

Le conservatoire de ressources génétiques d'agrumes de la station de San Giuliano en Corse Une collaboration entre l'INRA* et le CIRAD-FLHOR**

Les premiers travaux d'installation du conservatoire d'agrumes de San Giuliano en Corse remontent à 1958.

Le but initial était de regrouper les meilleures sélections pomologiques de l'île issues notamment du bassin méditerranéen et de les tester par indexation afin de ne retenir que les sujets indemnes de maladies transmissibles par greffage.

Par la suite, un programme d'assainissement a été mis sur pied pour diversifier la gamme variétale en élargissant les introductions à l'ensemble des pays agrumicoles.

L'originalité de ce conservatoire réside dans le fait que les variétés sont conservées sous forme d'arbres sains en vergers. Cela confère l'avantage de vérifier leurs caractéristiques pomologiques et de pouvoir diffuser une quantité relativement importante de greffons indemnes de maladies transmissibles connues. Le processus de régénération / multiplication se déroule en plusieurs phases au cours desquelles l'état sanitaire des plants est régulièrement contrôlé. Ce matériel sélectionné est diffusé auprès des producteurs, pépiniéristes et organismes officiels désireux de mettre sur pied un programme de production de matériel certifié.

Le conservatoire de San Giuliano comprend actuellement 9 genres, 62 espèces, 33 types d'hybrides, regroupant 518 cultivars et 297 porte-greffe, soit au total 815 références différentes.

Contexte phytosanitaire de la Corse

La Corse est une île méditerranéenne de 8700 km² située à hauteur du 42^e parallèle Nord. Elle est distante de 170 km des côtes continentales françaises, de 80 km de la péninsule italienne, et séparée de la Sardaigne par un détroit de 15 km.

* INRA : Institut National de Recherche Agronomique, SRA San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corse, France.

** CIRAD-FLHOR : Centre de coopération internationale en recherches agronomiques pour le développement, Département des productions fruitières et horticoles (ex IRFA), BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Cette île occupe sur le plan agrumicole une place privilégiée en raison de son contexte phytosanitaire particulier qui résulte non seulement de l'insularité, mais aussi de surfaces plantées relativement modestes et peu diversifiées jusqu'à la fin des années 1950, époque à partir de laquelle un schéma de sélection sanitaire a pu être mis sur pied.

Ainsi, cette île se trouve aujourd'hui indemne de tristezza. Toutefois, une souche, n'exprimant pas de symptômes sur les associations sensibles, et non transmissible naturellement dans les conditions de la Corse, a été observée sur kumquat et éradiquée (ALBERTINI *et al.*, 1988 ; BOVE *et al.*, 1988). La Corse est également exempte de mal secco, maladie cryptogamique rencontrée sur le pourtour méditerranéen. En outre, les symptômes de la maladie du Stubborn causée par *Spiroplasma citri* sont très faibles ou inexistantes. Cependant on a observé des cicadelles porteuses de l'agent causal en zone de maquis (BRUN *et al.*, 1988). Enfin le virus du veinement woody gall n'a jamais été détecté en Corse malgré les nombreuses indexations de routine effectuées sur lime mexicaine et sur *Citrus volkameriana*.

Les 4 maladies dont il est question ci-dessus figurent dans la nouvelle législation européenne comme maladies de quarantaine, car elles sont susceptibles de se propager naturellement en Europe méridionale par insectes vecteurs ou par propagules.

Certaines maladies dites de "qualité" existent cependant en Corse mais ne sont transmissibles que par l'homme (par greffage ou par outil de taille). Au rang de ces dernières, VOGEL et BOVE ont identifié dès 1962 la psorose, l'exocortis, le cristicortis, la panachure infectieuse, la cachexie, l'impetratura.

L'ensemble de ces maladies a fait l'objet d'un programme d'assainissement ayant pour objectif d'établir à la station de San Giuliano une collection de plants d'agrumes indemnes de maladies transmissibles par greffage (VOGEL *et al.*, 1988).

Historique du conservatoire génétique de San Giuliano

Depuis près de 35 ans, le CIRAD-FLHOR et l'INRA conjuguent leurs efforts pour conduire ce programme de sélection sanitaire. Dans un premier temps le travail a consisté à regrouper sur la station de San Giuliano diverses espèces et cultivars disponibles dans le bassin méditerranéen. En cela la station de San Giuliano est inscrite dans la filiation des travaux entrepris précédemment par CHAPOT (1955) au Maroc et BLONDEL (1951) en Algérie, pour constituer des collections. Toutes les introductions venues en Corse ont été indexées sur plantes indicatrices afin d'éliminer les cultivars qui étaient porteurs des maladies transmissibles par greffage (VOGEL, 1966 ; VOGEL *et al.*, 1988).

Dans le même temps d'autres introductions en provenance d'Amérique, d'Asie, d'Afrique et d'Australie étaient effectuées sous forme de graines afin d'obtenir des plants sains d'origine nucellaire (CASSIN and LOSOIS, 1977 ; CASSIN, 1978). Enfin, lorsque, à partir de 1984, la technique de régénération par microgreffage d'apex fut maîtrisée (NICOLI, 1984), diverses introductions furent effectuées sous forme de greffons contrôlés ou assainis suivant le schéma décrit par NAVARRO *et al.*, (1988).

Grâce à ce nouveau procédé, il est devenu possible d'élargir la collection aux espèces ou cultivars monoembryonnés tels que le clémentinier et le bergamotier. Une soixantaine de variétés originaires d'Asie du Sud-Est ont pu être introduites dans le cadre du programme ASIAGRU (1) (AUBERT, 1991) en éliminant les risques de contamination par des agents pathogènes non méditerranéens tels que la bactérie du greening, le virus du tatter leaf, et la bactérie du chancre citrique.

Parallèlement des introductions de porte-greffe ont été effectuées exclusivement sous forme de graines, en provenance de l'ensemble des pays agrumicoles. Des sélections ont été réalisées, notamment pour le genre *Poncirus*, pour lequel la station dispose d'une grande collection (JACQUEMOND *et al.*, 1986). Le conservatoire comporte également quelques représentants des genres apparentés appartenant à la tribu des *Citreae*.

Actuellement plus de 500 variétés et près de 300 porte-greffe provenant de 33 pays agrumicoles sont regroupés à San Giuliano. Les variétés assainies sont toutes répertoriées sous un numéro précédé du sigle SRA (Station de Recherches Agronomiques). Ce matériel végétal est présenté dans les tableaux 1 et 2 suivant les principaux groupes de variétés et porte-greffe.

Techniques pour la détection des agents pathogènes

Au fur et à mesure de la constitution du conservatoire agrumicole de San Giuliano les moyens mis en œuvre pour détecter les agents pathogènes ont évolué. Ils font ou ont fait appel à un total de 10 plantes indicatrices. Ces dernières sont cultivées en serre « froide » (18 à 25 °C) ou « chaude » (27 à 32 °C). L'inoculation a lieu par greffage d'un fragment de la plante à tester (écorce, feuille) sous l'écorce de la plante indicatrice (tableau 3).

De nouvelles méthodes ont permis de s'affranchir partiellement de la nécessité de cultiver certaines plantes indicatrices ou de réduire leur temps de culture. Ainsi le virus de la tristezza peut maintenant faire l'objet d'un dépistage par test sérologique à l'aide d'anticorps spécifiques. La technique d'immunocapture couplée à la PCR (2) est envisagée pour le spiroplasma des stubborn (SAILLARD *et al.*, 1993). Pour le greening, des sondes moléculaires ont été obtenues (VILLECHANOUX *et al.*, 1992).

