



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و ايكولوجيا النبات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie et physiologie végétal

Spécialité : Biologie et physiologie de la reproduction

Intitulé :

Etude de la variabilité morphologique au sein d'une collection d'agrumes cultivée à l'Est Algérien, W. Skikda

Présenté et soutenu par : BOUNAB DJAMEL EDDINE

CHAABI YAMINA

Jury d'évaluation :

Président du jury : *MCB AOUAIDJIA NAWEL*

Rapporteur : *MA.A AMRI SIHEM*

Examineurs : *MA.A BOUCHOUKH IMEN*

*Année universitaire
2017 - 2018*

Remerciements

Nous remercions en premier lieu, le bon dieu pour la réalisation de ce modeste travail.

*Nos vifs remerciements s'adressent à notre encadreur Madame **AMRI Sihem**. MA.A, qui nous a aidé à progresser dans notre réflexion grâce à ses conseils, son esprit critique et son soutien tout au long de la réalisation de ce projet.*

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury qui ont consacré une part importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail.

*Nous sommes honorés que Madame **AOUAIDJIA Nawel**. M.C.B ait accepté de présider le jury.*

*Nous tenons aussi à remercier Madame **BOUCHOUKH Imen**. MA.A, qui a pris le temps de lire, corriger et commenter ce travail.*

*Un grand merci à Monsieur **CHALABI Ramdane**, pour son aide précieuse et sa disponibilité, qu'il trouve ici le témoignage de notre gratitude.*

*Nos remerciements s'adressent également à Monsieur **BELBEKRI Nadir** pour sa disponibilité et son précieux soutien.*

Nous remercions également tous nos amis et toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce travail :

A nos parents

A nos frères et sœurs

A nos amis

DJAMEL et YAMINA

Résumé

Quinze accessions d'agrumes, provenant de la région de Skikda situé à l'est Algérien, ont été caractérisées à l'aide de marqueurs morphologiques. Une étude de caractérisation basée sur 15 caractères qualitatifs et 5 caractères quantitatifs sur les feuilles, les fruits et les graines a été reprise selon les descripteurs d'agrumes IPGRI.

Les résultats de l'analyse ont indiqué l'existence d'une grande variabilité morphologique entre les génotypes. Une variation marquée des caractères qualitatifs a été observée pour la forme des feuilles, Intensité de la couleur verte de la feuille, la forme des fruits et la couleur de la pulpe et son intensité, le couleur de l'épicarpe, la forme et la couleur des graines des variétés étudiées. Ainsi qu'une variation notée sur les caractères quantitatifs mesurés tel que la longueur et la largeur des feuilles, la longueur, le diamètre et le poids du fruit.

Les 20 caractères ont été soumis à une analyse multivariée. Les résultats de l'analyse en grappes nous a permis d'établir un dendrogramme séparant les 15 accessions en deux groupes principaux, le premier cluster comprend l'accession Navel demi-sanguine. Le deuxième cluster peut être divisé en deux sous-clusters un le premier comprend les trois accessions de pamplemousse (Pomelo marsh seedless1, Pomelo marsh seedless2, Pomelo marsh seedless3). Le deuxième sous-cluster est subdivisé en deux groupes.

La matrice des distances des accessions prises deux à deux révèle qu'une distance ($d=0$) est observée entre les trois accessions de pamplemousse. En parallèle, la plus grande distance ($d=12$) est observée entre une accession d'orange (navel demi-sanguine) et les trois accessions de pamplemousse.

Mots clés : Agrumes, IPGRI, variabilité morphologique, analyse multi-variée, dendrogramme, Algérie

Abstract

Fifteen citrus fruit accessions from the Skikda region in the Algerian east coast were characterized using morphological markers. A characterization study based on 15 qualitative and 5 quantitative traits on leaves, fruits and seeds were repeated according to IPGRI citrus descriptors.

The results of the analysis indicated the existence of a large morphological variability between the genotypes. A marked variation in the qualitative characteristics was observed for leaf shape, Intensity of leaf color, fruit shape and color of pulp and intensity, color of epicarp, shape and color seeds of the varieties studied. As well as a variation noted on the quantitative characteristics measured such as the length and the width of the leaves, the length, the diameter and the weight of the fruit.

The 20 characters were subjected to multivariate analysis. The results of the cluster analysis allowed us to establish a dendrogram separating the 15 accessions into two main groups; the first cluster includes the half-blood Navel accession. The second cluster can be divided into two sub-clusters, one of which includes the three grapefruit accessions (Pomelo marsh seedless1, Pomelo marsh seedless2, Pomelo marsh seedless3). The second sub-cluster is subdivided into two groups.

The array of accessions distances taken in pairs reveals that a distance ($d = 0$) is observed between the three accessions of grapefruit. In parallel, the greater distance ($d = 12$) is observed between an accession of orange (navel half-blood) and the three accessions of grapefruit.

Key words: Citrus, IPGRI, morphological variability, multivariate analysis, dendrogram, Algeria

ملخص

تم وصف خمسة عشر عينة من ثمار الحمضيات من منطقة سكيكدة في الساحل الشرقي الجزائري باستخدام علامات مورفولوجية. ولهذا الغرض تمت دراسة توصيفية مبنية على 15 صفات نوعية و 5 كمية على الأوراق والثمار والبذور وفقاً لوصف الحمضيات IPGRI.

حيث أشارت نتائج التحليل إلى وجود تباين مورفولوجي كبير بين الأنماط الجينية. النتائج وضحت تباين ملحوظ في الخصائص النوعية لشكل الورقة، شدة لون الورقة، شكل الفاكهة ولون اللب والشدة، لون قشرة الثمرة، الشكل ولون بذور الأصناف المدروسة. بالإضافة إلى الاختلاف الملحوظ في الخصائص الكمية المقاسة مثل طول وعرض الأوراق وطول وقطر الثمرة ووزنها.

تم إخضاع الصفات العشرين للتحليل بمتعدد المتغيرات. سمحت لنا نتائج التحليل للمجموعة بتأسيس مخطط dendrogram يفصل بين الـ 15 عينة إلى مجموعتين رئيسيتين، تشمل المجموعة الأولى العينة Navel demi-sanguine. ويمكن تقسيم المجموعة الثانية إلى مجموعتين فرعين، واحدة منها تضم ثلاثة أنواع من (Pomelo seedless1) pamplemousse, (Pomelo marsh seedless3, Pomelo marsh seedless2). تنقسم المجموعة الفرعية الثانية إلى مجموعتين.

وتكشف مجموعة المسافات التي تم التقاطها في أزواج أن المسافة (d = 0) تُلاحظ بين ثلاثة من عينات pamplemousse. في موازاة لذلك، لوحظت مسافة أكبر (d = 12) بين عينات البرتقال (Navel demi-sanguine) و العينات الثلاث pamplemousse.

الكلمات الرئيسية: الحمضيات، IPGRI، التباين المورفولوجي، التحليل متعدد المتغيرات، dendrogram، الجزائر

SOMMAIRE

Résumé en français

Résumé en anglais

Résumé en arabe

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....1

Chapitre I: Recherche bibliographique

I.1. Origines et distribution géographique des agrumes3

I.2. Importance économique.....5

I.2.1. Dans le monde.....5

I.2.2. Les principaux producteurs d'agrumes dans le monde6

I.2.3. Les zones géographiques de production d'agrumes7

I.2.4. Dans la région du bassin méditerranéen.....8

I.2.5 En Algérie.....9

I.2.5.1 La composition variétale10

I.2.5.2 La production en chiffres.....11

I.3. Taxonomie des agrumes12

I.4. Description botanique des agrumes14

I.4.1. La partie souterraine14

I.4.2. La partie aérienne14

I.4.3. Morphologie et anatomie du fruit16

I.5. Amélioration variétale des agrumes17

I.5.1. Diversité phénotypique chez les agrumes.....17

I.5.2. Ploidie et cytogénétique des agrumes.....18

I.5.3. Système de reproduction chez les agrumes18

I.5.4. Amélioration des porte-greffes19

I.6. La création et la sélection de variétés chez les agrumes20

I.7. Exigences22

I.7.1. Exigences édaphiques22

I.7.2. Exigences climatiques22

| | |
|---|----|
| I.7.2.1. La température | 22 |
| I.7.2.2. La pluviométrie | 23 |
| I.7.2.3. L'humidité | 22 |
| I.7.2.4. Le vent | 23 |
| I.7.2.5. Le réchauffement climatique | 23 |
| I.8. Les contraintes biotiques..... | 23 |
| Chapitre II : Matériel et méthodes | |
| II.1 Matériel végétal | 25 |
| II.2 Caractéristiques du site | 27 |
| II.2.1 Situation géographique..... | 27 |
| II.2.2 Climat..... | 27 |
| II.3. Caractères évalués..... | 28 |
| II.3.1 Les caractères qualitatifs | 29 |
| II.3.1.1. Les feuilles..... | 29 |
| a. Intensité de la couleur verte du limbe de la feuille : (ICFV)..... | 29 |
| b. Forme du limbe de la feuille (FL)..... | 29 |
| c. Largeur de l'aile du pétiole (LAP)..... | 29 |
| d. Forme de l'aile du pétiole (FP)..... | 29 |
| II.3.1.2 Les fruits..... | 30 |
| a- Forme du fruit (FFR)..... | 30 |
| b- Couleur de la peau du fruit (épicarpe) (CEP)..... | 31 |
| c- Texture de la surface du fruit (TSFR)..... | 31 |
| d- Absence/présence d'une aréole (AP/A)..... | 31 |
| e- Nombre de quartiers par fruit (NQ)..... | 31 |
| f- Forme de l'axe en coupe transversale (FCT)..... | 31 |
| g- Couleur de la pulpe (chair) (CPU)..... | 31 |
| h- Intensité de la couleur de la pulpe (ICPU)..... | 32 |
| II.3.1.3 Les graines..... | 32 |
| a- Nombre moyen de graines par fruit (NGFR)..... | 32 |
| b- Forme des graines (FGR)..... | 32 |
| c- Couleur des graines (CGR)..... | 33 |

| | |
|--|----|
| II.3.2 Les caractères quantitatifs | 33 |
| II.3.2.1 Les feuilles..... | 33 |
| a- Longueur du limbe de la feuille [mm] (LOF)..... | 33 |
| b- Largeur du limbe de la feuille [mm] (LAF)..... | 33 |
| II.3.2.2 Les fruits..... | 34 |
| a- Poids du fruit [g] (PFR)..... | 34 |
| b- Diamètre du fruit [mm] (DFR)..... | 34 |
| c- Longueur du fruit [mm] (LOFR)..... | 34 |
| II.4 Matériel utilisé | 34 |
| II.5 Traitement statistique | 36 |
| Chapitre III : Résultats et discussion | |
| III.1 Caractères qualitatifs..... | 37 |
| III.1.1 Les feuilles | 37 |
| III.1.2 Les fruits | 39 |
| III.1.3 Les graines | 41 |
| III.2. Caractères quantitatifs..... | 42 |
| III.2.1 Les feuilles..... | 42 |
| III.2.2 Les fruits..... | 44 |
| III.3 Discussion globale | 47 |
| Conclusion | 49 |
| Perspectives | 50 |
| Références bibliographique | |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau 1 : Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale. (USDA, 2016).... | 6 |
| Tableau 2 : Classification des principaux producteurs d'agrumes et leurs parts (USDA, 2016)..... | 7 |
| Tableau 3 : Liste des accessions étudiées | 25 |
| Tableau 4 : Liste des caractères étudiés | 28 |
| Tableau 5 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des feuilles de 15 accessions d'agrumes | 37 |
| Tableau 6 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des fruits de 15 accessions d'agrumes | 39 |
| Tableau 7 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des graines de 15 accessions d'agrumes | 41 |
| Tableau 8 : Données sur la longueur des feuilles et la largeur des feuilles de 15 accessions d'agrumes | 42 |
| Tableau 9 : Données sur le poids, le diamètre et la longueur des fruits de 15 accessions d'agrumes | 44 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Origines phylogéniques des limes et citrons (INRA, 2016)..... | 4 |
| Figure 2 : Région d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés. (Jacquemond et al., 2013)..... | 5 |
| Figure 3 : Part de la production de Fruits, agrumes par région (FAOSTAT, 2018). | 8 |
| Figure 4 : Répartition des superficies agricoles par région (MADRP, 2013)..... | 10 |
| Figure 5 : Répartition des superficies agricoles par groupe de variétés (MADRP, 2013)..... | 11 |
| Figure 6 : Production d'agrumes (tonnes) en Algérie depuis 1962 (FAOSTATS. in : ACTUALIX.COM, 2015). | 12 |
| Figure 7 : Classification des agrumes et origine génétique des Citrus cultivés (Khefifi, 2015)..... | 13 |
| Figure 8 : Un verger d'agrumes (Khefifi, 2015). | 15 |
| Figure 9 : Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématiques d'une clémentine (Khefifi, 2015). | 16 |
| Figure 10 : Diversité phénotypique des fruits d'agrumes (www.jardiniers- professionnels.com)..... | 17 |
| Figure 11 : Photos de notre collection d'agrumes | 26 |
| Figure 12 : Cartographie de la région d'étude, images satellites | 27 |
| Figure 13 : Forme du limbe de la feuille (IPGRI, 1999). | 29 |
| Figure 14 : Forme de l'aile du pétiole (IPGRI, 1999). | 30 |
| Figure 15 : Forme du fruit (IPGRI, 1999). | 30 |
| Figure 16 : Forme des grains (IPGRI, 1999). | 33 |
| Figure 17 : Balance à précision du type Denever Instrument Company AA-250 | 34 |
| Figure 18 : Balance du type KERN PCB | 35 |
| Figure 19 : Pied à coulisse du type Stainless | 35 |
| Figure 20 : Binoculaire du type Leitz wetzlar | 35 |
| Figure 21 : Dendrogramme obtenu par la méthode UPGMA basée sur la diversité des caractères morphologiques. | 46 |
| Figure 22 : Matrice des distances des accessions | 47 |

Liste des abréviations

[g] : Gramme

[mm] : millimètre

AP/A : Absence/présence d'une aréole

CEP : Couleur de l'épicarpe

CGR : Couleur de la graine

CPU : Couleur de la pulpe

CTV : Citrus Tristeza Virus

d : Distance

DFR : Le diamètre du fruit

ET : Ecart-type

FAO : Food and Agriculture Organization

FCT : Forme de l'axe en coupe transversale

FFR : Forme du fruit

FGR : Forme des graines

FL : Forme du limbe

FP : Forme de l'aile du pétiole

ICPU : Intensité de la couleur de la pulpe

ICVF : Intensité de la couleur verte de la feuille

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

IPGRI : International PhytoGenetic Resources Institut

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

LAF : Largeur de la feuille

LAP : Largeur de l'aile du pétiole

LOF : Longueur de la feuille

LOFR : Longueur du fruit

MADR : Ministère de l'agriculture et du Développement Rural

Max : Maximum

Min : Minimum

MOY : Moyenne

NGFR : Nombre de graine par fruit

NQ : Nombre de Quartiers ou de segments

PFR : Le poids du fruit

TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen

TSFR : Texture de la surface du fruit

USDA : United States Department of Agriculture

INTRODUCTION

Introduction

La culture des agrumes représente à l'aube du troisième millénaire, un intérêt économique de premier ordre, sans cesse grandissant, occupant ainsi la première place des productions fruitières mondiales. L'industrie mondiale des jus de fruits est aussi dominée par les jus d'agrumes.

Le bassin méditerranéen est considéré comme la seconde zone de diversification des agrumes et a constitué un tremplin pour l'expansion des espèces agrumicoles cultivées à travers le monde. Ainsi, les pays méditerranéens sont des sources riches en germoplasmes ayant un potentiel considérable pour le développement de variétés nouvelles. L'industrie des agrumes est l'une des composantes principales de l'agriculture méditerranéenne. Leader mondial pour les petits agrumes, elle en représente 60% de la totalité du commerce international, un marché en pleine expansion en Europe, aux USA et au Japon.

Bien que les agrumes soient produits dans plus de 140 pays, la Chine, le Brésil, les Etats-Unis et le bassin méditerranéen produisent plus de 64% de la production mondiale.

La diversité génétique au sein des agrumes se traduit par une variabilité des caractères morphologiques ou de couleur, organoleptiques mais aussi des résistances aux facteurs biotiques et abiotiques. En plus de cette variabilité agro-morphologique, les agrumes se caractérisent par une variabilité biochimique et moléculaire souvent utilisée pour étudier les relations phylogéniques entre les différentes espèces (Ollitrault et al., 1999).

