REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option

Amélioration des plantes

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Amélioration des plantes

Thème :

Contribution à l'étude de la variabilité phénotypique du clémentinier (*Citrus clementina*) dans quelques régions de la wilaya de Skikda.

Présenté par :

- DJEDID Imen
- NEHAL Niama

Membres du Jury :

Mr : HANNACHI Abdelhakim	MCA	**Président**	Université 20 Août 1955 – Skikda
Mr : BOULECHFAR Mohamed	MAA	**Examinateur**	Université 20 Août 1955 – Skikda
Mme : BOUNAB Ouarda	MCB	**Promotrice**	Université 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah, maître de l'univers, le Tout-Puissant, de nous avoir donné la santé, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous remercions chaleureusement notre encadreur, Madame BOUNAB Ouarda, pour la confiance qu'elle nous a accordée, ainsi que pour ses précieux conseils, sa direction scientifique et son soutien constant.

Nos vifs remerciements s'adressent également aux membres du jury, Monsieur HANNACHI Abdelhakim et Monsieur BOULECHFAR Mohamed, pour avoir honoré notre travail en acceptant de l'évaluer.

Enfin, nous remercions notre chef de département, Madame SOUILAH Nabila, pour son suivi tout au long de notre parcours de formation

إهـــــــــداء

من قال انا لها نالها رغما عنها اتيت بها

الى من لولاهم مابلغت المراد من بعد الله عز وجل اهدي ثمرة هذا الكفاح الى..

الى النور الذي اضاء دربي الى العزيز الذي احمل اسمه فخرا الى الرجل الذي يسعى طول حياته لاكون الافضل ابي الغالي .. شكرا لك بحجم السماء

الى من كانت الداعم الاول لتحقيق طومحي يا من وضع الجنة تحت اقدامها والتي كانت دعواتها تحطيني يا من كان لها الفضل في كل حرف تعلمته وكل خطوة خطوتها امي الغالية

الي الشقيقين اللذان سنداني بطريقتهما اخوي العزيزين نضال ونوح ادامكما الله لي

الى الروح الطاهرة التي غادرت الى بارئها ولم تغادر قلوبنا التي لم تبخل علي يوما بدعائها الى الاثر الطيب جدتي الغالية رحمها الله واسكنها فسيح جنانه

الى جميع اصدقائي و عائلتي وكل بسمه ..عمتي .. بنات عمتي.. اعمامي.. خالاتي اخوالي دمتهم لي

الى صديقتي شريكة السهر والنجاح التي تقاسمت معاها عناء الحرف وقلق الفكرة وكانت غير سند في كل خطوة ايمان

الى استاذتي التي لم تبخل علينا بفيض علمها الواسع وتوجيهاتها السديدة وصبرها اللانهائي فكانت خير مرشد

اللهم لك الحمد حتى ترضى

نحالنعمة

إهـــــــــداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والحمد لله الذي أنار بالعِلم دربي، ومنحني القوة والصبر لأصل إلى ختام هذا المشوار وتذوق حلاوة البلاغ.

إلى قلبينِ..

أحدهما في السماء، يتوسد رحمات ربه، غادرني جسداً واستوطنني روحاً؛ إلى من شقي كثيراً وتعب لأجلنا، وأفنى عمره ليصنع منا ما نحن عليه الآن، من اقتطعتُ من صبري لأفي بعهدي له، وكان الغائب الحاضر والأكثر ترقباً ليوم تخرجي.. أبي الغالي، طيّب الله ثراه وغفر له.

والثاني في الأرض، يقطن الفردوس تحت قدميها، من حملت عني ثقل الأيام، واختصرت كل خوفي في كفّي دعائها، وصنعت من ضلعها الوهِن درعاً ليعبر قلبُها الصغير نحو القمة.. أمي العظيمة، أطال الله في عمرها وجبر قلبها.

إلى من بهم تشتدّ أركاني..

إلى أخوَيَّ الرّجال، اللذين كانا لي دائماً كالجدار المتين الذي أستند عليه كلما مالت الخطى، شداً لعضدي وفخراً لا ينتهي.

وإلى أختي الغالية و زوجها، التي تشكل جزءاً من روحي، والتي تقاسمت معي كل تفاصيل التعب، وعاشت معي قلق السيرورات والخطوات لحظة بلحظة.

إلى شريكتي نعمة و الأحباب وكل من جمعتني بهم أواصر المودة والتقدير؛ شكراً لجميل أثركم، ودعمكم الصادق، ووجودكم الذي كان عوناً لي طيلة مسيرتي الدراسية، ممتنة لكم جميعاً.

إلى نفسي الصامدة..

إلى تلك التي لم تنكسر حين تداعت الظروف، إلى روحي التي قاومت عواصف الحزن والتعب، وتحملت ثقل الليالي وضغط الأيام بمفردها؛ شكراً لأنكِ كنتِ السند لنفسكِ، وشكراً لصبركِ وعنادكِ الجميل الذي قادنا اليوم لانتزاع هذا النجاح رغماً عن كل شيء.