Les viroïdes sont aujourd'hui mis en évidence par électrophorèses successives (technique sPAGE) (3). Au cours des 30 dernières années la détection des viroïdes de l'exocortis et de la cachexie a connu l'évolution suivante :

* indexation sur *Poncirus trifoliata* et tangelo Orlando ; 3 ans pour l'exocortis et plus de 5 ans pour la cachexie (VOGEL, 1966) ;

* utilisation des cédratiers Etrog 60-13, puis 861-S1 sous serre chaude pour la détection de l'exocortis selon la technique de CALAVAN *et al.* (1964) ; la durée de détection a été réduite à 12 mois dès 1965 (VOGEL, 1966) ;

* adoption du mandarinier Parson Special pour l'indexation de la cachexie-xyloporose (ROISTACHER *et al.*, 1973) ; la durée de la détection de la cachexie a été réduite à 12 mois (VOGEL et BOVE, 1976) ;

* enfin, depuis 1991, utilisation des électrophorèses successives, technique adaptée par DURAN VILA *et al.* (1988) sur extrait de plante indicatrice (CARUANA *et al.*, 1992) (cédratier 861-S1) : la durée de détection est réduite à 4 mois et il devient possible d'identifier les 12 viroïdes connus, dont ceux induisant la cachexie et l'exocortis.

Qu'elles fassent appel à la sérologie ou à la biologie moléculaire, les nouvelles techniques de détection permettent de raccourcir les temps de réponse et d'affiner le diagnostic.

Schéma actuel de sélection sanitaire

Actuellement l'introduction et la régénération de tout nouveau matériel végétal mettent en œuvre les procédures suivantes (FRISON and TAHER, 1991) :

1. Désinfection des greffons, dès leur arrivée, à l'hypochlorite de sodium à 5 % de chlore actif pendant 20 min,

1. ASIAGRU : Collectes effectuées de 1987 à 1990 dans le cadre du Projet régional PNUD-FAO de relance de l'agrumiculture dans 7 pays du Sud-Est asiatique.

2. PCR : Polymerase Chain Reaction.

3. sPAGE : Sequential Polyeramid Gel Electrophoresis.

sluivie d'un traitement au TMTD à 8 g/l. Tous les emballages et le matériel végétal en mauvais état sont incinérés.

2. Forçage en phytotron à 32 °C sur sable humide.

3. Microgreffage *in vitro* sur citrange Troyer ou citrange Carizo selon la technique décrite par NICOLI (1984).

4. Après 2 à 6 semaines, deuxième greffage sur *Citrus volkameriana* des vitroplants obtenus après développement de l'apex, selon la technique décrite par VOGEL *et al.* (1988).

5. Culture en chambre climatique 4 à 6 semaines à 27 °C.

6. Mise en quarantaine sous serre et vérification sanitaire selon les procédures présentées dans le tableau 3.

7. Plantation en parcs à bois de plein air ; vérifications pomologiques sur 3 récoltes.

La gestion de ces parcs à bois de plein air suppose une surveillance constante se traduisant notamment par :

- des indexations vis-à-vis des viroïdes tous les 3 à 5 ans ;
- la surveillance des vecteurs potentiels, notamment de cicadelles vectrices du stubborn, dans les parcelles à l'aide d'un réseau de pièges jaunes ;
- la mise en œuvre tous les 3 ans de dépistages systématiques de la tristeza par test ELISA ;
- la vérification de l'absence de symptômes corticaux d'exocortis sur *Poncirus*, porte-greffe le plus largement utilisé dans les parcs à bois ;
- la vérification périodique de l'absence de mutations visibles.

Le conservatoire de San Giuliano : une base pour l'évaluation génétique des agrumes

La conservation de 3 à 4 arbres adultes en plein champ pour chaque cultivar autorise des évaluations pomologiques, morphologiques et phénologiques. L'adaptation des cultivars aux conditions locales peut également être estimée. L'ensemble des observations sera prochainement géré grâce au système de base de données informatisé développé par COTTIN *et al.*, (1992).

Outre les groupes utilisés à des fins horticoles, le conservatoire renferme diverses espèces appartenant à la tribu des *Citreae*. La base génétique disponible est ainsi tout à fait adaptée à l'analyse de l'organisation de la diversité génétique des agrumes. Un travail de caractérisation génétique a été entrepris à l'aide de marqueurs moléculaires (isozymes,

RFLP, RAPD) et de la cytométrie en flux (OLLITRAULT et FAURE, 1992 ; LURO *et al.*, 1993 ; OLLITRAULT et MICHAUX-FERRIERE, 1993). Au-delà des conclusions phylogéniques et évolutives, les structures mises en évidence permettent de mieux raisonner la gestion des ressources génétiques et leur exploitation dans les schémas d'amélioration variétale.

Le conservatoire de San Giuliano est par ailleurs partiellement dupliqué sur diverses stations du CIRAD-FLHOR et de ses partenaires. Ce prolongement original de la collection de San Giuliano permet d'évaluer les cultivars dans des conditions pédoclimatiques et pathologiques très diversifiées (tableau 4). Il est ainsi possible, d'une part, d'identifier des caractères faiblement influencés par l'environnement et adaptés à l'identification variétale et, d'autre part, d'estimer l'importance de l'interaction génotype-environnement dans l'expression de certains caractères agronomiques. De plus, certaines stations sont idéalement situées, compte tenu du contexte phytosanitaire local, pour évaluer la sensibilité du matériel végétal à divers pathogènes. C'est en particulier le cas de la Réunion pour le chancre citrique et la tristeza ou du Cameroun pour le *Cercospora angolensis*.

La synthèse des données obtenues pour les différents niveaux d'évaluation (morphophysiological, moléculaire, sensibilité aux pathogènes, etc.) permettra à terme de constituer une collection saine renfermant un maximum de diversité génétique pour un minimum de génotypes (« core collection »).

Notons enfin, en marge du conservatoire de San Giuliano et en liaison avec la création variétale par fusions somatiques et transgénoses, le développement d'un programme de cryoconservation d'une collection de cals embryogènes de cultivars élites (ENGELMANN *et al.*, 1993).

Diffusion du matériel

Le conservatoire génétique de San Giuliano est l'un des 7 centres reconnus au niveau mondial et identifiés par l'IBPGR comme aptes à distribuer du matériel végétal d'agrumes indemne de maladies transmissibles par greffage (FRISON and TAHER, 1991).

Le conservatoire de plants d'élite de San Giuliano permet d'approvisionner de nombreux pays agrumicoles. Chaque année, environ 100 000 greffons et plus de 100 kg de graines sont diffusés de par le monde. Ils permettent la constitution de collections saines dans tous les pays désireux d'assainir leurs vergers et ainsi la relance de leur agrumiculture sur des bases plus sûres.

Tableau 1. Variétés d'agrumes conservées à la station de recherches agronomiques (SRA) de Corse.					
Variétés					
	Trouvées indemnes à l'introduction	Issues de sélection nucellaire	Issues de micro-greffage	En cours d'assainissement ou de vérification pomologique	Effectif total
Oranges	21	49	32	17	119
Bigarades	2	1	1	3	7
Mandarines	56	67	49	34	206
Tangors	4	4	8	6	22
Tangelos	7	25	1	0	33
Pamplemousses	4	0	5	9	18
Pomelos	7	11	6	1	25
Citrons	9	7	15	11	42
Limes	1	4	6	9	20
Cédrats	8	0	1	2	11
Kumquats	3	0	5	3	11
Limequats	2	0	2	0	4
Total	124	168	131	95	518

Tableau 2. Porte-greffe d'agrumes conservés à la Station de recherches agronomiques (SRA) de Corse.	
Porte-greffe introduits sous forme de graines	
Bigaradiers	33
Mandariniers	27
Limes et citrons	34
Hybrides de citrons	13
Autres <i>citrus</i>	19
<i>Poncirus</i>	64
Hybrides de <i>Poncirus</i>	98
Genres apparentés	9
Total	297

