

LE CRISTACORTIS: UNE NOUVELLE MALADIE À VIRUS DES AGRUMES

R. VOGEL

Hôtes du Cristacortis autres que les Citrus.

Pour l'instant, il n'a pas été possible de transmettre le virus du Cristacortis, par inoculation mécanique, ni à des plants de Citrus, ni à des plantes herbacées.

Lorsque cette inoculation mécanique est difficile à obtenir, il est souvent fait appel à la Cuscute : *Cuscuta subinclusa* (WEATHERS, 1965), pour transmettre le virus d'une plante malade à une autre plante, en particulier d'un plant d'agrumes à une plante herbacée. Des essais de transmission par Cuscute sont en cours à la Station de San Giuliano pour déterminer si le Cristacortis peut être propagé de cette manière.

Isolement, purification, propriétés de l'agent causal.

Malgré quelques essais tentés par Mme YOT-DAUTHY, il n'a pas encore été possible d'isoler le virus du Cristacortis. Cet échec n'est d'ailleurs pas surprenant lorsqu'on sait que le virus de la Psorose écailleuse, ou celui de la Cachexie-Xyloporose par exemple, dont les manifestations sont connues depuis beaucoup plus longtemps, n'ont jamais pu être isolés eux-mêmes. L'agent causal n'a également pas été observé au microscope électronique.

Comparaison entre les symptômes de Cristacortis et ceux d'autres maladies à virus.

Généralités.

Nous avons vu que le Cristacortis était caractérisé par la formation d'un «Stem pitting» dans le bois des plants malades, qui se révélait extérieurement par la présence de déformations en forme d'invaginations.

Le Cristacortis peut donc être confondu soit avec la Tristeza, soit avec la Cachexie-Xyloporose, ces deux virus causant également du «Stem pitting», soit avec le Concave gum ou le Blind pocket, ces deux maladies provoquant des invaginations sur le tronc ou sur les branches des arbres affectés.

Au contraire, le Cristacortis n'a aucune ressemblance avec la Psorose écailleuse ou l'Exocortis, ces deux virus se manifestant sous la forme d'écaillage, ni avec la Frisolée ou la Panachure infectieuse qui causent un gaufrage du

feuillage accompagné ou non de panachures foliaires.

Le Stubborn provoque de nombreuses manifestations sur les arbres mais pas de «Stem pitting». Enfin l'Impietratura est bien, comme le Cristacortis, une maladie typiquement méditerranéenne, mais celle-ci induit des manifestations sur les fruits, alors que le Cristacortis n'en provoque pas sur cet organe.

Nous ne comparerons ici que les symptômes du Cristacortis et ceux des maladies qui peuvent lui ressembler.

La Tristeza.

- Similitude des symptômes de Cristacortis et de Tristeza.

La Tristeza provoque des symptômes de «Stem pitting» sur divers cultivars. C'est ainsi que le limettier (*Citrus aurantifolia* CHR. SWINGLE), le pomelo (*C. paradisi* MACFADYEN), le combava (*C. hystrix*, de CANDOLLE), certaines variétés d'orangers du Brésil, comme 'Pera' etc., peuvent présenter des symptômes de «Stem pitting» sur leur tronc ou sur leurs branches. Cette manifestation a une ressemblance avec le «Stem pitting» que nous pouvons rencontrer sur des orangers 'Tarocco' ou des tangelos 'Orlando' atteints par le Cristacortis.

Avec la Tristeza, comme avec le Cristacortis, les symptômes de «Stem pitting» sont formés par des crêtes de la face interne de l'écorce pouvant se succéder les unes après les autres, sur une ligne plus ou moins verticale, qui donnent alors au rameau un aspect cannelé.

- Différences entre les symptômes de Cristacortis et ceux de la Tristeza.

- Sensibilité des cultivars.

Certains cultivars sont sensibles aux deux maladies ; c'est le cas de l'oranger 'Pera' et du pomelo, par exemple, qui peuvent manifester aussi bien le «Stem pitting» de la Tristeza que celui du Cristacortis.

Nous pouvons également trouver des cultivars qui sont sensibles à l'un des deux «Stem pitting», mais qui ne manifestent pas le second.

Ainsi nous avons noté dans l'expérience CR. 30 que le limettier, qui est la plante indicatrice de la Tristeza, s'est montré tolérant au Cristacortis. Cette espèce n'a pas

manifesté de symptômes de Cristacortis 111 mois après son inoculation (tableau 3). Cette constatation à elle seule suffirait à démontrer que les **symptômes de Cristacortis ne sont pas provoqués** par le virus de la Tristeza.

Au contraire, le tangelo 'Orlando' qui est très sensible au Cristacortis est tolérant à la Tristeza.

Enfin, le Cristacortis a été décrit aussi bien sur des orangers 'Tarocco', par exemple, que sur de nombreux autres cultivars greffés sur bigaradier, sans que l'on puisse noter un dépérissement de ces arbres. Or les associations porte-greffe-greffon, dans lesquelles le bigaradier est utilisé, comme porte-greffe, sont sensibles à la Tristeza qui provoque la mort plus ou moins rapide de l'arbre.

L'absence de manifestations de dépérissement sur les arbres greffés sur bigaradier en présence de Cristacortis, prouve également que ce n'est pas le virus de la Tristeza qui est responsable des symptômes de cette maladie.

. Symptômes foliaires.

L'expérience CR. 30 et d'autres essais d'inoculation ont montré que le limettier ne présentait pas de symptômes d'éclaircissement des nervures (Vein clearing), (photo 1), lorsqu'il recevait des inoculums provenant de plants atteints de Cristacortis. **Le symptôme d'éclaircissement des nervures est une manifestation spécifique de Tristeza.** Son absence sur limettier, inoculé à partir de plants qui renferment le Cristacortis, prouve également que ce n'est pas le virus de la Tristeza qui est responsable des symptômes de cette maladie.

. Symptômes corticaux.

Dans le cas de la Tristeza, l'aspect cannelé des branches est souvent général, les crêtes de l'écorce étant la plupart du temps côte à côte, ce qui crée dans le bois de longues dépressions plus ou moins verticales (photo 2).

Au contraire, dans le cas du Cristacortis, les crêtes de l'écorce ont tendance à être isolées ou sont groupées en petits nombres. Les trous rencontrés dans le bois sont donc plus éparpillés que dans le cas de la Tristeza (photos 12 et 13).

En tronçant des branches au niveau des symptômes nous notons également des différences importantes entre les deux maladies.

Avec le Cristacortis, une ligne gommeuse dirigée en direction du centre du rameau est visible, à partir de l'extrémité de la crête de l'écorce. Cette présence de gomme n'est pas rencontrée dans le cas de la Tristeza.

En définitive nous voyons que de nombreuses différences peuvent être notées entre les symptômes de Cristacortis et ceux de la Tristeza :

- sensibilité différente entre les cultivars,
- symptômes foliaires différents,
- symptômes corticaux différents.

On peut donc considérer que le Cristacortis n'est pas une souche du virus de la Tristeza.

La Cachexie-Xyloporose.

- Similitude des symptômes de Cristacortis et de la Cachexie-Xyloporose.

La Cachexie-Xyloporose induit des symptômes de «Stem pitting» sur certains cultivars sensibles à la maladie comme le tangelo 'Orlando', la limette 'Douce de Palestine', la lime 'Rangpur', de nombreux mandariniers, etc.

La plupart de ces cultivars sont également sensibles au Cristacortis et en présence de cette maladie ils manifestent aussi du «Stem pitting».

Le tangelo 'Orlando' se montre très sensible à la fois à la Cachexie-Xyloporose et au Cristacortis.

- Différences entre les symptômes de Cristacortis et ceux de la Cachexie-Xyloporose.

. Aspect de l'arbre.

En présence de Cachexie-Xyloporose, les feuilles du tangelo 'Orlando' prennent souvent un aspect chlorotique, une partie de celles-ci tombent, le feuillage devient clair-semé. Les arbres sont parfois nanisés par rapport aux témoins non inoculés. Dans les cas les plus graves, on note la présence de dépressions sur la base du tronc, puis l'apparition de nécroses de l'écorce et l'écaillage de celle-ci.

Des plants de tangelo 'Orlando' qui manifestent des symptômes de Cristacortis ne paraissent pas affectés par la maladie. Leur feuillage est parfaitement normal et de couleur verte et on n'observe aucune chute anormale de feuilles. Cependant, comme nous l'avons déjà signalé (tableau 1), les arbres affectés peuvent présenter un nanisme qui est souvent plus important que celui induit par la Cachexie-Xyloporose. Les troncs des arbres manifestent des invaginations profondes en certains points, mais aucune nécrose ou écaillage de l'écorce n'est décelable.

. Sensibilité des cultivars.

Quelques cultivars sont sensibles à la fois au Cristacortis et à la Cachexie-Xyloporose. tel est le cas du tangelo, 'Orlando' par exemple.

Nous notons cependant que de nombreux autres cultivars sont sensibles au Cristacortis, alors qu'ils se montrent tolérants à la Cachexie-Xyloporose. C'est le cas de tous les orangers, des pomelos et du bigaradier par exemple.

