

ORIGINE ET EVOLUTION DE LA DIVERSITE DES AGRUMES

François Luro, Gilles Costantino, Patrick Ollitrault, Franck Curk

QU'EST-CE QU'UN AGRUME ?

Le terme agrume provient du latin *acrumen* qui signifie aigre. Ce terme désigne les arbres classés dans la famille des Rutacées produisant des fruits ou baies de type hespéride à pulpe acide caractérisée par l'organisation physiologique suivante (**Fig. 3.1**) : (1) une partie externe appelée peau dont la couche externe (épicarpe) nommée flavédo (aussi appelé zeste) renferme de nombreuses vésicules pleines d'huile très odorante appelée huile essentielle et une partie interne d'épaisseur variable (de 1 mm à plusieurs cm) généralement de couleur blanche appelée albédo (parfois appelé ziste) ; (2) une

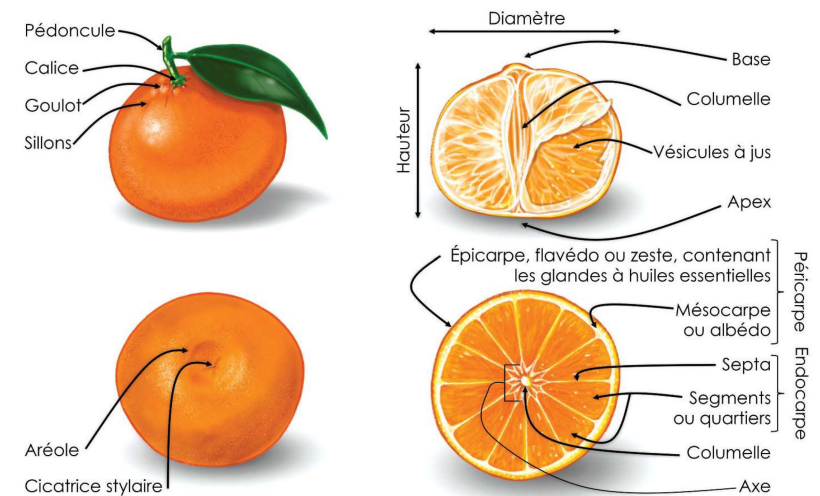


Fig. 3.1 : Structure anatomique d'un fruit d'agrumes (dessin © F. Curk-INRAE)

partie interne structurée en quartiers issus des carpelles, entourés d'une fine peau (endocarpe) où s'agglomèrent des vésicules à jus riches en eau, acides organiques, sucres, pigments (caroténoïdes et parfois anthocyanes) et sels minéraux ; chaque quartier peut contenir des pépins positionnés proches de l'axe du fruit ; (3) l'axe du fruit qui peut être creux ou plein d'un tissu équivalent à celui de l'albêdo (columelle) et parfois même absent quand les quartiers sont jointés à leur base.

Sur le plan taxonomique, il est communément admis que les agrumes se répartissent en 6 genres botaniques de la tribu des *Citreae*, sexuellement compatibles entre eux : *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Microcitrus*, *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*. Les 3 premiers sont d'origine océanienne et les 3 derniers sont asiatiques et regroupent les agrumes les plus connus, les plus cultivés et les plus consommés. Les *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. ou orangers trifoliolés « *trifoliolate orange* » en anglais (**Fig. 3.2**), dont les fruits sont impropres à la consommation, sont utilisés comme porte-greffe ou géniteurs de porte-greffe car ils



Fig. 3.2 : *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. (© F. Curk-INRAE)

possèdent des caractéristiques de résistance et de tolérance, intéressantes pour l'agrumiculture dont ceux vis-à-vis de la Tristeza, des nématodes, de la gommose à *Phytophthora* et du froid. Ils sont malheureusement sensibles au calcaire et à la salinité mais aussi à une maladie provoquée par un viroïde, l'Exocortis. C'est un genre botanique peu diversifié, du moins nous n'en connaissons que peu de variétés et qui plus est avec de fortes similitudes d'aspect.



Fig. 3.3 : Kumquat Marumi, *Fortunella japonica* (Thunb.) Swing. (© F. Curk-INRAE)

Les *Fortunella* spp. produisent des fruits nommés kumquats (**Fig. 3.3**) que l'on déguste avec leur peau. Ce genre botanique présente comme le *Poncirus* peu de diversité. Le genre *Citrus* enfin, regroupe les espèces majeures tant du point de vue phylogénétique que du point de vue commercial. La taxinomie du genre *Citrus* est controversée. Ce genre regroupe la plupart des espèces d'agrumes cultivés et est constitué, suivant les taxinomistes, de 16 (Swingle, 1967) ou 156 espèces (Tanaka, 1961). La complexité relative de ces classifications résulte, entre autres, d'une très vaste diversité morphologique et de l'inter-compatibilité sexuelle des espèces du genre *Citrus*.

