

« EXOCORTIS », UNE MALADIE A VIRUS DES AGRUMES

par J. MABANZA

I. LE PROBLEME DE L'EXOCORTIS.

A la suite des résultats obtenus en Espagne où le bigaradier (*Citrus aurantium*) était déjà, vers 1850, utilisé comme porte-greffe des agrumes, tous les pays agrumicoles se sont mis à multiplier ce porte-greffe: Afrique du Sud (1891), Australie (1851), Californie et Floride (vers 1880 environ), Brésil, Argentine et Pérou (1920).

Très tôt dans ces pays on constate que les arbres greffés déperissent.

Le bigaradier n'était pas très répandu en Afrique du Sud: la maladie avait moins d'importance dans ce pays. Par contre au Brésil, entre 1939 et 1949, 10 millions d'arbres sont morts à cause de cette maladie que l'on a appelée Tristéza. Au Pérou, en 4 ans (1948-1952) 200 000 arbres sont atteints du même dépérissement.

Les chercheurs: FAWCETT (34), MENEGHINI (67) trouvent que le dépérissement des arbres sur bigaradier est dû à un virus.

Dés lors les conditions de choix d'un porte-greffe ont quelque peu changé car les maladies à virus, maladies auxquelles on ne peut pas encore opposer des méthodes de lutte curative valables sont devenues partout le facteur dominant dans ce choix.

La Tristéza sévit actuellement en Espagne. Tous les pays du Bassin Méditerranéen qui ont presque exclusivement utilisé le bigaradier comme unique porte-greffe l'abandonnent pour d'autres tolérants à la Tristéza.

Devant cette situation, l'Algérie qui, elle aussi a utilisé le bigaradier dans les proportions de 95 % a porté son choix sur trois nouveaux porte-greffes gardant le bigaradier pour les citronniers et aussi pour les orangers dans une proportion de 25 %. La prévision des porte-greffes en Algérie est telle.

Les références notées entre parenthèses sont citées dans la thèse.

Q'en 1980, il pourra y avoir:

- 25 % Bigaradier
- 35 % Mandarinier « Cléopâtre »
- 25 % Citrange « Troyer »
- 15 % Poncirus trifoliata.

La liste n'étant pas définitive, certains autres porte-greffe pourront être essayés (C. VOLKAMERIANA et C. TAIWANICA, etc.).

Cependant le Citrange « Troyer » et le Poncirus trifoliata qui couvriront 40 % des besoins en 1980 sont très sensibles à l'Exocortis et cette maladie risque d'entraîner quelques déboires.

La résolution du problème de la Tristéza pose donc celui de l'Exocortis, puisque parmi les porte-greffe tolérants à la Tristéza le Poncirus trifoliata et le Citrange « Troyer » sont sensibles à l'Exocortis. Ces derniers peuvent donc remplacer valablement le bigaradier en Algérie, à condition de remédier à leur inconvénient majeur qui est leur grande sensibilité à l'Exocortis, une maladie à virus des agrumes.

Quant à nous Congolais, pareille étude ne peut que revêtir un vif intérêt. La Tristéza qui sévit dans beaucoup de parties du monde n'a pas non plus épargné cette région. Le Rough Lemon et le Mandarinier « Cléopâtre » qui ont remplacé le bigaradier il y a une quinzaine d'année ne résistent pour autant à la Gombose à Phytophthora. La tendance actuelle du verger congolais est d'utiliser le Poncirus trifoliata et ses hybrides, porte-greffe tolérants à la Tristéza et à la Gombose à Phytophthora. Cette étude sur l'Exocortis et le choix des porte-greffe tolérants apparaît ainsi comme de tout premier ordre pour éviter certains déboires que leur utilisation peut être en mesure d'entraîner dans ce pays.

II. EXOCORTIS INFECTION « VIRALE » DES AGRUMES.

Qu'est-ce qu'un virus?

Il existe chez les végétaux au moins 500 virus connus qui sont les agents responsables de certaines flétrissures, panachures, dégénérescences et rabougrissements. On compte actuellement environ une vingtaine de virus sur les agrumes dont les plus fréquents sont ceux de la Tristéza, de la Psorose écailleuse, de la Cachexie-Xyloporose, du Cristacortis, du Concave Gum, de l'Impietratura, etc.

