



**HAL**  
open science

**Les perspectives de croissance du marché Européen pour  
les petits agrumes du bassin Méditerranéen :  
introduction de variétés tardives innovantes à haute  
valeur ajoutée pour exploiter le dernier réservoir de  
croissance du marché**

Victor Kieffer

► **To cite this version:**

Victor Kieffer. Les perspectives de croissance du marché Européen pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen : introduction de variétés tardives innovantes à haute valeur ajoutée pour exploiter le dernier réservoir de croissance du marché. Sciences agricoles. 2016. dumas-01412896

**HAL Id: dumas-01412896**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01412896>**

Submitted on 9 Dec 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année universitaire : 2015-2016

Spécialité : Politique et marchés de l'agriculture et des ressources (POMAR).

Spécialisation (et option éventuelle) : Politiques de développement national et international.

### Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

## Les perspectives de croissance du marché Européen pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen : Introduction de variétés tardives innovantes à haute valeur ajoutée pour exploiter le dernier réservoir de croissance du marché

Par : Victor KIEFFER



**Soutenu à Rennes le 12 septembre 2016**

**Devant le jury composé de :**

Président et enseignant référent : C. Laroche D.

Autres membres du jury : A. Ridier

Maître de stage : Éric Imbert

*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST*

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»

disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>





## **Remerciements**

J'adresse mes remerciements aux personnes ayant apporté leur soutien dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie en premier lieu Eric Imbert, mon maître de stage, qui m'a fourni l'opportunité de réaliser ce mémoire et m'a guidé tout au long de la réalisation de celui-ci.

Je remercie également Henry Vannière qui m'a accordé un entretien et m'a fourni de précieuses données sur l'influence des conditions pédoclimatiques du bassin Méditerranéen et leur influence sur l'agrumiculture.

Je remercie l'ensemble des membres de l'Observatoire de marché pour leur accueil au sein de cette équipe, et pour m'avoir formé à la réalisation de l'activité de suivi conjoncturel des marchés de l'avocat et des agrumes.



## Sommaire

Diffusion du mémoire

Remerciements

Sommaire

Introduction .....	1
1. Les petits agrumes de Méditerranée : de la réussite à la crise de surproduction. ....	2
1.1. Croissance ininterrompue du marché des fruits frais exportés jusqu'au milieu des années 2000 .....	2
1.1.1. Les débuts de l'exportation de petits agrumes de Méditerranée .....	2
1.1.2. Le mandarinier Méditerranéen est remplacé dans un premier temps par les satsumas	
1.1.3. Le succès de la clémentine et la « Clémentinisation » .....	3
1.1.4. La croissance spectaculaire de la production Méditerranéenne depuis la « clémentinisation » .....	4
1.1.5. Dans les années 90, les petits agrumes savent s'adapter aux nouvelles exigences des consommateurs pour faire face à la baisse de leur rentabilité, et continuent leur croissance .....	6
1.2. La place de la Méditerranée dans le panorama mondial de la production de petits agrumes.....	9
1.2.3. La Méditerranée, deuxième région productrice, mais première région exportatrice .....	9
1.2.4. Production et exportations actuelles du bassin Méditerranéen de petits agrumes	10
1.3. Un modèle qui repose sur des conditions pédoclimatiques spécifiques et une innovation variétale très dynamique .....	11
1.3.1. Le pourtour Méditerranéen, une zone au climat subtropical semi-aride.....	11
1.3.2. Spécialisation du bassin Méditerranéen : Des conditions pédoclimatiques propices à la production de fruits frais pour le marché Européen .....	12
1.3.3. L'apport de la sélection variétale dans la dominance du pourtour Méditerranéen sur le marché des fruits frais .....	16
1.4. La crise de surproduction et ses conséquences.....	17
1.4.1. Une production en surabondance suite aux programmes de plantation lancés à partir du milieu des années 90.....	17
1.4.2. La perte de valeur des clémentines du cœur de saison.....	17
1.4.3. Les limites du modèle de croissance reposant sur l'augmentation de la consommation : Stagnation de la consommation du marché Ouest Européen, faibles marges de progression à l'Est et aux Etats-Unis.....	17

2. Les nouvelles techniques d'amélioration variétale et les structures qui les appliquent pour obtenir des variétés innovantes.....	19
2.1. L'innovation variétale offre une solution à la crise de surproduction via des techniques innovantes.....	19
2.1.1. L'introduction de nouvelles variétés d'hybrides tardifs comme solution à la crise de surproduction.....	19
2.1.2. L'innovation variétale permet d'augmenter la valeur ajoutée via la différenciation verticale.....	20
2.2. Les méthodes d'obtentions de nouvelles variétés chez les petits agrumes.....	21
2.2.1. Les méthodes de la sélection variétale traditionnelle.....	21
2.2.2. Les méthodes de la microbiologie pour la création variétale de petits agrumes	21
2.3. Les structures de l'innovation variétale en petits agrumes tardifs aujourd'hui.....	23
2.3.1. Centres de recherche publics.....	23
2.3.2. Partenariats entre des centres de recherche publics et des entreprises.....	23
3. La création de variétés de qualité via l'innovation variétale permet de répondre au défi de la substitution qualitative, mais bouscule le modèle de gestion des variétés.....	25
3.1. Evaluation de la capacité des variétés tardives innovantes à répondre aux nouvelles exigences des consommateurs et des producteurs.....	25
3.1.1. Méthodologie.....	25
3.1.2. Les hybrides tardifs innovants face aux exigences du consommateur.....	28
3.1.3. Les hybrides tardifs innovants face aux demandes des producteurs.....	30
3.1.4. Synthèse des résultats.....	32
3.1.5. Rentabilité supérieure des variétés d'hybrides de qualité actuellement présents sur le marché.....	33
3.2. Limites de l'introduction de nouvelles variétés d'hybrides tardifs.....	33
3.2.1. Les problèmes des variétés Safor et Garbi jettent une ombre sur tous les nouveaux hybrides tardifs issus d'un parent Fortuna.....	33
3.2.2. La charge financière des nouvelles variétés d'hybrides tardifs protégées insoutenable pour les petites exploitations.....	34
3.3. Un cycle industriel de variétés de plus en plus qualitatives et protégées comme nouveau modèle pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen ?.....	35
3.3.1. La baisse des prix des variétés de petits agrumes de saison en saison.....	35
3.3.2. L'augmentation du nombre de variétés commercialisées, en particulier celles protégées.....	36
3.3.3. Vers un cycle de vie produit pour les hybrides tardifs.....	36
Conclusion.....	38
Bibliographie.....	39

Références sitographiques ..... 40

Annexes



## **Introduction**

Les agrumes sont au coude à coude avec les bananes (plantains compris) en termes de production globale, avec une récolte d'environ 130 millions de tonnes en 2012 (d'après la FAO). Le bassin Méditerranéen est le premier exportateur d'agrumes frais, majoritairement à destination de l'Europe, qui constitue le premier marché pour les agrumes et absorbe 45% des échanges mondiaux (Imbert 2015). En effet, les conditions pédoclimatiques particulières du bassin Méditerranéen permettent à cette région de produire des fruits très demandés sur les marchés internationaux (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). Les agrumes ont donc une grande importance économique dans le bassin Méditerranéen, et l'agrumiculture représente une source de revenus majeure pour un grand nombre d'agriculteurs de la région (Lacirignola and D'Onghia 2009).

La croissance de la production d'agrumes des pays du bassin Méditerranéen a été ininterrompue depuis plusieurs décennies. C'est la production de petits agrumes qui a connu la croissance la plus rapide, grâce à l'intérêt des consommateurs Européens pour la clémentine, et aux efforts consentis pour sélectionner de nouvelles variétés plus tardives, plus précoces, plus productives, de meilleure qualité, plus pratiques à manger. (Saunt 2000; Davies and Albrigo 2003; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). Les agrumiculteurs, qui souhaitent profiter de la popularité de la clémentine, ont planté des surfaces pléthoriques de clémentines dès la fin des années 90. Cela conduit à la crise de surproduction sur les mois de novembre à janvier à partir des années 2000, à l'origine d'une forte baisse, voire d'une absence de rentabilité des petits agrumes du cœur de saison. La crise de surproduction a plongé de nombreux agrumiculteurs dans d'importantes difficultés économiques. Ainsi, le modèle de croissance du marché des petits agrumes, qui reposait depuis plusieurs décennies sur l'augmentation des volumes de vente, s'est essouffé (Usach et al. 2012; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013; Aleza et al. 2015).

Pour sortir de la crise de surproduction, et restaurer la rentabilité des petits agrumes du cœur de saison, il est nécessaire de décongestionner les volumes produits pendant les mois où l'offre est surabondante en exploitant les dernières marges de croissance du marché. La croissance en volume ayant atteint ses limites, l'objectif est la croissance en valeur (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). Or, les variétés d'hybrides tardifs actuellement sur le marché ne sont pas satisfaisants, ni pour le consommateur, ni pour les agrumiculteurs (Navarro 2011; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013; Aleza et al. 2015). Des structures de recherche ont récemment développé un certain nombre de nouvelles variétés d'hybrides très qualitatives dans le but de répondre aux exigences des consommateurs et des producteurs, grâce à l'amélioration des techniques employées en innovation variétale. Ces nouveaux hybrides à haute valeur ajoutée pourraient constituer une solution à la crise rencontrée par les petits agrumes, à condition qu'ils remplissent effectivement les critères du marché. Ils pourraient permettre au marché d'évoluer vers un nouveau modèle de croissance.

**Les perspectives de croissance du marché Européen pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen : Introduction de variétés tardives innovantes à haute valeur ajoutée pour exploiter le dernier réservoir de croissance du marché.**

## **1. Les petits agrumes de Méditerranée : de la réussite à la crise de surproduction.**

### **1.1. Croissance ininterrompue du marché des fruits frais exportés jusqu'au milieu des années 2000**

#### **1.1.1. Les débuts de l'exportation de petits agrumes de Méditerranée**

Initialement, la culture de petits agrumes des pays Méditerranéens a reposé sur *Citrus deliciosa*, communément appelé « mandarinier méditerranéen » (annexe 1), et qui fut la première espèce introduite dans la région. La production était autoconsommée par les populations locales. Avec l'amélioration des conditions de transports vers les autres pays d'Europe occidentale et l'augmentation de la population, ces pays ont fortement développé le débouché des exportations de fruits frais exportés. Ainsi, les ventes de petits agrumes, d'oranges et de citrons vers d'autres pays se sont développées pour représenter une part importante des exportations de produits frais de la région (Davies and Albrigo 2003).

La création du CLAM (Comité de liaison de l'agrumiculture Méditerranéenne) apporte de la cohésion à l'agrumiculture Méditerranéenne

Dans la suite de cette étude, la plupart des statistiques de production et d'exportation de petits agrumes sont issues du CLAM, c'est pourquoi nous présentons brièvement cette structure. Le CLAM, créé en 1950 à l'initiative des différents pays producteurs d'agrumes du bassin Méditerranéen, est une organisation professionnelle ayant pour but d'établir une collaboration entre les producteurs professionnels et les organisations commerciales de l'agrumiculture Méditerranéenne. Il coordonne les efforts en faveur de la protection des intérêts de ce secteur économique. Les membres du CLAM sont les principaux pays producteurs, c'est-à-dire Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Maroc, l'Espagne, la Tunisie et la Turquie. Trois membres observateurs prennent également part au CLAM : l'Argentine, l'Afrique du Sud et les États-Unis.

Le CLAM est aujourd'hui reconnu par de nombreuses organisations internationales en tant qu'organisation de représentation de l'agrumiculture Méditerranéenne, et elle possède par conséquent le statut de collaborateur ou d'observateur dans ces organisations (CLAM 2008).

#### **1.1.2. Le mandarinier Méditerranéen est remplacé dans un premier temps par les satsumas**

*Citrus Unshiu*, plus communément appelé « mandarinier satsuma » (annexe 2) est une espèce de petits agrumes originaire du Japon. C'est aujourd'hui encore le petit agrume le plus cultivé au Japon et de nombreuses variétés ont été et sont encore sélectionnées. Au début de la deuxième moitié du XXe siècle, le mandarinier satsuma a eu beaucoup de succès en région Méditerranéenne, car il a permis de remplacer le mandarinier méditerranéen. Ce dernier est très affecté par le phénomène d'alternance des récoltes : une année sur deux est une « bonne » année, car la récolte est de bon niveau, et l'autre année est « mauvaise », avec des rendements plus faibles. Ce phénomène trouve son origine dans la concurrence entre les ébauches de

boutons floraux en formation et les futures fleurs et les jeunes fruits qui sont en train de grossir sur l'arbre pendant l'été. Le partage des éléments nutritifs disponibles se fait de manière inéquitable, au profit des fruits qui ont davantage de capacités à attirer la sève à eux, car ils sont plus gros. Les ébauches de bourgeons floraux, défavorisées, ne peuvent donc pas se développer en nombre lorsque l'arbre porte beaucoup de fruit. L'année suivante, les fleurs seront rares, et la récolte faible (Loussert 1989). Les variétés affectées par ce phénomène sont moins adaptées à la production commerciale de fruits. De plus, les fruits du mandarinier satsuma sont très résistants au transport et au stockage et présentent peu de pépins, contrairement aux fruits du mandarinier Méditerranéen. Cela est très avantageux sur le plan de la commercialisation, en raison de l'orientation des pays Méditerranéens vers l'exportation de fruits frais qui nécessite du transport. De plus, les fruits présentant peu ou pas de pépins sont extrêmement appréciés sur le marché Européen. Ainsi, la part de la production de mandarines Méditerranéennes a fortement diminuée au cours des 60 dernières années, au profit des satsumas dans un premier temps, puis des clémentines (figure 1 ; Saunt 2000).

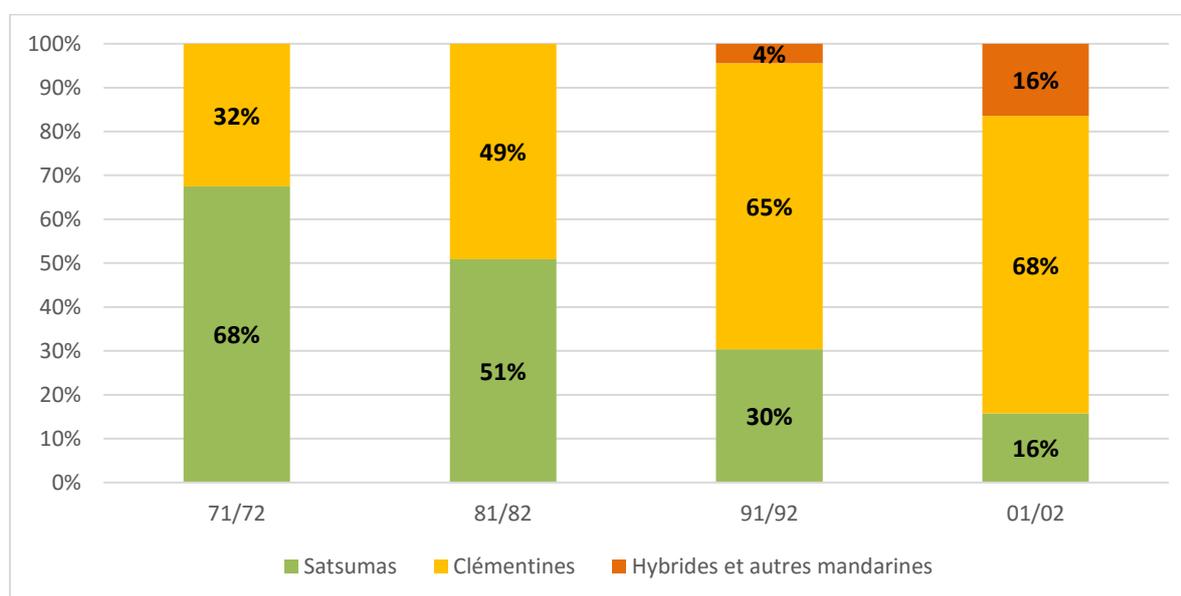


Figure 1 : Part des satsumas, des clémentines et des hybrides dans la production espagnole entre 1971/72 et 2011/12. Source : Anecoop.

### 1.1.3. Le succès de la clémentine et la « Clémentinisation »

La clémentine fut découverte à la fin du XIXe siècle en Algérie par le frère Clément. Malgré sa précocité par rapport à la mandarine, la clémentine n'a pas éveillé d'intérêt aussi marqué que pour la mandarine, dans un premier temps. Ce n'est que plus tard, lorsqu'elle fut cultivée en vergers, que la clémentine révéla son avantage sur la mandarine, qui allait faire d'elle le petit agrume le plus consommé d'Europe. Contrairement à la mandarine, la clémentine ne recèle aucun pépin lorsqu'elle est cultivée de manière isolée d'autres agrumes (monoculture). Les fruits sont par conséquent hautement appréciés sur le marché Européen (Saunt 2000; Davies and Albrigo 2003).

Malgré son apparition récente, la clémentine a eu énormément de succès et s'est très vite imposée sur le marché. Pour répondre à l'engouement du marché pour la clémentine, la

production a augmenté de manière spectaculaire. Dans le bassin Méditerranéen, et en particulier en Espagne et au Maroc, elle a connu un développement bien plus rapide que celui des autres petits agrumes. Ainsi, la production de petits agrumes dans la région Méditerranéenne a augmenté de 33% en de 1980 à 1990 en raison du développement de la production de clémentine. En Espagne, seuls des clémentines sans pépins ont été cultivées pour répondre aux exigences des consommateurs Européens (Saunt 2000; Davies and Albrigo 2003).

Elle a ainsi devancé la mandarine méditerranéenne et la satsuma (figure 1), en devenant le petit agrume le plus vendu sur le marché européen d'octobre à début janvier (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). Elle est également devenue le petit agrume le plus important au monde, en termes de surface et d'importance économique (Saunt 2000).

La croissance du marché des petits agrumes a reposé en grande partie sur des efforts de sélection variétale importants dans le bassin Méditerranéen. Concernant la clémentine, de nombreux cultivars ayant subi une modification ponctuelle d'un ou plusieurs gènes ont pu être repérés et multipliés par la main de l'homme. Comme la variabilité génétique des clémentiniers est beaucoup plus faible que celle des autres mandariniers, l'amélioration variétale ne peut être réalisée traditionnellement, par croisement sexué. Ainsi, l'essentiel de l'amélioration variétale de la clémentine a porté sur la sélection de variations ponctuelles (mutations) qui sont transmises par multiplication végétative (bouturage, greffage et polyembryonie). La saison de récolte des clémentines s'est beaucoup élargie, depuis une période initiale de deux mois couvrant les mois de Novembre à Décembre, à une période de 7 mois s'étirant de la mi-octobre à la mi-Avril. De nouvelles variétés, plus précoces, plus tardives, plus colorées, etc., sont aujourd'hui encore sélectionnées (Saunt 2000; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). Ainsi, il existe une grande diversité de clémentines, qui se traduit par des variations de la taille et la coloration des fruits, de leur rendement, ou encore de leur période de récolte.

A partir des années 50, la clémentine « Fina » (annexe 3) est devenue la variété la plus cultivée en Espagne, en raison de ses fruits ayant une qualité organoleptique exceptionnelle et dont l'acidité se maintient très bien avec le temps. Le calendrier de récolte de cette variété s'étire de début novembre à la mi-janvier, et couvre donc le cœur de la saison de commercialisation de la clémentine. Toutefois, cette variété tend à produire des fruits assez petits, ce qui ne plaît pas au consommateur. Malgré son goût très apprécié, la « Fina » a donc été remplacée depuis en Espagne par des variétés plus performantes et n'est plus produite qu'en Corse et au Maroc (Davies and Albrigo 2003; Soler Aznar, Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia 2006).

#### 1.1.4. La croissance spectaculaire de la production Méditerranéenne depuis la « clémentinisation »

La production totale de petits agrumes du bassin Méditerranéen a fortement augmenté dans les dernières décennies du XXe siècle : elle a été multipliée par 6,4 entre 1963 et 1993 (Source : FAOSTAT). En effet, tous les pays du CLAM ont vu leur production augmenter durant cette période, avec une multiplication de leurs récoltes de 3 à 10 fois selon l'origine. C'est la production espagnole qui a progressé de la manière la plus spectaculaire : sa production était en effet 10 fois plus importante en 1993 qu'en 1963, alors qu'elle était déjà la plus importante du bassin Méditerranéen à ce moment-là (figure 2). Cela équivaut à une croissance annuelle de sa production de 8% sur toute cette période. Depuis la fin des années 70, l'Espagne est ainsi de

loin le premier producteur de petits agrumes (et également d'agrumes) de Méditerranée, avec près de la moitié de la production totale en 1993 (annexe 4). L'Espagne a démontré une volonté de développer en particulier sa production de petits agrumes. Ainsi, entre 1974 et 1994, la part des petits agrumes dans la production espagnole est passée de 8% à plus de 30%. C'est le développement de nouvelles techniques de production et de nouvelles variétés qui ont permis de renforcer la position de l'Espagne en termes de commercialisation, tout en maintenant un niveau de qualité inchangé (Davies and Albrigo 2003).

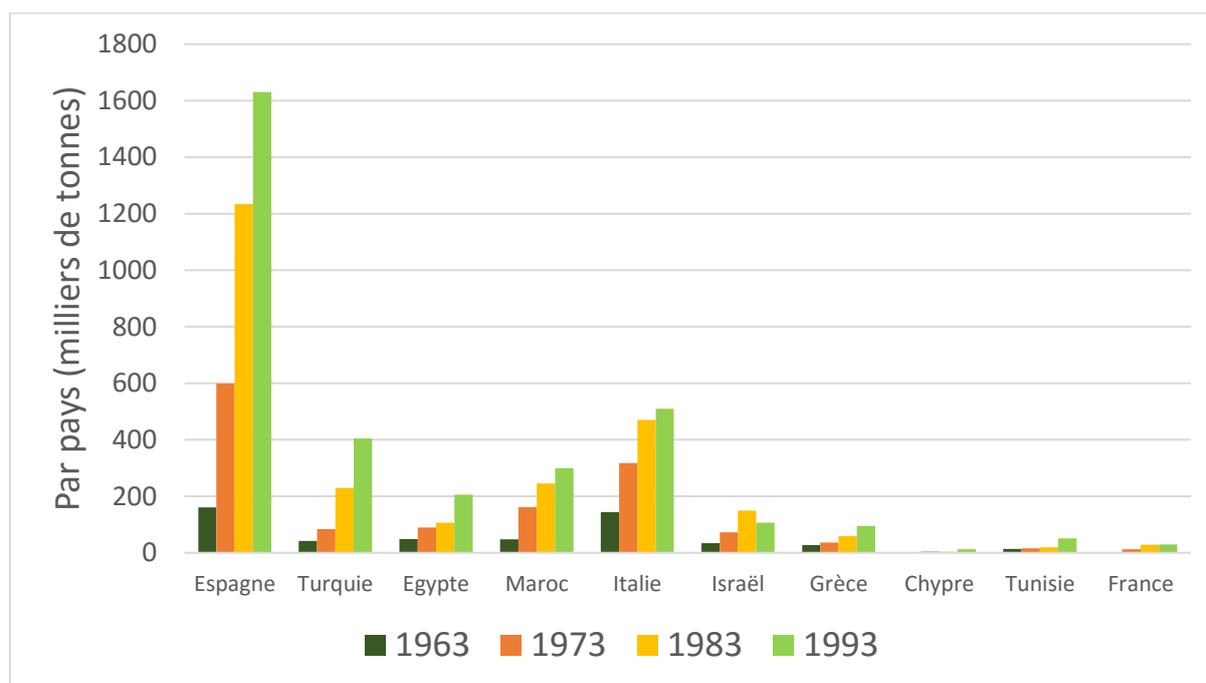


Figure 2 : Evolution de la production de petits agrumes des pays du CLAM. Source : FAOSTAT.

Au début des années 60, l'Italie est au coude à coude avec l'Espagne pour la place de premier producteur de petits agrumes. Toutefois, sa production ne progresse pas aussi vite que celle de l'Espagne, avec une croissance annuelle de 4,3%, ce qui est presque moitié moins. En particulier, l'Italie décroche par rapport au numéro un à partir des années 70. En effet, l'Italie continue de cultiver des variétés traditionnelles du bassin Méditerranéen, comme l'orange sanguine et la mandarine Méditerranéenne, alors que l'Espagne mise sur une gamme de variétés d'oranges et de petits agrumes renouvelée continuellement. La production Italienne est majoritairement autoconsommée et vise à satisfaire la demande Italienne d'agrumes, alors que l'Espagne cherche à développer fortement les débouchés d'exportation, ce qui nécessite des variétés plus qualitatives (Davies and Albrigo 2003). Ainsi, la part de l'Italie dans le total des petits agrumes passe de 27,5% en 1963 à 15,2% en 1993. L'Italie est toutefois restée le deuxième pays producteur jusque dans les années 90 avant de se faire rattraper par d'autres pays, comme la Turquie, l'Egypte et le Maroc. En effet, ces pays ont vu leur production se développer plus tardivement, à partir des années 80.

Ce sont ces pays qui sont à l'origine de l'accélération de la croissance de la production à la fin des années 80, et en particulier la Turquie et l'Egypte, car ces pays avaient jusque-là des récoltes limitées en comparaison avec les autres pays cités précédemment. En effet, le Maroc a fait

figure de troisième producteur Méditerranéen jusque dans les années 90, jusqu'à être rattrapé également par la Turquie puis l'Égypte un peu plus tard. Ainsi, cette dernière origine dont le développement de la production est le plus récent, voit sa production quasiment multipliée par quatre entre 1985 et 1995.