Les caractères morphologiques sont parmi les premiers marqueurs utilisés dans la gestion du matériel génétique (Smith et Smith, 1992) et continuent de révéler de nombreuses informations sur la diversité génétique de diverses cultures (Mathew et al., 2007, Prabalee et al., 2007). Les propriétés morphologiques ont été le principal caractère utilisé pour la reconnaissance et la description des taxons végétaux (Duminil et Michele, 2009, Dwari et Mondal, 2011). La facilité d'examen et la présence de descripteurs établis pour évaluer la diversité génétique rendent les caractères morphologiques avantageux (Szczepaniak et Cieslak, 2011). De plus, la morphologie est applicable à tous les niveaux de la hiérarchie taxonomique. Plusieurs auteurs ont étudié et caractérisé des sélections morphologiquement différentes de plantes d'agrumes, afin d'augmenter le nombre de génotypes susceptibles d'être utilisés dans des programmes de sélection ou d'être libérés comme nouvelles variétés (Koehler-Santos et al., 2003). Plusieurs scientifiques (Domingues et al., 1999) ont utilisé des

caractères liés aux plantes, aux fleurs, aux fruits et aux feuilles pour décrire et caractériser des variétés de mandarines distinctes et leurs hybrides.

En Algérie le nombre d'arbres d'agrumes occupent le second rang après l'olivier, mais leur importance économique les classe nettement en tête de nos productions fruitières.

La culture commerciale des agrumes dans notre pays est localisée dans les zones irrigables de la partie nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite, car celle – ci influe fortement sur la physiologie des agrumes. La plantureuse Mitidja, berceau de l'agrumiculture, a conservé sa suprématie d'antan, puisqu'elle groupe encore près du tiers des plantations algériennes.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation, de l'identification et de préservation des ressources phylogénétiques locales d'Agumes en se basant sur des caractères morpho-agronomiques afin d'identifier les variétés algérienne et contribuer à constituer notre catalogue variétal d'agrumes.

Pour développer la thématique notre travail nous allons d'abord montrer l'importance de la culture des agrumes par une recherche bibliographique, nous exposerons ensuite notre démarche de travail par une partie matériel et méthode, Suivit par d'une partie résultats et discussion et à la fin nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE I

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.1. Origines et distribution géographique des agrumes

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que le pool génétique original des agrumes a pris naissance au Sud-Est asiatique il y a plusieurs millénaires. Les études phylogénétiques par Scora (1975) et Barrett et Rhodes (1976) ont suggéré que la diversité des agrumes se structure uniquement autour des trois espèces "vraies" : pamplemoussiers *C. maxima* (L.) Osb. mandariniers (*C. reticulata* Blanco) et cédratiers (*C. medica* L.). La différenciation entre ces taxons sexuellement compatibles s'explique par un processus de fondation dans trois zones géographiques (pamplemoussiers : archipel malais et Indonésie, cédratiers : Nord-est de l'Inde et régions voisines de Birmanie et de Chine, mandariniers : Vietnam, la Chine du sud et le Japon (Webber *et al.*, 1967; Scora, 1975) et par une évolution allopatrique (spéciation qui a lieu quand deux populations ou plus d'une espèce sont physiquement séparées ainsi elles ne peuvent pas se croiser) (Nicolosi *et al.*, 2000). Des études moléculaires récentes ont conclu à l'implication d'un quatrième taxon additionnel ancestral, *C. micrantha* Wester (Nicolosi *et al.*, 2000; Froelicher *et al.*, 2011). L'apparition des autres espèces cultivées : orangers, bigaradiers, citronniers, pomelos, limettiers, a eu lieu ensuite par hybridation entre ces taxons de base mis en contact par les échanges commerciaux et les migrations humaines (Herrero *et al.*, 1996b; Federici *et al.*, 1998; Ollitrault *et al.*, 1999; Nicolosi *et al.*, 2000).

Alors que les origines asiatiques des oranges et mandarines ou méditerranéenne de la clémentine sont bien établies, on sait depuis cette année seulement que le citron jaune est né en Méditerranée d'un mariage entre le cédrat (parent mâle) et la bigarade (parent femelle) (INRA., 2016).

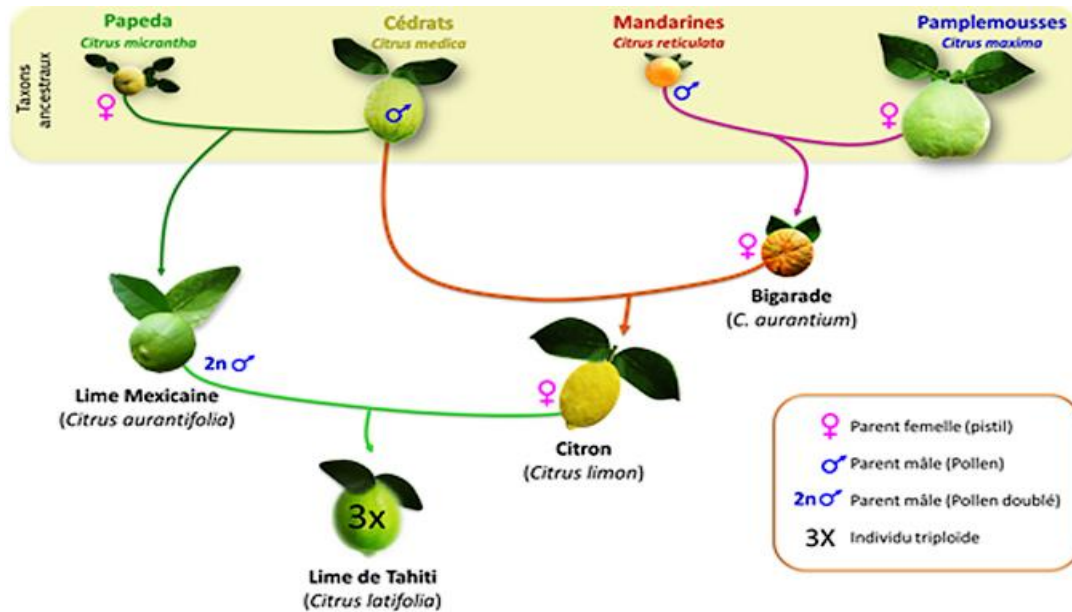


Figure 1 : Origines phylogéniques des limes et citrons (INRA, 2016).

- ✓ L'oranger commun (*Citrus sinensis*) et le bigaradier (*Citrus aurantium*) sont considérés comme les hybrides entre les pools génétiques des pamplemoussiers et des mandariniers.
- ✓ Le limettier mexicain (*Citrus aurantifolia*) résulte probablement d'une hybridation directe entre un cédratier et *C. micrantha* (un papéda).
- ✓ Les citrons (*Citrus limon*) dériveraient d'une hybridation entre un cédratier et un bigaradier.
- ✓ Le pomelo (*Citrus paradisi*) serait un hybride entre un pamplemoussier et un oranger.

La recherche en généalogie des agrumes est cependant complexe à cause de la grande diversité et de l'éloignement des centres d'origine. La localisation précise des zones d'origine des différentes espèces a fait l'objet de controverse. Les zones de diversité actuelle et les études historiques témoignent en faveur de trois zones de diversification primaires des agrumes (Webber et al., 1967; Scora, 1975) :

- ✓ Le nord-est de l'Inde, le nord de Birmanie et le sud de Chine seraient les zones de diversification du cédrat (*C. medica*) et d'apparition de la lime (*Citrus aurantifolia*), du citron (*Citrus lemon*), du bigaradier (*Citrus aurantium*) et de l'orange (*Citrus sinensis*).
- ✓ L'archipel Malais et l'Indonésie auraient constitué le centre d'origine du pamplemousse (*Citrus grandis*).
- ✓ Les mandariniers se seraient diversifiés sur une vaste zone couvrant le Vietnam, la Chine du sud et le Japon.



Figure 2 : Région d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés. (Jacquemond et al., 2013).

I.2. Importance économique

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en terme de valeur en commerce international ; cette importance est justifiée par leur :

- ❖ Consommation comme des produit frais ou après leur transformation (jus ; sirop,... etc) ;
- ❖ Grande qualité nutritive riche, en vitamine C, B6, et constituent une source de fibres d'acide ascorbique et folique, du potassium et du calcium ;
- ❖ Effet bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (ITAFV, 2014).

I.2.1. Dans le monde

La culture des agrumes a pris naissance il y a probablement 4000 ans dans les régions subtropicales du continent asiatique et de l'archipel Malais. Le commerce international des agrumes frais a débuté il y a deux siècles environ. Aujourd'hui cultivés sur plus de 3 millions d'hectares et dans plus de 100 pays aux climats tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, les

agrumes constituent la principale culture fruitière dans le monde. L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes. Un autre facteur expliquant l'importance de l'agrumiculture à l'échelle mondiale réside dans la valeur thérapeutique des fruits d'agrumes et la conscience de leurs bienfaits pour la santé. La libéralisation du commerce ainsi que les avancées technologiques en matière de stockage et de transport, ont engendré une mondialisation de l'industrie des agrumes. L'industrie mondiale du jus de fruit est aussi dominée par les jus d'agrumes.

Selon les données mondiale du Département des agrumes Américain de l'Agriculture USDA, la production mondiale d'agrumes tous produits confondus s'élève à plus 90 Mt pour la campagne 2016/17 avec un TCAM de 1,2% durant la période 2007-2017.

En général, la production mondiale des agrumes se décline en quatre catégories ainsi réparties:

Tableau 1 : Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale. (USDA, 2016).

| Variétés d'agrumes : | Part dans la production mondiale |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Oranges | 54% |
| Tangerines, Mandarines | 31% |
| Citrons | 8% |
| Pamplemousses | 7% |

I.2.2. Les principaux producteurs d'agrumes dans le monde

La Chine est le premier producteur d'agrumes dans le monde avec une part de 34% et un volume de 29,5 millions de tonnes, elle est suivie par le Brésil avec une part de 2%. L'UE arrive au 3ème rang suivi par le Mexique (6,7 millions de tonnes) et les Etats unis (4,6 millions de tonnes). Le Maroc occupe le septième rang, suivi par la Turquie avec une part de 1,6%. (USDA, 2016). Quant à l'Algérie, elle occupe la 18ème place dans le rang mondiale, avec une production de 1.2 millions de tonnes par ans (FAO, 2013).

Tableau 2 : Classification des principaux producteurs d'agrumes et leurs parts 2016/2017. (USDA, 2016).

| Pays | Production en tonnes | Part en % |
|-------------------------|----------------------|-----------|
| 1-Chine | 29500000 | 34% |
| 2-Brésil | 19217000 | 22% |
| 3-Union européen | 10766101 | 13% |
| 4-Mexique | 6775000 | 7,9% |
| 5-USA | 4601311 | 5,4% |
| 6-Egypte | 3000000 | 3,5% |
| 7-Maroc | 2315040 | 2,7% |
| 8-Turquie | 1399000 | 1,6% |

I.2.3. Les zones géographiques de production d'agrumes

Bien que l'aire moderne de culture des agrumes soit très vaste, le Brésil, le Bassin méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis contrôlent à eux seuls les deux tiers de la production mondiale d'oranges, de petits agrumes, de citrons et limes et de pamplemousses et pomelos, la part la plus importante de la production se concentre dans les pays de l'hémisphère Nord, où la récolte s'échelonne d'octobre à Mi-juin (Jacquemond *et al.*, 2013).

- ❖ L'Asie constitue le premier producteur mondial d'agrumes frais, avec une part de production de 55.4% ;
- ❖ Ensuite, viens l'Afrique avec une part de production de 36.5% ;
- ❖ Les deux continents américains qui représentent une part de production de 7.7% ;
- ❖ Enfin, l'Europe et l'Océanie représentent une part de production de 0.5% (FAOSTAT, 2016).

Part de la production de Fruits, agrumes nda par région

Moyenne 2010 - 2016

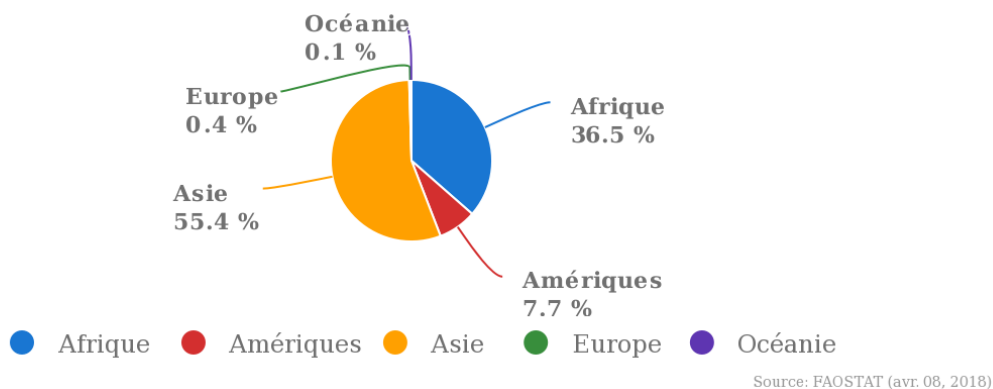


Figure 3 : Part de la production de Fruits, agrumes par région. Source (FAOSTAT, 2018).

I.2.4. Dans la région (bassin méditerranéen)

La Méditerranée fait partie des principales zones de production agrumicoles dans le monde. Elle figure en troisième position, avec 17 millions de tonnes, derrière la Chine et le Brésil. Le taux de croissance des exportations du bassin méditerranéen a augmenté significativement ces dernières années d'environ 2,5% par an au lieu de 1,2% entre 1975 et 1995 (Imbert, 2007).

Le bassin méditerranéen a su tirer profit de ses nombreux atouts pour développer une stratégie visant à s'imposer sur le marché mondial des agrumes frais. Les clés de ce succès sont un climat favorable à la production de fruits de première qualité, une gamme variétale en constante évolution, la mise en place d'importantes règles de protection phytosanitaires et enfin la recherche et le développement de nouveaux marchés (Europe de l'Est, Chine, Moyen-Orient). Ainsi, un agrume frais sur deux échangés dans le monde provient de cette région (Imbert, 2005). La transformation reste pour les producteurs de cette zone un outil de régulation du marché en permettant d'absorber et de valoriser les écarts de triage (Imbert, 2008).

Le profil variétal est largement dominé par les oranges (50%) suivies des « petits » fruits avec près de 20% (Imbert 2005). Deux types de pays producteurs peuvent être distingués. Des pays producteurs-consommateurs tels que l'Italie, l'Égypte, la Turquie ou la Grèce qui représentent dans l'ensemble 40% de la production méditerranéenne mais plus de 70% de la consommation régionale. Enfin, des pays producteurs-exportateurs, notamment l'Espagne, le

Maroc et Israël qui représentent 50% de la production méditerranéenne et près de 75% des exportations.

I.2.5 En Algérie

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreux pays. Il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activité économique aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation transport, etc....) (Farhat *et al*, 2010).

Cette culture revêt une importance stratégique pour l'Algérie comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles. Sur le plan social, la culture des agrumes emploi en moyenne 140 jours/ha/an, sans compter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformation, commercialisation) (I.T.A.F, 2002).

Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines Littorales et Sublittorales, où les conditions de sol et de climat sont favorables (Younsi, 1990).

Selon ce même auteur les principales zones agrumicoles sont localisées comme suit :

- ❖ La plaine de la Mitidja.
- ❖ Le périmètre de la Mina et du Cas Chélif.
- ❖ Le périmètre de l'Habra.
- ❖ La plaine d'Annaba.
- ❖ La plaine de Skikda.

La culture des Citrus est localisée essentiellement dans les zones irrigables de la partie Nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite.

La plaine de la Mitidja de la région centre du pays est la zone potentielle en agrumiculture, elle couvre une surface de : 36 219 ha en 2013 ce qui représente environ 56,4% de la superficie agrumicole totale. (Fig4).

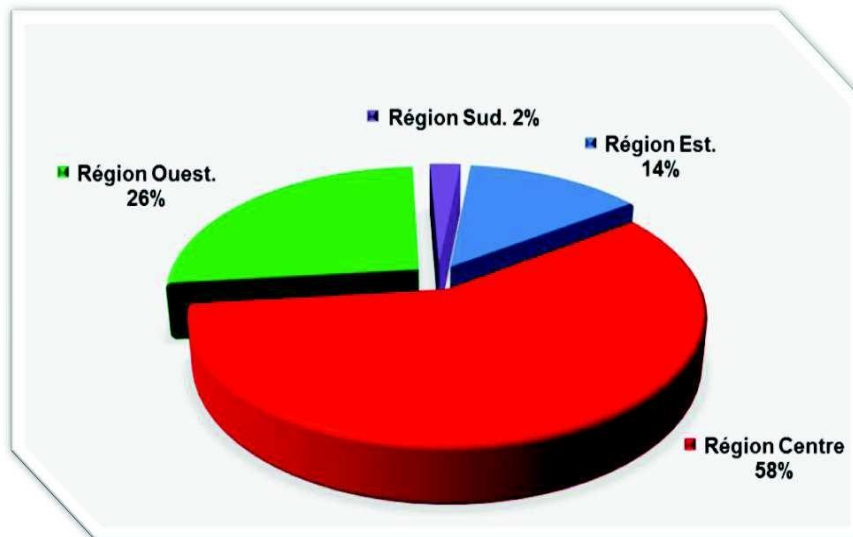


Figure 4 : Répartition des superficies agrumicoles par région (MADRP, 2013).