Les hommes connaissent les virus depuis longtemps par les manifestations qu'ils provoquent sur les plantes (maladie de l'enroulement de la pomme de terre, mosaïque du tabac, etc.).

Le pouvoir infectieux d'un virus a été mis en évidence par MAYER (cité par BOVE: 17) en 1886 sur le virus de la mosaïque du tabac (VMT) qu'on a pu isoler et cristalliser. Le virus est donc une structure régulière. C'est BAWDEN et PIRIE (cités par BOVE: 17) qui ont découvert en 1936 que le virus était un acide nucléique entouré d'une gaine de protéine. De ce fait, le virus n'est pas une cellule car il ne possède qu'un seul type d'acide: ou

DNA, ou RNA, jamais les deux à la fois. L'acide nucléique constitue le matériel infectieux dont dépendent les propriétés génétiques du virus. La partie protidique ou capsidique ne constitue qu'un manteau de protection. L'association acide nucléique-capsidique s'appelle nucléocapsidique; c'est d'elle que dépend essentiellement la forme du virus.

Un virus a un besoin absolu de la cellule hôte car il ne possède pas de métabolisme énergétique. La reproduction du virus à RNA se fait en trois stades:

- information reçue par la cellule hôte;
- replication de l'information;
- protection de l'information dans la cellule hôte.

Le virus est donc une information nouvelle apportée à la cellule et capable de l'emporter sur les autres. On peut encore dire que le virus est un agent infectieux dépourvu d'autonomie métabolique et constitué uniquement de l'un ou de l'autre des deux acides nucléiques.

L'infection virale n'est rien d'autre que la pénétration dans une cellule d'un acide nucléique étranger à la cellule qui va modifier le métabolisme de cette dernière (BOVE: 17).

L'agent infectieux de l'Exocortis: le viroïde.

L'agent infectieux de l'Exocortis a été découvert récemment (7). Il n'est pas un virus proprement dit mais un viroïde. L'acide nucléique qui le constitue a un faible poids moléculaire (il est 10 fois plus petit que le plus petit virus connu):

poids du viroïde de l'Exocortis	:	10^5 daltons
poids du plus petit virus connu	:	10^6 daltons
poids du popsvirus (plus grand virus):		2×10^8 daltons.

L'agent infectieux de l'Exocortis n'est pas entouré d'une capsidique protidique (7, 17). D'après BOVE (17), le RNA bicaténaire ordinaire est formé de deux chaînes distinctes auxquelles sont fixées les bases A, G, C, U (A=adénine, G=guanine, C=cytosine, U=uracile). Chez le RNA de l'Exocortis, on est en présence d'un RNA bicaténaire, cependant les bases précitées sont portées par une seule chaîne. Cette particularité fait qu'il est très résistant à la chaleur et à la ribonucléase. On a pu transmettre le viroïde aux plantes herbacées (*Pétunia hybrida*: 108, 110), à certaines plantes appartenant à la

famille des composées (*Gynura aurantiaca* DC et *Gynura sarmentosa* DC: 110) et à la famille des solanacées: tomate et pomme de terre (88, 89). D'après DIENER, auteur de l'identification du viroïde (7), l'agent causal du Potato Spindle Tuber (maladie fusiforme de la pomme de terre) transmis chez les Citrus produit les symptômes d'Exocortis. Ce qui montre bien que les maladies que l'on décrit sur Agrume ne sont pas forcément limitées aux Agrumes.

Les noms et synonymes de l'agent infectieux de l'Exocortis avaient été mentionnés par CHAPOT en 1968 dans son ouvrage « Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc ». Il s'agit de:

- *Citrus exocortis* MOREIRA
- *Citrivir exocorte* FAWCETT
- *Rimocortis exocorte* KLOTZ.

En abrégé on écrit généralement CEV (*Citrus exocortis virus*).

Exocortis.

Le CEV a différentes actions sur les arbres contaminés. Ces actions s'expriment extérieurement par certaines manifestations plus ou moins visibles que nous appelons symptômes. Dans cette étude, nous nous sommes proposés d'observer, de décrire ces différentes manifestations pour essayer de comprendre les effets du CEV sur l'arbre qui l'héberge et leur incidence sur l'état végétatif et la production de ce dernier, et de tenter de voir quels sont les moyens dont peut disposer l'agrumiculteur pour lutter contre cette maladie.