Tableau 3. Techniques de détection des agents pathogènes mises en œuvre pour le conservatoire de San Giuliano. A - Indexation sur plantes indicatrices.			
Plante indicatrice	Maladies détectées	Symptômes	Remarques
Culture sous serre froide et cage d'isolement			
Limettier mexicain de semis (ou greffé sur <i>C. volkameriana</i>)	Tristeza	Vein clearin et stem pitting	Inoculation avec des écussons d'écorce
	Vein enation - woody gall Rugose	Symptômes foliaires Symptômes foliaires	" "
<i>Citrus volkameriana</i> de semis	Vein enation - woody gall	Symptômes corticaux	"
<i>Citrus excelsa</i> de semis	Tatter leaf	Symptômes foliaires	"
Citrange Rusk de semis	Tatter leaf	Symptômes foliaires	"
Orangers Mme Vinous ou Hamlin de semis	Psorose écailleuse	Symptômes foliaires	"
	Ringspot	Symptômes foliaires	"
	Concave gum	Symptômes corticaux	"
	Blind pocket	Symptômes corticaux	"
	Cristacortis	Symptômes corticaux	"
	Impietratura	Symptômes sur fruits	"
	Frisolée-Panachure infectieuse	Symptômes foliaires	"
	Greening	Symptômes foliaires	Inoculation avec des placages de feuilles
Tangelo Orlando de semis	Cachexie-Xyloporose Cristacortis	Symptômes corticaux Symptômes corticaux	Pour les 2 maladies : Inoculation avec écussons d'écorce abandonnée depuis 1977
<i>Poncirus trifoliata</i> de semis	Exocortis	Symptômes corticaux	Utilisé dans les années 1960
Culture sous serre chaude			
Cédratier 861-51 (greffé sur <i>Citrus volkameriana</i>)	Exocortis	Symptômes foliaires, nanisme	Inoculation avec des écussons d'écorce
Mandarinier Parson special (greffé sur <i>Citrus volkameriana</i>)	Cachexie-Xyloporose	Symptômes corticaux	"
Oranger Mme Vinous de semis	Stubborn	Symptômes foliaires	Inoculation avec des nervures de feuilles

.../...

Tableau 3. Techniques de détection des agents pathogènes mises en œuvre pour le conservatoire de San Giuliano. B - Techniques de microbiologie, sérologie et biologie moléculaire.

Technique	Maladie détectée	Remarques
Mise en culture sur milieu SP4	Stubborn	Observation des spiroplasmés au microscope à fond noir et caractérisation sérologique
ELISA	Tristeza	Utilisation d'anticorps polyclonaux, kit SANOFI, de mélange de monoclonaux (3 DF1 et 3 CA5) kit INGENASA
sPage	Maladies causées par les viroïdes (Exocortis, Cachexie ...)	Permet la détection et la discrimination des 12 viroïdes connus
IC - PCR	Stubborn	en cours
Sondes moléculaires, PCR	Greening	en cours

Tableau 4. Conservatoires du réseau CIRAD-FLHOR / INRA

Pays	Corse	Réunion	Martinique	Nouvelle-Calédonie	Cameroun	Côte-d'Ivoire
Site	San Giuliano (1)	Bassin Martin Bassin Plat (2)	Rivière-Lézarde Le Carbet (1)	La Foa Pocquereux (1)	Kismatari (1)	Korhogo (1)
Altitude	47 m	150 à 300 m	50 à 200 m	50 m	200 m	353 m
Latitude	42°17 N	21°20 S	14°30 N	22°60 S	9°19 N	7°20 N
Longitude	9°32 E	55°30 E	61°70 E	166°20 E	13°20 E	3°5 E
Date de Plantation	de 1973 à 1993	de 1973 à 1990	de 1967 à 1988	de 1968 à 1990	de 1985 à 1987	de 1981 à 1990
Surface (ha)	7,9	1,6	3,6	0,5	0,6	0,7
Répartition des cultivars						
Mandariniers	206	41	53	25	47	4
Orangers	119	22	33	15	18	10
Hybrides	55	15	5	4	10	4
Pomelos	25	2	11	4	11	3
Citrons	42	8	12	3	6	1
Limes	20	5	7	2	3	2
Pamplemoussiers	18	4	5	2	4	0
Divers	33	20	28	2	28	4
Total	518	117	154	57	130	28
Distribution						
Yeux (unité)	400.000	35.000				
Graines (kg)	200	5				
Plants de pépinière (unités)	5.000	20.000				
(1) Territoires indemnes de maladies de quarantaine transmissibles par voie naturelle.						
(2) Zone où la tristeza, le chancre citrique et le greening sont présents.						

The citrus foundation unit of the San Giuliano Station in Corsica: A joint INRA* / CIRAD FLHOR** program

The San Giuliano citrus repository in Corsica was founded in 1958.

The original target was to gather the best cultivars of the island, generally originating from the Mediterranean basin, and submit them to a selective indexing procedure to eliminate individuals affected by graft transmissible disease.

An exclusion program was then developed to extend the list of accessions to include cultivars from all citrus producing countries of the world.

This repository is unique in that accessions are maintained in orchards as disease-free adult trees. The advantage of this practice is that it allows control of pomological performance and accessibility to quite high numbers of scions free of known transmissible diseases. There are several phases in the regeneration/propagation process during which the phytosanitary status is controlled regularly. These elite citrus accessions are intended for citrus growers, nurseries and official institutions willing to launch certified improvement programs.

In the San Giuliano citrus repository, there are presently 297 seed source trees and 518 cultivars, belonging to 9 genera, 62 species, 33 hybrid types, for a total of 815 references.

* INRA: Institut national de Recherche Agronomique (French Institute for Agronomic Research), SRA San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corsica, France.

** CIRAD-FLHOR: Centre de coopération internationale en recherches pour le développement, Département des productions fruitières et horticoles (ex IRFA)
(International Cooperation Center for Agricultural Research and Development, Department of Fruit and Horticultural Production (ex IRFA))
BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Phytosanitary environment of Corsica

Corsica is a Mediterranean island of 8700 km² located on the 42nd parallel north. It is 170 km from the French coast, 80 km from the Italian coast, and separated from Sardinia by a 15 km strait.

This island is a privileged site for citrus growing due to its special phytosanitary status which is a consequence of the island situation and the rather modest and non-diversified planting policy up to the late 1950s. A sanitary improvement scheme was developed thereafter.

Corsica is nowadays free of *tristeza* apart from a very weak strain found only on several dozens of kumquats that were eradicated. So far, there is no indication of natural transmission of this strain on the island (ALBERTINI *et al.*, 1988; BOVE *et al.*, 1988). Corsica is also exempt of *mal secco*, a fungal disease common to the Mediterranean basin. There have also been very few or no observed symptoms of *stubborn* disease, which is caused by *Spiroplasma citri*, but ciccadellid insects carrying the causal agent have been reported in bush areas (BRUN *et al.*, 1986). Moreover, the *vein enation woody gall* virus has never been detected during frequent routine indexing on Mexican lime and *Citrus volkameriana*.

The four above citrus diseases are regarded as quarantine diseases by the new European phytosanitary regulations, as they are naturally spread by insect vectors or propagules in southern Europe.

Nevertheless, Corsica still hosts some "quality" diseases which are only transmissible by man during grafting or pruning. Among these, BOVE and VOGEL (1962) identified *psorosis*, *exocortis*, *cristacortis*, *infectious variegation*, *cachexia* and *concave gum*.

At the San Giuliano station, these afflictions have been submitted to an exclusion program in order to establish a collection of citrus plants free of graft transmissible diseases (VOGEL *et al.*, 1988).

Historical background of the nuclear stock of San Giuliano

This phytosanitary selection program has been jointly developed by CIRAD-FLHOR and INRA over about 35 years. First, various species and cultivars selected in the Mediterranean basin were collected at San Giuliano. This was a continuation of the collecting activity previously developed by CHAPOT (1955) in Morocco and BLONDEL (1951) in Algeria. All accessions brought to Corsica were tested on indicator plants to detect and discard cultivars carrying graft transmissible diseases (VOGEL, 1966; VOGEL *et al.*, 1988).