I.2.5.1. La composition variétale

En Algérie, Le verger agrumicole est constitué de tous les groupes Citrus avec une prédominance des oranges, qui occupe à lui seul, 73% de la surface agrumicole totale, suivies du groupe des clémentiniers avec 16% de la surface agrumicole puis du groupe citronniers avec 6,9% et des mandariniers avec un taux de 4%. Ce groupe, auquel on reproche le manque de résistance du fruit aux intempéries et aux conditions de transport, n'est plus beaucoup planté, et en dernière place, le groupe des pomelos avec 0,1% de la superficie totale (régression des superficies plantées annuellement) (Fig5).

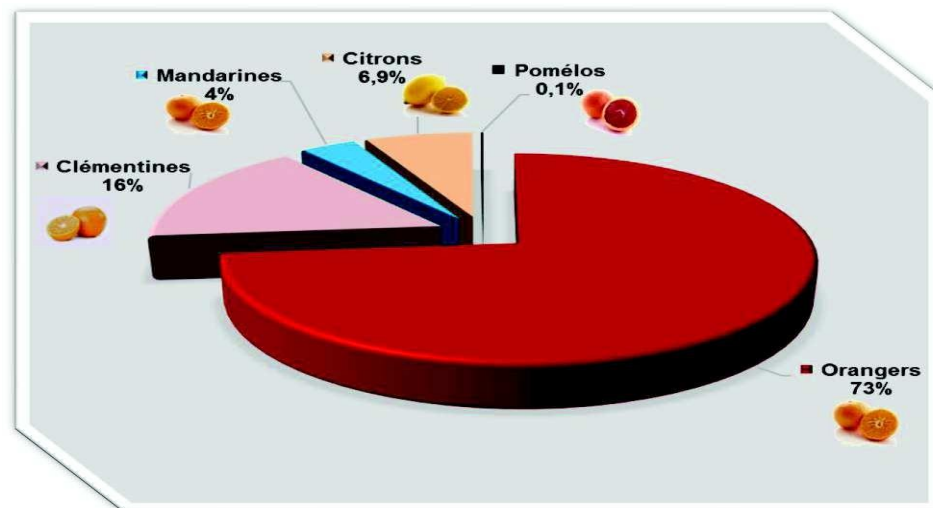


Figure 5 : Répartition des superficies agrumicoles par groupe de variétés (MADRP, 2013).

I.5.2.2. La production en chiffres

La culture des agrumes en Algérie remonte à une époque lointaine. Son développement a pris de l'ampleur à partir du XIV^{ème} siècle avec l'arrivée des musulmans d'Andalousie.

L'essor du commerce des produits agrumicoles se situe au XIX^{ème} siècle avec le déclin de l'agrumiculture Espagnole.

Durant les années soixante l'Algérie exportait, en moyenne, 25% de sa production. La période 1970/80 a connu la réorientation de la production destinée à l'exportation vers la satisfaction de la demande du marché intérieur.

De la fin des années 80 jusqu'à 1999, l'agrumiculture a connu une régression dont les effets sont: un arrêt de développement, une érosion du savoir-faire due à un délaissement des vergers.

Avec l'avènement des différents programmes, dès 1999, l'agrumiculture au même titre que les autres filières a bénéficié d'une relance grâce à des mesures incitatives aussi bien financières, socio économiques, technico-scientifique qu'organisationnelles.

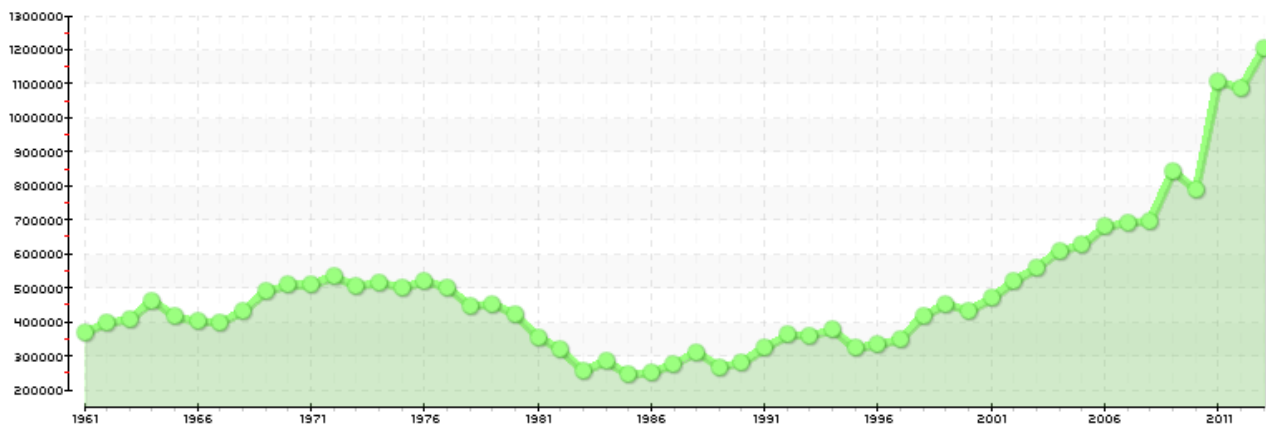
Le programme du renouvellement économique et rural vise l'augmentation et l'amélioration qualitative de la production pour la satisfaction des besoins de la population et l'exportation.

Un regain d'intérêt vers l'agrumiculture a été enregistré ces dernières années. Les agrumiculteurs sont fortement encouragés par le programme national du développement

agricole. Ainsi, la superficie agrumicole totale a connu une progression ; elle est passée de 46010 ha en 2000 à 64766 ha en 2013 soit une augmentation de 30% selon les derniers recensements fournis par Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Ces accroissements en superficie sont accompagnés avec des augmentations sensibles dans la production agrumicole où la production totale en agrumes de l'année 2013 a atteint 1.204.801 tonnes de toutes variétés confondues (MADRP, 2013).

La culture des agrumes représente pour notre pays un segment stratégique. Selon les dernières statistiques (FAO, 2016), l'agrumiculture couvre actuellement une superficie totale de : 58749 ha. La production totale avoisine les 1203752 tonnes toutes variétés confondues pour un potentiel de 1,5 à 2 millions de tonnes dès l'entrée en production des jeunes vergers et

Algérie - Production d'agrumes (tonnes)



Source : FAO
Années : 2015
Création : Actualitix.com - Tous droits réservés



Figure 6 : Production d'agrumes (tonnes) en Algérie depuis 1962 (FAOSTATS d'après ACTUALIX.COM, 2015).

I.3. Taxonomie des agrumes

Les agrumes comportent une grande diversité d'espèces. Cette diversité n'est pas complètement explorée et exploitée. En fait, les agrumes appartiennent principalement à trois genres botaniques sexuellement compatibles : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*. Ces trois genres avec huit autres genres appartiennent à la sous-tribu des *Citrinae*, tribu des *Citreae*, sous-famille des *Aurantioideae*, famille des *Rutaceae* et l'ordre des Géraniales (Swingle, 1967). Les espèces appartenant au genre *Fortunella* donnent des fruits dont la peau est comestible.

Le *Poncirus* est monospécifique. Il est utilisé surtout comme porte-greffe du fait des tolérances qu'il porte à plusieurs contraintes biotiques (Gommose à *Phytophthora*, Tristeza, nématodes...) et aux basses températures.

Le genre *Citrus* est celui qui regroupe un très grand nombre d'espèces y compris la plupart des espèces cultivées et comestibles. Le nombre d'espèces appartenant à ce genre varie en fonction des classifications des taxonomistes. En effet tandis que Swingle (1967) y répertorie seize espèces, Tanaka (1961) y décrit cent cinquante- six espèces. La classification de Tanaka (1961) reste la plus utilisée, même si tout le monde s'accorde à dire que celle de Swingle se rapproche le plus de la définition d'une espèce. En 1997, Mabberley a proposé une autre classification qui regroupe les six genres inter-fertiles des agrumes : *Poncirus*, *Fortunella*, *Citrus*, *Eromocitrus*, *Microcitrus* et *Clymenia* en un seul genre nommé *Citrus* (Mabberley, 1997).

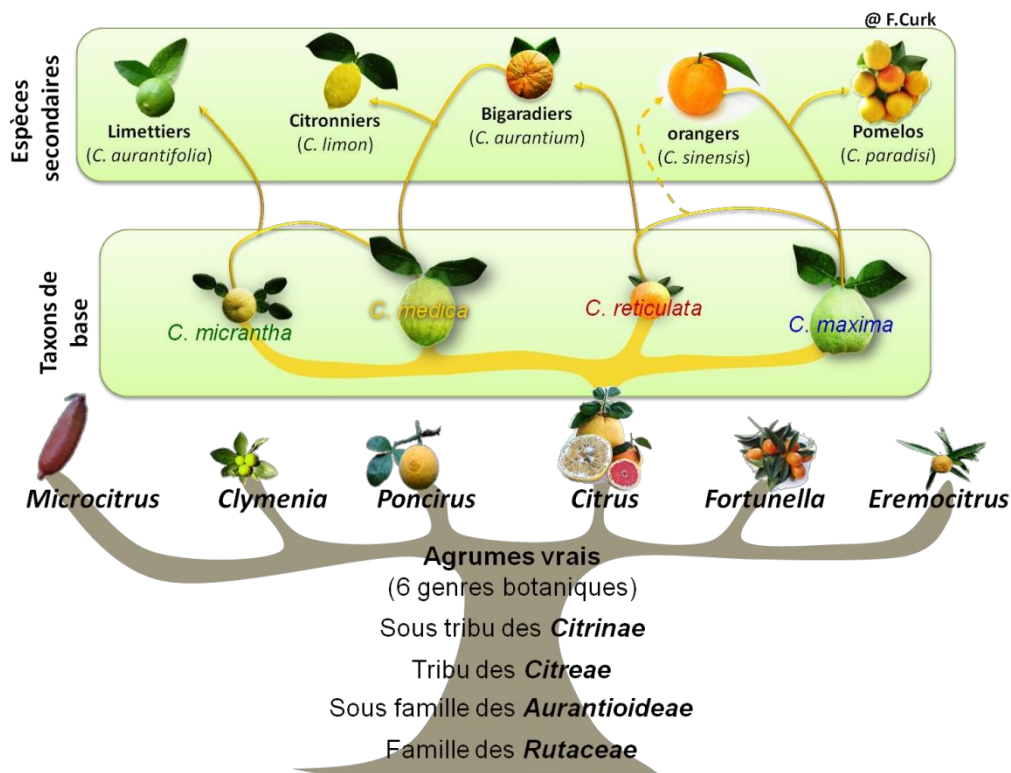


Figure 7 : Classification des agrumes et origine génétique des Citrus cultivés (Khefifi, 2015).

En référence à la classification de (Swingle, 1967), on distingue huit principaux groupes taxonomiques : *C. medica* (L.) (cédratiers), *C. reticulata* Blanco (mandariniers), *C. maxima* (L.) Osb. (pamplemoussiers), *C. sinensis* (L.) Osb. (orangers), *C. aurantifolia* (Christm.)

Swing. (limettiers), *C. paradisi* Macf. (pomelos), *C. limon* (L.) Burm. F. (citronniers), *C. aurantium* (L.) (bigaradiers).

Classification de genre *Citrus* :

Classification de Cronquist (1981) :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : *Citrus* L.

I.4. Description botanique des agrumes

Selon Richard (2004), les agrumes sont composés de deux parties : la partie souterraine qui forme le porte-greffe et la partie aérienne (greffon) qui porte les fruits de la variété de l'espèce cultivée.

I.4.1. La partie souterraine :

- ✓ Les racines principales : les racines sont très solides et ont également pour fonction de maintenir au sol un arbre généreux dont la frondaison présente, par sa persistance et son abondance, une forte prise au vent ;
- ✓ Les racines secondaires : elles absorbent les éléments minéraux indispensables à l'alimentation de l'arbre en éléments nutritifs (Richard, 2004).

I.4.2. La partie aérienne :

Selon Richard, 2004 :

- Le tronc : on greffera sur ce dernier, à quelques dizaines de centimètres du sol, la variété choisie. Le tronc conduit, vers la frondaison, la sève riche en éléments minéraux ;

- Les branches charpentières : elles prennent naissance sur le tronc et restent limitées par la taille au nombre de trois ou quatre et porteront les sous-mères, qui porteront à leur tour les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères ;

- Les feuilles : selon les espèces et les variétés, mais aussi selon l'âge et la taille, les feuilles présentent des formes et des tailles très diverses. Plus larges et plus grandes, celles du citronnier sont aussi plus claires que celles de l'oranger, ovales et d'un vert sombre ;

- Les fleurs : le calice de la fleur du citron est constitué de 3 ou 5 sépales verts, de 5 pétales plus généralement blanc chez l'oranger, ou pourpres pour ceux du citronnier. Les étamines au nombre de 20 à 30 sont soudées à leur base par groupes de trois ou quatre. Le pistil est formé de plusieurs carpelles. L'ovaire constitue la base du stigmate sur lequel se fixera le pollen libéré au printemps ;

- Les fruits : ils varient selon les espèces et les variétés et présentent des poids et des tailles variables. Ils sont oblongs ou sphériques. L'épiderme (on dit aussi l'écorce) est jaune ou vert et contient les glandes riches en huile essentielle largement utilisée en aromathérapie. La pulpe est la chair du fruit qui renferme plus ou moins de jus ; se divise par quartier 8 à 11 pour les citrons.



Figure 8 : Un verger d'agrumes (Khefifi, 2015).

I.4.3. Morphologie et anatomie du fruit

Tous les fruits des agrumes ont la même structure. Seuls la dimension et la forme changent d'une espèce à une autre. Il s'agit d'un point de vue biologique d'une baie charnue (Figure 9). Le fruit est composé de deux parties: la peau également appelée péricarpe et la pulpe appelée aussi endocarpe. Le péricarpe est composé d'un épicarpe qui correspond au flavédo et d'un mésocarpe qui correspond à l'albédo (Ladanyia, 2008). Le flavédo représente la partie externe colorée (vert, jaune, orange...) contenant les glandes à huiles essentielles. L'albédo quant-à-lui représente la partie interne de la peau composée de tissus spongieux de couleur blanchâtre. Au milieu de l'endocarpe se trouve l'axe central du fruit (columelle) qui est entouré par les segments. Ces derniers sont composés de vésicules à jus nommés aussi sacs à jus (Salunkhe et Kadam, 1995 ; Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996 ; Ladanyia, 2008).

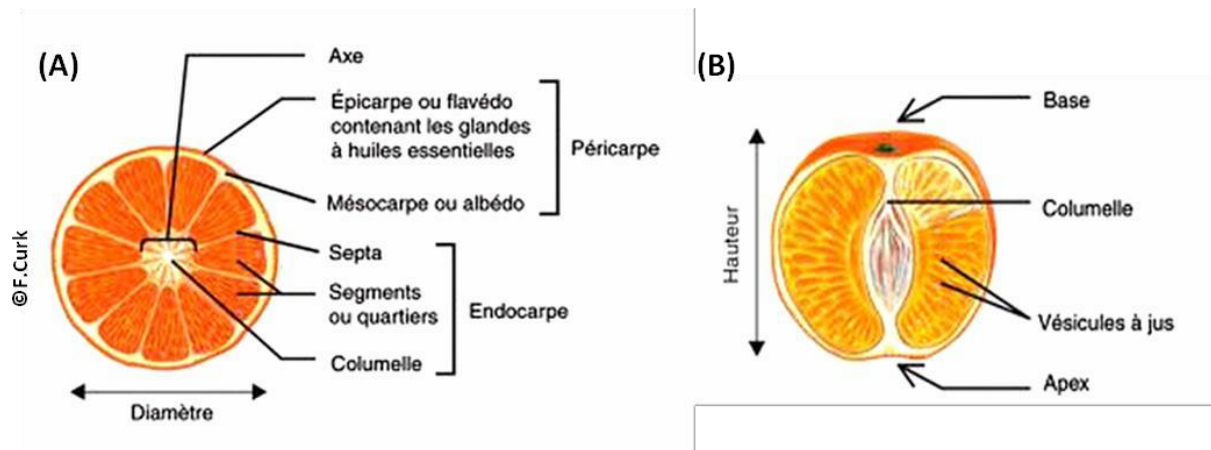


Figure 9 : Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématisées d'une clémentine (Khefifi, 2015).