جديد إيمان

Sommaire

Remercîment.....
Dédicace .....
Sommaire.....
Liste des figures .....
Liste des tableaux .....
Liste des abréviations .....
Introduction 1

Chapitre1 : Synthèse bibliographique ..... .
I.1. Origine des agrumes..... 3
I.2. Importance économique 4
I.2.1. Dans le monde..... 5
I.2.2. Dans le bassin méditerranée..... 5
I.2.3. En Algérie 6
II.1.1. Taxonomie des agrumes 6
1.2. Morphologie des agrumes 7
a. Les racines 7
b. La partie aérienne 8
1- Les ramifications..... 8
2- Les feuilles 9
3- La fleur..... 9
4- Le fruit 10
III.1. Ressources génétiques..... 11
a. L'oranger 11
b. Le mandarinier..... 12
c. Le citronnier..... 12
d. Le pomelo ou grape-fruit..... 13
e. Les agrumes d'intérêt secondaire 13
IV. Stratégie et méthodes d'amélioration des agrumes 14
IV.1. Objectifs de l'amélioration des variétés..... 14
IV.2. Amélioration des porte-greffes..... 15
IV.2.1. Types des porte-greffes les plus résistants 16
a. Le Bigaradier *(Citrus aurantium)*..... 16
b. Les Poncirus *(Poncirus trifoliata)*..... 16
c. Le citrange carrizo 17
d. La Lime Rangpur..... 18
IV.2.2. Objectifs de l'amélioration des porte-greffes 18
V. Création et sélection variétale des agrume 19
V.1. Étude de quelques cas d'hybrides..... 19
V.1.1. Cas du clémentinier 19
V.1.2. Le wilking mandarine..... 19
V.1.3. Le kinnow..... 20
V.1.4. Tangelo 20
V.1.5. Yuzu..... 20
V.1.6. Mandanova 21
V.1.7. Citrandarin X639 21
V.1.8. Combava..... 22

V.2. Les méthodes de sélections 22
V.2.1. Les mutants et chimères 22
V.2.2. La recombinaison sexuée 23
V.2.3. La polyploïdie 24
V.2.4. Chez les génotypes parentaux (les fusions somatiques et le génie génétique) 24

Chapitre II Matériel et méthode .....
II.1. Présentation des régions d'étude 26
II.1.1.Situation géographique 26
a. Zone de Collo 26
b. Zone d'El Hadiek 27
c. Zone d'Azzaba 28
d. Zone de Skikda centre 28
e. Zone d'El Harrouch 29
II.2.Matériel végétale 29
II.3. Méthodologie de travail 30
II.3.1. Dispositif expérimental 30
II.3.2. Echantillonnage 30
II.3.3. Analyse statistique 32

Chapitre III résultats et discussion .....
III.1.Les paramètres qualitatifs 35
III.1.1.L'arbre 35
III.1.2.La feuille adulte 35
III.1.3.Le fruit 36
III.2.Les paramètres quantitatifs 37
III.2.1.La feuille adulte 37
a. Largeur des feuilles 37
b. longueur des feuilles 38
c. longueur du pétiole 38
d. L'angle moyen du limbe 39
e. Surface du limbe 39
III.2.2.Le fruit 40
a. Poids moyen de fruit 40
b. Longueur du fruit 41
c. Largeur du fruit 42
d. Nombre des quartiers par fruit 42
e. Nombre de pépins par fruit 43
F .Poids des pépins 44
g. Epaisseur de l'écorce 44
III.3 Discussion 45
Conclusion 49
Références bibliographique 51
Annexes 54

Liste des figures

Figure 1. Origine géographiques et diffusion des agrumes dans le monde.....4
Figure 2. Classification et diversité des agrumes 7
Figure 3. Schéma d'un arbre greffé..... 8
Figure 4. Feuille d'agrumes..... 9
Figure 5. Phases de développement de la fleur du clémentinier 9
Figure 6. coupe transversale et longtinale d'une clémentine 10
Figure 7. Le Bigaradier.....16
Figure 8. Le Poncirus trifoliata.....17
Figure 9. Le citrange carrizo.....17
Figure 10. Représentation géographique des zones d'étude (wilaya de Skikda) 26
Figure 11. Le verger de la clémentine de Collo 27
Figure 12. Photo du verger de la commune d'El Hadaik 27
Figure 13. Photo du clémentinier de la région d'Azzaba 28
Figure 14. Photo du verger de la commune Skikda.....28
Figure 15. Photo du verger de la commune d'El Harrouch.....29
Figure 16. Le fruit du clémentine des 5 régions d'études 30
Figure 17. La loupe binoculaire.....31
Figure 18. Balance analytique professionnelle 31
Figure 19. Pied à coulisse du type Stainless 32
Figure 20. Photos de la feuille adulte prélevée des arbres des 5 régions 35
Figure 21. la forme du clémentine dans 5 régions de la wilaya de Skikda 37
Figure 22. Représentation proportionnelle des résultats de la largeur de la feuille 38
Figure 23. Représentation proportionnelle des résultats de la longueur de la feuille 38
Figure 24. Représentation proportionnelle des résultats de la longueur du pétiole 39
Figure 25. Représentation proportionnelle des résultats de l'angle du limbe 39
Figure 26. Représentation proportionnelle des résultats de la surface du limbe 40
Figure 27. Représentation proportionnelle des résultats du poids moyen du fruit 41
Figure 28 .Représentation proportionnelle des résultats de la longueur du fruit 41
Figure 29. Représentation proportionnelle des résultats de la largeur du fruit.....42
Figure 30. Représentation proportionnelle du nombre de quartiers par fruit 43
Figure 31. Représentation proportionnelle du nombre de pépins par fruit 43
Figure 32. Représentation proportionnelle du poids de pépins par fruit 44
Figure 33. Représentation proportionnelle de l'épaisseur de l'écorce du fruit 44
Figure 34. Cercle de corrélation de l'ACP 45
Figure 35. Dendrogramme du regroupement des cinq régions d'étude 46
Figure 36. Répartition des régions d'étude en fonction la variabilité morphologique du clémentinier sur les axes factoriels.....47

