

Contribution à l'étude des porte-greffe des agrumes : le *Poncirus trifoliata*.

1^{ère} Partie : Etude des caractères botaniques.

C. JACQUEMOND et L. BLONDEL *

avec la collaboration technique de Felicité et D. VITTORI *

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PORTE-GREFFE DES
AGRUMES : LE *PONCIRUS TRIFOLIATA*.
1^{ère} Partie : Etude des caractères botaniques.

C. JACQUEMOND et L. BLONDEL

Fruits, Mai 1986, vol. 41, n° 5, p. 303-339.

RESUME - En Corse, le *Poncirus trifoliata* se révèle être un des porte-greffe d'avenir pour le clémentinier.

En approfondissant les travaux de sélection du genre *Poncirus*, celui-ci semble plus complexe qu'on ne l'imaginait à l'origine.

Dans les articles suivants, 39 origines de *Poncirus trifoliata*, disponibles à la S.R.A. de Corse, sont étudiés dans le but de mieux les caractériser : étude des caractères botaniques et biologiques, étude du comportement en pépinière et en plein champ.

Des critères de classification sont proposés.

La première partie traite de la morphologie des fleurs et des feuilles, ainsi que de la pomologie des fruits.

La revue est heureuse de présenter le travail suivant, qui reprend le D.E.S.S. soutenu par C. JACQUEMOND à l'U.S.T.L. de Montpellier en novembre 1984. Celui-ci a pu valoriser, avec l'appui de l'équipe des chercheurs de la S.R.A. de San Giuliano en Corse et de P. VILLEMUR de l'E.N.S.A. de Montpellier, des travaux conduits sous la direction et avec L. BLONDEL, que ce dernier n'a pu achever (). Cette étude constitue un apport important à la connaissance d'un facteur prépondérant dans la réussite en agrumiculture : celui du choix du porte-greffe. Elle constitue, en outre, l'illustration et l'aboutissement d'une collaboration aussi étroite que suivie entre l'I.N.R.A., l'Université de Montpellier et l'I.R.F.A. La parution sera assurée en trois parties.*

La Rédaction.

INTRODUCTION

Généralités sur les agrumes.

- Origine, diffusion, répartition.

On préfère employer le terme «Agrumes» pour désigner les espèces utilitaires des genres *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus*, plutôt que celui de «Citrus» qui peut porter à confusion du fait qu'il est aussi utilisé pour définir un genre botanique.

Les agrumes sont originaires du Sud-est asiatique. Selon TANAKA (in PRALORAN, 1971) le centre principal serait centré sur l'Assam et le Nord de la Birmanie. La majorité des 15 espèces primaires qu'il a définies seraient originaires de cette région. A partir de ce centre la dispersion se serait effectuée vers l'Est de l'Inde, l'archipel malais, et les provinces de Chine du Sud (figure 1).

La diffusion des agrumes dans le reste du monde s'est faite très lentement. Alors que l'on a retrouvé en Chine des écrits donnant des renseignements sur les agrumes pour une période comprise entre 2 400 et 800 ans avant J.C., les

* - L. JACQUEMOND, Station de Recherches agronomiques INRA-IRFA - San Giuliano - 20230 SAN NICOLAIO (Corse).
L. BLONDEL, initiateur de ce travail, est décédé en mai 1982.

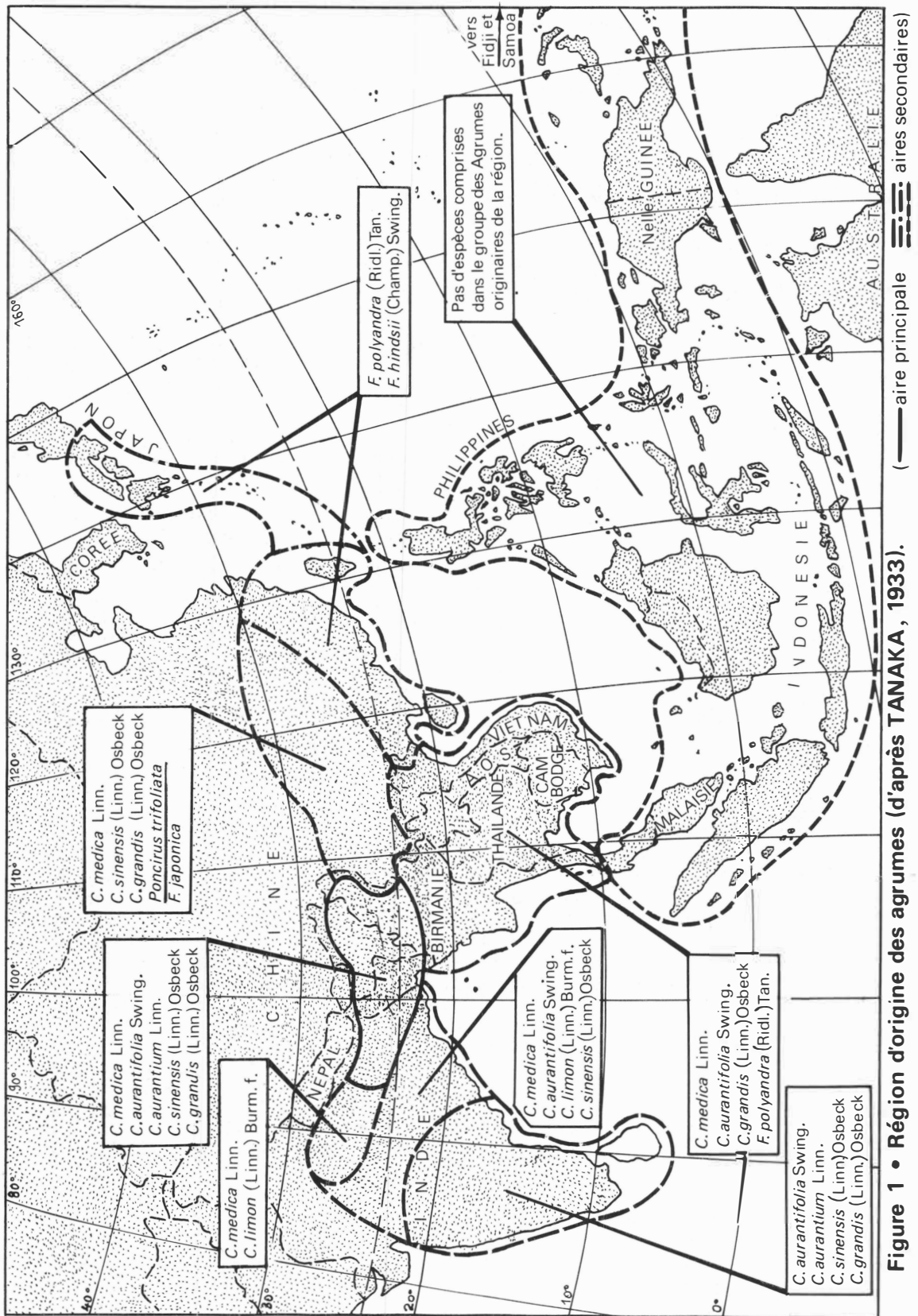


Figure 1 • Région d'origine des agrumes (d'après TANAKA, 1933).

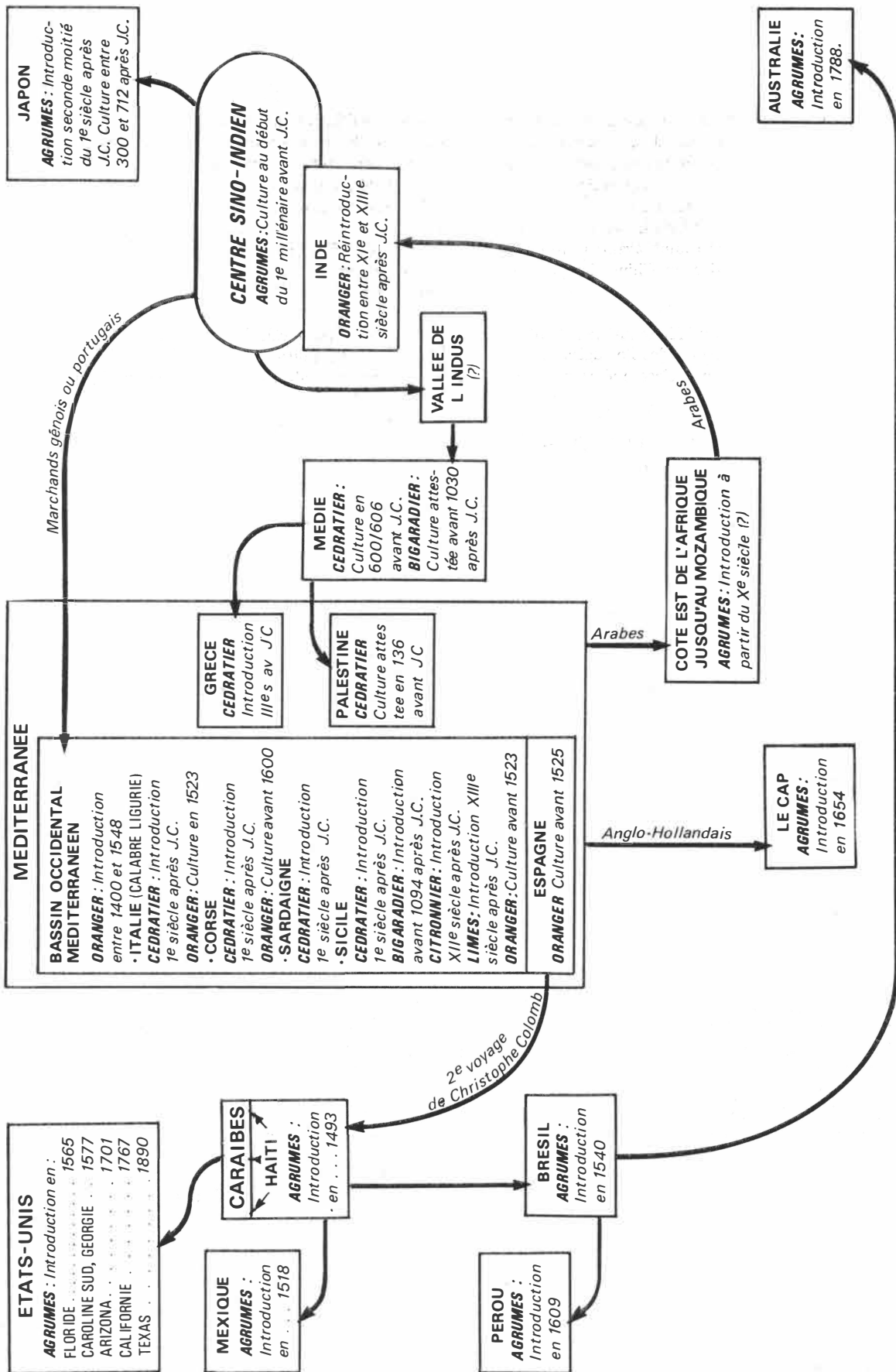


Figure 2 • Diffusion des agrumes dans le monde (d'après PRALORAN, 1971).

premières références (Theophrastus) en Europe concernent le cédratier en date de 310 ans avant J.C. En effet, selon THEOPHRASTUS cette espèce était la seule des agrumes connue à cette époque en Europe. Le bigaradier, (*Citrus aurantium*), le citronnier (*Citrus limon*), l'oranger (*Citrus sinensis*) auraient atteint l'Europe bien plus tard. Il semble que ce dernier n'ait pas été introduit avant 1 400 ans après J.C., alors qu'il était cultivé en Chine déjà depuis plusieurs siècles.

Par la suite, les agrumes se sont répandus dans tout le Bassin méditerranéen sous l'influence des Portugais. De là, la diffusion dans le reste du monde s'est opérée par trois voies (figure 2) :

- Vers l'Afrique de l'Est par les Arabes, à partir du XIème siècle,
- En Amérique centrale grâce à Christophe COLOMB (1493),
- Au Cap par les Anglo-Hollandais (1654).

L'extension des agrumes dans le nouveau monde se fait à partir des Caraïbes (16ème siècle), et c'est bien plus tard que l'Australie reçoit ses premiers agrumes du Brésil (1788).

● Aire agrumicole.

Il est remarquable de constater l'étendue de l'aire agrumicole moderne ainsi que la variété des climats sous lesquels sont cultivés les agrumes. L'aire de culture des agrumes forme une ceinture autour de la terre entre l'équateur et les parallèles 40° Nord et Sud. Plus de 60 p. 100 des agrumes sont cultivés entre le 40° et le 30° de latitude Nord et entre le 40° et le 30° de latitude Sud, où les conditions climatiques sont très différentes de celles d'origine des agrumes.

Les conditions climatiques ont une influence non seulement sur le comportement des arbres, mais aussi sur la qualité des fruits : coloration, acidité ... Ces conditions ont été déterminantes dans le choix des espèces d'agrumes cultivées dans les différentes régions.

Selon CASSIN (1983), l'aire de culture des agrumes peut se diviser en trois zones avec des vocations agrumicoles différentes :

- La zone intertropicale (de l'Equateur aux latitudes 22-23° N et S) où l'amplitude thermique annuelle est faible, c'est l'alternance des saisons sèches et humides qui est responsable du rythme de végétation des agrumes. Les oranges et mandarines de «qualité tropicale» (coloration mauvaise, acidité faible) sont destinées à la consommation locale. Par contre les pomelos et les limes sont de bonne qualité.

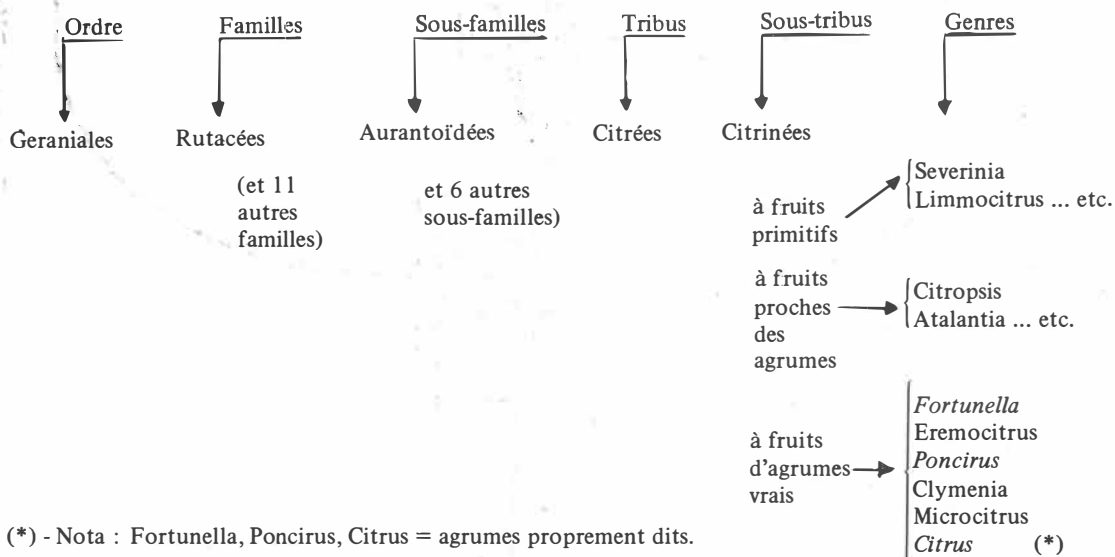
- La zone semi-tropicale (latitude 22-23° à 28-29° N et S) : l'été est chaud et humide, l'hiver sec et plus froid. Ce climat est favorable à la production d'oranges pour l'industrie, de pomelos et de limes de qualité supérieure pour la consommation en frais et l'industrie.

- Les zones comprises entre les latitudes 30° et 40° Nord et Sud. Dans ces régions l'été est chaud et sec et l'hiver froid et humide. Ces régions produisent des oranges et des mandarines de très bonne qualité.

● Taxonomie.

La systématique des agrumes est complexe en raison des nombreuses hybridations naturelles ou artificielles qui ont eu lieu, et elle a été à l'origine de nombreuses controverses entre les taxonomistes.

La position taxonomique des agrumes est la suivante :



(*) - Nota : Fortunella, Poncirus, Citrus = agrumes proprement dits.

«Les agrumes» proprement dits comprennent trois genres : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*. Le genre *Fortunella* a été créé en 1915 par SWINGLE pour désigner les kumquats (ROBERT, 1947). Il ressemble au genre *Citrus* par son aspect général. Il ne comprend que peu d'espèces : deux ou quatre selon les auteurs, dont *F. japonica* et *F. margarita* avec quelques variétés commerciales.

Il existe deux systèmes principaux de classification pour le genre *Citrus*. Celui de SWINGLE qui ne comprend que 16 espèces et celui de TANAKA, beaucoup plus précis avec 156 espèces. La classification de TANAKA est la plus utilisée dans le monde agrumicole.

Le genre *Poncirus* monospécifique, a longtemps été inclus dans le genre *Citrus* mais depuis RAFFINESQUE (1838) il en a été séparé. Le nom de *Poncirus* vient du provençal Pomsiri, déformation de Pomme de Syrie, ancienne appellation du cédrat (Les agrumes au Maroc, 1968).

Nous nous attarderons davantage sur la description de ce genre puisqu'il est l'objet de cette étude.

Généralités sur l'espèce *Poncirus trifoliata* RAFF.

La première publication connue sur le *Poncirus trifoliata* se trouve dans un traité d'agrumiculture chinoise datant de 1108 avant J.C., le «CHENG LEI PEN TS'AO». Le *Poncirus trifoliata* est décrit et illustré sous le nom de «KOU CHOU» (ROBERT, 1947). Il semble que la première référence sur le *Poncirus trifoliata* dans la littérature occidentale date de 1712. En effet HUME (1957) signale que la description de KAEMPFER dans «*Amoenitatum Exoticarum*» de l'espèce «*Karatats banna*» est sans aucun doute celle de *Poncirus trifoliata*. Cet auteur précise que LINNE s'appuyant sur cette description, donne le nom latin de *Citrus trifoliata* à cet arbre dans la seconde édition de «*Species Plantarum*» en 1763.