Concurrently, other accessions from the Americas, Asia, Africa and Australia were imported as seeds with a view to obtaining healthy nuclear progenies (CASSIN & LOSOIS, 1977; CASSIN, 1978). When the shoot-tip-grafting procedure was developed in 1984 (NICOLI, 1984), further introductions were made in the form of budsticks submitted to the quarantine procedure described by NAVARRO (1988).

This new technology enlarged the collection to include monoembryonic species and cultivars such as clementine and bergamote. About sixty varieties from Southeast Asia were introduced as part of the ASIAGRU (1) program (AUBERT, 1990). This eliminated the risks of contamination by non-Mediterranean pathogens such as *greening* bacteria, *tatter leaf* virus and *citrus canker* bacteria.

In addition, rootstock accessions were obtained as seeds from all citrus growing countries. These were selected, particularly for the *Poncirus* genus which is very well represented in the San Giuliano collection (JACQUEMOND *et al.*, 1986). There are also some individuals of related genera belonging to *Citreae* in the collection.

There are presently more than 500 varieties and almost 300 seed source trees from 33 citrus growing countries available in San Giuliano. Each healthy variety is identified by a serial number preceded by the acronym SRA (Station de Recherches Agronomiques). This plant material is listed in tables 1 and 2 according to the main variety and rootstock groups.

Pathogen detection techniques

Techniques developed for detection of different pathogens have improved during the progressive build-up of the San Giuliano nuclear stock. Ten indicator plants, cultivated in cool (18-25°C) or warm (27-32°C) greenhouses, were used for this purpose. They were inoculated by grafting a fragment of the test plant (bark, leaf) on the bark of the indicator plant (table 3).

New biological tools have partially reduced the necessity of cultivating some indicator plants and shortened their cultivation time. Hence, *tristeza* virus can now be detected by serological tests using specific antibodies. The technique of immunotrapping combined with PCR (2) will soon be routinely available for *stubborn* spiroplasma (SAILLARD *et al.*,

1993). Molecular probes have been used for *greening* (VILLECHANOUX *et al.*, 1992).

Viroids can now be identified by sequential electrophoresis (sPAGE technique) (3). Detection procedures for the viroids *exocortis* and *cachexia* have developed as follows:

* indexing of *Poncirus trifoliata* and Orlando tangelo; 3 years for detection of *exocortis* and more than 5 years for *cachexia* (VOGEL, 1966);

* use of Etrog 60-13 and 861-S1 citron under warm greenhouse conditions to detect *exocortis* by the technique described by CALAVAN *et al.*, (1964); the duration of the detection test was reduced to only 12 months by 1965 (VOGEL, 1966);

* use of the Parson special mandarine for indexing *cachexia-xyloporosis* (ROISTACHER *et al.*, 1973); the duration of the detection test for *cachexia* was reduced to 12 months (VOGEL & BOVE, 1976);

* finally, the sequential electrophoresis technique adapted by DURAN VILA *et al.* (1988) has been adopted since 1991, it is carried out on extracts of the indicator plant (861-S1 citron); the duration of the detection test was reduced to 4 months (CARUANA *et al.*, 1992). This technology allows identification of 12 known viroids, including those which induce *cachexia* and *exocortis*.

Whether they use biochemical serology or molecular biology, new detection procedures have considerably shortened the detection time and increased accuracy of the diagnosis.

Current guidelines for phytosanitary selection

Introduction and regeneration of all new accessions are currently carried out by the following steps (FRISON & TAHER, 1991):

1. Upon receipt of budsticks, surface sterilization is undertaken by immersing the consignment in a 5% sodium hypochlorite solution for 20 min followed by treatment in TMTD (8 g/l). All packaging and plant material in poor condition are incinerated.

2. Sticks are forced into a humid sand medium with phytotron at 32°C.

3. An *in vitro* shoot-tip graft is then performed on Troyer or Carrizo citrange according to the technique described by NICOLI (1984).

4. Two to six weeks later, vitroplants obtained by development of the apex are then grafted on *Citrus volkameriana* as described by VOGEL *et al.* (1988).

1. ASIAGRU: Collections carried out from 1987 to 1990 as part of a UNDP-FAO regional project to promote citrus growing in 7 Southeast Asian countries.

2. PCR: Polymerase Chain Reaction.

3. sPAGE: Sequential Polyamide Gel Electrophoresis.

5. This combination is cultivated in a climate-controlled growth chamber for 4-6 weeks at 27°C.

6. The new grafted plant is then placed in a quarantine screenhouse and submitted to sanitary control as described in table 3.

7. Selected lines are established in outdoor nuclear stock plots; pomological performance is checked on 3 harvests.

The outdoor nuclear stock plots are under continuous surveillance in the following conditions:

- indexing for viroids every 3 to 5 years;
- insect vectors of stubborn are trapped in the stock plots with a network of yellow traps to control potential ingress of cicadellids;
- systematic ELISA tests for *tristeza* every 3 years;
- *Poncirus* trees, the most extensively used rootstock in the stock plots, are checked for cortical symptoms of *exocortis*;
- periodic visual checks for mutations.

The foundation stock of San Giuliano: a tool for genetic assessment of *Citrus*

Each accession is represented by 3 or 4 adult trees kept in the outdoor stock plots, thus allowing pomological, morphological and phenotype evaluations. Accessions are also assessed for their ability to adapt to local conditions. These observations will soon be monitored through a computerized data base developed by COTTIN *et al.*, 1992.

In addition to accessions kept for horticultural purposes, various *Citreae* species are maintained at the San Giuliano repository. The resident gene pool is thus fully suitable for genetic diversity assessment of citrus resources. Accessions are being genetically characterized by molecular markers (isozymes, RFLP, RAPD) and flow cytometry (OLLITRAULT & FAURE, 1992; LURO *et al.*, 1993; OLLITRAULT & MICHAUX-FERRIERE, 1993). Besides phylogenetic and evolutionary considerations, genetic assessment provides potential for careful management of citrus resources within a general scheme of varietal improvement.

The San Giuliano foundation stock is also partially duplicated in different CIRAD-FLHOR and affiliated stations. This unique extension of the San Giuliano collection provides potential for evaluating accessions under a broad range of pedoclimatic and pathologic conditions (table 4). This facilitates definition of characters only slightly affected by the environment and permits varietal identification and assessment of the importance of genotype-environment interactions on the expression of some agronomic characters. Moreover, some stations are ideal for evaluating plant sensitivity to different pathogens due to local phytosanitary conditions. *Citrus canker* and *tristeza* are therefore investigated in Réunion and *Cercospora angolensis* in Cameroon.

It is anticipated that an overall evaluation (morphophysiological, molecular, pathological, etc.) will help in setting up a disease-free core collection with maximum genetic diversity and minimum genotypes.

As a complement to the San Giuliano collection, a program for cryoconservation of embryogenic calli from elite cultivars is in progress. They will be used in developing protoplast fusions or transgenic work (ENGELMANN *et al.*, 1993).

Circulation of plant material

The citrus repository of San Giuliano is one of the 7 centres in the world officially listed by IPGRI as suppliers of citrus material devoid of any graft transmissible disease. (FRISON & TAHER, 1991).

The San Giuliano repository of elite plants provides certified plant material for many citrus producing countries. Yearly, about 100000 budsticks and more than 100 kg of seeds are distributed worldwide. Disease-free collections can thus be established in countries wishing to sanitize their orchards and rehabilitate their citrus industry on a sound foundation.

