

## Hybrides de type mandarine présentant un intérêt récent pour la consommation à l'état frais. Problèmes et moyens de contrôle

Antonino Nicotra

Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome, Italie

Les premiers exemples de programmes d'amélioration variétale d'agrumes apparaissent en Italie à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, lorsque de très graves infections de *Phytophthora* Spp ont détruit tous les orangers (*Citrus sinensis* L. Osbeck), les citronniers (*C. limon* L. Burm. f.) et les mandariniers (*C. deliciosa* Ten.), qui à cette époque étaient répandus par semis et en Floride lorsqu'un gel causa d'immenses dégâts au secteur des agrumes.

Le problème de *Phytophthora* a été résolu en utilisant de l'orange amère (*C. aurantium* L.) comme porte-greffe, alors que Swingle and Webber en Floride ont tenté d'introduire la caractéristique de résistance au froid du *Poncirus* dans l'orange. Il est connu qu'aucun jeune plant produisant des fruits comestibles n'a été obtenu parmi cette descendance, consistant en de nombreux hybrides inter-génériques, mais les *citrange* "Troyer" et "Carrizo" ont été sélectionnés, qui furent plus tard et sont encore utilisés comme porte-greffes.

### Méthodes d'amélioration variétale des agrumes

Les méthodes habituelles d'amélioration variétale des agrumes, et ainsi d'amélioration variétale des mandarines, sont celles de l'isolement et de la sélection de mutations naturelles ou provoquées, la sélection nucellaire et l'hybridation.

L'isolement et la sélection de mutants naturels améliorés ont toujours joué un rôle fondamental dans le développement du secteur des agrumes dans le monde. Des exemples significatifs de mutants sont les variétés de satsumas "Ueno" et "Miyagawa", les variétés de mandarines "Tardivo di Ciaculli" et "Avana sans pépins", ainsi que les variétés de clémentines "Arrufatina", "Clemenpons", "Hernadina", "Marisol", "Nour", "Nules", "Oronules", "Comune ISA", "Fedele", "Spinoso", "Rubino" et "Tardivo".

Les traitements par des agents mutants, tels que les substances chimiques ou les rayons ionisants, peuvent provoquer des mutations artificielles. Par exemple, des bourgeons de clémentine "Monreal", traités aux rayons gamma, ont produit différents types de mutants, parmi lesquels les variétés presque sans pépins "Monreal verde" et "Monreal rosso", qui poussent bien même dans les zones où la clémentine "Comune" se cultive avec difficulté.

Si des génotypes polyembryonnaires sont utilisés pour les croisements comme parent femelle, plusieurs jeunes plants nucellaires similaires au plant-mère sont produits, et très peu ou pas d'hybrides. Cette caractéristique, qui est fréquente chez la plupart des espèces d'agrumes cultivées, permet d'obtenir des jeunes plants exempts de virus similaires au plant-mère (même si celui-ci est infecté) et également de sélectionner des mutants améliorés, qui peuvent être obtenus par le noyau. L'amélioration des agrumes par voie de sélection nucellaire prend beaucoup de temps en raison de la phase juvénile très longue, de la pleine production tardive et du nombre important d'épines. L'attente est souvent récompensée avec l'isolement de certains jeunes plants plus performants que le plant-mère, à la fois en ce qui concerne le rendement et la qualité des fruits. Les variétés de satsumas "Mihu" et "Okitsu" sont des sélections nucellaires de "Miyagawa". En Italie, l'Institut expérimental pour la culture d'agrumes d'Acireale (Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura of Acireale, ou ISA) a obtenu plusieurs sélections nucellaires de différentes espèces ou clones d'agrumes et, concernant les mandarines, les plus répandues provenaient de la "Mandarino tardivo di Ciaculli" (nuc.60-22A-2, nuc.60-22A-7, 19 CN. L, 18 CN. L, 3DN6 N L.) et de la "Mandarino Avana apireno" (nuc. 62- Ap-9, nuc.-62-Ap-14).

L'hybridation destinée à créer de nouveaux génotypes est conditionnée par l'hétérozygotie, qui entraîne une forte variabilité des caractères dans la descendance, par l'embryonie nucellaire et par la longue phase juvénile de non-reproduction qui empêche la sélection des jeunes plants avant qu'ils n'aient atteint l'âge de 5-7 ans. En tout cas, les meilleurs résultats d'hybridation des espèces d'agrumes ont été obtenus par

croisement artificiel de diverses espèces d'agrumes de type mandarine. Des exemples importants de sélections hybrides sont: en Italie "Palazzelli", "Primosole", "Simeto", "Desiderio", "Bellezza" et "Sirio"; aux États-Unis "Kara", "Wilking", "Kinnow", "Sunburst" et "Fortune"; en Israël "Yafit", "Norit" et "Edit"; au Japon "Nankou", "Hakaya", "Tsunokaori", "Benimadoca", "Ariake", "Amakusa", "Hareyaka", "Mihocore", "Yoku" et "Shiranuhi", qui sont presque tous des hybrides entre la satsuma, la clémentine et les agrumes de type mandarine. D'autres hybrides importants sont ceux qui peuvent être obtenus par croisement entre les agrumes de type mandarine et les pamplemousses, à savoir les *tangelos*, et par croisement entre les agrumes de type mandarine et les oranges douces, qui sont appelés *tangors*. Ces hybrides ont été largement cultivés et il suffit de mentionner les *tangelos* "Orlando", "Minneola", "Nova", "Mapo" et "Cami"; les deux derniers se sont répandus en Italie. En ce qui concerne les *tangors*, seule la variété japonaise "Kiyomi", obtenue par croisement artificiel, s'est répandue, alors que plus importants sont ceux considérés comme des hybrides naturels, tels que "Ellendale" en Australie, "Temple" aux États-Unis, "Iyo", "Miyauki Iyo" et "Otani Iyo" au Japon, "Murcott" au Brésil, "Ortanique" au Maroc et plus récemment aussi en Italie et dans d'autres pays méditerranéens.