RAFFINESQUE en 1838 en fit un genre spécial, le genre *Poncirus* qui ne renferme qu'une seule espèce : le *Poncirus trifoliata* RAFF (Figures 3 et 4).

Dans la littérature agrumicole il est aussi désigné par les termes suivants :

- *Citrus trifolia* Th.
- *Citrus triptera*.
- *Pseudoegle sepiaria* (D.C.).
- *Limonia trichcarpa* Hance.
- *Limonia trichcarpa* Hance (BLONDEL, 1959).

GUILLAUMIN en 1917 donne la description suivante :

... «Le *Poncirus trifoliata* est un petit arbre, souvent buissonnant, couvert d'énormes épines, droites, acérées, atteignant jusqu'à 4 cm. Les feuilles sont trifoliolées, caduques,

assez variables quant à la taille et à pétiole ailé. A l'automne les feuilles prennent, avant de tomber, une teinte jaune citron avec nervures rouges. Avant l'apparition des feuilles se montrent les fleurs, énormes, blanc pur, à étamines soudées en faisceaux et à ovaire velu, groupées en fascicules axillaires ...».

Le *Poncirus trifoliata* est la seule espèce parmi les agrumes à feuilles caduques et trifoliolées. Le caractère trifoliolé serait probablement un caractère hérité des plantes ancestrales. Il semble que le *Poncirus trifoliata* dérive d'un type primitif tropical ou subtropical qui se serait dispersé vers le Nord de l'Asie lorsque le climat était plus chaud.

En raison du changement de climat et d'une adaptation nécessaire au froid, son feuillage aurait acquis le caractère caduque (ZIEGLER et WOLFE, 1975). Ainsi pendant l'hiver, le *Poncirus* ayant perdu son feuillage, entre en repos végétatif, et peut résister jusqu'à des températures de -30°C (BLONDEL, communication personnelle). PRALORAN (1971) complète la description de *P. trifoliata* en termes suivants : «Les boutons floraux subglobuleux, apparaissent sur le bois de l'année précédente. Fleurs solitaires, presque sessiles, pentamères (rarement tétra ou hexamères). Sépales petits (8 à 10 x 3 à 4 mm) presque libres, ovales, cuculiformes, persistants. Pétales de 18 à 30 x 8 à 15 mm, blancs, plats à complet épanouissement, subspatulés. Etamines nombreuses (de 20 à plus de 60) à filets libres, de longueur inégale, minces et s'aminçant progressivement vers les anthères. Ovaire subglobuleux de 2 mm de diamètre, pubescent, à 6 à 8 loges (généralement 7) contenant de nombreux ovules disposés sur 2 rangs ; style court (1 à 1,5 mm de long) se terminant par un stigmate assez large, subclaviforme».

Les fruits de 3 à 5 cm de diamètre sont presque sessiles, globuleux, ovoïdes ou légèrement pubescents. Ils contiennent un glucoside voisin de l'hesperidine, la ponciridine, qui ne se trouve pas dans les fruits du genre *Citrus* (WEBBER et BATCHELOR, 1948). PENZIG (1887) montre que la pulpe contient de nombreuses inclusions d'huile essentielle qui rendent le fruit impropre à la consommation.

Les graines de forme ovoïde sont nombreuses, jusqu'à 50 par fruit. Le *Poncirus trifoliata* comme la majorité des agrumes est polyembryonné. D'après CHAPOT (1953) on compte en moyenne 2 à 3 embryons avec un maximum de 7-8. Cependant NISHIURA, IWAMASA et UENO ont observé pour la première fois en 1974, des arbres monoembryonnés. Ils étaient caractérisés par des petits fruits et des caractères morphologiques très hétérogènes.

Parmi ces embryons un seul est issu de la reproduction sexuée, les autres proviennent d'une bourgeonnement du nucelle, tissu maternel diploïde, et permettent donc une reproduction fidèle du pied mère par semis. Selon WEBBER (1948) on obtiendrait au moins 70 p. 100 de plants nucellaires. Certains auteurs estiment que l'absence de fusion des

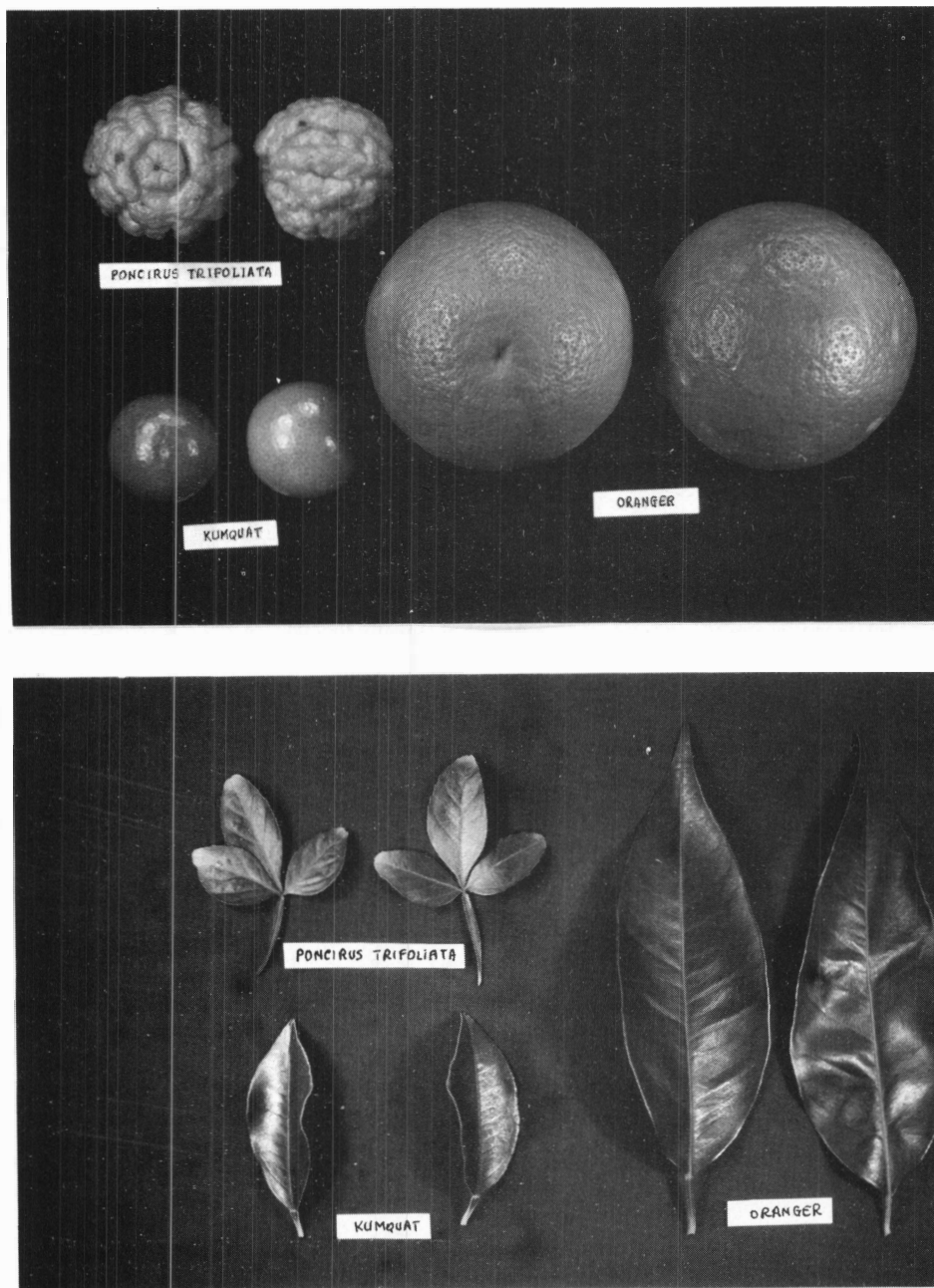


Figure 3 - Fruits et feuilles des genres *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*.

gamètes empêcherait le développement de l'albumen et par suite des embryons nucléaires (PY, 1951).

Toutes les formes de *Poncirus* comme d'ailleurs celles des *Citrus* sont diploïdes $2n = 18$. Cependant, on observe parfois des formes tétraploïdes. D'après SOOST et CAMERON (1969) les feuilles de tétraploïdes sont plus épaisses que celles des diploïdes, les rendements de ces arbres sont faibles et la qualité des fruits médiocre pour la partie

greffée.

Ces arbres utilisés comme porte-greffe donnent des résultats assez variables.

L'origine de ces formes tétraploïdes est mal connue, on les rencontre dans la proportion de 3 à 5 p. 100 (WEBBER et BATCHELOR, 1948).



Figure 4 - Arbre de *Poncirus trifoliata* en floraison.

TUBERIDZE (1969) a décrit trois types de formes tétraploïdes de *Poncirus*, leurs caractéristiques botaniques sont assez différentes mais cet auteur confirme leur effet nanisant sur le greffon.

TUBERIDZE et KERKADZE (1971) ont montré que les plants tétraploïdes étaient caractérisés par une période végétative plus courte que les diploïdes et par un degré de polyembryonie moins élevé. Ils citent les observations de MAMPORIA sur l'utilisation des tétraploïdes en tant que porte-greffe, l'affaiblissement du greffon aboutit au nanisme, sans lien avec la résistance au froid.

Par ailleurs, il faut rappeler que les agrumes se caractérisent par de grandes possibilités d'hybridation interspécifiques ou intergénétiques. Ainsi le *Poncirus trifoliata* croisé avec plusieurs espèces de *Citrus* a donné de nombreux hybrides (figure 3). Certains se révèlent intéressants comme porte-greffe, citons les Citranges 'Troyer' et 'Carrizo' (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*) et les Citrumelo (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*) (figures 5 et 6).

Présentation de l'étude réalisée à San Giuliano.

Pour mieux comprendre ce qui a motivé la mise en place de la collection et les études qui ont suivi à la Station de Recherches agronomiques de San Giuliano, il est nécessaire de rappeler quelques étapes de l'agrumiculture.

Ce n'est que vers le milieu du siècle dernier que l'utilisation de porte-greffe s'est généralisée en agrumiculture suite aux dégâts provoqués par la gommose à *Phytophtho-*

ra sur les agrumes franc-de-pied.

L'usage du bigaradier (*Citrus aurantium*) très résistant à cette maladie se répand très vite dans les régions méditerranéennes. D'autres espèces ont alors été expérimentées avec plus ou moins de succès.

Le bigaradier présentait de nombreuses qualités, ce qui explique son extension en tant que porte-greffe : résistance à la gommose, adaptation à la plupart des sols, compatibilité satisfaisante avec les variétés commerciales (figure 7), fruits de bonne qualité de la partie greffée ...

A l'heure actuelle, le bigaradier ne peut plus être le porte-greffe exclusif en raison de la grande sensibilité des associations greffons/porte-greffe (sauf pour le citronnier) à une maladie à virus, la Tristeza ; c'est d'ailleurs sans doute la maladie la plus destructrice des agrumes. Des millions d'arbres ont péri en Amérique du Sud. En 1930 les producteurs d'Argentine donnent le nom de «Podredumbre de las raicillas» à cette nouvelle maladie (SPERONI et FRESSI, 1939). De même la Tristeza s'étend au Brésil et les premières observations sur cette maladie sont décrites par MOREIRA (1942).

Depuis la Tristeza a fait son apparition dans la plupart des grandes régions agrumicoles et actuellement seuls les pays du Bassin méditerranéen, sauf l'Espagne (3 millions d'arbres meurent chaque année) et Israël, sont encore épargnés par la maladie.

Signalons que dans certains pays comme le Japon où la Tristeza existait à l'état endémique, le *Poncirus trifoliata*

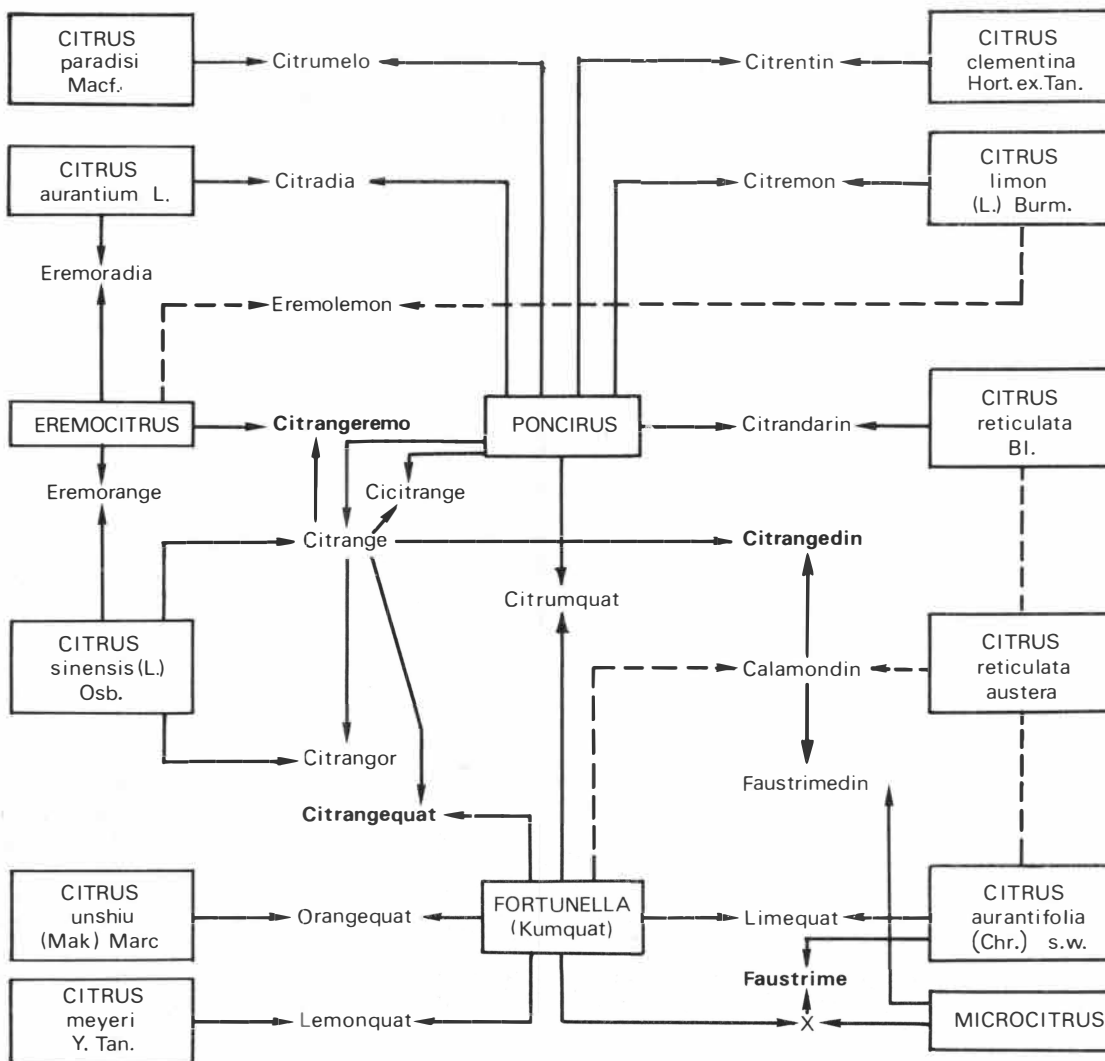


Figure 5 • Hybrides bi ou trigénériques entre Poncirus, Fortunella, Citrus, Eremocitrus et Microcitrus (d'après BLONDEL, 1977).

FORTUNELLA = géniteur
 Citrange = hybride bigénérique
 Citrangequin = hybride trigénérique
 ————— = hybridation certaine
 - - - - - = hybridation présumée

était déjà largement utilisé (TANAKA, 1969) avant que la Tristeza ne soit connue.

En dehors de sa tolérance à la Tristeza on reconnaît au Poncirus les qualités suivantes :

- Bonne résistance au froid (TUBERIDZE, 1969, 1972 ; BLONDEL, 1974).
- Bonne résistance à la gommose à Phytophthora (LAVILLE et BLONDEL, 1979).
- Amélioration des rendements et de la qualité des fruits par rapport au bigaradier (BLONDEL, 1974 ; CASSIN et BLONDEL, 1975).

- Bonne adaptation aux terres lourdes (BLONDEL, 1967).
- Résistance au nématode des agrumes, *Tylenchulus semi-penetrans* (SCOTTO LA MASSESE, 1978).

Par contre on peut noter la grande sensibilité du Poncirus :

- Au calcaire (NESTERENKO, 1953 ; OPITZ, 1957).
- A la maladie à viroïde : Exocortis (VOGEL, BLONDEL et BOVE, 1975).

