91, 16 pages.
- 1947-b. KLOTZ L. J. et ZENTMYER G. A. — *Quick decline of orangetrees*. « Phytopathology », 37 : 13, résumé.
- 1947-c. WALLACE J. M. et FAWCETT H. S. — *Quick decline of orange trees virus disease*. « Science », 105 : 315-316.
- 1947-d. TERRA G. J. A. — *Java's citrus rootstock decline problem*. « Citrus leaves », 27 : 18, 20, 22 ; « Calif. Citrogr. », 32 : 444-446.
- 1947-e. SCHNEIDER H. — *Quick decline and Tristeza similarities*. « Citrus leaves », 27 : 10-11.
- 1947-f. SMOYER K. M. — *A program for quick decline*. « Pacific Rural Press, Calif. Farmer » (South Ed.), 154 : 451 ; « Citrus leaves », 27 : 10-11.
- 1947-g. SCHNEIDER H., BITANCOURT A. A. et ROSSETTI V. — *Similarities in the pathological anatomy of quick-decline and Tristeza diseased orange trees*. « Phytopathology », 37 : 845-846, résumé.
- 1947-h. ROSSETTI V. — *Porta-enxertos de Citrus resistentes à « Gomose », de Phytophthora e à Tristeza*. « Biologico », 13 : 89-90.
- 1947-i. MENEGHINI M. — *Reação de amido nas enxerteadas de « seedlings » de lanjeiras utilizadas en experiências de transmissão da « Tristeza »*. « Biologico », 13 : 91-92.
- 1947-j. SCHNEIDER H. — *Sieve-tube necrosis in orange trees affected by quick decline during the spring season*. « Phytopathology », 37 : 364, résumé.
- 1947-k. OBERHOLZER P. C. J. — *The Bitter-Seville Rootstock problem*. « Farmg S. Afr. », 22 : 489-495.
- 1947-l. OLMO H. P. et MOREIRA S. — *« Quick decline disease » and « Tristeza »*. « Calif. Citrogr. », 32 : 138, 175-176 ; « Citrus leaves », 28 : 14-16, 18.
- 1947-m. SCHNEIDER H. — *Quick decline and Tristeza*. « Calif. Citrogr. », 32 : 448.
- 1948-a. BENNETT C. W. et COSTA A. S. — *A preliminary report of work at Campinas, Brazil, on Tristeza disease of citrus*. « Fla. State Hort. Soc. Proc. » (1947), 60 : 11-16.
- 1948-b. WEBBER H. J. — *Rootstocks, their character and Reactions, in BATCHELOR L. D. et WEBBER H. J.* « Citrus industry », Vol. 2 : 69-168.