C'est ainsi que nous constatons que l'Exocortis est avant tout une maladie des porte-greffe, qu'il est en général peu connu en Algérie, non pas parce qu'il n'existe pas, mais parce que sa présence se trouve masquée dans les associations tolérantes qui sont formées par les variétés commerciales et le bigaradier. Nous savons que le bigaradier est le porte-greffe qui a été presque exclusivement utilisé (95 % environ) en Algérie. Ces manifestations ne peuvent apparaître que sur les porte-greffe qui sont sensibles à l'Exocortis.

Les tests faits par PLANES en 1968 (72) en Espagne où on a utilisé aussi des porte-greffe tolérants à l'Exocortis (Bigaradier, Oranger) ont révélé l'existence de la maladie sur de nombreux arbres.

Il est à insister que l'Exocortis n'est visible par ses symptômes que si le porte-greffe, ou le greffon, ou les deux à la fois sont sensibles à l'Exocortis. Lorsque ni le porte-greffe, ni le greffon ne sont sensibles, la maladie passe inaperçue même si le CEV est présent dans l'arbre. On parle alors d'une combinaison tolérante.

Les espèces et variétés sensibles sont pour les porte-greffe:

— *Le Poncirus trifoliata*: la maladie a été décrite pour la première fois par FAWCETT et KLOTZ en 1948 en Californie (35) et par BENTON en 1949 en Australie (10). Ces auteurs ont décrit une desquamation de l'écorce et un rabougrissement plus ou moins important de l'arbre lorsque le Poncirus est atteint.

L'écaillage remonte depuis le niveau du sol jusqu'à la ligne de greffage. Lorsque le Poncirus trifoliata n'est pas greffé, les manifestations (jaunissement, crevasses dans l'écorce) apparaissent sur les jeunes rameaux. En Corse, des lignées de Poncirus trifoliata ont eu une sensibilité variable à une même souche d'Exocortis: le Poncirus « Rubidoux » a montré l'écaillage 3 ans après l'inoculation, alors que sur le Poncirus d'origine Corse, il n'est apparu que 5 ans après. Les arbres greffés sur Poncirus trifoliata présentent généralement au niveau de la ligne de greffage un goulot de bouteille dû à la mauvaise affinité dans l'association: on le trouve chez les arbres sains comme chez les arbres malades.

— *Les Citrange (Poncirus x Citrus sinensis)* sont également sensibles à l'Exocortis et présentent des symptômes d'écaillage et de nanisme. On observe aussi une sensibilité variable chez les citranges (13). En Corse, VOGEL et BOVE (104) ont montré que le citrange « Carrizo » est le moins sensible des citranges à l'Exocortis.

— *La lime « Rangpur »* dont les symptômes ont été décrits par MOREIRA au Brésil (62), la limette « Douce », la lime « Cheiri » du Sud Tunisie (48) sont aussi sensibles à la maladie.

Les variétés sensibles sont certains citronniers hybrides (85), certains cédratiers (85, 23, 24) et la lime « Tahiti ». MOREIRA (86 bis) a démontré par greffe d'inoculation sur jeunes limes « Rangpur » de semis que les symptômes du « Tahiti lime bark disease » sont bien dûs à l'Exocortis.

Nous venons de voir que les symptômes corticaux de l'Exocortis sont surtout l'écaillage, la desquamation ou le craquellement de l'écorce qui s'observent à la base du porte-greffe désorganisant ainsi le système vasculaire, la circulation de la sève, donc la nutrition de la plante.

Les symptômes foliaires sont, dans les plantations, la présence des symptômes de carences, parfois défoliation partielle. Mais les symptômes foliaires sont surtout propres à certaines limes, certains citronniers et cédratiers s'ils sont très sensibles à l'Exocortis. Pour le cédratier « Etrog » qui sert de la plante test de l'Exocortis on observe une épinnostie des feuilles du sommet, après noircissement, de la nécrose et la subérification de la nervure principale.

Les arbres atteints d'Exocortis sont souvent nanisés.

Les espèces et variétés tolérantes à l'Exocortis sont:

- le bigaradier (*C. aurantium*)
- le mandarinier (mandarinier « Cléopâtre », *C. Nobilis*, *C. Deliciosa*, *C. reticulata*)
- le citronnier (*C. Limon*)
- le Rough Lemon (*C. jambhiri*).