Le *Poncirus trifoliata* est probablement la plus stable des espèces parmi les «Agrumes» bien que très ancienne-

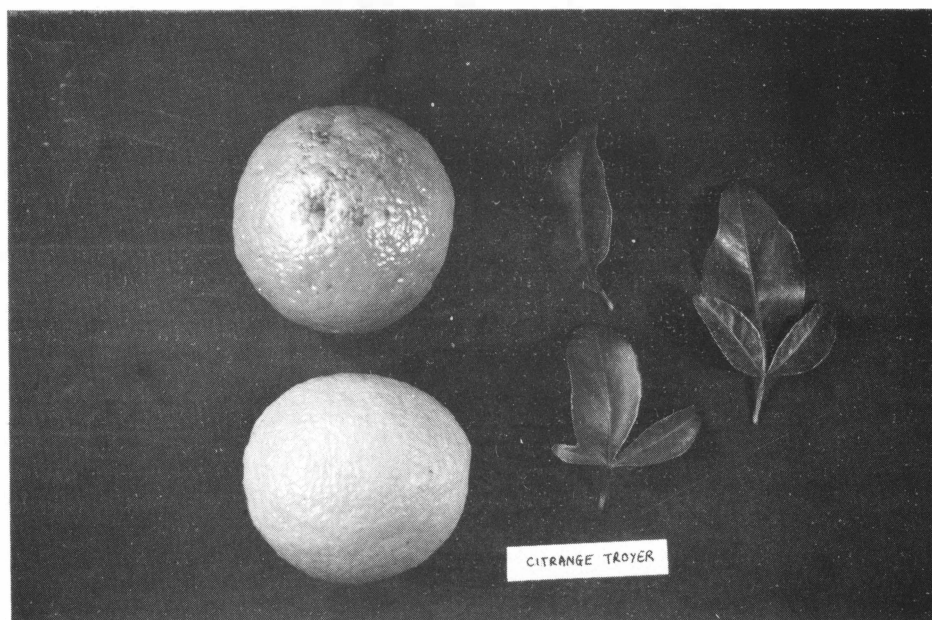
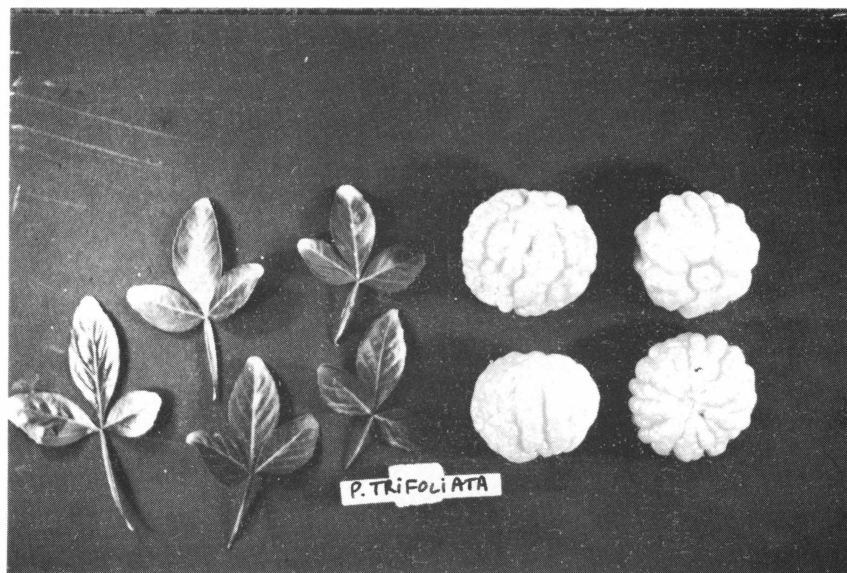


Figure 6 - Feuilles et fruits de *Poncirus trifoliata* et d'hybride de *P. trifoliata* : citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*).

Noter le caractère trifoliolé des feuilles de *P. trifoliata*, qui se retrouve chez certaines feuilles des hybrides.

mément cultivée par l'homme. Toutefois des variations ont été observées depuis longtemps concernant :

- la morphologie des fleurs,
- la vigueur de l'arbre (SWINGLE, 1948).

SWINGLE reconnaît deux groupes basés sur la morphologie des fleurs : petites ou grandes. Au Japon, le caractère grande fleur est relié à un certain nanisme (BITTERS,

1964).

En Californie, l'introduction de matériel végétal de provenances diverses a permis d'observer dès le stade pépinière des comportements variés. Il n'existait pas de caractères botaniques bien définis permettant d'établir une classification des différents types de *Poncirus* avant d'avoir obtenu les résultats des essais agronomiques (SWINGLE, (1965).

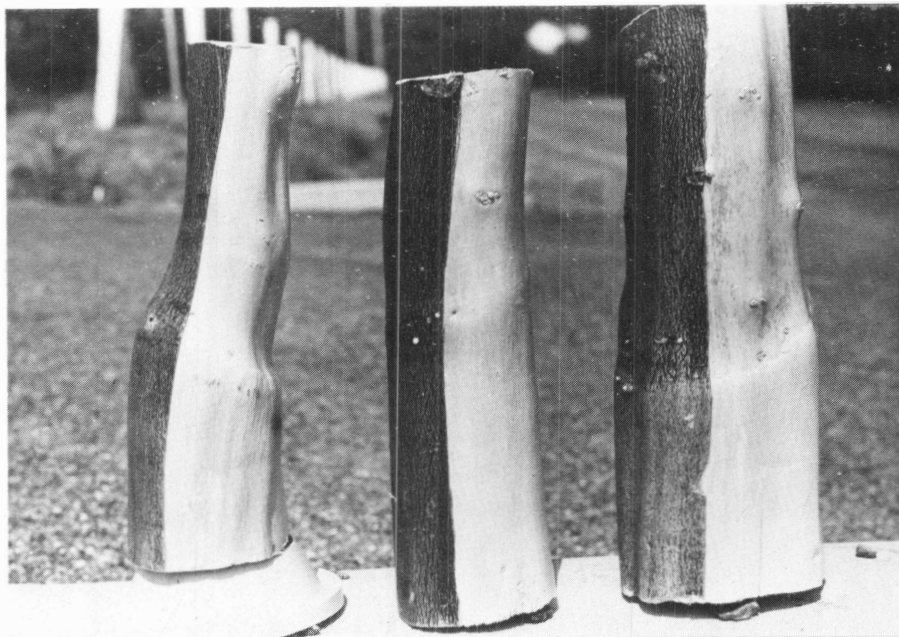


Figure 7 - Affinité greffon/porte-greffe (de gauche à droite):
 1) clémentinier/*Poncirus trifoliata*.
 2) clémentinier/bigaradier.
 3) clémentinier/citrange.

Tous les types de *Poncirus* sont sensibles à l'Exocortis mais les manifestations de la maladie apparaissent plus rapidement sur certains types, notamment les *Poncirus* 'Rubidoux' (VOGEL et BOVE, 1971). D'après BLONDEL (communication personnelle), l'origine jouerait aussi un rôle important. Les auteurs qui rendent compte de résultats d'expérimentation sur *Poncirus* restent souvent imprécis quant à la nature et à l'origine des types qu'ils utilisent.

Ce sont les raisons pour lesquelles dès 1963, BLONDEL a favorisé l'introduction en Corse de *Poncirus trifoliata* d'origine variée, afin d'observer leur morphologie et leur comportement. Dans la présente étude nous avons cherché à voir si d'autres caractères, en dehors des caractères botaniques et de la vigueur, pouvaient être retenus pour caractériser différents types de *Poncirus*.

Les *Poncirus* sur lesquels porte l'étude ont été introduits de différents pays entre 1959 et 1965.

Le rassemblement de ce matériel se fait sous forme de graines afin d'éviter l'introduction de certaines maladies à virus, notamment la Tristeza, ... (BOVE, 1967). Ce matériel végétal provient de divers pays : Maroc, Algérie, USA, Argentine, Brésil et Afrique du Sud. Les graines à leur arrivée sont semées en pépinière puis après trois années les plants sont repiqués en plein champ à 3,50 x 3,50 m. Le nombre de plants repiqués est au minimum de 4 par origine. En 1975, la distance de plantation a été ramenée à 3,5 x 7 m afin de faciliter l'entretien des collections. Il reste au moins 2 plants par origine.

Dans la suite de l'étude on a identifié chaque arbre indi-

viduellement par son numéro de carré et son emplacement sur le terrain. Effectivement on ne connaît pas l'origine exacte des graines. Les graines d'un même lot pourraient provenir de différents arbres. On a pu effectivement observer pour des arbres ayant la même origine des différences morphologiques assez importantes.

Les arbres qui ont servi de base à cette étude figurent dans le tableau 1.

Régulièrement la Station complète sa collection par importation de l'étranger de matériel végétal toujours sous forme de graines. A l'heure actuelle la collection de *Poncirus trifoliata* est beaucoup plus importante que celle qui est à l'origine de notre étude.

ETUDE DES CARACTERES BOTANIQUES

Cette étude a porté sur les fleurs, les feuilles et les fruits des différents arbres. Nous avons choisi de présenter en premier lieu l'étude réalisée sur les fleurs car toute étude botanique est basée sur les caractéristiques de celles-ci. De plus, on observe chez le *Poncirus trifoliata* une grande variabilité au niveau de la morphologie des fleurs qui justifie ce choix.

Les fleurs.

● Matériel et méthodes.

L'étude des fleurs a été réalisée sur deux années : en 1969 elle porte sur 29 arbres ; en 1972 19 arbres ont été

TABLEAU 1 - Collection de *Poncirus trifoliata* de la S.R.A. (1959-1983).

Pays d'origine	Dénomination	Nombre d'arbres et N° des arbres étudiés	
Afrique du Sud	Christian	4 : AA5 ; Z5	
	English	4 : Z9	
	Krides	4 : AA15 ; Z15	
	Rubidoux	4 : Z21	
Algérie	Boufarik	20 : AA48 ; AA50 ; AA56 ; AA58 ; AA59 ; BB54 ; BB57 ; BB59	
	S.E.A.B.	4 : BB1 ; CC1 ; CC2	
	Ferme blanche	4 : BB3 ; BB4 ; CC3	
Argentine	Argentine	17 : AA3 ; AA39 ; AA41 ; AA44 ; AA47	
Brésil	Brésil	2 : A1 ; A2	
USA	Beneke	4 : AA3 ; Z3	
	Christian	4 : AA7 ; Z7	
	(Texas) Davis	4	
	(Texas) Dwarf	4	
	(Californie)	Dragon Flying	(serre)
		English	4 : AA10 ; AA11
	(Floride)	Jacompson	4 : Z13
		Jamaguski	(serre)
	(Floride)	Krides	4 : AA17 ; AA18 ; Z17
		Large Flower	4
	(Californie)	Marks Mississippi	(serre)
	(Californie)	Pomeroy	4 : AA19 ; Z19
		Pomeroy	4
	(Floride)	Rubidoux	5
	(Californie)	Rubidoux	4
	(Californie)	Rubidoux	4 : AA24 ; Z23 ; Z24
	(Texas)	Rich	4
(Texas)	Rusk	4 : AA25 ; Z25 ; Z26	
	Towne	4	
France	Menager	4 : Z1 ; Z2	
	Luisi corse	4 : BB5 ; CC5 ; CC6	
Japon	Commun	4	
	Feuilles larges	4	
	Feuilles longues	4	
	Feuilles moyennes	4	
Maroc	Maroc	19 : T2 ; T3 ; T4 ; T6 ; U1 ; U3 ; V2 ; V5 ; V6	

étudiés dont 7 figuraient déjà dans l'étude de 1969. Dans la suite de cette étude ces 7 arbres serviront de base pour comparer les deux années.

Chaque année on a effectué des observations qualitatives (nombre et forme des pétales, présence ou absence de pistil) ainsi que des mesures de la taille des fleurs (poids et diamètre des fleurs), de la longueur et la largeur des pétales.

Les échantillons sont formés de fleurs prélevées en période de pleine floraison au stade «fleur épanouie». Elles sont prises sur le pourtour de la frondaison pour éviter les risques d'hétérogénéité liés à l'orientation.

En 1969 l'échantillon comporte 50 fleurs par arbre, dont on prend le poids total. On peut ainsi avoir un poids moyen par fleur. Puis ces fleurs sont étalées sur la paille et classées de la plus petite à la plus grande. On a gardé les 10 fleurs qui entouraient la médiane pour établir une estimation du diamètre moyen des fleurs, ainsi que de la longueur et de la largeur des pétales. Le diamètre de la fleur est pris sur la fleur ayant les pétales étalés.

En 1972 l'échantillon porte sur 100 fleurs, dont on mesure le poids comme en 1969. On mesure le diamètre de la fleur étalée, on note le nombre de pétales de chaque fleur. De plus on a effectué des observations sur la forme des pétales d'une fleur. En effet, on avait constaté qu'une

TABLEAU 2 - Poids moyen d'une fleur de *Poncirus trifoliata* (en grammes) (échantillon de 50 fleurs en 1969 et de 100 fleurs en 1972).

Classement	N° de l'arbre	Poids moyen en g (1969)	Classement	N° de l'arbre	Poids moyen en g (1972)
1	Z24	0,82	1	Z25	0,84
2	AA7	0,40	2	BB57	0,79
-	Z23	0,40	3	Z1	0,39
4	BB1	0,39	4	AA5	0,39
-	AA17	0,39	5	Z2	0,35
6	V2	0,37	6	Z5	0,35
7	A1	0,36	7	Z17	0,34
-	V5	0,36	8	BB1	0,33
-	Z1	0,36	9	AA3	0,33
10	Z3	0,35	10	Z3	0,32
11	CC3	0,34	11	A2	0,32
-	BB54	0,34	12	AA58	0,32
13	AA15	0,33	13	CC1	0,32
-	AA50	0,33	14	T6	0,30
-	U3	0,33	15	Z9	0,30
-	AA56	0,33	16	AA24	0,30
17	T2	0,32	17	T3	0,29
18	CC5	0,31	18	AA7	0,29
-	BB59	0,31	19	AA39	0,26
20	AA44	0,30	20	Z13	0,21
21	U1	0,29			
22	T3	0,27			
23	T4	0,26			
-	Z21	0,26			
-	AA11	0,26			
26	AA41	0,25			
-	Z13	0,25			
28	A2	0,23			
29	AA10	0,21			

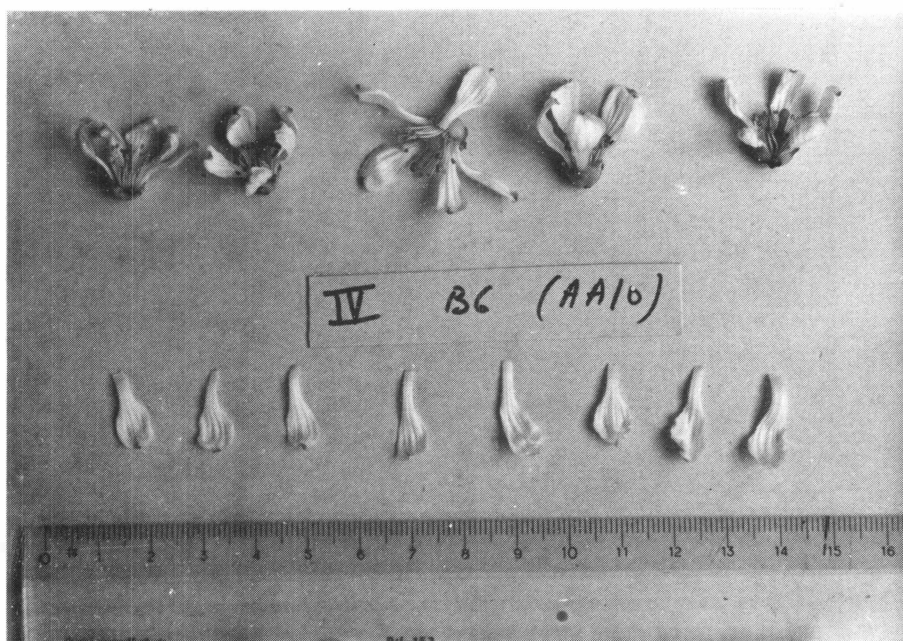


Figure 8 - Fleurs de *Poncirus trifoliata* : arbre AA 10 appartenant au groupe III C.R. (fleurs régulières de petite taille à pétales très allongées).

fleur pouvait avoir des pétales de type allongé et d'autres plus arrondis.

On parlait de fleurs «irrégulières» dans ce cas et «régulières» lorsque les pétales étaient tous d'un même type. Pour chaque fleur on a noté le nombre de pétales de chaque type. Pour les arbres qui n'avaient pas fait partie de l'étude de 1969, on a effectué une série de mesures sur environ 40 pétales (longueur et largeur). Enfin sur chaque fleur on a noté s'il y avait présence ou absence de pistil.

● Résultats.

Poids moyen d'une fleur (tableau 2).

Le poids moyen d'une fleur ainsi obtenu permet d'avoir dans un premier temps une indication sur la taille des fleurs, mais il faut considérer les résultats avec prudence. En effet, comme on le verra dans la suite de ce travail, il existe une variabilité assez importante au niveau des dates de floraison. Or il était difficile de prélever les fleurs au même stade de floraison sur tous les arbres. De plus, les différences observées pour un même arbre d'une année à l'autre sont sans doute dues à des stades de prélèvement différents entre les deux années.

Cependant, on constate que cette donnée varie dans des proportions de 1 à 4 entre les arbres pour une même année. On note aussi la même gamme des valeurs entre les années. Z24, Z25 et BB57 se distinguent nettement des autres pour ce critère. Le poids moyen pour ceux-ci s'élève à 0,80 g alors qu'il n'est que de 0,40 g pour les suivants.

On peut aussi remarquer que pour les 7 arbres qui ont été étudiés lors des 2 années, le poids moyen est du même ordre les deux années pour 4 d'entre eux (T3, Z3, Z1, Z13), et montre un écart de ± 30 p. 100 pour 2 d'entre eux AA7 et A2.

En conclusion, on ne peut réellement distinguer que deux classes pour ce critère. Le poids moyen d'une fleur est insuffisant pour caractériser et classer cette population de *Poncirus*. Le classement se fera sur des observations plus fines telles que le diamètre des fleurs et la forme des pétales.

Diamètre.

On a calculé pour la série des 7 arbres qui sont communs aux deux études, le coefficient de corrélation pour le diamètre entre les données des deux années. Le coefficient est de 0,81, et il faut ajouter de 2,5 à 3,4 mm au diamètre des données de 1969 pour corriger l'effet année afin de rassembler toutes ces données en un seul classement (tableau 3).

Cinq arbres se distinguent nettement par leurs petites fleurs : ce sont AA11, Z21, Z9, AA10 et Z13 (42 à 32 mm (figure 8)). On peut donc définir une classe de clones à

TABLEAU 3 - Classement des 42 arbres de *Poncirus trifoliata* selon la taille des fleurs, diamètre en mm, pétales étalés.