1.1.5. Dans les années 90, les petits agrumes savent s'adapter aux nouvelles exigences des consommateurs pour faire face à la baisse de leur rentabilité, et continuent leur croissance

- La baisse de rentabilité des petits agrumes dans les années 90

Dans les années 1990, les agrumiculteurs font face à une stabilisation voir parfois à une baisse de la rentabilité de leur culture. D'une part, l'offre a énormément progressé en raison de l'importante augmentation de la production. D'autre part, on assiste à un ralentissement de la croissance de la consommation, bien que le revenu par habitant progresse toujours relativement vite dans les pays Européens. Par conséquent, le marché Européen a montré dans les années 1990 des signes de saturation (Damianos and Demoussis 1992), et les prix des petits agrumes ont continuellement baissé depuis le début des années 80 (annexe 5).

- Augmentation du nombre de variétés commercialisées et élargissement du calendrier de commercialisation (renouveau variétal)

Pour pallier le problème de la baisse de rentabilité, des programmes de recherche sont initiés afin de trouver des solutions pour permettre aux agrumiculteurs d'augmenter leur revenu économique. Ces programmes travaillent sur l'augmentation de la productivité des vergers, l'amélioration de la qualité et l'étalement de la période de production pour éviter la saturation. Ils sont à l'origine de l'apparition sur le marché de nouvelles variétés de clémentines et d'hybrides lui ressemblant (Jacquemon, Heuzet, and Curk 2013).

La clémentine Fina, bien que très appréciée pour son goût, va progressivement être remplacée dans les vergers par la clémentine de Nules dès les années 80, lorsque la tendance des prix à diminuer a commencé. La clémentine de Nules (annexe 6), aussi appelée Clemenules, présente toutes les qualités recherchées par le consommateur Européen : les fruits ont une taille adéquate (supérieure aux fruits de Fina, assez petits), ne recèlent pas de pépins, la peau est de couleur attractive et est de plus facile à peler, et la pulpe est fondante. De plus, elle possède comme toutes les clémentines d'excellentes qualités organoleptiques, bien qu'elles soient inférieures à celles de la Fina (Soler Aznar, Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia 2006; Usach et al. 2012). Les ventes de plants de clémentine Fina ont fortement diminué à partir du milieu des années 70, alors que celles de plants de clémentine de Nules augmentent exponentiellement à partir du début des années 80 (annexe 7). D'autres variétés de clémentine encore plus précoces que Nules font également leur apparition à ce moment-là, c'est le cas des clémentines Marisol et Oroval (Davies and Albrigo 2003). Ces variétés ont permis d'élargir le calendrier de commercialisation, car elles sont récoltées dès début octobre (contre début novembre pour la clémentine de Nules et la Fina). On assiste également à l'introduction des premiers hybrides, comme la Clemenvilla (aussi appelée « Nova »), qui a allongé le calendrier de commercialisation, mais en fin de saison contrairement aux clémentines. Les fruits de

Clemenvilla (annexe 8) peuvent être récoltés jusqu'à trois semaines après ceux de Clemenules (annexe 9).

Les volumes de variétés de clémentines précoces et d'hybrides tardives ont progressé aux dépens de ceux du cœur de saison, qui ont diminué dès le début des années 1990 (figure 3). La baisse de la production du cœur de saison s'explique par la reconversion de vergers de clémentine Fina, remplacés par Clemenules ou d'autres variétés plus précoces ou plus tardives (figure 3). Comme la phase juvénile des petits agrumes est assez longue, la reconversion de vergers a engendré une phase de latence de la progression de la production du cœur de saison, qui reprend au début des années 2000. Par conséquent, l'introduction de ces nouvelles variétés a décongestionné le créneau du cœur de saison, pour lequel l'offre de clémentine Fina était surabondante, et ceci en raison de l'augmentation importante de l'offre des différents pays du CLAM. La période de commercialisation des petits agrumes a doublé. Elle a atteint quatre mois grâce à l'introduction des nouvelles variétés, de début octobre à début février, contre seulement deux mois auparavant. Cet élargissement du calendrier de commercialisation aura permis aux agrumiculteurs de redresser la rentabilité de leurs cultures. Ainsi, les prix se sont stabilisés au cours des années 1990 (annexe 5).

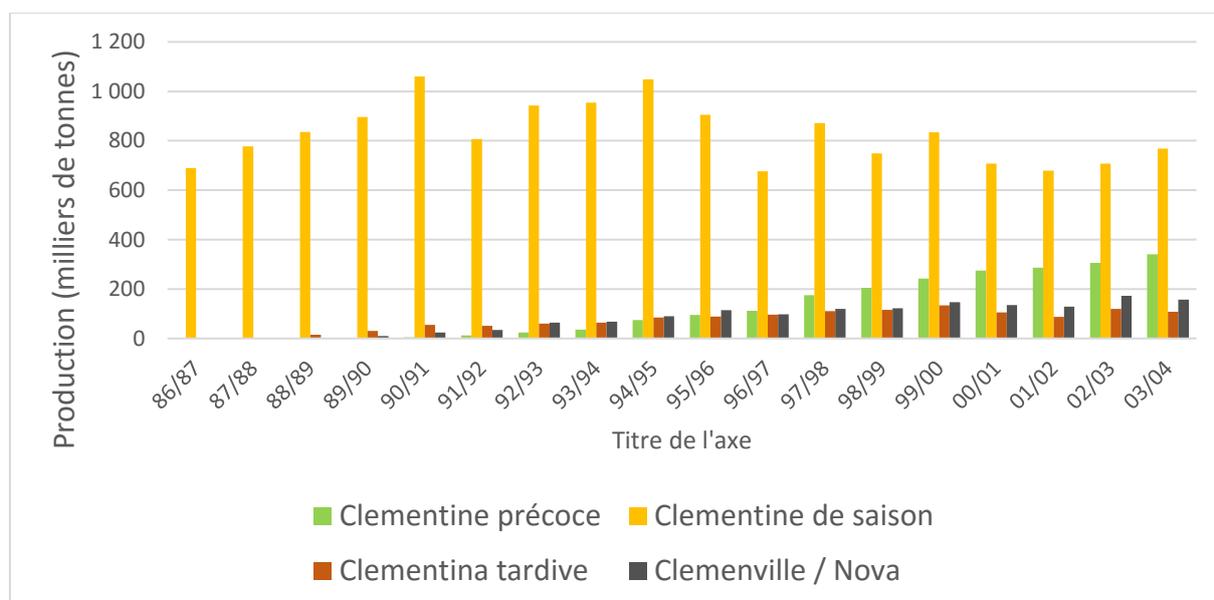


Figure 3 : Production espagnole de clémentines précoces, de saison et tardives, et de Clemenvilla. Source : Anecoop.

- L'évolution des habitudes de consommation en faveur des « Convenience foods » et de produits de meilleure qualité

Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, les préférences des consommateurs s'orientent de plus en plus sur des fruits et légumes sous forme transformée, préparés à l'avance ou prêts-à-consommer. D'après Damianos et Demoussis, l'augmentation de la consommation de fruits et de légumes de 1970 à 1990 est due à l'augmentation de produits transformés, et cela vaut également pour les agrumes. L'origine de l'augmentation de la consommation de fruits et légumes transformés est à chercher dans le nouveau mode de vie urbain et industriel qui s'est

mis en place dès le début des années 1950. Ce modèle sociétal est à la base de nombreux facteurs qui expliquent cette évolution de notre mode de consommation alimentaire :

- L'augmentation de la proportion de femmes actives et le vieillissement de la population ;
- Une évolution de la vie de famille, moins traditionnelle;
- la croissance des centres urbains ;
- l'augmentation de la valeur accordée au temps par la société moderne.

Ainsi, la demande pour des produits alimentaires pratiques, transformés, prêt-à-consommer et surgelés a explosé entre 1970 et 1990 (Damianos and Demoussis 1992).

Mais contrairement aux autres agrumes comme l'orange et le pomelo, les petits agrumes frais n'ont pas subi de désintérêt au profit des mêmes agrumes transformés, notamment sous forme de jus. En effet, les petits agrumes frais possèdent toutes les caractéristiques pour faire partie des « convenance foods », ces produits pratiques à manger et vers lesquels le consommateur se tourne de plus en plus (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013).

Ainsi, la consommation de petits agrumes frais progresse rapidement, contrairement à la consommation d'oranges et de citrons frais (tableau 1). Alors que la consommation d'oranges et de citrons totale (frais et transformé) progresse, la consommation de fruits frais augmente moins rapidement, ce qui prouve que la croissance de la consommation globale repose sur une préférence croissante des consommateurs pour des produits transformés comme les jus pour ces agrumes. Ainsi, ce sont les produits pratiques comme les petits agrumes frais et les agrumes transformés qui stimulent la consommation globale d'agrumes dans les années 90 (Damianos and Demoussis 1992). La part des fruits frais dans la consommation totale d'orange a diminué, alors que celle des petits agrumes frais, déjà très élevée, a légèrement augmenté (annexe 10).

*Tableau 1 : Consommation d'oranges, de petits agrumes et de citron frais et totale dans les pays de l'UE-12 (en milliers de tonnes). Source : Centre Européen des Consommateurs.*

<b>Orange</b>	<b>1976</b>	<b>1987</b>	<b>Progression 1987/1976</b>
<b>Frais</b>	4508	4588	1,77%
<b>Frais + transformés</b>	8268	12016	45,33%
<b>Petits agrumes</b>	<b>1976</b>	<b>1987</b>	<b>Progression 1987/1976</b>
<b>Frais</b>	1099	1578	43,59%
<b>Frais + transformés</b>	1131	1585	40,14%
<b>Citron</b>	<b>1976</b>	<b>1987</b>	<b>Progression 1987/1976</b>
<b>Frais</b>	993	1076	8,36%
<b>Frais + transformés</b>	1466	1647	12,35%

En effet, les petits agrumes sont faciles à peler et représentent des portions individuelles adaptées pour le « snacking ». Le « snacking » correspond à la consommation d'un produit alimentaire, facile et rapide à manger, en dehors des repas. Ils ont un goût généralement considéré comme supérieur par rapport à celui des oranges en raison de leur équilibre sucre-acide, et contrairement à ces dernières ne recèlent pas de pépins grâce à l'introduction de nouvelles variétés dont les fruits en sont dépourvus.

D'autre part, les consommateurs deviennent plus exigeants concernant la qualité des fruits et légumes. Dans les années 1990 (et déjà auparavant), les consommateurs exigent une qualité plus élevée (coloration, goût, absence de pépins..) et des fruits plus frais. La demande est très forte pour de nouvelles variétés dont les fruits peuvent être stockés plus longtemps sans que leur qualité ne diminue, et qui peuvent être transportés plus facilement sans s'abîmer. Ainsi, énormément d'efforts ont été faits pour sélectionner des variétés dont les fruits sont de très bonne qualité.

- Après avoir eu raison de la crise des années 90, la production de petits agrumes continue à progresser

L'introduction de nouvelles variétés a permis d'élargir le calendrier de commercialisation et d'améliorer la qualité des fruits commercialisés. Les ventes et la production de petits agrumes frais ont donc continué à progresser, contrairement à celles d'orange (Saunt 2000; Davies and Albrigo 2003). Dans de nombreux pays du CLAM, la production d'oranges diminue à partir du milieu des années 90, alors qu'elle progresse dans tous les pays du CLAM pour les petits agrumes. Ainsi, la production moyenne annuelle d'oranges du CLAM a progressé de seulement 0,5% par an en moyenne entre 1995/96 et 2014/15, contre 2,7% pour les petits agrumes (annexe 11). De plus, la part des petits agrumes dans le total des agrumes a continué à progresser, passant de 23% en 1995/96 à plus de 30% en 2014/15 (annexe 12). Cela confirme encore une fois que les consommateurs sont de plus en plus nombreux à préférer les « convenance foods », des produits transformés, pratiques ou prêt-à-manger, et dont les petits agrumes font partie.

## **1.2. La place de la Méditerranée dans le panorama mondial de la production de petits agrumes**

### 1.2.3. La Méditerranée, deuxième région productrice, mais première région exportatrice

Les petits agrumes sont le deuxième groupe en termes de production mondiale au sein des agrumes, après le groupe des oranges, avec une production mondiale de 32,6 millions de tonnes pour la saison 2013/14. Avec 20% des volumes produits mondialement en 2013/14, le bassin Méditerranéen est la deuxième zone de production de petits agrumes, après l'Asie du Sud-Est (annexe 13). En effet, la Chine est de loin le premier producteur, car plus de la moitié des petits agrumes du monde y sont produits (annexe 14). Additionnées, ces deux zones produisent 82% des tonnages, et représentent donc l'essentiel de la production globale. En revanche, en termes d'exportation, c'est la Méditerranée qui occupe de loin la première place, avec plus de deux tiers des échanges mondiaux de petits agrumes en 2013/14 (annexe 15). Ceux-ci atteignaient alors 4,2 millions de tonnes, soit presque 13% de la production mondiale. En effet, les gigantesques volumes produits par la Chine sont majoritairement autoconsommés, alors que la production du bassin Méditerranéen est principalement exportée. L'Espagne joue un rôle particulier dans le panorama des exportations mondiales, car elle représente à elle-seule 36% des exportations mondiales.

#### 1.2.4. Production et exportations actuelles du bassin Méditerranéen de petits agrumes

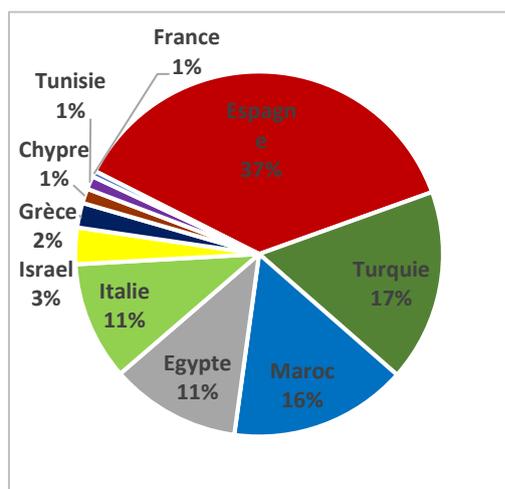


Figure 4: Part de la production totale du CLAM des différents pays membres pour la saison 2014/2015. Source : CLAM.

La production Méditerranéenne de petits agrumes est aujourd'hui encore dominée par l'Espagne qui représentait plus d'un tiers du total en 2014-2015. Viennent ensuite dans l'ordre la Turquie, le Maroc, l'Egypte, et l'Italie (annexe 16). Ces pays représentent la quasi-totalité de la production Méditerranéenne, en effet les pays du CLAM restants représentent 8% seulement de la production totale (figure 4).

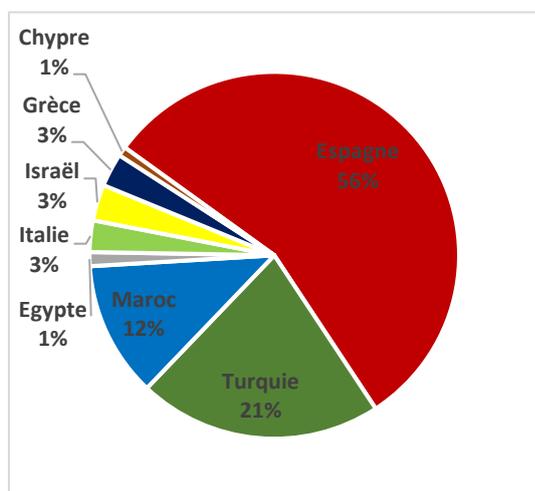


Figure 5 : Part de chaque pays membre dans les exportations totale du CLAM pour la saison 2014/2015. Source : CLAM.

La domination de l'Espagne est encore plus frappante lorsque l'on regarde la part de l'origine dans les exportations du bassin Méditerranéen : c'est plus de la moitié du total en 2014-2015 (figure 5). En effet, la spécialisation sur l'export de petits agrumes est encore plus marquée en Espagne que dans d'autres pays du bassin Méditerranéen, où une plus grande part de la production est autoconsommée. En dehors de l'Espagne, deux autres pays du CLAM exportent des quantités importantes de petits agrumes : la Turquie et le Maroc. A eux trois, ces pays représentent 89% des exportations du CLAM pour 2014/15. L'autoconsommation est élevée dans les pays émergents, comme l'Egypte (85%), le Maroc (50,5%) et la Turquie (30%) (annexe 16).

- Adaptation avec les exigences du marché Européen

Le marché Européen constitue de très loin le principal marché pour les petits agrumes frais du bassin Méditerranéen, grâce à sa proximité et le nombre de consommateurs importants (plus de 500 millions rien que pour l'UE). Tout comme dans les autres principaux marchés d'agrumes frais, les consommateurs Européens demandent des oranges et des mandarines à la peau orange vif, des pomelos jaune vif ou rouge orangé, des citrons jaune et des limes vertes. Ainsi, la communauté Européenne n'accepte que les petits agrumes vivement colorés et peu tâchés, qui sont caractéristiques des pays du pourtour Méditerranéen. Les déterminants de la qualité des agrumes frais sont en premier lieu la couleur orange vif et l'absence de tâches. Ainsi, bien qu'un certain niveau de qualité interne doive être atteint pour les fruits frais, l'accent est mis sur la qualité externe du fruit. Les conditions pédoclimatiques particulières du bassin Méditerranéen

expliquent pourquoi la production du bassin méditerranéen est fortement orientée vers l'exportation de fruits frais vers le marché Européen (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013).

### **1.3. Un modèle qui repose sur des conditions pédoclimatiques spécifiques et une innovation variétale très dynamique**

#### **1.3.1. Le pourtour Méditerranéen, une zone au climat subtropical semi-aride**

Les agrumes sont cultivés dans une zone comprise entre le 40° parallèle Nord et le 40° parallèle sud (figure 6), où les températures sont généralement supérieures à  $-7^{\circ}\text{C}$ . Cela constitue une aire de répartition extrême vaste. Par conséquent, les conditions pédoclimatiques dans lesquels les agrumes sont cultivés varient fortement selon la localisation de la production. Toutefois, les principales régions productrices d'agrumes sont comprises dans les régions subtropicales, formant deux bandes délimitées par les 23° et le 40° parallèle Nord et les 23° et le 40° parallèle Sud. Bien que toutes les zones se trouvant dans ces latitudes ne soient pas propices à la culture des agrumes, cette frange englobe les principales régions productrices : des parties du Brésil, des Etats-Unis, d'Espagne, d'Italie, du Japon, d'Israël, d'Argentine et la quasi-totalité du Mexique et de la Chine.

Par opposition à la bande subtropicale, la frange comprise entre le 23° parallèle Nord et le 23° parallèle Sud est globalement caractérisée par un climat tropical, avec des températures moyennes supérieures à  $18^{\circ}\text{C}$ . Dans cette zone, la température ne descend jamais sous les  $0^{\circ}\text{C}$ , et varie très peu au cours de la journée. En revanche, les régions subtropicales sont caractérisées par des températures annuelles moyennes comprises entre  $15$  et  $18^{\circ}\text{C}$ , mais avec des fluctuations journalières de températures plus importantes que dans les régions tropicales. De plus, de nombreuses zones au climat subtropical sont régulièrement soumises à des températures inférieures à  $0^{\circ}\text{C}$ , avec parfois des températures aussi basses que  $-7^{\circ}\text{C}$  (Davies and Albrigo 2003; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013).

Les facteurs environnementaux associés avec ces climats, comme l'amplitude journalière des températures et ses valeurs moyennes et extrêmes, ont une influence notable sur la croissance, le développement et les rendements des plants d'agrumes. Ils expliquent en grande partie l'éventail de rendements dans les plantations d'agrumes qui varie de 100 tonnes/ha dans les climats subtropicaux à 15 tonnes / ha dans les climats tropicaux (Davies and Albrigo 2003). Ainsi, cela explique que les principales zones de production se trouvent dans la zone subtropicale, où il est possible d'atteindre des rendements significativement supérieurs.

Au sein de la bande subtropicale, les conditions climatiques varient encore énormément selon la région et il est donc nécessaire de créer des subdivisions supplémentaires. Ainsi, on distingue trois variantes du climat subtropical : aride, semi-aride et humide. La région Méditerranéenne a la particularité de bénéficier d'un climat subtropical semi-aride, qu'on appelle également climat Méditerranéen. Il est caractérisé par des jours chauds, des nuits fraîches, des taux d'humidité faibles et des précipitations concentrées en période hivernale, ce qui confère sa spécificité à l'agrumiculture du bassin Méditerranéen. Toutefois, ce climat est également rencontré en Californie et dans une région au Sud de l'Afrique du Sud (Graniti 1990; Davies and Albrigo 2003).

Les autres régions subtropicales sont donc caractérisées par un climat subtropical soit humide soit aride. Toutefois, les régions subtropicales arides présentent un climat peu propice à la culture des agrumes (Walter Reuther et al. 1973). Ainsi, en dehors des régions au climat Méditerranéen, seul les zones subtropicales humides permettent la culture des agrumes. Le climat subtropical humide est également appelé « climat chinois », car il est caractéristique du sud-est de la Chine. Par opposition aux régions semi-arides, les régions subtropicales humides sont caractérisées par un taux d'humidité élevé et des fluctuations moins importantes de la température journalière (Davies and Albrigo 2003).

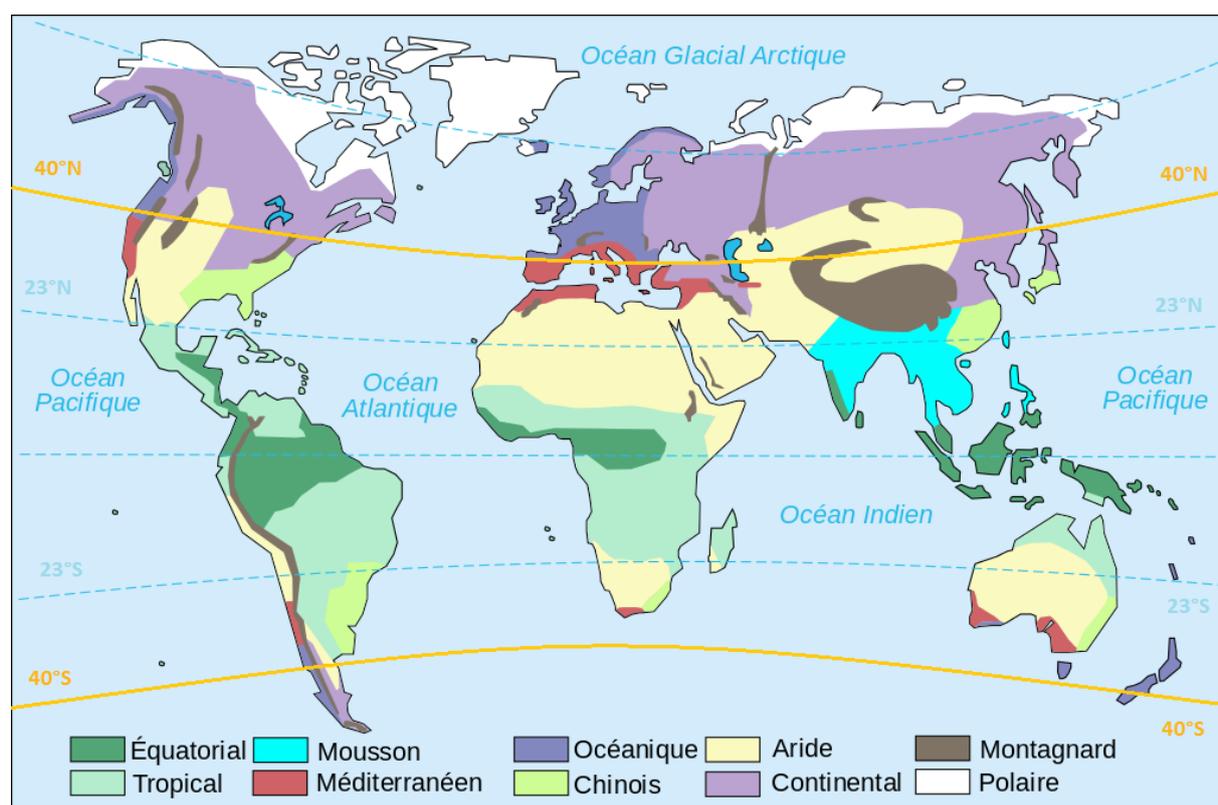


Figure 6 : Carte mondiale des climats complétée par les parallèles délimitant les zones de production commerciale des agrumes. Climat subtropical aride = climat Méditerranéen; climat subtropical humide = climat chinois. Source : Wikipedia.

### 1.3.2. Spécialisation du bassin Méditerranéen : Des conditions pédoclimatiques propices à la production de fruits frais pour le marché Européen

La culture des agrumes s'est développée aussi bien sous le climat Méditerranéen que Chinois. Toutefois, les conditions offertes par ces climats sont à l'origine de différences importantes, aussi bien concernant les pratiques culturales que les rendements, la qualité interne et externe des fruits ou encore pour la sensibilité aux maladies.

- Morphologie des petits agrumes et aptitude au transport

Les agrumes sont des hespéridés, qui diffèrent d'autres fruits comme les tomates ou les raisins par la présence d'une peau plus épaisse et semblable à de l'écorce autour de la partie comestible du fruit. La peau des fruits se compose d'une partie extérieure colorée (la flavédo) et une partie blanche spongieuse intérieure (l'albédo). La portion intérieure comestible se compose de

quartiers, délimités par une membrane qu'on appelle l'endocarpe. Ils contiennent des vésicules remplies de jus, et des pépins (annexe 17). Les fruits des agrumes sont les seuls à présenter des sacs à jus. La présence de l'écorce permet d'éviter le dessèchement durant le stockage, et les lésions durant le maniement des fruits (Davies and Albrigo 2003).

- Coloration Orange vif

Parmi les différents facteurs qui jouent sur la qualité externe des fruits frais destinés à l'export (couleur de la peau, présence de tâches, forme des fruits), c'est sans aucun doute la coloration qui est la plus importante. La couleur de la peau des fruits chez les agrumes est significativement impactée par le climat. En effet, c'est le résultat d'une combinaison de pigments dont la concentration peut varier selon le stade de maturité. Les principaux pigments que l'on retrouve chez les agrumes sont les chlorophylles (vert), les caroténoïdes (orange) et les anthocyanine (rouge orangé). Initialement, les cellules de la peau des agrumes présentent une quantité de chlorophylles importante, à l'origine de la couleur verte du jeune fruit. Cela permet au fruit de produire certains métabolites photosynthétiques. Toutefois, les pigments chlorophylliens présents dans la peau du fruit ne suffisent pas à satisfaire ses besoins en composés photosynthétiques, qui sont pour le reste importé depuis les feuilles.