- 1948-c. BATCHELOR L. D. et ROUNDS M. B. — *Choice of Rootstocks*, in BATCHELOR L. D. et WEBBER H. J. « Citrus industry », Vol. 2 : 169-222.
- 1948-d. FAWCETT H. S. et KLOTZ L. J. — *Diseases and their control*, in BATCHELOR L. D. et WEBBER H. J. « Citrus industry », Vol. 2 : 495-596.
- 1948-e. MAC ALPIN D. M., PARSANI P. S., ROBERTS R. et HOPE R. H. — « *Bud Union Decline* » disease in Citrus trees. « Victoria Dept. Agr. Journ. », 46 : 25-31.
- 1948-f. FAWCETT H. S. et WALLACE J. M. — *Sweet-root orange trees, symptomless carriers of quick decline virus*. « Citrus leaves », 28 : 6.
- 1948-g. TAKAHASHI W. N. — *The inhibition of virus increase by malachite green*. « Science », 107 : 226.
- 1948-h. NEUMAN J. V. — *Why we should seek new varieties by nucellar propagation*. « Calif. Citrogr. », 33 : 280.
- 1948-i. JOHNSTON J. C. — *What are nucellar seedlings?* « Calif. Citrogr. », 33 : 281.
- 1948-j. DICKSON R. C., FLOCK R. A. et JOHNSON M. McD. — *Insects in relation to orange quick decline; A progress report*. « Citrus leaves », 28 : 13, 38; « Calif. Citrogr. », 34 : 88-89.
- 1948-k. HOFMEYER J. D. J. et OBERHOLZER P. C. J. — *Genetic aspects associated with the propagation of Citrus*. « Frmg. S. Afr. », 23 : 201-208.
- 1948-l. FERNANDEZ VALIELA M. V. — *Informe preliminar acerca de la etiologia de la « podredumbre de las raicillas » del Naranja agrio injertado*. « Rev. Invest. agr. B. Ayres », 2 : 139-146.
- 1948-m. BITANCOURT A. A. et RODRIGUES A. J., filho. — *Estudos sobre a « Tristeza » dos Citrus I. - Analise estatistica da distribucao o des arvores doentes de um pomar de Laranjeira doce enxerta sobre Laranjeira azeda*. « Arq. Inst. Biol. », 18 : 313-338.
- 1949-a. COSTA A. S., GRANT T. S. et MOREIRA S. — *Investigações sobre a « Tristeza » dos Citrus II. - Conceitos e dados a reação das plantas cítricas a « Tristeza »*. « Bragantia », 9 : 59-80.
- 1949-b. DRUMMOND O. A. — *Notas sobre comportamento do « Limão Rosa » em face da « Tristeza », verrugose e gomose em Viçosa*. « Lilloa, Rev. Bot., Tucuman », 21 : 1-5.
- 1949-c. DUCHARME E. P. et SCHATZ A. S. — *Sobre la susceptibilidad del pie de Pomelo a la « Podredumbre de las raicillas (Tristeza) »*. « Lilloa, Rev. Bot., Tucuman », 21 : 67-75.
- 1949-d. GRANT T. J. et COSTA A. S. — *A progress report on studies of « Tristeza » disease of Citrus in Brazil. I. Behaviour of a number of citrus varieties as stocks for sweet orange and grapefruit and as scions over sour orange rootstocks, when inoculated with the Tristeza virus*. « Fla St. Hort. Soc. Proc. », 61 : 20-33.
- 1949-e. OBERHOLZER P. C. J., MATTHEWS I. et STIEMIE S. F. — *The decline of grapefruit trees in South Africa. - A preliminary report on « Stem-pitting »*. « Un. S. Afr. Dept. Agr. Sci. Bull. », 297, 18 pages.
- 1949-f. WALLACE J. M. — *Inoculation technique, incubation period and early symptoms of the quick decline disease of Citrus*. « Phytopathology », 39 : 865, résumé.
- 1949-g. BENNETT C. W. et COSTA A. S. — *Tristeza disease of Citrus*. « Journ. Agr. Res. », 78 : 207-237.
- 1949-h. HUGHES W. A. et LISTER C. A. — *Lime disease in the Gold Coast*. « Nature », 164 : 880.
- 1949-i. MOREIRA S., COSTA A. S. et GRANT T. J. — *Conhecimentos atuais sobre a « Tristeza » dos Citrus*. « Riv. Agr. Piracicaba », 24 : 335-354.

- 1949-j. BENTON R. J. — *Stunting and scaly butt of Citrus associated with trifoliolate rootstock*. « N. S. Wales Agric. Gaz. », 60 : 521, 577, 641. 1949 ; 61 : 20. 1950.
- 1950-a. SCHNEIDER H. — *Seasonal and cyclic variation in amount of phloem necrosis in lemon trees affected by decline*. « Phytopathology », 40 : 24, résumé.
- 1950-b. SCHNEIDER H., WALLACE J. M. et DIMITMAN J. E. — *The pathological anatomy of bud-union tissues of orange and its value in the diagnosis of quick-decline*. « Phytopathology », 40 : 24, résumé.
- 1950-c. GRANT T. J., WALLACE J. M. et MOREIRA S. — *Studies of Tristeza disease of Citrus in Brazil. III. Further results in the behaviour of Citrus varieties as rootstocks, scions and seedlings when inoculated with the Tristeza virus*. « Fla. St. Hort. Soc. Proc. », 62 : 72-79.
- 1950-d. COSTA A. S., GRANT T. S. et MOREIRA S. — *A possible relationship between Tristeza and the stem-pitting disease of grape-fruit in Africa*. « Calif. Citrogr. », 35 : 504, 526-528.
- 1950-e. MC CLEAN A. P. D. — *Possible identity of three Citrus diseases*. « Nature », 165 : 767-768.
- 1950-f. MC CLEAN A. P. D. — *Virus infection of Citrus in South Africa. I. Scaly bark or psorosis of Citrus. II. Tristeza disease of Brazil*. « Frmg S. Afr. », 25 : 261.
- 1950-g. MC CLEAN A. P. D. — *Virus infection of Citrus in South Africa. III. Stem-pitting disease of grape-fruit*. « Frmg. S. Afr. », 25 : 289-296.
- 1950-h. LAMOUR R. — *Viroses des Agrumes en Afrique du Nord*. « Fruits et Primeurs », 20 : 381-384.
- 1950-i. ANONYME. — *Plant diseases*. « Agr. Gaz. N. S. Wales », 61 : 365-368.
- 1950-j. WALLACE J. M. et BITTERS W. P. — *The quick decline disease*. « Calif. Citrogr. », 35 : 322, 350-351.
- 1951-a. COSTA A. S. et GRANT T. J. — *Studies on transmission of the Tristeza disease virus by the vector*. « Aphis citricidus. Phytopathology », 41 : 105-113.
- 1951-b. GRANT T. J. et COSTA A. S. — *A mild strain of the Tristeza virus of Citrus*. « Phytopathology », 41 : 114-122.
- 1951-c. RAWLINS T. E. et THOMAS H. E. — *Virus disease of sweet cherry. - Buckskin. in Virus disease and other disorders with viruslike symptoms of stone fruits in North America*. « U. S. A. Dept. Agr., Agric. Handbook », 10 : 98-102.
- 1951-d. BITANCOURT A. A. — *Estudo sobre a « Tristeza » dos Citrus. II. Susceptibilidade das diversas combinações de enxertas da Laranjeira doce e Laranjeira azêda*. « Arq. Inst. Biol. », 20 : 38-17.
- 1951-e. DICKSON R. C., FLOCK R. A. et JOHNSON M. MCD. — *An insect vector of Citrus Quick decline disease*. « Calif. Citrogr. », 36 : 135, 169-170 ; « Citrus leaves », 31 : 6-7, 32.
- 1951-f. WALLACE J. M. et DRAKE R. J. — *Newly discovered symptoms of Quick decline and related diseases*. « Calif. Citrogr. », 36 : 136, 168-169 ; « Citrus leaves », 31 : 8-9, 30.
- 1951-g. BITTERS W. P. et PARKER E. R. — *Quick decline horticultural aspects*. « Citrus leaves », 31 : 6-7, 24 ; « Calif. Citrogr. », 36 : 222, 264.
- 1951-h. TERRA G. J. A. — *Virus disease as the cause of incompatibility of Citrus rootstocks in Java*. « Indonesian Journ. f. Nat. Sci. », 1 : 17-24.
- 1951-i. WALLACE J. M. — *Recent developments in studies of Quick decline and related diseases*. « Phytopathology », 41 : 785-793.