Classement	N° arbres	Diamètre (mm)	
1	Z25	64	Groupe I
2	Z23	62	
-	Z24	62	
-	BB57	62	
-	T6	62	
6	U1	61	
-	T2	61	
8	AA5	60	
-	Z17	60	
-	CC1	60	
-	AA24	60	
-	T3	60	
13	AA44	58	Groupe II
-	BB1	58	
-	A2	58	
-	AA7	58	
17	CC5	57	
-	AA50	57	
-	Z5	57	
20	CC3	56	
-	AA39	56	
-	Z2	56	
23	AA15	55	
-	AA58	55	
-	AA3	55	
-	Z3	55	
-	Z1	55	
28	AA41	54	
-	V5	54	
-	V2	54	
-	BB59	54	
32	AA56	53	
-	A1	53	
-	T4	53	
35	BB54	52	
-	U3	52	
-	AA17	52	
38	AA1	42	Groupe III
-	Z21	42	
40	AA10	39	
41	Z9	38	
42	Z13	32	Groupe IV

«petites fleurs». Dans cette classe le Z13 se détache de ce groupe (32 mm), on parlera de clone à «très petites fleurs».

On a distingué deux groupes pour les autres arbres :

TABLEAU 4 - Diamètre moyen des fleurs des arbres de *Poncirus trifoliata*.
Coefficient de variation et répartition en pourcentage par classe (5 classes d'environ 10 mm).

	Classement	N° arbres	Diamètre moyen (en mm)	Coefficient de variation	Classe 1 (26-39)	Classe 2 (40-49)	Classe 3 (50-59)	Classe 4 (60-69)	Classe 5 (70-81)
Groupe I	1	Z24	63,5	10,1			23	58	19
	2	BB57	62,2	6,9			22	70	8
	3	T6	62,1	10,0			36	47	17
	4	AA5	60,4	8,8			44	50	6
	5	Z17	60,2	8,5			53	46	1
	6	CC1	60,1	9,6		2	42	48	8
Groupe II	7	AA24	59,9	14,4		6	50	27	17
	8	T3	59,8	13,5	1	5	49	26	19
	9	BB1	58,6	8,6		1	55	44	
	10	A2	58,4	9,8		1	60	33	6
	11	AA7	58,3	15,0	1	11	46	30	12
	12	Z5	57,2	7,7		2	64	34	
	13	AA39	55,7	12,0		16	59	20	5
	14	Z2	55,6	7,3		6	77	17	
	15	AA58	55,4	8,8		7	73	19	1
	16	AA3	55,3	11,1		9	52	37	2
	17	Z1	55,2	6,9		4	80	16	
	18	Z3	54,7	9,0		16	61	23	
Groupe III	19	Z9	38,1	7,5	68	32			
Groupe IV	20	Z13	32,3	10,0	100				

un groupe à «grandes fleurs» de 64 à 60 mm et un groupe à «fleurs moyennes» de 58 à 52 mm.

En définitive, nous avons donc réparti les arbres de *Poncirus trifoliata* en quatre groupes :

- groupe I : grandes fleurs (diamètre supérieur à 60 mm).
- groupe II : fleurs moyennes ($50 \leq$ diamètre < 60)
- groupe III : fleurs petites ($38 \leq$ diamètre < 50)
- groupe IV : fleurs très petites (diamètre inférieur à 38 mm)

On a précisé la répartition de la population pour ce critère d'après l'étude de 1972 qui a porté sur une centaine de fleurs. Les individus sont répartis dans cinq classes selon leur diamètre (de 26 à 81 mm). Le tableau 4 indique quelle est cette répartition (les chiffres sont donnés en pourcentage).

En conclusion, nous avons défini quatre groupes selon le diamètre des fleurs, mais à l'intérieur de ces groupes nous avons observé des variations importantes quant à la morphologie de ces fleurs. Nous avons étudié assez précisément la forme des pétales.

Forme des pétales.

Pour les deux séries de mensurations des pétales (largeur, longueur), le calcul du rapport largeur/longueur permet de déterminer des types de forme de pétales. On peut considérer que ce rapport est peu dépendant de l'effet année et donc toutes ces données sont regroupées dans le tableau 5. Ce rapport varie de 0,79 à 0,35 et on a défini quatre classes de pétales des «plus arrondis» aux «plus allongés» (figures 9 et 10).

Classe a : [0,80 ; 0,65 [

Classe b : [0,65 ; 0,50 [

Classe c : [0,50 ; 0,35 [

Classe d : [0,35 ; 0,20 [

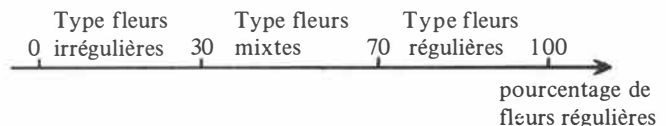
Sur les 100 fleurs de l'étude de 1972, on peut définir pour chaque arbre le pourcentage de fleurs régulières (les pétales d'une même fleur sont de forme homogène, c'est-à-dire avec un rapport l/L variant peu) - (tableau 6). Quand ce pourcentage de fleurs (5 pétales de même type) est supérieur ou égal à 70 p. 100, on parlera d'arbres à fleurs régulières dominantes. Au contraire quand au moins 70 p. 100 des fleurs présentent des pétales de rapport l/L

TABLEAU 5 - Classification de la forme des pétales de fleurs de *Poncirus trifoliata* en fonction de leur rapport largeur/longueur.

Classes	Année 1969				Année 1972		
	Classement	N° arbre	Rapport l/L	C.V.	Classement	N° arbre	Rapport l/L
a	1	Z24	0,79	15	1	Z25	0,70
					2	BB57	0,67
b	2	AA17	0,63	11			
	3	BB1	0,63	11			
	4	CC3	0,62	9			
	-	BB54	0,62	9			
	-	BB59	0,62	10			
	-	AA50	0,62	12			
	8	AA56	0,61	10			
	9	AA7	0,59	10			
	-	V5	0,59	19			
	11	V2	0,58	11			
	-	AA15	0,58	13			
	13	A1	0,57	9			
	-	Z1	0,57	12			
	15	CC5	0,56	14			
	16	U3	0,55	16			
17	Z3	0,54	13				
-	Z23	0,54	16				
c	19	T3	0,49	13	3	AA58	0,50
	-	AA44	0,49	13	4	Z2	0,49
	21	Z21	0,47	14	-	AA3	0,49
	-	T4	0,47	15	6	Z5	0,48
	23	AA10	0,46	10	-	Z17	0,48
	-	Z13	0,46	11	8	AA5	0,46
	-	T2	0,46	18	9	AA39	0,44
	26	A2	0,45	18	10	T6	0,41
	27	A11	0,44	11			
	28	U1	0,43	12			
-	AA41	0,43	19				
d					11	Z9	0,35

assez différent pour une même fleur, on parlera d'arbres à fleurs irrégulières dominantes.

Entre ces deux extrêmes (pourcentage de fleurs régulières compris entre 31 et 69 p. 100), les arbres présentent des fleurs de plusieurs types (régulières et irrégulières) : on parlera d'arbres à fleurs hétérogènes. De plus ces observations et les calculs des rapports l/L des pétales de chaque fleur ont montré que l'on pouvait rencontrer sur un même arbre des fleurs régulières à pétales allongés et d'autres à pétales plus arrondis (figure 11). Pour simplifier notre classification on ne tiendra pas compte de cette variation au niveau de l'arbre et l'on classera ces arbres à partir du rapport l/L moyen. Dans le tableau on fera figurer dans la colonne « observations » nos remarques à ce sujet.



- Les arbres qui se distinguent aussi bien par leur très grandes fleurs (Z24, BB57, Z25) que par leur petites feuilles (Z13, Z9, AA11 ...) se caractérisent par des fleurs régulières et homogènes sur l'arbre.

- Sur certains arbres on rencontre donc les deux types de fleurs AA7, CC1, AA58 ... Remarquons pour ces deux derniers que les fleurs régulières (5 pétales du même type) ont un rapport l/L assez variable (pétales plus ou moins allongés).

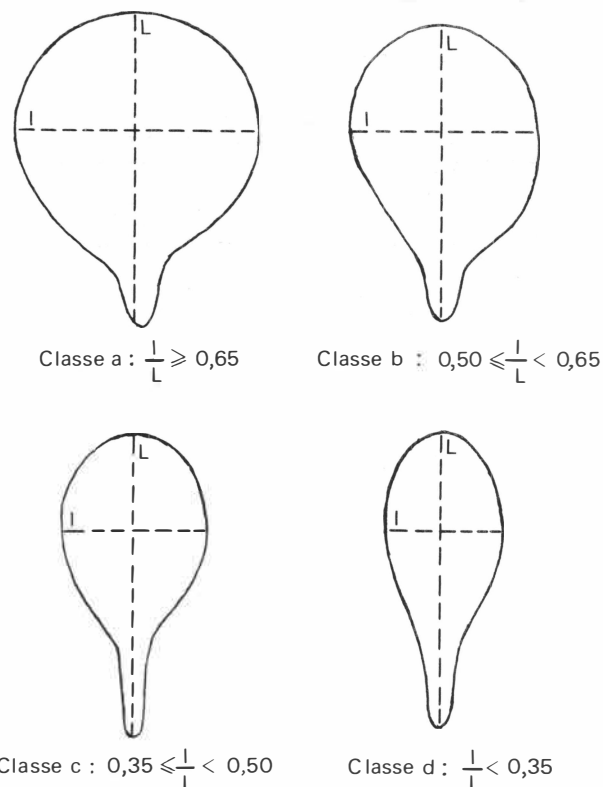


Figure 9 • Représentation schématique de la forme des pétales de fleurs de *Poncirus trifoliata* selon leur rapport largeur/longueur.

Enfin, pour un arbre donné, on rencontre plus de fleurs irrégulières parmi les fleurs de grande taille. Pour un taux global de 29 p. 100 de fleurs irrégulières chez T6, ce pourcentage s'élève à 54 p. 100 si l'on ne considère que les 37 fleurs de plus grand diamètre (\varnothing moyen égal à 68,5 cm).

Remarque : une fleur de *Poncirus* est généralement constituée de 5 pétales. Cependant les observations de 1969 et 1972 ont montré que certaines fleurs possédaient 4, 6 ou 7 pétales (figure 12). Ce pourcentage de fleurs aberrantes est assez variable selon les arbres et selon l'année d'observation.

On constate que ce nombre peut être assez élevé pour certains d'entre eux AA24 : 24,4 p. 100 ; T6 : 18 p. 100 ; alors que d'autres ne possèdent que des fleurs à 5 pétales (Z5, BB1, Z17).

Pour certains arbres les fleurs «aberrantes» sont essentiellement de type 4 pétales, AA39 par exemple. Au contraire le pourcentage de fleurs «aberrantes» de type 6-7 pétales est plus élevé pour les clones Z13, A2 ...

A noter que ce pourcentage de fleurs «aberrantes» ne semble pas lié aux classes décrites précédemment.

Essai de classification suivant la morphologie de fleurs.

- Taille des fleurs d'après leur diamètre moyen, pétales étalés. Groupe I, II, III et IV.
- Rapport largeur/longueur des pétales :
 - Classe a, b, c, d (pétales plus arrondis à plus allongés)
- Régularité des fleurs : R = fleurs régulières ; I = fleurs irrégulières ; M = type mixte = arbres à fleurs régulières et irrégulières.

A la suite de cette classification (tableau 7) on peut faire les remarques suivantes :

Les arbres à fleurs avec pétales très arrondis (classe a) se retrouvent parmi les types à fleurs de grand diamètre, ce sont Z23, Z24, BB57. Rappelons qu'ils se distinguaient très nettement des autres arbres par un poids moyen d'une fleur très élevé. Leurs fleurs (tableau 5) sont de formes très régulières.

Les arbres Z23, Z24 et AA24 sont issus de graines en provenance du *Poncirus Rubidoux* des Etats Unis d'Amérique classé dans le groupe à petites fleurs, or ces 3 arbres en collection à la S.R.A. se classent dans le groupe I à grandes fleurs. Ce passage de forme petites fleurs à grandes fleurs est à relier à une différence de ploïdie (?). TUBERIDZE et KERKADZE (1971) constatent en effet un passage spontané de diploïde à tétraploïde et inversement. Nous aborderons cette question lors de l'étude des feuilles.

Il est à noter que seul l'arbre Z21 est un *Poncirus Rubidoux* à petites feuilles (groupe III) en provenance d'Afrique du Sud.

Les arbres originaires d'Algérie ont des fleurs dans 6 cas sur 9 de groupe II (fleurs de taille moyenne), à pétales plutôt arrondis (b). Ils sont de type régulier (R).

Les trois arbres originaires d'Argentine sont très proches pour la morphologie de leurs fleurs et appartiennent aussi au groupe II, pétales plutôt allongés (c). On rencontre des fleurs régulières et irrégulières (type mixte).

La population d'arbres d'Afrique du Sud est très hétérogène puisqu'elle s'étend des petites fleurs aux grandes fleurs.

Les 3 *Poncirus* «Krides» originaires des USA (Z17, AA17) et d'Afrique du Sud (AA15) sont caractérisés par leurs grandes fleurs, régulières pour les Z17 et AA17 mais de type mixte pour le AA15 (figure 13).

Il est curieux de constater que les 3 *Poncirus* «Christian» (Afrique du Sud et USA) sont très différents au niveau de la morphologie de leurs fleurs (classe I c. I, II b.M, II c. R). Au contraire les 3 *Poncirus* «English» (Afrique du Sud et USA) sont du groupe petites fleurs régulières à pétales allongés (III c. R et III d. R).

Cette classification est basée sur une étude de la col-

Tableau 6 - Classification des arbres de *Poncirus trifoliata* selon leur pourcentage de fleurs régulières (c'est-à-dire de fleurs à 5 pétales du même type = rapports l/L voisins).

N° arbres	Pourcentage fleurs régulières	Pourcentage fleurs irrégulières
Z24	100	0
BB57	"	"
Z13	"	"
Z9	"	"
AA11	"	"
Z21	"	"
AA10	"	"
Z17	"	"
CC5	"	"
AA50	"	"
CC3	"	"
BB59	"	"
AA56	"	"
A1	"	"
BB54	"	"
AA17	"	"
Z25	98	2
BB1	"	"
AA3	"	"
Z2	96	4
Z5	92	8
Z3	88	12
V2	82	18
Z1	75 (*)	25
T3	72	28
T6	71	29 (**)
U3	70 (*)	30
AA7	52	48
CC1	48 (*)	52
AA58	47 (*)	53
AA44	46	54
A15	43	57
A21	41	59
Z23	40	60
AA41	40	60
AA39	38 (*)	62
AA24	26 (*)	74
T4	22	78
U1	20	80
V5	16	84
T2	8	92
AA5	4	96

(*) - Les fleurs régulières ont des rapports l/L de leurs pétales assez variables (c'est-à-dire que l'on distingue des fleurs à pétales plutôt allongés et d'autres à pétales plutôt arrondis).

(**) - 54 p. 100 des fleurs à grand diamètre (diamètre supérieur à 68 mm) sont irrégulières. Pour l'ensemble des arbres on constate que c'est parmi les fleurs de grand diamètre que l'on observe le plus de fleurs irrégulières.

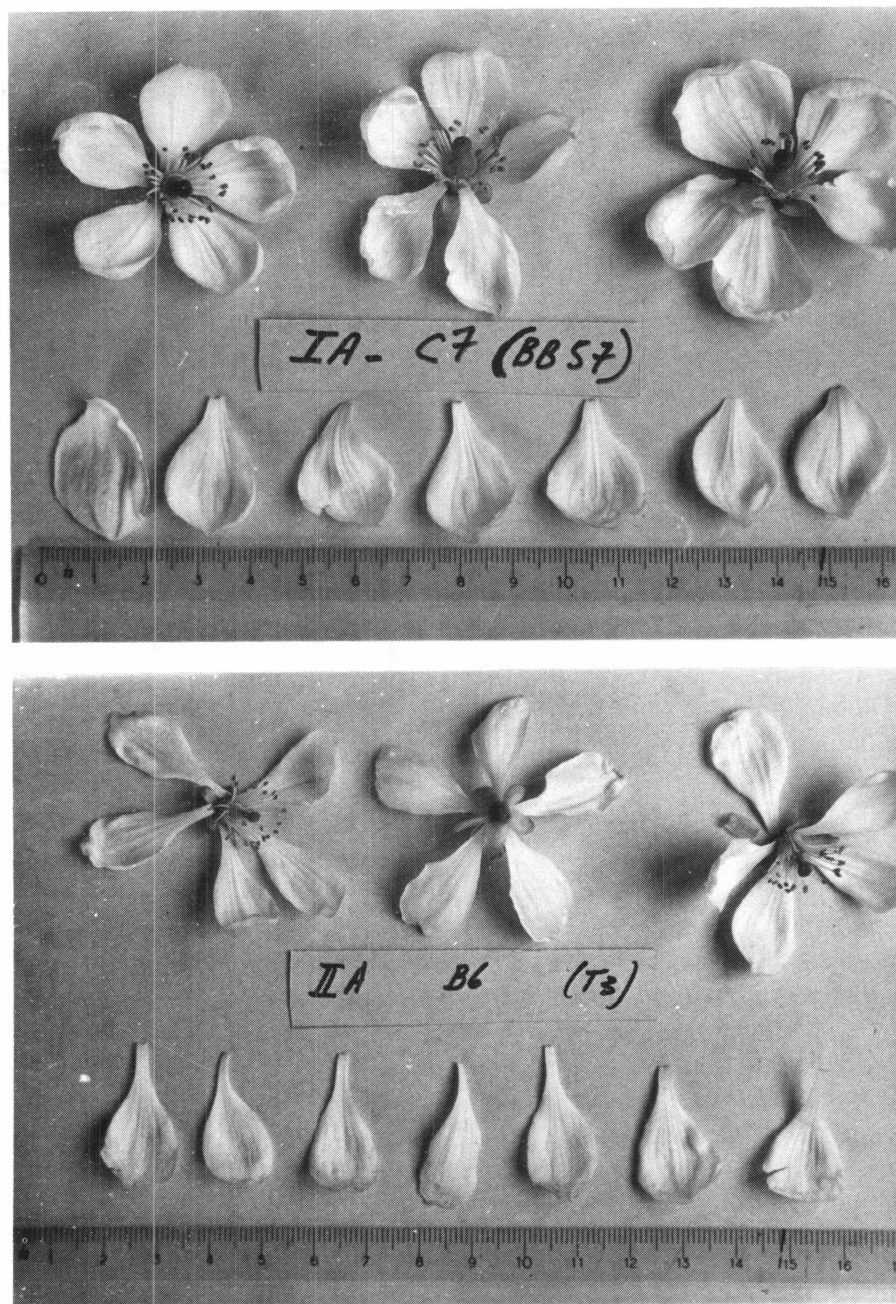


Figure 10 - Fleurs de *Poncirus trifoliata* : arbres BB 57 et T 3 appartenant au groupe I (fleurs de grand diamètre). Noter la forme très arrondie des pétales de l'arbre BB 57 (classe a).