Les petits agrumes consommés sur le marché Européen sont caractérisés par leur couleur orange vif. En effet, la peau des fruits des mandariniers subit dans bassin Méditerranéen une modification de sa coloration, du fait des conditions climatiques qui y règnent (Davies and Albrigo 2003; Vanniere 2016). Le changement de coloration des fruits intervient en automne, lorsque les températures baissent et la durée des jours diminue. De nombreuses études ont été menées pour éclaircir le mécanisme de changement de la coloration de la peau des fruits. Toutes s'accordent à dire que ce sont les températures fraîches durant les 6 à 16 semaines avant l'arrivée au stade de maturité pour la récolte qui sont à l'origine du processus. De manière générale, les études sur le sujet s'accordent également à dire que la concentration de caroténoïdes dans la peau tend à être inversement proportionnelle aux températures prédominantes durant la période de pré-récolte.

Ainsi, dans deux études de terrain (W. Reuther et al. 1969; Walter Reuther and Rios-Castaño 1969), des indices de développement de couleur de l'écorce ont été mesurés dans des climats tropicaux et subtropicaux variés. Les résultats soutiennent la conclusion qu'il existe une corrélation forte entre température et la couleur de la peau au stade de maturité pour la récolte. Ainsi, des études ont montré que des températures chaudes la nuit (de 25°C à 30°C) sont à l'origine de fruits dont la couleur reste verte.

Ensuite, W. Reuther, Nauer, et Summers (1973) ont montré lors d'expériences réalisées à l'université de Riverside en Californie que les températures durant la période Juillet-Octobre influençait le développement du taux de pigments caroténoïdes et la décomposition des chlorophylles dans l'écorce. Cooper, Rasmussen, et Waldon (1969) ont de plus démontré que la relation communément observée entre le début des nuits fraîches dans les climats subtropicaux et le début de la coloration jaune ou orange de la peau pour les principales variétés commerciales est une réaction à une lésion par le froid associée avec la stimulation de la production d'éthylène et la décomposition de la chlorophylle dans la peau. Ces études prouvent que les températures fraîches rencontrées la nuit dans le climat Méditerranéen sont à l'origine du changement de couleur. Une étude plus récente de Iglesias et al. (2007) souligne également le rôle du raccourcissement de la durée des jours qui intervient à l'automne dans ce processus.

Ainsi, dans des régions où les températures moyennes restent élevées toute l'année, par exemple dans les climats tropicaux, la quantité de chlorophylle dans la peau reste élevée toute l'année chez les petits agrumes, par conséquent la peau des fruits reste verte (Davies and Albrigo 2003; Zekri 2011). En revanche, lorsque les températures du sol et de l'air tombent sous les 15°C, les chlorophylles sont progressivement dégradées. Les chloroplastes, organites présents chez les végétaux et contenant les chlorophylles, sont alors convertis en chromoplastes, qui contiennent des pigments jaunes, orange ou rouges comme les caroténoïdes et les lycopènes (Davies and Albrigo 2003).

Ainsi, seules les régions au climat Méditerranéen voient leur température et la durée de leurs journées diminuer suffisamment et pour permettre la dégradation des pigments chlorophylles et l'apparition de la couleur orange vif caractéristique des agrumes cultivés dans le bassin Méditerranéen.

- Qualité organoleptique supérieure

La qualité gustative des fruits résulte d'un équilibre entre la sensation d'acidité et de sucré. Ainsi, on mesure généralement la qualité organoleptique des fruits à l'aide de deux variables, le taux d'acidité (TA) et la proportion de sucres solubles totaux (SST), qui est un bon indicateur de la concentration en sucres du fruit. Ainsi, les fruits sont généralement considérés comme commercialisables lorsqu'un certain ratio SST:TA est atteint, et ce ratio varie selon la région. Pour les petits agrumes, on considère que les fruits sont de qualité interne suffisante lorsque leur ratio SST : TA atteint 7-9:1. Bien sûr, la notion de qualité gustative est subjective et est également fonction de la culture et des habitudes de consommation de la région concernée (Davies and Albrigo 2003).

De nombreux travaux ont montré que les organes végétatifs et reproductifs sont en compétition pour les ressources disponibles, comme les glucides et les nutriments (par exemple des minéraux). Par conséquent, les ressources disponibles pour le développement du fruit sont fortement diminuées lorsque la croissance végétative du mandarinier est importante. Cela entraîne la formation de fruits avec un SST plus faible. Dans les climats subtropicaux semi-arides, les températures diminuent en hiver, ce qui entraîne l'entrée en dormance de l'arbre durant environ trois mois. Ainsi, la présence d'une période de dormance, lors de laquelle l'activité végétative du mandarinier est quasiment ou entièrement inexistante, réduit cette compétition (Zekri 2011). En effet, des observations issues de l'analyse du jus d'oranges de type Valencia Late suggère que les taux de solides en suspension totaux les plus élevés seraient atteints dans des climats subtropicaux, avec au moins deux mois de températures suffisamment fraîches pour provoquer la dormance (Walter Reuther et al. 1973). Les fruits qui se développent sont alors caractérisés par des SST plus élevés. La compétition entre croissance végétative et reproductrice pour les ressources disponibles explique donc pourquoi les fruits des mandariniers cultivés dans les climats subtropicaux semi-arides sont caractérisés par un SST plus favorable que dans un climat tropical ou subtropical humide (Zekri 2011).

Le degré jour est une unité utilisée très communément en production végétales. Elle correspond au nombre d'heures durant lesquels la croissance végétative a lieu, qu'on multiplie par la différence entre la température effective et la température minimum pour la croissance végétative de la plante. Pour les agrumes, celle-ci est de 12,5°C. Sous climat Méditerranéen, les fruits reçoivent moins de soleil que dans les climats tropicaux et subtropicaux humides. Ils doivent donc rester plus longtemps sur les arbres avant d'être mur, et leur ratio SST:TA évolue

par conséquent différemment (Vanniere 2016). Or, le nombre de degrés jours accumulés est fortement corrélé avec le taux de croissance et la qualité des fruits. Les TA sont généralement les plus élevés dans des régions au climat subtropical semi-aride ou aride et dans les régions côtières, et déclinent plus lentement que dans les régions caractérisées par d'autres climats. En effet, le déclin du TA est principalement fonction de l'accumulation de degrés jours (Davies and Albrigo 2003).

Ainsi, le climat Méditerranéen offre des conditions optimales pour la production de fruits frais. Les hivers frais, à l'origine de la dormance des arbres, sont à l'origine de SST plus élevés, et le nombre de degrés jours moins important que dans d'autres climats permet de maintenir un taux d'acidité suffisant. Par conséquent, les fruits originaires du bassin Méditerranéen sont caractérisés par un ratio SST : TA qui leur garantit une qualité organoleptique supérieure. A l'inverse, les fruits produits dans des conditions tropicales voient leur TA diminuer rapidement, et ils prennent très vite un goût insipide.

- Rendements de fruits frais commercialisables élevés et pression de ravageurs et maladies clémente

Le pourcentage de fruits frais commercialisable est en général plus élevé dans des climats subtropicaux semi-arides ou arides que dans des climats subtropicaux humides ou que dans des climats tropicaux grâce à une pression moins élevée de la part des ravageurs et des maladies (Davies and Albrigo 2003). En effet, de très nombreux facteurs peuvent entraîner le déclassement des fruits, par exemple Albrigo (1978) en recense plus de 80. Les régions subtropicales semi-arides sont moins susceptibles de connaître des épidémies, car les conditions humides sont plus propices au développement de maladies ou de ravageurs. D'autre part, la présence d'hivers avec des températures relativement fraîches peut empêcher la survie des souches de nuisibles qui se trouvent dans le sol (Vanniere 2016). De plus, l'étendue des dégâts occasionnés par des maladies et des ravageurs est habituellement plus importante dans des régions au climat tropical humide que dans des régions subtropicales arides ou semi-arides (Davies and Albrigo 2003). Ainsi, le climat subtropical Méditerranéen offre des conditions très adaptées à la production de petits agrumes frais destinées à être commercialisés.

- Qualité externe supérieure : faible présence de tâches

La présence de tâches sur les fruits est une préoccupation importante pour les producteurs et négociants d'agrumes frais, bien que la qualité interne des fruits ne soit que rarement affectée. En effet, la catégorie de qualité du fruit est généralement basée sur le degré de présence des tâches sur la peau. Les tâches sont ainsi l'un des principaux facteurs pouvant empêcher la commercialisation de fruits frais. Les tâches sont causées à la fois par des facteurs biotiques (résultant de l'interaction d'organismes vivants avec la culture) et abiotiques (résultant des facteurs physico-chimiques affectant la culture). L'incidence des tâches causées par les facteurs biotiques est habituellement bien plus importante dans les régions au climat subtropical et humides, ou tropical, que dans les régions au climat subtropical semi-aride, en raison d'une pression beaucoup plus forte de la part des ravageurs et des maladies. En effet, les maladies causées par des insectes, des mites ou des champignons sont généralement lourdes de conséquences et très difficiles à contrôler dans les zones humides. De plus, la surveillance et le contrôle des vecteurs induisant les tâches est très demandeuse de temps et de moyens financiers.

Dans de nombreux cas, les contrôles sont nécessaires à la réduction de la défoliation et la perte de vigueur des arbres (Davies and Albrigo 2003). Ainsi, la Méditerranée offre des conditions moins coûteuses pour la culture des petits agrumes, car les moyens engagés pour combattre l'apparition de maladies et de ravageurs

- Le bassin Méditerranéen, pour l'heure grandement épargné par les problèmes sanitaires, est menacé par la Maladie du dragon jaune.

La tristeza des agrumes est un virus qui entraîne le dépérissement des arbres et qui constitue le fléau de l'agrumiculture le plus répandu dans le monde. Dans le bassin Méditerranéen, le virus de la tristeza des agrumes est présent un peu partout mais seulement l'Espagne et Israël ont connu des épidémies importantes de ce virus. L'agrumiculture de ces pays s'est adaptée afin de pouvoir continuer à cultiver des agrumes en présence du virus, notamment en utilisant des porte-greffes tolérant à ce dernier. La situation sanitaire de l'agrumiculture du bassin Méditerranéen pourrait toutefois être bien pire, car la région est pour l'heure épargnée par des maladies aux retombées encore plus dévastatrices que la tristeza des agrumes. Parmi celles-ci, huanglongbing (la maladie du dragon jaune) est sans aucun doute la menace la plus sérieuse pour l'orange, la mandarine et le pomelo Méditerranéen (Lacirignola and D'Onghia 2009). En effet, le vecteur de la variante Africaine de cette maladie (un psylle africain) a été détecté en Galice fin 2015. L'AVA-ASAJA, (Asociacion Valenciana de Agricultores - Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores), qui est le principal syndicat agricole de la Communauté autonome de Valence, a demandé la mise en place d'un plan de prévention et de surveillance pour empêcher la propagation du vecteur à d'autres régions ("Citrus Greening Vector Detected in Spain" 2015).

### 1.3.3. L'apport de la sélection variétale dans la dominance du pourtour Méditerranéen sur le marché des fruits frais

Dans les pays Méditerranéens, l'agrumiculture a une importance économique de premier plan. Par conséquent, les efforts de recherche et les programmes de création et de sélection variétale se sont concentrés dans la région. Il existe de nombreuses banques de matériel génétiques dans la région, généralement sous l'autorité des institutions gouvernementales. Ces banques sont d'une grande importance, car elles représentent un réservoir de ressources génétiques à fort potentiel pour les programmes de sélection qui pourront déboucher sur des variétés intéressantes, qui pourront être utilisées à des fins commerciales. (Lacirignola and D'Onghia 2009). En effet, la conservation de ressources génétiques a pour fonction de préserver le matériel végétal du dépérissement et de le rendre disponible pour diverses applications, et en particulier la recherche, pour l'agriculture (sélection directe ou création de nouveaux hybrides). La conservation des agrumes est le plus souvent réalisée sous la forme d'arbres en vergers ou sous serre. A la station expérimentale de recherche agronomique de San Giuliano en Corse, mille deux cents variétés sont conservées sur une surface de 13 hectares. Toutes les espèces sont représentées mais les variétés de mandarinier sont les plus nombreuses (1/4 des variétés conservées) (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013).

## **1.4. La crise de surproduction et ses conséquences**

### 1.4.1. Une production en surabondance suite aux programmes de plantation lancés à partir du milieu des années 90.

Dans les années 90, les petits agrumes frais, et en particulier les clémentines, restent populaire chez le consommateur, contrairement aux autres agrumes frais. Les agrumiculteurs du bassin Méditerranéens cherchent à tirer parti de cette dynamique, en plantant de nouvelles surfaces de clémentine ou en initiant des reconversions vers la clémentine. Ainsi, les surfaces cultivées de petits agrumes progressent continuellement, et ont plus que doublé entre 1985 et 2013 dans les pays du CLAM (annexe 18). Les ventes de plants de petits agrumes dans la communauté autonome de Valence, déjà importantes au début des années 90, ont été supérieures à 2,5 millions entre 1997 et 2003, atteignant même 3 millions de plants vendus à trois reprises pendant cette période. Six fois plus de plants étaient commercialisés entre 1997 et 2003, qu'en 2008/2009. Une part significative des ventes concerne les clémentines, et en particulier la Clemenules (annexe 19). Les ventes de plants de la variété augmentent en flèche à la fin des années 1990, car de nombreux agriculteurs souhaitent profiter de la dynamique de consommation des clémentines sur le marché Européen. Au cours des saisons 2000/2001 et 2002/2003, les ventes de Clemenules représentent la moitié du total des ventes tous petits agrumes confondus.

### 1.4.2. La perte de valeur des clémentines du cœur de saison

A partir du milieu des années 2000, le marché est confronté à une production massive de clémentines, et en particulier de Clemenules. La production des pays du CLAM est bien supérieure à la demande des marchés desservis qui n'arrivent plus à absorber tous les volumes (Navarro et al. 2007). La crise de surproduction est au plus fort pendant le cœur de saison, de novembre à janvier, lorsque les quantités cumulées de petits agrumes et d'oranges en provenance des pays méditerranéens sont les plus élevées. (Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013). L'offre de petits agrumes se concentre sur cette période en raison des volumes pléthoriques de clémentine Clemenules, conséquence des plantations massives de la variété au début des années 2000. La Clemenules a vu son prix baisser continuellement jusqu'en 2007/08, avant de se stabiliser autour de 0,70€/kg, un prix bien en dessous de sa valeur réelle. En effet, elle est commercialisée à un prix inférieur à l'hybride Clemenvilla ou la Fine du Maroc (annexe 20; Usach et al. 2012).

### 1.4.3. Les limites du modèle de croissance reposant sur l'augmentation de la consommation : Stagnation de la consommation du marché Ouest Européen, faibles marges de progression à l'Est et aux Etats-Unis

La consommation de petits agrumes dans les pays non producteurs de l'UE (Allemagne, France, Royaume-Uni ...) a continué à progresser jusqu'en 2005/2006, puis a commencé à se stabiliser (annexe 21). La production Méditerranéenne de petits agrumes en revanche, a continué d'augmenter d'année en année. Sans surprise, les importations de petits agrumes du CLAM par l'Europe Occidentale se sont également stabilisées à partir de 2004/2005 autour de 1,4 millions de tonnes (d'après les données du CLAM).

Face à la stagnation de la consommation en Europe de l'Ouest, les pays producteurs de petits agrumes du bassin Méditerranéen ont cherché de nouveaux débouchés pour leur production devenue surabondante. Ils se sont donc tournés vers de nouveaux marchés, et notamment vers les pays d'Europe de l'Est et les Etats-Unis. En effet, la consommation de petits agrumes de ces pays était et est encore beaucoup plus faible que dans les pays d'Europe de l'Ouest (annexe 22). L'Europe occidentale, débouché quasi unique de la production Méditerranéenne dans les 70 et 80, reste toujours de loin le premier importateur de petits agrumes avec la consommation la plus importante au monde. Mais la part des exportations du CLAM à destination de l'Europe Occidentale dans le total a continuellement diminué à partir des années 90. De 84 % en 1994/95, elle n'est plus que de 50% en 2014/15 (annexe 23). Toutefois, la consommation de petits agrumes frais n'a pas réellement augmenté dans les pays de l'Est, en raison d'un niveau de vie moins élevé qu'en Europe de l'Ouest et de la crise économique et financière ces dernières années. Elle a même légèrement reculé, passant de 3 kg/habitant/an en 2009 à 2,9 kg/habitant/an en 2014 (Eric Imbert 2010; E. Imbert et al. 2015). Le second axe de développement concerne l'Amérique Nord. Là aussi, la marge de croissance semble importante, car la consommation était de 1,7 kg/habitant/an seulement en 2009. Il y aura bel et bien une croissance de la consommation aux Etats-Unis, mais celle-ci profite essentiellement à la production Californienne en raison d'un fort protectionnisme sous forme de restrictions sanitaires (Jacquemon, Heuzet, and Curk 2013).

Ainsi, le modèle de croissance du marché pour les petits agrumes frais Méditerranéen, reposant sur une augmentation continue de la consommation Européenne, s'est emballé depuis le milieu des années 2000. En effet, l'offre s'est développée beaucoup plus vite que la demande : La production Méditerranéenne a augmenté de 30% entre 2002/2003 et 2013/2014, alors que la consommation dans les principaux pays Européens n'a progressé que de 10% environ sur la même période. Par conséquent, le marché Européen a dû faire face à une offre surabondante et une chute des prix, en particulier sur le cœur de saison. Les producteurs ont dû faire face à une baisse de la rentabilité de leurs cultures, voire même une absence de rentabilité. En effet, l'abondance de l'offre est telle que certains producteurs n'arrivent plus à vendre leur production (Jacquemon, Heuzet, and Curk 2013; Aleza et al. 2015).

## **2. Les nouvelles techniques d'amélioration variétale et les structures qui les appliquent pour obtenir des variétés innovantes**

### **2.1. L'innovation variétale offre une solution à la crise de surproduction via des techniques innovantes**

#### **2.1.1. L'introduction de nouvelles variétés d'hybrides tardifs comme solution à la crise de surproduction**

La croissance du marché n'est plus possible par l'augmentation des quantités de clémentines, bien que très qualitatives, en raison de la saturation de la demande. En revanche, il existe une réelle demande des marchés d'exportation pour une offre de fruits de meilleure qualité au-delà de la période de commercialisation des clémentines, en particulier à partir de janvier. Pour répondre à cette demande, des variétés d'hybrides tardifs ont bien été introduites : Nova, Fortuna et Ortanique depuis les années 90 et dans les années 2000 Nadorcott. Ces variétés sont auto-incompatibles et leurs fruits ne recèlent pas de pépins lorsqu'elles sont cultivées de manière isolée d'autres variétés, et permettent d'étendre la commercialisation de petits agrumes jusqu'au mois de mai. Toutefois, elles présentent à côté de ces qualités des problèmes non négligeables, en particulier pour les variétés introduites durant les années 90. Elles sont très difficiles à peler (en particulier Ortanique), ce qui les rend moins pratiques à consommer, sont inférieures en terme de qualité organoleptique, et certaines sont sujettes à des maladies qui empêchent la commercialisation des fruits. C'est le cas de Fortuna, sujette à une maladie qui provoque l'apparition de taches noires sur les fruits, causées par le champignon *Alternaria alternata*. Si bien que les fruits de cette variété ne sont quasiment plus commercialisés, en effet une grande partie des vergers ont été arrachés.

Les variétés d'hybrides posent également problème au stade de la production. En effet, elles ont l'inconvénient de permettre une pollinisation croisée avec les clémentiniers, ce qui est responsable de la présence de pépins dans les fruits des clémentines comme des variétés hybrides. Les agrumiculteurs ont deux solutions pour empêcher que la pollinisation croisée s'effectue. D'une part, ils peuvent implanter le verger dans une zone isolée où il n'existe pas d'autres plantations d'agrumes. Toutefois, cela engendre des contraintes financières et environnementales plus importantes, en particulier en raison de la difficulté d'accéder à de l'eau pour irriguer les vergers. D'autre part, ils peuvent éloigner les colonies d'abeilles des parcelles de variétés de mandariniers hybrides, toutefois cette solution est à l'origine de conflits avec les apiculteurs et concernant son impact environnemental non négligeable (Navarro et al. 2007; Aleza et al. 2015).

Face à cela, la solution pourrait provenir de la recherche, qui met de nouveaux outils à disposition de l'innovation variétale. Celles-ci doivent permettre d'obtenir des variétés d'hybrides tardives innovantes plus qualitatives qui répondent à une demande des consommateurs du marché Européen. En plus de produire des fruits sans pépins, ces variétés ne doivent pas engendrer la formation de pépins chez les autres variétés par pollinisation croisée. Elles doivent de plus permettre d'élargir le calendrier de commercialisation et de reconverter une partie de la superficie de clémentines afin de mettre fin à la crise de surproduction. Cette reconversion permettrait d'adapter la production à la demande, et de

restaurer la rentabilité de cette culture pour les agrumiculteurs. Face à la saturation en volume, l'objectif est donc la croissance en valeur du marché, par une substitution qualitative reposant sur l'introduction de variétés innovantes (Navarro 2011; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013; Aleza et al. 2015)

### 2.1.2. L'innovation variétale permet d'augmenter la valeur ajoutée via la différenciation verticale.

L'innovation peut être définie très largement comme l'application d'une nouvelle idée à des produits, des process ou à un autre aspect de l'activité d'une entreprise entraînant une augmentation de la valeur. Cette valeur est définie, de manière large, comme une valeur ajoutée plus élevée pour l'entreprise, et également des bénéfices supplémentaires perçus par le consommateur ou d'autres firmes. Pour définir plus exactement l'innovation qui nous concerne, il faut savoir que l'on distingue deux principaux types d'innovations : l'innovation « produit » et l'innovation « process ». L'innovation produit correspond à l'introduction d'une nouveauté sur le marché qui améliore la diversité et la qualité de l'offre de produits. Une innovation process correspond à une nouvelle manière de produire ou de livrer des biens ou des services. Ainsi, dans notre cas, les variétés de petits agrumes tardifs innovantes correspondent à des innovations produit. Toutefois, elles sont obtenues grâce au développement de nouvelles techniques de manipulation génétique, ce qui correspond à des innovations process. Ainsi, l'introduction de nouveaux hybrides tardifs repose à la fois sur l'innovation produit et l'innovation process (Greenhalgh and Rogers 2010).

Dans notre cas, on considère des entreprises ou des centres de recherche qui souhaitent proposer un produit plus qualitatif pour pouvoir en augmenter le prix et en dégager une valeur ajoutée supérieure. Si l'on considère que l'on est en concurrence pure et parfaite, l'hypothèse sur l'homogénéité des produits s'applique. Cela signifie que lorsqu'une entreprise augmente son prix, la demande qui lui est adressée disparaît.

Ainsi, pour pouvoir pratiquer des prix au-dessus de celui de ses concurrents tout en gardant une part de marché, une entreprise peut proposer un produit différencié de celui de ses concurrents : c'est ce qu'on appelle la différenciation des produits. Cette stratégie consiste à proposer des produits semblables à ceux de ses concurrents, mais qui ne sont pas perçus de la même manière en raison de caractéristiques objectives ou subjectives différentes : ce sont des substituts imparfaits.

On distingue trois grands types de différenciation des produits :

- La différenciation horizontale, basée sur les goûts des consommateurs.
- La différenciation spatiale, basée sur la localisation des produits
- La différenciation verticale, basée sur la qualité des produits. Si deux produits de qualité différente sont proposés au même prix, tous les consommateurs vont préférer celui de meilleure qualité. Mais si le bien de meilleure qualité est le plus cher, certains consommateurs vont le choisir, et d'autres vont continuer à consommer le bien de qualité inférieure.

L'innovation dans le domaine des variétés tardives correspond par conséquent à la différenciation verticale, car elle permet d'améliorer qualitativement les fruits issus de ces variétés (Etner and Jeleva 2014).

## **2.2. Les méthodes d'obtentions de nouvelles variétés chez les petits agrumes**

### 2.2.1. Les méthodes de la sélection variétale traditionnelle

- Amélioration génétique via l'hybridation traditionnelle

Elle consiste en une pollinisation dirigée d'une variété qui présente une série de caractères intéressants, à l'aide du pollen d'une autre variété qui présente une autre série de caractères intéressants. Par la suite, il faut sélectionner l'individu qui hérite des caractères qui se rapprochent le plus de ceux recherchés par le sélectionneur. Cette sélection se fait parmi un grand nombre de descendants, en raison de l'hétérozygotie à l'origine de l'importante variabilité chez les agrumes. Cette méthode a permis de créer des variétés qui ont eu un réel débouché commercial, telles que l'hybride de saison Clemenvilla et l'hybride tardif Fortune.

- Sélection de mutants spontanés

Les agrumes subissent des mutations spontanées en raison d'une certaine instabilité de leur matériel génétique. La sélection au champ d'individus porteurs de ces mutations est la méthode la plus ancienne, et celle qui présente le meilleur taux de réussite lorsqu'il s'agit de l'obtention de nouvelles variétés. Ainsi, la totalité des variétés de satsumas et de clémentines ont été obtenues par cette méthode. Les variétés obtenues sont semblables aux variétés parentales avec des changements ponctuels qui, dans certains cas, sont à l'origine d'un changement intéressant des caractéristiques de la plante, comme le changement de la couleur, la taille... (Fuster et Fayos 2011)

### 2.2.2. Les méthodes de la microbiologie pour la création variétale de petits agrumes

Très peu de variétés obtenues par la création variétale ont eu un réel débouché commercial, et la majorité des variétés cultivées en agrumiculture sont toujours encore des hybrides et mutants spontanés. La faible réussite des variétés hybrides créées artificiellement peut être attribuée à la longueur de la phase juvénile des agrumes (de quatre à huit ans) ainsi qu'à la faible fixation des caractères chez les variétés, car celles-ci sont généralement très hétérozygotes. Ces deux complications rendent le processus de création de nouveaux hybrides très compliqué. Toutefois, les progrès de la science améliorent les possibilités de création de variétés d'hybrides. De nouvelles technologies, telles que la mutagenèse induite, la culture in vitro ou encore la construction de cartes génétiques (l'étude de la localisation et de la régulation des gènes) apportent des solutions à l'amélioration génétique des agrumes cultivés.