Dans plusieurs expériences, nous avons inoculé plus de 40 cultivars, d'une part avec une souche de Cristacortis, et d'autre part avec de la Cachexie-Xyloporose, afin de vérifier leur réaction aux deux virus.

Nous donnerons comme exemple l'expérience CR. 9 qui a débuté en mai 1966.

Expérience CR. 9.

Dans cette expérience, nous avons choisi 20 arbres de cultivars différents. Sur chacun de ces arbres nous avons prélevé des yeux qui ont été multipliés sur des bigaradiers de semis âgés de dix huit mois.

- Le jour du greffage de multiplication, nous avons inoculé :
- un tiers des plants avec deux inoculum de l'oranger 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4 de la Station porteur de Cristacortis,
 - un tiers des plants avec deux inoculum de la souche pure de Cachexie-Xyloporose code 114 de Californie,
 - le dernier tiers des plants n'était pas inoculé et devait servir de témoins.

Les plants ont été cultivés en boîtes métalliques, sous cage d'isolement, jusqu'en mars 1968 date de leur plantation en plein champ dans la parcelle A3 de la Station. Douze plants de chaque cultivars ont été mis en place.

Les cultivars utilisés dans cette expérience étaient les suivants :

- six orangers ('Washington navel', 'Cadenera', 'Grosse Sanguine', 'Double fine', 'Hamlin' et 'Moro).
- trois mandariniers ('Carvalho', 'Temple' et 'King of Siam').
- un clémentinier (souche S.R.A. n°63).
- trois tangelos ('Watt', 'Sampson' et 'Sunshine').

- sept cultivars divers (Siamelo, *Citrus pectinifera*, *Citrus hystrix*, kumquat 'à fruits ronds', chinois, bergamotier et pseudogugul).

En cours d'expérimentation, le kumquat dépérit, sans doute par suite d'une mauvaise affinité avec le bigaradier porte-greffe, et il fut remplacé par le *Citrus benikojii* franc de pied. Les résultats obtenus 84 mois après l'inoculation sont consignés dans le tableau 12.

Bien qu'il soit encore trop tôt pour tirer des conclusions définitives, cette expérience nous permet déjà de confirmer que l'oranger et le bigaradier sont des espèces tolérantes à la Cachexie-Xyloporose. Au contraire ces deux espèces sont sensibles au Cristacortis.

Cinq autres expériences de ce genre ont été entreprises depuis moins longtemps. Elles ont fait appel à d'autres cultivars. Les premiers résultats enregistrés confirment ceux obtenus dans l'expérience CR. 9, à savoir que l'oranger et le bigaradier sont des espèces tolérantes à la Cachexie-Xyloporose, mais qu'elles sont sensibles au Cristacortis.

TABLEAU 12 - Sensibilité de certains cultivars au Cristacortis et à la Cachexie-Xyloporose. Résultats de l'expérience CR. 9, 84 mois après leur inoculation.

Cultivars	symptômes de Cristacortis		symptômes de Cachexie	
	sur le cultivar	sur le bigaradier	sur le cultivar	sur le bigaradier
orangers				
Washington navel	4/4 *	4/4	0/4	0/4
Cadenera	4/4	4/4	0/4	0/4
Grosse Sanguine	2/4	4/4	0/4	0/4
Double fine	4/4	4/4	0/4	0/4
Hamlin	4/4	4/4	0/4	0/4
Moro	3/4	4/4	0/4	0/4
mandariniers				
Carvalho	4/4	4/4	3/4	0/4
Temple	4/4	4/4	4/4	0/4
King of Siam	4/4	4/4	0/4	0/4
clémentinier	4/4	4/4	0/4	0/4
tangelos				
Watt	4/4	3/4	0/4	0/4
Sampson	4/4	4/4	0/4	0/4
Sunshine	4/4	2/4	3/4	0/4
siamelo	4/4	3/4	0/4	0/4
C. pectinifera	4/4	4/4	0/4	0/4
C. hystrix	0/4	3/4	1/4	0/4
C. benikojii	3/4	-	0/4	
chinois	3/4	1/4	0/4	0/4
bergamotier	0/4	4/4	0/4	0/4
pseudogugul	0/4	2/4	0/4	0/4

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

. Symptômes corticaux.

Localisation des symptômes.

Dans le cas de la Cachexie-Xyloporose, les manifestations de «Stem pitting» sont presque toujours localisées, soit au niveau du sol dans le cas de porte-greffe ou de plants de semis sensibles, soit juste au-dessus de la ligne de greffe lorsque la variété sensible est greffée sur un porte-greffe tolérant.

Au contraire, le «Stem pitting» provoqué par le Cristacortis n'est pas limité à une partie de l'arbre. Il peut aussi bien apparaître à la base du tronc, que sur les branches charpentières ou sur les rameaux. Cette caractéristique du Cristacortis rend souvent sa détection longue et difficile, puisqu'il faut examiner soigneusement l'ensemble de l'arbre, lorsqu'on ne trouve pas immédiatement les symptômes sur le tronc.

Nature des symptômes corticaux.

Le «Stem pitting» induit par la Cachexie-Xyloporose se présente sous la forme de nombreuses crêtes de l'écorce, serrées les unes contre les autres, provoquant une multitude de trous dans le bois (photo 20). Les crêtes sont souvent peu profondes (photo 21). Ce «Stem pitting» a tendance à encercler le tronc de l'arbre et il n'est souvent visible que sur une faible hauteur.

Toutes les extrémités des crêtes sont imprégnées de gomme. On note également, **symptômes caractéristiques de la Cachexie-Xyloporose**, la présence de gomme dans l'épaisseur de l'écorce au niveau des symptômes de «Stem pitting».

Sur un cultivar sensible, lorsque l'arbre est fortement atteint par la Cachexie-Xyloporose, une nécrose et un écaillage de l'écorce peuvent être visibles au niveau du «Stem pitting».

Dans le cas du Cristacortis, le «Stem pitting» n'est constitué que par une seule ou par un petit nombre de crêtes qui ont tendance à pénétrer profondément dans le bois. Nous n'avons jamais trouvé un arbre sur lequel les crêtes de Cristacortis encerclaient le tronc. Au contraire, les symptômes de Cristacortis ont tendance à être isolés ou à suivre des lignes plus ou moins verticales (photo 29).

Aucune trace de gomme n'est visible dans l'épaisseur de l'écorce des arbres atteints par le Cristacortis.

Aucun écaillage n'a été rencontré sur de tels arbres, mais nous notons la présence d'invaginations visibles de l'extérieur, **symptôme caractéristique du Cristacortis**. Ces invaginations ne provoquent pas la nécrose des tissus de l'écorce.

. Symptômes anatomiques.

Lorsqu'une coupe est effectuée dans le tronc de tangelos 'Orlando' qui manifestent des symptômes soit de Cristacortis, soit de Cachexie-Xyloporose, nous pouvons également noter des différences importantes.

En présence de Cachexie-Xyloporose, les crêtes de l'écorce ne pénètrent pas très profondément dans le bois et la gomme est localisée dans les couches superficielles du bois (photo 21).

Au contraire, comme nous l'avons déjà mentionné, les crêtes du Cristacortis sont souvent profondes et elles sont toujours prolongées, en direction du centre du rameau, par des tissus imprégnés de substances gommeuses de couleur sombre (photos 18 et 19).

. Rapidité d'apparition des symptômes.

Dans les expériences que nous avons effectuées dans le but de relever des différences de sensibilité des cultivars à la Cachexie-Xyloporose d'une part, et au Cristacortis d'autre part, nous avons noté que sur un cultivar sensible aux deux maladies, les symptômes de Cristacortis apparaissent plus rapidement que ceux de la Cachexie-Xyloporose.

Comme exemple nous donnerons les résultats enregistrés dans l'expérience CR. 5.

Expérience CR. 5.

Le protocole de cette expérience a déjà été décrit précédemment. Le tableau 13 résume les résultats obtenus sept ans après l'inoculation des arbres.

Dans cette expérience, les symptômes de Cristacortis sont apparus en treize mois sur huit des neuf plants inoculés, alors qu'il a fallu attendre pratiquement cinq ans pour que

TABLEAU 13 - Rapidité d'apparition des symptômes de Cachexie-Xyloporose, de Cristacortis et de Concave gum sur les plants de l'expérience CR. 5.

Sources d'inoculum	Nombre de plants présentant des symptômes au bout de :						
	un an	deux ans	trois ans	quatre ans	cinq ans	six ans	sept ans
Cachexie-Xyloporose (arbres A)	0/9*	0/9	0/9	1/9	9/9		
Cristacortis (arbres B)	0/9	8/9	9/9				
Concave gum (arbres B)	0/9	0/9	0/9	5/9	6/9	8/9	9/9
Concave gum (arbres D)	0/9	0/9	0/9	1/9	1/9	8/9	9/9

* - Nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

ceux de la Cachexie-Xyloporose soient décelables.

Ces résultats sont d'ailleurs conformes à ceux que nous obtenons lors de l'indexation des arbres des vergers commerciaux.