Par ailleurs, certaines variétés cultivées se sont vues élevées au rang d'espèce, bien qu'elles soient issues de croisements entre deux espèces différentes et qu'elles ne puissent pas se reproduire naturellement par fécondation.

L'ÉVOLUTION ET LA CONSTRUCTION DES ESPÈCES PRIMAIRES

Le berceau des agrumes se situe dans le Sud-Est asiatique. Plusieurs étapes dans leur évolution et dans leur expansion ont contribué à l'immense diversité d'apparence, de goût et d'arôme des fruits que l'on connaît aujourd'hui. Cette diversité n'est probablement qu'une infime partie de l'existant. Il y a plusieurs millions d'années les populations d'ancêtres des agrumes se sont retrouvées géographiquement isolées avec l'absence d'échange de gènes par la fécondation. Des modifications climatiques dans ces régions d'origine ont créé les conditions d'évolution sans échanges (sans fécondations)



Fig. 3.4 : Cédrot, *Citrus medica* L. (© F. Curk-INRAE)

appelée « évolution allopatrique ». Durant cette période, sous l'effet de conditions environnementales différentes d'une région à une autre, les formes ancestrales ont évolué séparément et ont acquis des caractères très dissemblables, c'est le processus de spéciation (Garcia-Lor *et al.*, 2013 ; Wu *et al.*, 2018). Les cédratiers (*Citrus medica* L., Fig. 3.4) sont peu à peu apparus dans la zone correspondant aujourd'hui au Nord-Est de l'Inde.

Les mandariniers (*C. reticulata* Blanco, Fig. 3.5) seraient originaires de la Chine et leur nom proviendrait de la couleur des robes des mandarins.



Fig. 3.5 : Mandarine Cléopâtre, *C. reshni* Hort. ex Tan. (© F. Curk-INRAE)

Les pamplemoussiers (*C. maxima* (Burm.) Merr., Fig. 3.6), produisant probablement les plus gros agrumes (certains fruits peuvent dépasser la taille d'un ballon de basket) se seraient diversifiés dans une région correspondant à la Malaisie/Thaïlande. Le dernier groupe ancestral est appelé Papeda et rassemble des agrumes ayant des feuilles dites bilobées, c'est à dire avec des pétioles ailés de grande taille, presque aussi grands que le limbe principal. Ce groupe n'est



Fig. 3.6 : Pamplemousse, *C. maxima* (Burm.) Merr. (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.7 : Combava, *C. hystrix* D.C. (© F. Curk-INRAE)

pas constitué d'agrumes issus d'un même ancêtre, on dit qu'il est polyphylétique. Parmi ses représentants les plus connus on trouve le Combava, *C. hystrix* D.C., (Fig. 3.7), très utilisé dans la cuisine indonésienne, indienne, réunionnaise et malgache. Un autre Papéda peu commun, le micrantha (*C. micrantha* Wester,) proviendrait des îles indonésiennes, et aurait été un géniteur de plusieurs agrumes dont les très réputés citrons verts ou limes. Les kumquats (*Fortunella* spp.) et les poncirus (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) auraient évolué dans des zones plus septentrionales de la Chine et auraient ainsi acquis une tolérance aux températures gélives.



Fig. 3.8 : *Eremocitrus* sp. (© F. Curk-INRAE)

En Australie d'autres formes se sont développées, classées dans les genres botaniques *Eremocitrus* (Fig. 3.8) et *Microcitrus* (dont le citron Caviar ou *Finger Lime*, une variété très populaire depuis peu dans la restauration fine, (Fig. 3.9). Des hypothèses sur la présence des agrumes en Australie sont proposées sur une dérive de formes ancestrales proches des cédratiers depuis le sud-est asiatique (Wu et al., 2018).



Fig. 3.9 : Citron caviar, *Microcitrus australasica* (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.10 : Calamondin, *C. madurensis* Lour. (© F. Curk-INRAE)

Les bases de la diversité des agrumes reposent sur ces taxons. Probablement après une expansion hors de leurs aires de spéciation ces espèces ancestrales se sont retrouvées à croître dans des lieux communs. De cette mixité géographique nouvelle, des fécondations entre espèces ont pu avoir lieu et générer des formes hybrides interspécifiques. Ces mélanges féconds n'ont été possibles que du fait du maintien de la compatibilité sexuée entre ces groupes ancestraux longtemps isolés les uns des autres. Les combinaisons hybrides naturelles entre les 3 genres botaniques *Poncirus*, *Citrus* et *Fortunella*, semblent en revanche rares, car très peu d'exemples sont connus. Le calamondin (*Citrus madurensis* Lour., Fig. 3.10), un agrume morphologiquement proche des mandariniers, très utilisé comme arbre d'ornement en horticulture, découlerait d'un croisement entre un *Citrus* et un *Fortunella*.