Liste des tableaux

Tableau.1 Liste des paramètres étudiés 33
Tableau 2. Résultats des paramètres qualitatifs de l'arbre 35
Tableau 3. Résultats des paramètres qualitatifs de la feuille adulte 36
Tableau 4. Résultats des paramètres qualitatifs du fruit 36
Tableau 5. Résultats des paramètres quantitatifs de la feuille adulte 37
Tableau 6. Résultats des paramètres quantitatifs du fruit 40

Liste des abréviations

INRA : Institut National des Recherches Agronomiques.

IPGRI : International Plant Genetic Resources Intitute.

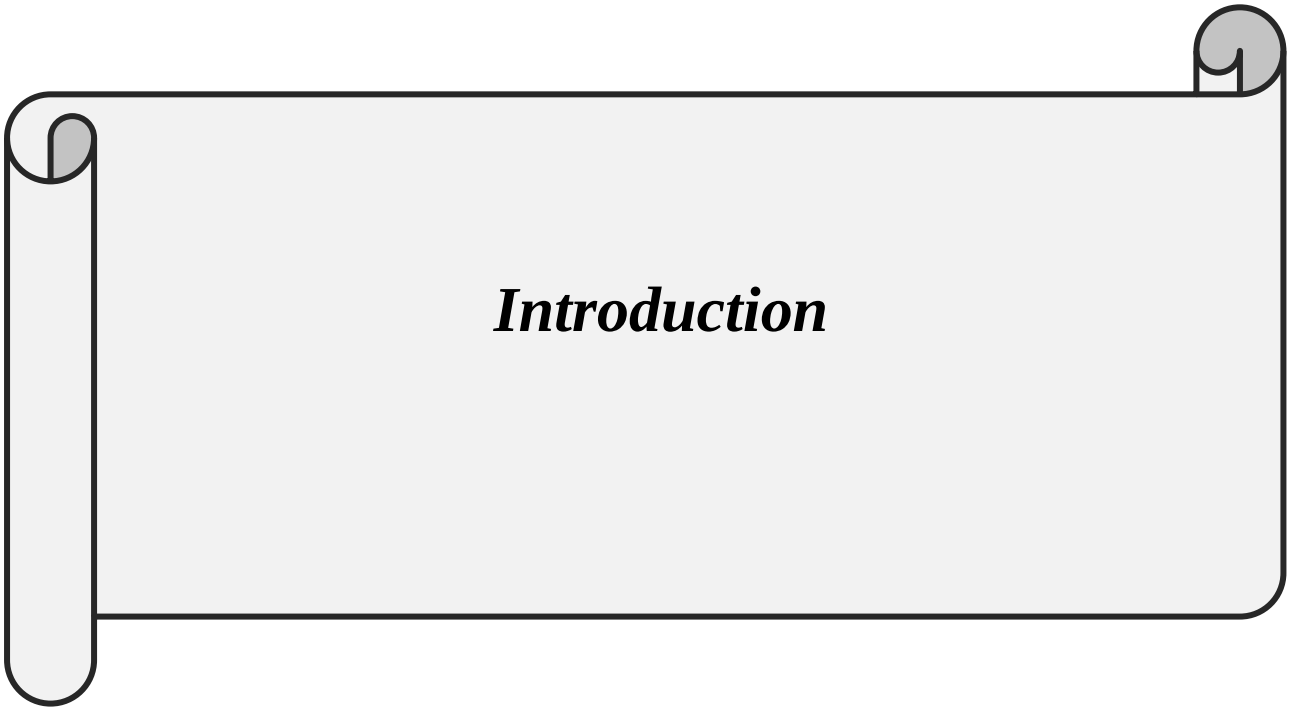
Cm : Centimètre.

CM² : Centimètre mètre Carré.

G : Gramme.

% : Pourcentage.

ACP: Analyses en Composantes Principales.



Introduction

Introduction

L'agriculture moderne fait face à des défis majeurs liés aux changements climatiques et à la nécessité de préserver la biodiversité végétale. Parmi les filières arboricoles stratégiques, l'agrumiculture occupe une place prépondérante, tant sur le plan économique que socio-environnemental.

Cependant, ce patrimoine agrumicole subit aujourd'hui une dégradation alarmante et irréversible. Ce déclin est principalement exacerbé par le manque de valorisation de ces ressources génétiques, ainsi que par l'abandon progressif du renouvellement des vergers, notamment ceux dédiés au clémentinier *(Citrus clementina).*Ce dernier se distingue par des qualités organoleptiques exceptionnelles qui en font un agrume hautement prisé sur les marchés (Curk, 2013).