- 1951-j. DICKSON R. C., FLOCK R. A. et JOHNSON M. McD. — *Insect transmission of the Citrus Quick-decline virus*, « Journ. Econ. Ent. », 44 : 172-176.
- 1951-k. CASTELLANI E. — *Brevi notizie sulla « Tristeza » degli Agrumi*. « Riv. di Agr. subtrop. e trop. », 45 : 365-372.
- 1951-l. KLOTZ L. Z. et ALIA. — *Citrus investigation*. « Calif. Citrogr. », 36 : 444.
- 1951-m. GRANT T. J., COSTA A. S. et MOREIRA S. — *Tristeza disease of Citrus in Brazil*. « Calif. Citrogr. », 36 : 310-311, 324-326, 328-329 ; « Citrus leaves », 31 : 8-10, 36-37.
- 1951-n. SPERONI H. A. — *El Afranciamiento de los plantas citricas enfermas de « Tristeza »*. « Idia », N° 45 (Sept.) : 18-28.
- 1951-o. POSNETTE A. F. — *Virus decline disease of Citrus*. « World Crops », 4 : 64-66.
- 1951-p. DUFRENOY J. — *Quelques découvertes récentes sur les virus des plantes*. « Rev. Horticole », N° 2, 179 : 415-417.

SAMENVATTING

De « Tristeza » van de Citrusbomen.

De virusziekte die « Podredumbre de las raicillas » genoemd wordt in Argentinië, « Tristeza » in Brazilië en « Quick decline » in Californië, is dodelijk voor de oranjebomen die geënt zijn op de bittere oranje of bigarade als onderstam. Uitwendig is deze ziekte te herkennen aan het verkwijnen van de bomen, dat enkele jaren kan aanslepen. De bladeren vergelen en vallen af tijdens de rustperiode. De opbrengst daalt en de vruchten worden geel vóór de physiologische rijpheid. Inwendig ziet men dat de phloemvaten van de onderstam juist onder de vergroeiing opstoppen en ineenvallen, met het gevolg dat het verwerkte sap niet meer kan vervoerd worden naar de wortels en deze afsterven na uitputting van de reservestoffen, vooral van zetmeel. De onderstam sterft en dus ook de gehele plant.

Het virus kan overgedragen worden door de ent en door bladluizen, nl. door *Paratoxoptera argentinensis* BLANCHD. in Argentinië, door *Aphis citricidus* KIRK in Brazilië en door *Aphis gossypii* GLOV. in Californië.