Table 1. Citrus varieties maintained at the SRA (Agronomic Research Station) in Corsica.					
Varieties					
	Uncontaminated at introduction	Obtained by nucellar selection	Obtained by micro- grafting	Being sanitized or pomologically checked	Overall
Oranges	21	49	32	17	119
Sour oranges	2	1	1	3	7
Mandarines	56	67	49	34	206
Tangors	4	4	8	6	22
Tangelos	7	25	1	0	33
Pumelos	4	0	5	9	18
Grapefruits	7	11	6	1	25
Lemons	9	7	15	11	42
Limes	1	4	6	9	20
Citrons	8	0	1	2	11
Kumquats	3	0	5	3	11
Limequats	2	0	2	0	4
Total	124	168	131	95	518

Table 2. Citrus rootstocks maintained at the SRA (Agronomic Research Station) in Corsica.	
Rootstocks collected as seeds	
Sour oranges	33
Mandarin trees	27
*Lime & lemon trees	34
Hybrid lemons	13
Other citrus	19
<i>Poncirus</i>	64
Hybrid <i>Poncirus</i>	98
Related genera	9
Overall	297

**Tableau 3. Techniques for detecting causal agents used at the San Giuliano repository.
A - Indexing on indicator plants.**

Indicator plant	Detected diseases	Symptoms	Comments
Cold greenhouse culture			
Mexican lime sown (or grafted on <i>C. volkameriana</i>)	Tristeza	Vein clearing and stem pitting	Inoculation with blind buds
	Vein enation - woody gall Rugose	Leaf symptoms Leaf symptoms	" "
<i>Citrus volkameriana</i> seedlings	Vein enation - woody gall	Cortical symptoms	"
<i>Citrus excelsa</i> seedlings	Tatter leaf	Leaf symptoms	"
Citrange Rusk seedlings	Tatter leaf	Leaf symptoms	"
Mme Vinous orange trees or Hamlin seedlings	Scaly psoriasis	Leaf symptoms	"
	Ringspot	Leaf symptoms	"
	Concave gum	Cortical symptoms	"
	Blind pocket	Cortical symptoms	"
	Cristacortis	Cortical symptoms	"
	Impietratura	Fruit symptoms	"
	Frisolée-Infectious variegation Greening	Leaf symptoms Leaf symptoms	" Inoculation with leaf applications
Tangelo Orlando seedlings	Cachexia-Xyloporosis	Cortical symptoms	For both diseases: Inoculation with blind buds abandoned since 1977
	Cristacortis	Cortical symptoms	
<i>Poncirus trifoliata</i> seedlings	Exocortis	Cortical symptoms	Used in 1960s
Warm greenhouse culture			
Citron 861-51 (grafted on <i>Citrus volkameriana</i>)	Exocortis	Leaf symptoms, dwarfing	Inoculation with blind buds
Parson special mandarine trees (grafted on <i>Citrus volkameriana</i>)	Cachexia-Xyloporosis	Cortical symptoms	"
Mme Vinous orange trees seedlings	Stubborn	Leaf symptoms	Inoculation with leaf veins

.../...

**Tableau 3. Techniques for detecting causal agents used at the San Giuliano repository.
B - Microbiology, serology and molecular biology techniques.**

Technique	Detected diseases	Comments
SP4 culture medium	Stubborn	Spiroplasma observation under dark field microscope and serological tests.
ELISA	Tristeza	Use of polyclonal antibodies, SANOFI kit, (3 DF1 et 3 CA5) monoclonal antibody mixture, INGENASA kit.
sPage	Viroid diseases (Exocortis, Cachexia ...)	Enables detection and discrimination of 12 known viroids.
IC - PCR	Stubborn	In progress
Molecular probes, PCR.	Greening	In progress

Table 4. CIRAD-FLHOR / INRA repositories.

Country	Corsica	Réunion	Martinique	New-Caledonia	Cameroon	Ivory Coast
Site	San Giuliano (1)	Bassin Martin Bassin Plat (2)	Rivière-Lézarde Le Carbet (1)	La Foa Pocquereux (1)	Kismatari (1)	Korhogo (1)
Altitude	47 m	150 to 300 m	50 to 200 m	50 m	200 m	353 m
Latitude	42°17 N	21°20 S	14°30 N	22°60 S	9°19 N	7°20 N
Longitude	9°32 E	55°30 E	61°70 E	166°20 E	13°20 E	3°5 E
Planting date	from 1973 to 1993	from 1973 to 1990	from 1967 to 1988	from 1968 to 1990	from 1985 to 1987	from 1981 to 1990
Area (ha)	7.9	1.6	3.6	0.5	0.6	0.7
Cultivar distribution						
Mandarine trees	206	41	53	25	47	4
Orange trees	119	22	33	15	18	10
Hybrids	55	15	5	4	10	4
Grapefruit trees	25	2	11	4	11	3
Lemon trees	42	8	12	3	6	1
Lime trees	20	5	7	2	3	2
Pumelo trees	18	4	5	2	4	0
Various	33	20	28	2	28	4
Total	518	117	154	57	130	28
Distribution						
Buds (units)	400 000	35 000				
Seeds (kg)	200	5				
Nursery plants (units)	5 000	20 000				
1. Territories free of naturally transmissible quarantine diseases. 2. Territories where tristeza, citrus canker and greening are endemic.						

Bibliographie

- ALBERTINI (D.), VOGEL (R.), BOVE (Colette) and BOVE (J.M.). 1988.**
Transmission and preliminary characterization of citrus tristeza virus strain.
In: *Proc. 10th Conf. Intern. Org. Vitrus Virol.* 17-21 ; California (USA) : L. W. Timmer, S. M. Gamsey and L. Navarro, Editors.
- AUBERT (B.). 1991.**
Programme ASIAGRU, réserve génétique Agrumes et Rutacées endémiques.
Doc. int. IRFA, 30 p.
- BLONDEL (L.). 1951.**
Obtention de plants apogamiques pour l'étude de leur résistance à la psorose.
Rapport interne Station de Boufarik, 15 p.
- BOVE (Colette), VOGEL (R.), ALBERTINI (D.) and BOVE (J.M.). 1988.**
Discovery of a strain of tristeza virus (K) inducing no symptoms in Mexican lime.
In: *Proc. 10th Conf. Intern. Org. Citrus Virol.*, 14-16.
California (USA) : L. W. Timmer, S. M. Gamsey and L. Navarro, Editors.
- BRUN (P.), RIOLACCI (S.), VOGEL (R.), FOS (A.), VIGNAULT (J.C.), LALLEMAND (J.) and BOVE (J.M.). 1988.**
Epidemiology of *Spiroplasma citri* in Corsica.
In: *Proc. 10th Conf. Intern. Org. Citrus Virol.*, 300-303.
California (USA) : L. W. Timmer, S. M. Gamsey and L. Navarro, Editors.
- CALAVAN (E.C.), FROLICH (E.F.), CARPENTER (J.B.), ROISTACHER (C.N.) and CHRISTIANSEN (D.W.). 1964.**
Rapid indexing for exocortis of citrus.
Phytopathology, 54, 1359-1362.
- CARUANA (M.L.), NICOLI (N.) et CHABRIER (C.). 1992.**
Utilisation et adaptation du système sPAGE pour la détection des viroïdes en Corse.
Fruits, 47 (1), 174-179.
- CASSIN (J.). 1978.**
Sélection de lignées nucellaires. Initiation *in vitro* d'embryons nucellaires chez les variétés d'agrumes monoembryonnées.
Fruits, 33 (11), 743-750.
- CASSIN (J.) and LOSOIS (P.). 1977.**
Method of nucellar selection used in Corsica.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 2, 536-540.
- CHAPOT (H.). 1955.**
Caractères pomologiques des variétés d'agrumes.
Alger : Troisième Congrès Intern. Agrumic. Médit. 2, 271-274.
- COTTIN (R.), CAO-VAN (P.), MADEMBA-SY (F.) et AUBERT (B.). 1992.**
Gestion des ressources génétiques agrumicoles et criblage variétal pour la sélection de cultivars adaptés aux zones tropicales antillaises.
Fruits, 47 Numéro spécial Agrumes, 145-150.
- DURRAN-VILLA (N.), ROISTACHER (C.N.), RIVERA-BUSTAMANTE (R.) and SEMANCIK (J.S.). 1988.**
A definition of citrus viroid groups and their relationship to the exocortis disease.
J. gen. Virol., 69, 3069-3080.
- ENGELMANN (F.), AGUILAR (M.E.), DAMBIER (D.), CABASSON (C.), MICHAUX-FERRIERE (N.) et OLLITRAULT (P.). 1993.**
Intérêt de la cryoconservation de suspensions cellulaires de cals embryogènes d'agrumes.
Montpellier : Colloque ressources génétiques animales et végétales BRG/INRA, 28-30 septembre, (sous presse).
- FRISON (E.A.) and TAHER (M.M.). 1991.**
Safe movement of Citrus germplasm FAO/IPGR.
FAO of the United Nations, IBPG, Rome. Technical guidelines, 50 p.
- JACQUEMOND (C.) et BLONDEL (L.). 1986 a.**
Contribution à l'étude des porte-greffe des agrumes : le *Poncirus trifoliata*. a) étude des caractères botaniques.
Fruits, 41 (5), 303-339.
- JACQUEMOND (C.) et BLONDEL (L.). 1986 b.**
Contribution à l'étude des porte-greffe des agrumes : le *Poncirus trifoliata*. b) étude des caractères biologiques.
Fruits, 41 (6), 381-392.
- JACQUEMOND (C.) et BLONDEL (L.). 1986 c.**
Contribution à l'étude des porte-greffe des agrumes : le *Poncirus trifoliata*. c) étude du comportement des *Poncirus* après greffage.
Fruits, 41 (7-8), 449-464.
- LURO (F.), LAIGRET (F.), BOVE (J.-M.) and OLLITRAULT (P.). 1993.**
Application of RAPD to Citrus Genetic and Taxonomy.
VII Int. Citrus Cong. Acireale, March 8-13, (sous presse). Acireale (Italy) : Univ. Catania.
- NAVARRO (L.), JUAREZ (J.), PINA (J.A.), BALLESTER (J.F.) and ARREGUI (J.M.). 1988.**
The Citrus Variety Improvement Program in Spain after eleven years.
In: *Proc. 10th Conf. Intern. Org. Citrus Virol.*, 400-406.
California (USA) : L. W. Timmer, S. M. Gamsey and L. Navarro, Editors.
- NICOLI (M.). 1984.**
La régénération des agrumes en Corse par la technique des micro-greffages de méristème *in vitro*.
Fruits, 40 (2), 113-136.
- OLLITRAULT (P.) et FAURE (X.). 1992.**
Système de reproduction et organisation de la diversité génétique dans le genre *Citrus*.
Colloque international "Complexe d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes", Paris : BRG, 133-151.
- OLLITRAULT (P.) and MICHAUX-FERRIERE (N.). 1993.**
Application of flow cytometry for Citrus genetic and breeding.
VII Int. Citrus Cong., March 8-13, (sous presse). Acireale (Italy) : Univ. Catania.
- ROISTACHER (C.N.), BLUE (R.L.) and CALAVAN (E.C.). 1973.**
A new test for *Citrus cachexia*.
Citrograph, 58 (7), 261-262.
- SAILLARD (C.), BARTHE (C.), RENAUDIN (J.) and BOVE (J.M.). 1993.**
Detection of *Spiroplasma citri* by culture, ELISA, dot-blot, hybridization, PCR and immunocapture PCR, an evaluation.
XII International Conference of IOCV (in press).