L'hybridation artificielle destinée à créer des triploïdes est une méthode prometteuse pour la production de variétés sans pépins dans les programmes d'amélioration des agrumes, et par extension des mandarines. En fait, les gamètes mâles et les gamètes femelles des génotypes triploïdes sont stériles à cause de la distorsion des chromosomes. Les hybrides triploïdes peuvent être produits en croisant des parents femelles tétraploïdes et des parents mâles diploïdes. Néanmoins, par ce type de croisement, seuls quelques hybrides et de nombreux jeunes plants nucellaires sont produits, en raison du niveau élevé de polyembryonie du parent femelle tétraploïde. Au contraire, si des génotypes diploïdes zygotiques mono-embryonnaires sont utilisés comme parent femelle et des génotypes tétraploïdes comme parent mâle, de nombreuses graines immatures sont produites. Les embryons immatures, sauvés et cultivés *in vitro*, génèrent des hybrides triploïdes donnant des fruits sans pépins. En Italie, l'ISA a récemment introduit le "Tacle", un hybride triploïde intéressant issu d'un croisement entre une clémentine et une orange Tarocco, et en Israël l'hybride triploïde spontané "Winola" a été sélectionné parmi une population d'hybrides diploïdes issus d'un croisement entre la mandarine "Wilking" et le *tangelo* "Minneola".

## Biotechnologies

Le recours aux biotechnologies modernes basées sur la culture *in vitro* de cellules individuelles, de protoplastes, de tissus et d'ADN recombinant, permet de surmonter certains des facteurs limitants de l'amélioration variétale conventionnelle. En fait, cela donne la possibilité de créer de nouveaux génotypes par le transfert direct de gènes utiles et la possibilité de procéder à une sélection aux niveaux cellulaire et moléculaire.

La plupart des espèces d'agrumes sont capables de générer des plantes *in vitro* par organogénie à partir d'extraits de cotylédons, d'épicotyles, de bourgeons, de racines et de vésicules de jus. Les porte-greffes citrange "Troyer", "Carrizo" et "Dragon volant" se propagent normalement depuis plusieurs années à partir de bourgeons latéraux. Dans le cas du *Citrus* polyembryonnaire, il est possible de générer des plantes par embryogénèse somatique à partir des tissus cellulaires.

Par le biais de la culture *in vitro* d'ovules non développés extraits de fruits mûrs, des cals embryonnaires (*in vitro*), des embryons et des jeunes plants d'espèces d'agrumes polyembryonnaires et de variétés donnant des fruits sans pépins peuvent être obtenus. Ces ovules sont une première phase des graines qui plus tard ne sont pas en mesure de grandir en raison de l'absence de fertilisation. Ils contiennent plusieurs embryons nucellaires dans la première phase de développement, qui, s'ils sont cultivés *in vitro* dans les substrats appropriés, donnent naissance au cycle de régénération ovule - cal - embryon - plante. Par cette technique, utilisée en particulier en Italie (ISA), au Japon, aux États-Unis, plusieurs variétés et sélections somaclonales de différentes espèces de *Citrus* ont été obtenues.

La mutation de cellules cultivées *in vitro* est définie comme la variation somaclonale. Ce phénomène revêt une grande importance, aussi important que les mutations naturelles, parce que de petites modifications génétiques positives peuvent être causées dans les somaclones, telles qu'une phase juvénile

sans épines, moins vigoureuse et plus courte, avec une pleine production plus précoce, une meilleure productivité et une plus grosse taille des fruits, une maturation plus rapide, sans modifier les traits particuliers de la variété ou de l'espèce.

Une autre technique importante est l'hybridation somatique, qui consiste en une fusion de deux protoplasmes, l'un provenant d'un cal embryonnaire et l'autre de mésophylle foliaire. La fusion est effectuée par l'utilisation de polyéthylène glycol (PEG) ou par électrofusion, basée sur les différences potentielles entre les champs électriques. Ainsi, les hybrides somatiques sont allotétraploïdes ( $2n + 2n = 36$  chromosomes), possédant entièrement les chromosomes des deux génotypes. De nombreux hybrides somatiques ont été obtenus en Floride, au Japon, en Israël, en Espagne et en Italie. Ces plantes tétraploïdes peuvent avoir un potentiel direct de variété; cependant, leur principale valeur sera celle de pollens parents à croiser avec des diploïdes monoembryonnaires sélectionnés pour produire des triploïdes sans pépins.

Un hybride somatique hexaploïde a récemment été obtenu en Chine par électrofusion entre des diploïdes de *Citrus sinensis* et un parent sexuellement incompatible, *Clausena lansium*. Il s'agit du premier cas rapporté de régénération d'une plante hybride somatique hexaploïde par fusion entre des diploïdes en *Aurantioideae*.

L'hybridation somatique est très importante pour créer de nouveaux porte-greffes. En Floride, des hybrides somatiques ont été obtenus entre des porte-greffes appartenant au genre *Citrus* ou de fruit proche du *Citrus*, pour incorporer dans une seule plante les caractéristiques de résistance à la "tristeza", au *Phytophthora* ssp., aux nématodes ou aux sols calcaires, qui sont présentes séparément dans un des deux porte-greffes.