La rareté des croisements entre genres botaniques peut être expliquée par l'effet cumulé de différents facteurs :

- Le cloisonnement géographique au cours de l'évolution, durant des millénaires ; par exemple le *Poncirus*, de par ses caractères spécifiques d'adaptation aux températures gélives (chute des feuilles en saison froide...), est originaire de régions plus septentrionales que les *Citrus* ;



Fig. 3.11 : Limequat Eustis (© F. Curk-INRAE)

- Un décalage entre les époques de floraison des 3 genres : les agrumes du genre *Poncirus* fleurissent très tôt (mars en hémisphère nord), ceux du genre *Citrus* en avril-mai et les kumquats du genre *Fortunella* fin juillet ;
- Des facteurs génétiques limitant les associations croisées entre agrumes de différents genres qui ralentissent la croissance des hybrides de nouvelles générations.

Néanmoins ces croisements entre genres peuvent être réalisés de manière contrôlée c'est-à-dire en prélevant du pollen sur les fleurs de l'un et en le déposant sur les fleurs d'un autre. Une étape de conservation du pollen à basse température est alors nécessaire pour réaliser la pollinisation entre genres ne fleurissant pas à la même époque. Les limequats, (hybrides entre lime et kumquat, **Fig. 3.11**) de même que les citranges (hybrides entre poncirus et oranger, **Fig. 3.12**) ou citrumelos (entre poncirus et pomelo, **Fig. 3.13**) sont des exemples de croisements inter-génériques. Les croisements entre espèces d'un même genre et plus particulièrement celles du genre *Citrus* semblent plus fréquents et plus aisés à obtenir.



Fig. 3.12 : Citrange Carrizo (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.13 : Citrumelo 4475 (© F. Curk-INRAE)

L'APPARITION DES ESPÈCES SECONDAIRES EN ASIE

Parmi les nouvelles formes apparues, certaines ont été repérées et sélectionnées par différentes civilisations. La plus emblématique de toutes est l'oranger (*C. sinensis* (L.) Osb., **Fig. 3.14**).

Cet agrume est peut-être le plus ancien hybride interspécifique que l'on cultive aujourd'hui. Son apparition remonterait à plusieurs millénaires.

La plus ancienne référence manuscrite connue serait citée dans un texte de l'un des « 5 classiques » attribués à Confucius, le *Shu Jing*, appelé aussi « Livre des Histoires » ou « Classique des



Fig. 3.14 : Fruit et fleurs d'oranger (© F. Curk-INRAE)

documents », qui compile des écrits remontant jusqu'au III^e millénaire av. J.-C. L'oranger serait né d'un croisement entre deux hybrides (mandarine x pamplemousse), inconnus ou disparus (Wu *et al.*, 2014). Il est le produit unique d'une fécondation d'un ovule par un grain de pollen. Cet arbre unique devait porter à l'origine des fruits probablement très semblables aux oranges cultivées aujourd'hui. Pourquoi



Fig. 3.15 : Diversité variétale d'oranges, *C. sinensis* (L.) Osb. (© F. Luro-INRAE)

l'apparence de l'orange s'est-elle figée dans le temps ? L'une des raisons essentielles est la capacité de l'oranger à produire, dans ses pépins, des embryons « nucellaires » non sexués, issus du tissu maternel, appelé nucelle. Ces embryons après germination génèrent des arbres en tous points identiques sur le plan génétique et bien souvent aussi sur le plan morphologique à l'arbre qui les a produits, en l'occurrence ici l'oranger initial. C'est un exemple naturel de clonage, c'est-à-dire d'une multiplication à l'identique, on parle de multiplication végétative. Ainsi au cours des fructifications successives de chacun

des clones régénérés un grand nombre d'orangers se sont développés dans leur habitat naturel et se sont maintenus dans le temps jusqu'à ce que l'un d'entre eux soit repéré par les hommes. Il est fort probable ensuite que le processus de multiplication se soit perpétré via la germination des graines des fruits consommés à proximité des lieux d'habitation. Cependant, il n'est pas tout à fait exact d'affirmer que la forme originelle de l'orange était parfaitement identique aux formes cultivées actuelles car, même si le brassage génétique par fécondation était inopérant, la diversification pouvait se faire par mutations sans toutefois bouleverser totalement l'apparence et le goût du fruit.

C'est d'ailleurs grâce à la mutation que depuis le XIX^e siècle de nombreux variants (nouvelles formes, **Fig. 3.16**) de l'oranger ont été sélectionnés dans les vergers.



Fig. 3.16 : Diversité variétale de bigarades *C. aurantium* L. (© F. Luro-INRAE)

La couleur rouge sang de la pulpe et la « navélisation » (développement embryonnaire d'un deuxième fruit à l'apex²⁶ du premier qui procure souvent à la cicatrice styloïde une forme de nombril ou *navel* en anglais) sont deux exemples spectaculaires de la variation due aux mutations, mais dans les deux cas, le consommateur sait néanmoins qu'il s'agit toujours d'oranges. L'oranger n'est pas le seul à avoir connu cette destinée. Selon le même modèle d'apparition et de maintien on peut également citer le bigaradier (*Citrus aurantium* L., orange amère, **Fig. 3.16**) et le citronnier (*Citrus limon* (L.) Burm., **Fig. 3.17**). Le premier serait né directement de la fécondation d'un ovule de pamplemoussier par un pollen de mandarinier tandis que le second serait un hybride issu du croisement entre un bigaradier et un cédratier (Wu *et al.*, 2014).