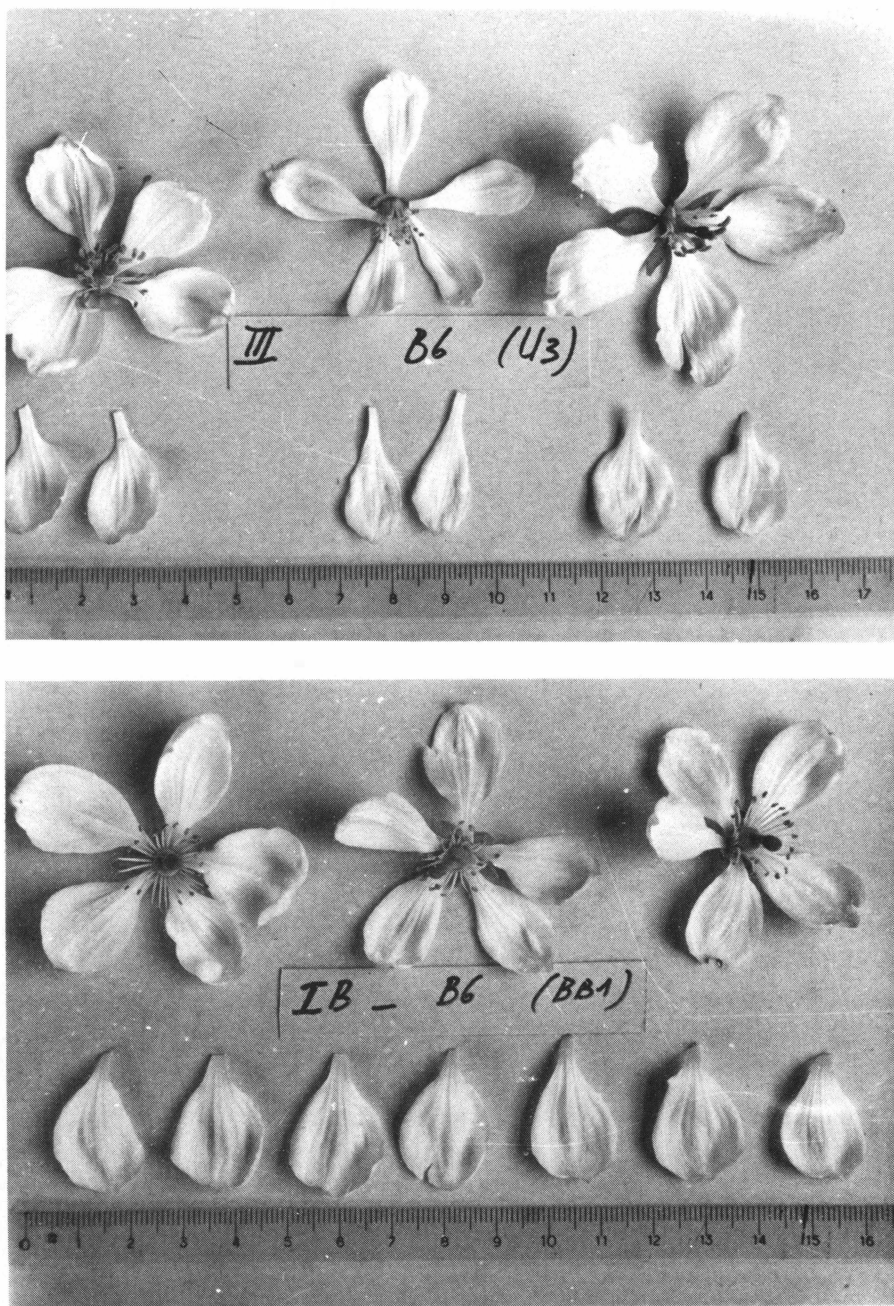


Figure 11 - Fleurs de *Poncirus trifoliata* : arbres U 3 et BB 1. Noter la variation de la forme des pétales entre les différentes fleurs de l'arbre U 3.

TABLEAU 7 - Classification de 42 arbres de *Poncirus trifoliata* RAF. selon la morphologie de leurs fleurs.

Groupe selon le diamètre des fleurs	Classe selon la forme des pétales : rapport l/L	Sous-classe selon le pourcentage de fleurs régulières	N° de l'arbre	Origine	Nom		
I $\varnothing \geq 60$	a	R	Z25 Z24 BB57	USA USA Algérie	Rusk Rubidoux Boufarik		
	b	M	Z23	USA	Rubidoux		
	c	R	T6 T3 Z17	Maroc Maroc USA	Maroc Maroc Krides		
		M	CC1	Algérie	Boufarik		
		I	U1 T2 AA5 AA24	Maroc Maroc Afrique du Sud USA	Maroc Maroc Christian Rubidoux		
II $50 \leq \varnothing < 60$	b	R	U3 V2 BB59 BB54 AA56 AA50 AA17 A1 BB1 CC5 CC3 Z3 Z1	Maroc Maroc Algérie Algérie Algérie Algérie USA Brésil Algérie Corse Algérie USA France	Maroc Maroc Boufarik Boufarik Boufarik Boufarik Krides Brésil Boufarik Luisi Ferme Blanche Beneke Menager		
			M	AA7 AA15	USA Afrique du Sud	Christian Krides	
			I	V5	Maroc	Maroc	
			c	R	Z2 Z5 AA3	France Afrique du Sud USA	Menager Christian Beneke
				M	A2 AA39 AA41 AA44 AA58	Brésil Argentine Argentine Argentine Algérie	Brésil Argentine Argentine Argentine Boufarik
				I	T4	Maroc	Maroc
	III $38 \leq \varnothing < 50$	c	R	AA10 AA11 Z21	Afrique du Sud USA Afrique du Sud	English English Rubidoux	
		d	R	Z9	Afrique du Sud	English	
IV $\varnothing < 38$	c	R	Z13	USA	Jacompson		

Légende : a : $l/L \geq 0,65$ b : $0,50 \leq l/L < 0,65$ c : $0,35 \leq l/L < 0,50$ d : $l/L < 0,35$
R : fleurs régulières ≥ 70 p. 100 M : $31 < \text{fleurs régulières} < 69$ p. 100 I : fleurs irrégulières ≥ 70 p. 100

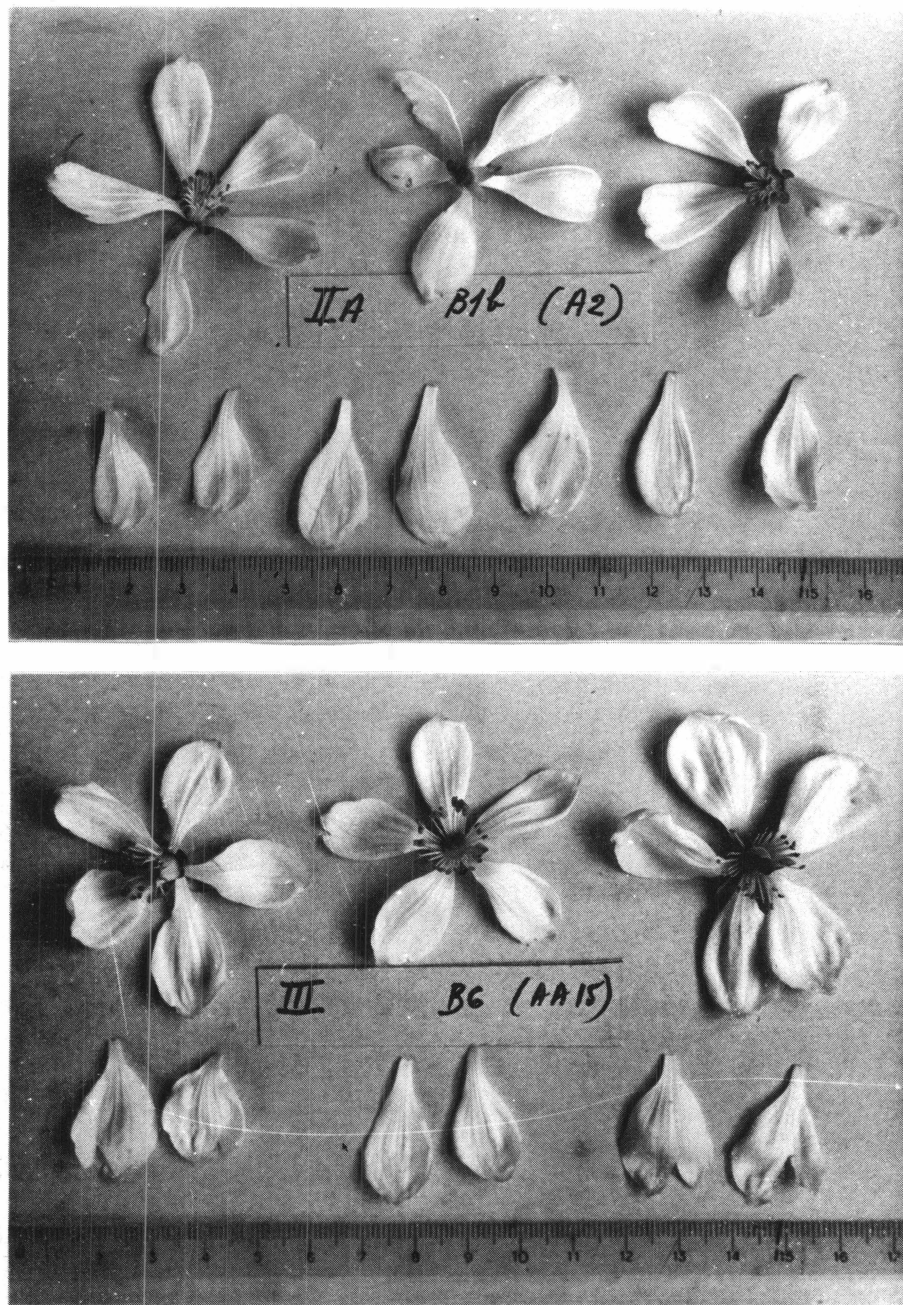


Figure 13 - Fleurs de *Poncirus trifoliata* : arbres A2 et AA15 appartenant au groupe II (fleurs de diamètre moyen).

TABLEAU 9 - Poids moyen d'une feuille de *Poncirus trifoliata* (en grammes).

	Classement	N° arbre	Poids moyen
Classe A	1	BB57	0,80
	2	Z24	0,70
	3	T6	0,67
	-	V6	0,67
Classe B	5	U3	0,47
	-	T3	0,47
	7	AA39	0,42
	8	AA59	0,40
Classe C	9	Z2	0,39
	-	AA25	0,39
	11	AA18	0,38
	-	AA47	0,38
	13	AA19	0,36
	-	AA5	0,36
	-	Z17	0,36
	-	AA7	0,36
	-	AA58	0,36
	18	Z13	0,35
	-	Z21	0,35
	20	Z23	0,34
	-	Z15	0,34
	-	A2	0,34
	-	AA3	0,34
	24	AA48	0,33
	-	Z9	0,33
	26	Z26	0,32
	-	Z19	0,32
	28	CC2	0,31
	29	BB1	0,30
	-	Z7	0,30
	-	BB3	0,30
	-	BB5	0,30
33	CC6	0,29	
-	BB4	0,29	
-	CC1	0,29	
36	Z1	0,28	
-	Z3	0,28	
-	Z25	0,28	
-	Z5	0,28	

lection de 1964. Elle pourra être confrontée aux nouvelles introductions mises en place à compter de 1974 et pour lesquelles nous n'avons pas de références sur la floraison.

Avortement pistillaire.

Au cours des études morphologiques de 1969 on a constaté qu'un certain nombre de fleurs étaient avortées. Une étude complète a été entreprise en 1972.

On a reporté dans le tableau 8 le pourcentage total de fleurs avortées, pour les 20 arbres étudiés, en ordre décrois-

sant. De même figurent les pourcentages d'avortement pour chaque classe de taille des fleurs.

On remarque tout d'abord que le pourcentage total est très variable selon les arbres : 67 p. 100 à 3 p. 100. Ce sont ceux à «petites fleurs» qui ont un taux d'avortement le plus faible : Z9 et Z13. D'autre part en dehors de ces deux cas le pourcentage de fleurs sans pistil par classe décroît très régulièrement avec l'augmentation du diamètre des fleurs.

Le coefficient de corrélation pour un arbre entre ces deux séries de données est compris entre 0,86 et 0,99 !

On peut se demander s'il existe une relation entre ce taux d'avortement du pistil et l'intensité de la floraison. Ce point sera abordé lors de la floraison.

Les feuilles.

● Matériel et méthodes.

Le *Poncirus* est le seul agrume à feuilles trifoliolées et caduques. Les prélèvements d'échantillon ont été effectués fin juillet 1972 sur la pousse de printemps, les feuilles ayant atteint leur taille définitive, dans la partie moyenne de ces pousses. L'échantillon comprend 50 feuilles qui ont été prélevées sur le pourtour de l'arbre à environ 1,50 m de hauteur. On a pris le poids moyen de l'échantillon ainsi que les mesures de la longueur (pétiole compris) et de la largeur de chaque feuille.

Les 50 feuilles sont classées par ordre de taille et les 10 entourant la médiane sont gardées pour être calquées à l'ammoniaque.

Ces 10 feuilles sont découpées et les folioles individualisées afin de réaliser la mesure de la surface à l'aide d'un planimètre optique. De plus on mesure la longueur et la largeur de chaque foliole (la mesure de la foliole terminale intègre la longueur du pétiole).

En 1984, VILLEMUR et JACQUEMOND ont étudié la taille des cellules de garde des stomates des feuilles de deux arbres (Z23 et Z24) afin d'estimer leur ploïdie. En effet, BLONDEL (communication personnelle) supposait que certains arbres (dont le Z24 et le BB57) qui présentaient des caractères morphologiques très particuliers étaient tétraploïdes. Or on sait que les organismes polyploïdes se distinguent des orthoploïdes correspondants par une taille cellulaire accrue, qui si elle ne s'accompagne pas d'une réduction du nombre des cellules entraîne une augmentation de la taille de certains organes : fruits, fleurs par exemple (LINTS, 1978).

L'étude a porté sur 30 cellules de garde de stomates pour les arbres Z23 et Z24, supposés diploïde et tétraploïde respectivement. La représentation du contour des stomates a été obtenue par report sur calque de l'image projetée

TABLEAU 10 - Surface totale moyenne d'une feuille de *Poncirus trifoliata* :
surface de la foliole centrale et des folioles latérales
rapport de la surface de la foliole centrale sur la surface totale.

Classement	N° arbre	Surface totale (cm ²)	Surface de la foliole centrale (cm ²)	Surface des folioles latérales (cm ²)	S. foliole centrale
					S. totale
1	BB57	25,47	10,06	7,71	0,39
2	Z24	21,76	9,07	6,35	0,42
3	AA39	18,28	7,75	5,27	0,42
4	T3	17,47	7,77	4,85	0,44
5	U3	17,00	7,49	4,75	0,44
6	T6	15,78	7,22	4,28	0,46
7	AA58	14,27	6,09	4,09	0,43
8	AA25	14,10	5,80	4,15	0,41
9	AA47	13,59	5,76	3,92	0,42
10	AA59	13,48	5,53	3,97	0,41
11	AA3	12,86	5,33	3,76	0,41
12	Z26	12,73	5,57	3,58	0,44
13	AA48	12,60	5,49	3,56	0,44
14	V6	12,58	5,53	3,53	0,44
15	Z15	12,52	5,41	3,56	0,43
16	Z23	12,52	5,13	3,70	0,41
17	Z2	12,50	5,18	3,66	0,41
18	Z21	12,45	5,42	3,52	0,44
19	A2	12,43	5,99	3,22	0,48
20	AA5	12,27	5,01	3,63	0,41
21	AA19	12,17	5,18	3,50	0,43
22	AA18	11,99	4,94	3,53	0,41
23	Z25	11,85	5,10	3,38	0,43
24	Z17	11,74	4,85	3,45	0,41
25	AA7	11,65	4,91	3,37	0,41
26	Z9	11,61	4,80	3,41	0,41
27	Z19	11,52	5,07	3,23	0,44
28	CC6	11,03	4,61	3,21	0,42
29	CC2	10,99	4,70	3,15	0,43
30	BB1	10,91	4,58	3,17	0,42
31	Z13	10,88	4,69	3,10	0,43
32	BB3	10,81	4,57	3,12	0,42
33	BB5	10,79	4,48	3,16	0,42
34	Z1	10,63	4,42	3,11	0,42
35	Z3	10,38	4,59	2,90	0,44
36	CC1	10,30	4,33	2,99	0,42
37	BB4	10,08	4,29	2,90	0,43
38	Z5	10,01	4,20	2,91	0,42
39	Z7	9,98	4,29	2,85	0,43

à partir du microscope optique. A partir de cela on a mesuré la longueur et la largeur des cellules de garde des stomates.

● Résultats.

Poids moyen d'une feuille (matière fraîche).