### Principaux objectifs des programmes d'amélioration variétale

Les principaux objectifs des programmes d'amélioration variétale de mandarines mis en œuvre par les plus importantes institutions de recherche dans le monde sont: l'accroissement de la saison de maturation (variétés plus précoces ou plus tardives), l'absence de pépins, la facilité de l'épluchage, la coloration plus vive de l'écorce, une tendance réduite de pleine production alternée, le bon goût, la meilleure standardisation du fruit (forme et taille), de la composition chimique du fruit et de son évolution après récolte, ainsi que sa résistance aux organismes nuisibles et maladies les plus dangereux. Parce que les principaux traits susmentionnés peuvent se trouver en cas de mutation naturelle, en particulier ceux concernant le fruit, beaucoup des variétés effectives ont été isolées par des agriculteurs privés ou par des pépiniéristes, bien qu'officiellement elles aient souvent été introduites ou mises en circulation par des institutions scientifiques. Le même type de mutations peut s'obtenir par le moyen d'agents mutants, mais plus fréquemment et dans un espace bien plus restreint que cela ne se produit dans la nature.

Un programme pour développer des mutants sans pépins de variétés existantes est mis en œuvre à l'Université de Californie – Riverside (UCR) en irradiant des bourgeons de variétés à pépins mais prometteuses. L'UCR a identifié six sélections de mutants très prometteurs avec peu de pépins, en fait sous évaluation dans des plantations mixtes. Le même type de programme est mis en œuvre en Chine au Centre de culture industrielle, dans le Xiangxi, où la sélection "Fuyu 28" a été obtenue à partir de bourgeons de "Ponggan" irradiés (rayons gamma); à l'Institut de recherche sur les fruits de Guandong, qui a identifié certaines sélections prometteuses sans pépins; et au Centre fruitier de Changqing, dans le Guandong, qui a récemment mis en circulation les variétés "Huaqing sans pépins" et "Huaqing avec peu de pépins".

Une autre approche du développement des variétés sans pépins implique l'hybridation entre un diploïde et un triploïde afin de produire des triploïdes, qui sont toujours essentiellement sans pépins, ou pour produire des jeunes plants mâles hybrides stériles. La méthode cytologique conventionnelle pour l'identification des triploïdes est une technique pénible impliquant la préparation de pointes de racine pour une analyse chromosomique. Une technique utile (densimétrie numérique d'isozymes) pour distinguer les agrumes triploïdes des grandes populations de jeunes plants à la fois rapidement et à moindres frais, a été mise en place par l'Université centrale de Queensland en Australie. Des études intéressantes ont été menées au Japon sur la transmission génétique du nombre de pépins et de la productivité du pollen dans des descendances hybrides résultant de croisements impliquant des variétés de différentes espèces d'agrumes; ces

études ont mis à évidence une corrélation positive entre le nombre moyen de pépins par fruit chez les deux parents et celui de leur descendance. L'UCR aux États-Unis et l'ISA en Italie mènent des programmes d'amélioration variétale afin de produire des hybrides triploïdes, et ils ont récemment mis respectivement en circulation les variétés "Gold Nugget" et "Tacle" et "Clara". L'UCR a identifié des gènes spécifiques aux pépins dans les mandarines (gène chimérique) qui, s'ils étaient introduits dans l'ADN du génome de la mandarine, pourraient permettre la régénération de plants de mandarines transgéniques.

La transmission génétique des caractéristiques d'épluchage des agrumes a été étudiée sur un grand nombre de jeunes plants dérivés de plusieurs croisements entre différentes espèces et types d'agrumes, au Centre de recherche sur les arbres fruitiers de Kuchinotsu Nagasaki, au Japon. Des variétés de mandarines, de petits agrumes, de tangor, de Naruto, d'Hyuganatsu et la plupart des tangelos tendent à produire des fruits "à peau lâche" ou faciles à éplucher. Les pamplemousses, les "Hassaku", les "Kawachi-bankan", les "Tosa-buntan" et les "Natsumican" produisent la moitié de leurs fruits "à peau compacte" et la moitié "à peau lâche". Des croisements entre l'orange douce et la mandarine ont donné des fruits "à peau lâche" avec une fréquence élevée (87 pour cent).

La résistance au froid est un objectif important des sélectionneurs d'agrumes. Des études récentes menées en Chine au Département de l'horticulture de l'Université de Huazhong, dans le Hubei, ont montré que la tolérance au froid est contrôlée par des multi-gènes. Les mandarines en tant que groupe, et particulièrement la mandarine "Changsha" et la satsuma "Owari", ont été reconnues comme tolérantes au froid, et tendent à produire des descendance tolérantes. Les clémentines "Robinson", "Page", "Nova" et les "Ambersweet" nouvellement mise en circulation sont également considérées comme étant tolérantes au froid.

En Chine, la variété de mandarine *Jiuyueza* (*C. reticulata*) est décrite dans la Province du Jiangxi comme très robuste, l'arbre survivant à des températures atteignant  $-13.4^{\circ}\text{C}$ , alors que les mandarines "Tuanianiju" et "Bendizao", et la satsuma "Xingjin" dans la province du Hunan sont considérées comme robustes car elles résistent à une température de  $-12.1^{\circ}\text{C}$ .