- Conclusions.

Des différences très importantes peuvent être notées entre les manifestations de Cachexie-Xyloporose et celles du Cristacortis. Elles portent notamment sur les symptômes corticaux et anatomiques, sur leur localisation, sur la gamme des hôtes et sur la rapidité d'apparition des symptômes. **Nous ne voyons donc aucune raison pour considérer que le Cristacortis soit une souche de la Cachexie-Xyloporose**, bien que le tangelo 'Orlando' soit un cultivar sensible aux deux maladies.

Le Concave gum-Blind pocket.

- Généralités.

Le Concave gum et le Blind pocket ont été longtemps considérés, par de nombreux auteurs, comme deux souches du virus de la Psorose (FAWCETT et BITANCOURT, 1943 - FAWCETT et KLOTZ, 1938, WALLACE, 1968). Actuellement, ces maladies paraissent causées par des virus différents.

On considère en général que dans le cas du Concave gum, les invaginations sont plus ou moins larges, souvent en forme de losanges. Parfois les bords des concavités sont tourmentés, ce qui donne à ces parties des manifestations des aspects de draperies (photo 22). On attribue au contraire au Blind pocket les invaginations plus étroites ou à bords plus abrupts qui donnent l'impression d'une plus grande profondeur (photos 23 et 24).

En Corse, nous avons rencontré de nombreux mandariniers 'Commun' âgés qui présentaient à la fois des symptômes de Concave gum et de Blind pocket, et sur lesquels il était extrêmement difficile de différencier les manifestations des deux maladies (VOGEL, 1961 a - VOGEL et BOVÉ, 1962). (photo 23). **Nous pensons actuellement que ces diverses invaginations sont provoquées par un seul virus**, c'est pourquoi nous les traiterons désormais ensemble sous le nom de Concave gum-Blind pocket.

- Similitude des symptômes du Cristacortis et du Concave gum-Blind pocket.

- Symptômes corticaux.

De nombreux observateurs ont longtemps confondu les symptômes corticaux du Cristacortis avec ceux du Concave gum-Blind pocket du fait de la présence, dans les deux cas, d'invaginations visibles extérieurement.

Ces invaginations se ressemblent beaucoup, principalement au début de leur apparition, lorsqu'elles ont l'aspect d'une petite boutonnière (photos 10 et 24).

Les symptômes externes de Concave gum-Blind pocket, comme ceux du Cristacortis peuvent être rencontrés sur les principales variétés commerciales d'orangers ou de mandarinières.

- Symptômes foliaires.

Le Concave gum-Blind pocket provoque, comme les autres virus du groupe de la Psorose, des symptômes foliaires considérés jusqu'ici comme typiques de ces maladies. Il s'agit des symptômes de décoloration «en tirets» et «en feuilles de chêne» (photo 3) (FAWCETT, 1933 - FAWCETT, 1939).

Or nous avons vu que tous les arbres qui présentent des symptômes corticaux de Cristacortis manifestent également les symptômes foliaires attribués à la Psorose.

- Différences entre les symptômes de Cristacortis et ceux du Concave gum-Blind pocket.

- Sensibilité des cultivars.

Les symptômes de Concave gum-Blind pocket peuvent se rencontrer sur divers cultivars, mais ce sont les orangers et les mandariniers qui paraissent les plus sensibles à la maladie sous les conditions écologiques de la Corse. Au contraire **le bigaradier est tolérant et il ne manifeste aucun symptôme** (photo 22).

Les manifestations de Cristacortis sont rencontrées très fréquemment sur bigaradier ; nous considérons cette espèce comme l'une des plus sensibles à la maladie.

Cette différence de sensibilité du bigaradier, d'une part envers le Concave gum-Blind pocket et d'autre part envers le Cristacortis, est à l'origine de la découverte de cette dernière maladie.

- Symptômes corticaux.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les symptômes externes du Concave gum-Blind pocket peuvent être facilement confondus avec ceux du Cristacortis, principalement au début de leur apparition. Cette ressemblance externe des symptômes est sans doute la cause de la découverte tardive du Cristacortis.

Lorsqu'on prélève un lambeau d'écorce au niveau des invaginations externes, on peut alors noter des différences fondamentales entre les deux maladies.

- Dans le cas **du Concave gum-Blind pocket**, l'écorce épouse les mouvements du bois mais elle conserve toujours la même épaisseur. Aucun «Stem pitting» ne peut être décelé (photo 25).

Sur de nombreux cultivars, des substances gommeuses sont trouvées entre le bois et l'écorce. Cette gomme s'écoule à l'extérieur par des fentes de l'écorce principalement au cours des périodes humides.

Au contraire, avec **le Cristacortis**, l'épaisseur de l'écorce varie considérablement puisque des crêtes sont visibles sur la face interne de celle-ci (photo 15). Ce «Stem pitting» est caractéristique du Cristacortis. Aucune substance gommeuse n'est visible à proximité du cambium, ni ne s'écoule à l'extérieur par des crevasses de l'écorce. Seules les pointes des crêtes peuvent être entourées de gomme.

La présence ou l'absence de «Stem pitting» permet donc de distinguer facilement le Cristacortis du Concave gum-



Photo 20. Symptômes de Cachexie-Xyloporose sur un tronc de tangelo 'Orlando' après enlèvement de l'écorce, cinq ans après l'inoculation. Les trous du bois sont très rapprochés les uns des autres mais ils sont peu profonds.

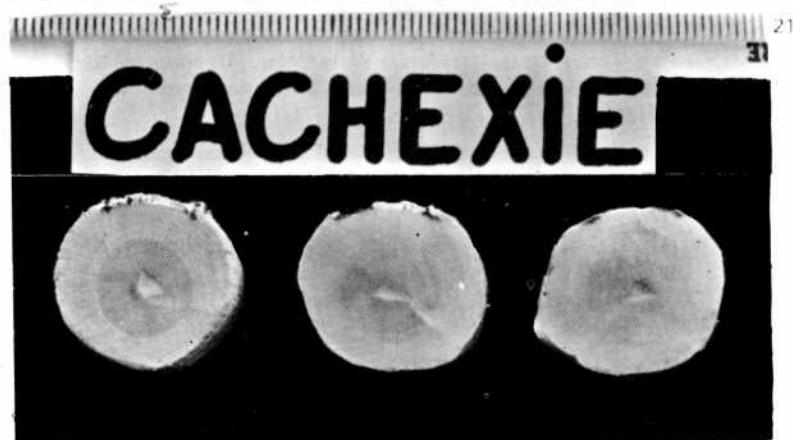


Photo 21. Coupes pratiquées dans le tronc présenté sur la photo précédente. Le Stem pitting est peu profond et la gomme est concentrée dans les couches superficielles du bois.

Photo 22. Symptômes accusés de Concave gum sur mandarinier 'Commun' greffé sur bigaradier. Les branches et le tronc sont déformés. Le bigaradier est tolérant au virus et il ne manifeste pas de symptômes.

Photo 23. Symptômes de Blind pocket et de Concave gum sur mandarinier 'Commun'. Les invaginations provoquées par le Blind pocket seraient plus étroites et plus profondes que celles induites par le Concave gum.

22



23





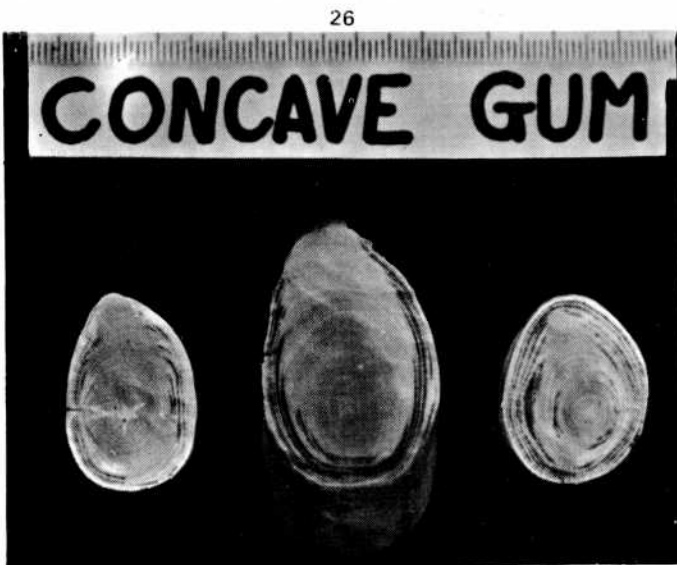
24

Photo 24. Invagination de Concave gum - Blind pocket sur oranger 'Commun' âgé de trente ans.

Photo 25. Même invagination de Concave gum - Blind pocket après enlèvement de l'écorce. La face interne de l'écorce ne présente pas de crête.