Néanmoins, la performance, l'adaptation et la durabilité de cette culture dépendent d'une interaction complexe entre son potentiel génétique et les facteurs environnementaux changeants. Ces variations influencent directement les caractéristiques morphologiques, physiologiques et agronomiques des cultures. Face à ce constat, comprendre la diversité et la stabilité phénotypiques du clémentinier (et par conséquent sa stabilité génotypique) devient essentiel pour optimiser sa culture, son adaptation aux contraintes du milieu et garantir la qualité finale des fruits. L'objectif principal de ce travail de fin d'études est de contribuer à la compréhension de la variation phénotypique de ce petit agrume.

Pour ce faire, notre démarche s'appuie sur la description morphologique du clémentinier en se basant sur l'analyse de paramètres quantitatifs et qualitatifs de ses différents organes, et ce, à travers des observations menées dans des régions d'étude contrastées. Afin de mener à bien cette étude, notre manuscrit est structuré en deux grandes parties : la première est consacrée à une synthèse bibliographique des connaissances actuelles sur le clémentinier et les concepts de plasticité phénotypique, tandis que la seconde partie expose le matériel utilisé, la démarche méthodologique adoptée, ainsi que la présentation, l'analyse et la discussion des résultats obtenus.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

I.1. Origine des agrumes

L'origine des agrumes remonte principalement à l'Asie du sud-est, notamment dans les régions du sud de la Chine, de l'Inde et de l'archipel malaisien. Au cours de leur évolution et grâce aux déplacements des populations et aux échanges commerciaux, ces espèces se sont progressivement diffusées vers le Moyen-Orient puis vers le bassin méditerranéen et d'autres régions du monde. Cette diffusion a favorisé l'apparition de nombreuses variétés issues de croisements naturels ou de sélections réalisées par l'homme (Curk et al., 2019).

Le mandarinier, introduit en Algérie par Hardy en 1850, a été souvent multiplié par graines. De bonnes cultivars ont pu être fixées ensuite par la greffe.

Parmi les agrumes les plus connus figure la clémentine, fruit aujourd'hui très apprécié dans les pays méditerranéens. Son origine remonte à la fin du XIX^{e} siècle en Algérie, plus précisément dans la région de Misserghine près d'Oran. Selon les sources historiques, le père Clément (Vincent Rodier), responsable d'un orphelinat agricole, aurait obtenu cette variété à partir de semis de graines de mandarinier. Parmi les plants obtenus, un arbre se distingua par la qualité particulière de ses fruits, caractérisés par leur goût agréable, leur facilité d'épluchage et leur maturité précoce (Curk et al.,2019).

La culture du mandarinier présentait souvent des semences polyembryonnaires de nombreux semis de pépins introduits à Misserghin provenaient d'Espagne. La mandarine s'est récemment développée le long des rivages méditerranéens et les premiers mandarineraies sont nés lorsque des pépiniéristes trièrent les semences d'agrumes, ce tri a été réalisé à l'orphelinat pour obtenir des plants de mandarinier. On distingue habituellement les plants issus de cellules du nucelle (conformes à la variété multipliée) de ceux qui ne le sont pas (hybrides provenant d'embryons sexués issus de la fécondation entre l'ovule et le pollen).

En général, les jeunes plants qui ne ressemblent pas à la variété que l'on désire multiplier sont éliminés. Le docteur Trabut, professeur à la faculté mixte de médecine et de pharmacie d'Alger, affirme que le frère Clément aurait identifié, dans un semis de pépins de mandarinier, un plant ne ressemblant pas à un mandarinier. Au lieu de le détruire, il l'aura planté dans le jardin de l'orphelinat. Cet arbre a fructifié plusieurs années plus tard. Selon des témoins de l'époque, c'est lors d'une visite du professeur Trabut à l'orphelinat avec le frère Clément que les deux hommes auraient aperçu des enfants dégustant des fruits

cueillis sur un arbre du jardin. Ces enfants mangeaient des fruits ressemblant à des mandarines, or cette visite avait lieu plus d'un mois avant la période normale de maturité des mandarines. Ce nouveau fruit à couleur orange fonce à maturité complète, s'épluchant facilement et a saveur douce et légèrement musquée, reçut d'abord le nom de mandarine du frère Clément ». Sur proposition d'Henri Rebour, ingénieur horticole, ancien chef du service de l'arboriculture en Algérie, la société d'horticulture d'Alger la baptisa plus tard « clémentine ». La première description officielle de la clémentine est publiée en 1902 par le professeur Trabut dans la Revue horticole française (n° 10 du 16 mai 1902).Malgré sa précocité par rapport à la mandarine, la clémentine, décrite dans un premier temps avec pépins, n'a pas été considérée comme un fruit pouvant détrôner la mandarine sur les marchés. Le professeur Trabut écrivait en 1902 : << La clémentine n'a pas sur la mandarine des avantages qui permettraient de la classer au-dessus; mais on peut cependant reconnaître à ce fruit des mérites qui doivent lui assurer une place plus importante dans les orangeries. >> Ce n'est que plus tard, en vergers, que la clémentine révéla la caractéristique qui allait faire d'elle le petit agrume le plus consommé en Europe: son absence de pépins, quand les clémentiniers sont cultivés en monoculture, isolés des autres agrumes (Curk, 2013) (Figure1).



Figure 1. Origine géographiques et diffusion des agrumes dans le monde (Curk, 2013).