Fig. 3.17 : Diversité variétale de citrons (© F. Luro-INRAE)

²⁶ Apex du fruit : partie opposée à l'attache pédonculaire



Fig. 3.18 : Lime Mexicaine, *Citrus aurantiifolia* (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.19 : Citron Volkamer, *Citrus limonia* Osb. (© F. Curk-INRAE)

Bien que l'on ne sache pas à quand remonte l'apparition de ces hybrides leur existence aujourd'hui repose, comme pour l'oranger, sur leur capacité à développer des embryons non sexués (asexués ou somatiques).

La lime (petit citron vert ; *Citrus aurantiifolia* (Chrism.) Swing., **Fig. 3.18**), autre agrume apparu en Asie, serait issue d'un croisement entre un agrume sauvage, le micrantha (*C. micrantha*), et un cédratier (Nicolosi *et al.*, 2007). Ne sont cités ici que les agrumes les plus connus mais beaucoup d'autres sont également issus de ces rencontres au gré du hasard entre fleurs d'espèces différentes. Par exemple, le citron Volkamer (*C. limonia* Osb., **Fig. 3.19**) ou les limes Rangpur (*C. limonia*, **Fig. 3.20**) et Khata (*C. karna* Raf., **Fig. 3.21**), très utiles dans l'agrumiculture moderne en tant que porte-greffe, sont des hybrides (mandarinier x cédratier) apparus en Inde (Curk *et al.*, 2016). De nombreux hybrides sont également nés hors de la zone d'origine car depuis l'antiquité les agrumes ont été introduits par l'homme dans plusieurs régions du globe.



Fig. 3.20 : Lime Rangpur, *Citrus limonia* Osb. (© F. Luro-INRAE)



Fig. 3.21 : Lime Khata, *Citrus karna* Raf. (© F. Luro-INRAE)

L'EXPANSION DES AGRUMES VERS L'OUEST

La première introduction d'un agrume en Occident remonterait au III^e siècle av. J.-C., au moment de l'épopée d'Alexandre le Grand dans sa guerre contre les Perses, lorsqu'il conquiert le Moyen-Orient (la Mésopotamie) jusqu'aux rives de l'Indus (Webber, 1967). Théophraste (372 av. J.-C., 287 av. J.-C.), fit une description détaillée (arbre et fruit) d'un agrume en tous points conforme à un cédratier, mais sans que l'on sache en quel lieu il en fit l'observation (Pagnoux, 2018). Des grains de pollen excavés de fouilles archéologiques identifiés comme étant ceux du cédratier prouvent que cet agrume était cultivé sur les bords de la Méditerranée au premier siècle de notre ère (Russo Ermolli *et al.*, 2018 ; Langgut, 2018). Quelques fresques découvertes à Pompéi, qui fut détruite par l'éruption du Vésuve en 79, représentent aussi des arbres fruitiers très ressemblants à des cédratiers et attestent ainsi de sa culture à cette époque dans ces contrées (De Carolis, 2018). Certaines études archéologiques avancent l'hypothèse d'une présence du citron du côté de Rome dans l'antiquité mais cela semble peu probable car aucun écrit ne relate sa présence. Le cédrat fut appelé à l'époque « Pomme de Perse » ou « Pomme de Médie » (Kedros ou Kedramelon par les Grecs) et n'était à cette époque pas encore considéré comme un aliment mais comme un remède, un parfum d'ambiance, un répulsif d'insectes pour protéger les vêtements ainsi que comme un symbole religieux par les hébreux.

Les hébreux, exilés à Babylone, l'ont substitué au cône de cèdre (utilisé jusqu'au II^e siècle), dans les rituels religieux de la fête des Tabernacles qui commémore la libération du peuple juif de l'esclavage et leur fuite d'Égypte pour rejoindre la terre de Palestine (**Fig. 3.22**). Ce rite religieux a probablement contribué au développement de la culture du cédrat dans beaucoup de régions méditerranéennes afin d'approvisionner toutes les communautés juives du monde occidental.