- VILLECHANOUX (S.), GARNIER (M.), RENAUDIN (J.)
and BOVE (J.). 1992.
Detection of several strains of the bacterium-like organism of
Citrus Greening Disease by DNA prober.
Current Microbiology, 24, 89-95.
- VOGEL (R.). 1966.
L'indexation de l'exocortis à la Station de recherches agrumicoles
de Corse.
Fruits, vol. 21 (2), 66-70.
- VOGEL (R.) et BOVE (J.M.). 1962.
L'état sanitaire des agrumes en Corse.
II. Données nouvelles sur les viroses.
Fruits, vol. 17 (4), 163-169.
- VOGEL (R.) et BOVE (J.M.). 1976.
La nouvelle technique d'indexation de la cachexie-xyloporose :
son utilisation en Corse.
Fruits, 31 (2), 93-96.
- VOGEL (R.), BOVE (J.M.) et NICOLI (M.). 1988.
Le programme français de sélection sanitaire des agrumes.
Fruits, 43 (12), 709-720.

Annexe

**Liste des accessions du conservatoire
de ressources génétiques d'agrumes
de la station de San Giuliano**

- Quelques rares accessions ne sont pas disponibles ou peuvent faire l'objet de restrictions quant à leur diffusion.
- Sous un même nom il peut exister plusieurs sélections.
- Pour toutes informations complémentaires et pour obtenir les conditions de diffusion, s'adresser à la SRA de San Giuliano ou au CIRAD-FLHOR à Montpellier.

**List of accessions of the citrus repository
of San Giuliano Station**

- Various accessions are not readily available or are subjected to restrictive supply.
- A given name may cover various selections.
- Further informations can be obtained from SRA de San Giuliano Station, or CIRAD-FLHOR Montpellier.

Liste 1 : Porte-greffe et espèces botaniques / Rootstocks and botanical species

BIGARADIERS / SOUR ORANGES

Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species

Variétés / Varieties

aurantium L.

ALIBERT	DE FLORIDE	NARANJA
APEPU AZAGUIE	DOUX	PETT PIERRE
AUSTRALIAN	DOUX-AMER	SANTUCCI
BRASIL-SOUR	ESPAGNE	SANS EPINES
CARDOSI	FILIPPI	S.E.A.
CORSE	GOU TOU	S.E.A.B.
CORSIGLIESE	GRANITO	TULEAR
CURACAO	MAROC	TUNISIE
DAI DAI	MENTON	

Hybride de *aurantium*

PONCIRE DE COLIOURE

myrtifolia Raf.

BIGARADIA CHINENSIS

neaurantium Tan.

TOSU

MANDARINES / MANDARINS

Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species

Variétés / Varieties

amblicarpa Tan.

NASNARAN

junos Sieb. ex Tan.

YUZU

pectinifera Tan.

SHEKWASHA

reshni Hort. ex Tan.

CLEOPATRE

reshni ?

BINTANGOR

reticulata Blanco

CHANGSA
DA HONG PAO
FUZHU
NAN FEN MICHU
SAN HU HONG CHU
SAN WU HONG CHEN
WILLOWLEAF

sunki Hort. ex Tan.

SUNK

webberii Wester

WEBBERII

yatsushiro Tan.

YATSUSHIRO

LIMES ET CITRONS / LIMES AND LEMONS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Variétés / Varieties
<i>excelsa</i> Wester	EXCELSA
<i>jambhiri</i> Lush.	ROUGH LEMON
<i>karna</i> L.C.	LIME KHATTA LIME KHATTA KARNA
<i>limettioides</i> Tan.	A MAMMELONS LIME BRASIL SWEET LIME DOUCE LIME DOUCE DE PALESTINE LIMETTE BISRI
<i>limettioides</i> ?	INDIA LEMON
<i>limonia</i> Osb.	RANGPUR RANGPUR INTERMEDIAIRE RANGPUR JAUNE RANGPUR ROUGE
<i>macrophylla</i> Wester	MACROPHYLLA
<i>pennivesiculata</i> (Lush.) Tan.	MOI
<i>volkameriana</i> Ten.& Pasq.	VOLKAMERIANA
<i>species</i>	BABOON LEMON CHINESE LEMON CITRON DE JAFFA

HYBRIDES de CITRUS / CITRUS HYBRIDS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces hybridées / Crossed species	Hybrides / Hybrids
<i>limon</i> × <i>medica</i>	PONDEROSA LEMON
<i>paradisi</i> × <i>reticulata</i>	PEARL POORMAN WILLIAMS
<i>reticulata</i> × <i>madurensis</i>	CALAMANDARINE
<i>reshni</i> × <i>limonia</i>	CLEOPATRE X RANGPUR
<i>reticulata</i> × <i>paradisi</i>	SIAMELO
<i>sinensis</i> × <i>reticulata</i>	MENCY