Le poids moyen d'une feuille varie de 0,80 g à 0,28 g (tableau 9). Pour faciliter l'interprétation on a réparti les arbres dans trois classes :

- classe A : poids moyen $\geq 0,60$ g
- classe B : $0,40 \leq$ poids moyen $< 0,60$ g
- classe C : poids moyen $< 0,40$ g

On constate que BB57, Z24, T6 qui appartiennent à la classe A étaient dans le groupe I correspondant aux arbres à grandes fleurs, mais le Z25 de type «grandes fleurs» se retrouve parmi les arbres à feuilles de faible poids moyen. Les types à petites fleurs (Z9, Z21, Z13) font partie de la classe C. Le calcul des coefficients de corrélation montre que la relation entre poids moyen d'une fleur et poids

TABLEAU 11 - Caractérisation de la forme de la foliole centrale et des folioles latérales des feuilles de *Poncirus trifoliata* par leur rapport largeur/longueur.

N° des arbres	Rapport l/L de la foliole centrale	Rapport l/L des folioles latérales
BB57	0,51	0,67
Z24	0,49	0,65
AA39	0,43	0,56
T3	0,53	0,60
U3	0,51	0,59
T6	0,53	0,60
AA58	0,44	0,54
AA25	0,45	0,54
AA47	0,45	0,58
AA59	0,46	0,57
AA3	0,43	0,57
Z26	0,46	0,58
AA48	0,46	0,63
V6	0,50	0,59
Z15	0,43	0,56
Z23	0,45	0,58
Z2	0,43	0,55
Z21	0,48	0,61
A2	0,50	0,53
AA5	0,44	0,59
AA19	0,44	0,59
AA18	0,45	0,59
Z25	0,44	0,53
Z17	0,44	0,59
AA7	0,44	0,57
Z9	0,42	0,55
Z19	0,38	0,57
CC6	0,42	0,53
CC2	0,43	0,58
BB1	0,46	0,58
Z13	0,48	0,62
BB3	0,41	0,57
BB5	0,42	0,56
Z1	0,38	0,52
Z3	0,45	0,58
CC1	0,43	0,59
BB4	0,35	0,52
Z5	0,45	0,56
Z7	0,44	0,55

moyen d'une feuille n'est pas bonne.

Surface des feuilles.

Le calcul de la surface totale des 10 feuilles entourant la médiane, ainsi que les surfaces de la foliole centrale et des deux latérales sont donnés dans le tableau 10.

Nous n'avons pas effectué de nouveau classement puisque celui réalisé à partir des poids moyens porte sur un échantillon de 50 feuilles et est un bon indicateur de la «taille» des feuilles.

Par contre ce tableau est intéressant quant à l'appréciation de la forme globale de la feuille, puisque l'on voit comment se répartit cette surface totale entre les trois folioles.

On a calculé le rapport de la surface de la foliole centrale sur la surface totale. Pour la majorité des arbres ce rapport est compris entre 0,41 et 0,44 : la foliole centrale a donc une surface plus importante que les deux autres.

Cependant on observe pour A2 un développement encore plus important de la foliole centrale (0,48), ainsi qu'en proportion moindre pour l'arbre T6 (0,46). Au contraire pour l'arbre BB57 ce rapport est de 0,39.

Forme des folioles.

On a considéré que les rapports largeur sur longueur pour la foliole terminale et pour les deux folioles latérales étaient de bons indicateurs de la forme de ces folioles (tableau 11).

Ce rapport est toujours moins élevé pour la grande foliole par rapport aux deux autres : elle a donc une forme plus «allongée».

La forme des folioles est assez variable puisque ce rapport peut varier de 0,33 à 0,35 pour la grande foliole et de 0,67 à 0,52 pour les deux autres.

On remarque que ce sont les arbres BB57, T3, U3, T6 classés parmi les premiers pour la surface totale des feuilles qui ont ces rapports les plus élevés. Au contraire les arbres BB4 et Z1 dont les surfaces foliaires sont faibles ont des formes de folioles plus allongées (figures 14 et 15).

Dimensions des cellules de garde des stomates.

On a reporté en figure 16 quelques cellules de garde des stomates pour les arbres Z23 et Z24. On constate que les longueurs et largeurs des cellules de garde des stomates de Z24 sont nettement plus grandes que celles de Z23 :

N° arbres	Moyenne longueur (microns)	Moyenne largeur (microns)
Z23	24,38 ± 0,57	20 ± 0,56
Z24	31,84 ± 0,89	25,4 ± 0,63

Si on représente graphiquement ces deux populations selon leurs mensurations (largeur et longueur) (figure 17), on constate que les nuages formés par ces deux ensembles de points sont globalement distincts.

Il semble que le Z24 soit effectivement tétraploïde. Cependant ceci reste à confirmer par un comptage chromosomique.

TABLEAU 12 - Pomologie des fruits de *Poncirus trifoliata* : couleur, surface, forme de l'aréole et de l'apex.

N° arbres	Couleur	Aspect de la surface	Aréole			Apex			
			proéminente %	peu apparente %	absente %	proéminente %	mamelonné %	arrondi %	déprimé %
Z7	Jaune	Lisse	50	16	34	24	40	36	0
Z5	Jaune-orangé	Lisse	46	24	30	34	46	20	0
Z1	Jaune-orangé	Lég. bosselée	60	12	28	26	34	40	0
BB4	Jaune-orangé	Lisse	50	28	22	24	52	24	0
BB1	Jaune-orangé	Lisse	48	32	20	28	52	20	0
CC1	Jaune-orangé	Lég. bosselée	36	30	34	18	42	40	0
BB3	Jaune-orangé	Lisse	32	28	40	12	30	58	0
Z25	Jaune	Lisse	48	34	18	26	40	34	0
CC6	Jaune-orangé	Lég. bosselée	38	32	30	22	56	22	0
Z17	Jaune-orangé	Lisse	56	30	14	26	46	28	0
BB5	Jaune-orangé	Lég. bosselée	56	26	18	20	58	22	0
Z3	Orange	Lisse	52	30	18	32	48	20	0
AA18	Jaune-orangé	Lég. bosselée	48	28	16	26	50	24	0
CC2	Orangé	Lisse	38	32	30	20	52	28	0
Z23	Orangé	Lisse	62	14	24	32	44	24	0
Z19	Orangé	Lisse	48	30	22	28	42	30	0
AA7	Jaune-orangé	Lég. bosselée	66	20	14	16	52	32	0
A2	Jaune-orangé	Lég. bosselée	86	8	6	70	20	10	0
AA3	Jaune-orangé	Lég. bosselée	52	26	22	30	38	32	0
AA5	Jaune-orangé	Lég. bosselée	44	32	24	28	46	26	0
Z26	Jaune-orangé	Lég. bosselée	40	32	28	10	56	34	0
AA19	Jaune-orangé	Lisse	64	16	20	38	46	16	0
Z2	Orangé	Lisse	50	14	36	18	24	58	0
AA48	Jaune-orangé	Lisse	36	28	36	2	44	54	0
Z15	Jaune	Lisse	64	24	12	38	56	6	0
AA47	Jaune-orangé	Lisse	22	28	50	18	66	16	0
AA59	Jaune-orangé	Lég. bosselée	16	10	62	12	56	32	0
AA25	Jaune-orangé	Lég. bosselée	38	30	32	18	44	38	0
AA58	Jaune-orangé	Lisse	44	20	36	26	22	52	0
Z24	J. + Pl. vertes	Bosselée	44	26	30	0	4	2	94
T3	Jaune-orangé	Lég. bosselée	28	42	30	12	58	28	2
AA39	Jaune	Lég. bosselée	33	31	36	22	61	17	0
U3	Jaune-orangé	Bosselée	20	44	36	8	30	58	4
BB57	J. + Pl. vertes	Bosselée	0	32	52*	4	12	0	84
V6	J. + Pl. vertes	Lég. bosselée	16	30	54	0	50	48	2
T6	Jaune-orangé	Lég. bosselée	42	36	22	4	44	52	0

* - aréole 1/2 circulaire dans 16 p. 100 des cas

Les fruits.

● Matériel et méthodes.

La pomologie des fruits a été réalisée en 1972 sur 36 arbres, les 3 arbres Z9, Z13 et Z21 n'ayant pas pu être observés par suite d'une chute précoce des fruits.

Les observations ont porté sur l'aspect extérieur du fruit : couleur, surface de la peau, apex et aréole. L'apex ou ex-

trémité styloïde du fruit peut être «proéminent», «mamelonné», «arrondi» ou «déprimé». La partie circulaire qui entoure l'apex, ou aréole, sera décrite par les termes «proéminente», «peu apparente» ou «absente».

Un certain nombre de mesures ont été effectuées sur les fruits :

- poids d'un fruit
- hauteur et diamètre pris au pied à coulisse
- épaisseur de l'épiderme (albedo compris)

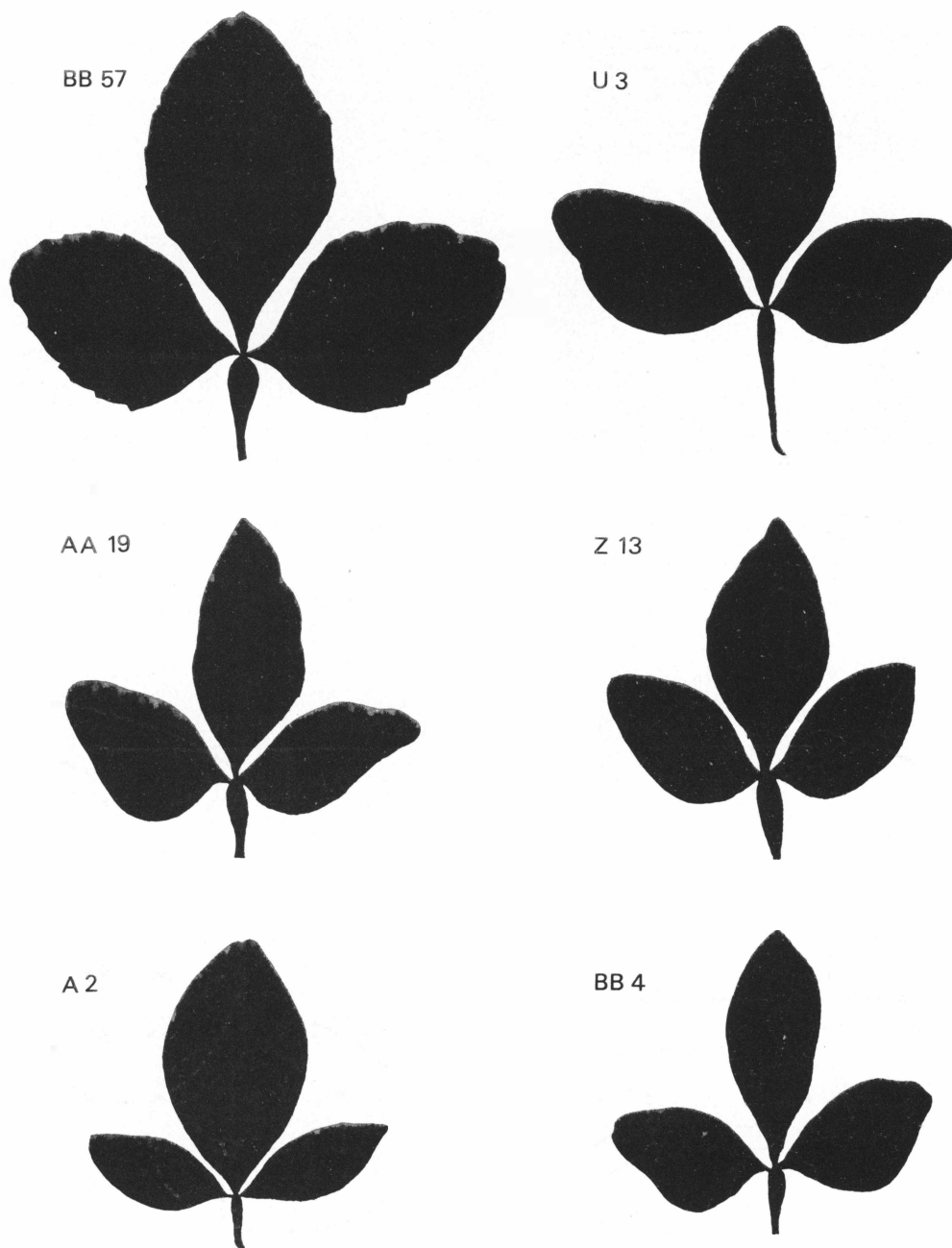


Figure 14 • Morphologie des feuilles de *Poncirus trifoliata*.

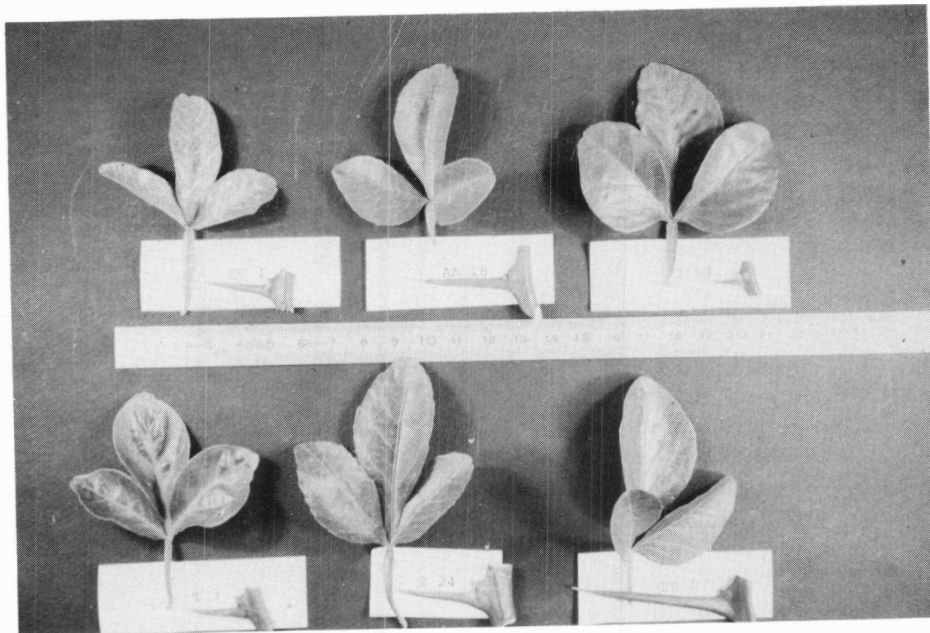


Figure 15 - Feuilles de *Poncirus trifoliata* : arbres CC1, Z13, Z24, AA18, T3, BB1. Noter la forme très arrondie des folioles de Z24 et la variation importante de la taille des épines entre les arbres.

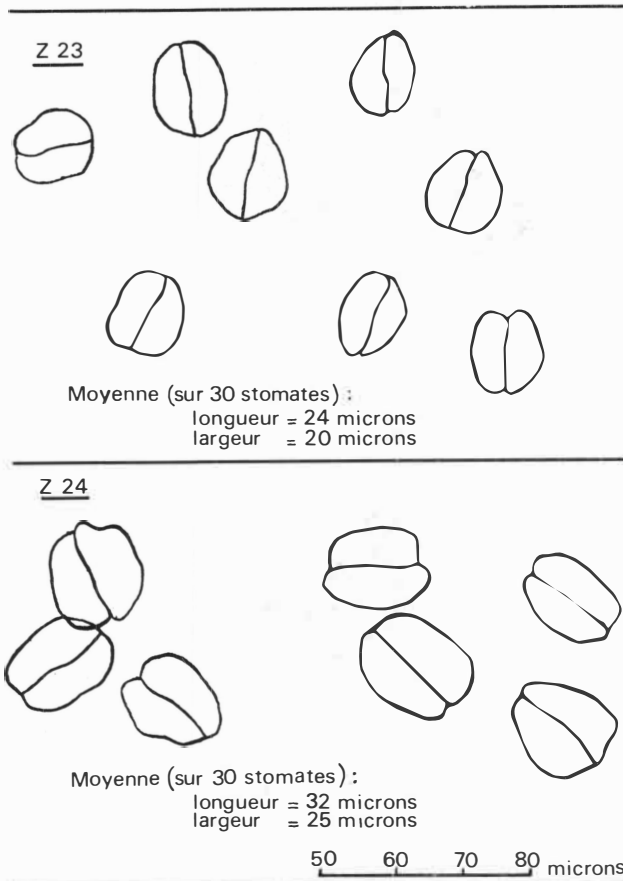


Figure 16 • Cellules de garde des stomates de feuilles de *Poncirus Rubidoux* dessinées d'après observations au microscope optique. Arbres Z 23 diploïde et Z 24 supposé tétraploïde.

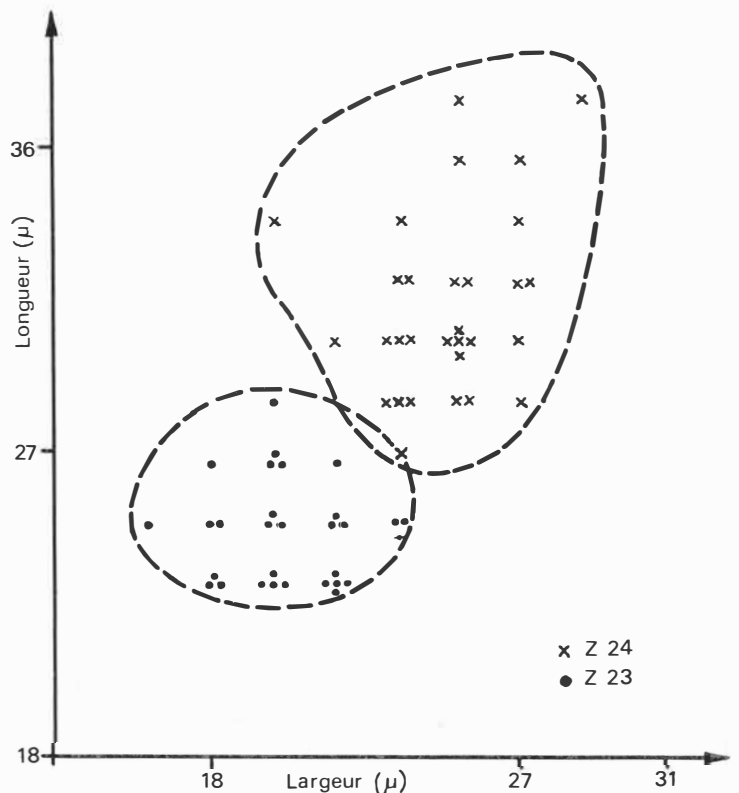


Figure 17 • Représentation graphique des mensurations des cellules des stomates, suivant leur largeur et leur longueur, des arbres Z 23 et Z 24 (ce dernier supposé tétraploïde).