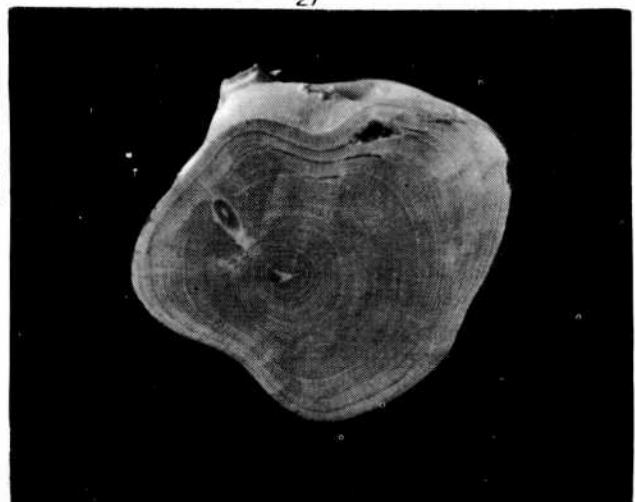
25



26

Photo 26. Coupes pratiquées dans des rameaux d'oranger 'Washington navel'. En présence de Concave gum, des dépôts de gomme disposés en cercle concentriques sont observés dans le bois.

Photo 27. Coupe dans un tronc de tangelo 'Orlando' inoculé avec une souche de Concave gum. Présence de cercles concentriques de gomme dans le bois.



27

Blind pocket (photo 30).

. Symptômes anatomiques.

Comme nous l'avons déjà mentionné, avec le Cristacortis une ligne de substances gommeuses prolonge l'extrémité de la crête en direction du centre du rameau.

Au contraire, une coupe pratiquée au niveau d'un symptôme de Concave gum-Blind pocket montre des parties de cercles plus ou moins continues et souvent concentriques de substances gommeuses à l'intérieur du bois. Ces cercles sont colorés en sombre et ils sont caractéristiques de ces maladies (photos 26 et 27).

. Souches de Cristacortis indemnes de Concave gum-Blind pocket.

Les différences entre symptômes corticaux et anatomiques du Cristacortis d'une part et du Concave gum-Blind pocket d'autre part qui viennent d'être rappelées ci-dessus, nous ont permis au cours de la prospection du verger agrumicole de Corse, de repérer des arbres atteints de Cristacortis qui ne manifestaient pas de symptômes de Concave gum-Blind pocket (VOGEL et BOVÉ, 1972).

Il s'agit en particulier de plusieurs orangers d'origine locale et de mandariniers 'Commun' cultivés dans les jardins du village de San Nicolao. Ces arbres sont âgés de plus de quarante ans et ils présentent des symptômes de Cristacortis à la fois sur la variété et sur le bigaradier porte-greffe. Malgré leur âge ces arbres ne manifestent pas de symptôme de Concave gum-Blind pocket.

Sous les conditions écologiques de la Corse, toutes les souches connues de Concave gum-Blind pocket utilisées jusqu'à présent pour inoculer des orangers ou des mandariniers ont induit des symptômes caractéristiques de la maladie moins de dix ans après l'inoculation. L'absence de manifestations de Concave gum-Blind pocket sur des arbres de quarante ans nous oblige donc à considérer que ceux-ci sont indemnes de ce virus.

Dans l'expérience CR. 12 qui a débuté en 1967, nous comparons les manifestations provoquées par des inoculum prélevés sur divers de ces arbres, ainsi que sur des arbres qui présentent soit du Concave gum-Blind pocket seul, soit à la fois du Concave gum et du Cristacortis. Pour l'instant, seuls des symptômes de cette dernière maladie sont visibles. Il faudra attendre l'apparition des manifestations de Concave gum pour vérifier les observations effectuées à San Nicolao.

Dès 1961, certains arbres âgés, principalement des orangers d'origine locale, ont été indexés pour vérifier la cause de certaines déformations qu'on avait observées sur ceux-ci. Les tangelos 'Orlando' inoculés ont manifesté des symptômes foliaires de Psorose et des déformations corticales de Cristacortis. Onze ans après l'inoculation, au moment de l'arrachage de ces arbres, aucun d'entre eux ne présentait de symptômes de Concave gum-Blind pocket. Des tangelos 'Orlando' inoculés à la même date avec des arbres candidats renfermant le Concave gum manifestaient au contraire des symptômes corticaux et anatomiques de la maladie.

Il n'est pas interdit de penser que ces orangers repérés dans diverses régions de Corse avaient la même origine que ceux de San Nicolao. Quoiqu'il en soit ces diverses observations semblent confirmer qu'il existe des arbres contaminés uniquement par le Cristacortis. Ces arbres seraient donc indemnes de Concave gum-Blind pocket.

. Rapidité d'apparition des symptômes.

Dans l'expérience CR. 5 dont les résultats sont consignés dans le tableau 13, on a noté la rapidité d'apparition des symptômes de Concave gum :

- sur les plants B, puisque l'oranger 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4 de la Station, sur lequel ont été prélevés les inoculum, renfermait à la fois le Cristacortis et le Concave gum.

- sur les plants D, sur lesquels la souche 158-62 de Concave gum de Californie avait été inoculée en plus de la Cachexie-Xyloporose et de l'Exocortis.

On observe que les symptômes de Cristacortis sont apparus en treize mois sur huit plants inoculés, alors que le Concave gum a demandé de quatre à sept ans pour commencer à se manifester sur les arbres B et D. On ne connaît aucune souche de Concave gum-Blind pocket, aussi virulente qu'elle soit, qui puisse provoquer, sous les conditions écologiques de la Corse, des symptômes en treize mois sur tangelos 'Orlando'.

Cette différence de rapidité d'apparition des symptômes de Concave gum et de Cristacortis a été observée dans toutes les expériences similaires.

Expérience CR. 29.

Des yeux d'un mandarinier 'Commun' de semis ont été greffés, en 1968, sur quarante bigaradiers de semis âgés de dix-huit mois. Immédiatement après le greffage de multiplication, les plants ont été répartis au hasard, en cinq lots de huit plants et inoculés de la façon suivante :

- premier lot : deux inoculum de Concave gum souche 158-62 de Californie
- deuxième lot : deux inoculum de Cachexie-Xyloporose souche n°114 de Californie
- troisième lot : deux inoculum de Cristacortis provenant du plant de tangelo 'Orlando' S. 21.
- quatrième lot : à la fois un inoculum de Concave gum souche n° 158-62 de Californie et un inoculum de Cachexie-Xyloporose souche n°114 de Californie.
- cinquième lot : plants témoins non inoculés.

Cette expérience avait pour but de comparer les différentes manifestations des trois maladies : Cristacortis, Concave gum et Cachexie-Xyloporose, et de noter la rapidité d'apparition des symptômes de ces maladies.

Cinq ans après l'inoculation, les huit plants inoculés avec le Cristacortis ont présenté des symptômes caractéristiques de la maladie, mais aucun symptôme ni de Concave gum, ni de Cachexie-Xyloporose, n'a pu être encore décelé.

- Conclusions.

Les différences que nous notons entre le Cristacortis et le Concave gum-Blind pocket sont importantes. Elles portent à la fois sur les symptômes corticaux et anatomiques d'une part, sur la sensibilité des cultivars et la rapidité d'apparition des symptômes d'autre part. Il paraît donc logique de considérer que le Cristacortis n'est pas une souche du virus du Concave gum-Blind pocket.

Expérience de prémunition.

Généralités.

Une plante contaminée par une souche d'un virus est en général prémunie totalement ou partiellement contre l'infection d'une autre souche plus virulente du même virus. On dit dans ce cas que l'on a affaire à un phénomène de «prémunition croisée», ou de «cross protection» pour les auteurs Anglo-Saxons. L'effet de protection serait d'autant plus prononcé que les deux souches de virus seraient plus proches l'une de l'autre (SOMMEREYNS, 1967).

Ainsi la Tristeza provoque l'apparition du «Stem pitting» sur le pomelo par exemple. Certaines souches de ce virus ne causent que des déformations légères alors que d'autres entraînent un net affaiblissement des arbres et rendent les pomelos pratiquement improductifs.

Or, si de jeunes plants de pomelos sont inoculés en premier lieu avec une souche bénigne de «Stem pitting», une souche sévère du même virus inoculée par la suite, ne provoquera pas d'effets dépressifs importants sur l'arbre (SCHWARZ, 1970).

Réciproquement, si dans une expérience nous obtenons une prémunition croisée entre deux souches de virus, nous pouvons penser que ces deux souches appartiennent vraisemblablement au même virus. C'est pourquoi nous avons entrepris les expériences suivantes :

- Expériences de prémunition avec le Cristacortis.

Pour confirmer que le Cristacortis n'était, ni une souche de Concave gum, ni une souche de Cachexie-Xyloporose,

nous avons entrepris des expériences de prémunition croisée avec ces trois maladies.

Expérience CR. 2.

En avril 1965, nous avons multiplié des yeux d'un oranger 'Tarocco' de semis sur des bigaradiers de semis âgés de vingt mois. Le jour même du greffage de multiplication, les plants ont été classés en trois catégories de quatorze plants chacune et inoculés de la façon suivante :

- premier lot : deux inoculums de Concave gum, souche n°158-62 de Californie
- deuxième lot : deux inoculums de Cachexie-Xyloporose code 114 de Californie
- troisième lot : plants témoins non inoculés.