Au Japon, les variétés de tangor "Seihou" et "Tsunokaori" et de mandarine "Hayaka" ont été désignées comme résistantes à la gale (*Elsinoe fawcetti*) par le Centre de recherche sur les arbres fruitiers de Nagasaki, ainsi que la variété "Kousyun Ponkan", désignée comme telle par le Centre de recherche sur les arbres fruitiers de Shimizu, à Shizuoka. En Chine (Province du Hubei), la mandarine "Egan" nouvellement mise en circulation est également considérée comme hautement résistante. En Floride, l'USDA-ARS a signalé la variété "Fallglo" comme résistante à un autre agent causant la gale (*Sphaceloma fawcetti*).

Au Japon, la tangor "Kiyomi" a été récemment mentionnée comme résistante au chancre (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*) par l'Institut national des sciences des arbres fruitiers de Nagasaki, alors que les "Nankou" et les "Kousyun Ponkan" ont été reconnues comme résistantes à un autre agent du chancre (*Xanthomonas campestris*) respectivement par l'Institut national des sciences des arbres fruitiers et le Centre de recherche sur les arbres fruitiers de Shizuoka.

Au Brésil, dans une étude sélective sur un grand nombre de variétés d'agrumes quant à la tolérance à *Xylella fastidiosa*, l'agent responsable de la chlorose variéguée des agrumes, la tangor "Murcott" et les mandarines "Mexerica do Rio", "Ponkan" et "Cravo" se sont avérées résistantes.

Il existe peu d'exemples de programmes d'amélioration variétale pour la résistance aux insectes. L'Institut botanique *Academia Sinica* de Taïpeh à Taïwan, a récemment obtenu trois plantes transgéniques à partir de noyaux excisés de mandarine "Blanco" cv. Ponkan cultivés avec *Agrobacterium tumefaciens* contenant un plasmide avec le gène insecticide spécifique aux coléoptères du *B. thuringiensis* ssp. *Tenebrionis*. Les trois plantes portant le gène sont en fait cultivées pour des tests complémentaires sur la résistance aux insectes. Dans une étude en plein champ menée au Punjab indien pour sélectionner de nombreuses espèces et variétés d'agrumes, les variétés "Carrizo", "Sacatan", "Savage", "Troyer", "Yama Citrange", "Citrumelo" (*P. trifolié x pamplemousse*), "Campbell Valencia", "Pomary" et "Robidoux" ont été identifiées comme résistantes à *Phyllocnistis citrella* et sont donc considérées comme une source intéressante de matériel génétique pour leur résistance à cet insecte.

## Amélioration variétale de porte-greffe

L'objectif commun des programmes d'amélioration variétale est de créer des porte-greffes d'agrumes résistants ou tolérants aux organismes nuisibles et aux maladies, d'accroître l'adaptabilité à différentes conditions de sols et d'environnement, de transmettre aux greffons une productivité élevée, une qualité et une taille supérieures des fruits, ainsi que d'autres caractéristiques essentielles.

Le potentiel des méthodes conventionnelles d'améliorations des porte-greffes d'agrumes est limité par des facteurs biologiques qui inhibent l'amélioration variétale et la sélection, tels que la dépression hétérozygotique et de reproduction consanguine, la stérilité du pollen et des ovules, l'incompatibilité sexuelle, les apomixies et la polyembryonie nucellaire, ou la juvénilité. Cependant, le Laboratoire de recherche horticole américain (USDA-ARS) a dirigé un programme de développement de nouveaux porte-greffes qui se concentrait sur l'hybridation sexuelle au niveau du diploïde afin de produire des combinaisons génétiques améliorées. Il a récemment mis en circulation deux hybrides "US-852" [mandarine *Changsha* (*C. reticulata*) x grosse orange anglaise fleurie et trifoliée (*Poncirus trifoliata*)] et "US-812" (mandarine *Sunki* x orange trifoliée *Benecke*), ce qui donne des arbres sains, une qualité de fruits excellente et une grande productivité.

L'IVIA en Espagne a mis en circulation deux porte-greffes en 1998 et deux en 2000 obtenus par hybridation sexuelle. Il s'agit du "Forner Alcaide 5" (F&A 5), du "Forner Alcaide 418" (F&A 418), du "Forner Alcaide 13" (F&A 13) et du "Forner Alcaide 517" (F&A 517) qui sont tous résistants ou tolérants au virus de la Tristeza et à la salinité. De plus, le "F&A 5" (mandarine *Cleopatra* x *P. trifoliata*) est résistant au nématode des agrumes et offre une bonne tolérance aux sols calcaires et aux inondations. Le "F&A 13" (mandarine *Cleopatra* x *P. trifoliata*) est sensible au nématode des agrumes mais très tolérant à la salinité et aux inondations. Le "F&A 418" (citrange *Troyer* x mandarine commune) est un porte-greffe nain avec une bonne tolérance aux sols calcaires, sensible au nématode des agrumes et produit de gros fruits sur la variété greffée. Le "F&A 517" (mandarine *King* x *P. trifoliata*) est également un porte-greffe nain et présente une bonne tolérance aux sols calcaires et à la salinité.

L'hybridation somatique par des techniques de fusion de protoplasme est une nouvelle manière de créer de nouveaux porte-greffes d'agrumes améliorés qui peuvent surmonter les barrières imposées par les caractéristiques particulières des agrumes. La plupart des institutions scientifiques impliquées dans la reproduction pour l'amélioration des porte-greffes utilisent cette technologie. Cela est bien développé par l'Université de Floride, l'IFAS, le CREC, par le CIRAD, in France, par I.V.I.A. en Espagne, par l'ISA et le *Centro di Studio per il Miglioramento Genetico degli Agrumi*, le CNR, en Italie.