Il a été démontré que le CEV n'occasionne pas de symptômes visibles sur les associations tolérantes mais qu'il a une certaine influence sur leur développement (69).

Nous avons par ailleurs considéré l'incidence de toutes ces manifestations sur la production et la qualité des fruits. La production des arbres atteints d'Exocortis est réduite par rapport à celle des arbres non porteurs de CEV (56, 105). Les arbres nanisés produisent généralement peu du fait même de la réduction de la frondaison.

Du point de vue de la grosseur des fruits, les résultats obtenus par CALAVAN en 1968 (25) sur l'oranger « Valencia late » greffé sur *Poncirus* (fruits plus gros pendant les premières années) sont en contradiction avec ceux trouvés récemment par VOGEL et al. (105) sur *Poncirus* avec clémentinier (fruits moins gros).

L'Exocortis n'a pratiquement aucune influence sur la qualité des fruits.

Il existe plusieurs souches de CEV (22, 44, 84). Le nanisme et son importance, l'intensité de l'écaillage peuvent être rattachés à l'existence de ces différentes souches (les souches faibles existeraient dans les feuilles et les forts dans les racines de certains porte-greffe).

Le milieu peut avoir une action sur l'expression des symptômes (106, 111), la température aussi. Au cours de l'indexation de l'Exocortis par exemple, il faut une température d'environ de 30°C pour une meilleure apparition de symptômes. La présence de la Tristéza permet l'apparition plus rapide des premières manifestation (SALIBE 1442*). L'Exocortis retarde l'apparition des symptômes de la Cachexie-Xyloporose sur Tangelo « Orlando » (SALIBE 1556* et VOGEL en Corse). Les craquelures à la base des porte-greffe sont généralement envahies par des champignons secondaires (le *Phytophthora*) qui détruisent l'écorce interne, le cambium et parfois le bois (104).

La mort de l'arbre peut s'en suivre. Les effets du CEV sur les arbres affectés sont donc néfastes.

Nous avons ensuite considéré les différents modes de propagation de l'Exocortis. Il apparaît que l'Exocortis, comme la plupart des maladies à virus, est transmissible par le greffage: l'utilisation des greffons ou d'yeux malades pour l'obtention des nouveaux plants propage donc la maladie.

La transmission par la sève est très courante et peut-être prépondérante. Elle a été mise en évidence récemment. Elle se fait mécaniquement. C'est ainsi que l'on note le rôle joué par les outils de travail et les différentes actions mécaniques que peut subir un arbre lors des travaux culturaux (récolte, taille, greffage, surgreffage, etc.).

Le pouvoir infectieux du CEV reste pendant longtemps (8 jours) actif sur un couteau ayant servi à couper un rameau malade (ALLEN 50.148*, 43, 44, 104). Cela contribue beaucoup à la dissémination de la maladie.

On peut aussi imaginer une soudure naturelle des racines dans un verger à forte densité et la transmission par un intermédiaire (107), ce qui favoriserait la propagation du CEV. On ne connaît pas d'animaux vecteurs pour l'Exocortis. On pense que l'Exocortis ne se transmet pas par la graine, donc en réalité les jeunes plants de semis sont indemnes d'Exocortis. Ce qui revient à dire qu'il faut réellement produire des greffons indemnes d'Exocortis. Nous verrons comment les obtenir.

Comment lutter contre l'Exocortis?

Il n'existe pratiquement pas de lutte curative à apposer à l'Exocortis.

— *La greffe-pont* déjà pratiquée à Boufarik n'aboutit pas pour autant à l'élimination systématique de l'agent infectieux de l'Exocortis. Nous avons vu aussi que même sur les associations tolérantes le CEV a toujours une action néfaste sur la vitalité et le rendement de l'arbre. Il semble donc que garder de tels arbres est une entreprise assez hasardeuse.

— *La thermothérapie* n'est pas applicable à l'Exocortis (44, 78). Car le CEV est très résistant à la chaleur (17).

— *La chimiothérapie*: le CEV - RNA, est résistant à la ribonucléase et à beaucoup de stérilisants chimiques connus (43, 77, 17). La chimiothérapie sous sa forme classique n'est pas applicable au CEV (pour les mycoplasmes par exemple on procède par l'injection d'antibiotiques dans l'arbre affecté et en Afrique du Sud on lutte contre le Greening par injection de la tétracycline). On peut cependant lutter d'une façon préventive en stérilisant les outils de travail, avant d'intervenir sur un arbre, par l'eau de javel ou le mélange 2% de Formaldéhyde de Sodium qui inactivent le CEV (43, 77).

Dans l'état actuel des connaissances, la lutte préventive contre l'Exocortis semble la mieux adaptée.

— *La sélection nucellaire* pour l'obtention des plants nucellaires indemnes d'Exocortis se présente comme une possibilité qui s'offre aux chercheurs pour régénérer des lignées ou clones atteints par CEV.

— *La prémunition* en inoculant les arbres par une souche faible d'Exocortis qui va les protéger contre une attaque éventuelle par une souche forte peut être réalisée.

— *Des nouvelles techniques de régénération des vieilles lignées* comme la culture des méristèmes en milieu stérile, la culture d'organes (embryon sexué des variétés polyembryonnées, anthères, microgreffes), la culture des tissus (14) sont encore des techniques de laboratoire.

— *L'indexation* ou le réperage d'éventuels pieds-mères sains dans les plantations qui pourront fournir des greffons certifiés indemnes d'Exocortis reste la forme de lutte la plus sûre. L'indexation de l'Exocortis se fait sur Cédratier « Etrog » 60-13 ou Arizona 861 qui manifestent les symptômes d'Exocortis avec toutes les souches après une période d'incubation assez courte. Elle se fait à 30°C à l'abri des insectes, donc dans une serre.

C'est un type de travail qui revient à une station de recherches.

On peut citer d'autres formes d'indexation qui sont l'indexation colorimétrique au Phloroglucinol-H.C.I. (test ancien qui n'est plus utilisé) et l'indexation par chromatographie sur papier (dans ce dernier test les tâches d'arginine que l'on observe sur un échantillon sain disparaissent dans le cas d'un échantillon malade).

III. CONCLUSION.

La découverte du CEV a permis de connaître et de comprendre, à côté du mode de transmission de l'Exocortis par greffage, la transmission mécanique longtemps ignorée.

Les arbres affectés par l'Exocortis peuvent mourir mais généralement ils ont une production réduite et la vitalité faible, qu'il s'agisse d'arbres sensibles ou tolérants.

Nous savons aussi que le CEV est 10 fois plus petit que le petit virus connu qu'il est résistant à la ribonucléase, à la chaleur et à beaucoup de stérilisants chimiques, que son pouvoir infectieux peut rester actif pendant 8 jours sur un couteau ayant servi à couper un rameau malade. Nous savons également que de par ses propriétés la thérapie n'est pas applicable au viroïde de l'Exocortis pour son élimination systématique; par contre on peut, pour préserver certains arbres non atteints, utiliser la stérilisation des outils de travail avant chaque intervention sur ces arbres par l'eau de javel ou le mélange formaldéhyde et hydroxyde de sodium qui l'inactivent.

Le CEV existe à l'état endémique dans le verger algérien. L'Exocortis étant tout d'abord une maladie des porte-greffe, la sensibilité de ces derniers poses leur choix dans ce pays.

Il apparait absolument nécessaire pour lutter contre la Tristéza (qui sévit déjà en Espagne) de changer le bigaradier par des porte-greffe tolérants (Mandarinier « Cléopâtre », *Poncirus trifoliata* et Citrange). L'extrême sensibilité de ces deux derniers à l'Exocortis et le mode de propagation de ce dernier (par greffage et par transmission mécanique) font que pour entreprendre un tel travail il faut recourir à l'indexation pour le repérage d'éventuels pieds-mères sains qui serviront à la production de greffons certifiés indemnes d'Exocortis que l'on va fournir aux producteurs. L'indexation qui nécessite des équipements spéciaux (serre, cage, etc.) et un personnel technique qualifié ne peut être faite que par une station de recherches.

La station de Boufarik est la mieux placée aujourd'hui (car elle s'équipe actuellement d'une serre à l'indexation et d'une cage d'isolement) pour jouer un rôle éminent dans cette mission.

Les tâches de la station pourront s'étendre jusqu'à la recherche des porte-greffe tolérants à l'Exocortis à part le Mandarinier « Cléopâtre ». Je citerai le cas du citrange « Carrizo ». Il serait recommandable d'expérimenter ce dernier dans les conditions de l'Algérie.