I.5. Amélioration variétale des agrumes

I.5.1. Diversité phénotypique chez les agrumes

La diversité agromorphologique des agrumes est considérable (Figure 10). Elle concerne aussi bien les caractères organoleptiques et pomologiques que les résistances aux facteurs biotiques ou abiotiques. Ainsi, cette diversité ouvre des perspectives intéressantes pour l'utilisation des ressources génétiques en amélioration variétale. Elle est fortement marquée entre les espèces.



Figure 10 : Diversité phénotypique des fruits d'agrumes (www.jardiniers-professionnels.com).

Cette variabilité se manifeste particulièrement au niveau des fruits. Le diamètre des fruits peut varier de quelques millimètres chez certains kumquats et micrantha à plus de 30 centimètres pour certains pamplemoussiers. L'épaisseur de l'albedo quasi inexistant chez les mandariniers constitue la majeure partie du fruit chez les cédratiers. La coloration du fruit, due à la présence de métabolites secondaires, les flavonoïdes (anthocyanes) et/ou les caroténoïdes (lycopène, bêta carotène, volaxanthine...) varie du jaune/vert chez les limettiers, les cédratiers, les citronniers, les pamplemoussiers au rouge/orange chez les orangers et mandariniers voire au violacé chez les Microcitrus. La pulpe peut également présenter des couleurs et des teneurs en acidité variables entre les espèces. Les agrumes présentent un port variable en fonction des espèces allant du buisson à l'arbre. Au niveau foliaire, les feuilles des Citrus sont majoritairement monofoliées, persistantes et présentent des tailles et formes variables suivant les espèces. Seuls les Poncirus se caractérisent par des feuilles totalement trifoliées et caduques.

I.5.2. Ploïdie et cytogénétique des agrumes

Les agrumes et les genres apparentés, à grande majorité diploïdes, ont un nombre de chromosomes de base n égal à 9, soit $2n = 2x = 18$ (Krug, 1943). Des phénomènes de polypléidisation naturelle peuvent survenir, mais seuls quelques polypléïdes naturels ont été identifiés, tels que *Fortunella hindsii* (Praloran, 1971), tétraploïde ; *Citrus latifolia* (Nogler, 1984), triploïde ; *Clausena excavata*, allotétraploïde (Froelicher, et al. 2000) et *Glycosmis pentaphylla*, hexaploïde (Richards, 1986).

Le comportement méiotique des agrumes ainsi que leurs hybrides interspécifiques et intergénériques est généralement régulier, et les irrégularités méiotiques sont peu fréquentes (Cavalcante, et al. 2000).

I.5.3. Système de reproduction chez les agrumes

Les agrumes sont caractérisés par une floraison abondante. Pour la majorité des espèces, elle a lieu en début de printemps dans l'hémisphère nord, néanmoins certaines variétés telles que le citronnier Eureka, sont capables de fleurir plusieurs fois par an. La période de floraison pour une même variété peut varier d'une zone géographique à une autre et selon les températures au moment de l'induction florale en fin d'hiver. En revanche, les *Poncirus* fleurissent plus précocement (un mois plus tôt) et le développement des bourgeons floraux précède celui des bourgeons végétatifs. Les agrumes du genre *Fortunella* possèdent la

floraison la plus tardive, soit environ deux mois après la floraison des Citrus. Ces écarts de précocité de floraison contribuent à l'accroissement de la différenciation génétique entre ces trois genres.

La fleur est de type hermaphrodite, formée de 3 à 5 sépales qui constituent le calice, de 4 à 8 pétales blancs ou légèrement pourpres qui constituent la corolle et enfin des appareils reproducteurs mâles (étamines) et femelles (pistil et stigmate). Chez certaines espèces comme *Poncirus trifoliata*, *Citrus limon*, *C. aurantifolia* et *C. medica*, le pistil peut être absent ou atrophié chez un bon nombre de fleurs. La proportion de fleurs portant des anthères vides est également variable suivant le cultivar et les conditions de culture.

Le stigmate est réceptif quelques jours avant l'anthèse et plusieurs jours après. Chez certains cultivars, l'autopollinisation est facilitée par la proximité entre l'anthère et le stigmate ou par la déhiscence précoce des anthères. Cependant, l'allopollinisation par le biais d'insectes est la stratégie la plus commune grâce au pouvoir attractif des fleurs (l'attrait de la corolle, le parfum, le nectar abondant, le pollen). On assiste à une chute de fleurs et de jeunes fruits tout juste noués souvent dans des proportions importantes (90% chez le citronnier, 95% chez l'oranger et le clémentinier).

La reproduction chez les agrumes peut se faire selon deux voies : sexuée et asexuée (Koltunow, et al. 1995a). Le système de reproduction des agrumes se caractérise par une grande diversité de comportement. La polyembryonie et l'apomixie de nombreux génotypes constituent sans doute sa plus grande originalité et ont sans doute limité considérablement les brassages génétiques en induisant, dans les semis, des fréquences très élevées de multiplication conforme du génotype maternel. A l'inverse, l'autoincompatibilité a dû favoriser la recombinaison dans les populations monoembryonnées.

I.5.4. Amélioration des porte-greffes

La sélection de porte-greffe à multiplication végétative est une nécessité agronomique pour garantir la production et assurer son développement dans différentes régions du monde présentant des conditions agro-environnementales contrastées. Le travail de création et de sélection a pour but de trouver des porte-greffe adaptés aux caractéristiques des sols et aux différents pathogènes qui s'y trouvent. Dans le bassin méditerranéen, les principaux problèmes rencontrés sont la salinité, l'alcalinité des sols calcaires, le virus de la Tristeza, les nématodes et le *Phytophthora*. Jusqu'à l'arrivée de la Tristeza, le principal porte-greffe utilisé

était le bigaradier car il était l'un des rares à tolérer, dans une certaine mesure, la salinité, les pH élevés, et les sols calcaires (Grosser, et al. 2004). Toutefois, les arbres greffés sur bigaradier sont plus vulnérables aux maladies causées par certaines souches du virus de la Tristeza des agrumes (Rao, et al. 2008). De nouveaux porte-greffe offrant une bonne compatibilité avec les cultivars d'agrumes locaux et tolérants à ces diverses contraintes doivent être trouvés. D'intéressants caractères de tolérance vis-à-vis de stress biotiques et abiotiques existent dans les espèces du genre *Citrus* et des genres apparentés. La recombinaison génétique, utilisable pour exploiter cette diversité génétique, est limitée par la biologie de la reproduction des agrumes et la forte hétérozygotie de la plupart des cultivars et porte-greffe. En revanche, l'hybridation somatique apparaît comme étant une voie plus favorable au cumul des caractères d'intérêt agronomique et de tolérances à des pathogènes tels que la Tristeza et le *Phytophthora*.

Le porte-greffe doit être également compatible au greffage avec la variété et favoriser le développement durable d'arbres capables de produire des fruits en grandes quantités et de bonne qualité (Khan et Kender 2007). Les porte-greffe permettent de moduler le comportement de l'association porte-greffe/cultivar pour de nombreux caractères. Ainsi pour l'ensemble des zones de culture, la sélection d'un porte-greffe conférant à l'association portegreffe/ cultivar une résistance ou une tolérance à la Tristeza est une priorité. La majorité des pays producteurs s'orientent vers la reconversion de leur verger en utilisant des porte-greffe tolérants ou résistants à cette maladie. Cependant, il apparaît que la plupart des porte-greffe tolérant sont mal adaptés à plusieurs autres contraintes. L'objectif majeur est de créer de nouveaux porte-greffe cumulant des tolérances aux contraintes biotiques et abiotiques tout en conférant un niveau de qualité élevée aux fruits.

I.6. La création et la sélection de variétés chez les agrumes

La sélection humaine s'est manifestée, dans un premier temps, il y a plusieurs millénaires, sur la domestication des agrumes d'intérêt, et par la suite sur le maintien et la multiplication des variantes. Ce n'est qu'à partir du début du XIX^{ème} siècle que l'homme a réellement essayé d'orienter la création d'hybrides en contrôlant la pollinisation. Les projets d'amélioration variétale formulent plusieurs objectifs selon l'espèce, il s'agit d'élargir la saison de maturation (cultivars à maturation précoce ou tardive), la production de fruits sans pépins et faciles à éplucher (pour les mandariniers), la résistance au froid, une meilleure standardisation des fruits (forme et taille) et de la composition chimique du fruit, une maîtrise

du comportement post-récolte et la résistance à la plupart des maladies et des ravageurs nuisibles. D'autres objectifs visent la diversification de la gamme variétale autour d'un idéotype (par exemple la clémentine). Les améliorateurs d'agrumes, tirant profit de la propagation végétative, mettent tout leur effort dans l'induction du polymorphisme dans un seul cycle à partir duquel ils font de la sélection clonale. La sélection concerne donc ou bien les mutations spontanées identifiées en verger, ou les génotypes obtenus par hybridation, la mutagenèse induite, ou encore après avoir eu recours aux différentes approches biotechnologiques (hybridation somatique, transformation) (Ollitrault et Navarro, 2012).

L'agrumiculture se base sur l'association de deux variétés : l'une formant le porte-greffe et l'autre formant le greffon. Les porte-greffes sont sélectionnés pour leur adaptation et leur meilleure tolérance aux contraintes biotiques et abiotiques. Par ailleurs les variétés doivent être productives et les fruits de bonne qualité (Praloran, 1971). Le développement de la culture des agrumes repose sur la création de nouveaux porte-greffes et de nouvelles variétés ayant la majorité des critères recherchés (Luro et al., 2013). L'amélioration génétique s'appuie sur les connaissances des diversités phénotypiques, des mécanismes reproductifs et de la diversité génétique (Ollitrault et Luro, 1997). En effet, c'est via l'exploitation des ressources génétiques que l'amélioration pourra sélectionner les variétés les plus propices à répondre aux attentes des agrumiculteurs pour faire face aux contraintes biotiques et abiotiques et à celles des consommateurs.

Actuellement, les biotechnologies peuvent donner des résultats significatifs en amélioration par le transfert de gènes qui contrôlent la résistance aux maladies, insectes et herbicides, mais leur application pour l'amélioration des caractères quantitatifs, comme l'efficacité et l'efficacé ainsi que la qualité des fruits, ne semble se dégager dans l'immédiat. Pour cela, une intégration équilibrée des deux méthodes d'amélioration (conventionnelle et biotechnologies), est probablement le meilleur chemin à suivre pour le développement de l'industrie des agrumes (Nicotra, 2001). La reproduction sexuée est principalement utilisée pour la diversification chez les mandarines et pour l'amélioration des porte-greffes (Forner et al., 2003). Les ressources génétiques effectivement exploitées par voie sexuée apparaissent restreintes et peu de cultivars commerciaux largement cultivés à travers le monde sont issus de programmes d'amélioration conventionnelle (Ollitrault et Navarro, 2012). En effet, plusieurs facteurs limitent l'utilisation de la voie sexuée comprenant entre autres (1) la polyembryonie, (2) la stérilité mâle et femelle, (3) l'auto-incompatibilité, (4) la forte hétérozygotie ou encore (5) la longueur de la phase juvénile.

I.7. Exigences :**I.7.1. Exigences édaphiques :**

Selon Loussert (1989), les qualités essentielles d'un bon sol agrumicole sont :

- La perméabilité varie de 10 à 30 cm/h.
- Le sol doit avoir un pH qui se situe entre 6 et 7.
- La plantation doit être à 4 ou 5 m d'écartement.
- Le taux de calcaire compris entre 5 à 10%.
- Une bonne teneur satisfaisante en P_2O_5 et K_2O assimilables.

I.7.2. Exigences climatiques**I.7.2.1. La température**

Les agrumes sont sensibles à toutes les températures inférieures à 0°C, par contre ils peuvent supporter des températures élevées supérieures à 30°C à condition qu'ils soient convenablement alimentés en eau (Loussert, 1985). Les températures moyennes annuelles favorables sont de l'ordre de 14°C. La température moyenne hivernale est de 10°C et la température moyenne estivale est de 22°C.

I.7.2.2. La pluviométrie

Les citrus comptent parmi les arbres fruitiers les plus exigeants. Les besoins annuels varient entre 1000 à 1200 mm, dont 600 mm pendant l'été, qui ne peuvent être fournis que par l'irrigation surtout dans les zones méditerranéennes (Mutin, 1977).

I.7.2.3. L'humidité

Elle ne semble pas avoir une forte influence sur le comportement des agrumes aux mêmes. Elle a par contre, des incidences sur le développement de certains parasites ainsi que la fumagine et les moisissures (Loussert, 1989). Certains ravageurs comme les cochenilles peuvent proliférer en colonies importantes. Une humidité basse provoque une intense respiration du végétal et ainsi les besoins en eau augmentent.

I.7.2.4. Le vent

Blondel (1959), qualifie le vent comme étant l'ennemi le plus important des agrumes. Les dégâts qu'il cause dans les jeunes plantations sont incalculables suite à la chute précoce des fruits. Les oranges doivent être protégés des vents par l'installation de brise vent de *Casuarina*, de *Cypres*, d'*Acacia* et de *Pinus* (Loussert, 1985).

I.7.2.5. Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique, phénomène d'élévation durable des températures des océans et de l'atmosphère à l'échelle mondiale, constitue la principale forme de changement climatique. Les mesures terrestres de température réalisées au cours du XXe siècle montrent une élévation de la température moyenne. Ce réchauffement se serait déroulé, au cours du XXe siècle, en deux phases, la première de 1910 à 1945, la seconde de 1976 à aujourd'hui.

La compréhension scientifique du climat montre désormais sans équivoques que le changement climatique lié au réchauffement global est déjà en cours. Selon la communauté scientifique, ce changement est attribué aux activités humaines des 100 dernières années (Pachauri et Resinger, 2007). Le réchauffement de la planète dû à un effet de serre accentué par les rejets de gaz à effets de serre est intimement lié aux émissions de CO₂ par combustion des matières carbonées fossiles. Bien que ce phénomène de réchauffement de la planète est reconnu par la majorité des scientifiques, de grandes incertitudes subsistent quant à l'ampleur, à la nature et au rythme des phénomènes qu'il va provoquer, ainsi qu'à leurs impacts sur les écosystèmes naturels et l'agriculture : élévation de la température, modification du régime des précipitations, instabilité et accidents climatiques, mais aussi l'effet positif de l'augmentation du taux atmosphérique du gaz carbonique sur la croissance de la végétation (Paillot et al., 1999). Cependant, on estime que dans certains pays, les rendements des productions non irriguées pourraient être réduits de plus de 50 % en 2020.

I.8. Les contraintes biotiques

La production méditerranéenne d'agrumes est très majoritairement dédiée au marché frais. L'aspect sanitaire des fruits a donc un impact important sur le devenir de la production. Le bassin méditerranéen est encore indemne de la plupart des maladies importantes, mais les agrumes y sont confrontés à des pathogènes endémiques et à d'autres qui émergent. Au 19ème siècle et début du 20ème siècle les vergers d'agrumes ont été décimés par des maladies telles que le phytophthora et la tristeza provoquée par le CTV. Les infections bactériennes et

cryptogamiques se produisant aussi en post-récolte ne sont pas négligeables. De tous les pathogènes, le virus de la tristezza est parmi les pathogènes les plus importants dans le monde causant des dommages économiques considérables et susceptible de répandre l'infestation à de nouvelles zones (Brlansky et al., 1988). Le CTV a été disséminé dans tous les grands bassins agrumicoles mondiaux par des échanges internationaux de matériel végétal contaminé ou par transmission via plusieurs espèces de pucerons: *Toxoptera citricida* Kirk., le puceron brun des agrumes, étant le vecteur le plus efficace de la maladie (Rocha-Pena et al., 1995). Durant le siècle dernier, plus de 50 millions d'arbres greffés sur bigaradier (*Citrus aurantium* L.) ont été décimés par le CTV, en Argentine, au Brésil, aux Etats-Unis, en Espagne ou au Venezuela. Le symptôme le plus foudroyant de la Tristezza étant le Quick Decline, mort brutale affectant orangers et mandariniers greffés sur bigaradier. Le Stem-Pitting est le symptôme cortical typique de la maladie rencontré sur pomélo (*C. paradisi* Macf.) et oranger doux (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), quelque soit le porte-greffe.

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Matériel végétal :

Le matériel végétal, objet de cette étude, est constitué de 15 accessions dont 3 mandariniers, 4 orangers, 5 citronniers et 3 pamplemoussiers fournies avec leur feuillage. Ces accessions nous ont été livrées par un marchand de fruits qui possède le listing des variétés. Ces fruits ont été récoltés de la ville de Skikda située à l'Est de l'Algérie.