- La mutation dirigée

Cette méthode repose sur le même principe que la sélection de mutants spontanés, c'est-à-dire l'exploitation de changements génétiques ponctuels suite à une mutation, à la différence que cette fois les mutations sont induites par un traitement artificiel. L'agent mutagène peut être chimique ou physique, mais les traitements physiques sont souvent préférés au traitement

chimique en raison de l'absence de résidus après la manipulation du matériel végétal. Les agents physiques les plus employés sont les rayons gamma et ultraviolets.

- La sélection de triploïdes spontanés

Les agrumes sont diploïdes, c'est-à-dire que deux copies de chaque chromosome composent le stock chromosomique de chaque cellule. Le résultat normal de la fécondation d'un ovocyte par le pollen est donc un ovule diploïde. Toutefois, la ploïdie peut varier naturellement, suite à des disfonctionnement lors de cette phase, soit lors de la méiose (formation de gamètes), soit lors de la mitose (division cellulaire). Dans ce cas, l'individu formé peut être triploïde ou tétraploïde. Les individus triploïdes sont infertiles, qu'ils soient mâles ou femelles, et leurs fruits ne recèlent par conséquent aucun pépin ce qui est une caractéristique très intéressante pour des variétés de petits agrumes. Or, un fort taux de corrélation entre embryons triploïdes et pépins avortés a pu être été. Ensuite, les techniques in vitro permettent d'extraire les embryons mal formés des pépins avortés. Ce processus donne de bons résultats, ainsi cette technique est utilisée en routine dans plusieurs projets d'amélioration dans le bassin méditerranéen. Dès 2006, quatre variétés issues de ce type de croisement étaient déjà protégées en Espagne.

- Obtention d'hybrides triploïdes par l'hybridation sexuelle entre diploïdes et tétraploïdes

Cette méthode est la plus utilisée pour l'obtention de nouvelles variétés triploïdes à partir d'un croisement dirigé entre une espèce diploïde et une autre diploïde. Pour mener à bien cette méthode, il faut tout d'abord réussir à obtenir des plants tétraploïdes. La création de nouveaux parents tétraploïdes est d'une grande importance, car une fois réalisée elle permet d'obtenir de nouvelles combinaisons d'hybrides triploïdes à partir de n'importe quelle autre variété. Pour obtenir des individus tétraploïdes, il existe plusieurs méthodes. La première consiste à sélectionner les tétraploïdes spontanés. Les pépins des petits agrumes possèdent généralement un embryon sexuel et de nombreux embryons nucellaires qui sont génétiquement identiques à la plante mère. Grâce aux embryons nucellaires, il est possible via la citométrie de flux de déterminer si le pépin est tétraploïde. La deuxième méthode consiste à doubler le stock chromosomique à l'aide d'agents qui bloquent momentanément la division cellulaire comme la caféine ou la colchicine. Enfin, une troisième méthode repose sur l'hybridation somatique, qui permet de fusionner des protoplastes issus de deux variétés distinctes. Les protoplastes sont des cellules sans paroi, qui sont obtenues par digestion enzymatique des parois. Un hybride somatique tétraploïde aura un noyau contenant les génomes des deux noyaux des deux cellules diploïdes originales.

- La création de cybrides

Un cybride est une plante qui possède les organistes (mitochondries et chloroplastes) d'un autre parent, résultat obtenu par fusion de protoplastes. Les organites du chloroplaste contiennent peu d'information génétique en comparaison avec le noyau, mais contrôlent tout de même certains traits phénotypiques intéressants. Ainsi, chez le mandarinier Satsuma, la stérilité est contrôlée par un gène mitochondrial. Il est donc possible de créer des variétés sans pépins à partir de la fusion du protoplaste d'une variété qui présente des pépins et le protoplaste issu d'un mandarinier Satsuma.

- La transgénèse

La transgénèse correspond à l'insertion d'un gène dans un génotype pour créer un organisme génétiquement modifié. La transgénèse permet de conférer à la plantes de nouvelles aptitudes telles que la résistance aux insectes, aux virus, aux herbicides, etc. Du fait de l'opposition suscitée par les OGM auprès des consommateurs, peu de plantes transgéniques sont produites et commercialisées en Europe.

- L'exploration des génomes : une nouvelle voie pour la sélection

La découverte des marqueurs moléculaires de l'ADN étend énormément les possibilités de création variétale. En reliant certains marqueurs à des gènes ou à des caractères, la manipulation de la variabilité génétique pour construire des génotypes intéressants devient beaucoup plus efficace. Le sélectionneur va pouvoir vérifier de manière très précoce que la plante créée possède bien le caractère d'intérêt à partir d'échantillons d'ADN (Chomé Fuster and Soler Fayos 2011; Navarro 2011; Jacquemond, Heuzet, and Curk 2013; Aleza et al. 2015).

### **2.3. Les structures de l'innovation variétale en petits agrumes tardifs aujourd'hui**

#### 2.3.1. Centres de recherche publics

- L'IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias)

La région de Valence en Espagne est au cœur de la production de petits agrumes Méditerranéenne. En effet, elle représentait 75% de la production totale de petits agrumes espagnole pour la saison 2014/15, alors que l'Espagne est elle-même le premier producteur et exportateur de la région (Carmen Valverde 2015). Ainsi, l'IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) consacre une part importante de ses moyens à la recherche sur les petits agrumes depuis sa création en 1984, et constitue une référence mondiale dans le domaine. L'IVIA travaille main dans la main avec l'AVASA (Agrupación de Viveristas de Agrios S.A.), le groupement des pépiniéristes espagnols créé en 1976. Ainsi, c'est avec l'aide de l'AVASA qu'est réalisée la phase d'observation au champ, ainsi que la multiplication des plants ayant été choisis pour être commercialisés.

C'est le département de l'agrumiculture et des productions végétales de l'IVIA qui développe de nouvelles variétés de petits agrumes. C'est là qu'on lie l'évaluation, la sélection et l'amélioration de matériel végétal innovant. En 1996, l'IVIA crée un programme d'amélioration génétique destiné à l'obtention de variétés sans pépins, reposant sur l'hybridation sexuelle entre des individus diploïdes et tétraploïdes pour la création d'hybrides triploïdes (Aleza et al. 2015). L'IVIA avait déjà développé plus de 13000 hybrides triploïdes sans pépins en 2010 (Aleza et al. 2010a). L'IVIA a également initié un programme d'innovation variétale basé sur la mutagenèse dirigée, à l'aide d'agents physiques (radiations). (Chomé Fuster and Soler Fayos 2011).

#### 2.3.2. Partenariats entre des centres de recherche publics et des entreprises

- Le partenariat entre l'université de Californie Riverside et Eurosemillas,

Créé en 1969, Eurosemillas est une entreprise multinationale qui a pour cœur de métier l'amélioration de matériel végétal. Eurosemillas voit une opportunité dans l'augmentation de la demande de variétés tardives à haute valeur ajoutée en Espagne suite à la crise de surproduction sur le cœur de saison et dans un contexte où le coût du travail est élevé. Depuis 1989, elle développe un programme d'amélioration génétique des agrumes en partenariat avec l'Université de Californie de Riverside. La recherche sur les agrumes à l'Université de Californie Riverside remonte à 1910, lors de la création d'un centre d'expérimentation dédié aux agrumes. Ensemble, ces deux structures cherchent à développer de nouvelles variétés d'agrumes à haute valeur ajoutée, sans pépins, tardives et de haute qualité. Le programme d'amélioration génétique repose à la fois sur l'utilisation de l'hybridation conventionnelle et la mutagenèse dirigée à l'aide d'agents chimiques.

En 2014, l'Université avait obtenu 10 000 variétés modifiées par l'irradiation de pépins de 31 variétés différentes. Sur ces 10 000 variétés, 51 ont été sélectionnées pour être multipliées et potentiellement commercialisées. Eurosemillas collabore avec l'Université au sein du programme d'amélioration génétique et possède de plus les droits exclusifs de commercialisation des nouvelles variétés obtenues à Riverside. L'entreprise gère donc les accords avec les pépinières en vue de l'autorisation de la multiplication, ainsi que la vente de licences au producteur qui détermine le nombre d'arbres autorisés par agrumiculteur. Elle procède également au contrôle des plantations des producteurs dans le but d'empêcher les fraudes (Aleza et al. 2010b; Pellicer España 2014).

- Le partenariat entre le Volcani Research Institute et le consortium d'entreprises TEO (The Enforcement Organization)

Le Volcani Research Institute, rattaché au ministère de l'agriculture Israélien, développe un programme d'innovation variétale basé sur la sélection de variétés issues de croisements inter-variétaux, de mutagenèse dirigée et de création de triploïdes. La variété hybride Orri a été obtenue au « Volcani Research Institute » il y a déjà plus d'une quinzaine d'années, par hybridation traditionnelle entre un hybride « Temple » et d'une mandarine « Dancy ». (Saunt 2000). En Israël, l'introduction de la variété Orri a permis de redonner de l'élan au secteur agrumicole. Ainsi, elle représente à elle seule plus d'un quart des surfaces du verger d'agrumes israélien. Cette variété fait encore aujourd'hui figure de référence sur le marché des petits agrumes tardifs avec Nadorcott (E. Imbert 2014).

Il existe un partenariat entre l'ARO (Agricultural Research Organization), en Israël auquel est rattaché le Volcani Research Institute, et une entreprise, TEO (The Enforcement Organization) de la même manière que pour la variété irradiée Tango. TEO est en réalité une entreprise conjointe entre la firme Israélienne PPMB (Plant Production and Marketing Board) et le groupe espagnol AMC (Antonio Muñoz y Cia), le deuxième opérateur espagnol sur le marché des agrumes. TEO est le propriétaire exclusif des droits de commercialisation de la variété, qui sont exploités par PPMB pour Israël, et par AMC pour l'Espagne et le Portugal (Alfonso 2014).

### **3. La création de variétés de qualité via l'innovation variétale permet de répondre au défi de la substitution qualitative, mais bouscule le modèle de gestion des variétés**

#### **3.1. Evaluation de la capacité des variétés tardives innovantes à répondre aux nouvelles exigences des consommateurs et des producteurs**

Les hybrides tardifs présents actuellement sur le marché ne donnent pas complète satisfaction, en raison des attributs des fruits en retrait par rapport à ceux des clémentines, et parce la culture simultanée avec les vergers de clémentine pose problème en raison de la pollinisation croisée. Nous essayons de préciser dans cette partie si les variétés innovantes proposées par les différents organismes de création variétale apportent des solutions à ces problèmes. De plus, nous essayons de déterminer quelles variétés parmi celles développées par les structures de recherche répondent le mieux aux attentes actuelles des consommateurs d'une part, et des producteurs d'autre part. Les caractéristiques demandées par les consommateurs concernent principalement la qualité du fruit, alors que celles recherchées par le producteur sont plutôt d'ordre agronomique. Les consommateurs demandent des fruits avec les critères suivants :

- Une qualité organoleptique élevée
- Une couleur attractive
- Une absence de pépins
- Une peau facile à peler
- Une dimension de fruits moyenne à grande
- Une commercialisation au-delà du mois de janvier

D'autre part, le producteur cherche des variétés qui ont :

- Des rendements élevés
- Une résistance à la maladie causée par *Alternaria alternata*
- Des niveaux de récolte qui n'alternent pas d'année en année
- Du pollen non viable afin d'éviter la pollinisation croisée entre vergers de différentes variétés à proximité
- Des ovules stériles pour que la variété ne soit pas affecté par la pollinisation croisée si des vergers de variétés différentes existent à proximité
- Une bonne tenue sur l'arbre pour pouvoir retarder la récolte sans que la qualité ne soit compromise
- Une bonne rentabilité, ce critère sera traité à part.

##### 3.1.1. Méthodologie

- Présentation des variables illustratives utilisées

Pour la qualité organoleptique, nous choisissons d'utiliser le taux de sucres solubles totaux (SST, %), le taux d'acidité (TA, en %) et le rapport sucre-acide, qui correspond au rapport du SST par le TA. Le taux de SST est mesuré à l'aide d'un réfractomètre, et le TA par titrage. Pour le marché Européen, les autorités imposent un ratio SST : TA de 7 : 1 au minimum pour les clémentines, et de 7,5 : 1 pour les variétés hybrides et les autres mandarines (d'après le rapport N° 543/2011 du 7 juin 2011 de la commission en charge des régulations, concernant les standards de commercialisation des agrumes). Si une variété ne présente pas un ratio suffisant,

elle ne remplit pas le critère recherché. Comme notre étude concerne les variétés d'hybrides tardifs, nous nous appuyons ensuite sur les caractéristiques organoleptiques de la variété Nadorcott, qui fait actuellement figure de référence sur le marché des hybrides tardifs et dont le goût est considéré comme excellent. Pour être attractives aux yeux du consommateur, les variétés innovantes doivent en effet être semblables ou supérieures à Nadorcott au niveau organoleptique. Ainsi, le critère de qualité organoleptique sera rempli par la variété si elle présente des SST et un TA semblables à ceux de Nadorcott (+/-3% et +/-0.1% de la valeur moyenne des SST ou du TA de la variété respectivement). Concernant le rapport sucre-acide, il n'existe pas de norme Européenne, mais plus il est élevé et meilleure est la qualité organoleptique. Ainsi, le critère sera rempli si le rapport sucre-acide est semblable ou supérieur à celui de Nadorcott.

Concernant la qualité visuelle, on utilisera l'indice de couleur, qui est mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre. Globalement, plus l'indice est élevée et plus la couleur de la peau est intense et vive (figure 7), il est donc souhaitable que les fruits possèdent un indice de coloration aussi élevé que possible. On considèrera que la couleur donne satisfaction lorsque l'indice de coloration est supérieur à 14, et qu'elle est avantageuse lorsqu'elle est supérieure à 21. En effet, l'indice de coloration des clémentines, qui constituent une référence sur le marché Européen, est globalement supérieur à 17 (18 pour Nules, 22 pour Fina par exemple). En dessous de 14, on considèrera que la couleur est insatisfaisante, car trop pâle.

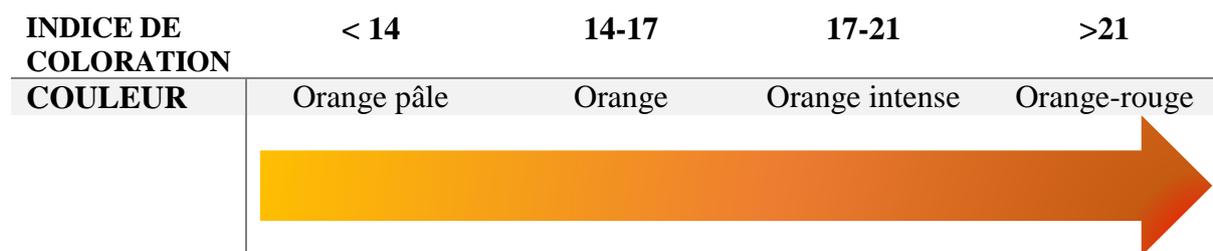


Figure 7 : Correspondance des indices de coloration et des couleurs.

On prend également en compte la présence de pépins, grâce à une variable « nombre moyen de pépins » dans des conditions de culture isolée d'autres variétés. Cette variable illustre donc le degré d'auto-incompatibilité de la variété, plus celui-ci est élevé et moins les fruits auront de pépins. Pour définir si le critère est rempli par la variété, on se base sur les critères de l'Union Européenne concernant la quantification des pépins. On considère que la variété remplit le critère « absence de pépins » si elle ne produit pas de pépins ou en infime quantité (moins de 1). Si les fruits de la variété ont entre un et dix pépins, la variété présente peu de pépins. Au-delà de 10, elle en recèle beaucoup.

Pour les critères « facilité de pelage » et « tenue sur l'arbre », on donne une appréciation, sur la base des observations réalisées par les différentes structures qui fournissent des données sur les variétés. Par exemple, l'appréciation sera affectée négativement si les fruits présentent des boursouffures ou se décolorent lorsqu'ils sont stockés sur les arbres. Cette appréciation va prendre trois valeurs : critère rempli, satisfaisant, et critère non rempli.

Concernant le critère de la taille des fruits, on se base sur le diamètre moyen des fruits en millimètres (mm). Si la taille est inférieure à 60mm, elle sera considérée comme insuffisante pour remplir le critère de taille désiré par le consommateur. A partir de 60mm de diamètre, le critère sera rempli.

Enfin, le critère de commercialisation au-delà de Janvier est approximé par la variable « période de récolte ». Plus celle-ci est tardive, meilleur est l'adéquation de la variété aux demandes du consommateur. Si la période de récolte est concomitante avec les mois où l'offre est surabondante (Novembre-Janvier), elle ne remplit pas le critère.

Les données chiffrées concernant les rendements ne sont pas disponibles pour toutes les variétés. Par conséquent, la variable rendement sera illustré d'une part à l'aide d'appréciations se basant sur les observations au champ réalisé par les différentes structures de recherche, et d'autre part à l'aide de rendements chiffrés lorsqu'ils sont disponibles. Ils sont alors considérés comme élevés s'ils sont supérieurs à 120kg/arbre, satisfaisant entre 100 et 120kg/arbre et insatisfaisant en deçà. Les données sont à considérer avec un regard critique dans la mesure où elles ont été obtenues par des structures différentes, et les variétés candidates ont pu être greffées sur des portes greffes variés avec des itinéraires techniques différents, qui influencent le rendement (Loussert 1989).

La tenue des fruits sur les arbres est une appréciation du maintien de la qualité organoleptique, visuelle et de texture du fruit. En particulier, de nombreux fruits ont tendance à voir leur peau se boursoufler et leur goût devenir insipide lorsqu'ils restent sur les arbres trop longtemps (Zekri 2011). Or, la possibilité de stocker des fruits sur les arbres sans compromettre leur qualité est un atout du point de vue du producteur, car elle permet d'étirer encore la saison de commercialisation, et de profiter d'un marché où l'offre devient de plus en plus limitée.

Les critères restant concernant le producteur sont la sensibilité à *Alternaria alternata*, la variation du niveau des récoltes d'année en année, la viabilité du pollen, la susceptibilité d'être pollinisé par d'autres variétés. Dans le cas où la variété n'est pas sensible à *Alternaria alternata*, ne subit pas de variation du niveau de récolte, produit du pollen non viable ou n'est pas susceptible d'être pollinisé par d'autres variétés, le critère sera rempli. Sinon, la variété peut être considérée satisfaisante si elle présente une légère sensibilité à *Alternaria alternata*, une légère variation du niveau des récoltes d'année en année, etc, tel qu'indiqué par le sélectionneur. Dans les autres cas, elle ne remplit pas le critère désiré.

Les variétés d'hybrides dont les performances sont étudiées dans la suite sont des variétés dont des plants ont commencé à être vendus récemment, ou d'autres également prometteuses mais dont la mise sur le marché est encore à l'étude. En plus de ces variétés d'hybrides innovants, les principales variétés d'hybrides actuellement sur le marché sont également décrites, à titre de comparaison. Enfin, deux variétés de clémentines sont également présentes dans l'analyse à titre de comparaison, car les clémentines font office de référence en termes d'adéquation avec la demande du consommateur. Les données utilisées sont issues d'observations réalisées par les sélectionneurs des différents acteurs de l'innovation variétale Méditerranéenne, d'ouvrages et d'articles de revues agricoles. L'ensemble des variétés considérées, leur origine génétique, la période depuis laquelle elles sont cultivées dans le Bassin Méditerranéen et leur degré de présence sur le marché sont précisés dans un tableau récapitulatif en annexe (annexe 24).

- Critères éliminatoires

Tous les critères n'ont pas la même importance aux yeux du consommateur et du producteur. Par exemple, la résistance à *Alternaria alternata* est primordiale, car la maladie empêche toute commercialisation des fruits. D'autre part, une variété doit produire des fruits qui ne recèlent pas de pépins et qui sont faciles à peler pour être qualitative. Les critères les plus importants

sont : le calendrier de commercialisation, l'absence de pépins, la facilité de pelage, la résistance à *Alternaria alternata*, la non-viabilité du pollen, la susceptibilité à la pollinisation croisée. Ces critères sont éliminatoires dans le cas où la variété ne remplit pas la condition.

D'autre part, certains critères sont plus difficiles à apprécier objectivement que d'autres, et nous considérons qu'une tolérance existe dans ce cas. C'est le cas notamment de tout ce qui concerne les qualités organoleptiques et visuelles. Ainsi, nous définissons des critères pour lesquels il y a une tolérance de la part de l'utilisateur, et la variété ne sera pas éliminée par un critère non rempli. Ces critères sont : Le TA, les SST, le rapport sucre-acide, l'indice de coloration, la taille des fruits, l'alternance des récoltes, et la tenue sur les arbres.

### 3.1.2. Les hybrides tardifs innovants face aux exigences du consommateur

L'analyse des critères concernant le consommateur (tableau 2) montre une grande diversité de résultats parmi les variétés d'hybrides tardifs innovants. Tout d'abord, on remarque les caractéristiques de TA et de SST assez proches de Nules et Nadorcott, bien que Nadorcott possède un ratio sucre-acide supérieur. Cela est cohérent, car Nadorcott et Nules sont toutes deux considérées comme des variétés d'excellente qualité organoleptique, mais Nadorcott est tout de même considérée comme supérieure à Nules à ce niveau (Saunt 2000).

*Tableau 2 : Les caractéristiques des nouveaux hybrides tardifs et leur adéquation avec les critères des consommateurs. Vert : critère rempli; Jaune : satisfaisant; Orange foncé : critère non rempli. Source : IVIA, Université de Riverside, Californie, Volcani Research Institute, Citricos. Variedades y técnicas de cultivo (Soler Aznar, Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia 2006), Citrus varieties of the world (Saunt 2000), Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold-stored "Clemenules" mandarins coated with two commercial waxes (Marcilla et al. 2009), Vida rural N°352 (Usach et al. 2012).*

	Période de récolte	SST (%)	TA (%)	Rapport SST/TA	Indice de coloration	Pépins / fruit	Pelage	Taille
<b>VARIETES LIBRES DE DROIT</b>								
<b>Clemenules</b>	Novembre - Janvier	10,78	1,23	8,8	18	0	Facile	61
<b>Clémentine Fina</b>	Novembre - Janvier			Excellent	22	0	Facile	55
<b>Ortanique</b>	Mars-Mai	11-13	1,25-0,65	12,6	18,0	0	Difficile	63
<b>Fortune</b>	Février- Avril			Elevé	17	0	Correct	63
<b>VOLCANI RESEARCH INSTITUTE</b>								
<b>Mor</b>	Février - Avril	12,7-15,4	1,25-0,92	11,9	18	1	Correct	60
<b>Orri</b>	Janvier-Avril	14,8-15,4	0,92-0,84	12,5	12	1	Correct	57
<b>CVVP</b>								
<b>Nadorcott</b>	Janvier - Mars	11,3	1,23	9,2	21	1	Facile	55

IVIA								
<b>Safor</b>	Février - Mars	15	1,7	8,8	18	0,025	Correct	63
<b>Garbi</b>	Mars - Avril	17	1,9	8,9	15	0	Correct	70
<b>Milana</b>	Février-Avril	12-14	1,4-1,1	10,4	15	0	Correct	59
<b>Moncalina</b>	Janvier-Février	13-15	1,3-1,1	11,7	15	1	Facile	65
<b>Murina</b>	Février-Mars	15-17	1,5-1,2	11,9	12	2	Correct	60
<b>Alborea</b>	Janvier	14	1,5	9,3	22	0,04	Facile	58
<b>Albir</b>	Février	15	1,8	8,3	18	0,07	Facile	58
<b>Coral</b>	Fin Décembre- Fin Janvier	13	1,3	10,0	16	0,17	Facile	60
<b>TRI-5</b>	Début Janvier- Fin Février	14	1,6	8,8	18	0,07	Facile	65
<b>TRI-7</b>	Fin Février	15	1,6	9,4	23	0,12	Facile	65

UNIVERSITE DE RIVERSIDE, CALIFORNIE								
<b>Gold Nugget</b>	Mi-Décembre - Mi-Mars	13-17	1,0-0,6	18,8	13	0	Facile	60
<b>Shasta Gold / TDE 2</b>	Mi-Février - Fin mars	12-16	1,0-0,6	17,5	27	0	Correct	75
<b>Tahoe Gold / TDE3</b>	Janvier-Mars	12-15	1,0-0,6	16,5	22	0	Facile	66
<b>Yosemite Gold / TDE4</b>	Janvier-Fin Mars	12-16	1,0-0,6	17,5	18	0	Correct	78
<b>Tango / Tang Gold</b>	Début janvier - Mi-Mars	11-13	1,2-0,8	12,0	21	0	Facile	55

Aucune des variétés d'hybrides tardifs candidates n'est éliminée par les critères éliminatoires du consommateur, à l'exception de la variété Coral. En effet, toutes les variétés sont sans pépins (13/15) ou avec peu de pépins (2/15), et se pèlent facilement (9/15) ou relativement facilement (6/15). De plus, les variétés ayant été jugées seulement satisfaisantes sur le plan du nombre de pépins sont généralement dans la fourchette basse de ce qui est autorisé (1 à 10 pépins pour la dénomination « peu de pépins »). Cela prouve que les structures qui ont développé les variétés ont pleinement conscience de l'importance de ces facteurs, en particulier l'absence de pépins. C'est pourquoi elles ne retiennent que des variétés qui sont sans pépins ou presque et facile ou assez facile à peler. Toutes les variétés candidates ont toutes une période de commercialisation qui est postérieure à celle de la Clemenules, sauf Coral, et ce alors qu'elle remplissait quasiment tous les autres critères. Avec une période de récolte de décembre à janvier, elle arriverait sur le marché à une période où l'offre de clémentine est encore surabondante.