Les plants étaient cultivés en boîtes métalliques sous cage d'isolement.

Un an après l'inoculation, huit plants sur les quatorze de chaque lot ont reçu deux inoculums d'écorce de l'oranger 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4 de la Station. Cet arbre présentait des symptômes très accusés de Cristacortis.

Tous les arbres ont été plantés en plein champ au printemps 1967 dans la parcelle B4 de la Station.

Les résultats obtenus actuellement sont consignés dans le tableau 14.

D'après les résultats obtenus dans l'expérience CR. 2, nous pouvons donc nous rendre compte que ni le Concave gum, ni la Cachexie-Xyloporose n'ont empêché l'apparition des symptômes typiques du Cristacortis. Or, les souches de Concave gum et de Cachexie-Xyloporose que nous avons utilisées dans cette expérience sont des souches sévères de ces deux virus. Si le Cristacortis était lui-même une souche de l'un d'eux, il n'aurait pas dû extérioriser ses symptômes.

Ainsi le tableau 14 montre que quatre ans après l'inoculation, quatre des six plants inoculés avec le Cristacortis manifestaient des symptômes. Ce même délai de quatre ans était également nécessaire à l'expression des symptômes de la maladie, lorsque l'inoculation est effectuée après l'infection par le Concave gum ou par la Cachexie-Xyloporose. Nous pouvons donc affirmer, que dans le cadre de cette expérience, il n'y a pas eu de prémunition, ce qui confirme que

TABLEAU 14 - Rapidité d'apparition des symptômes de Cachexie-Xyloporose, de Concave gum et de Cristacortis sur les plants de l'expérience CR. 2.

Sources d'inoculums	Nombre de plants présentant des symptômes au bout de :							
	un an	deux ans	trois ans	quatre ans	cinq ans	six ans	sept ans	huit ans
Concave gum	0/8*	0/8	0/8	0/8	0/8	1/8	1/8	1/8
Cachexie	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
Cristacortis	0/6	3/6	4/6	4/6	6/6			
Cristacortis après Concave gum	0/6	0/6	1/6	4/6	6/6			
Cristacortis après Cachexie	0/6	3/6	3/6	4/6	5/6●			
témoins non inoculés	0/8	0/8	0/8	0/8	0/3	0/8	0/8	0/8

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés

● - un arbre de ce groupe a dû être remplacé en 1970.

les virus du Concave gum et de la Cachexie-Xyloporose ne sont pas liés à celui du Cristacortis.

Les résultats de l'expérience CR. 2 confirment également la tolérance de l'oranger 'Tarocco' greffé sur bigaradier à la Cachexie-Xyloporose. Enfin, ils démontrent une fois de plus que les symptômes de Concave gum sont beaucoup plus lents à apparaître que ceux du Cristacortis.

Expérience CR. 21.

Trois plants de tangelo 'Orlando' de semis qui avaient été inoculés en 1961 avec deux inoculum de la souche pure de Cachexie-Xyloporose code 114 de Californie, et qui avaient manifesté des symptômes de la maladie en 1967, ont été réinoculés en 1968 à l'aide de cinq inoculum chacun provenant du tangelo 'Orlando' n°2 de la cage d'isolement.

Trois ans après l'inoculation les trois plants présentent des symptômes typiques de Cristacortis.

Ces résultats confirment ceux obtenus dans l'expérience CR. 2, à savoir que le Cristacortis n'est pas une souche de la Cachexie-Xyloporose.

Expérience CR. 20.

Dans cette expérience, nous avons choisi neuf plants d'orangers 'Washington navel' de la parcelle B2 de la Station. Ces arbres avaient été introduits du Maroc sous la forme de plants greffés sur bigaradier et ils avaient été plantés en 1960.

Dès 1966, certains de ces orangers présentaient des symptômes très accusés de Concave gum à la fois sur le tronc et sur les branches charpentières. La variété 'Washington navel' est très sensible au Concave gum. Elle manifeste des symptômes très marqués et ces derniers y apparaissent, la plupart du temps, beaucoup plus précocement que sur les autres cultivars.

En 1968, ces neuf orangers ont été inoculés à l'aide de cinq inoculum d'écorce provenant du tangelo 'Orlando' S. 21.

Or ces orangers 'Washington navel' ne se développent pratiquement plus. Le Concave gum semble être responsable, en partie du moins, de la stagnation de la végétation. De plus, nous présumons que la plupart de ces arbres sont également atteints par le Stubborn qui provoquerait également un arrêt de leur développement (CALAVAN, 1968).

Le ralentissement de la végétation des arbres freine l'extériorisation des manifestations de Cristacortis. De plus, nous avons pu nous rendre compte au cours des diverses expériences, que plus les arbres étaient âgés au moment de l'inoculation et plus les symptômes demandaient du temps pour apparaître. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant qu'un seul arbre, sur les neuf inoculés, ait présenté des symptômes de Cristacortis jusqu'à présent. Ce premier résultat semble cependant confirmer ceux de l'expérience CR. 2.

Expérience CR. 22.

Bien que le Cristacortis n'ait aucun trait commun avec

l'Exocortis, nous avons voulu vérifier qu'aucune prémunition croisée n'existait entre les deux virus.

Pour cela nous avons choisi cinq plants de lime 'Rangpur' de semis qui avaient été inoculés expérimentalement en 1963 avec trois souches d'Exocortis de Corse. Ces plants manifestaient des symptômes accusés d'écaillage sur les rameaux et sur les branches charpentières, et leur végétation était nettement moins vigoureuse que celle des plants témoins.

En 1968, ces cinq plants ont reçu chacun cinq inoculum d'écorce provenant du tangelo 'Orlando' n°2 de la cage d'isolement qui présentait des symptômes très accusés de Cristacortis.

Quatre ans après l'inoculation, les cinq plants de lime 'Rangpur' manifestaient déjà des symptômes typiques de Cristacortis, bien que le développement des arbres soit nettement ralenti par l'Exocortis. L'Exocortis n'induit donc aucune prémunition vis-à-vis du Cristacortis.

Recherche d'une souche pure.

Généralités.

Afin de mieux étudier les symptômes spécifiques du Cristacortis et de pouvoir les comparer avec ceux provoqués par les autres maladies à virus, nous avons essayé d'obtenir expérimentalement une souche pure du virus.

Malheureusement, la technique qui consiste à isoler, puis à purifier le virus à partir de broyats de végétal malade n'a pas pu être utilisée, le virus du Cristacortis n'ayant jamais été isolé.

Toutes les premières souches d'inoculum qui ont été indexées, en particulier les orangers 'Tarocco', se sont révélées contaminées à la fois par le Cristacortis et le Concave gum-Blind pocket, et parfois par l'Exocortis. Dans le cas du Cristacortis l'indexation est d'ailleurs insuffisante pour s'assurer qu'on est bien en présence d'une souche pure du virus. En effet, comme nous l'avons vu, les symptômes corticaux de la maladie sont liés aux symptômes foliaires dits «de Psorose». L'apparition de ces derniers sur un plant inoculé ne permet donc pas de savoir s'ils sont provoqués par le Cristacortis ou par le Concave gum-Blind pocket par exemple. Il est donc nécessaire dans ce cas d'inoculer des plants sensibles à la fois au Cristacortis et au Concave gum-Blind pocket, le tangelo 'Orlando' par exemple, et d'attendre l'apparition des symptômes corticaux pour connaître la nature des agents causaux qui ont provoqué ces manifestations.

Ces expériences d'inoculation ont été entreprises, mais leurs résultats ne peuvent être obtenus avant six à huit ans sous les conditions écologiques de la Corse. C'est pourquoi, parallèlement à celles-ci, nous avons eu recours à d'autres techniques horticoles.

Nous avons tout d'abord formulé l'hypothèse selon laquelle les trois agents infectieux présents dans les orangers 'Tarocco' (Cristacortis, Concave gum-Blind pocket et Exocortis) pouvaient demander des temps variables pour passer d'un inoculum à la plante inoculée. Aussi avons-nous imagi-

né de greffer sur des plants de semis des écussons d'écorce provenant d'un arbre contaminé, puis de retirer ces inoculums au bout d'un certain temps.

Expérience CR. 3.

Des yeux d'un oranger 'Tarocco' de semis ont été greffés en 1965 sur des bigaradiers de semis âgés de dix huit mois.

Le même jour, tous les plants étaient inoculés à l'aide de deux écussons d'écorce de l'oranger 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4. Les inoculums ont été placés de part et d'autre de l'oeil d'oranger 'Tarocco' sur la même ligne verticale que celui-ci. Rappelons que cet oranger présentait des symptômes accusés de Cristacortis, que ces feuilles manifestaient des symptômes foliaires de Psorose et qu'il avait été trouvé porteur du viroïde de l'Exocortis.

Les plants ont été alors divisés en cinq lots. Tous les inoculums des plants d'un même lot ont été enlevés au bout d'un certain temps :

- plants A : inoculums supprimés deux jours après l'inoculation
- plants B : inoculums supprimés quatre jours après l'inoculation
- plants C : inoculums supprimés huit jours après l'inoculation
- plants D : inoculums supprimés quatorze jours après l'inoculation
- plants E : inoculums non supprimés. Ils devaient servir de témoins positifs.