Six hybrides somatiques (HS) ont été produits par une fusion de protoplasme au CREC, en Floride. Les HS contenant le matériel génétique du *Dragon volant* étaient extrêmement nains et précoces, ceux contenant une parenté avec l'orange douce étaient toujours résistants au *Phytophthora*, alors que des hybrides de *Fortunella*, *Citropsis*, *Atalantia*, *Microcitrus* et de parenté du *Citrus ichangensis* étaient résistants au nématode *Radopholus citrophilus*. De plus, les graines d'HS ont bien germé et ont donné de jeunes plants vigoureux. Le CIRAD en France a sélectionné un hybride somatique intergénérique vigoureux et résistant à la tristeza issu d'un croisement entre *Poncirus trifoliata* et *Citrus deliciosa*, qui est résistant au virus de la tristeza des agrumes.

Les biotechnologies appliquées à l'amélioration variétale des agrumes ouvrent de nouvelles perspectives prometteuses pour les progrès du secteur des agrumes, même si elles ne peuvent pas donner de résultats immédiats. Ainsi, aujourd'hui et dans un avenir proche, les méthodes conventionnelles d'amélioration variétale restent à la base des programmes d'amélioration variétale des agrumes. Les biotechnologies peuvent en fait donner des résultats significatifs en matière d'amélioration variétale par le transfert de gènes qui contrôlent la résistance aux maladies, aux insectes et aux herbicides, mais leur application à l'amélioration des traits quantitatifs, tels que la productivité et la qualité des fruits, ne semble pas immédiat. Une combinaison équilibrée des deux méthodes d'amélioration variétale, conventionnelle et biotechnologique, est probablement le meilleur moyen de suivre le développement du secteur des agrumes.

## **Nouvelles variétés de mandarines et d'agrumes de type mandarine mises en circulation au cours des 15 dernières années**

Sur l'ensemble des variétés d'agrumes officiellement mises en circulation dans le monde au cours des 15 dernières années, les mandarines et les agrumes de type mandarine sont certainement les plus nombreux. Comme le montre l'Annexe - Liste des variétés", 13 variétés ont été mises en circulation en Chine, 11 en Italie, 11 au Japon, 8 en Espagne, 4 aux États-Unis, 5 en Israël, 6 en Australie, 1 en France, 1 en Nouvelle-Zélande, 1 au Maroc et 1 en Argentine.

Seules quelques unes d'entre elles sont cultivées avec succès dans le pays de mise en circulation et un nombre encore plus limité est ensuite diffusé vers des pays où existe un secteur des agrumes. En tout cas, mon sentiment est qu'en général il faut trop de temps avant que même des variétés d'agrumes importantes et, par conséquent, des variétés de mandarines et d'agrumes de type mandarine ne soient introduites dans différents pays pour être testées par des expérimentations en plein champ et finalement disponibles pour le secteur des agrumes. La même chose se produit pour les variétés de porte-greffes.

Il est très important pour le secteur des agrumes d'avoir un grand nombre de variétés appropriées et adaptables à différentes conditions de climat et de sol, et qui satisfont de plus en plus les exigences du marché. Pour cette raison, il est de plus en plus important que les programmes d'amélioration variétale créent de nouvelles variétés améliorées, qui conviennent à des zones spécifiques et/ou qui résistent à différents organismes nuisibles et maladies. D'un autre côté, il est également très important pour chaque pays producteur d'agrumes d'introduire au bon moment les nouvelles variétés, qui sont mises en circulation dans le monde entier et de les tester par des expérimentations en plein champ.

Les projets nationaux mis en œuvre en Italie et intitulés "Variétés fruitières recommandées", et plus récemment "variétés d'agrumes recommandées" sont des exemples significatifs. L'objectif de ces projets est d'introduire continuellement dans des champs expérimentaux, situés dans les zones de production de fruits ou d'agrumes les plus importantes, les nouvelles variétés mises en circulation en Italie et dans le monde entier, et de les évaluer par rapport aux variétés les plus fréquemment plantées. Une évaluation officielle préliminaire des variétés de greffons est effectuée juste après les deux premières années de culture et l'évaluation finale après cinq ans de culture. En ce qui concerne les porte-greffes, un résultat préliminaire est atteint quatre ans après la plantation et le résultat final est obtenu 6-7 ans après la plantation. Les résultats sont officiellement publiés dans des magazines spécialisés et sont pris en grande considération par les agriculteurs et les pépinières.

**ANNEXE**

Liste et courte description des variétés de mandarines et d'agrumes de type mandarine mises en circulation au cours des 15 dernières années

**MANDARINE**

**PRIMOSOLE** (mise en circulation en 1993 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. unshiu* Miho x *C. reticulata* *Carvalhais*. Taille du fruit: Ø 7.0 cm, Poids 140 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur faible. Saison: mi-fin oct. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: orange acide. Climat: typique des zones côtières.

**DESIDERIO** (mise en circulation en 1996 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. unshiu* Miho x *C. clementina* *Comune*. Taille du fruit: Ø 7.0 cm, Poids 90 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: mi oct.- fin nov. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: orange acide. Climat: typique des zones côtières.

**BELLEZZA** (mise en circulation en 1996 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. unshiu* *Okitsu* x *C. reticulata* *Carvalhais*. Taille du fruit: Ø 8.0 cm, Poids 145 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: fin oct. – fin déc. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: orange acide. Climat: typique des zones côtières.