AUTRES CITRUS / OTHER CITRUSGenre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Variétés / Varieties
<i>assamensis</i> Dutta & Bhatt.	ADA JAMIR POIRE DU COMMANDEUR POMME D'ADAM
<i>halimi</i>	HALIMI
<i>ichangensis</i> Swing.	ICHANG LEMON ICHANG PUMMELO ICHANGENSIS
<i>intermedia</i> Hort. ex Tan.	INTERMEDIA
<i>latipes</i> (Swing.) Tan.	HASI PAPEDA
<i>macroptera</i> Tan.	MACROPTERA
Hybride de <i>C. medica</i>	RHOBS EL ARSA
<i>paradisi</i> Macf.	CRC 343
<i>pseudo gulgul</i> Hort. ex Shirai	PSEUDO GULGUL
<i>shunkokan</i> Hort. ex Tan.	SHUNKOKAN
<i>suntara</i> Hort. ex Tan.	SUNTARA
<i>taiwanica</i> Hort.	TAIWANICA

PONCIRUS / TRIFOLIATE ORANGESGenre / Genus : *Poncirus*

Espèces / Species	Variétés / Varieties
<i>trifoliata</i> (L.) Raf.	ALGERIE ARGENTINE B6c AA10 B6c CC6 BENEKE BRESIL CHRISTIANSEN DAVIS ENGLISH ENGLISH DWARF FERME BLANCHE FLYING DRAGON HOLANDSIS JACOBSEN JACOMPSON KRIDER KRIDES LARGE FLOWER LONG LEAF LUISI MARKS MISSISSIPI MAROC MENAGER MIDDLE LEAF POMEROY RICH RUBIDOUX RUSK SMALL FLOWER S.E.A.B. TOWNE TYPE COMMUN U.S.D.A. VARIANT WEBBER FAWCETT WIDE LEAF YAMAGUCHI

HYBRIDES DE PONCIRUS / TRIFOLIATE ORANGE HYBRIDS
Genre / Genus : *Citrus* ou *Poncirus*

Espèces hybridées / Crossed species	Hybrides / Hybrids	Variétés / Varieties	
<i>C. aurantium</i> × <i>P. trifoliata</i>	CITRADIA SRA		
<i>C. limon</i> × <i>P. trifoliata</i>	1449 C46216		
<i>C. limon</i> × (<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>)	CITRONNIER × TROYER		
<i>C. madurensis</i> × (<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>)	CITRANGEDIN GLEN		
<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	CITRUMELO	1452 1452 HYBRIDE 4475 SACATON SWINGLE CPB4475 WINTER HAVEN	
<i>C. reshni</i> × <i>P. trifoliata</i>	CLEOPATRE × BARNES CLEOPATRE × PONCIRUS CLEOPATRE × PONCIRUS F1 CLEOPATRE × RUBIDOUX CLEOPATRE × SWINGLE CLEOPATRE × SWINGLE F1		
<i>C. reticulata</i> × <i>P. trifoliata</i>	CITRANDARIN CLEMENTINE × PONCIRUS		
<i>C. reshni</i> × (<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>)	CLEOPATRE × CARRIZO		
<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>	CITRANGE	BENTON BOWMAN C5630 CARRIZO CITRANGE COLMAN CUNNINGAM ETONIA KINDIA MONTAUBAN	MORTON RUSK RUSTIC SANDFORD SAVAGE TROYER ULVADE WILLITS YUMA
(<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>) × <i>C. sinensis</i>	CITRANGOR		
<i>C. sunki</i> × <i>P. trifoliata</i>	SUNKI × ENGLISH SUNKI × SWINGLE		
(<i>P. trifoliata</i> × <i>C. sinensis</i>) × <i>C. fortunella</i>	CITRANGEQUAT ESTATIONES		

GENRES APPARENTES AUX CITRUS / CITRUS RELATIVES

Genres et espèces / Genera and species	Variétés / Varieties
<i>Citropsis articulata</i> (Willd.) Swing. & M.	ARTICULATA GABUNENSIS
<i>Citropsis gillettiana</i> Swing. & M.Kell	GILLETIANA
<i>Eremocitrus glauca</i> (Lindl.) Swing.	EREMOCITRUS
<i>Microcitrus australisica</i> (F. Muell.) Swing.	AUSTRALIS AUSTRALISICA
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	PANICULATA
<i>Severinia buxifolia</i> (Poir.) Ten.	BUXIFOLIA

Liste 2 : Variétés d'agrumes / Citrus varieties

ORANGES / ORANGES

Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Groupes / Groups	Variétés / Varieties		
<i>sinensis</i> (L.) Osbeck	BLONDE / COMMON ORANGE	ALIDJAN	MAGNUM BONUM	
		BISRI	MARSS EARLY	
		CADENERA	NATAL	
		CASA GRANDE	PARSON BROWN	
		CHINA 2	PERA	
		CHINTSENG	PINEAPPLE	
		CLANOR	PREMIER	
		DON JOAO	QUINTELA	
		DU ROI	ROJA	
		FEUILLES LACINIEES	ROTUNA	
		FUKUHARA	SALUSTIANA	
		HALL	SANFORD	
		HAMLIN	SHAMOUTI	
		ITABORAI	SWEET SEEDLING	
		JAFFA	TIMBO	
	KWATA	TROVITA		
	LUE GIM GONG	VALENCIA		
	MADAME VINOUS	VALENCIA LATE		
	DOUCE / SUGAR ORANGES	BARILE		
		IFFAOUI		
		SAKKARIA LOKUM		
	NAVEL / NAVEL ORANGES	ATWOOD NAVEL	NAVELATE	
		BAHIANINHA	NEWHALL NAVEL	
		CARA-CARA	RHODE NAVEL	
		CRAM	RHYLEN NAVEL	
		DALMAU	ROBERTSON NAVEL	
		DREAM	SKAGG BONANZA	
FISHER		THOMSON NAVEL		
GILLETTE NAVEL		WASHINGTON NAVEL		
LANE LATE		YOSHIDA NAVEL		
MORITA NAVEL				
SANGUINE / PIGMENTED ORANGES		BARLERIN	RUBBI	
	DOUBLE FINE	RUBY		
	GROSSE SANGUINE	SANGUINE		
	KWATA	SANGUINELLI		
	MALTAISE	SANGUINELLO		
	MOMBUCA	SOKOTORO		
	MORO	TAROCCO		
	PETIT PIERRE	TOMANGO		
	PORTUGAISE	VACCARO		
	ROSA			
DIVERS / OTHERS	HOANG PI CHEN			
	SWEET ORANGE			
	XUE GAN			

BIGARADES ET BERGAMOTES / SOUR ORANGES AND BERGAMOTS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Groupes / Groups	Variétés / Varieties
<i>aurantium</i> L.	BIGARADE / SOUR ORANGES	BOUQUETIER GOU TOU
<i>bergamia</i> Risso & Poit.	BERGAMOTE / BERGAMOTS	BERGAMOTIER
<i>myrtifolia</i> Raf.	CHINOIS / MYRTLE ORANGES	CHINOIS

MANDARINES / MANDARINS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Groupe / Groups	Variétés / Varieties
<i>unshiu</i> Marcovitch	SATSUMAS	BEN DI GUANG JU CLAUSELLINA DOBASHI BENI KOWANO MIHO MIYAGAWA OKITSU OWARI PUCHENG SAIGON SAINT JEAN SALZARA SATSUMA PANACHE SUGIYAMA UNSHIU URSS WASE
<i>deliciosa</i> Tenore	MANDARINE MEDITERRANEENNE / MEDITERRANEAN MANDARINS	APIRENO COMMUNE DE CHIOS TARDIVE DE CIACCULI WILLOW LEAF
<i>deliciosa</i> ?		CLEMENDOR
<i>nobilis</i> Lour.	MANDARINE A GROS FRUIT / BIG FRUIT MANDARINS	GELEKING KING KING OF SIAM RODEKING YELLOW KING