Cinq plants de chaque lot ont été plantés en plein champ, en 1967 dans la parcelle B4 de la Station (plants 1, 2, 3, 4 et 5 pour chaque traitement).

Les résultats obtenus dans cette expérience sont mentionnés dans les tableaux 15 et 16.

Ces résultats nous montrent que :

- des inoculums d'écorce qui ont été supprimés deux jours après l'inoculation ont été néanmoins capables de provoquer des symptômes de Cristacortis sur deux des cinq plants du traitement A : les plants A3 et A4,
- tous les plants qui ont manifesté des symptômes de Cristacortis ont également présenté des symptômes foliaires de Psorose,
- inversement, tous les plants qui ont manifesté des symptômes foliaires de Psorose présentent des symptômes de Cristacortis,
- quatre plants (A3, A4, C4 et C5) ne renferment plus l'Exocortis. Ce viroïde, qui est facilement propagé mécaniquement par les outils de taille et de greffage, semble se transmettre plus lentement que le Cristacortis par greffage d'inoculation. Cette observation confirme que le Cristacortis n'est pas lié à l'Exocortis.
- deux plants (A3 et A4) présentent des symptômes corticaux de Cristacortis, et foliaires de Psorose, mais ne manifestent pas de symptômes de Concave gum cent mois après inoculation. Sur tous les autres plants qui montrent du Cristacortis on note également des symptômes de Concave gum. Il semblerait que la suppression des inoculums deux jours après leur greffage n'ait pas permis à la souche de Concave gum renfermée dans l'oranger 'Tarocco' n°8 de contaminer les orangers inoculés. Une nouvelle expérience consacrée au Concave gum a été mise en place, afin de déterminer le temps nécessaire de contact entre les inoculums et la plante hôte pour obtenir une transmission du

TABLEAU 15 - Présence des symptômes sur les plants de l'expérience CR. 3 cent mois après l'inoculation.

Traitements	nombre de plants présentant des symptômes de :			Nombre de plants trouvés porteurs d'Exocortis par indexation
	Cristacortis	symptômes foliaires de Psorose	Concave gum	
A	2 (A3 et A4)	2 (A3 et A4)	0	0
B	1 (B2)	1 (B2)	1 (B2)	1 (B2)
C	2 (C4 et C5)	2 (C4 et C5)	2 (C4 et C5)	0
D	5 (D1, D2, D3, D4 et D5)	5 (D1, D2, D3, D4 et D5)	5 (D1, D2, D3, D4 et D5)	5 (D1, D2, D3, D4 et D5)
E	5 (E1, E2, E3, E4 et E5)	5 (E1, E2, E3, E4 et E5)	5 (E1, E2, E3, E4 et E5)	5 (E1, E2, E3, E4 et E5)

TABLEAU 16 - Rapidité d'apparition des symptômes de Cristacortis sur les arbres de l'expérience CR. 3.

Traitements	Laps de temps entre l'inoculation et l'apparition des symptômes de Cristacortis (en mois)	
	sur les premiers arbres qui ont manifesté des symptômes	sur les derniers arbres qui ont manifesté des symptômes
A	33 (A4)	38 (A3)
B	38 (B2)	-
C	38 (C4)	41 (C5)
D	14 (D3)	99 (D2)
E	14 (E2, E4, E5)	72 (E1)

virus du Concave gum.

La rapidité d'apparition des symptômes a été variable, comme le montre le tableau 16.

Il semblerait que certains arbres des traitements D et E aient manifesté des symptômes de Cristacortis plus rapidement que ceux des autres traitements. Cette plus rapide apparition des symptômes est peut-être fortuite. Proviendrait-elle de la présence de l'Exocortis dans les plants D et E ? Cette hypothèse paraît en contradiction avec les résultats obtenus par ailleurs (expérience CR. 34), aussi est-il difficile de la retenir. Une plus grande quantité de virus est-elle passée grâce à un contact plus prolongé entre l'inoculum et la plante inoculée ? Il n'est pas possible de l'affirmer pour l'instant.

Expérience CR. 25.

L'expérience CR. 3 a montré que deux jours étaient suffisants au moins dans les deux cinquièmes des cas pour que le virus du Cristacortis passe d'un inoculum à la plante inoculée. Aussi avons-nous envisagé d'entreprendre une seconde expérience de ce genre dans laquelle les inoculums seraient retirés plus précocement.

Cette expérience a débuté en 1968. Soixante six plants de tangelo 'Orlando' de semis âgés de deux ans ont été inoculés à l'aide d'un seul écusson d'écorce provenant du tangelo 'Orlando' n°2 de la cage d'isolement. Ce plant était contaminé à la fois par le Cristacortis, le Concave gum et l'Exocortis.

Les inoculums ont été retirés après :

- 6 heures pour les arbres du traitement A
- 12 heures pour les arbres du traitement B
- 24 heures pour les arbres du traitement C
- pour les plants du traitement D, les inoculums ont été glissés sous l'écorce, ligaturés, puis immédiatement déligaturés et retirés.

Les plants qui avaient été préparés sous la cage d'isolement ont été plantés en 1969 dans la parcelle A3 de la Station, à raison de douze plants pour chacun des traitements A, B et C, et de trente plants pour le traitement D.

Le tableau 17 donne les résultats enregistrés jusqu'ici.

Plus de cinq ans après l'inoculation, il semble que les résultats mentionnés dans le tableau 17 soient définitifs. En effet, les manifestations de Cristacortis sont apparues en

1971 sur les trois plants, et depuis aucun symptôme n'a été noté.

Ces résultats semblent confirmer ceux de l'expérience précédente (CR. 3), à savoir que :

- les trois plants qui ont manifesté des symptômes de Cristacortis ont également présenté des symptômes foliaires de Psorose,
- aucun des inoculums n'a pu transmettre l'Exocortis. Il semble donc qu'un contact de plus de quarante huit heures entre l'inoculum et la plante à contaminer soit nécessaire pour permettre la transmission de l'Exocortis, dans les conditions de ces deux expériences.

Par contre, il apparaît que vingt quatre heures soient suffisantes pour que des inoculums d'écorce puissent transmettre le Cristacortis au moins dans la proportion de deux douzième des plants.

Quant au seul plant D qui a manifesté des symptômes foliaires de Psorose et corticaux de Cristacortis, nous sommes obligés d'admettre qu'une très faible partie de l'inoculum, de l'ordre de quelques cellules cambiales a dû rester sous l'écorce du tangelo 'Orlando' inoculé. Il paraît en effet impensable qu'un contact de moins d'une minute entre ce plant et l'inoculum ait pu suffire à transmettre la maladie. Ces quelques cellules auraient pu transmettre le Cristacortis, mais pas l'Exocortis.

A la suite des premiers résultats de l'expérience CR. 3 qui nous avait permis de vérifier l'hypothèse selon laquelle la vitesse de transmission des virus pouvait être différente selon ceux-ci, nous avons pensé qu'une incision annulaire pouvait également permettre de séparer les trois virus présents dans les oranges 'Tarocco'.

Expérience CR. 14.

Cette expérience a débuté en 1967 sous cage d'isolement. Huit plants de bigaradiers âgés de dix huit mois ont été inoculés à l'aide d'un écusson d'écorce provenant de l'orange 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4.

- A) quatre plants étaient conservés ainsi.
- B) sur les quatre autres plants, il était pratiqué une double incision annulaire à 2 cm au-dessus et à 2 cm au-dessous de l'inoculum, avec enlèvement d'écorce sur une hauteur de 1 cm. Un manchon plastique a été placé sur les parties blessées de façon à éviter le dessèchement des plants.

Dix jours après l'inoculation, quatre morceaux d'écorce étaient prélevés sur deux plants A et sur deux plants B et

TABLEAU 17 - Présence des virus dans les plants de l'expérience CR. 25.