La majorité des nouvelles variétés d'hybrides tardifs candidates présentent des niveaux de SST semblables à ceux de Nadorcott (9/15), en revanche seulement trois variétés ont des TA proches de ceux de la variété de référence. De plus, quatre variétés parmi les cinq qu'a développées l'université de Riverside ont des TA qui peuvent atteindre des niveaux inférieurs à la limite autorisée par la réglementation. Il faut savoir que le TA est maximum au début de la période de récolte, et qu'il diminue avec le temps. Ainsi, la commercialisation de ces fruits ne devrait pas poser problème dans la première moitié de leur période de récolte. Toutefois, plus une variété peut être commercialisée tardivement, et plus elle est prometteuse. L'intérêt des hybrides tardifs

repose justement sur leur capacité à être commercialisés plus tard que les autres types de petits agrumes, sur un marché où l'offre est moins importante et où une bonne demande leur est adressée. Par conséquent, cet aspect est assez handicapant pour ces quatre variétés. Toutefois, nous avons choisi un intervalle de TA arbitrairement, et ce résultat est discutable, mais élargir cet intervalle pose également problème, car il serait alors plus difficile de considérer les qualités organoleptiques des autres variétés comme proches de celles de la variété de référence. De plus, ce critère n'est pas éliminatoire, par conséquent il n'influe que modérément sur les conclusions finales. En ce qui concerne le rapport sucre-acide, la majorité des variétés remplissent le critère (11/15). De plus, les autres variétés ont un rapport sucre-acide très proche de celui de Nadorcott également, et toutes les variétés réussissent donc sur ce point-là.

Neuf variétés sur les quinze remplissent le critère de coloration de la peau, quatre sont satisfaisantes, et deux ne remplissent pas le critère. Pourtant, cela constitue un critère important dans le choix d'achat du consommateur. Enfin, onze variétés sur le total donnent des fruits de taille moyenne ou grande et répondent aux aspirations des consommateurs, et quatre donnent des fruits de petit calibre.

Globalement, les variétés apportent des améliorations sur la présence de pépins et la facilité de pelage par rapport aux variétés d'hybrides déjà présentes sur le marché (Ortanique, Fortune, Nadorcott, Orri et Mor). Cela souligne une fois de plus l'importance de l'absence de pépins et de la facilité de pelage pour le consommateur. Il est plus difficile de tirer un bilan concernant la qualité organoleptique et visuelle, où les variétés sont parfois supérieures, parfois égales et parfois inférieures.

Les trois variétés qui présentant les caractéristiques les plus favorables par rapport à la demande du consommateur sont donc Coral et Tahoe Gold, avec six critères remplis, un critère satisfaisant et un critère non rempli, et Tango, avec six critères remplis et deux critères satisfaisants. Toutefois, Coral est éliminée pour son calendrier de récolte trop précoce, par conséquent les variétés Tahoe Gold et Tango de l'Université de Riverside seraient celles répondant le mieux aux attentes des consommateurs.

### 3.1.3. Les hybrides tardifs innovants face aux demandes des producteurs

Ici, la vulnérabilité à *Alternaria alternata* élimine d'emblée quatre variétés : Moncalina, Murina, TRI-5 et Yosemite Gold (tableau 3). De plus, le critère est jugé peu satisfaisant pour quatre autres variétés : Coral, Gold Nugget, Shasta Gold, et Tahoe Gold. Ainsi, moins de la moitié des variétés d'hybrides tardifs innovants remplissent le critère. Malgré l'obstacle à la commercialisation que constitue la maladie, les structures de recherche semblent peiner à créer des variétés résistantes à *Alternaria alternata*. En revanche, aucune variété n'est éliminée pour les autres critères éliminatoires. En effet, treize variétés sur les quinze ne produisent pas de pollen viable, et deux produisent du pollen seulement faiblement viable. De plus, aucune variété n'est susceptible d'être pollinisée par du pollen d'une autre variété cultivée à proximité. Il suffit de comparer les résultats des nouveaux hybrides tardifs concernant ces critères par rapport aux hybrides présents sur le marché pour prendre conscience des efforts consentis par les structures pour développer des variétés qui limitent la pollinisation croisée. En effet, tous les hybrides présents sur le marché sont susceptibles d'être pollinisés par du pollen d'autres variétés et quasiment tous produisent du pollen viable, à l'exception des variétés Israéliennes

Orri et Mor, qui produisent du pollen légèrement viable. L'ensemble des variétés issues de l'IVIA remplissent les deux critères, alors que les deux variétés qui produisent du pollen légèrement viables ont été développées par l'Université de Riverside. Il semblerait qu'il y ait donc un poids différent accordé à certains critères selon la structure de recherche.

*Tableau 3 : Les caractéristiques des nouveaux hybrides tardifs et leur adéquation avec les critères des agriculteurs. Vert : critère rempli; Jaune : satisfaisant; Orange foncé : critère non rempli. Source : IVIA, Université de Riverside, Californie, Volcani Research Institute, Citricos. Variedades y técnicas de cultivo (Soler Aznar, Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia 2006), Citrus varieties of the world (Saunt 2000), Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold-stored "Clemenules" mandarins coated with two commercial waxes (Marcilla et al. 2009), Vida rural N°352 (Usach et al. 2012).*

	Rendement	Résistance <i>Alternaria alternata</i>	Alternance des récoltes	Viabilité du pollen	Pollinisation croisée par les autres variétés	Tenue sur l'arbre
<b>VARIETES LIBRES DE DROIT</b>						
<b>Clemenules</b>	Elevé	Oui	Légère	Elevée	Oui	
<b>Clémentine Fina</b>	Moyen	Oui	Non	Elevée	Oui	
<b>Ortanique</b>	Elevé	Oui	Non	Elevée	Oui	
<b>Fortune</b>	Elevé	Non	Non	Elevée	Oui	

<b>VOLCANI RESEARCH INSTITUTE</b>						
<b>Mor</b>	Moyen	Non	Oui	Légère	Oui	
<b>Orri</b>	Moyen	Oui	Oui	Légère	Oui	
<b>CVVP</b>						
<b>Nadorcott</b>	Elevé 150kg/arbre	Oui	Légère	Elevée	Oui	

<b>IVIA</b>						
<b>Safor</b>	Elevé	Oui	Oui	Non	Non	
<b>Garbi</b>	Elevé	Oui	Légère	Non	Non	
<b>Milana</b>		Oui	Légère	Non	Non	
<b>Moncalina</b>		Non	Légère	Non	Non	
<b>Murina</b>		Non	Oui	Non	Non	
<b>Alborea</b>		Oui	Légère	Non	Non	
<b>Albir</b>	Elevé	Oui	Légère	Non	Non	
<b>Coral</b>		Moyenne	Légère	Non	Non	
<b>TRI-5</b>		Non	Oui	Non	Non	
<b>TRI-7</b>		Oui	Oui	Non	Non	

<b>UNIVERSITE DE RIVERSIDE, CALIFORNIE</b>						
<b>Gold Nugget</b>	Elevé 120Kg/arbre	Moyenne	Oui	Légère	Non	

<b>Shasta Gold / TDE 2</b>	Elevé 150Kg/arbre	Moyenne	Oui	Non	Non	
<b>Tahoe Gold / TDE3</b>	Elevé 150 kg/arbre	Moyenne	Oui	Légère	Non	
<b>Yosemite Gold / TDE4</b>	Elevé 125kg/arbre	Non	Oui	Non	Non	
<b>Tango / Tang Gold</b>	Moyen 110 kg/arbre	Oui	Légère	Non	Non	

En revanche, aucune des variétés candidate ne remplit le critère de stabilité du niveau des récoltes. En effet, huit variétés sur les quinze présentent une alternance marquée du niveau des récoltes, et sept variétés présentent une alternance légère. Toutes les variétés pour lesquelles des données sont disponibles ont des rendements élevés, à l'exception de Tango. Concernant la tenue sur les arbres, la majorité des variétés pour lesquelles des données sont disponibles ne remplissent pas le critère (7/11). Seules quatre sont caractérisées par une bonne tenue des fruits sur les arbres.

Globalement, les hybrides tardifs innovants apportent énormément d'améliorations concernant le problème de la pollinisation croisée par rapport aux hybrides déjà présents sur le marché. De plus, ils sont quasiment tous caractérisés par de bons rendements. En revanche, de nombreux nouveaux hybrides tardifs sont toujours encore vulnérables à *Alternaria alternata*, ce qui est décevant. Ils n'apportent pas non plus de réponse au problème de l'alternance des récoltes, pour lequel ils présentent des caractéristiques semblables ou même moins favorable que les variétés d'hybrides présents sur le marché.

Sur les exigences relatives au producteur, six variétés différentes sont en bonne position et remplissent quatre critères sur six, mais parmi celles-ci la variété Yosemite Gold est éliminée en raison de sa susceptibilité à *Alternaria alternata*. Les variétés qui répondent le mieux aux exigences du producteur sont par conséquent Safor, Garbi, Milana, Albir et Shasta Gold.

#### 3.1.4. Synthèse des résultats

Finalement, cinq variétés au total sur les quinze ont été éliminées en raison d'une vulnérabilité à *Alternaria alternata* ou d'un calendrier de récolte inadéquat. Concernant les critères du consommateur, les deux variétés d'hybrides tardifs Shasta Gold et Tango issus de l'Université de Californie ont été retenus, alors que ce sont les variétés de l'IVIA qui semblent les plus adaptées aux exigences du producteur. En effet, les variétés Safor, Garbi, Milana, Albir et Shasta Gold avaient alors obtenus les meilleurs résultats. Bien que dans les deux cas, Shasta Gold fait partie des variétés les plus performantes nous considérons que les deux variétés dont les caractéristiques répondent le mieux aux attentes des consommateurs et des producteurs sont Milana d'une part, et Tango d'autre part, avec neuf critères remplis sur quatorze et aucun critère non rempli (annexe 25). Elles sont toutes deux issues de la mutagenèse dirigée, et cette technique d'amélioration variétale donne donc d'excellents résultats pour obtenir des variétés adaptées aux exigences du marché. Vient ensuite Shasta Gold, qui a également rempli un total de neuf critères. Ces variétés ont tous les atouts pour remplacer celles dont la rentabilité est aujourd'hui insuffisante, ou qui ne sont pas suffisamment qualitatives. En effet, elles produisent des fruits sans pépins, de qualité organoleptique élevée, ne sont pas vulnérables à *Alternaria alternata* et peuvent être cultivées en présence d'autres variétés de petits agrumes, car leur pollen n'est pas viable et elles ne sont pas non plus susceptibles d'être pollinisées par du pollen extérieur.

### 3.1.5. Rentabilité supérieure des variétés d'hybrides de qualité actuellement présents sur le marché

Les prix utilisés dans cette partie sont issus de l'activité d'analyse hebdomadaire de l'importation d'agrumes sur le marché par l'observatoire des marchés. Afin d'obtenir une valeur annuelle de prix cohérente à partir des prix hebdomadaires, les prix hebdomadaires ont été pondérés par les volumes hebdomadaires. De plus, les prix moyens par saison obtenus suite à ce calcul sont déflatés à l'aide d'indices de déflation pour la catégorie de produits des fruits, fournis par l'INSEE.

Les variétés d'hybrides Nadorcott et Orri ont commencé à être commercialisé de manière significative dès le milieu des années 2000. Ces variétés ont suscité beaucoup d'intérêt de la part des consommateurs, car elles présentaient des qualités organoleptiques et une facilité de pelage supérieure à celle des hybrides déjà présents sur le marché depuis les années 90 (principalement Ortanique et Fortune). D'autre part, l'offre pour ces deux variétés est limitée par l'existence d'un club d'opérateurs. Ces facteurs réunis ont permis aux exportateurs de Nadorcott et d'Orri de commercialiser les fruits des variétés à des prix bien supérieurs à ceux des autres hybrides présents sur le marché. Les prix moyens de la Nadorcott et de l'Orri sur les trois dernières années au stade import étaient respectivement 134% et 153% supérieurs à ceux de la Clemenules. Les prix d'import sur les trois dernières années des deux variétés étaient même 108% et 128% supérieurs à ceux de l'hybride tardif Ortanique. Ainsi, pour la saison 2015/2016, l'Ortanique se vendait au stade import à 0,76€/kg et la Clemenules 0,69€/kg, contre 1,67€/kg pour la Nadorcott et 1,6€/kg pour la Orri. De la même manière, les nouvelles variétés d'hybrides tardifs devraient être commercialisées à des prix élevés, semblables à ceux de Nadorcott ou Orri lors de leur arrivée sur le marché.

## **3.2. Limites de l'introduction de nouvelles variétés d'hybrides tardifs**

### 3.2.1. Les problèmes des variétés Safor et Garbi jettent une ombre sur tous les nouveaux hybrides tardifs issus d'un parent Fortuna

L'IVIA a lancé les variétés Safor et Garbi sur le marché en 2009 en communiquant énormément sur ses qualités. Les variétés étaient en effet très prometteuses comme nous avons pu le voir dans notre étude comparative des hybrides tardifs innovants. En effet, elles remplissent un grand nombre des critères requis par les consommateurs et les producteurs. Toutefois, les agrumiculteurs ont constaté la présence de taches noires sur les fruits dès l'entrée en production des vergers, indépendamment du climat ou du sol sur lequel les variétés sont cultivées. Ainsi, Safor et Garbi sont devenues un énorme problème pour la plupart des agriculteurs qui ont décidé de greffer cette variété suite aux promesses de l'IVIA. En effet, les fruits sont tellement tâchés qu'ils ne sont pas commercialisables (cf 1.3.2 sur l'importance de l'absence de tâches sur les fruits sur le marché Européen) et que dans certains cas, la totalité de la récolte est invendable. L'AVA-ASAJA (Asociación Valenciana de Agricultores - Asociación Agraria Jóvenes Agricultores, le syndicat agricole majoritaire dans la région de Valence) s'est emparé du sujet pour défendre les agriculteurs lésés, et estime que 500 000 plants de la variété ont été vendus et 1000 hectares plantés rien que dans la région de Valence depuis 2009. Elle a entamé des négociations avec l'IVIA pour trouver une solution au problème rencontré par les

agrumiculteurs ayant décidé de cultiver les variétés. L'IVIA a déjà proposé plusieurs solutions, comme le remplacement de Safor et Garbi par des nouvelles variétés développées par le centre de recherche. Toutefois, il n'est pas encore défini si les agrumiculteurs concernés devront payer pour les nouvelles variétés, et les négociations sur ce point continuent entre le syndicat, qui s'y oppose fermement, et l'IVIA (AVA-ASAJA 2015; Magraner 2016). Malheureusement, cela pourrait donner lieu à un nouveau conflit entre producteurs et obtenteur des variétés.

Encore plus inquiétant, les tâches noires apparues sur les fruits de Safor et Garbi sont très semblables à celles qui sont apparues il y a quelques années déjà sur les fruits de variétés comme Fortuna, et provoqués par *Alternaria alternata*. L'IVIA n'a pas été en mesure de donner ni la cause ni le traitement qui permettrait d'empêcher l'apparition des tâches (AVA-ASAJA 2015). Toutefois, quand on sait que Safor et Garbi sont des triploïdes issus du croisement entre Fortune et une autre variété (annexe 24), il est légitime de se demander si ces variétés ne sont pas tout simplement victimes d'*Alternaria alternata* au même titre que Fortune, malgré leur supposée résistance qui avait été avancée suite à des études pourtant rigoureuses de l'IVIA. De plus, cela voudrait dire que toutes les variétés ayant Fortune comme parent, pourraient également être vulnérables à la maladie. Dans notre étude, pas moins de trois autres variétés d'hybrides tardifs innovants développées par l'IVIA étaient dans ce cas (Alborea, Albir et Coral). Ainsi, l'avenir de ces hybrides tardifs innovants comme variétés commercialisables semble fortement compromis.

### 3.2.2. La charge financière des nouvelles variétés d'hybrides tardifs protégées insoutenable pour les petites exploitations

L'utilisation de plants des nouvelles variétés d'hybrides tardifs par les agriculteurs est protégées et gérées par des entreprises, comme Eurosemillas, ou des organisations conjointes de plusieurs entreprises par exemple Carpa Dorada ou TEO. Ces entreprises perçoivent des royalties pour chaque plant vendu, et perçoivent également des revenus via la vente des étiquettes, réalisée par l'intermédiaire des clubs d'opérateurs, qui certifient que les fruits sont bien issus de la variété en question. Par conséquent, l'utilisation des variétés tardives innovantes revient très cher et est difficilement soutenable financièrement par les producteurs, en particulier pour les agriculteurs possédant de petites exploitations agrumicoles. Pour ces derniers, l'accès aux nouvelles variétés d'hybrides tardifs est quasiment impossible dans la pratique en raison de la charge financière trop importante (Aleza et al. 2015). Or, les petites exploitations représentent une part importante des vergers d'agrumes du bassin Méditerranéen et en particulier en Espagne, et constituent une source de revenus pour de nombreux agriculteurs. En Espagne, 59,5% des exploitations agrumicoles ont une surface inférieure à 2 hectares. Seules 4,5% des exploitations agrumicoles avaient une surface de vergers supérieure à 20 hectares. Le constat est encore plus marqué dans la région de Valence, qui concentre l'essentiel de la production de petits agrumes Espagnols : 64,1% des exploitants agricoles cultivaient une surface inférieure à 2 hectares, et 2,1% des exploitations seulement s'étendaient sur une surface agricole utile de plus de 20 hectares (annexe 26). Par conséquent, la majorité des exploitations pourraient ne pas avoir les moyens financiers d'investir dans des nouvelles variétés pour remédier à l'absence de rentabilité des petits agrumes du cœur de saison.

### **3.3. Un cycle industriel de variétés de plus en plus qualitatives et protégées comme nouveau modèle pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen ?**

#### 3.3.1. La baisse des prix des variétés de petits agrumes de saison en saison

Les prix ayant servi à la construction de la figure 8 sont issus de l'activité d'analyse hebdomadaire de l'importation d'agrumes sur le marché par l'observatoire des marchés et ont été traités avec la méthodologie décrite en III.1.d. De plus, les prix ont été lissés tel que le prix pour la saison N est égal à la moyenne des prix des trois saisons N-1, N, et N+1. Nous avons fait ce choix, car les prix varient en fonction des niveaux de récolte de chaque année, qui sont sensibles à des facteurs aléatoires comme la météo. Ainsi, le lissage permet d'obtenir une meilleure lisibilité de la tendance réelle de l'évolution des prix en gommant les variations ponctuelles des prix.

La figure 8 représente l'évolution des prix des différentes variétés de petits agrumes sur les vingt dernières années. A partir des plus anciennes, c'est-à-dire Nules et Clemenvilla, on peut déduire une tendance globale. Dans un premier temps, les prix subissent une phase de décroissance après leur introduction sur le marché. Ils finissent par se stabiliser, après une période qui a été d'une dizaine d'années pour Nules et Clemenvilla. Pour Ortanique, c'est plus difficile à dire, car les données de prix ne sont disponibles que depuis le début des années 2000, mais ils avaient sans doute déjà entamé une phase de diminution à ce moment-là. L'ampleur de la baisse de valeur présente des similitudes entre les variétés. En effet, les décotes de valeur subies par Clemenules et Clemenvilla sont de 29,9% et 29% respectivement, entre l'introduction sur le marché et le point de stabilisation (2006/07 pour Clemenules et 2005/2006 pour Clemenvilla). Il en est de même pour la clémentine Hernandina, dont la décote est de 30,4%, et il semblerait que de nombreuses variétés perdent environ un tiers de leur valeur avant de voir leur prix se stabiliser. Il est regrettable que les prix pour Ortanique ne soient pas disponibles depuis son arrivée sur le marché, car cela aurait permis de déterminer si cette tendance s'applique aussi aux hybrides tardifs. D'autres variétés dont l'introduction est moins lointaine, comme Oronules, introduite au milieu des années 2000, et Nadorcott, Orri et Clemenule, introduites à partir des années 2010, sont encore dans la première phase de décroissance. Par conséquent, une variété verra son prix, diminuer d'année en année jusqu'à un niveau minimum, quel que soit la période du calendrier sur laquelle elle est commercialisée. Il en est logiquement de même pour sa rentabilité. On peut même affirmer dans le cas de Nules que les prix se sont stabilisés autour d'un niveau qui équivaut à une rentabilité faible ou nulle. On peut également observer l'augmentation du nombre de variétés sur le marché avec le temps, avec l'introduction des variétés Oronules, Clemenule, Nadorcott et Orri.

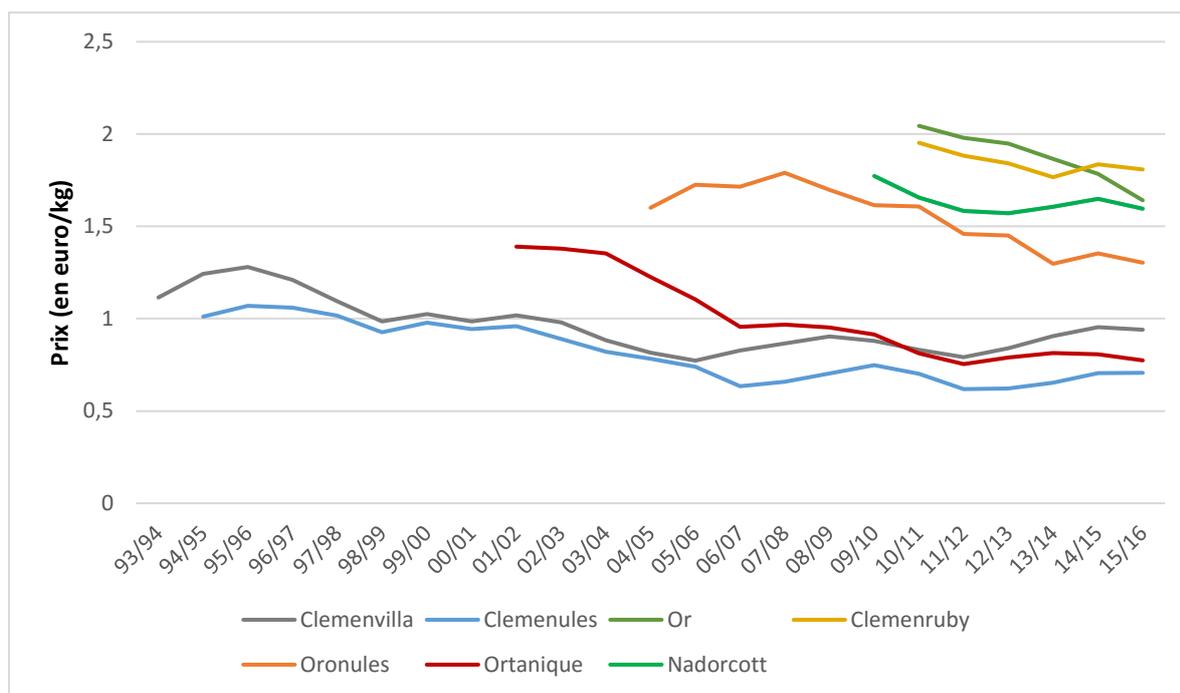


Figure 8 : Evolution des prix au stade import des variétés dont la présence actuelle sur le marché est significative. Source : données de l'Observatoire des marchés.

### 3.3.2. L'augmentation du nombre de variétés commercialisées, en particulier celles protégées

En effet, le nombre de variétés d'agrumes commercialisé en Espagne a explosé au cours des quarante dernières années, passant de seulement dix-neuf en 1972 à 180 en 2014 (annexe 27). Seules des variétés libres de droits étaient commercialisées en 1972 et jusqu'à la fin des années 2000, le nombre de variétés libres de droits commercialisées était supérieur au nombre de variétés protégées en vente sur le marché. Mais cette tendance s'est inversée depuis quelques années : 105 variétés protégées étaient sur le marché en 2014, contre 75 variétés libres de droit. Les variétés commercialisées sont de plus en plus nombreuses et de plus en plus nombreuses à être protégées.

### 3.3.3. Vers un cycle de vie produit pour les hybrides tardifs

Au sein des variétés d'hybrides tardifs actuellement présentes sur le marché ou proche d'être commercialisées, on peut distinguer cinq générations différentes :

- Les hybrides tardifs en fin de vie comme Fortune, dont la plus grande partie des surfaces qui avaient été plantées dès les années 90 ont été arrachées, en raison de sa sensibilité à *Alternaria alternata*.
- Les hybrides en déclin, comme Ortanique, dont l'introduction sur le marché remonte également aux années 90. Ortanique souffre de la difficulté avec laquelle la peau se détache du fruit, ce qui enlève le côté pratique à ce petit agrume. Il ne répond pas aussi bien que les autres petits agrumes à la définition de « convenience food », et plait de moins en moins aux consommateurs,
- Les hybrides à l'apogée, comme Clemenvilla,
- Les hybrides en phase de croissance, comme Nadorcott et Orri, dont les vergers ne sont pas encore toutes en pleine production, et pour lesquelles la demande est très dynamique,

- Et les hybrides en phase de lancement, comme Tango, Safor et Garbi.

Cette typologie des différentes variétés d'hybrides tardifs présente une grande similitude avec le cycle de vie de produits industriels : après une période de recherche et développement, le produit est lancé sur le marché. C'est le cas pour Tango, Safor et Garbi, qui sont issus de programmes d'amélioration variétale utilisant des nouvelles méthodes de microbiologie. Ensuite, de plus en plus de consommateurs adoptent le produit et ses ventes augmentent. C'est le cas pour Nadorcott et Orri (annexe 28). Le produit finit par atteindre un stade où les ventes se stabilisent, on dit que le produit est mature. Là-aussi, le marché des hybrides tardifs colle au cycle de vie des produits, car les ventes de Clemenvilla se sont stabilisées. Après un certain temps, le produit est dépassé par le développement de produits qui répondent mieux aux attentes du marché, et ses ventes déclinent. C'est ce qui est observé concernant les ventes d'Ortanique, qui sont en baisse. Finalement, le produit est retiré, c'est ce qui est en train d'arriver à Fortune (figure 9).