Tab 3 : Liste des accessions étudiées

| N° | Nom des accessions | Nom botanique |
|----|-----------------------|--|
| 01 | Mandarine Satsuma | <i>Citrus reticulata subsp. Unshiu</i> |
| 02 | Citronnier Lisbonne | <i>Citrus limon</i> |
| 03 | Citronnier Lisbonne | <i>Citrus limon</i> |
| 04 | Citronnier Eureka 45 | <i>Citrus limon</i> |
| 05 | Citronnier Eureka 45 | <i>Citrus limon</i> |
| 06 | Citronnier Eureka 45 | <i>Citrus limon</i> |
| 07 | Pomelo marsh seedless | <i>Citrus paradisi</i> |
| 08 | Pomelo marsh seedless | <i>Citrus paradisi</i> |
| 09 | Pomelo marsh seedless | <i>Citrus paradisi</i> |
| 10 | Tagerine Dancy | <i>Citrus reticulata</i> |
| 11 | Mandarine d'Australie | <i>Citrus</i> |
| 12 | Navel demi sanguine | <i>Citrus sinensis</i> |
| 13 | Orange blanche | <i>Citrus sinensis L.</i> |
| 14 | Orange douce | <i>Citrus sinensis L.</i> |
| 15 | Cedrat digide | <i>Citrus medica L.</i> |

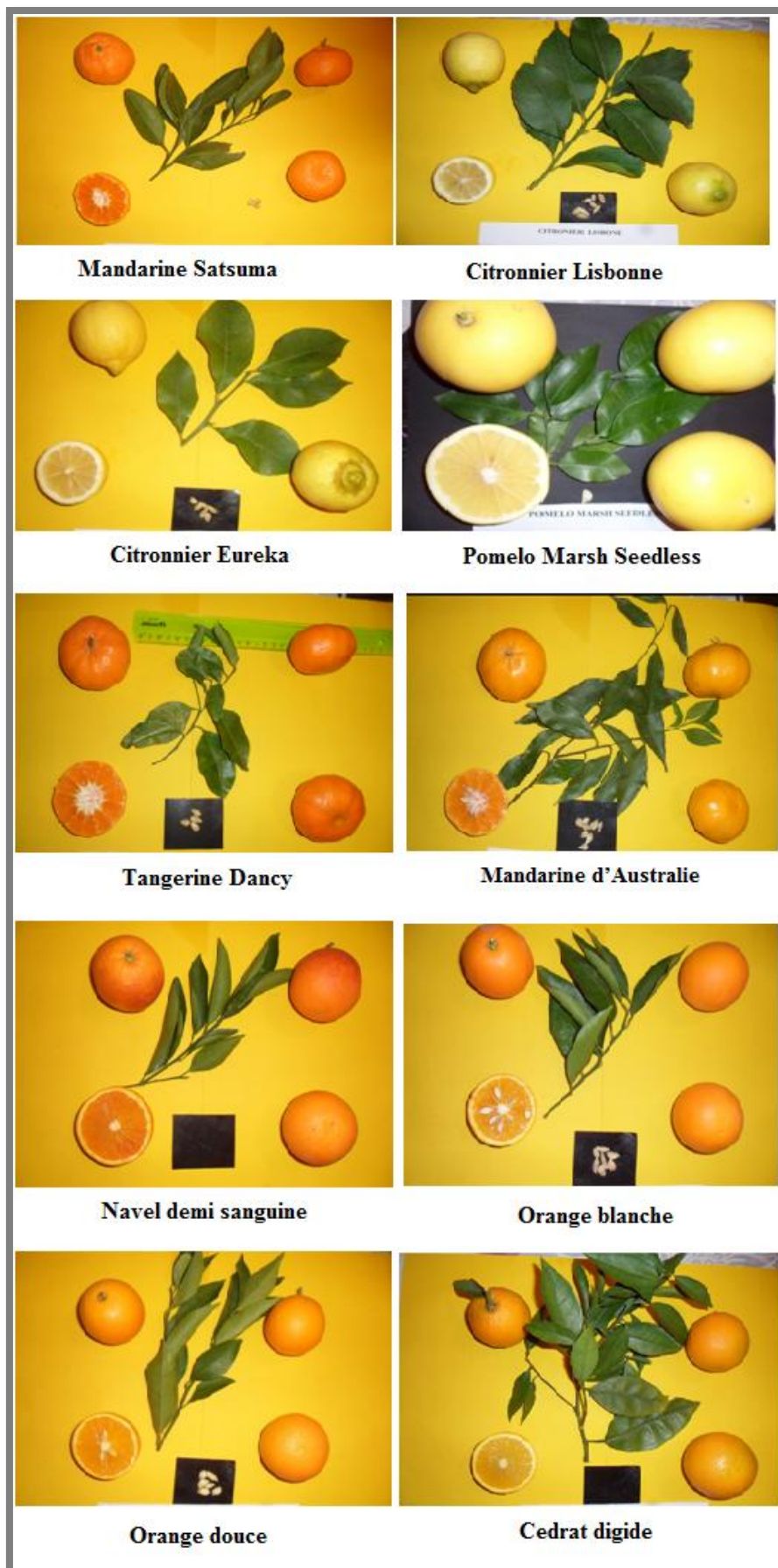


Figure 11 : Photos de notre collection d'agrumes

II.2 Caractéristiques du site :

II.2.1 Situation géographique

La wilaya de Skikda est située à l'Est de l'Algérie (36°53'N 06°54'E, 42m) et s'étend sur 4137km² soit approximativement 1/432 de la surface de l'Algérie.

La région est limitée au nord par la méditerranéenne, au sud par la wilaya de Mila, Constantine et Guelma, à l'est par la wilaya d'Annaba et à l'ouest par la wilaya de Jijel (voir fig 12)

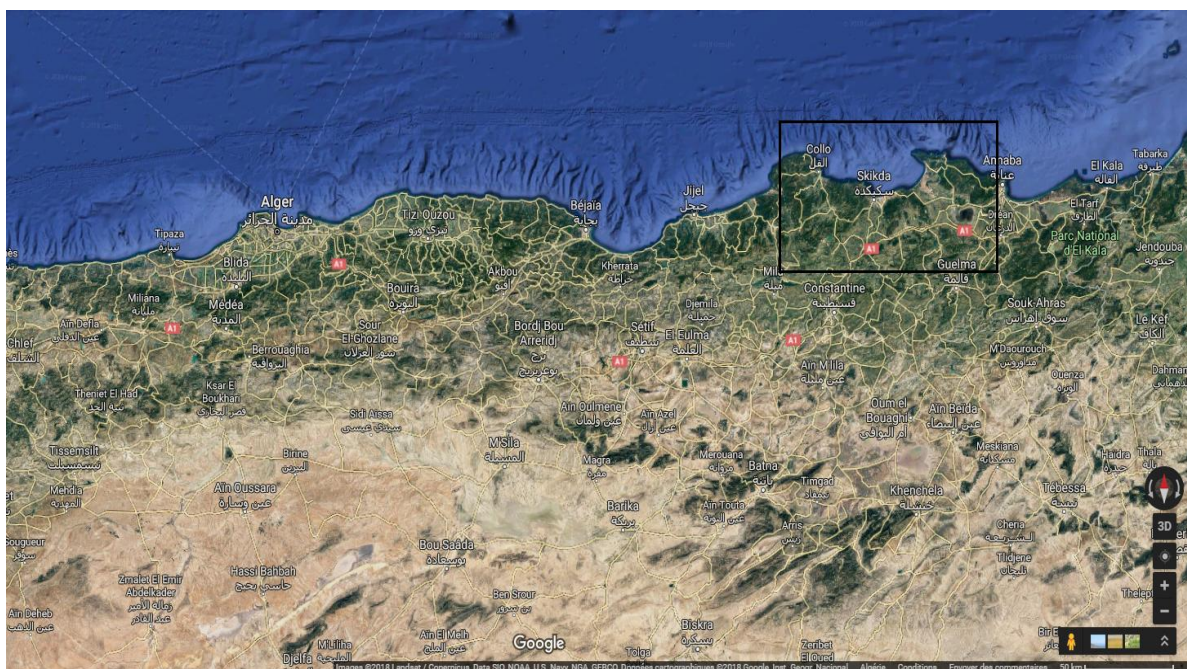


Figure 12 : Cartographie de la région d'étude, images satellitaire

II.2.2 Climat

La Wilaya de Skikda appartient aux domaines bioclimatiques humide et subhumide. L'étage humide couvre toute la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'est et au sud, il est à variante douce ou tempérée au littoral et froide à l'intérieur. L'étage subhumide couvre le reste de la Wilaya, notamment les plaines, la variante chaude ou douce se localise sur le littoral et la variante tempérée ou froide à l'intérieur.

La région de Skikda est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie.

II.3. Caractères évalués

Au stade de maturité, 10 fruits et 10 feuilles ont été récoltés pour chaque accession, d'une manière aléatoire. Les échantillons prélevés sont mis dans des sachets en plastique contenant le code de chaque variété pour les analyser au niveau du laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétales, situé à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine 1.

Pour cette étude 20 caractères morphologiques ont été choisis en se basant sur le descripteur international de l'IPGRI (International PhytoGentic ressources Institut), dont 15 caractères qualitatifs et 5 caractères quantitatifs, et en prenant compte essentiellement des parties : feuilles, fruits et graines. Les caractères mesurés ou estimés sont les suivants :

Tab 4 : Liste des caractères étudiés

| N° | Les caractères étudiés | Abréviations |
|----|---|--------------|
| 01 | Intensité de la couleur verte de la feuille | ICVF |
| 02 | Longueur de la feuille | LOF |
| 03 | Largeur de la feuille | LAF |
| 04 | Forme du limbe | FL |
| 05 | Largeur de l'aile du pétiole | LAP |
| 06 | Forme de l'aile du pétiole | FP |
| 07 | Le poids du fruit | PFR |
| 08 | Le diamètre du fruit | DFR |
| 09 | Longueur du fruit | LOFR |
| 10 | Forme du fruit | FFR |
| 11 | Couleur de l'épicarpe | CEP |
| 12 | Texture de la surface du fruit | TSFR |
| 13 | Absence/présence d'une aréole | AP/A |
| 14 | Quartiers | NQ |
| 15 | Forme de l'axe en coupe transversale | FCT |
| 16 | Couleur de la pulpe | CPU |
| 17 | Intensité de la couleur de la pulpe | ICPU |
| 18 | Nombre de graine par fruit | NGFR |
| 19 | Forme des graines | FGR |
| 20 | Couleur de la graine | CGR |

II.3.1 Les caractères qualitatifs :

Les observations ont été faites sur 10 feuilles mûres par arbre adulte avec trois répétitions sauf indication contraire.

II.3.1.1 Les feuilles

Observée lorsque les feuilles sont complètement développées

a. Intensité de la couleur verte du limbe de la feuille : (ICFV)

- 1 Claire
- 2 Moyenne (vert)
- 3 Foncée

b. Forme du limbe de la feuille (FL)

Voir Fig.

- 1 Elliptique
- 2 Ovée
- 3 Obovale
- 4 Lancéolée
- 5 Orbiculaire
- 6 Obcordée
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI)

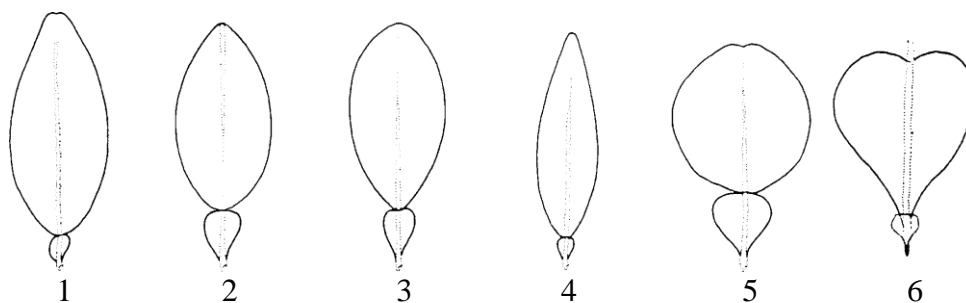


Figure 13 : Forme du limbe de la feuille (IPGRI, 1999).

c- Largeur de l'aile du pétiole (LAP)

Mesurée sur une feuille complètement développée

- 3 Etroite
- 5 Moyenne
- 7 Large

d- Forme de l'aile du pétiole (FP)

Voir Fig.

- 1 Obcordée
- 2 Obdeltoïde
- 3 Obovale
- 4 Linéaire (sans illustration)
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI)

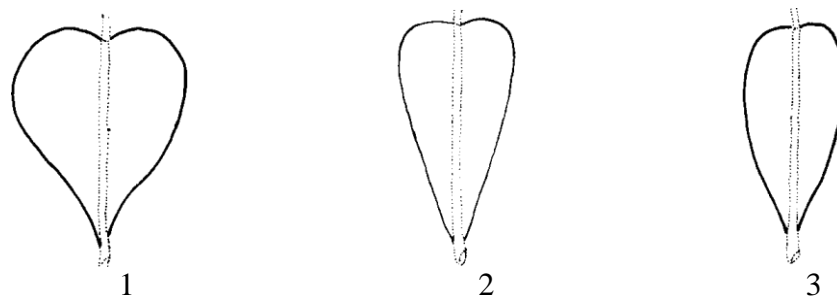


Figure 14 : Forme de l'aile du pétiole (IPGRI, 1999).

II.3.1.2 Les fruits

a- Forme du fruit (FFR)

Voir Fig.

- 1 Sphéroïde
- 2 Ellipsoïde
- 3 Piriforme
- 4 Oblique (asymétrique)
- 5 Aplatie
- 6 Ovoïde
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

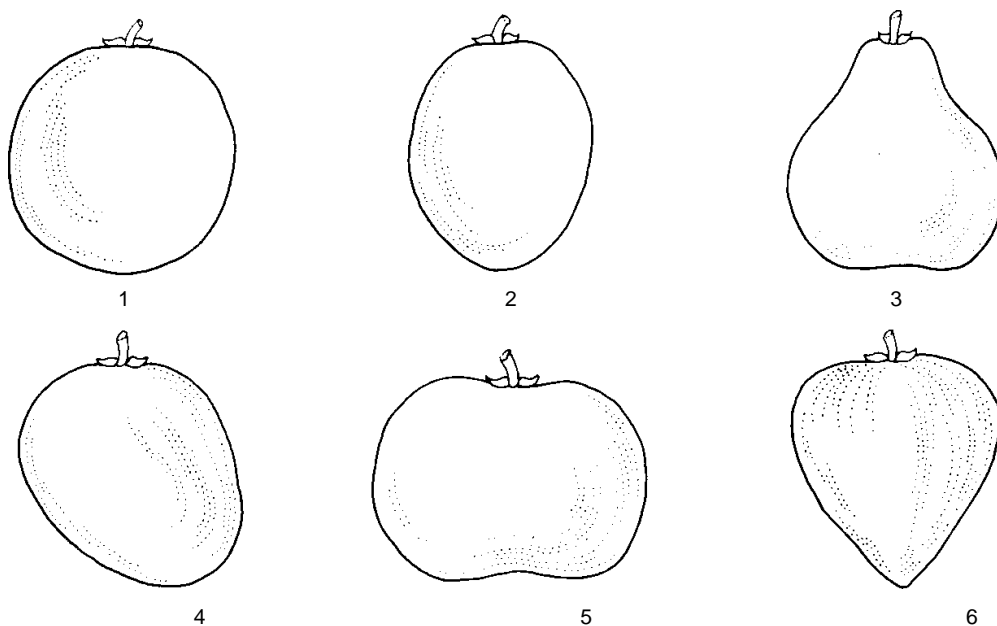


Figure 15 : Forme du fruit (IPGRI, 1999).

b- Couleur de la peau du fruit (épicarpe) (CEP)

Observée à maturité.

- 1 Vert
- 2 Vert-jaune
- 3 Jaune pâle
- 4 Jaune
- 5 Jaune foncé
- 6 Orange clair
- 7 Orange
- 8 Orange foncé
- 9 Rose-jaune
- 10 Rose-orange
- 11 Rouge
- 12 Rouge-orange
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

c- Texture de la surface du fruit (TSFR)

- 1 Lisse
- 2 Irrégulière
- 3 Papillée
- 4 Picotée
- 5 Bosselée
- 6 Rainures et côtes longitudinales
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

d- Absence/présence d'une aréole (AP/A)

- 0 Absente
- 1 Présente

e- Nombre de quartiers par fruit (NQ)

- 1 <5
- 2 5 - 9
- 3 10 - 14
- 4 15 - 18
- 5 >18

j- Forme de l'axe en coupe transversale (FCT)

- 1 Ronde
- 0 Irrégulière

k-Couleur de la pulpe (chair) (CPU)

- 1 Blanc
- 2 Vert
- 3 Jaune
- 4 Orange
- 5 Rose
- 6 Rouge pâle

- 7 Orange rouge
- 8 Rouge
- 9 Pourpre
- 99 Autre (Préciser dans le descripteur IPGRI).