Traitements	nombre de plants présentant des symptômes 61 mois après l'inoculation		nombre de plants trouvés porteurs d'Exocortis par indexation
	Cristacortis	symptômes foliaires de Psorose	
A	0/12 *	0/12	0/12
B	0/12	0/12	0/12
C	2/12 (C3 et C8)	2/12 (C3 et C8)	0/12
D	1/30 (D12)	1/30 (D12)	0/30

* - Nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

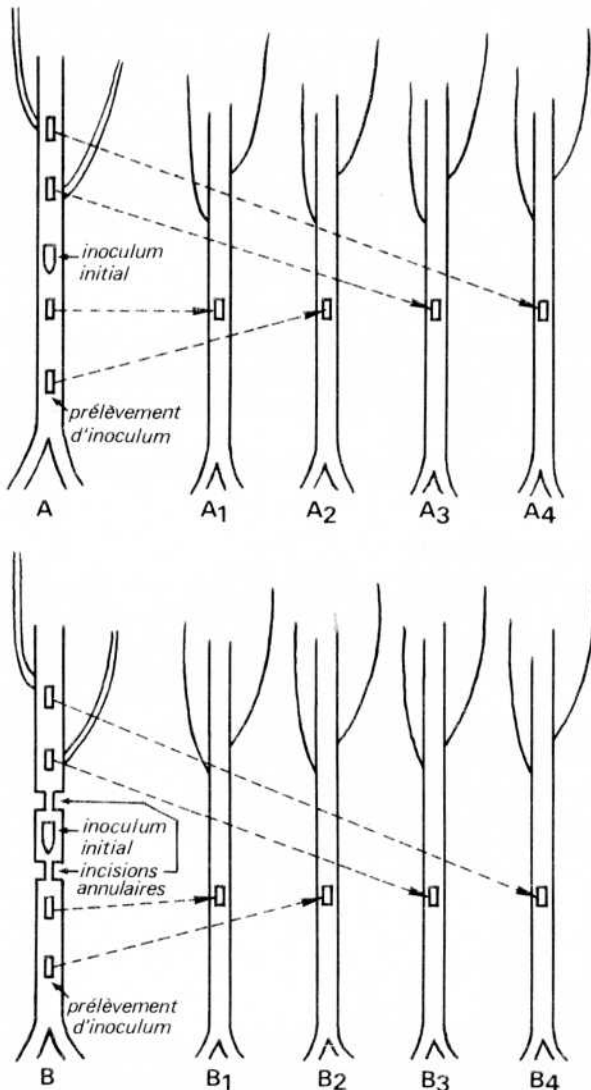
chacun de ceux-ci était greffé sur un plant de bigaradier de semis.

Sur chaque plant A et chaque plant B deux morceaux étaient pris au-dessus de l'inoculum initial et deux autres au-dessous de celui-ci et sur la même ligne verticale (figure 5).

Seize jours après l'inoculation des prélèvements d'écorce identiques étaient effectués sur les deux autres arbres A et B.

Les premiers résultats enregistrés ont montré que le virus du Cristacortis était présent, dix jours après l'inoculation, à 5 cm au-dessus et 5 cm au-dessous de l'inoculum, alors que seize jours après l'inoculation il pouvait être retrouvé à 20 cm au-dessus et 20 cm au-dessous de l'inoculum, aussi bien sur les arbres incisés que sur les autres.

figure 5 • EXPÉRIENCE CR. 14.



L'indexation de tous les plants de cette expérience est en cours, aussi n'est-il pas encore possible de savoir si nous avons pu obtenir l'élimination de certains virus grâce à la technique de l'incision annulaire.

D'après les résultats enregistrés actuellement nous serions tentés de dire que le virus du Cristacortis peut se transmettre à travers les tissus du bois. Mais nous ne pouvons pas affirmer que dix jours après l'incision annulaire (et a fortiori après seize jours) le cambium n'ait pas reconstitué une très mince couche d'écorce qui permette le passage du virus. C'est pourquoi nous avons décidé d'entreprendre une autre expérience du même genre, mais en interdisant cette fois la reconstitution de l'écorce enlevée.

Expérience V D. 3.

Cette expérience n'a été entreprise qu'en 1970 aussi n'a-t-elle pas encore donné de résultats.

Elle a beaucoup de ressemblances avec la précédente (CR. 14). Elle en diffère du fait que chaque incision a été grattée au fer rouge sur toute la hauteur de l'incision annulaire, et que ce sont des tangelos 'Orlando' qui ont été utilisés à la place des bigaradiers.

Sept et quatorze jours après l'inoculation, des morceaux d'écorce ont été prélevés au-dessus de l'inoculum sur les plants 1 à 5 et au-dessous de celui-ci sur les plants 6 à 10, et inoculés à des jeunes plants de tangelo 'Orlando' de semis.

D'après les résultats qui seront obtenus nous pourrions déterminer, d'une part si l'incision annulaire permet la séparation des différents virus contaminant les orangers 'Tarocco' et l'obtention éventuelle d'une souche pure de Cristacortis, et d'autre part si le virus du Cristacortis est capable de passer à travers les tissus du bois.

Expériences d'associations de virus.

Généralités.

En 1964, nous savions que les orangers 'Tarocco' qui manifestaient du Cristacortis renfermaient de l'Exocortis et qu'ils présentaient des symptômes foliaires de Psorose.

Nous pouvions alors imaginer que les symptômes de Cristacortis étaient provoqués par une association de plusieurs virus parmi lesquels l'Exocortis et une forme de Psorose (Psorose écaillée, Concave gum ou Blind pocket), étaient présents.

Nous savions cependant, grâce à notre programme d'indexation, qu'une souche de Psorose écaillée ou de Concave gum-Blind pocket associée à l'Exocortis, ne provoquait pas de «Stem pitting». A cette époque, le seul virus qui était reconnu capable, en dehors de la Tristeza, d'induire du «Stem pitting» était la Cachexie-Xyloporose.

On pouvait donc penser que le virus de la Cachexie-Xyloporose était associé à l'Exocortis et à une souche de Psorose dans le cas des manifestations de Cristacortis. C'est pourquoi nous avons entrepris une expérience dans le but de savoir si une association de ces trois virus pouvait provoquer des symptômes de Cristacortis.

Expérience CR. 5.

Nous avons déjà décrit le protocole de cette expérience précédemment. Rappelons simplement que des yeux d'un tangelo 'Orlando' ont été greffés sur bigaradier. Le même jour, les plants ont été inoculés, par lots de neuf plants.

- le lot A avec de la Cachexie-Xyloporose (C.X.).
- le lot B avec du Cristacortis (CR.)
- le lot C avec à la fois de la Cachexie-Xyloporose, de l'Exocortis et de la Psorose écailleuse (C.X. + E + P).
- le lot D avec à la fois de la Cachexie-Xyloporose, de l'Exocortis et du Concave gum (C.X. + E + CG).

Cette expérience a débuté en 1965 sur des plants cultivés en boîtes métalliques sous cage d'isolement. En mars 1967, les plants étaient placés en plein champ dans la parcelle B3 de la Station. Neuf des quarante cinq plants témoins étaient alors inoculés à leur tour et constituaient le lot «E». Ces plants recevaient en même temps, un inoculum de Cristacortis provenant de l'oranger 'Tarocco' n°8 de la parcelle C4 et un inoculum de la souche pure de Cachexie-Xyloporose code 114 de Californie (CR + C.X.).

L'indexation de ces plants sur cédratiers 'Etrog 60-13' et 'Arizona 861' a révélé qu'ils renfermaient tous le virus de l'Exocortis, sauf les plants du lot «A» et les témoins.

Cent mois après les premières inoculations, les résultats mentionnés au tableau 18 ont été obtenus.

Ces résultats montrent que les associations de Cachexie-Xyloporose, d'Exocortis et de Psorose écailleuse ou de Concave gum, n'ont pas reproduit les symptômes typiques de Cristacortis cent mois après leur inoculation. Au contraire, la souche de Cristacortis a provoqué des symptômes sur huit des neuf plants en treize mois et sur les neuf plants en trente-deux mois.

Ces résultats confirment ceux que nous avons obtenus à plusieurs reprises par l'indexation, à savoir que des cultivars qui renferment à la fois la Cachexie-Xyloporose, l'Exocortis et la Psorose écailleuse ou le Concave gum-Blind pocket, ne manifestent pas de symptômes de Cristacortis. Il est également possible de rencontrer des arbres qui présentent à la fois des manifestations de Cachexie-Xyloporose, de Concave gum et de Cristacortis. En Corse, c'est le cas pour une lignée de clémentinier. Les symptômes de Concave gum et de Cachexie-Xyloporose sont visibles sur la partie clémentinier

(photo 28), principalement sur le tronc et la naissance des branches charpentières, alors que ceux de Cristacortis sont concentrés sur le bigaradier porte-greffe et plus rarement sur les rameaux de clémentinier. La présence de Cachexie-Xyloporose et de Concave gum dans ces arbres ne prouve évidemment pas que les symptômes de Cristacortis sont induits par l'association des deux virus. Par inoculation, il a d'ailleurs été possible de reproduire les trois catégories de manifestations.

L'examen des résultats consignés dans le tableau 18 permet également de soupçonner des interactions entre les virus utilisés. Il semble en effet que la Cachexie-Xyloporose, inoculée seule (traitement A) ou avec le Cristacortis (traitement E) provoque des symptômes plus rapidement que lorsqu'elle est associée, soit avec l'Exocortis et la Psorose écailleuse (traitement C), soit avec l'Exocortis et le Concave gum (traitement D). Dans cette expérience, la souche californienne d'Exocortis utilisée était très virulente, beaucoup plus que celle associée à la souche de Cristacortis, et il semble qu'on puisse rendre l'Exocortis responsable du retard d'apparition des manifestations de Cachexie-Xyloporose, ce qui confirmerait les observations effectuées par SALIBE au Brésil (SALIBE, 1963).

Par contre nous pouvons noter que la Cachexie-Xyloporose inoculée en même temps que le Cristacortis (traitement E) ne ralentit pas l'expression des manifestations de ce dernier.

Essais de lutte contre le Cristacortis.

Généralités.