C'est au Moyen-Age, à partir du XI^e siècle, avec le développement des échanges commerciaux avec le Moyen-Orient et l'Orient, que les Génois et les Portugais introduisirent dans le bassin méditerranéen le pamplemoussier, le citronnier et l'oranger. Les Maures implantèrent la culture des bigaradiers (l'orange amère) dans tout le



Fig. 3.22 : Caisses de récolte de cédrats à destination du marché juif de New-York pour la fête des Cabanes ou des Tabernacles (© F. Curk-INRAE)

Maghreb et l'ouest de la Méditerranée. Malgré leur origine subtropicale, les agrumes trouvèrent dans cette zone euro-africaine des conditions climatiques propices à leur croissance. À partir du XVI^e siècle, ils furent étroitement associés au développement de la navigation maritime pour leurs vertus antiscorbutiques (source de vitamine C). Leur introduction dans de nouvelles contrées a souvent été liée à la découverte de nouvelles terres, comme les Caraïbes lors du second voyage de Christophe Colomb en 1493.

Des Caraïbes, les agrumes furent introduits dans de nombreuses régions du continent américain au début du XVI^e siècle (États-Unis, Brésil, Argentine, Mexique...). Débarqué en Haïti en 1493, l'oranger atteint le Mexique en 1518, puis la Floride en 1565 et seulement deux siècles plus tard la Californie (1767). Du Brésil, l'oranger fut introduit en Australie (1788). Dans la province brésilienne de Bahia une variété d'orange présentait un ombilic provoqué par le développement d'un second petit fruit à l'apex du fruit (partie opposée de l'attache

pédonculaire), c'était une orange navel (probablement introduite du Portugal entre 1810 et 1820 car décrite par Risseau et Poiteau en 1818). Cette variété appelée au Brésil « Bahia » fut introduite en Floride en 1835 et son nom fut changé en Washington. La Washington navel (**Fig. 3.23**) devint par la suite la variété d'orange Navel la plus cultivée au monde et donna naissance à de nombreuses sélections aux caractéristiques divergentes comme la Navelate dont la maturité est tardive. De la province de Pernambuco (au nord de Bahia), une orange Navel fut introduite en Ligurie par un navigateur italien à la fin du XVII^e, début du XIX^e siècles et fut appelée Pernamboucco²⁷. Cette orange est décrite par George Gallesio dès 1828 dans son *Traité du Citrus*. Sa caractéristique par rapport à une Washington navel classique tient au développement du second fruit qui s'immisce au cœur du premier, formant ainsi une double couronne de quartiers apparaissant en étoile quand on coupe le fruit en deux, au niveau de l'équateur.



Fig. 3.23 : Orange Washington navel (© F. Curk-INRAE)

²⁷ Le nom de la région Pernambuco du Brésil (*Pernambuco* en portugais), a été transformé dans le dialecte de Ligurie en *Pernamboucco*, pour nommer l'orange.

La mandarine commune (**Fig. 3.24**) devrait son nom à sa couleur qui rappelle celle de la robe de soie des hauts fonctionnaires de l'Empire du Milieu (Chine) appelés *mandarin* par les Portugais sous l'influence du mot malais *mantari* signifiant ministre et la ressemblance avec le mot *mandar*, commander, ordonner. Elle deviendra *mandarina* en italien, *mandarin orange* ou *tangerine* en anglais (nom faisant référence à la ville de Tanger au Maroc d'où furent expédiées les premières mandarines introduites aux USA), *naranja mandarina* en espagnol. Elle est en effet native de l'Extrême-Orient et plus précisément de Chine où elle est cultivée depuis au moins 3 000 ans. En Occident sa culture commence au début du XIX^e siècle. Ce n'est qu'en 1805 que le premier mandarinier fut introduit en Angleterre en provenance de Chine, d'où il repartit vers Malte, la Sicile et l'Algérie, où il trouva les bonnes conditions de son développement. Cette variété de mandarine est également appelée par les anglophones « *Willow leaf* » pour la forme particulière de ces feuilles qui ressemblent à celles des saules.



Fig. 3.24 : Mandarine Commune (© F. Curk-INRAE)

Le Chinois (**Fig. 3.25**), *C. myrtifolia* Raf. (*Chinotto* en italien et *Myrtle leaf orange* en anglais) est considéré comme une variété botanique mutante du bigaradier (*C. aurantium*), qui a été introduite en Ligurie par les Génois au XVI^e siècle.



Fig. 3.25 : Chinois (*Chinotto*) (© F. Curk-INRAE)

Sa feuille, de la même forme que celle du myrte (*Myrtus communis* L.), avec des entre-nœuds très courts, donnant une forte densité au feuillage, et des fruits de petites tailles (3 à 4 fois plus petits qu'une bigarade classique) sont les principales caractéristiques de cette variété. La petite taille du fruit permet des utilisations en confiserie sous différentes formes.

Connu depuis de nombreux siècles en Chine et au Japon, le kumquat (*Fortunella* spp., **Fig. 3.26**) n'a été découvert par les Européens qu'au XIX^e siècle quand le botaniste anglais, Robert Fortune (1812-1880), collecta en Chine des échantillons pour les jardins Botaniques

Royaux (Fortune, 1848), alors qu'il était missionné par la Compagnie des Indes orientales pour aller prélever des plants et des graines de théier et de dérober aux Chinois les secrets de fabrication du thé. Les kumquats furent alors considérés comme un genre botanique différent, à part entière, dont le nom taxonomique commémore celui de son découvreur anglais.



Fig. 3.26 : Kumquat Nagami (© F. Curk-INRAE)

Le pomelo (*C. paradisi* Macf., Fig. 3.27) naquit au milieu du XVIII^e siècle, dans les Caraïbes, à Barbade, d'une rencontre fortuite entre un pamplemoussier et un oranger. A son origine il fut appelé « *forbidden fruit* » puis « *grapefruit* » en anglais et pomelo en français. Il fut introduit en Floride sous forme de graines ou de semis en 1823 par le comte Odette Philippe. La culture du pomelo y prit un essor considérable à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e et atteignit, en 1965, 10% de la production mondiale des agrumes, bien plus que



Fig. 3.27 : Pomelo Marsh, *Citrus paradisi* (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.28 : Pomelo Star Ruby, *Citrus paradisi* (© F. Curk-INRAE)

celle des citrons. Il fut introduit à cette époque dans les pays méditerranéens mais, à cause de conditions climatiques moins tropicales qu'en Floride, il resta une production mineure. Initialement à chair blanche, des variétés à pulpe colorée, rose puis rouge, apparurent spontanément et furent multipliées par greffage. L'une d'entre elles, la variété Star Ruby (**Fig. 3.28**), issue d'un programme de sélection des années 50 au Texas, fut introduite en Corse à la fin des années 1970 et se trouva être le pomelo donnant les meilleures qualités gustatives et se colorant le mieux dans les conditions de culture de l'île.

LA ZONE MÉDITERRANÉENNE, UNE TERRE D'ACCUEIL ET DE NAISSANCE DE NOUVEAUX AGRUMES

La présence de nombreux agrumes dans les jardins et les vergers de la zone méditerranéenne a favorisé les fécondations croisées et l'apparition de nouveaux hybrides. Le plus célèbre d'entre eux est sans aucun doute le clémentinier (**Fig. 3.29**) qui vit le jour à la fin du XIX^e siècle. À l'orphelinat de Misserghin, petit village situé à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest d'Oran en Algérie, le Père Clément (Vincent Rodier, 1839-1904), responsable des jardins et vergers, faisait des semis de pépins d'agrumes et notamment de mandarine.

La mandarine ayant la particularité d'avoir des pépins polyembryonnés, les jeunes plants qui résultent de semis de ces pépins ressemblent, en principe, à l'arbre initial. Toutefois, le Père Clément, parmi les plantes issues des semis de pépins de mandarines, a planté deux arbres différents des mandariniers attendus. A leur fructification l'un des deux produisait des agrumes à maturité très précoce (plus d'un mois avant la mandarine) avec une peau qui prenait une couleur très foncée, orange-rouge, aux abords de l'hiver, le distinguant nettement du mandarinier. Ce nouveau fruit s'épluchant facilement et à saveur douce et légèrement musquée reçut d'abord le nom de « Mandarine du frère Clément ». La société d'horticulture d'Alger la baptisa en 1902, « Clémentine ». Une autre caractéristique très importante du clémentinier, non observée dans le jardin du Père Clément, est l'incapacité des fleurs à s'autoféconder et par conséquent, en culture isolée, les fruits sont sans pépin (aspermes). Ce caractère qui ne s'exprime pas chez ses parents a été un atout fantastique pour le



Fig. 3.29 : Clémentine (© F. Curk-INRAE)

succès commercial de la clémentine et lui a permis ainsi de prendre la place de sa mère, la mandarine, trop « pépineuse », dans les vergers et sur les étals. On ne sait pas ce que devint l'autre arbre issu des semis et différent du mandarinier, mais on peut supposer que ses fruits ne présentaient aucun intérêt. Un autre agrume emblématique de la zone méditerranéenne, très présent dans l'industrie des parfums, la bergamote (*Citrus bergamia* Risso & Poit., **Fig. 3.30**), serait issu d'un croisement naturel entre un citronnier et un bigaradier. Son lieu et sa date de naissance sont inconnus, certains pensent qu'elle viendrait d'Orient, introduite en Europe par les croisés et son nom serait une déformation du mot turc *beg armudi* qui veut dire « poire du seigneur ». D'autres auteurs soutiennent qu'elle a été rapportée des Canaries par Christophe Colomb et qu'elle tirerait son nom de la ville de Berga, au nord de Barcelone, où elle fut cultivée à l'origine. Aujourd'hui, elle est essentiellement cultivée en Calabre et en Côte d'Ivoire. Son zeste aromatise le thé Earl Grey et les bonbons « bergamotes de Nancy », mais la principale utilisation de son huile essentielle demeure la création de parfums. La bergamote est à la base de l'eau de Cologne.



Fig. 3.30 : Bergamote, *Citrus bergamia* (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.31 : Limonette de Marrakech ou Limette à mamelon ou Bergamote de Tunis, *Citrus limetta* (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.32 : Pompia (© F. Curk-INRAE)

La Limonette de Marrakech (*Citrus limetta* Risso, **Fig. 3.31**) aussi appelée Bergamote de Tunis ou Limonette à mamelon, est également un agrume né sur les rivages de la Méditerranée. C'est un petit fruit possédant un mamelon prononcé encerclé d'un profond sillon. Sa peau jaune orangé est très parfumée, aux arômes rappelant ceux de la bergamote. Il existe des variantes à pulpe acide et à pulpe douce et cette dernière est très appréciée dans la cuisine marocaine sous forme confite en saumure pour la préparation des Tajines.

D'autres agrumes peu ou pas connus sont nés dans la zone méditerranéenne soit de croisements entre espèces, soit de croisements entre variétés d'une même espèce avec parfois un destin éphémère, ou ancré dans l'histoire et la culture de mini-régions. La Pompia (**Fig. 3.32**), par exemple, née probablement en Sardaigne, à une période non encore définie et existant au moins depuis le XVII^e siècle (une image très ressemblante est présente dans le livre de Ferrari de 1646), est issue d'un croisement entre un bigaradier et un cédratier (Luro *et al.*, 2019). Elle est aujourd'hui exploitée presque uniquement sur la commune de Siniscola en Baronnie (Sardaigne, Italie). Le fruit est traditionnellement utilisé pour la préparation de fruits confits au miel.



Fig. 3.33 : Cédral de Corse (© F. Curk-INRAE)



Fig. 3.34 : Cédral Poncire commun (© F. Curk-INRAE)

Le cédrat de Corse (**Fig. 3.33**) est une variété très attachée à l'histoire de l'île car très cultivée au XIX^e siècle (la Corse fut à cette époque le premier producteur de cédrat au monde). Est-il né en Corse ? On ne peut y répondre mais on a découvert qu'il pourrait être issu de rétrocroisements successifs d'une variété italienne nommée Poncire (Luro *et al.*, 2012 **Fig. 3.34**) et que, pour autant, sa composition d'huile essentielle (base de l'arôme) est unique parmi les variétés de cédrats.

Plusieurs variétés anciennes ont été décrites par Ferrari (1646), Volkamer (1708) ou Risseau et Poiteau (1818-1822) dont certaines sont encore conservées dans des collections d'agrumes en Italie et en Corse et semblent avoir une origine méditerranéenne. Par exemple dans les hybrides de cédrats on peut citer les variétés de Florence, de Rome, des Omeядes, Rugoso, Pigmentata, Canarone, Maxima, Perettone, Aurantiata... Pour les variétés issues de mutations et non d'hybridations, on en trouve de nombreuses chez les bigaradiers : Bizzaria, Corniculata, Virgatum, Crispifolia, Salicifolia, Variegatis, à Fleur de Vallauris, Bouquetier de Nice... On trouve également la même diversité au sein des citronniers où chaque microrégion italienne propose des noms de citronniers différents. Sont-elles différentes sur le plan génétique (du fait de mutations) ou différentes sous l'effet de l'environnement ou plus communément du terroir ? Les conditions de sol, du climat et les techniques culturales influent beaucoup sur le comportement des agrumes et donc sur l'apparence du fruit et sur son goût. Par exemple, le citron de Menton n'est pas une variété particulière mais un citronnier de type « Quatre saisons » ou « Eureka » (*Citrus limon*) qui est cultivé sur cette commune et qui bénéficie d'un environnement unique non reproductible qui confère une qualité, au sens caractéristique du terme, au citron, non reproductible ailleurs.

Dans la catégorie des nouvelles variétés issues de mutations méditerranéennes on ne peut omettre de citer les oranges sanguines car très remarquables, reconnaissables et avec un impact économique important pour de nombreuses régions méditerranéennes. Certaines oranges sanguines sont apparues en Sicile et d'autres à Malte et sont connues depuis plusieurs siècles (Risso et Poiteau, 1818-1822). Ces oranges sont encore une fois la parfaite illustration de l'adaptation de certaines variétés (avec une modification généti-

que) à un terroir. Elles n'expriment au mieux leur couleur que dans certaines régions. Par ailleurs on peut certifier que ces variétés sont mutantes puisque des études de leur génome ont démontré que leur coloration rouge sang (due à des anthocyanes) a été provoquée par l'insertion, en amont du gène *Ruby*, d'une séquence d'ADN particulière, responsable d'une série d'évènements en chaîne qui aboutissent à la production d'anthocyanes (Butelli *et al.*, 2012). Même si on n'a pas de démonstration moléculaire comme pour les oranges sanguines, on suppose que des mutations naturelles sont à l'origine de beaucoup d'autres variétés, moins spectaculaires mais tout aussi importantes pour l'agrumiculture et l'économie de régions ou de pays. C'est le cas de l'orange Valencia late dont la particularité est d'avoir une maturité très tardive (à partir d'Avril) et qui est l'orange la plus cultivée au monde. Malgré une existence plus courte, cette diversité d'époque de maturité est aussi observable chez le clémentinier chez qui elle s'étale d'octobre à mars selon les variétés.

CONCLUSION

Depuis son aire d'origine, le sud-est asiatique, où sa diversité s'est construite sur plusieurs millions d'années, les agrumes ont conquis le cœur des hommes et ont alors été introduits depuis l'Antiquité sur de nouvelles terres. Aujourd'hui, ils sont cultivés sur plus de 10 millions d'hectares répartis tout autour du globe entre les 40^è parallèles des deux hémisphères, voire au-delà, au nord de la Méditerranée, démontrant ainsi leur capacité d'adaptation à des conditions environnementales très différentes. Le bassin méditerranéen a été et est une terre d'accueil des agrumes et le tremplin vers la conquête du Nouveau monde mais aussi un creuset de diversification ou naquirent, au gré des rencontres naturelles, de nouvelles variétés qui ont émerveillé les jardins et vergers de ces contrées. L'homme a puisé dans cette diversité des agrumes pour développer une agriculture et une valorisation des fruits, spécifiques à chaque région. Ces agrumes font partie de l'histoire des hommes et par ce lien entre agriculture et environnement sont les illustrations de ce que l'on nomme en français le « terroir ». Par la connaissance de leur évolution, de leurs capacités et de leur biologie, les programmes d'amélioration puisent dans cette diversité pour créer de nouvelles variétés plus aptes à répondre aux

enjeux du changement climatique et aux enjeux économiques d'aujourd'hui et de demain.

Nous avons réalisé un poster, intitulé « MétroCitrus », qui synthétise nos connaissances sur la phylogénie (les origines parentales) des variétés cultivées dont celles présentes dans la zone Méditerranéenne concernée par le projet Mare di agrumi. Ce poster sert de support pédagogique lors de manifestations à large public (Fig. 3.35).

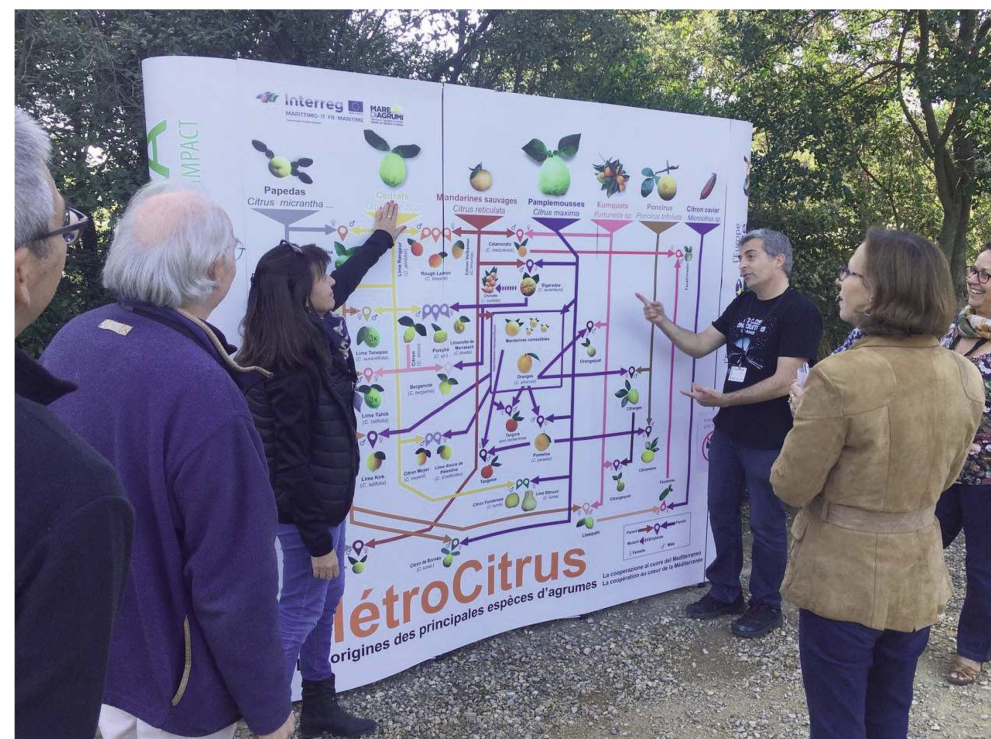


Fig. 3.35 : Présentation de la phylogénie des principales formes cultivées d'agrumes à l'aide du poster « MétroCitrus » par F. Curk lors de la fête de la science, octobre 2021, Montpellier. (Conception du poster: F. Curk-INRAE, Y. Froelicher-Cirad, F. Luro-INRAE, P. Ollitrault-Cirad ; Réalisation : F. Curk-INRAE ; S. Riollacci-INRAE) (© Denis Delebecque-Cirad).