I-Intensité de la couleur de la pulpe (ICPU)

- 3 Pâle
- 7 Foncée

II.3.1.3 Les graines

Graines complètement développées extraites de 30 fruits à maturité (sauf indication contraire), prélevés sur trois arbres choisis au hasard en blocs solides.

a- Nombre moyen de graines par fruit (NGFR)

Observer seulement les graines complètement développées sur arbres de pollinisation libre

- 0 Sans
- 1 1 – 4
- 2 5 – 9
- 3 10 – 19
- 4 20 – 50
- 5 > 50

b- Forme des graines (FGR)

Observée sur 20 graines. Voir Fig.

- 1 Fusiforme
- 2 Claviforme
- 3 Cunéiforme
- 4 Ovoïde
- 5 Semi-deltaïde
- 6 Sphéroïde
- 7 Semi-sphéroïde
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

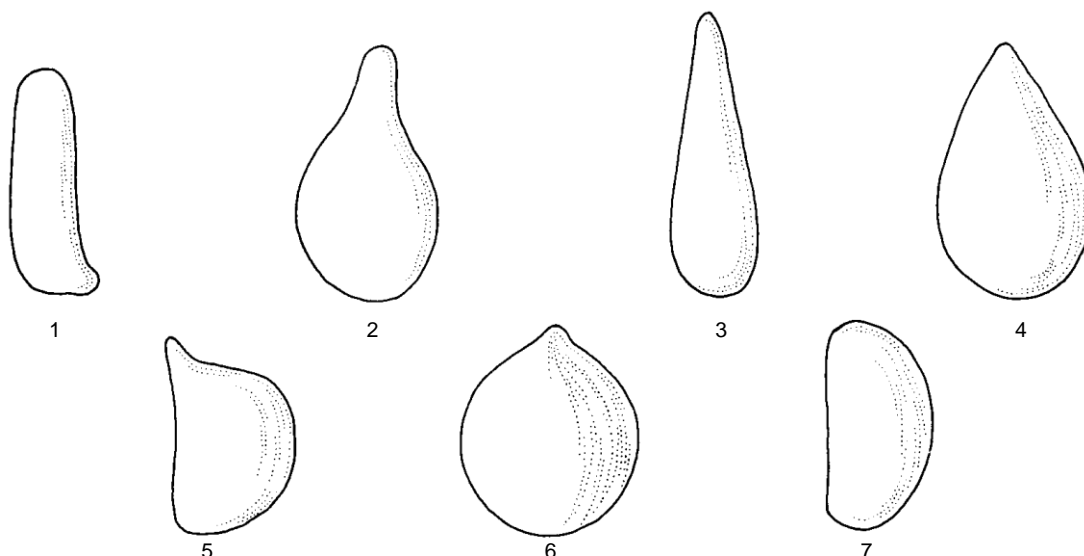


Figure 16 : Forme des grains (IPGRI, 1999).

c- Couleur des graines (CGR)

Observée sur 20 graines fraîches. Observation visuelle moyennant des essais de graines

- 1 Blanc
- 2 Crème
- 3 Jaunâtre
- 4 Vert
- 5 Brun
- 99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

II.3.2 Les caractères quantitatifs :

II.3.2.1 Les feuilles

a- Longueur du limbe de la feuille [mm] (LOF)

Calculée à partir de la base du pétiole jusqu'à l'extrémité du limbe. Moyenne de 10 feuilles complètement développées prélevées sur trois arbres adultes différents (non calculée sur les drageons). Foliole apicale dans le cas d'une feuille composée.

b- Largeur du limbe de la feuille [mm] (LAF)

Mesurée à l'endroit le plus large. Moyenne de 10 feuilles complètement développées prélevées sur trois arbres adultes différents.

II.3.2.2 Les fruits**a- Poids du fruit [g] (PFR)**

Cette moyenne est déterminée en mesurant le poids total engendré par 30 fruits. Il est apprécié à l'aide d'une balance électrique.

b- Diamètre du fruit [mm] (DFR)

Moyenne calculée sur 30 fruits et apprécié par un pied à coulisse.

c- Longueur du fruit [mm] (LOFR)

Moyenne calculée sur 30 fruits et apprécié par un pied à coulisse.

II.4 Matériel utilisé :

Afin d'effectuer les différentes mesures quantitatives et toutes les estimations qualitatives nous avons utilisé le matériel du laboratoire suivant :

- ✚ **Une balance à précision :** du type Denever Instrument Company AA-250, utilisée pour les pesées des fruits inférieures à 250 g.



Figure 17 : Balance à précision du type Denever Instrument Company AA-250

- ✚ **Une balance :** du type KERN PCB Max 600g d=0.01g. utilisée pour les pesées des fruits supérieures à 250g



Figure 18 : Balance du type KERN PCB

- ✚ Un **pied à coulisse** du type Stainless hardened 0- 150 mm. Il a été utilisé pour les mesures de la longueur et la largeur des feuilles, ainsi que la longueur et le diamètre des fruits.



Figure 19 : Pied à coulisse du type Stainless

- ✚ Une **binoculaire** du type Leitz wetzlar. Pour faire toutes les appréciations et les estimations qualitatives.



Figure 20 : Binoculaire du type Leitz wetzlar

II.5 Traitement statistique :

Les résultats obtenus ont été traité sur un plan statistique en calculant la moyenne, l'écart type, la valeur minimale et la valeur maximale pour l'ensemble des paramètres étudiés relatifs à la caractérisation des différentes accessions d'agrumes étudiées.

De plus et afin de faire ressortir les ressemblances et les dissemblances entre les différentes accessions étudiées nous avons opté pour une analyse multi-varié en l'occurrence la classification hiérarchique ascendante (CHA) dans le but de tracer le dendrogramme regroupant les différentes variétés en fonction des caractères étudiés.

Ces analyses ont été réalisées avec un logiciel d'analyse de données (Programme STATISTICA version 6.1).

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre III : Résultats et discussion

Les vingt caractères qualitatifs et quantitatifs ont montré une variabilité marquée parmi les accessions d'agrumes. Les données obtenues sur les descripteurs morphologiques qualitatifs pour les quinze accessions d'agrumes sont listées dans le Tableaux 05, 06 et 07. Tandis que les données quantitatives sont enregistrées sur les tableaux 08et 09.

III.1 Caractères qualitatifs

III.1.1 Les feuilles :

Tab 05 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des feuilles de 15 accessions d'agrumes

| N° | Nom des accessions | ICVF | FL | LAP | FP |
|----|-------------------------|---------|-------------|---------|----------|
| 1 | M.satsuma | Moyenne | Elliptique | Etroite | Linéaire |
| 2 | C. lisbonne 1 | Focée | Ovée | Etroite | Linéaire |
| 3 | C. lisbonne | Foncée | Ovée | Etroite | Linéaire |
| 4 | C.eureka 1 | Foncée | Ovée | Etroite | Linéaire |
| 5 | C.eureka 2 | Foncée | Ovée | Etroite | Linéaire |
| 6 | C.eureka 3 | Foncée | Ovée | Etroite | Linéaire |
| 7 | Pomelo Mersh seedless 1 | Moyenne | Orbiculaire | Large | Obcordée |
| 8 | Pomelo Mersh seedless 2 | Moyenne | Orbiculaire | Large | Obcordée |
| 9 | Pomelo Mersh seedless 3 | Moyenne | Orbiculaire | Large | Obcordée |
| 10 | Tangérine dancy | Claire | Elliptique | Etroite | Linéaire |
| 11 | M. d'australie | Moyenne | Lancéolée | Etroite | Linéaire |
| 12 | Navel demi sanguine | Moyenne | Elliptique | Etroite | Obovale |
| 13 | O.blanche | Moyenne | Lancéolée | Etroite | Obovale |
| 14 | O. douce | Moyenne | Elliptique | Etroite | Obovale |
| 15 | Cédrat digide | Moyenne | Elliptique | Moyenne | Obovale |

ICVF : Intensité de la couleur verte de la feuille, FL : Forme de la feuille, LAP : Largeur de l'aile du pétiole, FB : Forme de l'aile du pétiole

Le tableau 05 exprime la variation des différentes formes de feuilles et l'intensité de leurs couleurs dans notre collection d'agrumes, Nous pouvons observer dans l'intensité de la couleur verte de la feuille, la dominance de la couleur « Moyenne » avec un pourcentage de 60%, alors que la couler « foncée » est représenté avec un pourcentage de plus de 33%, La couleur claire est représenté par une seule accession qui est la « Tangerine dancy ».

Concernent la forme du limbe, on a observé des résultats très variables, la forme « Elliptique » est représentée avec un pourcentage de 33.33%, de même pour la forme « Oveé », alors que la forme « Obiculaire » est représenté avec un pourcentage de 20% avec

l'accession « Pomelo Mersh seedless », la forme Lancéolée ne représente que 12.33% avec deux accessions qui sont : « l'Orange blanche » et la « Mandarine d'australie ».

La largeur de l'aile du pétiole est représentée majoritairement par la forme « Etroit » avec un pourcentage de plus de 73%, la forme « Large » est présente uniquement chez l'accession « Pomelo Mersh seedless » avec un pourcentage de 20%, la forme « Moyenne » est la moins représentative avec une seule accession « «Cedrat digide ».

La forme « Linéaire » est la plus représentative concernant la forme de l'aile du pétiole avec un pourcentage de 53%, tandis que la forme « Obovale » représente 27%, la forme « Obcordée » est présente que chez l'accession « Pomelo Mersh seedless » avec un pourcentage de plus de 13%.

Une variation significative de la morphologie des feuilles a été confirmée par (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes et (Dass et al., 1998) et (Jaskani et al., 2006) sur la reproduction des porte-greffes d'agrumes. L'importance de la forme des feuilles pour distinguer une espèce de l'autre a également été décrite précédemment par (Walter et Sam, 2002) et (Altaf et Khan, 2008). (Susandarini et al., 2013) ont également signalé la variabilité de l'importance des caractères foliaires tout en évaluant la relation taxonomique des accessions de pommelos en utilisant des caractères morphologiques.

Une variation de la largeur de l'aile du pétiole a été confirmée par (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes.

La largeur de l'aile du pétiole a également été utilisée comme marqueur morphologique pour le criblage des génotypes chez les agrumes (Blanco et al., 1998). La présence d'ailes de pétiole dans les agrumes a également été signalée par (Ballve et al., 1997) dans l'orange aigre et (Jaskani et al., 2006) dans citranges. (Hazarika, 2012) a décrit l'importance du pétiole comme principal caractère distinctif de *Citrus macroptera* Montr.

III.1.2 Les fruits :

Tab 06 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des fruits de 15 accessions d'agrumes

| N° | Nom de l'accession | FFR | CEP | TSFR | AP/A | NQ | FCT | CPU | ICPU |
|----|---------------------|------------|--------------|----------|----------|-------|-------------|--------------|--------|
| 1 | M.satsuma | Sphéroïde | Orange | Picotée | Présente | 10-14 | Irrégulière | Orange | Foncée |
| 2 | C. lisbonne 1 | Ovoïde | Jaune foncé | Papillée | Présente | 5-9 | Ronde | Jaune | Pâle |
| 3 | C. lisbonne 2 | Ovoïde | Jaune foncé | Papillée | Présente | 5-9 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 4 | C.eureka 1 | Ovoïde | Jaune foncé | Bosselée | Présente | 10-14 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 5 | C.eureka 2 | Ovoïde | Jaune foncé | Bosselée | Présente | 10-14 | Irrégulière | Jaune | Pâle |
| 6 | C.eureka 3 | Ovoïde | Jaune foncé | Bosselée | Présente | 10-14 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 7 | P. Mersh seedless 1 | Aplatie | Jaune | Lisse | Absente | 10-14 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 8 | P. Mersh seedless 2 | Aplatie | Jaune | Lisse | Absente | 10-14 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 9 | P. Mersh seedless 3 | Aplatie | Jaune | Lisse | Absente | 10-14 | Ronde | Jaune | Foncée |
| 10 | Tangérine dancy | Aplatie | Orange foncé | Lisse | Absente | 10-14 | Irrégulière | Orange | Pâle |
| 11 | M. d'australie | Aplatie | orange clair | Lisse | Absente | 10-14 | Irrégulière | Orange | Pâle |
| 12 | N. demi-sanguine | Sphéroïde | Rouge orange | Bosselée | Absente | 10-14 | Ronde | Orange-rouge | Foncée |
| 13 | O.blanche | Sphéroïde | Jaune foncé | Lisse | Absente | 10-14 | Ronde | Orange | Pâle |
| 14 | O. douce | Sphéroïde | Orange clair | Lisse | Absente | 10-14 | Ronde | Orange | Pâle |
| 15 | Cédrat digide | Ellipsoïde | Orange clair | Papillée | Absente | 5-9 | Ronde | Orange | Pâle |

FFR : Forme du fruit, CEP : Couleur de l'épicarpe, TSFR : Texture de la surface du fruit, AP/A : Absence/présence d'une aréole, NQ : Nombre de Quartiers, FCT : Forme de l'axe en coupe transversale, CPU : Couleur de la pulpe, ICPU : Intensité de la couleur de la pulpe

Ce tableau exprime la variation de la forme des fruits dans notre collection d'agrumes, nous pouvons observer une variation considérable de la forme des fruits parmi les diverses accessions d'agrumes étudiées. La forme du fruit a été regroupée en quatre catégories. Les formes des fruits sphéroïdes, aplatie sont les plus fréquente avec cinq accessions pour chaque forme. Alors que la forme « ellipsoïde » est la moins représentative avec une seule accession (Cédrat digide).

Les formes de fruits évaluées dans la présente étude ont également été confirmées par (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes et (Budathoki et al., 2004) qui ont décrit les formes d'agrumes comme ovales à ellipsoïdes et sphéroïdes tout en caractérisant la morphologie des agrumes. (Bijzet, 2006) a également signalé une variation des formes de fruits parmi les accessions de mandarines qui vont de la forme globulaire à oblate.

Concernant la couleur de l'épicarpe, la couleur « orange-foncé » domine avec un pourcentage de 47%. Alors que la couleur « orange » ne représente que 7% représenté par l'accession Mandarine satsuma.

La texture de la surface du fruit est représentée à 47% par la texture « lisse » (les trois pamplemousses, la tangerine, la mandarine d'Australie, et les oranges blanches et douces). Tandis que la texture « picotée » ne représente que 6.66% avec l'accession Mandarine satsuma.

Nos résultats obtenus concernant la texture de la surface du fruit, ont également été confirmées par (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes et les rapports de (Malik et al., 2012) lors de leur étude sur la diversité génétique des cultivars d'orange douce en Inde.

L'aréole est présente chez 40% des individus dont tous les citrons et la mandarine satsuma et absentes chez les autres accessions.

Deux phénotypes du nombre de segments ou de quartiers du fruit sont présents dans cette collection d'agrumes avec une dominance du nombre de 10-14 avec un pourcentage de 80% et 20 % avec le nombre de 5-9.

La forme de l'axe en coupe transversale est généralement ronde au sein de notre collection avec un taux de 73.3%.

La couleur de la pulpe est « jaune » pour toutes les accessions de pamplemousse et de citron avec un taux de 53.33%, elle est « rouge- orange » pour la Navel demi-sanguine qui est une « orange ». Par contre elle est « orange » pour toutes les autres accessions.

L'intensité de la couleur de la pulpe est mitigée entre « pale » avec 46.66% et « foncée » avec 53.33%.

Nos résultats obtenus concernant la couleur de la pulpe confirme la nature hautement hétérozygote des génotypes étudiés cité dans (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes.