**SIRIO**: (mise en circulation en 1996 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. unshiu* Miho x *C. clementina* *Comune*. Taille du fruit: Ø moyen-grand, Poids 150 g. Forme: sphérique. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: début nov. - fin janv. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: orange acide. Climat: typique des zones côtières.

**SIMETO** (mise en circulation en 1993 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. unshiu* Miho x *C. deliciosa* *Avana apireno*. Taille du fruit: Ø 9.0 cm, Poids 160 g. Forme: assez aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: fin nov. - fin déc. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: orange acide. Climat: typique des zones côtières.

**CAMI**: (mise en circulation en 1992 – Italie): Type: hybride de mandarine. Origine: (*C. clementina* *Comune* x *C. deliciosa* *Avana*) x tangelo *Mapo*. Taille du fruit: Ø: 6.5 cm, Poids: 125 – 150 g. Forme: sphérique. Pépins : sans. Arbre: vigueur moyenne, tendance de croissance à la verticale. Saison: fin déc. - mi mars. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: citrange *Troyer*.

**TACLE**: (mise en circulation en 1999 – Italie): Type: hybride triploïde de mandarine. Origine: *C. clementina* *Monreal* x *C. sinensis* *Tarocco 4x*. Taille du fruit: Ø 7.0 cm, Poids 150 – 180 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: grande vigueur, tendance de croissance à la verticale. Saison: début janv. – fin févr. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: citrange *Troyer* et *Carrizo*, orange acide, orange trifoliata, Dragon volant, Alemow. Note: sensible au vent chaud.

**CLARA**: (mise en circulation en 1994 – Italie): Type: hybride triploïde de mandarine. Origine: *C. clementina* *Monreal* x *C. sinensis* *Tarocco 4x*. Taille du fruit: Ø 8 cm, Poids 200 – 250 g. Forme: aplatie - sphérique. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne, tendance de croissance à la verticale. Saison: fin janv. – mi mars. Zone de culture: Italie. Porte-greffes: citrange *Troyer*.

**FALLGLO**: (mise en circulation en 1987 – Floride): Type: hybride de mandarine. Origine: Bower (*C. reticulata* x tangelo *Orlando*) x Temple (hybride de *C. reticulata*). Taille du fruit: Ø: 8.0 cm. Poids 150 - 180 g. Forme: aplatie, petite navel. Nombre de pépins: 10-12. Arbre: grande vigueur, tendance de croissance à la verticale. Saison: fin oct. – fin nov. Porte-greffes: citrange *Carrizo*, citrumelo *Swingle*. Remarque: résistant au *Sphaceloma fawcetti*.

**GOLD NUGGET:** (mise en circulation en 2000 – Californie): Type: hybride de mandarine. Origine: Wilking (*C. deliciosa* Willowleaf x *C. nobilis* King) x Kincy (King x petit agrume Dancy). Taille du fruit: Ø 7.0 cm, Poids 150 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: janv. - Févr. Porte-greffes: citrange *Carrizo*. Climat: typique des zones côtières.

**MOR:** (mise en circulation en 1991 – Israël): Type: tangor. Origine: irradiation de bourgeons de *Murcott tangor*. Taille du fruit: Ø: 6.5 cm, Poids 120 g. Forme: aplatie. Nombre de pépins: 2-7. Arbre: vigueur faible, tendance de croissance à la verticale. Saison: mi févr.

**WINOLA:** (mise en circulation en 1992 – Israël): Type: hybride triploïde spontané de mandarine. Origine: Wilking (*C. deliciosa* Willowleaf x *C. nobilis* King) x tangelo *Minneola*. Taille du fruit: Ø 6-7 cm. Poids 115-160 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne, déployé, affaissé. Saison: fin févr. – mi mars. Porte-greffes: orange acide, hybrides de *Poncirus trifoliata*.

**AMAKA:** (mise en circulation en 1996 – Japon): Type: hybride de mandarine. Origine: Kiyomi tangor (satsuma Miyagawa x orange Trovita) x Encore (King x Willowleaf).

**YOUKOU:** (mise en circulation en 1995 – Japon): Type: hybride de mandarine. Origine: Kiyomi tangor (satsuma Miyagawa x orange Trovita) x ponkan *C. reticulata* Nakano 3. Taille du fruit: Poids 250-300 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Saison: Janv.- févr. Note: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*) et au chancre des agrumes.

**AFOURER** (mise en circulation en 1997 – Maroc): Type: hybride de mandarine. Origine: tangor Murcott x pollen parent inconnu. Taille du fruit: Ø 6 cm. Poids 80-90 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Saison: mi - fin févr. Zone de culture: Maroc, Californie. Porte-greffes: orange acide, orange trifoliée.

**HAYAKA** (mise en circulation en 1991 – Japon): Type: hybride de mandarine. Origine: satsuma Imamura x *C. reticulata* Nakano 3 Taille du fruit: Poids 150 g. Forme: aplatie. Pépins: peu. Saison: début - mi déc. Remarque: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*) et au froid.

**ARIAKE:** (mise en circulation en 1992 – Japon): Type: tangor. Origine: navel *C. sinensis* Seike x *C. clementina*. Taille du fruit: Ø 6 cm, Poids 170-200 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Saison: mi - fin déc. Arbre: vigueur faible, tendance à la propagation. Remarque: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*).

**MIHO-CORE:** (mise en circulation en 1994 – Japon): Type: hybride de mandarine. Origine: satsuma *Miho-wase* x Encore (*C. nobilis* King x *C. deliciosa* Willowleaf) Taille du fruit: Poids 150 - 200 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Saison: mi - fin déc. Arbre: vigueur faible, tendance à la propagation.