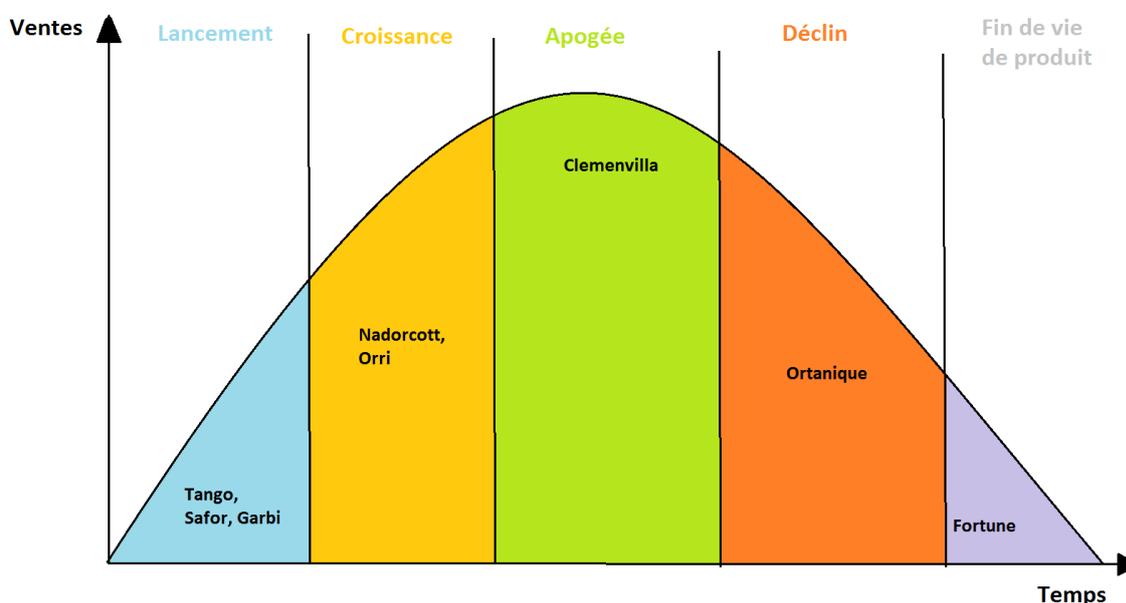


Figure 9 : Le cycle de vie du produit "hybride tardif".

## **Conclusion**

Face à la crise de surproduction actuelle dans le bassin Méditerranéen et la faible marge de manœuvre pour trouver de nouveaux débouchés, il est nécessaire que la production de petits agrumes Méditerranéens se restructure. Les efforts doivent se focaliser sur le remplacement des variétés du cœur de saison, dont la rentabilité s'est effondrée, par des hybrides tardifs plus qualitatifs, qui permettront au marché d'entamer une croissance en valeur. Pour que cette substitution qualitative soit un succès, il faut que les agrumiculteurs aient à disposition des variétés qui répondent aux nouvelles exigences du marché.

Ainsi, la réussite de la transition repose sur l'innovation variétale. Dans ce contexte, des centres de recherche publics ou des partenariats entre des centres de recherche publique et des entreprises ont développé des programmes d'innovation variétale. Grâce à l'avancement des connaissances en génétique et du progrès en matière de méthodes d'amélioration variétale, de nombreuses variétés prometteuses ont été créés.

Nous avons cherché à déterminer si les nouvelles variétés d'hybrides tardifs proposées par ces structures répondaient aux exigences qui émanent des consommateurs et des producteurs. Les nouvelles variétés qu'elles mettent en avant sont très nombreuses, mais nos résultats montrent que seulement une partie d'entre elles permettent de répondre au défi de la substitution qualitative sur la base de nos critères. Cela montre que l'obtention de la variété recherchée est toujours difficile. D'une part, le processus est long et coûteux, alors que le contexte économique actuel réduit les moyens alloués à la recherche. D'autre part, les nouvelles exigences des producteurs et des consommateurs sont très nombreuses

Les hybrides tardifs que nous avons sélectionnés devraient pouvoir décongestionner l'offre sur la période de Novembre à Janvier, et permettre aux agrumiculteurs d'améliorer leur rentabilité grâce à des prix beaucoup plus élevés sur le marché. Pour confirmer les résultats obtenus, il faudrait réaliser des observations des différentes variétés potentiellement intéressantes dans des conditions homogènes. En effet, les données sur les nouvelles variétés d'hybrides que nous avons utilisés proviennent de plusieurs sources différentes, par conséquent les conditions de culture et l'environnement ont pu varier d'une variété candidate à l'autre lors de son observation au champ.

D'autres critères pertinents n'ont pas été intégrés à l'analyse, en raison de l'absence de données. Par exemple, il aurait été intéressant d'intégrer le coût du plant en fonction de la variété. Le coût élevé de création des nouvelles variétés se répercute sur le coût d'acquisition des nouveaux plants, en particulier lorsque des entreprises acquièrent les droits de propriété pour en retirer des bénéfices et créent des clubs d'opérateurs. Par conséquent, le remplacement des anciens vergers par des hybrides plus qualitatifs représente un investissement important pour les agrumiculteurs. De plus, les variétés de petits agrumes sont en passe d'entrer dans un cycle de vie de produit industriel, avec des variétés renouvelées de plus en plus fréquemment. Pour maintenir la rentabilité de leur culture, les agrumiculteurs vont devoir investir constamment dans de nouveaux cultivars. Certains, en particulier ceux ayant de petites exploitations, risquent de ne pas être en mesure de supporter financièrement ce nouveau modèle. Il serait intéressant de réaliser l'étude de la durabilité socio-économique de cette évolution pour le bassin Méditerranéen.

## **Bibliographie**

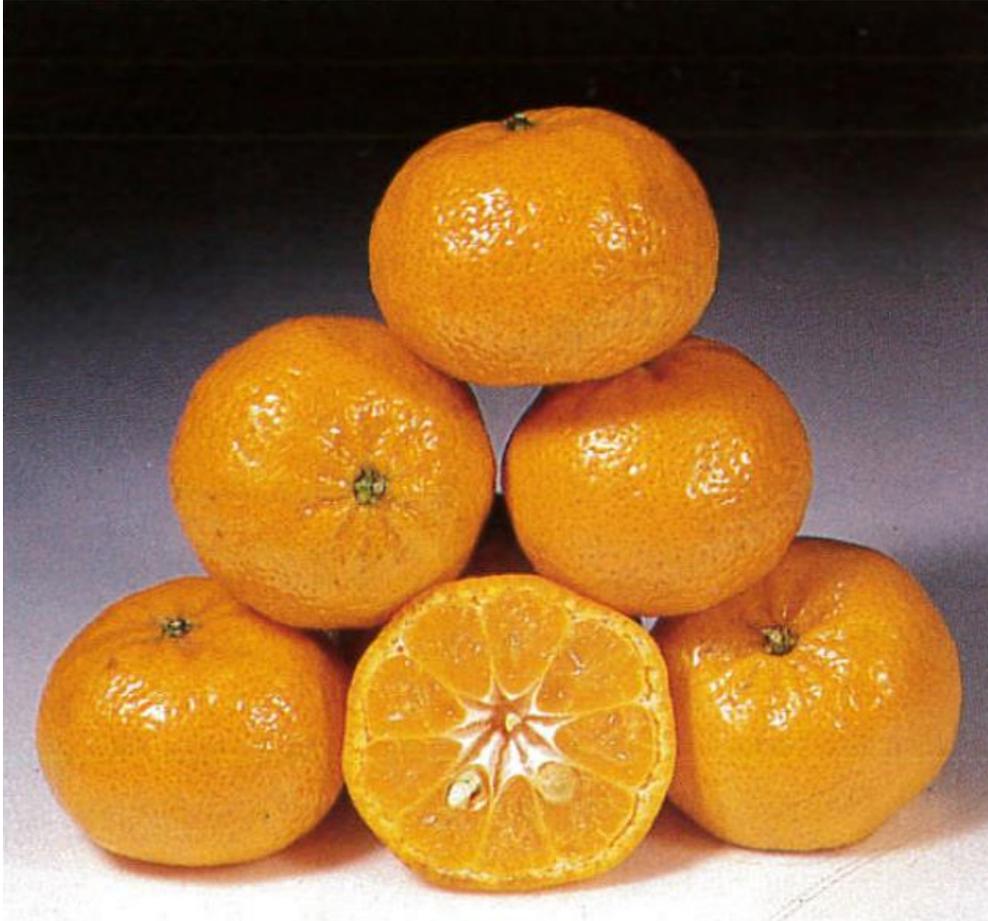
- Albrigo, L. G. 1978. "Occurrence and Identification of Preharvest Fruit Blemishes in Florida Citrus Groves." In *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 91:78–81. [http://fshs.org/proceedings-o/1978-vol-91/78-81%20\(ALBRIGO\).pdf](http://fshs.org/proceedings-o/1978-vol-91/78-81%20(ALBRIGO).pdf).
- Aleza, P., A. García-Lor, M. Hernández, J. Guerri, J. Juárez, J.A. Pina, L. Navarro, and J. Cuenca. 2010a. "Características de Los Nuevos Mandarinos Triploides de Maduración Tardía Garbí Y Safor." *Vida Rural*, no. 306(January): 24–26.
- . 2010b. "Eurosemillas, La Apuesta Segura En Variedades de Mandarinas de Primavera." *Vida Rural*, no. 306(January): 24–26.
- . 2015. "Aplicación de Técnicas Biotecnológicas Para La Obtención de Variedades de Mandarino." *Horticultura* 320: 18–22.
- Carmen Valverde. 2015. "Spain's Citrus Report." Citrus SP1513. GAIN Report.
- Chomé Fuster, Pedro Miguel, and Guillermo Soler Fayos. 2011. *Las variedades de cítricos: el material vegetal y el registro de variedades en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- CLAM. 2008. "CLAM (Comité de Liaison de L'agrumiculture Méditerranéenne) Presentation at the Euromedcitrusnet EU Dissemination Conference." Catania, November 7.
- Cooper, W. C., G. K. Rasmussen, and E. S. Waldon. 1969. "Ethylene Evolution Stimulated by Chilling in Citrus and Persea Sp." *Plant Physiology* 44 (8): 1194.
- Damianos, Dimitri, and Michalis Demoussis. 1992. "Consumption of Mediterranean Fruits and Vegetables: Outlook and Policy Implications." *CIHEAM Options Méditerranéennes, Ser. A*, no. 19. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a19/CI920811.pdf>.
- Davies, Frederick S., and L. Gene Albrigo. 2003. *Citrus*. Reprint. Crop production science in horticulture 2. Wallingford: CAB International.
- Graniti, Antonio. 1990. "Plant Diseases in the Mediterranean Region." *Phytoparasitica* 18 (1): 57. doi:10.1007/BF02980827.
- Greenhalgh, Christine, and Mark Rogers. 2010. *Innovation, Intellectual Property and Economic Growth*. Princeton: Princeton University Press.
- Iglesias, Domingo, Manuel Cercos, Jose M. Colmenero, Miguel Angel Naranjo, Gabino Rios, Esther Carrera, Omar Ruiz-Rivero, et al. 2007. "Physiology of Citrus Fruiting." *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19 (4): 333–62.
- Imbert, E. 2014. "Filière Agrumes d'Israël." *Fruitrop (Ed. Française)*, no. 227(November): 56–63.
- . 2015. "Les Agrumes - Dossier Du Mois." *Fruitrop (Ed. Française)*, no. 237(December): 24–77.
- Imbert, E., D. Loeillet, C. Dawson, P. Gerbaud, T. Paqui, C. Celeyrette, and R. Bright. 2015. "En Direct Des Marchés. Novembre-Décembre 2015," *Fruitrop Magazine*, , no. 237(December): 88.
- Imbert, Eric. 2010. "Les Agrumes D'hiver (Dossier)." *Fruitrop (Ed. Française)*, no. 183: 23–58.
- Jacquemond, Camille, Marion Heuzet, and Franck Curk. 2013. *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. Versailles: Éd. Quæ.
- Lacirignola, C., and A. M. D'Onghia. 2009. "The Mediterranean Citriculture: Productions and Perspectives." *Citrus Tristeza Virus*, 13–17.
- Loussert, Raymond. 1989. *Les Agrumes*. Techniques Agricoles Méditerranéennes. Paris u.a: Technique et Documentation - Lavoisier u.a.
- Marcilla, A., M. Martínez, J. M. Carot, L. Palou, and M. A. Del Río. 2009. "Relationship between Sensory and Physico-Chemical Quality Parameters of Cold-stored"

- Clemenules' mandarins Coated with Two Commercial Waxes." *Spanish Journal of Agricultural Research* 7 (1): 181–189.
- Navarro, L. 2011. "Mejora Genética de Los Citricos; Métodos de Obtencion Y Leyes de Proteccion de Nuevas Variedades." *Vida Rural*, no. 310(January): 58–66.
- Navarro, L., P. Aleza, J. Cuenca, J. Juarez, J.M. Julve, and J.A. Pina. 2007. "Nuevas Variedades Triploides de Mandarino de Maduracion Tardia." *Vida Rural*, no. 257(November): 30–35.
- Pelllicer España, José. 2014. "Variedades de Cítricos de La Universidad de California." presented at the X congrés citricola de l'Horta Sud, Picassent, October 21.
- Reuther, W., RASMUSSE GK, R. H. Hilgeman, G. A. Cahoon, and W. C. Cooper. 1969. "A Comparion of Maturation and Composition of Valencia Oranges in Some Major Subtropical Zones of United States." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 94 (2): 144.
- Reuther, Walter, Robert G Platt, University of California, and Division of Agricultural Sciences. 1973. *The Citrus Industry. Volume 3, Volume 3*,. [Berkley]: University of California, Division of Agricultural Sciences.
- Reuther, Walter, and Danilo Rios-Castaño. 1969. "Comparison of Growth, Maturation and Composition of Citrus Fruits in Subtropical California and Tropical Colombia." In *Proc. First Intl. Citrus Symp*, 3:277–300.
- Reuther, W., E. M. Nauer, and L. Summers. 1973. "Effects of Seasonal Temperature Regimes on Development and Maturation of Citrus Fruits." In *Proc. Intl. Soc. Citricult*, 3:63–71.
- Saunt, James. 2000. *Citrus Varieties of the World: An Illustrated Guide*. Norwich, England: Sinclair International Ltd.
- Soler Aznar, J, Guillermo Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia. 2006. *Cítricos: Variedades Y Técnicas de Cultivo*. Madrid [etc.: Grupo Mundi-Prensa.
- Usach, Antonio López-García, Victoria Ibañez, Juan Vicente Muñoz, Amparo Herrero, and Manuel Talón Cubillo. 2012. "Nero Y Clemenverd, Dos Nuevas Variedades Comerciales de Clementinas." *Vida Rural*, no. 352: 18–21.
- Vanniere, Henri. 2016. Les spécificités du climat Méditerranéen à l'origine de la spécialisation en frais de la région.

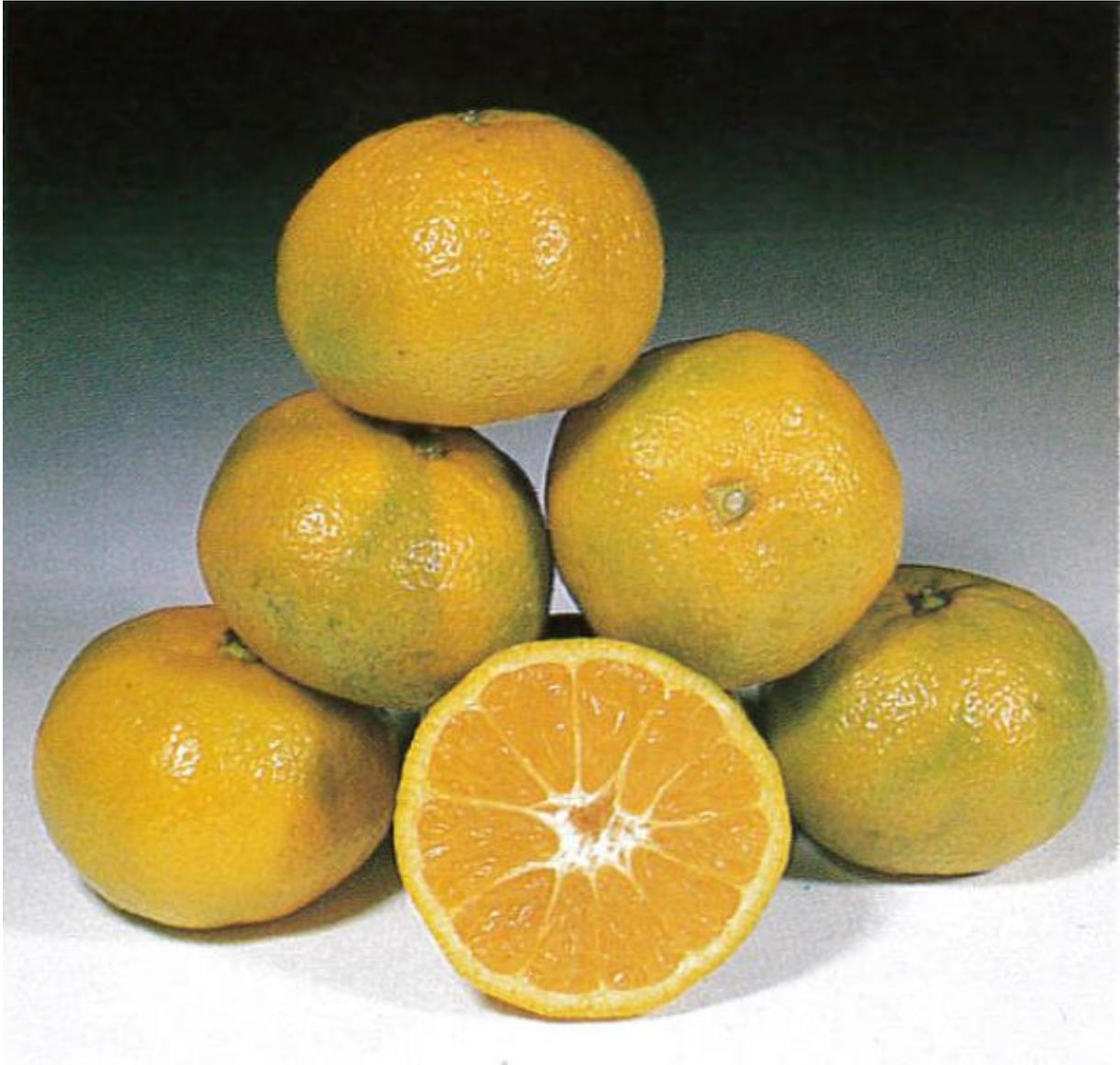
## **Références sitographiques**

- Alfonso, Javier. 2014. "El Magrama Aprueba La Variedad de Mandarina Tango En Plena Guerra Judicial Por Su Patente." Site d'information spécialisé sur l'agriculture. *Agroinformacion*. June 30.  
<http://www.agroinformacion.com/el-magrama-aprueba-la-variedad-de-mandarina-tango-en-plena-guerra-judicial-por-su-patente-2/>.
- "Citrus Greening Vector Detected in Spain." 2015. Site d'information spécialisé sur les légumes et fruits frais. *Freshplaza*. February 11.  
<http://www.freshplaza.com/article/135096/Citrus-greening-vector-detected-in-Spain>.
- Zekri, Mongi. 2011. "Factors Affecting Citrus Production and Quality." *Trees*.  
[http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/trade\\_journals/2011/2011\\_Dec\\_factors\\_citrus.pdf](http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/trade_journals/2011/2011_Dec_factors_citrus.pdf).

**Annexes**



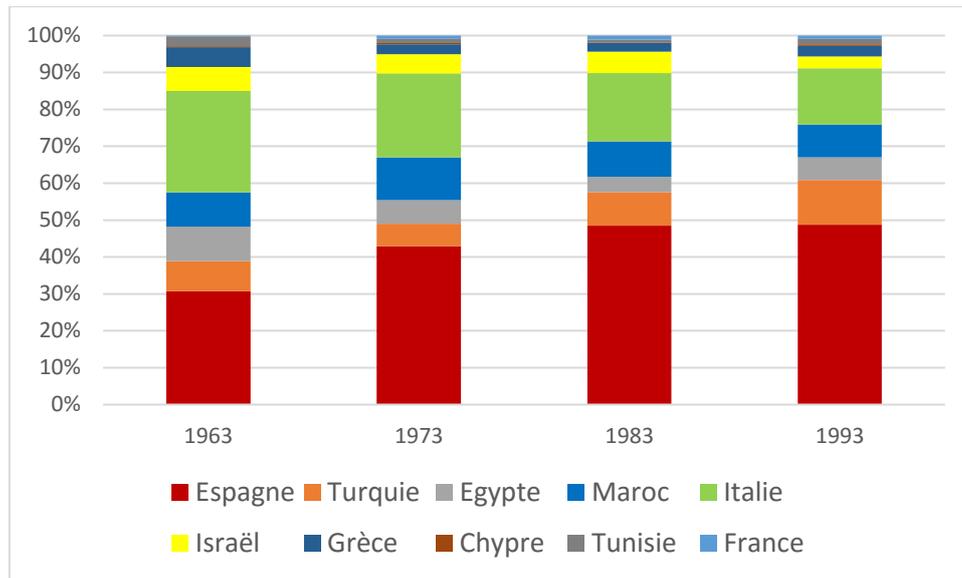
*Annexe 1 : Le fruit du mandarinier Méditerranéen (*C. Deliciosa*) présente des pépins. D'après "Citrus Varieties of the World", Saunt (2000).*



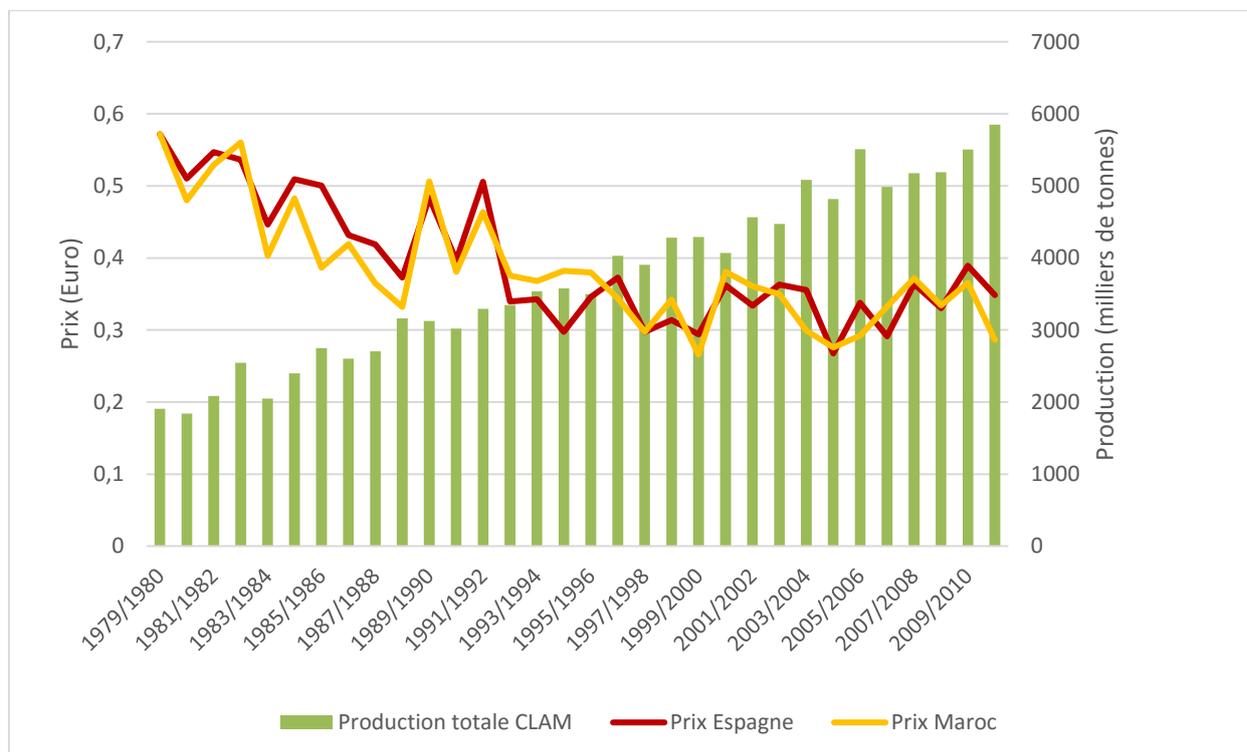
*Annexe 2 : Le fruit du mandarinier Satsuma (C. Unshiu) ne recèle aucun pépin. Sa coloration tire sur le vert, en raison de sa précocité. D'après "Citrus Varieties of the World", Saunt (2000).*