III.1.3 Les graines :

Tab 07 : Caractéristiques morphologiques qualitatives des graines de 15 accessions d'agrumes

| N° | Nom des accessions | NGFR | FGR | CGR |
|----|---------------------|-------|---------------|-------|
| 1 | M. satsuma | 1-4 | Sphéroïde | Vert |
| 2 | C. lisbonne 1 | 10-19 | Ovoïde | Crème |
| 3 | C. lisbonne 2 | 5-9 | Ovoïde | Crème |
| 4 | C. eureka 1 | 10-19 | Cunéiforme | Crème |
| 5 | C. eureka 2 | 1-4 | Ovoïde | Crème |
| 6 | C. eureka 3 | 10-19 | Ovoïde | Crème |
| 7 | P. marsh seedless 1 | 1-4 | Ovoïde | Crème |
| 8 | P. marsh seedless 2 | 1-4 | Ovoïde | Crème |
| 9 | P. marsh seedless 3 | 1-4 | Ovoïde | Crème |
| 10 | Tangérine dancy | 10-19 | Sphéroïde | Crème |
| 11 | M.d'australie | 20-50 | Semi-delhoïde | Crème |
| 12 | N. demi sanguine | 1-4 | Ovoïde | Crème |
| 13 | O. blanche | 10-19 | Semi-delhoïde | Crème |
| 14 | O. douce | 10-19 | Semi-delhoïde | Blanc |
| 15 | Cédrat digide | 1-4 | Semi-delhoïde | Blanc |

NGFR : Nombre de graine par fruit, FGR : Forme des graines, CGR : Couleur de la graine

Le tableau 07 exprime le nombre de graines par fruits, et leurs différentes formes et couleur au sein de notre sélection d'agrumes (15 accessions).

Pour le nombre de graines par fruit, le nombre entre 1-4 représente 46.66% des accessions et le nombre entre 10-19 représente 40% des accessions étudiés, tandis que le nombre de graines par fruits entre 5-9 et entre 20-50 ne représente que deux accessions « C. lisbonne 2, et la Mandarine d'Australie ».

La forme des graines est représentative à 53.33% pour la forme Ovoïde, la forme semi-delhoïde est représentée à 26.66%, La forme sphéroïde représente deux accessions « M. satsuma et la Tangérine dancy », tandis que la forme « Cunéiforme » est présente seulement chez l'accession « C. eureka 1 ».

La couleur des graines est généralement « Crème » au sein de notre collection avec un pourcentage de 80%, elle est verte pour la Mandarine satsuma, et blanche pour les deux accessions « Orange douce et le Cédrat digide ».

III.2. Caractères quantitatifs

III.2.1 Les feuilles

Tab 08 : Données sur la longueur et la largeur des feuilles de 15 accessions d'agrumes

| N° | Nom des accessions | LOF (mm) | | LAF (mm) | |
|----|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | M. satsuma | Min : 88,14 Moy : 112,57 | Max : 139,61 ET= 16.29 | Min : 34,89 Moy : 41.37 | Max : 50,92 ET= 4.94 |
| 2 | C. lisbonne 1 | Min : 149,61 Moy : 120.18 | Max : 103,67 ET= 12.53 | Min : 54,2 Moy : 63.18 | Max : 66,7 ET= 6.9 |
| 3 | C. lisbonne 2 | Min : 118,5 Moy : 119.63 | Max : 131,41 ET= 13.69 | Min : 58,45 Moy : 64.50 | Max : 79,91 ET= 7.2 |
| 4 | C. eureka 1 | Min : 117,72 Moy : 122.36 | Max : 142,74 ET= 8.55 | Min : 55,76 Moy : 65.50 | Max : 71,41 ET= 3.94 |
| 5 | C. eureka 2 | Min : 113,53 Moy : 121.13 | Max : 147,63 ET= 13.04 | Min : 57,05 Moy : 64.96 | Max : 73,06 ET= 6.38 |
| 6 | C. eureka 3 | Min : 118,23 Moy : 120.60 | Max : 139,28 ET= 8.80 | Min : 62,64 Moy : 65.31 | Max : 72,56 ET= 3.73 |
| 7 | P. marsh seedless 1 | Min : 79,2 Moy : 109.33 | Max : 143,24 ET= 16.07 | Min : 25,1 Moy : 48.03 | Max : 61,16 ET= 8.14 |
| 8 | P. marsh seedless 2 | Min : 89,86 Moy : 108.56 | Max : 131,88 ET= 13.35 | Min : 37,75 Moy : 47.66 | Max : 63,43 ET= 9.58 |
| 9 | P. marsh seedless 3 | Min : 87,35 Moy : 110.13 | Max : 135,07 ET= 18 | Min : 34,92 Moy : 47.35 | Max : 57,78 ET= 8.13 |
| 10 | Tangérine dancy | Min : 62,13 Moy : 70.38 | Max : 81,81 ET= 7.54 | Min : 26,72 Moy : 32.95 | Max : 39,6 ET= 4.45 |
| 11 | M.d'australie | Min : 78,76 Moy : 90.74 | Max : 102,83 ET= 7.55 | Min : 24,99 Moy : 27.23 | Max : 30,01 ET= 1.85 |
| 12 | N. demi sanguine | Min : 84,48 Moy : 103.02 | Max : 112,2 ET= 8.21 | Min : 35,82 Moy : 41.06 | Max : 46,85 ET= 3.54 |
| 13 | O. blanche | Min : 77,91 Moy : 93.31 | Max : 106,85 ET= 9.10 | Min : 27,93 Moy : 34.66 | Max : 41,1 ET= 4.68 |
| 14 | O. douce | Min : 92,28 Moy : 107.71 | Max : 121,78 ET= 9.06 | Min : 35,59 Moy : 41.97 | Max : 47,78 ET= 3.68 |
| 15 | Cédrat digide | Min : 91,55 Moy : 108.44 | Max : 140 ET= 14.82 | Min : 34,71 Moy : 44.52 | Max : 59,96 ET= 7.74 |

LOF (mm) : Longueur de la feuille, LAF (mm) : Largeur de la feuille.

Le tableau ci-dessus représente les variations de différentes tailles de feuilles étudiées dans notre collection d'agrumes (15 accessions).

Les données présentées dans ce tableau ont révélé que la longueur maximale des feuilles était enregistrée dans l'accession C. eureka 1 (Moy=122.36mm), qui n'était pas statistiquement différente avec les accessions C. eureka 2 (Moy=121.13mm), et l'accession C. eureka 3 (Moy=120.60mm), C. lisbonne1 (Moy=120.18mm), et C. lisbonne 2 (Moy=119.63mm).

Alors que, la longueur minimale des feuilles a été enregistrée dans l'accession Tangérine dancy (70.38mm). Les autres accessions sont plus ou moins proches de la moyenne des longueurs des feuilles enregistrées.

La largeur des feuilles a également montré une variation significative parmi notre sélection d'agrumes. La largeur maximale des feuilles a été enregistrée dans l'accession C. eureka 1 (Moy=65.50mm), qui n'était pas statistiquement différente avec les accessions ; C. eureka 2 (Moy=64.96mm), et l'accession C. eureka 3 (Moy=65.31mm), C. lisbonne 1 (Moy=63.18mm), et C. lisbonne 2 (Moy=64.50mm). Alors que la longueur minimale des feuilles a été enregistrée dans l'accession M. d'australie (Moy=27.23mm), qui n'était pas statistiquement différente avec les accessions ; O. blanche (Moy=34.66mm), Tangérine dancy (Moy=32.95mm). Les autres accessions sont plus ou moins proches de la moyenne des longueurs de feuilles enregistrées.

Des résultats similaires ont également été rapportés par (Marboh, 2014) sur caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes et (Kahn et al., 2001), qui ont observé une variation énorme de la taille des feuilles parmi les espèces de la sous-famille et (Dorji et Yapwattanaphun, 2011) dans la mandarine (*Citrus reticulata* Blanco).

III.2.2 Les fruits

Tab 09 : Données sur le poids, le diamètre et la longueur des fruits de 15 accessions d'agrumes

| N° | Nom des accessions | PFR (mm) | DFR (mm) | LOFR (mm)R |
|----|---------------------|---|---|---|
| 1 | M. satsuma | Min = 45.95 Max= 66.65 Moy= 55.80, ET= 6.51 | Min= 46.43 Max= 53.57 Moy= 55.80, ET=1.83 | Min=33.91 Max=0.63 Moy=37.38, ET=2.35 |
| 2 | C. lisbonne 1 | Min = 94,08 Max=145,18 Moy= 119.55, ET= 15.95 | Min =53.18 Max=61.91 Moy= 57.87, ET= 2.85 | Min=63.01 Max =79.29 Moy= 70.53, ET= 6.06 |
| 3 | C. lisbonne 2 | Min=94.08 Max=145.04 Moy=118.63, ET= 16.01 | Min= 53.2 Max= 63.3 Moy=56.38, ET= 4 | Min=63.43 Max=84.38 Moy=69.54, ET= 3.87 |
| 4 | C. eureka 1 | Min=77.58 Max=65.14 Moy= 120.20, ET= 10.26 | Min=50.19 Max =65.14 Moy=58.22, ET= 1.75 | Min=61.1 Max=73 Moy=69.27, ET =5.93 |
| 5 | C. eureka 2 | Min=87.34 Max =152.37 Moy=119.35, ET=7.77 | Min= 50.61 Max=65.35 Moy= 59,00 ET=1.96 | Min 66.95 Max=72.64 Moy=69.33, ET=7.94 |
| 6 | C. eureka 3 | Min =88.43 Max = 16.25 Moy=121.13, ET =10.09 | Min=50.97 Max= 66.55 Moy=59.30, ET=1.58 | Min=66.35 Max=73.71 Moy=68.65, ET=6.70 |
| 7 | P. marsh seedless 1 | Min=188.33 Max=309.96 Moy=264.41, ET=25.05 | Min=54.78 Max= 86.98 Moy=78.57, ET= 6.61 | Min=59.53 Max=77.04 Moy=72.84, ET=1.87 |
| 8 | P. marsh seedless 2 | Min=194.78 Max =315.83 Moy= 260.54, ET=7.43 | Min=72.44 Max=87.36 Moy=79.88, ET=6.61 | Min=63.05 Max=79.54 Moy=73.59, ET=2.42 |
| 9 | P. marsh seedless 3 | Min= 195.43 Max= 336.19 Moy=263.29, ET=16.69 | Min=73.17 Max=88.46 Moy=80.09, ET= 2.56 | Min=63.13 Max=82.37 Moy=74.58, ET=3.25 |
| 10 | Tangérine dancy | Min =88.41 Max= 142.97 Moy=113.76, ET=15.60 | Min=57.88 Max=71.28 Moy=66.87, ET=3.76 | Min=40.13 Max=49.26 Moy=40.40, ET= 2.88 |
| 11 | M.d'australie | Min=73.29 Max= 105.82 Moy =90,8, ET=14.08 | Min=54.09 Max=63.64 Moy =58.35, ET=3.42 | Min=42.28 Max=49.66 Moy =45, ET=2.27 |
| 12 | N. demi sanguine | Min=98.28 Max=142.01 Moy127.86, ET=12.71 | Min =55.05 Max=65.55 Moy=61.67, ET=3.18 | Min=53.05 Max=63.1 Moy= 59.97, ET=3.05 |
| 13 | O. blanche | Min=103.09 Max=121.94 Moy=112.59, ET= 5.50 | Min =56.46 Max =60.67 Moy=58.23, ET=9.37 | Min=55.91 Max=59.83 Moy=57.53, ET1.37 |
| 14 | O. douce | Min=106.88 Max=144.93 Moy=120.43, ET=12.37 | Min=56.66 Max=64.19 Moy=59.86, ET=2.37 | Min=54.95 Max=60.89 Moy56.71, ET=1.70 |
| 15 | Cédrat digide | Min=108.62 Max=163.90 Moy 137.10, ET=16.90 | Min=55.3 Max =64.83 Moy=60.81, ET=2.91 | Min=56.51 Max=69.43 Moy=63.41, ET=4.19 |

PFR (mm) : Le poids du fruit, **DFR (mm)** : Le diamètre du fruit, **LOFR (mm)** : Longueur du fruit
Moy : Moyenne, **ET** : Ecart type, **Max** : Maximum, **Min** : Minimum

Le tableau ci-dessus représente les variations de différentes tailles et poids de la collection d'agrumes étudiée.

Concernent le poids, nous avons constatés une variabilité considérable, les résultats indiquent clairement que le poids des fruits varie entre (264.41kg) pour l'accession « P. marsh seedless 1 » et (55.80kg) dans l'accession « M. satsuma ».

Les poids les plus importants sont observés chez les trois pamplemousses (Moy=264.41g, Moy=263.29g et Moy=260.54g), le poids le plus faible des fruits a été enregistré chez l'accession «Mandarine Satsuma » avec (Moy55.80 kg) ». Avec (90.8Kg), l'accession « Mandarine d'australie » est nettement inférieure à la moyenne des poids de fruits enregistré.

Les autres accessions sont plus ou moins proches de la moyenne des poids de fruits enregistrés.

Les résultats relatifs à la taille des fruits de notre sélection d'agrumes nous indiquent clairement que les accessions avec le plus longs diamètre a été enregistrée chez les trois pamplemousses avec respectivement (Moy=80.09mm), (Moy=79.88mm) et (Moy=78.57mm). L'accession qui a le plus faible diamètre est « Mandarin Satsuma » avec (Moy=55.80mm) enregistré, qui n'était pas statistiquement différente avec l'accession C. lisbonne 2 (Moy=56.38).

Les autres accessions sont plus ou moins proches de la moyenne des diamètres de fruits enregistrés.

De même, la longueur maximale du fruit a été enregistrée chez l'accession P. marsh seedless 3 (Moy=74.58mm), suivi de l'accession P. marsh seedless 2 (Moy=73.59mm) et l'accession P. marsh seedless 1 (73.59mm). D'autre part, la longueur minimale du fruit a été observée chez l'accession M. satsuma (Moy= 37.38mm). Avec (Moy=45.00mm), l'accession « Mandarine d'australie » est nettement inférieure à la moyenne des longueurs de fruits enregistrés.

Les autres accessions sont plus ou moins proches de la moyenne des longueurs de fruits enregistrés.

Nos résultats concernant la taille et le poids des fruits sont conformes aux conclusions de (Dubey et al., 2004, 2013) et de (Marboh, 2014) sur la caractérisation morphologique des génotypes d'agrumes.

Par ailleurs tous les écarts types calculés, on peut dire qu'ils ne sont pas significatifs car ils restent tous inférieurs aux moyennes calculées pour chaque caractère, ce qui veut dire qu'il n'y a pas de variabilité significative au sein des individus de chaque accession de notre collection.

En se basant sur les résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus au cours de cette étude et après avoir modifié les résultats quantitatifs en résultats qualitatifs, et ceci en donnant des codes pour chaque intervalle de valeurs mesurés, nous avons utilisé le logiciel statistica 6.1, afin de faire ressortir les ressemblances et les dissemblances entre les différentes accessions étudiées nous avons opté pour une analyse multi-varié en l'occurrence la classification hiérarchique ascendante (CHA) qui nous a permis d'obtenir le dendrogramme suivant :

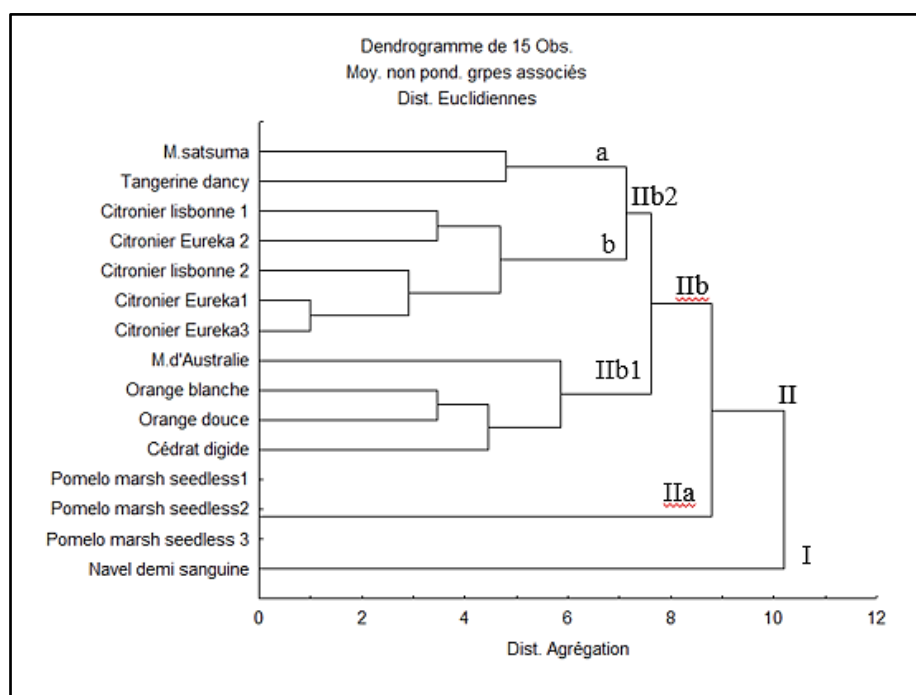


Figure 21 : Dendrogramme obtenu par la méthode UPGMA basée sur la diversité des caractères morphologiques