**NANKOU:** (mise en circulation en 1991 – Japon): Type: hybride. Origine: satsuma *Miho-wase* x *C. clementina*. Forme: presque sphérique. Taille du fruit: W 130 g. Pépins: sans. Saison: mi - fin déc. Note: résistant au *Xanthomonas campestris*.

**AMAKUSA:** (mise en circulation en 1993 – Japon): Type: tangor. Origine: (tangor *Kiyomi* x *Okitsu Wase*) x orange *Page*. Taille du fruit: Poids 170-200 g. Forme: aplatie. Pépins: sans. Saison: fin déc. - début janv. Arbre: vigueur moyenne.

**KOUSYUN PONKAN:** (mise en circulation en 1991 – Japon): Type: mandarine. Origine: développée à partir de jeunes plants nucellaires Taille du fruit: Poids 130 g. Forme: aplatie Nombre de pépins: 5-15. Saison: fin déc. - mi janv. Arbre: grande vigueur. Remarque: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*), au chancre des agrumes (*Xanthomonas campestris*) et au closterovirus de la tristezza des agrumes.

**SEIHOU** (mise en circulation en 1991 – Japon): Type: tangor. Origine: tangor *Kiyomi* x tangelo *Minneola*. Taille du fruit: W 200 g. Forme: sphérique. Pépins: sans. Saison: mi - fin janv. Arbre: vigueur moyenne. Remarque: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*).

HAREYAKA: (mise en circulation en 1994 – Japon) Type: hybride de mandarine. Origine: *Encore* (*C. nobilis King* x *C. deliciosa Willowleaf*) x ponkan *C. reticulata Nakano 3*. Taille du fruit: Poids 170-250 g. Forme: aplatie. Pépins: nombreux (comme l'*Encore*). Saison: Févr. Arbre: grande vigueur, tendance de croissance à la verticale.

TSUNOKAORI (mise en circulation en 1991 – Japon): Type: tangor. Origine: tangor *Kiyomi* x satsuma *Okitsu Wase*. Forme: aplatie. Taille du fruit: Ø 6 cm, Poids 160 g. Pépins: sans. Saison: fin mars - mi avril. Arbre: vigueur moyenne, tendance de croissance par propagation. Remarque: résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*) et au froid.

SUNSET (mise en circulation en 1991 – Australie): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. reticulata Imperial* x tangor *Ellendale*. Pépins: peu. Forme: aplatie. Saison: tôt.

ELOISE (mise en circulation en 1993 – Australie): Type: *C. reticulata*

SUCCESS (mise en circulation en 1992 – Australie): Type: *C. reticulata*.

MONARCH (mise en circulation en 1994 – Australie): Type: *C. reticulata*

NOVA SL (mise en circulation en 1995 – Australie): Type: tangelo

IrM1 (mise en circulation en 1998 – Queensland): Type: tangor

BAY GOLD (mise en circulation en 1993 – New Zealand): Type: tangelo.

RIPETRI: (mise en circulation en 1988 – France): Type: clémentine. Taille du fruit: Ø moyen. Forme: aplatie. Saison: tôt.

RISHON (mise en circulation en 1993 – Israël): Type: hybride de mandarine. Origine: tangor *Temple* x *C. reticulata Mikhal*. Arbre: vigueur moyenne. Forme: presque sphérique. Taille du fruit: Ø 6 cm, Poids 95 g. Saison: fin sept. - début oct.

SHANI (mise en circulation en 1992 – Israël): Type: hybride de mandarine. Origine: *C. reticulata Wilking* x *C. reticulata Mikhal*. Forme: aplatie. Taille du fruit: Ø 6-7 cm, Poids 115-150 g. Nombre de pépins: 1-9. Saison: fin janv. - févr. Arbre: grande vigueur, tendance à la propagation. Porte-greffes: orange acide, citrange *Troyer*, Citrumelo, lime *Rangpur*.

ORAH (mise en circulation en 1992 – Israël): Type: hybride de mandarine. Origine: tangor *Temple* x *C. reticulata Dancy*. Taille du fruit: Ø: 6-7 cm, Poids: 90 -140 g. Nombre de pépins: 8-29. Forme: aplatie. Saison: fin déc. - janv. Arbre: tendance modérée à la propagation. Porte-greffes: orange acide, citrange *Troyer*.

## CLEMENTINE

SPINOSO (mise en circulation en 1997 – Italie): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Comune*. Taille du fruit: Ø 6.0 cm, W 80-90 g. Forme: légèrement aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne, tendance à la propagation et à une croissance à la verticale. Saison: mi oct. - mi nov. Remarque: sensible à l'*exocortis* viral.

RUBINO (mise en circulation en 1994 – Italie): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Comune*. Taille du fruit: Ø: 5.5-6.0 cm, Poids: 70-80 g. Forme: légèrement aplatie. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne, tendance à l'affaissement. Saison: début janv. - mi févr. Porte-greffes: orange acide. Note: sensibilité à l'*exocortis* viral.

MARISOL (Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Oroval*. Taille du fruit: Ø 6 cm, Poids 110-120 g. Pépins: sans. Arbre: tendance à l'ouverture. Saison: mi oct. – mi nov.

ARRUFATINA:(mise en circulation en 1985 – Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Nules*. Taille du fruit: Ø plus grand que la *Nules*. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: mi nov.

ESBAL (mise en circulation en 1985 – Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Fina*. Taille du fruit: Ø 5 cm. Sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: fin nov.