Nous avons entrepris des expériences dans le but d'essayer d'inactiver le virus du Cristacortis dans certaines portions du végétal et d'obtenir ainsi des yeux indemnes de cette maladie.

Deux techniques ont été utilisées : la thérapie et les rayons ultraviolets.

La thérapie.

La thérapie est pratiquement la seule méthode curative qui a été employée avec quelques succès sur les Citrus pour obtenir des plants indemnes de certains virus. C'est ainsi que GRANT et d'autres ont débarrassé des plants

TABLEAU 18 - Rapidité d'apparition des symptômes de viroses sur les plants de l'expérience CR. 5.

Traitements	Temps (en mois) nécessaire à l'apparition des symptômes de :			
	Cachexie	Cristacortis	Concave gum	Psorose écailleuse
A (C.X.)	51 (9/9)*	•	•	•
B (C.R.)	•	32 (9/9)	85 (9/9)	•
C (C.X. + E. + P)	100 (1/9)	•	•	•
D (C.X. + E. + CG)	•	•	85 (9/9)	•
E (C.R. + C.X.)	73 (5/9)	31 (9/9)	64 (9/9)	•
témoins	•	•	•	•

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

• - aucun symptôme observé cent mois après l'inoculation.



Photo 28. Tronc écorcé de clémentinier âgé de quinze ans. Symptômes corticaux à la fois de Concave gum (grandes déformations) et de Cachexie-Xyloporose (petits trous concentrés principalement dans les sillons).

de la Tristeza qu'ils renfermaient (GRANT et al., 1959 - STUBBS, 1963). Dernièrement CALAVAN et al. (1972) ont réussi, par cette méthode à inactiver plusieurs virus des agrumes (Concave gum, Panachure infectieuse, Psorose écailleuse, Tristeza, Seedling yellows, Enation des nervures et Tatter leaf), mais ils semblent avoir échoué pour l'instant avec l'Exocortis et la Cachexie-Xyloporose.

A l'époque où nous avons envisagé d'entreprendre une expérience sur la thérapie, nous savions seulement que certains virus et mycoplasmes des Citrus pouvaient être inactivés et peut-être détruits à des températures légèrement supérieures à 50 °C (SCHWARZ et GREEN, 1969). Cette technique utilisait soit des plantes entières, soit des portions plus réduites de végétal (ROISTACHER et CALAVAN, 1969).

Expérience CR. 26.

Le but de cette expérience entreprise en 1968 était de déterminer si l'écorce des baguettes-inoculum plongées un certain temps dans de l'eau maintenue à 53°C était capable ou non de transmettre le virus du Cristacortis.

Les baguettes-inoculum ont été prélevées sur le tangelo 'Orlando' n°2 de la cage d'isolement qui renfermait à la fois le Cristacortis, l'Exocortis et le Concave gum. Elles avaient un diamètre de 0,8 à 1 cm et elles étaient entièrement plongées dans l'eau puis ressuyées une demi-heure à l'air libre avant d'être utilisées.

Trois catégories d'inoculum furent employées dans cette expérience :

- A) des baguettes trempées pendant dix minutes
- B) des baguettes trempées pendant vingt quatre minutes
- C) des baguettes non traitées qui devaient servir de témoins.

Vingt plants de tangelo 'Orlando' de semis âgés de dix-huit mois ont été inoculés avec chaque catégorie de baguettes à raison d'un écusson d'écorce par plant. Tous ont été plantés en avril 1969 dans la parcelle A3 de la Station. Le tableau 19 donne les résultats enregistrés cinq ans après l'inoculation des plants.

Les vingt plants inoculés avec des écussons d'écorce trempés pendant dix minutes dans de l'eau à 53°C (traitement A) ont tous présenté des symptômes de Cristacortis. Ils ont également manifesté des symptômes foliaires de Psorose et ont tous été trouvés porteurs d'Exocortis par indexation sur cédratier 'Etrog'. Bien que les symptômes corticaux de Concave gum-Blind pocket ne soient pas encore apparus, il semble bien que ce traitement ait été sans action sur les trois virus en présence.

Au contraire avec le traitement B (trempage dans de l'eau à 53°C pendant vingt quatre minutes), aucun plant n'a manifesté des symptômes corticaux de Cristacortis ni des symptômes foliaires de Psorose. L'indexation de l'Exocortis a également été négative. Il semble, dans ces conditions, que tous les inoculum aient été détruits par la chaleur et qu'aucune transmission n'ait pu être obtenue.

D'autres expériences de ce genre devront être entreprises pour essayer d'obtenir une destruction de l'agent causal du Cristacortis, sans que les inoculum soient eux-mêmes endommagés par la chaleur. Elles seront effectuées en s'inspirant de la technique mise au point par CALAVAN et al. (1972), qui a donné d'excellents résultats pour l'inactivation de plusieurs virus des agrumes.

Les rayons ultraviolets.

Nous savons que certains virus perdent tout pouvoir infectieux lorsqu'ils sont irradiés par la lumière ultraviolette. *In vivo*, il semblerait que les rayons ultraviolets ne provoqueraient l'inactivation de l'agent pathogène qu'au niveau des cellules épidermiques.

Nous avons voulu déterminer si les rayons ultraviolets pouvaient détruire le virus du Cristacortis dans des inoculum d'écorce d'agrumes.

Expérience CR. 27.

Cette expérience a débuté en 1968. Des écussons d'écorce ont été prélevés sur des rameaux d'un an du tangelo 'Orlando' S. 21. Dès leur séparation du rameau, les inoculum ont été placés dans une gouttière de verre et recouverts de 2 à 3 mm d'eau puis exposés aux rayons d'un tube à ultraviolets. Il s'agissait d'un tube Germicidal B - G 30T8-B et les inoculum étaient placés à 5 cm de ce tube.

Deux temps d'exposition ont été choisis.

- A) pendant trente minutes
- B) pendant deux heures.

Chaque face des inoculum était soumise aux rayons la

TABLEAU 19 - Présence des virus dans les plants de l'expérience CR. 26, soixante mois après l'inoculation.

Traitements	Nombre de plants avec des symptômes de :		Nombre de plants trouvés porteurs d'Exocortis par indexation
	Cristacortis	symptômes foliaires de Psorose	
A	20/20*	20/20	20/20
B	0/20	0/20	0/20
C	20/20	20/20	20/20

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

TABLEAU 20 - Influence des rayons ultraviolets sur l'apparition des symptômes de Cristacortis sur les plants de l'expérience CR. 27.

Nature de l'inoculum	Nombre de plants présentant des symptômes soixante mois après l'inoculation	
	Cristacortis	symptômes foliaires de Psorose
inoculum soumis 30 minutes aux U.V. (traitement A)	8/9*	8/9
inoculum soumis deux heures aux U.V. (traitement B)	8/9 ●	8/9 ●
témoins (traitement C)	9/9	9/9

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés.

● - le neuvième arbre a été détruit en cours d'expérimentation et a été remplacé en 1970.

TABLEAU 21 - Rapidité d'apparition des symptômes de Cristacortis sur les plants de l'expérience CR. 27.

Nature de l'inoculum	Nombre de plants présentant des symptômes de Cristacortis au bout de :				
	un an	deux ans	trois ans	quatre ans	cinq ans
traitement A	0/9*	0/9	4/9	8/9	8/9
traitement B	0/9	0/9	7/9 ●	8/9 ●	8/9 ●
témoins	0/9	2/9	9/9		

* - nombre de plants présentant des symptômes sur le nombre de plants inoculés

● - le neuvième arbre a été détruit en cours d'expérimentation et a été remplacé en 1970.

moitié du temps choisi. Les inoculums ont été greffés sur des plants de tangelo 'Orlando' de semis âgés de dix-huit mois dès la fin de leur exposition aux rayons ultraviolets.

Des plants témoins (traitement C) ont été inoculés avec des morceaux d'écorce identiques mais qui n'ont pas été exposés à la lumière ultraviolette.

Neuf plants de chaque catégorie ont été plantés en plein champ, en 1969, dans la parcelle A3 de la Station. Les résultats obtenus dans cette expérience sont consignés dans les tableaux 20 et 21.

Les chiffres portés dans le tableau 20 montrent très nettement que les rayons ultraviolets, tels qu'ils ont été utilisés dans cette expérience, n'ont pas détruit l'agent infectieux responsable des symptômes de Cristacortis.

Si on examine les résultats concernant la rapidité d'apparition des symptômes de Cristacortis (tableau 21), on serait

tenté de penser que les rayons ultraviolets ont très légèrement retardé l'expression des manifestations. Il nous est cependant très difficile de l'admettre pour l'instant et d'autres expériences de ce genre, en utilisant des expositions plus longues aux rayons, seront nécessaires avant d'avoir une idée précise de leur influence sur l'expression des symptômes.

Les deux expériences de lutte contre l'agent causal du Cristacortis ont donc échoué, et aucun moyen de destruction du virus responsable n'est encore connu.

Dans le chapitre suivant consacré à la discussion, nous étudierons successivement :

- la nature virale du Cristacortis,
- les relations entre le Cristacortis et les autres viroses des agrumes.

à suivre