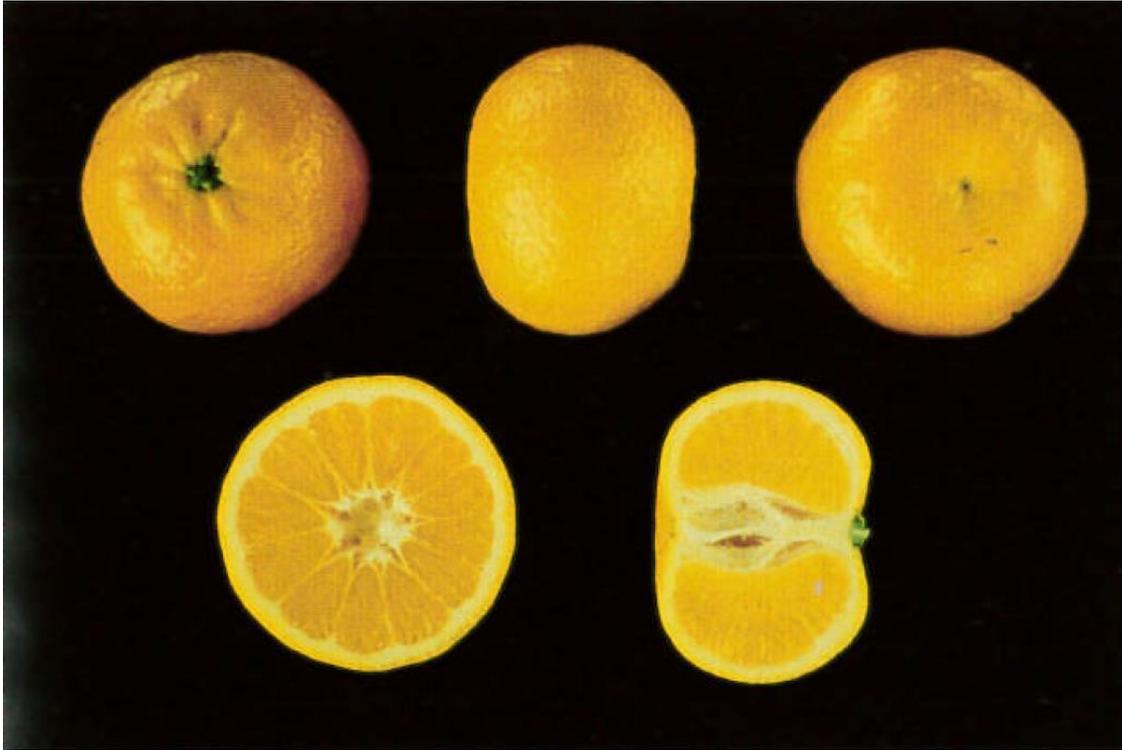
*Annexe 3 : Fruits sur un clémentiner "Fina". D'après "Les clémentiniers et autres petits agrumes", Jacquemond, Heuzet, et Curk (2013).*



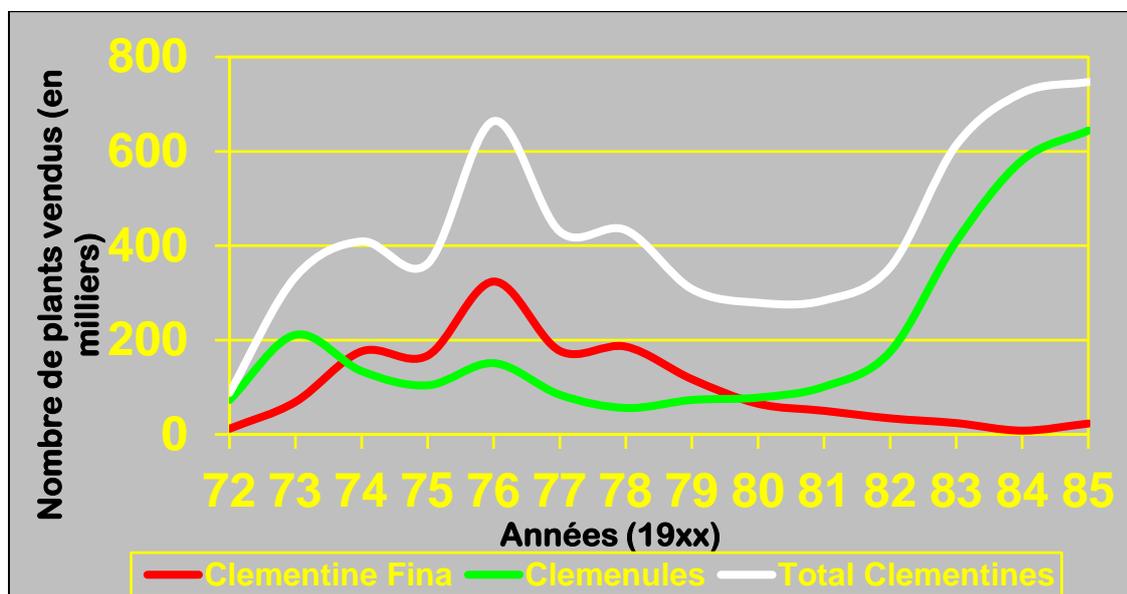
Annexe 4 : Part de la production de petits agrumes par pays du CLAM. Source : FAOSTAT.



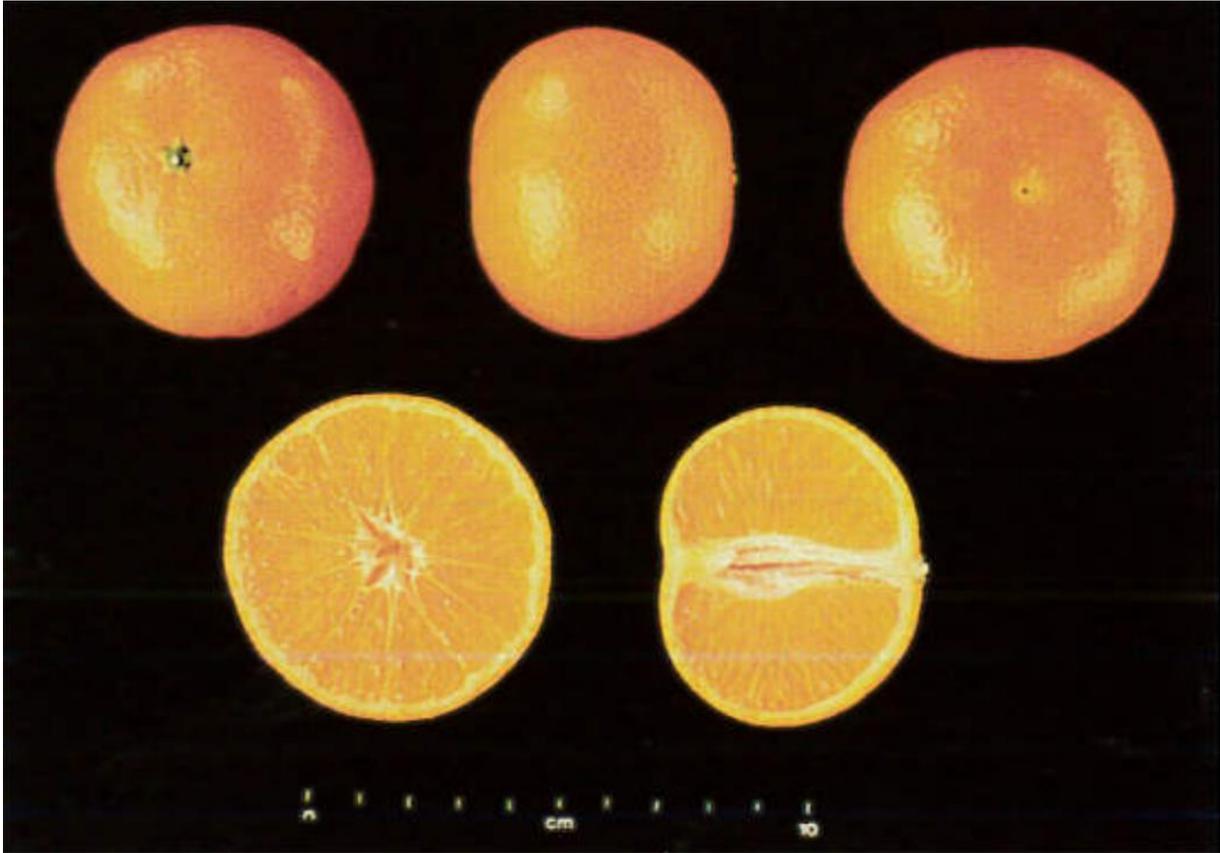
Annexe 5: Evolution des prix moyens et des volumes de clémentine entre 1979/1980 et 2010/2011. Source : C.E.F.B.L Région Corse.



*Annexe 6 : La clémentine de Nules. D'après "Les clémentiniers et autres petits agrumes", Jacquemond, Heuzet, et Curk (2013).*

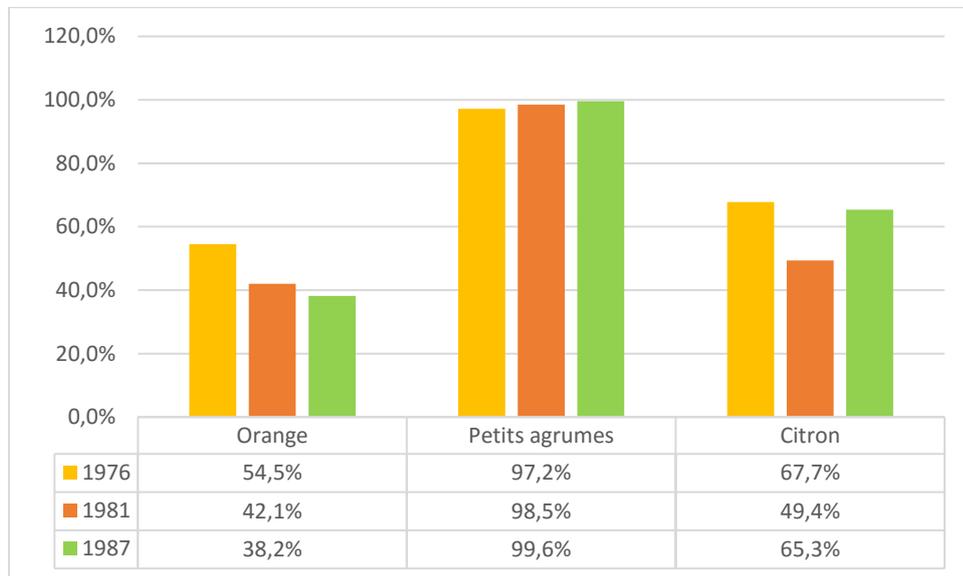


Annexe 7 : Evolution des ventes de plants de clémentine Fina et de clémentine de Nules en Espagne entre 1972 et 1985. Source : Insituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).



*Annexe 8 : L'hybride Clemenvilla, aussi appelé Nova. D'après "Les clémentiniers et autres petits agrumes", Jacquemond, Heuzet, et Curk (2013).*

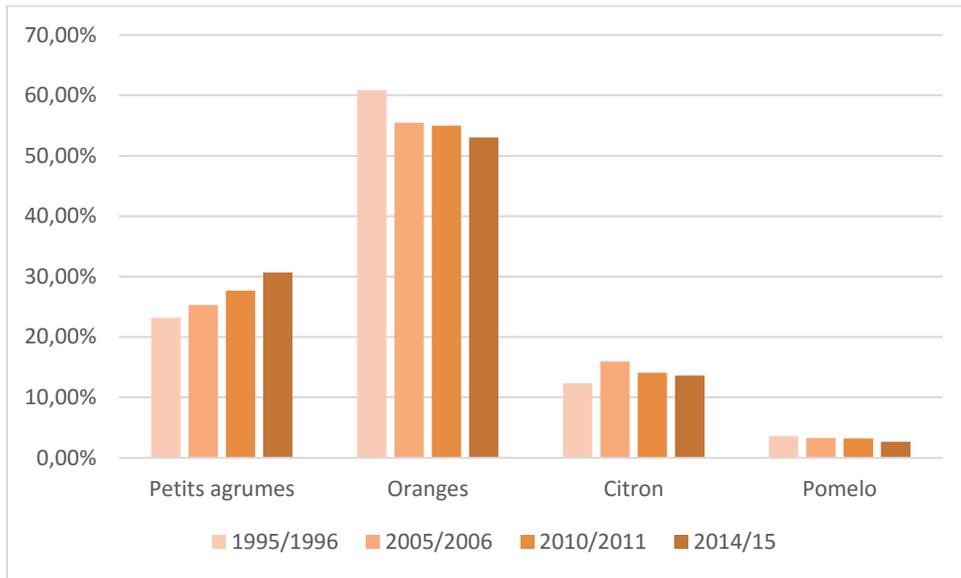




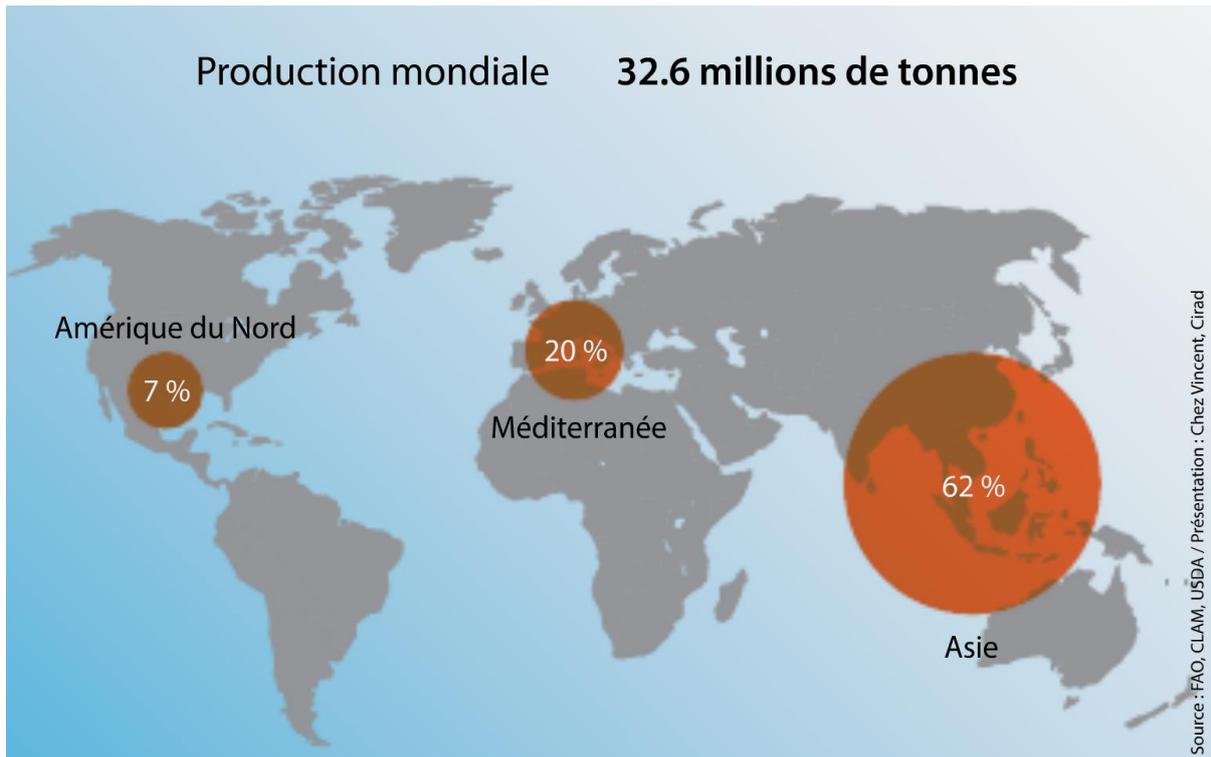
*Annexe 10 : Evolution de la part de frais dans la consommation totale d'agrumes entre 1976 et 1987. Source : Centre Européen des Consommateurs.*

<b>Pays</b>	<b>Oranges</b>	<b>Petits agrumes</b>
<b>France</b>	-	<u>+1,61%</u>
<b>Espagne</b>	<u>+1,67%</u>	<u>+1,73%</u>
<b>Maroc</b>	-0,50%	<u>+4,23%</u>
<b>Tunisie</b>	<u>+2,36%</u>	<u>+3,40%</u>
<b>Italie</b>	-2,43%	<u>+1,21%</u>
<b>Israël</b>	-7,81%	<u>+2,68%</u>
<b>Chypre</b>	-1,31%	<u>+9,33%</u>
<b>Grèce</b>	-0,23%	<u>+2,53%</u>
<b>Turquie</b>	<u>+2,67%</u>	<u>+3,88%</u>
<b>Egypte</b>	<u>+1,84%</u>	<u>+3,66%</u>
<b>TOTAL</b>	<u>+0,52%</u>	<u>+2,65%</u>

*Annexe 11 : Croissance moyenne annuelle de la production d'oranges et de petits agrumes entre 1995/96 et 2014/15. Souligné : croissance positive de la production. Source : CLAM.*



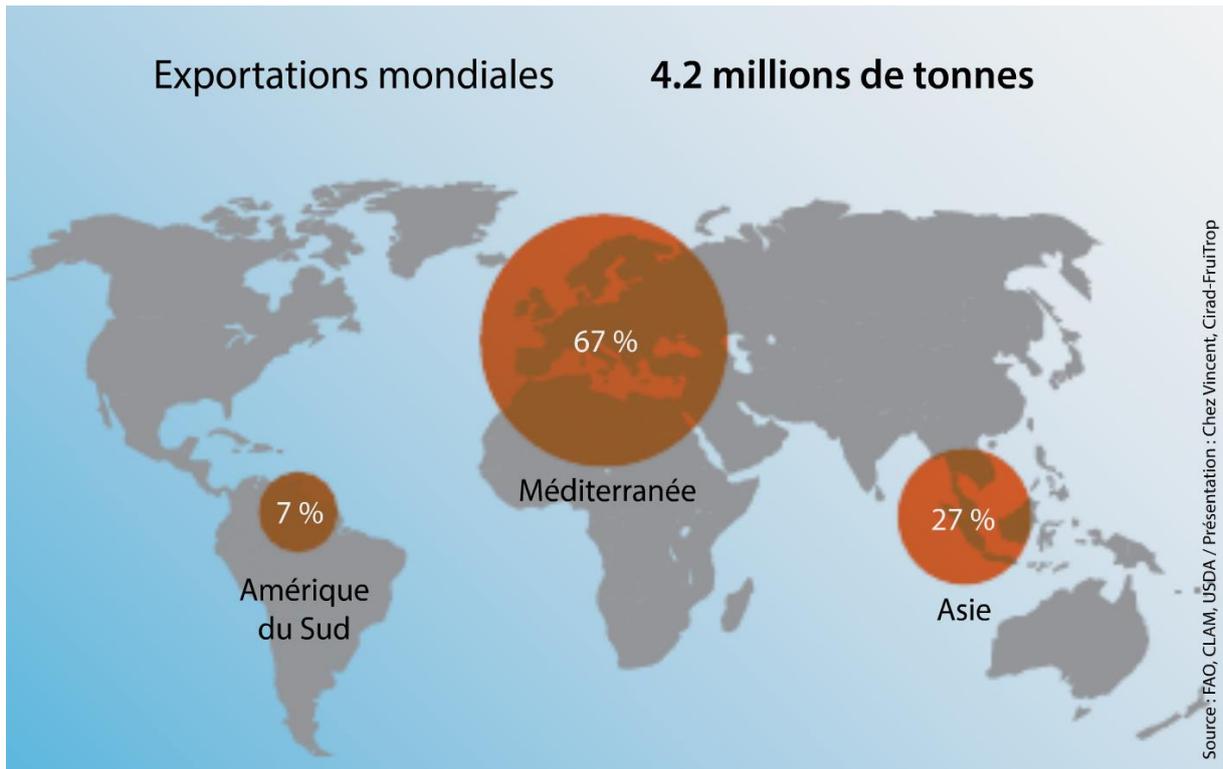
*Annexe 12 : Part des petits agrumes, de l'orange, du citron et du pomelo dans la production totale du CLAM. Source : CLAM.*



*Annexe 13 : Répartition de la production mondiale en fonction des principales régions productrices. Source : Eric Imbert, d'après FAO, CLAM, USDA.*

<b>Pays</b>	<b>Récolte 2013/2014</b>	<b>Part de la production mondiale</b>
<b>Chine</b>	18500	56,7%
<b>Espagne</b>	2204	6,8%
<b>Maroc</b>	1162	3,6%
<b>Brésil</b>	938	2,9%
<b>Turquie</b>	910	2,8%
<b>Japon</b>	900	2,8%
<b>Iran</b>	837	2,6%
<b>Etats-Unis</b>	793	2,4%
<b>Italie</b>	760	2,3%
<b>Egypte</b>	725	2,2%

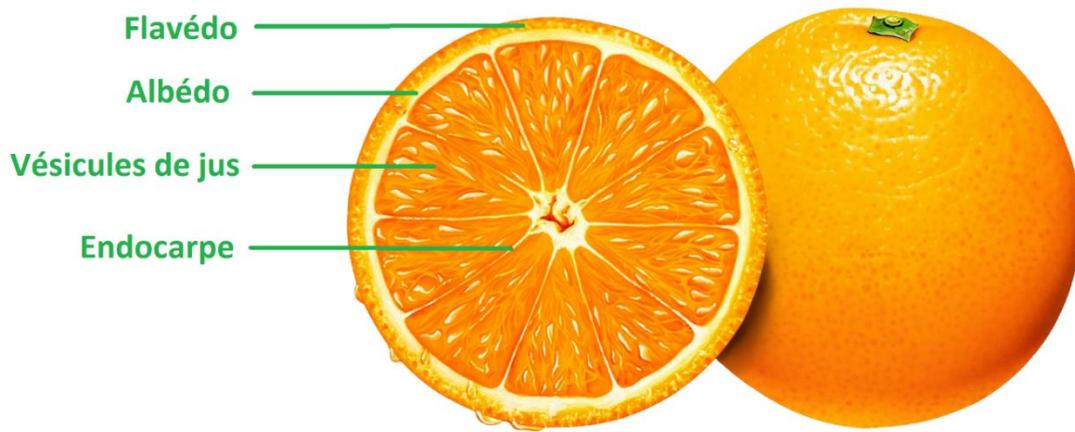
*Annexe 14 : Les dix premiers pays producteurs de petits agrumes au monde. Source : FAO, professionnels.*



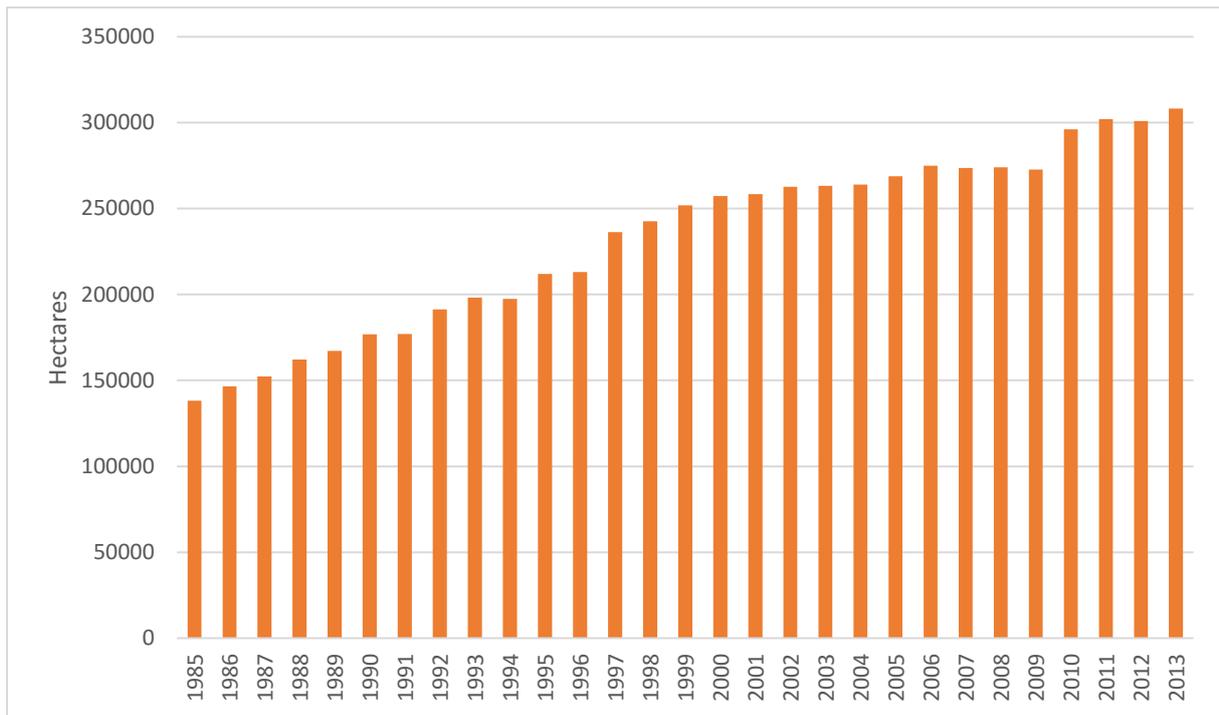
*Annexe 15 : Répartition de la production mondiale en fonction des principales régions productrices. Source : Eric Imbert, d'après FAO, CLAM, USDA.*

	Récolte 2014/15	Exportations 2014/15	Exporté	Autoconsommé	Transformation et pertes
	En milliers de tonnes		%		
<b>Espagne</b>	2 372	1612,7	68,0%	13,3%	18,7%
<b>Turquie</b>	1 092	617,6	56,6%	30,9%	12,5%
<b>Maroc</b>	1 004	345,4	34,4%	50,5%	15,1%
<b>Egypte</b>	735	35,7	4,9%	85,0%	10,2%
<b>Italie</b>	672	80,4	12,0%	49,7%	38,3%
<b>Israël</b>	208	92	44,3%	36,0%	19,7%
<b>Grèce</b>	140	84,9	60,6%	29,2%	10,2%
<b>Chypre</b>	83	23,7	28,4%	12,1%	59,5%
<b>Tunisie</b>	75		0,0%	86,9%	13,1%
<b>France</b>	33	30,6	92,7%	0,0%	7,3%
<b>TOTAL</b>	<b>6 414</b>	<b>2923</b>	<b>45,6%</b>	<b>36,0%</b>	<b>18,4%</b>