HERNANDINA (mise en circulation en 1985 – Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C. clementina Fina*. Ø: 5 cm. Pépins: sans. Arbre: vigueur moyenne. Saison: début janv. - mi févr.

ORONULES (mise en circulation en 1990 – Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation de bourgeon de *C. clementina Nules*. Taille du fruit: Ø 5.0 cm, Poids 80-90 g. Forme: légèrement aplatie. Pépins: sans. Arbre: grande vigueur, tendance à l'ouverture. Saison: mi janv.

FEDELE: (mise en circulation en 1988 – Italie): Type: clémentine. Origine: mutation spontanée à partir de *C. reticulata Comune*. Caractéristiques semblables à celles de la *Comune* sauf pour: Saison: deux semaines plus tôt (mi oct. - mi nov.).

CLEMENPONS: (mise en circulation en 1996 - Espagne) Type: clémentine. Origine: mutation spontanée à partir de *Nules*. Saison: plus tôt que la *Nules*.

LORETINA (mise en circulation en 1996 - Espagne): Type: clémentine. Origine: mutation spontanée à partir de *Marisol*. Saison: plus tôt que la *Marisol*.

#### SATSUMA

CLAUSELLINA (mise en circulation en 1984 – Espagne): Type: satsuma. Origine: mutation à partir d'un bourgeon de *C.unshiu Owari*. Taille du fruit: Ø: 5 cm. Pépins: sans. Saison: mi janv.

TEMPRANA (mise en circulation en 2000 – Argentine): Type: satsuma. Origine: mutation spontanée à partir d'une *Okitsu*. Saison: dix jours plus tôt que les *Okitsu*.

BROWN'S SELECT (mise en circulation en 1993 – Louisiane): Type: satsuma. Origine: sélection de jeunes plants *Kimbrough*. Taille du fruit: Ø moyen-grand. Pépins: sans. Saison: début-mi oct.

KIMBROUGH (mise en circulation en 1990 – Floride): Type: satsuma. Origine: sélection de jeunes plants o.p. d'*Owari*. Pépins: sans.

#### VARIÉTÉS CHINOISES (*C. reticulata*)

WUHEXUEGANLINGHAO (mise en circulation en 1998 – Chine): Type: mandarine. Origine: irradiation de *Xueganlinghao*. Taille du fruit: Poids 120-153 g. Pépins: sans. Saison: tôt.

ZAOJIN JIAOGAN (mise en circulation en 1990 – Chine): Type: satsuma. Origine: sélection de *Xingjin*. Saison: mi sept.

DONGHUAMIJU (mise en circulation en 1997 – Chine): Type: mandarine. Origine: clone de *Nanfengmiju*. Forme: aplatie. Taille du fruit: Poids 44 g. Pépins: sans. Saison: fin oct.

GANPENG 1 (mise en circulation en 2000 – Chine): Type: mandarine. Origine: modification de jeunes plants de *Penggan*. Taille du fruit: Poids 115 g. Pépins: sans. Saison: mi-fin nov. Note: résistant aux basses températures pendant une courte durée (-11 °C).

XUANNAN 1 (mise en circulation en 1991 – Chine): Type: mandarine. Origine: sélection de *Red* (contenant de nombreux pépins). Taille du fruit: Poids 86 g. Nombre de pépins: 3. Saison: fin nov.

FUYU (mise en circulation en 2000 – Chine): Type: mandarine. Origine: irradiation  $\gamma$  de *Ponggan*. Pépins: sans. Saison: fin nov. - début déc. Note: résistant à la sécheresse, à l'infertilité des sols et au chancre des agrumes.

LESHAN YIYUGAN (mise en circulation en 1998 - Chine): Type: mandarine. Origine: sélection de *Yiyugan*. Taille du fruit: Poids 315 g. Pépins: sans. Arbre: tassé. Saison: début - mi déc.

WANMI (mise en circulation en 1991 – Chine): Type: mandarine. Origine: satsuma Weizhou x *C. sinensis* S8. Taille du fruit: Poids: 120 g. Forme: presque sphérique. Saison: mi - fin janv.

CHEXI WANLU: (mise en circulation en 1995 – Chine) Type: mandarine. Origine: sélection par clonage de *Pongan*. Taille du fruit: Poids 153 – 168 g. Forme: aplatie. Nombre de pépins: 5. Saison: fin janv. - début févr.

YANXI WANYOU (mise en circulation en 1994 – Chine): Type: mandarine. Origine: variété anormale de *Pongan*. Taille du fruit: Poids 153 – 168 g. Pépins: sans. Saison: fin janv. - mi févr.

MEIZHOU SUMMER JIAOGAN (mise en circulation en 1993 – Chine): Type: mandarine. Origine: sélection de *Jaogan*. Taille du fruit: Poids 150 g. Saison: mi mai - mi juin.

WUHE XUEGAN (mise en circulation en 1997 - Chine): Type: mandarine. Origine: sélection de *Xinsheng Xuegan*. Taille du fruit: Poids 180-200 g. Pépins: sans.

TAY 1 (mise en circulation en 1997 – Chine): Type: mandarine. Origine: mutation spontanée à partir de *Ponkan*. Taille du fruit: Poids: élevé. Pépins: sans.

EGAN 1 (mise en circulation en 1997 – Chine): Type: mandarine. Origine: sélection de *Pongan*. Taille du fruit: Poids 130-175 g. Pépins: plus que les *Pongan*. Note: hautement résistant à la gale des agrumes (*Elsinoe fawcetti*).