MANDARINES / MANDARINS (suite)**Genre / Genus : *Citrus***

Espèces / Species	Groupe / Groups	Variétés / Varieties	
<i>reticulata</i> Blanco	MANDARINE DIVERSE / VARIOUS MANDARINS	AFRICA DO SUL AMPEFY ANANA ANTILLAISE ANTSALAKA ANTAMBUA AUGUSTINO BATANGAS BEAUTY BEN DI ZAOU BERGAMOTA BOMBAY BOWER BRICKAVILLE BURGESS CAPURO CARVALHAL CHANGSA CRAVO DA HONG PAO DANCY DE SOE DU JAPON EAST INDIA EMPEROR EMPRESS ENTERPRISE FEDERICI FEWTRELL FORTUNE GAYUNAN GIANT HALL HANSEN HICKSON IMPERIAL IMPROVED KINNOW KUNENBO LADU	LADU X SZIBAT LADU X SZIKING LEBON LEROUX LIME SUCREE LUKAN MACAQUE MALVASIO MANDALINA MONTENEGRINA NAARTJE NAN FEN MICHU NAN FEN MIGUAN NATAL NECK NICARAGUA ONECO OUGAN PALAZELLI PAN AMERICAN PARSON SPECIAL PEAU LISSE PEAU RUGUEUSE PET YALLA PONKAN S.E. SAN WU HONG CHU SCARLET SEKWASA SMALL SUD-EST SWATOW SZIBAT TANGERINE TIGHTSKIN VOHANSISANY WALLENT WARNUCO YALLA ZANZIBAR
<i>erythrota</i> Hort. ex Tan.	AUTRE MANDARINE / OTHER MANDARINS	FUZHU	
<i>madurensis</i> Lour.	AUTRE MANDARINE / OTHER MANDARINS	CALAMANSI CALAMONDIN CALOMONDIN PANACHE	
<i>suhuensis</i>	AUTRE MANDARINE / OTHER MANDARINS	SIHUE GAN	
<i>tankan</i> Hayata	AUTRE MANDARINE / OTHER MANDARINS	TANKAN	
<i>reticulata</i> cv. <i>clementina</i> (Hort. ex Tan.)	CLEMENTINE / CLEMENTINES	CLEMENTINE	

HYBRIDES DE MANDARINE / MANDARIN HYBRIDS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces hybridées / Crossed species	Hybrides / Hybrids
<i>deliciosa</i> × <i>reticulata</i>	WILLOW LEAF X BLOOD
<i>nobilis</i> × <i>deliciosa</i>	ENCORE HONEY KINNOW WILKING
<i>nobilis</i> × <i>reticulata</i>	PIXIE
<i>reticulata</i> × <i>reticulata</i>	FREMONT
<i>unshiu</i> × <i>nobilis</i>	KARA

TANGELOS ET TANGOR / TANGELOS and TANGORS
Genre / Genus : *Citrus*

Espèces hybridées / Crossed species	Hybrides / Hybrids	Variétés / Varieties
<i>reticulata</i> × <i>paradisi</i>	TANGELOS / TANGELOS	ALLSPICE BISHOP GUYANE LEBON MAPO MINNEOLA NOCATEE ORLANDO PEARL PINA SAMPSON SAN JACINTO SEMINOLE SUNRISE SUNSHINE THORNTON WATT WEBBER WEKIWA WILLIAMS
<i>reticulata</i> × (<i>reticulata</i> × <i>paradisi</i>)	TANGELOS / TANGELOS	FAIRCHILD LEE NOVA OSCEOLA PAGE ROBINSON
(<i>reticulata</i> × <i>Tangelo</i>) × (<i>reticulata</i> × <i>Tangelo</i>)		SUNBURST
<i>reticulata</i> × <i>sinensis</i>	TANGOR / TANGORS	CLEM.X CADENER DWEET ELLEDALE H 56 HYBRIDA KIYOMI MENCY MURCOTT ORTANIQUE TEMPLE
<i>reticulata</i> × (<i>reticulata</i> × <i>sinensis</i>)	TANGOR / TANGORS	54-4-4
<i>sinensis</i> / <i>reticulata</i> (<i>chimère</i>)	TANGOR / TANGORS	GAILIANG CHEN HONG JIANG

PAMPLEMOUSSES ET POMELOS / PUMELOS AND GRAPEFRUITSGenre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Groupes / Groups	Variétés / Varieties	
<i>grandis</i> (L.) Osbeck	PAMPLEMOUSSE / PUMELOS	CHANDLER CUBAN SHADDOCK DE BALI DE FLORES DE TIMOR EILAT EINGEDI KAO PANNE	MENARA PINK REINKING SANS PEPINS SHADDOCK SUNSHINE TAHITI
<i>paradisi</i> Macf.	POMELO / GRAPEFRUITS	ANTIBES CECILY DAVIS DUNCAN F.22 FOSTER GOLD HENDERSON JACKSON LITTLE RIVER MARSH PINK RUBY	RAY RUBY RED BLUSH REED RIO RED ROYAL RUBY SHAMBAR STAR RUBY THOMPSON TRIUMPH WHEENY
<i>grandis</i> × <i>paradisi</i>	HYBRIDE / HYBRIDS	OROBLANCO SWEETIE	
Hybride avec <i>paradisi</i>		ALANOEK	
<i>reticulata</i> × <i>grandis</i>	HYBRIDE / HYBRIDS	UGLI	

CITRONS / LEMONSGenre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Variétés / Varieties	
<i>limon</i> (L.) Burm.	ADAMOPOULOS AKLIMON CORPACI DEMRE DICKENSIZ DOUX DE BORNEO EUREKA FEMINELLO FINO GENO V2 INTERDONATO KARISTINI KUTDIKEN LAMA LAPITHOU LISBONNE	MAGHZALANI MAGLINI MALTI MENTON MEYER MOLLA MEHMET MONACHELLO NUCELAR PANACHE SAASLI SANTA TERESA SEMIS VAKHALOU VERNA VILLAFRANCA YEDI VEREN

LIMES ET DIVERS / LIMES AND OTHERSGenre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Groupes / Groups	Variétés / Varieties
<i>aurantifolia</i> Swing.	LIME A PETITS FRUITS / SMALL FRUIT LIMES	ANTILLAISE KIRK MEXICAINE MOTHASSEB NOUVELLE CALEDONIE SANS EPINES
<i>latifolia</i> Tan.	LIME A GROS FRUITS / LARGE FRUIT LIMES	AMBILOBÉ BEARSS DE PERSE EL KSEUR GROS FRUITS IAC TAHITI
<i>species</i>		KAGHI KAGHZI LEMON LIME
<i>hystrix</i> D.C.	COMBAVA / COMBAVA LIME	COMBAVA

CEDRAT / CITRONGenre / Genus : *Citrus*

Espèces / Species	Variétés / Varieties
<i>medica</i> L.	CEDRAT DE CORSE CEDRAT DIAMANTE CEDRAT ETROG SARCODACTILIS
<i>species</i>	PONCIRE

KUMQUATS / KUMQUATSGenre / Genus : *Fortunella*

Espèces / Species	Groupes / Groups	Variétés / Varieties
<i>crassifolia</i> Swing.	MEIWA	
<i>hindsii</i> (Champ.) Swing.	PETITS FRUITS / SMALL FRUITS	HINDSII
<i>japonica</i> (Thumb.) Swing.	FRUITS RONDS / ROUND FRUITS	MARUMI
<i>margarita</i> (Lour.) Swing.	FRUITS OBLONGS / OVAL FRUITS	NAGAMI
<i>obovata</i> Tan.	CHANGSHOU	FUKUSHU
<i>species</i>	PANACHE / VARIEGATED	KUMQUAT PANACHE

HYBRIDES DE KUMQUAT / KUMQUAT HYBRIDS

Espèces hybridées / Crossed species	Hybride / Hybrid	Variétés / Varieties
<i>C. aurantifolia</i> × <i>F. japonica</i>	LIMEQUAT	EUSTIS LAKELAND