Recds meer dan een halve eeuw geeft de enting van oranjebomen op bigarade-onderstammen in Zuid-Afrika en Indonesië slechte uitlagen. Sedert men de Tristeza kent wordt dit mislukken toegeschreven

aan deze ziekte, die aldaar reeds zeer lang zou bestaan. Volgens TERRA zou ze zelfs uit Indonesië herkomstig zijn.

Volgens de onderstelling van BENNETT en COSTA, die gewijzigd werd door TERRA, zou iedere soort of variëteit het virus kunnen herbergen in beperkte hoeveelheden; voor sommige kan deze hoeveelheid groot zijn, voor andere kleiner, en enkele verdragen zelfs geen de minste aanwezigheid van virus. Iedere soort of variëteit bezit ook een vatensysteem, waarvan de weerstand in verhouding staat tot de hoeveelheid virus die voortgebracht wordt door de kroon. Tot op heden maken twee soorten uitzondering op deze regel: de limoenboom en de pompelmoesboom, waarvan de vaatweefsels niet genoeg weerstand bieden. De zaailingen van deze twee soorten bezwijken aan de ziekte. De andere soorten en variëteiten zijn slechts gevoelig indien een kroon, die veel virus voortbrengt, geënt wordt op een onvoldoend resistente onderstam. Dit is nu juist het geval bij de enting van oranje op bigarade.

De ziekte tekens bij limoen en pompelmoes zijn: overlangse inzinkingen in het hout van de twijgen, takken en stam, chlorose der bladeren, vooral gekenmerkt door het verbleken van de nerven. Deze ziekte vorm is vooral bekend op de limoenboom van de Goudkust en op de pompelmoesboom van Zuid-Afrika. In beide streken is het overdragend insect ook de *A. citricidus*.

Ten overstaan van de Tristeza blijkt de « Rough lemon » de beste eigenschappen als onderstam te bezitten; geen enkel ziekte teken wordt bij hem waargenomen en hij geeft krachtige planten, die veel vruchten opbrengen, uitgenomen echter voor de limoen en de pompelmoes, waarop de ziekte zich voordoet doch in bepaalde gevallen in veel geringere mate.

Het virus schijnt thermophil te zijn; in Indonesië immers bezwijken entcombinaties in het laagland (gem. t° 26° C), die op meer dan 1.000 m hoogte (gem. t° 18° C) tamelijk goed gedijen. Hieruit kan men afleiden dat de Tristeza meer schade zal aanrichten in tropische dan in subtropische streken.

Er bestaan ten minste twee virusrassen: het ene is virulent en dodelijk, het andere is eerder goedaardig en veroorzaakt slechts minder gevaarlijke symptomen. Gezonde bomen worden door inenting van het tweede virus gepremuniseerd tegen de schadelijke aantasting van het eerste.

De studie van de Tristeza heeft bijgedragen tot de kennis van de virusziekten in het algemeen, namelijk tot het begrip weerstandsver-

mogen der planten, dat gesplitst dient te worden in een potentieel van virusproductie en een beperkte weerstand die in verhouding staat tot de veranderlijke virusconcentraties. Hetzelfde verschijnsel werd waargenomen bij de aardappel met het virus X en bij de kerseboom met het Buckskin virus.

In de meeste gevallen bestaat het voornaamste middel om de ziekte te voorkomen in het zoeken naar de gunstigste entcombinatie.

De limoenboom en de pompelmoesboom stellen moeilijk op te lossen vraagstukken, daar de weefsels zelf van de plant slechts een onvoldoende weerstand bieden aan de virusconcentratie, die de plant kan voortbrengen. Een aanzienlijke verbetering werd bekomen op de Goudkust door de enting van Limoen op Rough lemon. Door deze combinatie werd alleen een gevoelig wortelstelsel vervangen door een weerstandbiedend, hetgeen aan de plant de mogelijkheid verschafte zich te voeden. De levensduur zou zonder twijfel kunnen verhoogd worden door zoveel mogelijk weerstandbiedend hout te gebruiken, 't is te zeggen door hoog te griffelen en best nog op de takken.

Massale besmetting zou waarschijnlijk kunnen voorkomen worden vanaf het eerste levensstadium van de plant door enten te gebruiken die genomen worden op planten ontstaan uit kiemzakkiemen. Daar het virus niet overgedragen wordt door zaad, zijn dergelijke entrijsbomen vrij van besmetting.

Een bevredigende oplossing zou voor dit vraagstuk wellicht kunnen gevonden worden in de premunisering van de bomen door inenting met een goedaardig virusras.

De Tristeza bedreigt alle citrusverbouwende streken van de wereld en schijnt reeds de meest verspreide en de schadelijkste virusziekte van de citruscultuur te zijn.