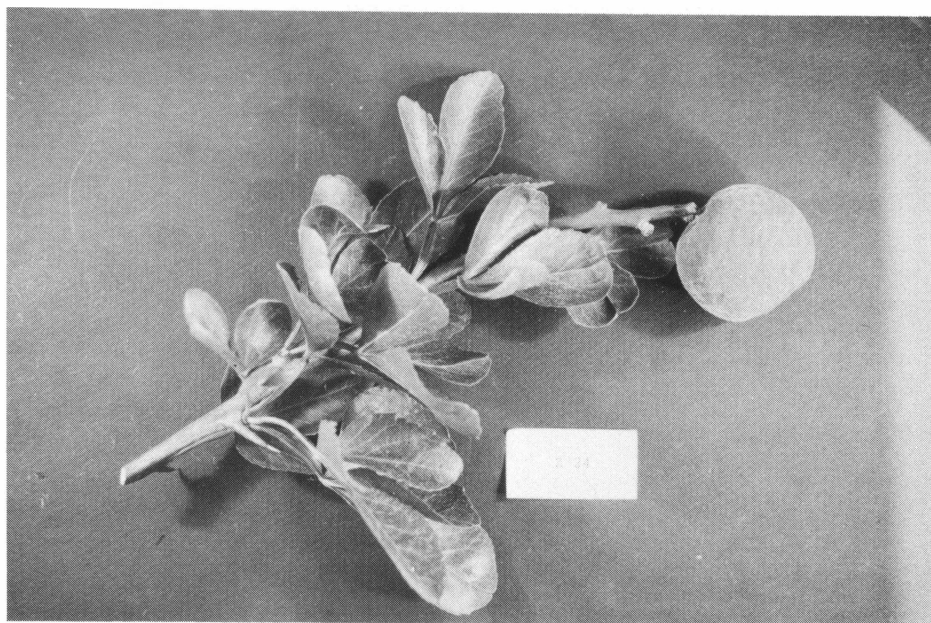


Figure 18 - Rameaux de *Poncirus trifoliata* : arbres Z24 et CC1.

TABLEAU 13 - Etude des fruits de *Poncirus trifoliata*, 1972 : poids moyen, hauteur, diamètre et rapport hauteur/diamètre.

Classement selon le poids moyen d'un fruit	N° arbres	poids moyen (en grammes)		Hauteur (en mm)		Diamètre (en mm)		Rapport hauteur/diamètre
		moyenne	C.V.*	moyenne	C.V.*	moyenne	C.V.*	
1	AA58	56,0	22	45,4	6	48,1	8	0,94
2	Z2	53,3	21	44,2	7	47,2	9	0,94
3	AA59	51,6	23	44,0	8	46,4	8	0,95
4	A2	50,5	33	45,3	9	47,3	11	0,96
5	AA39	50,3	25	45,1	9	47,2	9	0,96
6	BB3	48,3	18	43,2	7	45,9	7	0,94
7	AA25	48,0	28	43,0	9	45,4	11	0,95
8	Z26	47,9	21	42,2	7	45,6	8	0,93
9	Z24	47,5	20	41,6	8	48,1	7	0,86
10	BB57	46,6	13	41,5	7	47,9	5	0,87
11	Z25	46,5	25	42,9	8	45,3	8	0,95
12	Z1	45,8	20	43,2	7	45,2	7	0,96
12	BB4	45,8	25	43,6	7	45,2	8	0,96
14	Z7	44,9	22	42,0	8	44,1	8	0,95
15	BB1	44,8	21	43,3	7	45,3	7	0,96
16	Z17	44,6	21	42,2	7	44,7	7	0,94
17	AA48	44,1	26	41,2	8	44,7	9	0,92
18	CC2	42,9	28	42,0	9	43,9	11	0,96
19	AA18	42,4	23	40,7	8	43,8	8	0,93
20	Z23	42,1	27	41,8	9	43,8	9	0,95
21	Z5	41,6	30	42,4	9	43,8	10	0,97
22	AA5	41,6	29	42,0	9	44,2	10	0,95
23	CC1	41,1	28	40,7	10	43,6	10	0,93
24	V6	40,6	26	41,0	8	43,5	9	0,94
25	CC6	40,1	24	41,2	8	43,1	9	0,96
26	Z3	39,5	29	40,5	10	42,2	10	0,96
27	U3	39,0	34	38,6	12	43,2	12	0,89
28	Z19	38,7	28	40,0	9	42,9	10	0,93
29	AA3	38,6	31	39,1	10	41,7	11	0,94
30	T3	38,4	29	39,0	9	42,5	11	0,92
31	Z15	38,3	27	40,0	9	42,1	10	0,95
32	T6	37,4	21	38,9	7	42,4	9	0,92
33	BB5	37,0	37	40,3	11	41,7	13	0,97
34	AA19	35,5	31	38,8	9	41,0	11	0,95
35	AA7	34,6	23	38,3	9	40,9	8	0,94
36	AA47	29,8	23	37,3	9	38,9	8	0,96

* - C.V. : coefficient de variation.

TABLEAU 14 - Pomologie des fruits de *Poncirus trifoliata* : trois arbres à petites fleurs, un témoin BB 1 - 1984.

N° arbres	Poids moyen (en g)	Hauteur (mm)	Diamètre (mm)	Rapport hauteur/diamètre	Epaisseur épiderme + albedo	Nombre de carpelles	Nombre de pépins
BB1	40,6	43,7	45,2	0,97	5,1	7,1	29
Z9	36,8	40,1	42,8	0,94	3,6	7,7	24
Z13	32,0	38,4	41,0	0,94	4,9	6,8	31
Z21	44,6	42,2	44,5	0,95	3,0	7,9	28

TABLEAU 15 - Pomologie des fruits de *Poncirus trifoliata* : épaisseur de la peau, nombre de carpelles, nombre de pépins - 36 clones.

N° arbres	Épaisseur peau (mm)		Nombre de carpelles			Nombre pépins	
	moyenne	C.V.*	moyenne	extrêmes	C.V.*	moyenne	C.V.*
AA58	4,7	20	7,4	6-9	12	25	47
Z2	5,0	21	7,4	6-9	13	28	32
AA59	5,0	13	6,8	5-9	12	22	42
A2	5,2	19	6,5	5-8	12	12	81
AA39	5,8	20	6,3	3-9	22	15	56
BB3	5,4	19	7,0	6-9	10	30	31
AA25	4,6	18	7,0	5-9	16	27	47
Z26	5,3	18	7,1	5-9	14	28	30
Z24	10,1	15	5,8	5-8	11	6	65
BB57	9,1	17	6,0	5-7	8	7	61
Z25	5,6	17	7,2	5-10	15	26	38
Z1	4,9	15	6,8	6-9	10	27	38
BB4	5,7	20	6,9	5-10	14	28	42
Z7	4,5	25	6,8	5-9	13	24	33
BB1	5,4	11	7,2	6-9	10	25	41
Z17	5,2	18	7,1	6-8	11	23	27
AA48	5,0	16	7,1	5-9	13	17	61
CC2	5,1	19	6,8	5-9	14	22	46
AA18	4,9	18	7,0	5-8	12	24	43
Z23	4,7	20	6,7	5-9	14	22	44
Z5	5,3	20	6,2	4-9	16	16	55
AA5	6,1	15	6,6	5-9	14	18	54
CC1	5,0	19	7,1	5-9	13	23	48
V6	5,5	19	7,1	5-10	14	21	33
CC6	4,8	16	6,9	5-10	15	25	47
Z3	5,1	18	6,7	5-9	14	21	42
U3	6,1	16	7,0	5-9	16	23	44
Z19	5,7	16	6,7	5-9	14	23	49
AA3	5,0	15	6,8	5-9	14	21	53
T3	6,4	15	7,3	5-10	15	23	39
Z15	5,3	16	6,2	4-8	12	16	45
T6	5,8	13	7,3	5-9	15	26	32
BB5	5,4	20	6,9	5-9	14	22	61
AA19	5,1	17	6,6	5-9	15	18	63
AA7	5,3	17	6,9	5-9	12	18	41
AA47	4,8	15	6,5	5-8	10	8	54

* - C.V. : coefficient de variation.

- nombre de segments (ou carpelles)
- nombre de pépins par fruit
- poids de 100 à 150 graines
- forme des graines (étude 1984 sur 30 arbres, observations sur un lot d'une cinquantaine de graines).

Observations sur 50 fruits.

En octobre 1984, les arbres qui n'avaient pas fait partie de la première étude (Z9, Z13, Z21) pour les raisons évoquées ci-dessus ont été étudiés avec un témoin BB1 pour certains critères : poids moyen, hauteur, diamètre et caractéristiques internes des fruits.

● Résultats.

Les résultats pour l'arbre BB1 étant peu différents pour les critères étudiés entre les études de 1972 et 1984, nous permettrons de comparer entre eux l'ensemble des 39 arbres au niveau des caractéristiques des fruits.

Aspect extérieur (figures 18 et 19).

Les résultats sont indiqués dans le tableau 12.

La couleur des fruits varie de jaune à orange. Cette colo-

ration externe peut être altérée par la présence de plages vertes : BB57, Z24, V6.

La surface de l'épiderme est en général assez régulière par rapport à certaines variétés d'agrumes puisqu'elle est lisse ou légèrement bosselée, sauf pour le Z24, BB57 et U3 où cette irrégularité est accentuée (surface bosselée).

On a noté le pourcentage de fruits par arbre correspondant aux types d'aréoles et d'apex précisés ci-dessus (figures 20, 21, 22 et 23).

On constate que la présence de l'aréole est plus ou moins marquée dans 62 p. 100 des cas, elle est absente pour l'arbre AA59, au contraire elle est souvent proéminente (86 p. 100 des cas) pour l'arbre A2. D'ailleurs cet arbre se distingue encore des autres pour la forme de son apex qui est aussi, dans 70 p. 100 des cas proéminent. Notons encore que BB57 et Z24 se caractérisent par un apex fortement déprimé.

Mensurations des fruits.

Dans les tableaux 13 et 14 on a indiqué le poids moyen, la hauteur, le diamètre et le rapport hauteur/diamètre des fruits. Les résultats du tableau 13 sont classés selon le poids moyen par fruit, du plus élevé au plus faible.

Le poids moyen d'un fruit varie de 56 à 29,8 g. On constate que le coefficient de variation de ce critère est en général assez élevé (jusqu'à 37 p. 100 pour le BB5). Quatre classes ont été définies pour ce critère :

- Classe I : gros fruits poids moyen ≥ 50 g
- Classe II : fruits moyen $44 \leq$ poids moyen < 50
- Classe III : petits fruits : $37 \leq$ poids moyen < 44
- Classe IV : très petits fruits : poids moyen < 37

On remarque que parmi les 5 arbres de la classe I, 4 figuraient déjà dans l'étude des fleurs et avaient été classés dans le groupe II. Les fleurs de ces 4 arbres ont des diamètres moyens voisins (compris entre 58 et 55 mm).

Les types à grandes fleurs (groupe I) : Z23, Z24, BB57, T6 ne se caractérisent pas par de gros fruits. Les arbres Z25, Z24, BB57 (tableau 8) très proches au point de vue morphologie des fleurs (diamètre et rapport l/L) ont des fruits de poids moyens très proches : classe II, environ 47 grammes.

Enfin, les arbres Z9 et Z13 respectivement à «petites fleurs» et «très petites fleurs» ont des fruits d'un faible poids moyen (36,8 et 32,0 g).

La forme des fruits des différents arbres est proche d'une sphère : rapport H/D compris entre 0,92 et 0,97, sauf pour les fruits de Z24, BB57 et U3 qui sont légèrement plus aplatis (rapport H/D de 0,86, 0,87 et 0,89 respective-

TABLEAU 16 - Classement des clones de *Poncirus trifoliata* à partir du poids d'un échantillon de 100 graines
Observation de la forme des graines - 38 arbres.

Classement	N° arbres	Poids	Forme
1	Z24	32,3	O
2	BB57	30,0	-
3	Z13	29,3	T
4	Z21	28,1	O
5	AA7	27,5	C
6	Z19	26,9	C
7	BB3	26,7	C
8	AA59	26,6	-
9	CC1	26,3	P-C
10	Z23	26,2	C
11	Z17	26,0	P-O
12	CC2	25,9	C
13	Z7	25,7	O
14	Z2	25,6	O et C
15	AA58	25,4	-
16	CC6	25,3	C
17	AA48	25,0	-
18	Z25	24,9	C
19	Z9	24,7	O et C
20	AA18	24,3	C
21	AA25	24,1	C et L
22	AA19	24,0	C
23	Z26	23,9	C
24	Z15	23,8	C
25	AA3	23,7	P et O
26	BB4	23,7	C
27	A2	23,6	-
28	Z1	23,5	O
29	Z3	23,5	L
30	V6	23,2	O
31	BB5	22,5	C
32	AA5	22,4	C
33	AA51	21,6	-
34	U3	21,1	-
35	Z5	20,9	O et C
36	T3	20,1	O
37	T6	19,6	O et C
38	AA47	19,0	-

Légende :

O : ovale T : triangulaire C : cunéiforme P : plate
L : lenticulaire - : pas de graines disponibles lors de l'observation de leur forme

ment).

Etude interne des fruits.

Les résultats concernant les caractéristiques internes des fruits figurent dans les tableaux 14 et 15.

Pour l'épaisseur de la peau deux clones se distinguent des autres : ce sont le BB57 et le Z24, épaisseur de 9,1 et 10,1 mm (moyenne des autres : 5,3 mm). Si l'on considère

la coupe transversale d'un fruit, 38 et 42 p. 100 du diamètre respectivement sont occupés par «l'écorce» (péricarpe). Ce rapport tombe à 20 p. 100 pour le Z7 (figure 20).

Pour l'ensemble des clones le nombre de carpelles est compris entre 3 et 10. Pour un clone donné les nombres extrêmes peuvent être assez éloignés : AA39 de 3 à 9 segments. Au contraire certains clones sont assez homogènes pour ce critère BB57 de 5 à 7 segments. Les deux premiers clones pour le poids moyen d'un fruit sont aussi ceux qui ont le nombre de carpelles le plus élevé. Les nombres de carpelles BB57 et Z25 sont les plus faibles.

Le nombre des pépins est élevé et il est très variable à l'intérieur d'un clone (CV = 81 p. 100 pour A2). Trois clones se distinguent par un nombre beaucoup moins important de pépins ce sont le Z24, BB57 et AA47.

Poids des graines et formes.

Le poids de l'échantillon de graines pour chaque clone a été rapporté à 100 graines. Les données figurent classées par ordre décroissant dans le tableau 16. Ce poids moyen est compris entre 32,3 et 19,0 g soit une différence de 40 p. 100.

Le Z24 et le BB57 classés en premier pour la taille des fleurs et des feuilles et le poids d'un fruit ont les poids de 100 graines les plus élevés. Le Z13 (groupe IV) caractérisé par de très petites fleurs se situe en troisième position dans ce classement.

La forme des graines est le plus souvent de type ovale ou cunéiforme. Quelques arbres ont leurs graines un peu aplaties. Le Z13 et le Z23 se distinguent par leurs graines de forme triangulaire et lenticulaire respectivement.

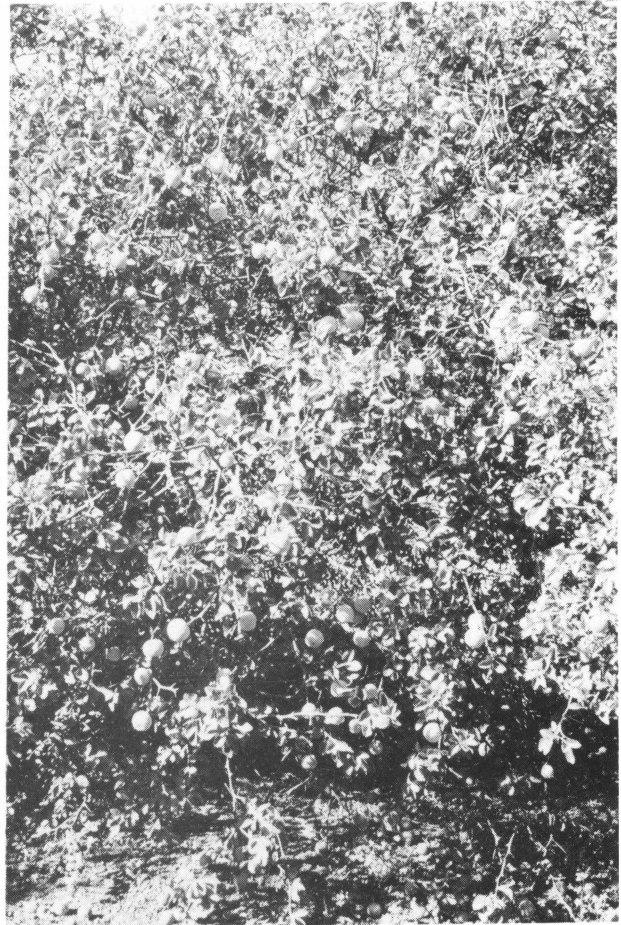


Figure 19 - Fruits de *Poncirus trifoliata*.

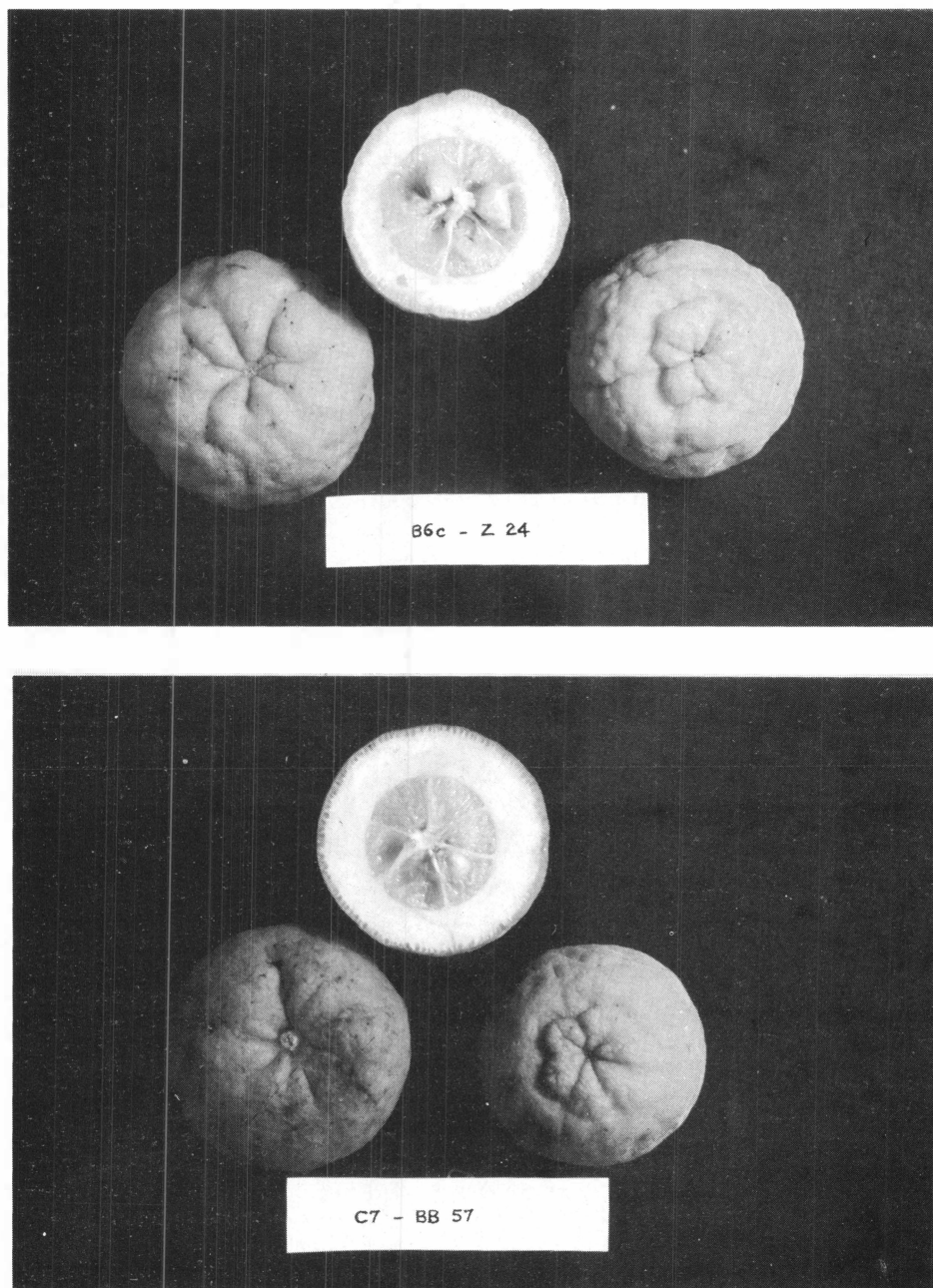


Figure 20 - Fruits de *Poncirus trifoliata* : arbres Z24 et BB57 (tétraploïdes ?) appartenant au groupe I. a. R. Remarquer l'aspect extérieur des fruits ainsi que l'importance de l'épiderme + l'albedo.

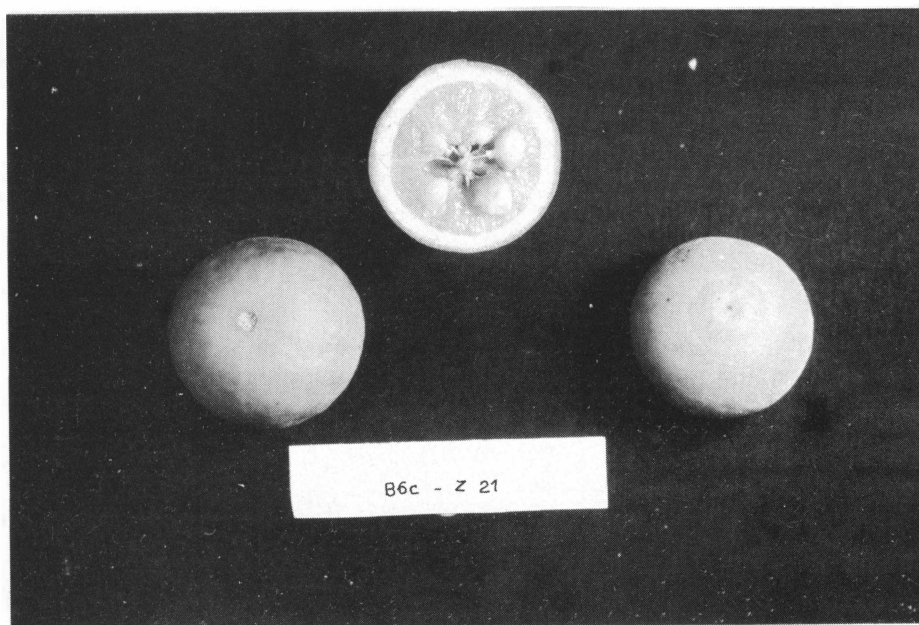
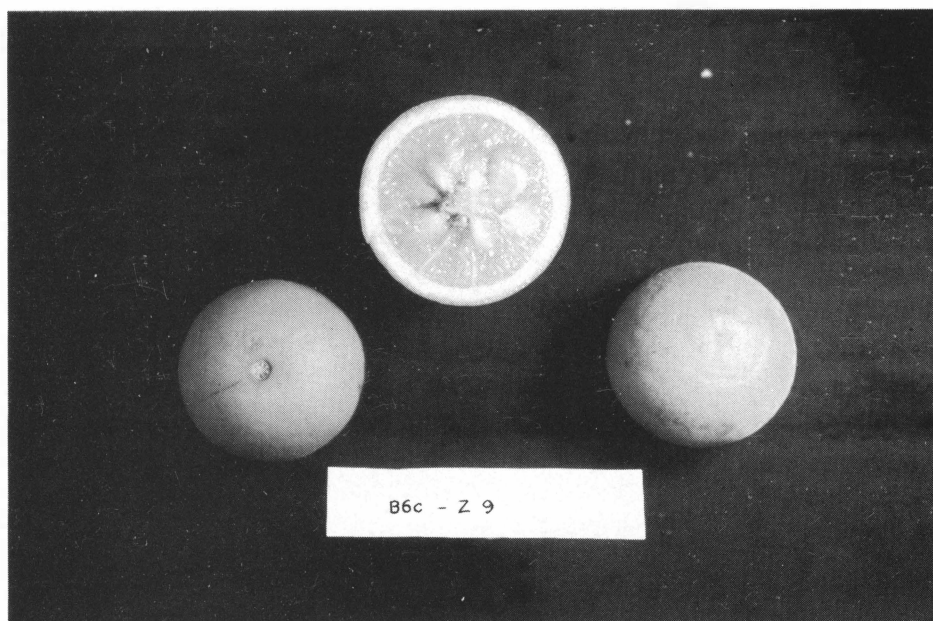


Figure 21 - Fruits de *Poncirus trifoliata* : arbres Z9 et Z21 appartenant au groupe III. c. R. de la classification des fleurs.

DISCUSSION

On a retenu un critère représentatif (c'est-à-dire à partir duquel on a pu effectuer un classement des différents arbres) pour chacune des trois études précédentes : fleurs, feuilles et fruits afin de relier les différents caractères botaniques entre eux. Ces trois critères sont les suivants :

- diamètre moyen d'une fleur (4 classes)
- poids moyen d'une feuille (3 classes)
- poids moyen d'un fruit (4 classes)

La figure 24 établie pour les arbres pour lesquels on possède ces trois données, montre quelles sont les relations entre les différents caractères botaniques.

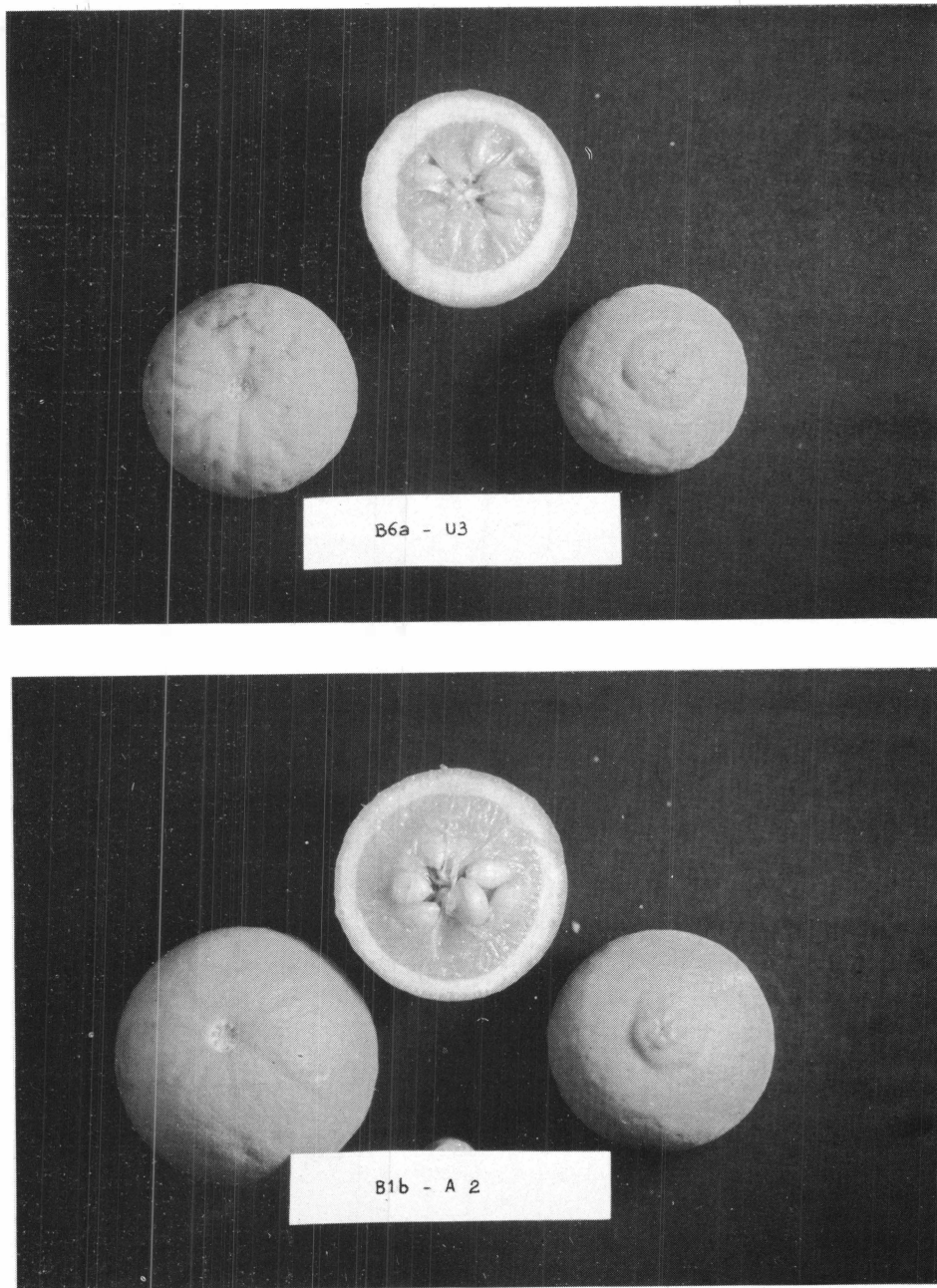


Figure 22 - Fruits de *Poncirus trifoliata* : arbres U3 et A2 appartenant au groupe II de la classification des fleurs. Remarquer l'apex proéminent de A2.

Globalement il n'y a pas de corrélation fine entre ces trois critères, notamment entre la taille des feuilles et celle des fruits puisque les situations suivantes se présentent : grandes feuilles - petits fruits, petites feuilles - gros fruits, petites feuilles - très petits fruits ... Cependant on constate que les arbres à petites fleurs sont caractérisés par

des petites feuilles et plutôt par des petits fruits.

Deux arbres semblent se distinguer nettement des autres ce sont les Z24 (qui est un *Poncirus Rubidoux*) et BB57 caractérisés par des grandes fleurs à pétales très arrondis, des grandes feuilles, et des fruits bosselés et à peau épaisse. Comme nous l'avons vu ces caractères seraient à relier

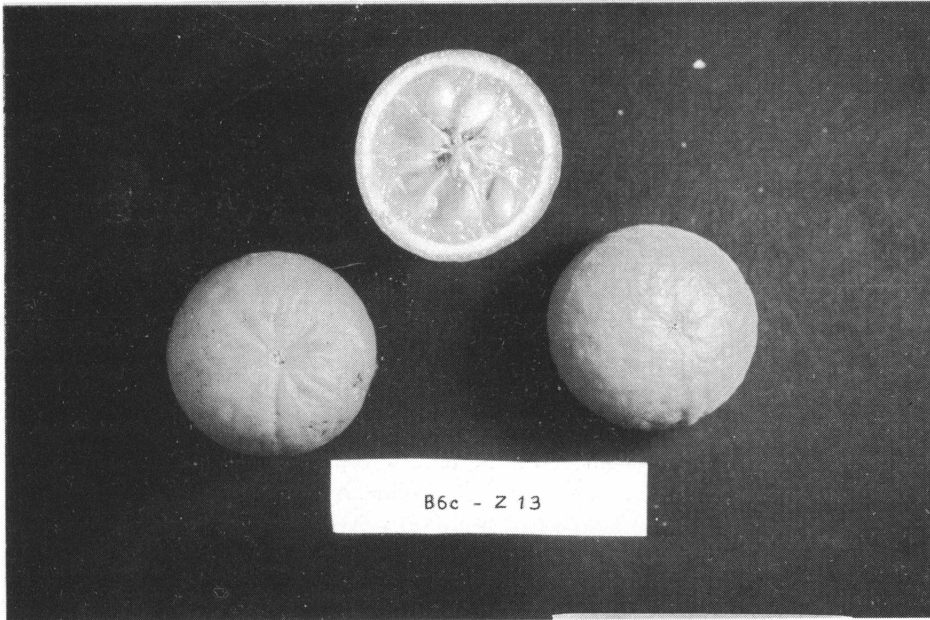


Figure 23 - Fruits de *Poncirus trifoliata* : arbres Z13 appartenant au groupe IV de la classification des fleurs. Noter la finesse de l'épiderme + l'albedo.

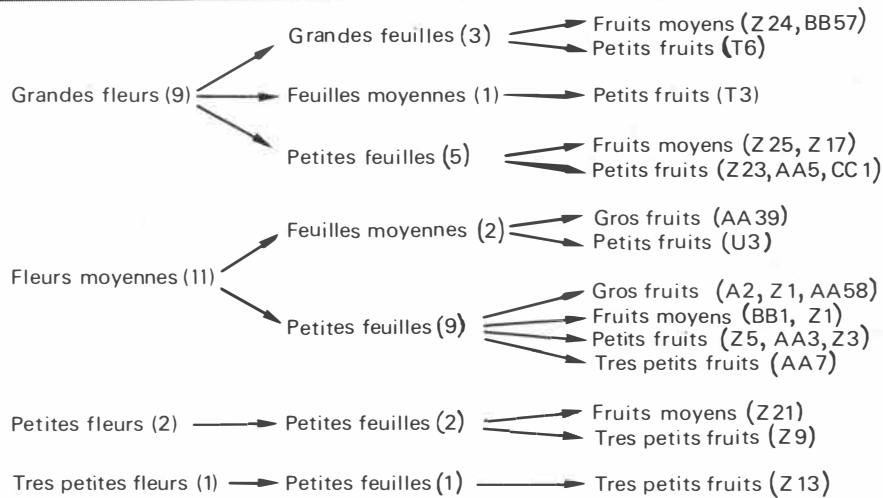


Figure 24 • Relations entre trois caracteres botaniques du *Poncirus trifoliata* : diametre moyen d'une fleur, poids moyen d'une feuille, poids moyen d'un fruit.

avec la tétraploïdie. Il sera intéressant de voir dans la deuxième partie, si ces arbres se distinguent des autres par leurs caractéristiques biologiques, en particulier par une vigueur affaiblie, comme l'ont montré TUBERIDZE et KERKADZE (1971) dans le cas des tétraploïdes.

Les *Poncirus* «Rubidoux» ne sont pas tous caractérisés par de petites fleurs : l'arbre Z23 originaire des USA est aussi à grandes fleurs mais à petites feuilles, par contre Z21 originaire d'Afrique du Sud est à petites fleurs et à petites feuilles. Il y a donc une grande hétérogénéité au sein des *Poncirus* «Rubidoux» en fonction de leurs origines.

Remarquons que les deux *Poncirus* «Beneke», AA3 et Z3 se retrouvent dans la même catégorie après observations de leurs différentes caractéristiques botaniques : - fleurs moyennes, petites feuilles et petits fruits. Ils pourraient provenir d'embryons nucellaires du même arbre.

En conclusion, il semble que la population des *Poncirus trifoliata* soit plus hétérogène que ce qu'ont montré différents auteurs (BITTERS, 1973), c'est-à-dire distinction en deux groupes uniquement basés sur la morphologie des fleurs = grandes fleurs (diamètre de 55 à 65 mm) et petites fleurs (diamètre de 30 à 40 mm).

La liste bibliographique sera présentée à la fin de la troisième partie.