A la distance 10,19, le dendrogramme peut être divisé en deux clusters (**I** et **II**). Le cluster **I** comprend l'accession Navel demi-sanguine. Le cluster **II** peut être divisé en deux sous-clusters (**IIa** et **IIb**), à la distance 8,79. Le sous-cluster **IIa** comprend les trois accessions de pamplemousse (Pomelo marsh seedless1, Pomelo marsh seedless2, Pomelo marsh seedless3). Le sous-cluster **IIb** ($d=7,61$) est subdivisé en deux groupes. Le premier (**IIb1**) comprend les trois accessions d'orange (orange blanche, orange douce et Cédrat Digide) et une accession de mandarine (Mandarine d'australie). A la distance $d = 7,12$, le second groupe (**IIb2**) comprend deux clades ; l'un (**a**) regroupe deux accessions de mandarine (Mandarine satsuma et la Tangerine Dancy), l'autre (**b**) regroupe cinq accessions de citron.

| | M.sat | C. lis 1 | C. lis 2 | C. Eur 1 | C. Eur 2 | C. Eur 3 | P. seed 1 | P. seed 2 | P. seed 3 | T. danc | M. Aus | N. dem s | O. blan | O. dou | C. dig |
|-----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|----------|---------|--------|--------|
| M.sat | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| C. lis 1 | 7,8 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | |
| C. lis 2 | 6,5 | 4,1 | 0,0 | | | | | | | | | | | | |
| C. Eur 1 | 6,4 | 4,9 | 3,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| C. Eur 2 | 6,9 | 3,5 | 5,0 | 4,7 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| C. Eur 3 | 6,0 | 4,8 | 2,8 | 1,0 | 4,6 | 0,0 | | | | | | | | | |
| P. seed 1 | 10,0 | 8,7 | 7,5 | 8,5 | 9,2 | 8,5 | 0,0 | | | | | | | | |
| P. seed 2 | 10,0 | 8,7 | 7,5 | 8,5 | 9,2 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | |
| P. seed 3 | 10,0 | 8,7 | 7,5 | 8,5 | 9,2 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| T. danc | 4,8 | 7,9 | 6,9 | 7,5 | 8,4 | 7,1 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 0,00 | | | | | |
| M. Aus | 7,5 | 6,6 | 7,9 | 8,3 | 7,5 | 8,1 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 6,08 | 0,0 | | | | |
| N. dem s | 8,3 | 11,1 | 10,2 | 10,5 | 11,0 | 10,4 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 7,75 | 10,4 | 0,0 | | | |
| O. blan | 8,5 | 7,3 | 8,4 | 8,9 | 8,1 | 8,7 | 8,6 | 8,6 | 8,6 | 7,55 | 4,9 | 9,7 | 0,00 | | |
| O. dou | 8,0 | 6,9 | 8,0 | 8,5 | 7,7 | 8,4 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 6,71 | 6,0 | 8,5 | 3,46 | 0,00 | |
| C. dig | 7,5 | 6,2 | 7,1 | 7,7 | 6,2 | 7,5 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,35 | 6,7 | 8,5 | 4,80 | 4,12 | 0,00 |

Figure 22 : Matrice des distances des accessions

La matrice des distances des accessions prises deux à deux (Figure 22) révèle qu'une distance $d=0$ est observée entre les trois accessions de pamplemousse. La distance la plus faible ($d=1$) est obtenue entre deux accessions de citron (Citronnier Eureka 1 et citronnier Eureka 3). Une distance faible de 3,46 est également observée entre deux accessions d'orange (orange blanche et orange douce). En parallèle, la plus grande distance ($d=12$) est observée entre une accession d'orange (navel demi-sanguine) et les trois accessions de pamplemousse. Une grande distance de 11,1 est obtenue entre la navel demi-sanguin et une accession de citron (citronnier Lisbonne 1).

III.3 Discussion globale :

Le genre Citrus est le plus important économiquement, avec une grande diversité d'espèces, de cultivars et de clones. Contrairement à d'autres genres, la taxonomie et la phylogénie des agrumes sont très compliquées et controversées, principalement en raison de la compatibilité sexuelle entre les agrumes et les genres apparentés, la fréquence élevée des mutations des bourgeons, la polyembryonie, une longue histoire de culture et une large dispersion (Coletta et al., 1998). Les variétés d'agrumes montrent une diversité de caractères tels que la forme et la taille de la canopée, la couleur, la forme, la taille, la saison de maturation des fruits et le nombre de graines par fruit (Orford et al., 1995). L'amélioration des agrumes est un défi depuis de nombreuses années et le succès dépend principalement de la nature et de l'ampleur de la variation présente dans la population. Le besoin de critères de sélection appropriés a toujours été ressenti. De plus, l'évaluation de la variabilité génétique,

utilisant des descripteurs universels, est d'une immense valeur pour la sélection du génotype supérieur de la population ségrégant. Le travail de recherche sur la caractérisation phénotypique du germoplasme des agrumes se fait depuis longtemps, ce qui a beaucoup contribué aux programmes d'élevage d'agrumes dans le monde entier. La caractérisation phénotypique du germoplasme des agrumes est essentielle pour l'identification des génotypes potentiels et le déchiffrement de leur relation génétique. Dans la présente étude, 15 accessions de Citrus ont été caractérisées et groupées sur la base de la morphologie des feuilles, des fruits et des graines.

CONCLUSION

Conclusion

Comprendre la diversité morphologique distribuée au sein du germoplasme est une tâche importante pour une exploitation efficace des ressources génétiques des cultures. Cette étude de caractérisation utilisant 20 caractères morphologiques montre un large éventail de variations pour les caractères quantitatifs et qualitatifs parmi les 15 accessions étudiées. La technique d'analyse multivariée en tant qu'outil permettant de reconnaître et d'identifier l'étendue de ressemblance entre les accessions était très efficace, avec des approches qui sont cohérentes les unes avec les autres. L'étude a montré l'existence d'un large éventail de variabilité morphologique parmi les génotypes d'agrumes, qui sont indicatifs de la diversité génétique sous-jacente. La variabilité génétique des agrumes est considérée comme le résultat de nombreux facteurs, tels que l'hybridation, la mutation et le type de reproduction. Cependant, les caractères étudiés ont été des caractères discriminants pour caractériser les accessions de pamplemousses, des citrons et des mandarines ainsi que les oranges blanches, la confusion reste pour la mandarine d'Australie qu'on trouve regroupé avec les oranges, d'où la nécessité d'utiliser d'autres marqueurs plus discriminants tel que les marqueurs génétiques. De telles études constitueront une base importante pour la valorisation, l'identification et la préservation des ressources phytogénétiques locales d'Agumes et aussi pour la sélection de la variabilité à utiliser dans l'amélioration future des cultures. Il servira de matériel de référence pour de futures études.

PERSPECTIVES

Perspectives

La culture d'agrumes est d'un intérêt majeur pour l'agriculture du pays, si la méditerranée est deuxième au monde dans ce domaine, et le Maroc premier producteur de la méditerranée pourquoi pas l'Algérie ?, une superficie qui fait trois ou quatre fois le Maroc un climat ensoleillé et des températures clémentes avec des précipitations raisonnables et surtout le développement intéressant de ces dernières années du secteur de la gestion des eaux (barrages) à travers tout le pays. Mais avant de développer ce secteur d'abord il faut cerner les ressources phylogénétiques de notre patrimoine par :

- ✓ Le recensement des appellations des variétés locales.
- ✓ l'identification des variétés les plus dominantes et les plus performantes.

Afin de rester sur la même thématique et poursuivre notre recherche nous envisagerons de corréler les résultats obtenus par une étude d'éco-géographie de la région d'étude, ainsi que l'utilisation d'autres marqueurs plus discriminants tels que les marqueurs moléculaire, les protéines et les isozymes sur la même collection.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Agagna.Y., 2016. Role D'aphytis melinus (hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveau d'infestaion du pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier . Santé végétale et environnement. Zoologie agricole et forestière. Rouiba.pp 8_10.

Barrett H.C. and Rhodes A.M., 1976. A numerical taxonomic study of the affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. Systematic Botany. 1: 105–136.

Boukhobza L ., 2015. L'effet des sel minéraux du sol sur l'écologie *parlatoria ziziphi* (homoptera :diaspididae). Santé Végétale et Environnement.ecole agronomique.alger .p 19.

Cavalcante et devendra. K.choudhary., 2000.plant-microbe interaction :An approach to sustainable agriculture.amity institute of microbial technology.university uttar Pradesh Noida.india

Duminil et Michele, 2009. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology.italy.pp 528-542

Dwari et Mondal, 2011.Plant Taxonomy, Biosystematics and Molecular Taxonomy Laboratory, Department of Botany and Forestry, Vidyasagar University, Midnapore-721 102, West Bengal, India

Dominguez D. et al., 1999. Interaction of translation initiation factor eIF4G with eIF4A in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. J Biol Chem274(38):26720-6

Federici C.T., Fang D.Q., Scora R.W. and Roose M.L., 1998. Phylogenetic relationships within the genus Citrus (Rutaceae) and related genera as revealed by RFLP and RAPD analysis. Theor. Appl. Genet. 96: 812–822

FAO. STAT., 2010 .Food and Agrculture Organization of the United Nations. In: <http://faostat.fao.org/> (ed).

FAO., 2013. FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>.

FAO., 2014. FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>.

FAO., 2014 Citrus Fruit Fresh and Processed Annual Statistics

FAO., 2016. FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.

F. Luro, F. Laigret, J.M. Bové, Application of Random AmplifiedPolymorphic DNA (R.A.P. D) to Citrus Genetics and Taxonomy,Proc. Int. Soc. Citriculture (1992) 225–228.

Références bibliographiques

- Ferhat M.A., Meklati B.Y. et Chemat F., 2010** – Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction .ED. OPU, n°5130. Alger. 157 p.
- Froelicher et. Khan,L,A,et Kender,WJ., 2000.**citrus Genetic, breeding and biotechnology.CABI head office nosworthy.oxford UK
- Herrero R., Asins M.J., Pina J.A., Carbonell E.A. and Navarro L., 1996b.** Genetic diversity in the orange subfamily Aurantioideae. II. Genetic relationships among genera and species. Theoretical and Applied Genetics. 93: 1327-1334.
- I.T.A.F, 2002** Relevés climatologiques. Manuscrit I.T.A.F., Boufarik, 18 p.
- Imbert E, 2005.** Les agrumes de méditerranée. Un sur deux! Fruitrop 122:4-6.
- Imbert E, 2007.** Panorama statistique petits agrumes. Fruitrop. 150:28-29.
- Imbert E, 2008.** Agrumes. Fruitrop 161:5-36.
- IPGRI, 1999.** Descripteurs des agrumes. *Citrus* spp. Institut international des ressources
- Jacquemond, C., Curk, F. and Heuzet, M. 2013.**Les clémentiniers et autres petits agrumes Quae., Versailles: Quae. phytogénétiques, Rome, Italie
- Kamiri.M, 2011.** Biologie de la reproduction des hybrides somatiques tétraploïdes d'agrumes; implication sur la structure génétique des populations d'hybrides générées dans les croisements diploïdes x tétraploïdes. Biochimie et Biologie Moléculaire. UNIVERSITE DE CORSE-PASCAL PAOLI. Espagne.p10_14 .
- Khefifi, H. S, 2015.** Etudes physiologiques et génétiques de caractères morpho-physico-chimiques des fruits d'agrumes au cours de la maturation jusqu'à l'abscission.montpellier.france.pp18-31.
- Koehler-Santos , 2003.** Characterization of mandarin citrus germplasm from Southern Brazil by morphological and molecular analyses.brasilia,v.38,797-806.
- Ladanyia, 2008.** Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 110 012 India.
- Loussert.R, 1985.**les agrumes.Paris,France,J.B.Bailliere.136pp
- Mathew, L.K., Sengupta, S., Kawakami, A., Andreasen, E.A., Löhr, C.V., Loynes, C.A., Renshaw, S.A., Peterson, R.T., and Tanguay, R.L. (2007).** Unraveling tissue regeneration pathways using chemical genetics. The Journal of biological chemistry. 282(48):35202-35210
- Marboh., .2014.** Morphological characterization of citrus genotypes, submitted to the Faculty of the Post Graduate School, Indian Agricultural Research Institute. No. 9695.pp14-23.

Références bibliographiques

- Mabberley.D.J, 1997.** The Plant-Book: A Portable Dictionary of the Vascular Plants. réimprimée, révisée. Cambridge University Press.pp858.
- Nicolosi E., Deng Z.N., Gentile A., La Malfa S., Continella G. and Tribulato E. 2000.** Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. Theor. Appl. Genet. 100: 1155-1166.
- Ollitrault P., Jacquemond C., Dubois C., Luro F., 1999.** Citrus. In: *Genetic diversity of cultivated tropical plants*. Edited by Hamon P., Seguin M., Perrier X., Glaszmann J.C. Enfield, Science Publishers. Montpellier, pp. 89-111
- Pachauri et Resinger, 2007** .Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp
- Rocha-Pena.M et Richard.F et Niblett.S.L et Francisco M., 1995.**Citrus Tristeza Virus and Its Aphid Vector Toxoptera citmicida.university of florida,citrus research and Education center. 79(5):437-444
- Salunkhe et Kadam, 1995 ; Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996. Biology of citrus / Pinhas Spiegel-Roy, Eliezer E. Goldschmidt., Spiegel-Roy, Pinchas. Cambridge; 1996.** New York Cambridge University Press.
- Selka.O., 2007.** Étude des infestations des fruits de Citrus sinensis var. Sanguinelli par Ceratitis capitata (Diptera : Tephritidae) et par la microflore pathogène. écologie animale.abou beker belkaid.alger.pp10_17.these agrumes
- Szczepaniak et Cieslak, 2011.** Genetic and morphological differentiation between Melica ciliata L. and M. transsilvanica Schur (Poaceae) in Europe reveals the non-presence of M. ciliata in the Polish flora
- Snoussi H., 2013.** Diversité Génétique Intra et Interspécifique des Porte-greffes d'Agrumes. Sciences de la Production Végétale. institut national agronomique. .tunisie.p15-21.
- USDA, National Agricultural Statistics Service, 2016.** In: <https://www.nass.usda.gov/>.
- Webber H.J., 1967.** History and development of the citrus industry. In: The citrus industry. 1. Reuther W. *et al.* (eds.), Berkeley, Etats-Unis, University of California Press, pp. 1-39
- Froelicher, et al. 2000

Année universitaire : 2017/2018

Présenté par : BOUNAB DJAMEL EDDINE

CHAABI YAMINA

**INTITULÉ : ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ MORPHOLOGIQUE AU SEIN D'UNE
COLLECTION D'AGRUMES CULTIVÉE A L'EST ALGÉRIEN W. SKIKDA**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en : **Biologie et
physiologie de la reproduction**

Quinze accessions d'agrumes, provenant de la région de Skikda situé à l'est Algérien, ont été caractérisées à l'aide de marqueurs morphologiques. Une étude de caractérisation basée sur 15 caractères qualitatifs et 5 caractères quantitatifs sur les feuilles, les fruits et les graines a été reprise selon les descripteurs d'agrumes IPGRI. Les résultats de l'analyse ont indiqué l'existence d'une grande variabilité morphologique entre les génotypes. Une variation marquée des caractères qualitatifs a été observée pour la forme des feuilles, l'intensité de la couleur verte de la feuille, la forme des fruits et la couleur de la pulpe et son intensité, la couleur de l'épicarpe, la forme et la couleur des graines des variétés étudiées. Ainsi qu'une variation notée sur les caractères quantitatifs mesurés tel que la longueur et la largeur des feuilles, la longueur, le diamètre et le poids du fruit.

Les 20 caractères ont été soumis à une analyse multivariée. Les résultats de l'analyse en grappes nous ont permis d'établir un dendrogramme séparant les 15 accessions en deux groupes principaux, le premier cluster comprend l'accession Navel demi-sanguine. Le deuxième cluster peut être divisé en deux sous-clusters un le premier comprend les trois accessions de pamplemousse (Pomelo marsh seedless1, Pomelo marsh seedless2, Pomelo marsh seedless3). Le deuxième sous-cluster est subdivisé en deux groupes.

La matrice des distances des accessions prises deux à deux révèle qu'une distance $d=0$ est observée entre les trois accessions de pamplemousse. En parallèle, la plus grande distance ($d=12$) est observée entre une accession d'orange (navel demi-sanguine) et les trois accessions de pamplemousse.

Mots clés : Agrumes, IPGRI, variabilité morphologique, analyse multi-variée, dendrogramme, Algérie

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétales

Jury d'évaluation :

Président du jury : *AOUIDJIA Nawel* (MCB - UFM Constantine),
Rapporteur : *AMRI Sihem* (MAA - UFM Constantine),
Examineur : *BOUCHOUKH Imen* (MAA - UFM Constantine).

Date de soutenance : Le 24-06-2018 ;