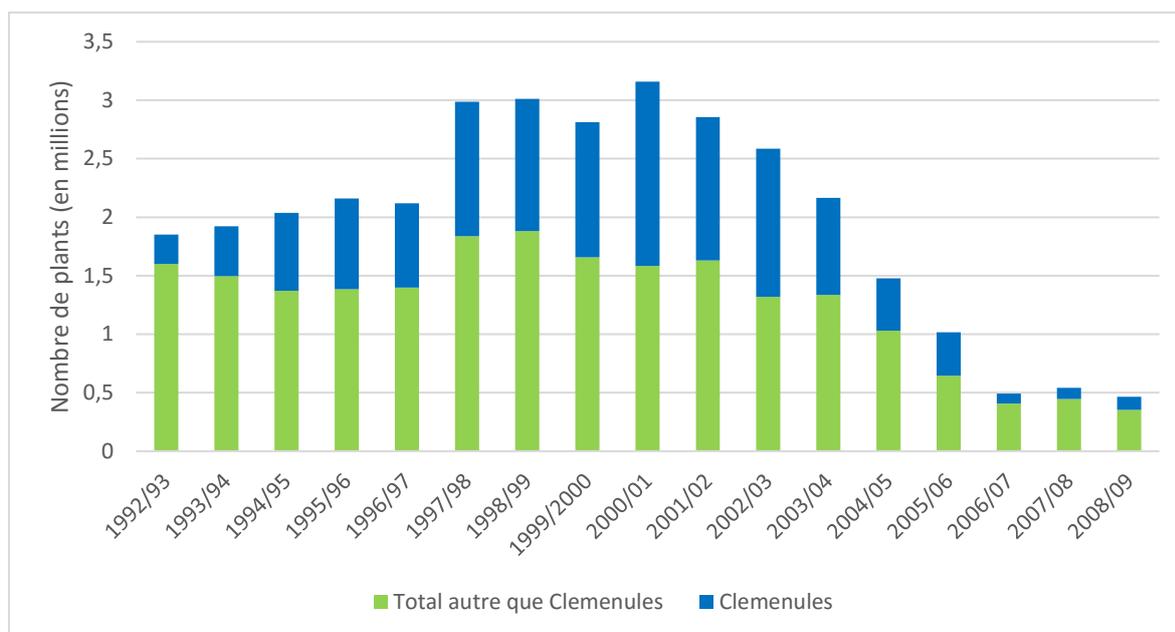
*Annexe 16 : Chiffres de la production, de l'exportation et de la part des exportations, de l'autoconsommation et des transformations et pertes dans la production totale. Source : CLAM.*



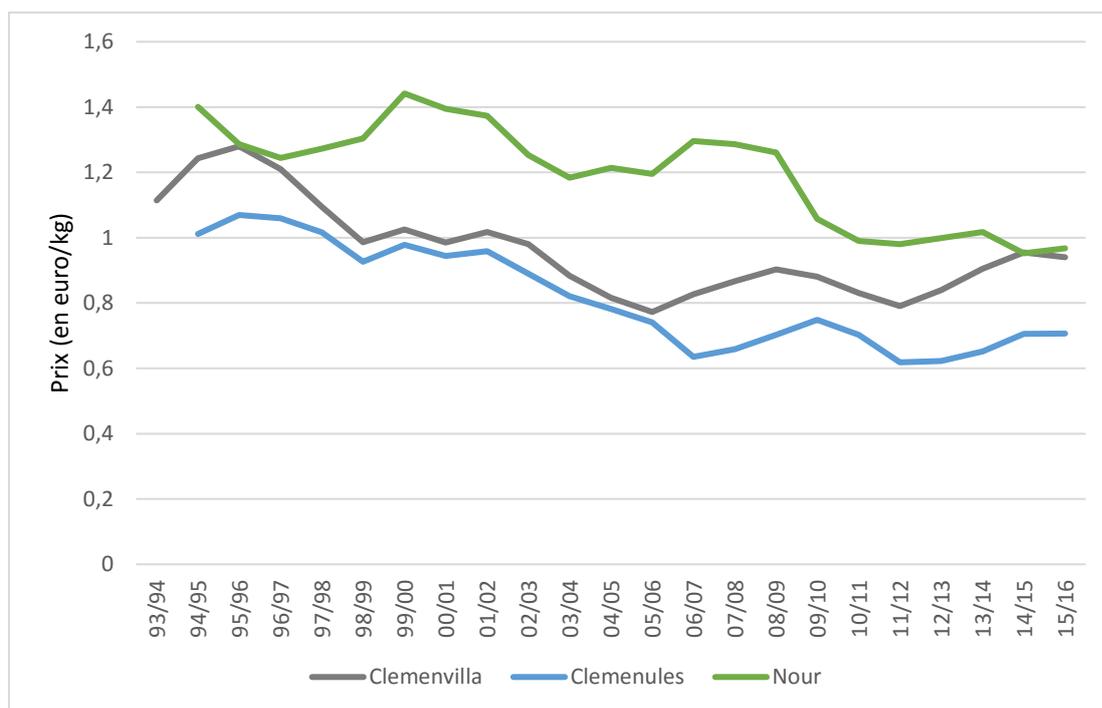
*Annexe 17 : Structure du fruit des agrumes.*



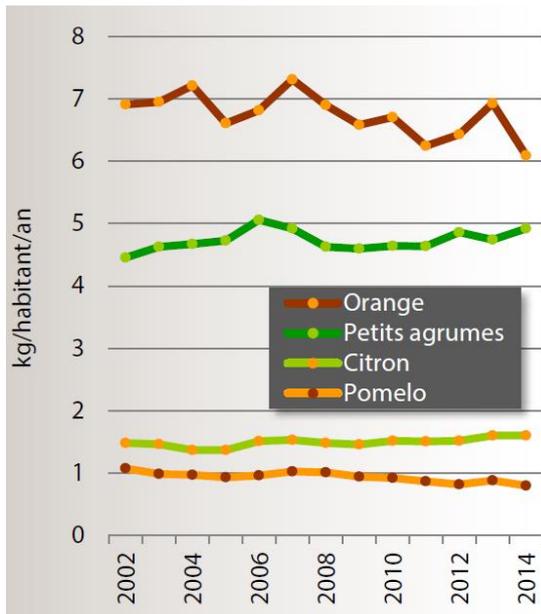
*Annexe 18 : La progression des surfaces de petits agrumes dans les pays du CLAM. Source : FAOSTAT.*



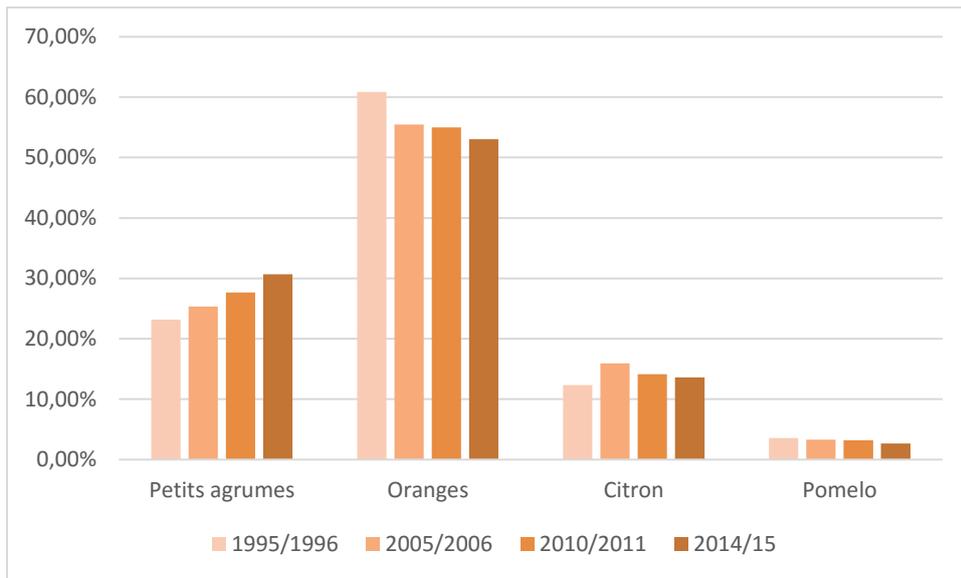
*Annexe 19 : Evolution des ventes de plants de petits agrumes dans la région de Valence en Espagne. En vert les ventes de plants autres que celles de Clemenules, et en bleu les ventes de plants de Clemenules. Source : AVASA.*



Annexe 20 : Evolution du prix des principales variétés du cœur de saison au cours des vingt dernières années. Source : Observatoire des marchés.

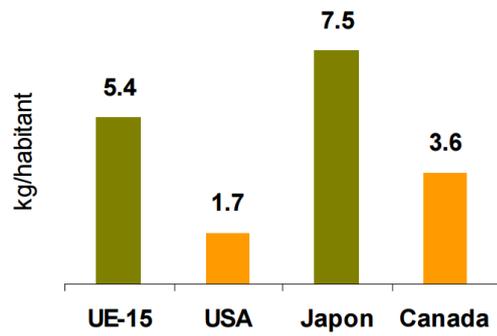


Annexe 21 : Consommation de petits agrumes dans les pays non-producteurs de l'UE-15.  
Source : Eurostat.



Annexe 22 : Part des exportations totales du CLAM par destination. Source : CLAM.

**Petits agrumes - Pays les plus développés  
Consommation en 2009-10**



*Annexe 23 : Consommation de petits agrumes dans les pays plus développés en 2009-10.  
Source : Douanes, FAO, CIRAD.*

	Origine	Culture commerciale depuis	Présence sur le marché
<b>VARIETES LIBRES DE DROIT</b>			
<b>Clemenules</b>	Clémentine issue de la sélection traditionnelle	Depuis le début des années 90	Forte
<b>Clemenine Fina</b>	Clémentine issue de la sélection traditionnelle	Depuis le début du Xxe siècle	Moyenne
<b>Ortanique</b>	Hybride d'origine génétique inconnue	Depuis le milieu des années 90	Moyenne
<b>Fortune</b>	Hybride clémentine Fina x mandarine Dancy	Depuis le milieu des années 90	Faible
<b>VOLCANI RESEARCH INSTITUTE</b>			
<b>Mor</b>	Mutagenèse dirigée de Murcott	Depuis la fin des années 90	Faible
<b>Orri</b>	Mutagenèse dirigée de l'hybride Orah (Temple x Dancy)	Depuis la fin des années 90	Moyenne
<b>CVVP</b>			
<b>Nadorcott</b>	Hybride spontané de Murcott	Depuis la fin des années 90	Moyenne
<b>IVIA</b>			
<b>Safor</b>	Hybride triploïde Fortune diploïde x Kara diploïde	Depuis 2009	Faible
<b>Garbi</b>	Hybride triploïde Fortune diploïde x Tangor Murcott diploïde	Depuis 2009	Faible
<b>Milana</b>	Mutagenèse dirigée Moncada	Pas encore	Non
<b>Moncalina</b>	Mutagenèse dirigée Moncada	Pas encore	Non
<b>Murina</b>	Mutagenèse dirigée Murcott	Pas encore	Non
<b>Alborea</b>	Croisement Fortune diploïde x Wilking diploïde	Pas encore	Non
<b>Albir</b>	Croisement Fortune diploïde x Kara diploïde	Pas encore	Non
<b>Coral</b>	Croisement Fortune diploïde x Mandarine Méditerranéenne diploïde	Pas encore	Non
<b>TRI-5</b>	Croisement Fortune diploïde x Mandarine Méditerranéenne diploïde	Pas encore	Non
<b>TRI-7</b>	Croisement Fortune diploïde x Tangor Murcott diploïde	Pas encore	Non
<b>UNIVERSITE DE RIVERSIDE, CALIFORNIE</b>			
<b>Gold Nugget</b>	Hybride mandarine Wilking x mandarine Kincy	Depuis 2014/15	Non
<b>Shasta Gold / TDE 2</b>	Hybride triploïde mandarine Encore diploïde x mandarine tétraploïde (Temple x Dancy)	Pas encore	Non
<b>Tahoe Gold / TDE3</b>	Hybride triploïde mandarine Encore diploïde x mandarine tétraploïde (Temple x Dancy)	Pas encore	Non
<b>Yosemite Gold / TDE4</b>	Hybride triploïde Encore diploïde x mandarine triploïde (Temple x Dancy)	Pas encore	Non
<b>Tango / Tang Gold</b>	Mutagenèse dirigée nadorcott	Depuis 2014/15	Non

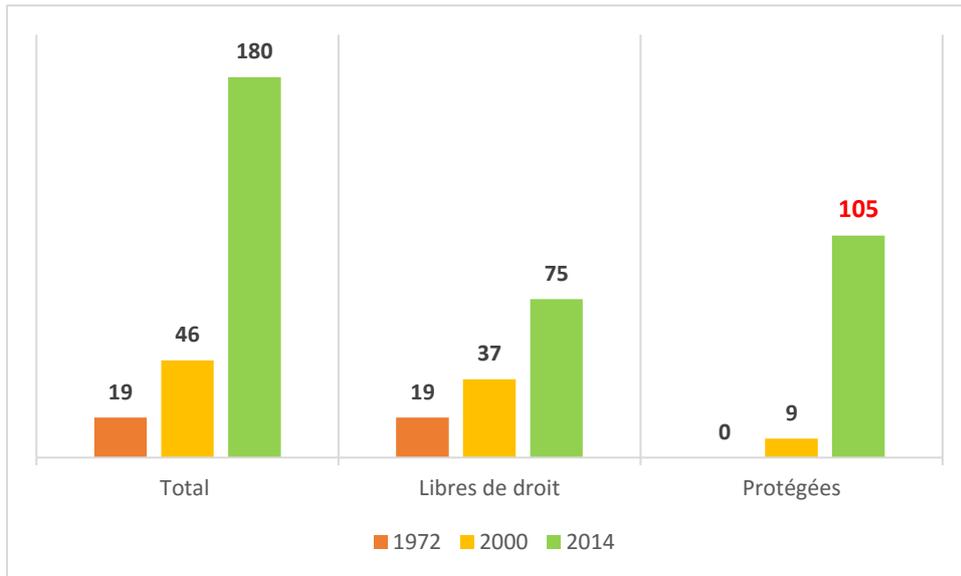
Annexe 24 : Nom, origine génétique, présence de la culture commerciale dans le Bassin Méditerranéen et degré de présence sur le marché des variétés étudiées. Source : IVIA, Université de Riverside, Californie, Volcani Research Institute, Citricos. Variedades y técnicas de cultivo (Soler Aznar, Soler Fayos, and Fundación Ruralcaja Valencia 2006), Citrus varieties of the world (Saunt 2000), Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold-stored "Clemenules" mandarins coated with two commercial waxes (Marcilla et al. 2009), Vida rural N°352 (Usach et al. 2012).

	Total critère rempli	Total critère partiellement rempli	Total critère non rempli (éliminatoires)	Classement
<b>IVIA</b>				
Safor	8	5	1	4
Garbi	7	7	0	6
Milana	9	4	0	1
Moncalina	7	5	1 (1)	-
Murina	5	5	3 (1)	-
Alborea	7	6	0	6
Albir	7	6	0	6
Coral	8	3	1 (1)	-
TRI-5	7	3	2 (1)	-
TRI-7	8	3	1	4
<b>UNIVERSITE DE RIVERSIDE, CALIFORNIE</b>				
Gold Nugget	6	5	3	7
Shasta Gold / TDE 2	9	3	2	3
Tahoe Gold / TDE3	8	4	2	5
Yosemite Gold / TDE4	9	2	3 (1)	-
Tango / Tang Gold	9	5	0	1

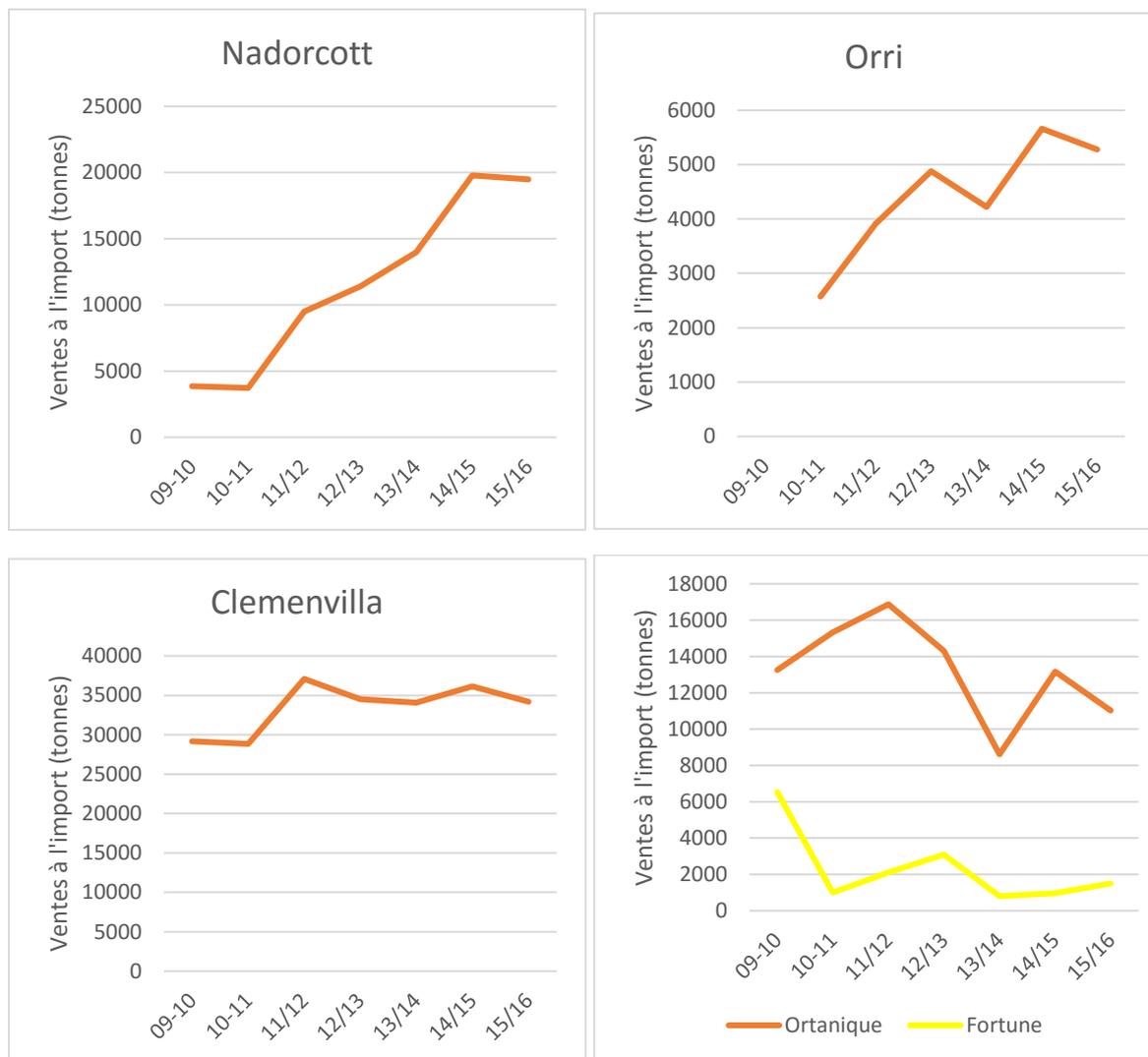
Annexe 25 : Nombre de critères remplis, partiellement remplis et non remplis par variété et classement final des variétés.

SAU (ha)	Espagne (%)	Valence (%)	Andalousie (%)	Murcie (%)
<1	37,8	41,5	23,2	46,1
1<2	21,7	22,6	18,6	17,6
2<5	21,8	21,7	22,5	16,4
5<10	9,5	8,4	12,6	8
10<20	4,8	3,7	8,3	5
20<30	1,6	1	3,8	2
30<50	1,2	0,6	3,7	2
50<100	0,9	0,3	3,3	1,7
>100	0,8	0,2	3,9	1,3

*Annexe 26 : Répartition des exploitations agrumicoles espagnoles en fonction de leur SAU en 2009. Source : Instituto nacional de estadísticas.*



*Annexe 27 : Evolution du nombre de variétés d'agrumes libres de droits, protégées et totales commercialisées en Espagne. Source : AVASA.*



Annexe 28 : Evolution des ventes au stade import des variétés hybrides actuellement présentes sur le marché. Source : données de l'Observatoire des marchés.

### Annexe 29 : Présentation du CIRAD

J'ai réalisé mon stage au sein de l'Observatoire des marchés, qui fait partie du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Le CIRAD est un établissement public français, à caractère industriel et commercial, sous tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et du ministère des Affaires étrangères. Il a pour mission de produire et transmettre des connaissances pour accompagner le développement agricole des pays du Sud et participer au débat sur les enjeux agronomiques au niveau mondial. Pour cela, en plus de ses facilités de de recherche à Montpellier et dans les départements d'Outre-mer, il est implanté directement à l'étranger. Le CIRAD compte actuellement 1 650 agents, dont 800 chercheurs. Ils sont répartis au sein de 34 unités de recherches, elles-mêmes comprises dans trois départements scientifiques : Systèmes biologiques (BIOS), Performance des systèmes de production et de transformations tropicaux (PERSYST) et Environnement et société (ES). Les recherches sont focalisées autour de six axes stratégiques : agriculture écologiquement intensive, valorisation de la biomasse, alimentation durable, santé des animaux et des plantes, action publique pour le développement, sociétés, nature et territoires.

J'ai été accueilli au sein du département PERSYST, qui conduit des études sur les productions tropicales à grande échelle principalement (parcelle, exploitation, transformation) ; et de l'unité propre de recherche « Fonctionnement écologique et gestion durable des agrosystèmes bananiers et ananas » (GECO), qui travaille pour une transition agro-écologique des monocultures intensives (banane, ananas) et le développement de systèmes de cultures résilients pour la sécurité alimentaire (plantain).

### Annexe 30 : Présentation de l'Observatoire des marchés

L'ODM (Observatoire des marchés) est une cellule d'études économiques au sein du CIRAD, composée d'experts des fruits et légumes importés sur le marché Européen. Créé il y a plus de vingt-cinq ans, l'équipe compte actuellement six personnes et travaille en étroite collaboration avec les professionnels du secteur des fruits et légumes frais et transformés à un niveau international. Ainsi, l'expertise de l'ODM repose sur un important réseau constitué de producteurs, d'exportateurs et d'importateurs.

L'ODM est derrière la publication d'une revue bimestrielle (FruiTrop), et de son supplément (FruiTrop Focus), de notes de conjonctures hebdomadaires sur les marchés européens de la banane, de l'avocat et des agrumes importés (FruiTrop weekly), de livres (FruiTrop Thema), d'annuaires statistiques etc. Les abonnés sont très divers : importateurs, exportateurs, professionnels de la grande distribution, ministères, etc.

### Missions au sein de l'ODM

Au sein de l'ODM, j'ai eu la responsabilité de la partie de l'activité de publication de notes de conjoncture hebdomadaires qui concernait l'avocat et les agrumes. A ce titre, j'ai réalisé le suivi et l'actualisation des données (volumes importés par origine, prix de détail), et j'ai recueilli des informations (prix au stade import, rythme des ventes, stocks,) auprès d'importateurs Européens d'avocats et d'agrumes au téléphone de manière hebdomadaire. J'ai utilisé ces données pour rédiger des textes synthétiques en anglais, d'une part sur la situation du marché Européen de l'avocat pour la semaine en cours et d'autre part un texte prévisionnel du développement du marché dans les semaines suivants. Ces textes sont ensuite utilisés pour réaliser la note de conjoncture.

Pendant le reste du temps, je me suis consacré à l'étude du potentiel des variétés innovantes de petits agrumes sur le marché.

Annexe 31 : Avocado report









	Diplôme : Ingénieur Agronome Spécialité : Politique et marchés de l'agriculture et des ressources Spécialisation / option : Politiques de développement national et international Enseignant référent : C. Laroche D.
Auteur(s) : Victor KIEFFER	Organisme d'accueil : CIRAD Adresse : 42 rue Scheffer
Date de naissance* : 2/12/1992	75116 PARIS
Nb pages : 40                      Annexe(s) : 31	FRANCE
Année de soutenance : 2016	Maître de stage : Eric Imbert
Titre français : Les perspectives de croissance du marché Européen pour les petits agrumes du bassin Méditerranéen : Introduction de variétés tardives innovantes à haute valeur ajoutée pour exploiter le dernier réservoir de croissance du marché.  Titre anglais : Growth outlook of the European market for easy-peelers from the Mediterranean region : Introducing innovative late-harvest varieties with high added value to take advantage of the last market growth opportunity.	
Résumé (1600 caractères maximum) :  Le bassin Méditerranéen est le premier exportateur de petits agrumes frais au Monde. Il traverse depuis quelques années une crise en raison d'une production surabondante de clémentines sur les mois de Novembre à Janvier, et la rentabilité des petits agrumes s'est fortement dégradée. Alors que la consommation de petits agrumes plafonne sur les principaux marchés d'importation, l'introduction de nouveaux hybrides tardifs à haute valeur offre une solution cohérente à la crise traversée par les petits agrumes. En effet, la substitution qualitative permettrait au marché d'entamer une croissance en valeur, tout en répondant à des exigences de plus en plus élevées de la part des consommateurs et des producteurs. Nous cherchons à déterminer si les nouvelles variétés d'hybrides développées par les acteurs de l'innovation variétale en petits agrumes ont les caractéristiques pour accomplir la restructuration variétale nécessaire. Nous montrons ensuite que le modèle de l'innovation variétale en petits agrumes est en pleine évolution.	
Abstract (1600 caractères maximum) :  The Mediterranean is the world's biggest fresh easy peeler exporter. For several years it has been in crisis because of excess production of clementines from November through January, and the profitability of easy peelers has declined steeply. While consumption of easy peelers is plateauing out on the main import markets, the introduction of new high-value late hybrids offers a coherent solution to the crisis in which easy peelers are embroiled. Qualitative substitution would help the market begin to grow in value, while meeting increasingly demanding requirements from consumers and producers. We are seeking to determine whether the new hybrid varieties developed by the players in easy peeler varietal innovation have the characteristics to achieve the necessary varietal restructuring. We will then show that the varietal innovation model for easy peelers is rapidly changing.	
Mots-clés : Petits-agrumes, Méditerranée, innovation variétale, hybrides tardifs. Key Words: Easy-peelers, Mediterranea, varietal innovation, late-harvest hybrids.	

\* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires