

État actuel des recherches effectuées à la Station de recherches agrumicoles de San Giuliano (Corse) en matière de plants nucellaires

par **J. CASSIN (I. F. A. C.)**

Station de Recherches agrumicoles de Corse (I. N. R. A. — I. F. A. C.).

*ÉTAT ACTUEL DES RECHERCHES EFFECTUÉES
A LA STATION DE RECHERCHES AGRUMICOLES
DE SAN GIULIANO (CORSE)
EN MATIÈRE DE PLANTS NUCELLAIRES*

par J. CASSIN (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 22, n° 4, avril 1967, p. 183 à 188.

RÉSUMÉ. — Deux faits sont importants dans la reproduction des agrumes par graines :

1. La plupart des variétés ont des semences polyembryonnées et les embryons nucellaires reproduisent invariablement le type génétique de la plante mère.
2. À part quelques exceptions, les virus ne sont pas transmis par les graines d'agrumes.

Le programme d'obtention de sélections nucellaires de la Station de Recherches agrumicoles de Corse est exposé et les premiers résultats concernant l'étude de la mandarine Satsuma sont donnés.

Les problèmes posés par les maladies à virus des agrumes sont dans de nombreux cas en étroite relation avec la nature de la combinaison « porte-greffe — greffon » du fait des différences de sensibilité ou de tolérance à ces affections des deux parties de l'association. En conséquence, il est nécessaire de n'utiliser sur maints porte-greffe que des greffons indemnes de certaines viroses. Cette préoccupation est en rapport direct avec la sélection de lignées d'agrumes obtenues par semis qui est une des méthodes actuellement connues pour obtenir, en principe, des plants sains.

RAPPEL DE QUELQUES DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA REPRODUCTION DES AGRUMES PAR SEMIS

Les graines d'agrumes, à part quelques exceptions, se distinguent de celles de la plupart des autres végétaux par la présence de plusieurs embryons. Ces derniers sont de deux types génétiquement très différents selon qu'ils résultent de la fécondation de l'ovule ou qu'ils proviennent de cellules somatiques du nucelle, tissu maternel.

La reproduction par embryon nucellaire est une propagation végétative naturelle donnant les mêmes résultats que la multiplication végétative artificielle telle que le greffage et le bouturage qui répètent invariablement le type génétique de la plante mère.

La nature du matériel végétal obtenu à partir de l'embryon sexué est plus complexe et plus variable. Il est reconnu que la majorité des variétés d'agrumes sont hautement hétérozygotes ; cet état serait le résultat des mutations génétiques et des croisements successifs qui ont eu lieu au cours de leurs évolutions et de l'intervention de l'homme. La nature complexe de ces transformations a été préservée tant par l'embryonie nucellaire que par la propagation végétative.

Les embryons sexués autofécondés sont en général

faibles et donnent des plants qui sont ordinairement différents entre eux et avec la plante mère. On les appelle des « variants ». Certains auteurs expliquent la faiblesse de leur constitution génétique par l'assemblage homozygote de gènes récessifs se traduisant par une faible vigueur.

En autopolinisation et dans des croisements entre variétés voisines, au cours de la compétition entre les divers embryons, l'embryon sexué avorte ou son développement est nettement supplanté par celui des embryons nucellaires plus vigoureux. On considère comme une règle bien établie que la vigueur des hybrides décroît quand les parents sont génétiquement proches et augmente en proportion de leur éloignement.

Il n'y a environ que trente ans que FAWCET découvrit en étudiant la Psorose que les virus ne sont pas transmis par les graines d'agrumes. A ce sujet, généralement, on fait surtout état des lignées nucellaires, mais il est bien évident que les plants provenant d'embryons sexués, tant les « variants » que les « hybrides » sont également indemnes de virus.

Cette méthode utilisée pour éliminer les virus a eu un grand retentissement et a remis à l'honneur le plant de citrus « issu de semis », particulièrement celui d'origine nucellaire. Cependant ces dernières années, plusieurs chercheurs à la suite d'observations de quelques cas de plants de semis infectés par des virus, ont mis en évidence chez certaines variétés la transmission de viroses par la graine, ce qui impliquera de tester les lignées nucellaires sur plantes indicatrices après leur obtention.

Outre l'intérêt que présente leur état de santé, les jeunes « lignées » (c'est-à-dire la descendance des plants issus de semis) sont souvent caractérisées par une vigueur et une productivité nettement supérieures à celles des vieilles « lignées ». Cependant les plants issus d'embryons nucellaires, bien qu'ils soient de même constitution génétique que les plantes mères, s'en distinguent par certains caractères appelés « juvéniles » qui s'atténuent avec l'âge et surtout par une propagation végétative répétée.

Ces caractères de jeunesse diffèrent de nature et d'intensité suivant les espèces et les variétés étudiées. Nous signalons les principaux :

- présence d'épines ;
- port plus érigé ;
- lenteur de la mise à fruits ;
- alternance dans la production ;
- diminution du nombre de graines dans les fruits ;
- réduction de la taille des fruits ;
- dans les cas particuliers des oranges 'navel' et des

pomelos, les fruits ont une écorce plus épaisse et une texture de la pulpe moins fine que chez ceux des vieilles lignées.

Le greffage sur des porte-greffe favorisant une vigueur modérée et une mise à fruits rapide comme le *Poncirus trifoliata* et la pratique de certaines méthodes comme l'incision annulaire amènent ces lignées à fructifier plus rapidement.

L'obtention de ces jeunes clones nécessite la production de semences d'une certaine qualité. Il s'offre plusieurs possibilités. De nombreuses variétés d'agrumes produisent de fortes proportions d'embryons nucellaires alors que d'autres (clémentine, pamplemousse, mandarines 'Wiling' et 'Temple') n'en produisent aucun. Dans ce dernier cas il est pratiquement impossible de reproduire le type de la plante mère par semis, même en autofécondation, du fait de l'hétérozygotie qui doit théoriquement ne donner que des « variants » (il n'est pas exclu, malgré une très faible probabilité, que quelques-uns d'entre eux présentent un certain intérêt).

Chez les variétés polyembryonnées il est possible d'utiliser des graines résultant de pollinisations libres, on obtiendra, à côté des plants nucellaires un pourcentage plus ou moins important d'hybrides de divers parents mâles inconnus. Ce nombre d'hybrides dépendra de la variété étudiée et sera plus grand dans le cas d'un arbre élevé dans une collection où le nombre de géniteurs mâles possibles est plus grand que dans un carré homogène.

Le marquage de l'embryon sexué par la fécondation avec du pollen de *Poncirus trifoliata* est également utilisé. Cette méthode donne une grande sécurité dans la détermination de la nature nucellaire ou sexuée (plantule trifoliolée) des embryons, ce qui permet de travailler sur un nombre relativement réduit d'individus.

Enfin l'autopolinisation, obtenue dans les grands vergers homogènes ou en isolant les arbres sous des cages pour maintenir les insectes pollinisateurs à l'extérieur, permet d'obtenir des graines qui donnent un haut pourcentage de plants nucellaires du fait que les embryons sexués autofécondés sont de faible vigueur et ont peu de chances de se développer.

La mise en autopolinisation de certaines variétés peut poser des problèmes en particulier chez celles qui sont plus ou moins stériles en raison de leur faible pourcentage de pollen ou d'ovules viables ou des deux à la fois. Elles produisent souvent une majorité de fruits parthénocarpiques. Dans certains cas, la pollinisation croisée augmente le nombre de pépins ; il en est de même pour les variétés auto-incompatibles comme les tangelos 'Orlando' et 'Minneola'.

PROGRAMME DE LA STATION DE RECHERCHES AGRUMICOLES DE CORSE POUR LA SÉLECTION D'AGRUMES OBTENUS PAR SEMIS

Le programme de la Station de recherches agrumicoles de Corse pour la sélection d'agrumes obtenus par semis poursuit plusieurs objectifs dont le principal est de créer des lignées saines bien adaptées aux conditions écologiques de la Corse. En raison de la situation de cette région placée à la limite septentrionale de la zone de culture commerciale des agrumes les lignées retenues devront par priorité posséder des qualités de précocité et de résistance aux basses températures.

Comme autres objectifs dans le domaine de la sélection, la S. R. A. s'intéresse également aux variétés des autres pays du Bassin méditerranéen afin de faciliter la collaboration avec leurs stations spécialisées et elle est chargée de fournir aux stations I. F. A. C. des zones tropicales du matériel végétal sain bien adapté aux conditions climatiques locales.

La S. R. A. a utilisé jusqu'à présent des graines résultant de pollinisations libres pour obtenir à partir de variétés polyembryonnées et monoembryonnées :

- des nucellaires ;
- des hybrides ;
- des variants.

Les premiers semis ont été effectués en 1959, une partie des variétés et des jeunes plants obtenus ont

été mis en place sur leurs propres racines à des distances de plantation de 1×2 m pour réaliser une présélection.

Le programme comporte l'étude de 88 variétés comprenant 2 kumquats, 40 mandarines et hybrides de mandarines, 7 pomelos, 2 bouquetiers, 1 chinois, 1 bergamote, 26 oranges, 3 limes, 4 citrons, 2 cédrats.

Plus de la moitié de ces variétés existe déjà sous forme de plants de semis ou de semis greffés sur *Poncirus trifoliata* ou sur citrange 'Troyer'.

Au mois de mars 1966 une première tranche de 299 plants greffés a été mise en place à des distances de plantations presque normales ($5 \times 3,50$ m).

Le programme a été complété au mois d'avril 1966.

a) Par l'étude de la descendance d'une variété monoembryonnée maintenue en autopolinisation avec abeilles.

Lignées de clémentines 'ordinaire', 'wise', 'mon-réal'.

b) Par des croisements en utilisant comme principaux géniteurs :

- la clémentine ;
- la 'satsuma' ;
- la mandarine 'Ponkan' ;
- l'orange 'Hamlin'.

OBSERVATIONS SUR LA PREMIÈRE FRUCTIFICATION DE SEMIS DE MANDARINE 'SATSUMA'

Les mandarines 'Satsuma' de par leurs caractères de grande précocité et de résistance aux basses températures présentent un certain intérêt pour l'agrumiculture corse bien qu'elles soient pour le moment peu cultivées.

Cette réserve est certainement en rapport avec la réputation qu'elles ont dans plusieurs pays d'avoir peu de saveur. Cependant quand elles sont récoltées avant que leur taux d'acidité ait trop décréu elles peuvent être de bonne qualité.

Au point de vue génétique, la mandarine 'Satsuma' est polyembryonnée. Du fait de son peu de pollen et d'ovules viables, elle produit un pourcentage élevé de fruits parthénocarpiques. Cependant en pollinisation

croisée le nombre de pépins peut être notablement accru.

En Californie elle a été utilisée avec succès dans plusieurs croisements dont le plus connu est la mandarine 'Kara' ('Satsuma' ♀ × 'King' ♂) obtenue par le Dr H. B. FROST.

Les mandarines 'Satsuma' sont plus sensibles que les orangers à l'influence du porte-greffe. D'une façon générale elles donnent les plus mauvais résultats sur bigaradier et les meilleurs sur *Poncirus trifoliata*, ce qui implique l'utilisation de lignées indemnes d'Exocortis.

Sur la Station de San Giuliano, parmi 168 plants de semis âgés de 4 ans 1/2, de 3 variétés de 'satsuma' issus de graines obtenues en pollinisation libre dans

une collection, 32 ont produit cette année quelques fruits.

L'étude des caractères pomologiques des fruits et de leurs qualités internes ainsi que de la morphologie des feuilles nous a permis de mettre en évidence que 22 numéros sont d'origine nucellaire tandis que les 10 autres sont manifestement des hybrides.

Les fruits des plants nucellaires ont des caractères pomologiques très voisins, sinon identiques de ceux des vieilles lignées de satsuma. Les légères différences observées dans le poids, le diamètre, la hauteur des fruits, l'acidité un peu élevée de quelques numéros sont certainement dues aux conditions de culture des jeunes semis qui sont plantés à très forte densité (2×1 m). Entre les fruits de nucellaires d' 'Owari', 'Wase' et 'Saïgon' nous n'avons observé pour le moment que peu de différence; cependant l'épiderme des 'Saïgon' semble plus souvent piqué que celui des autres variétés.

Il est remarquable que les plants nucellaires étudiés soient peu épineux et qu'ils aient un port non érigé contrairement à certaines jeunes lignées d'autres variétés. Ils possèdent comme les satsuma les qualités importantes suivantes :

- très grande précocité ;
- aspermie ;
- pulpe tendre, fondante, intensément colorée.

Les plants hybrides ne présentent aucune amélioration du type maternel. Ils sont caractérisés par :

- un nombre de pépins élevé :

7 numéros 11 à 14 en moyenne par fruit

I	—	6	—	—
I	—	4	—	—
I	—	2	—	—

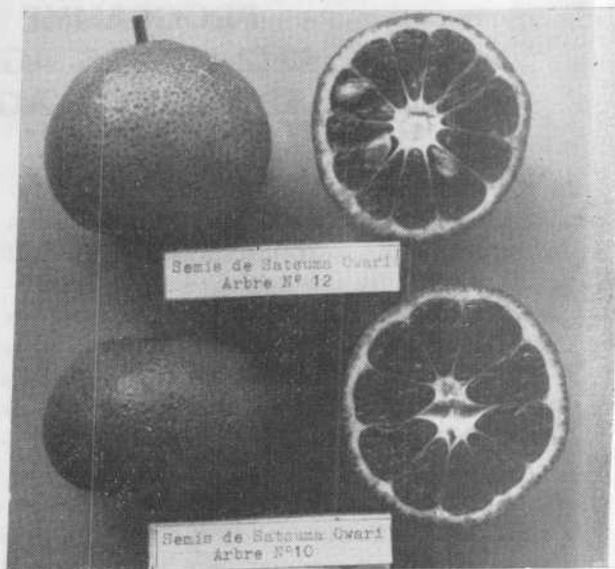


PHOTO 1. — En haut : fruit d'un plant hybride de 'Satsuma Owari'.
En bas : fruit d'un plant nucellaire de 'Satsuma Owari'.

- une époque de maturité plus tardive que chez les satsuma ;
- des fruits de petite taille.

Ils sont différents les uns des autres et vis à vis des satsuma en ce qui concerne la forme des fruits, l'adhérence de la peau, la couleur de l'épiderme, l'importance de l'axe qui est souvent réduit et plein. Certains numéros ont des pépins monoembryonnés, d'autres polyembryonnés.

Aucun de ces hybrides ne présente un intérêt quelconque.

COMMENTAIRES SUR CES PREMIERS RÉSULTATS

Ces premiers résultats sont encourageant car les quelques numéros de satsuma de semis qui ont fructifié sont prometteurs vu la qualité de leurs fruits et de leurs caractères juvéniles peu accentués. Mais il est encore trop tôt pour se prononcer sur leur valeur agromomique. La culture des plants greffés sur *Poncirus trifoliata* à des espacements normaux permet d'aborder l'étude détaillée de plusieurs caractères tels que : la vigueur, la rapidité de mise à fruit, la productivité, l'alternance... etc. ce qui demandera plusieurs années.

En ce qui concerne la précocité nous avons relevé

parmi les 22 numéros des différences entre leurs rapports E/A à la mi-novembre qui varient de 7,07 à 9,2. En raison des conditions de culture actuelles ces écarts ne sont pas significatifs. Ce problème sera étudié dans le verger de plants greffés.

Des auteurs américains ont signalé qu'il peut se produire des mutations de bourgeons chez les embryons nucellaires ; ils citent en exemple le cas d'un plant de semis d'origine asexué de satsuma produisant des fruits plus précoces et plus riches en sucre que ceux de la plante mère et de sa descendance « jeune lignée ».

TABLEAU COMPARATIF DES CARACTÈRES POMOLOGIQUES DES FRUITS

Caractères externes du fruit	Vieux clones	Nucellaires	Hybrides
	'Wase' et 'St Jean' Sélections américaines C. E. S. 1 et C. E. S. 2	'Owari' n° 3-5-10-14-16-18-19-20-25- 26-27-30-33-253 'Wase' n° 7-9-31 'Saigon' n° 8-11-17-21-34	'Owari' n° 8-12-23-34-36 'Wase' n° 13-21-26-29-36
	échantillons de 25 fruits par arbres	échantillon de 15 à 20 fruits par arbre	échantillon de 25 fruits par arbre
couleur	orangé-jaune pour les parties colorées	orangé-jaune pour les parties colorées	orange à orange-rougeâtre
surface	lisse à légèrement piquetée	lisse chez 'Owari' et 'Wase' et assez régulièrement piquetée chez 'Saigon'	très lisse à piquetée suivant les numéros
forme	aplatie aux deux pôles surtout du côté de l'apex, pas de col.	aplatie aux deux pôles surtout du côté de l'apex - pas de col.	sphérique ou subsphérique ou nettement aplatie aux deux pôles
	poids moyen 120 g (90 à 140)	poids moyen 80 g (60 à 100)	poids moyen 50 g (40 à 60) 1 numéro poids moyen 5
	diamètre moyen 70 mm (60 à 80)	diamètre moyen 57 mm (50 à 65)	diamètre moyen 44 mm (35 à 55) 1 numéro diamètre moyen 25 mm
	hauteur moyenne 49 mm (45 à 52)	hauteur moyenne (35 à 45)	hauteur moyenne 36 mm (30 à 45) 1 numéro hauteur moyenne 20 mm
	D/H moyen 1,4 (1,35 à 1,55)	D/H moyen 1,35 (1,3 à 1,45)	D/H moyen 1,2 (1,1 à 1,45)
base	arrondie à tronquée plus ou moins déprimée autour du calice - pas de col.	arrondie à tronquée plus ou moins déprimée autour du calice - pas de col.	aplatie ou arrondie ou tronquée quelque- fois présence d'un col.
apex	arrondi à plus ou moins aplati. dépression autour de la cicatrice stylaire - pas de mamelon	arrondi à plus ou moins aplati. dépression autour de la cicatrice stylaire - pas de mamelon	arrondi ou nettement aplati. présence ou non d'une dépression autour de la cicatrice stylaire
aréole	absente chez les vieux clones 'Wase' et 'St Jean' présente sur 30/100 des fruits des sélections C. E. S. 1 et 2	absente - quelquefois alignement en forme d'anneau circulaire de glandes à huile essentielle	absente ou bien marquée suivant les numéros
<u>Caractères internes du fruit</u>			
écorce	moyenne à fine peu adhérente	moyenne à fine peu adhérente	mince ou moyenne ou relativement épaisse peu adhérente à nettement adhérente
pulpe	tendre, très colorée en orange	tendre, très colorée en orange	pulpe de couleur souvent plus pâle que chez les Satsuma
axe	important - creux moyen 15 mm (12 à 17)	important - creux moyen 11 mm (9 à 14)	chez plusieurs numéros l'axe est de taille réduite et pleine moyen 7,5 mm (3 à 11)
pépins	sans pépin	sans pépin	7 numéros : 12 pépins en moyenne (11 à 14) - 3 numéros 2-4 et 6 pépins en moyenne par fruit suivant les numéros pépins monoembryonnés ou polyembryonnés
Jus pourcentage	1/2 novembre 1965 moyen 44,3 (42 à 46)	1/2 novembre 1965 moyen 49,3 (45 à 56)	1/2 novembre 1965 - 1 numéro 39,6
indice réfractométrique	moyen 9,7 (9 à 10,9)	moyen 9,5 (8,2 à 10,6)	9,5
acidité	moyenne 1,05 (1,04 à 1,08)	moyenne 1,18 (1,05 à 1,34)	1,22
E/A	moyen 9,2 (8,7 à 10)	moyen 8,05 (7,07 à 9,2)	7,8
Jus pourcentage	1/2 décembre 1965	1/2 décembre 1965 moyen 45,4 (38,5 à 50,6)	1/2 décembre 1965 - 3 numéros moyen 39 (35 à 45)
indice réfractométrique		moyen 9,6 (9 à 9,5)	moyen 11 (10,4 à 12)
acidité		moyenne 0,93 (0,8 à 1,06)	moyenne 1,77 (1,27 à 2,70)
E/A		moyen 10,3 (9,4 à 11,9)	moyen 6,2 (3,9 à 12)
Jus pourcentage			1/2 janvier 1965 - 1 numéro 35
indice réfractométrique			11,1
acidité			2,84
E/A			3,91
Jus pourcentage			1/2 mars 1965 - 1 numéro 21,5
indice réfractométrique			12,2
acidité			1,49
E/A			8,2

Le nombre relativement important d'hybrides trouvés parmi nos plants de semis de satsuma illustre notre opinion selon laquelle il serait préférable, en particulier pour les variétés cultivées en collection, d'obtenir les graines en autopolinisation (ou par marquage de l'embryon sexué en utilisant du pollen de *Poncirus trifoliata*).

L'obtention d'hybrides doit faire l'objet d'un programme spécial dans lequel ne seront envisagés que des croisements dirigés en choisissant avec soins les géniteurs pour certains de leurs caractères qu'il serait intéressant d'essayer de transmettre à des hybrides.

La clémentine par sa nature monoembryonnée sexuée est un géniteur femelle de choix.

BIBLIOGRAPHIE

- ADRIANCE, G. W. — Citrus trees from nucellar seedlings. 1960, *Journal of the Rio Grande valley horticultural society*.
- CAMERON, J. W., SOOST, R. K. and FROST, H. B. — The horticultural significance of nucellar embryony in citrus. 1959 *citrus virus diseases*. Univ. Calif. Div. Agri. Sci. Berkeley.
- FROST, H. B. — Seed reproduction : development of gametes and embryos-genetics and breeding. 1948 *The citrus industry*. Univ. Calif. Berkeley.

- FROST, H. B., CAMERON, J. W., SOOST, R. K. — Diversity among nucellar seedling line of satsuma mandarin and differences from the parental old line. 1957, *Hilgardia*.
- PARLEVLIET, J. E., CAMERON, J. W. — Evidence on the inheritance of nucellar embryony in citrus. *American society for horticultural science*.
- WEBBER H. J. — Cultivated varieties of citrus. 1948, *The Citrus industry* Univ. Calif. Berkeley.

PUBLICATION DE L'INSTITUT FRANÇAIS
DE RECHERCHES FRUITIÈRES OUTRE-MER (IFAC)

MALADIES A VIRUS DES AGRUMES

Bibliographie établie par

l'Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC)

Sous les auspices de

l'Organisation internationale des Virologistes des Agrumes (IOCV)

- I. Analyses des publications de 1926 à 1962 **Prix 50 F**
 II. Analyses des publications de 1963 à 1966 **Prix 25 F**

I.F.A.C., 6, rue du Général-Clergerie, Paris, 16°