I.2. Importance économique

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

- Consommation comme des produits frais ou après leur transformation (jus, sirop,…etc) ;

- Grande qualité nutritive : riche en vitamine C, B6 et constituent une source de fibresd'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

Cultivés à très grande échelle, les agrumes sont en tête des productions fruitières dans le monde. En 2012, la production mondiale a dépassé les 131 millions de tonnes (FAO 2014). Les oranges représentent de loin la plus grosse production d'agrumes avec un pourcentage de 52%. Les petits agrumes occupent le deuxième rang avec une production de 20.6 millions de tonnes, représentant 21% de la production totale d'agrumes. Suivent ensuite les limes et les citrons, les autres agrumes et pour finir les pomelos. Ces derniers occupent la dernière place avec une production de 6.1 millions de tonnes.

Grâce à leur grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes, les agrumes sont cultivés dans des zones tempérées chaudes jusqu'aux zones tropicales (entre les 40° de latitudes nord et sud) (Luro et al., 2013). En 2012, la superficie cultivée était de l'ordre de 8,7 millions d'hectares (FAO, 2014), résultant d'une forte augmentation des plantations au cours des dernières décennies. La Chine est le pays dont la superficie agrumicole est la plus importante et représente à elle seule 24% de la surface mondiale (UNCTAD, 2013).

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 (FAO, 2014).

I.2.2. Dans le 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 unestratégie 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 en finla 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 enpermettant d'absorber et de valoriser les écarts de triage (Imbert, 2008).

Le profil variétal est largement dominé par les oranges (50%) suivies des petits agrumesavec près de 20% (Imbert 2005). Deux types de pays producteurs peuvent être distingués :

Despays producteurs-consommateurs tels que l'Italie, l'Egypte, la Turquie ou la Grèce quireprésentent dans l'ensemble 40% de la production méditerranéenne mais plus de 70% de laconsommation régionale. Enfin, des pays producteurs-exportateurs, comme l'Espagne.

I.2.3 En Algérie

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreuxpays. Il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activitéeconomique 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 sourced'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produitsagrumicoles. Sur le plan social, la culture des agrumes emploi en moyenne 140 jours/ha/an, sanscompter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformation et commercialisation)(ITAF, 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 partieNord du pays, caractérisé par une température clémente qui assure sa réussite.

II.1.1Taxonomie des agrumes

Selon la classification établie par Swingle en 1967, on distingue huit principaux groupes taxonomiques de *Citrus: C. medica* (L.) (cédratiers), *C. reticulata* Blanco (mandariniers), *C. maxima* (L.), *C. sinensis* (L.). (orangers), *C. aurantifolia* (limettiers), *C. paradisi* (pomelos), *C. limon* L. (citronnier), *C. aurantium* (L.) (bigaradier).

La diversité génétique au sein des agrumes se traduit par une variabilité des caractères morphologiques (couleur) et organoleptiques mais aussi à leur 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).

Citrus clementina est un arbre hybride de la famille des *rutacées* issu du croisement entre un mandarinier (*Citrus reticulata*) et un oranger (*Citrus sinensis*), de 4 à 6 mètres de hauteur. Le fruit du clémentinier est pratiquement sans pépin contrairement à la mandarine, savoureux, doté d'une peau fine de couleur orange. Pour ces caractéristiques, *Citrus clementina* prend de plus en plus la place de *Citrus reticulata*(Khefifi., 2015) (Figure 2).

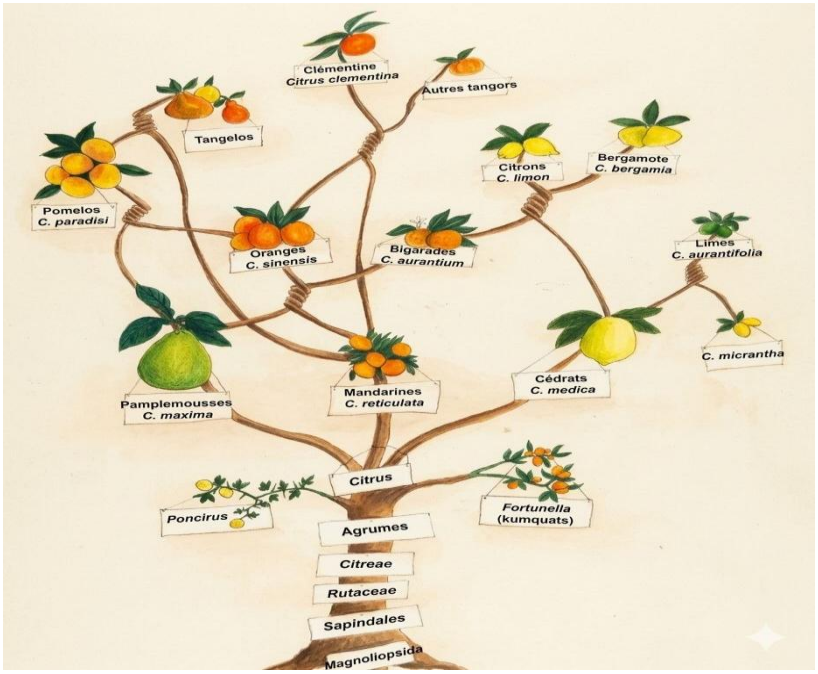


Figure2. Classification et diversité des agrumes (Curk,2013).

II.1.2 Morphologie des agrumes

a. Les racines

Le système racinaire des agrumes est essentiellement localisé dans les premiers 100 cm de profondeur. Les racines principales, au nombre de deux à trois, ancrent solidement l'arbre au sol en se développant jusqu'à un à deux mètres de profondeur. Ce rôle de fixation

joué par ces racines est important, car les arbres adultes doivent supporter des productions en fruits pouvant dépasser les 100 kg/arbre. De plus, dans les régions ventées, la frondaison des arbres présente une prise au vent important (frondaison à feuillage persistant).

Les racines secondaires se divisent en fines racines qui constituent le chevelu racinaire. Elles ont un rôle de nutrition, car c'est à partir de ce chevelu que sont absorbés les éléments minéraux et l'eau présents dans le sol. Ce chevelu racinaire se localise en général dans les premiers 50 cm du sol, où il trouve les conditions optimales à son fonctionnement: aération satisfaisante de la terre, humidité convenable et sans excès, sol richeen éléments nutritifs apportés (Loussert, 1989).

b. La partie aérienne

Le système aérien est constitué du tronc, à partir duquel se développent les branches charpentières, puis les ramifications qui porteront les feuilles, les fleurs et les fruits (Loussert, 1989).

1-Les ramifications

Elles constituent l'armature de l'arbre. Les branches charpentières, limitées à 3, 4 ou 5 par la taille de formation, prennent naissance sur le tronc. Les charpentières se divisent en sous-charpentières (ou sous-mères) qui à leur tour porteront les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères. A l'intérieur de la frondaison, peuvent parfois se développer des rameaux verticaux de grande vigueur, pourvus de larges feuilles associées à des épines ulcérantes. Ces rameaux, appelés «gourmands, grands consommateurs de sève, peuvent compromettre l'alimentation d'une sous-mère; ils doivent être éliminés ou affaiblis par la taille(Loussert, 1989) (Figure 3).

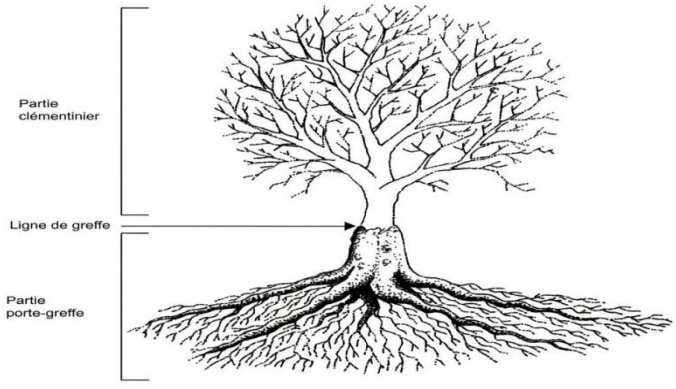


Figure3. Schéma d'un arbre greffé, (Curk, 2013).

2-Les feuilles

Tous les *Citrus* sont des arbres à feuilles persistantes, ce qui est un caractère d'adaptation à des hivers peu rigoureux. Seul le *Poncirus trifoliata*perd ses feuilles en hiver, ce qui lui permet de mieux résister aux basses températures hivernales; son utilisation comme porte-greffe est donc recommandée dans les zones à climat méditerranéen continental. Les feuilles de Citrus présentent une grande variabilité de tailles et de formes, non seulement entre les espèces et les variétés, mais également suivant leur âge et l'âge de l'arbre. En général les jeunes arbres sont pourvus de feuilles plus larges et plus grandes que les arbres adultes(Loussert,1989)(Figure 4).

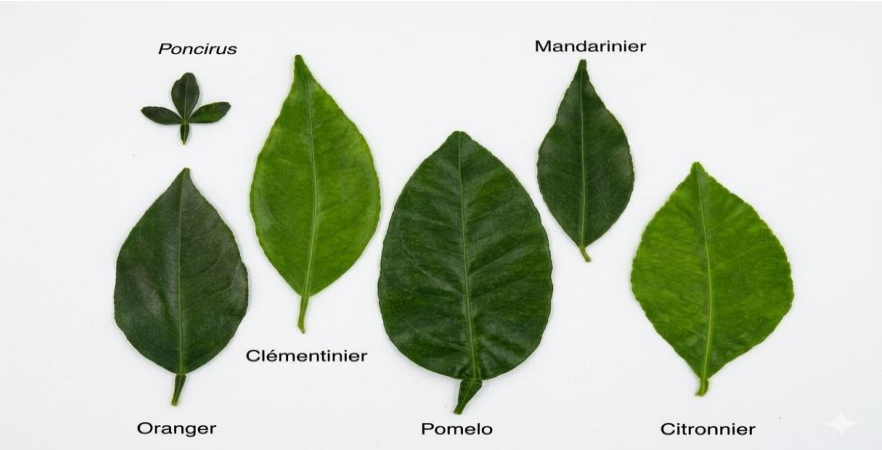


Figure4. Feuille d'agrumes (Curk,2013).

3-La fleur

Les agrumes ont des fleurs hermaphrodites, qui peuvent être solitaires ou en corymbe, axillaires ou terminaux. L'époque de la floraison est fonction de l'espèce et du climat. Les fleurs sont généralement de couleur blanche, de 4 à 5 pétales imbriqués, très odorantes(Loussert.,1989) **(**Figure5).

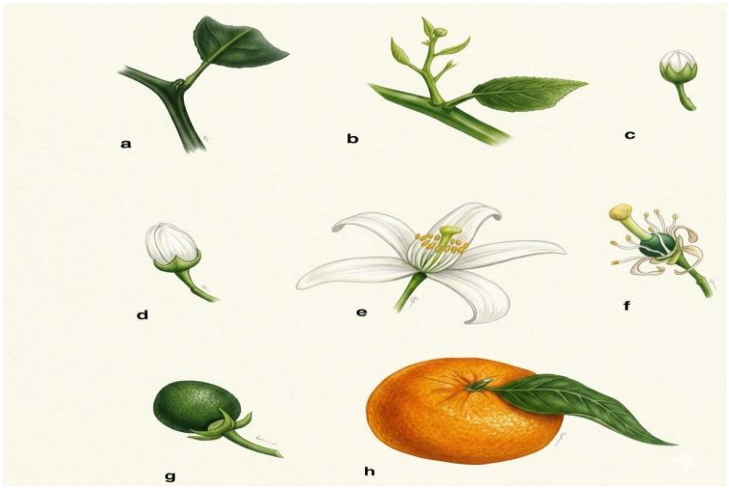


Figure 5. Phases de développement de la fleur du clémentinier (Curk,2013).

4-Le fruit

Les fruits des principales espèces et variétés cultivées de *Citrus* diffèrent par leur coloration, leur forme, leur grosseur, la composition de leur jus et leur époque de maturité. Cependant, tous les fruits des *Citrus* cultivés présentent la même structure anatomique, bien que les éléments composant, cette structure varient avec l'espèce et la variété. On peut distinguer les parties suivantes:

- L'écorce: elle constitue la partie non comestible du fruit. Chez les oranges, les mandarines et les clémentines, elle reste peu développée, alors que chez les cédrats ou les pamplemousses, elle constitue la majeure partie du fruit. Cette écorce est formée de l'épicarpe et du mésocarpe externe et interne. A maturité du fruit, c'est l'épicarpe (ou épiderme) qui se colore en orangé ou jaune. L'épicarpe et le mésocarpe externe constituent le flavédo où se trouvent localisées les glandes oléifères riches en huiles essentielles. Le mésocarpe interne constitue l'albédo, plus ou moins épais, de couleur blanchâtre et de texture spongieuse

- La pulpe: c'est la partie comestible du fruit, elle est formée par l'endocarpe qui est constitué par un ensemble de poils ou vésicules renfermant le jus, et qui sont regroupés en quartiers. Le nombre de quartiers varie de 5 à 18 (9 à 11 pour les oranges, 8 à 11 pour les citrons et 12 à 15 pour les pomelos)

- Les pépins: ils proviennent, comme toutes les graines, de la fécondation ou fusion de deux cellules sexuelles (ou gamètes): d'une part l'anthérozoïde du grain de pollen et d'autre part l'ovule de l'ovaire (Loussert,1989) (Figure6).

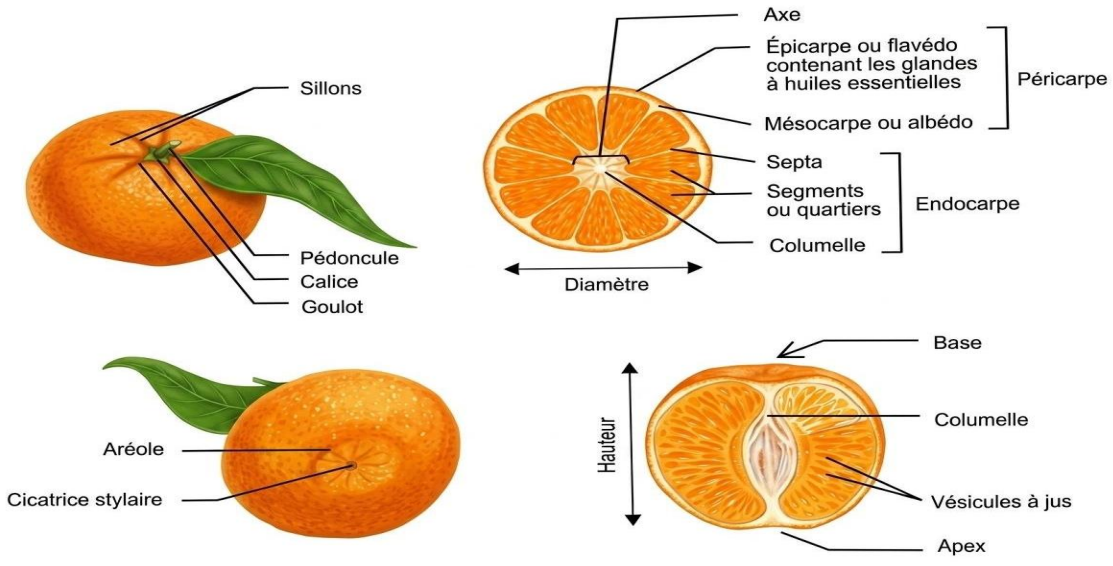


Figure6. Coupe transversalle et longtinale d'une clémentine (Curk, 2013).

Chez la clémentine la peau du fruit adhère plus ou moins à l'endocarpe, suivant la variété et le stade de maturité de la clémentine. Parmi les aspects particuliers de ce fruit, il faut noter la persistance du calice ainsi que l'existence chez certaines variétés d'une aréole, dépression circulaire plus ou moins large et profonde située sur l'extrémité stylaire du fruit, opposée au calice. L'intérieur du fruit est composé de dix à treize segments, ou quartiers, organisés autour de l'axe central. Les quartiers sont constitués de vésicules à jus, ou sacs à jus, contenues dans une mince membrane. Ces vésicules proviennent du développement des poils de la cavité ovariennequi portent ce nom de poils à jus. Enfin, un phénomène singulier peut parfois se manifester sur quelques fruits la navelisation, il s'agit de la formation à l'intérieur du fruit d'un second petit fruit issu d'un doublement des carpelles de la fleur.

III.1 Ressourcesgénétique

En Afrique du Nord, le genre *Citrus* est représenté par les espèces suivantes : *Citrustrifolita* Linné ; *Citrus decuwana* Murray *; Citrus aurantium* Linné ; *Citrusmedica* Linné ; *Citrus* japonica Thunberg ; *Citrusnobilis* Loureiro var.delicosa swing.

a. L'oranger

En 1905, Trabut a affirmé que l'étude de nombreux semis d'orangers et de mandariniers faits en Algérie, lui a permis de distinguer déjà un certain nombre de cultivars locaux ou de métis dignes d'être conservés. Il signale particulièrement :

- Une orange très précoce de Kabylie à peau jaune clair souvent encore teintée de vert et cependant très douce dès novembre.
- Une orange à peau fine, type Valence. Déprimée, chair fine douce, mûre en décembre.
- Oranges de Blida, ou des pentes de l'Atlas à sélectionner, peut donner des oranges grosses, très colorées, bien juteuses, parfumées, à peau épaisse et à peau fine : maturité complète en janvier, février, mars et avril suivant l'altitude.
- Orange de Toudja, ou d'El Milia, très grosse orange, à peau très épaisse, ayant une chair fine comme l'Orange de Jaffa, tardive jusqu'en mai.
- Orange sanguine a donné par semis beaucoup de cultivars de mérites variables, mais toutes bonnes. Sous le nom de Sanguine de Biskra on distingue un fruit à peau fine, très parfumé et généralement très apprécié par les connaisseurs. Cette variété parait originaire de Skikda. Elle a été propagée dans quelques jardins de Biskra.

- Orange blanche de Blida, sous ce nom Trabut (1905) a distingué une orange à peau couleur citron, à pulpe fine, pâle, assez tardive. Les populations locales y voient un hybride de Lime douce ; l'origine de cette orange serait inconnue.

L'Algérie présente dans les centres anciens de culture de l'oranger, des variétés qui méritent une place importante dans les vergers modernes. Trabut en 1910, énumère un ensemble de variétés, en les classant selon l'époque de leur maturité :

* Première époque : mûrissant en novembre-décembre.
* Deuxième époque : mûrissant en janvier-février.
* Troisième époque : mûrissant en février-mai.

Parmi ces variétés énumérées, certaines ont été introduites en Algérie par le service botanique.

L'orange de Blida, pleine de pépins, n'a plus qu'un intérêt historique. Quelques variétés, comme Sanguine de Biskra, ont acquis une réputation qui ne dépasse pas le cadre local. Cependant, ces oranges communes possèdent souvent une grande fertilité et une bonne adaptation à nos conditions.

L'orange douce, l'orange Lime, Meski, Doucera et Impérial, sont assez connues, mais peu répandues, sauf dans les cultures des populations locales de Tunisie.

Wagneur (1973) cite les variétés : Thomson Navel, Washington Navel, Hamlin, Cadenera, Salustiana, Shamouti ou Jaffa, Maltaise Blonde, Portugaise, Double fine, Double fine améliorée, Sanguine moscata, Vernia.

Le verger agrumicole algérien occupe 50 900 hectares. Ce potentiel est concentré sur 03 wilayas (Mascara, Chlef et Blida). La production moyenne de la décennie 90-99 est estimée à 350 000 tonnes.

Le problème clé du verger agrumicole est le vieillissement, il est caractérisé par un faible taux de renouvellement des plantations. Plus de 60% des plantations dépasse les 30ans (INRA,2006).

b. Le mandarinier

Les mandarines algériennes sont beaucoup plus parfumées que la Dancy et autres variétés de mendariniers à usage en Amérique, d'un arôme très spécial et très recherché. Ces fruits acquièrent toutes leurs qualités quand les arbres qui les portent ne sont pas soumis à un arrosage trop copieux ou à un excès de fumure azotée (INRA, 2006).

c. Le citronnier

Les variétés de citron sont excessivement nombreuses, Plusieurs variétés ont été citées par Trabut en 1908, Rebour 1945 et Wagneur en 1973.

Wagneur (1973) cite les variétés suivantes : Eureka, Villafranca, Vernia. Loussert (1989) mentionne que les principales variétés cultivées en Méditerranée sont : Eureka, Lisbonne, Verne et Femminelto ovale.

Masker (1987) avait mentionné l'insuffisance des Citronniers qui ne représentaient que 2% du verger agrumicole en Algérie (INRA, 2006).

d. Le pomelo ou grape-fruit

Les variétés de pomélo introduites en Algérie, par le Service Botanique du gouvernement, mûrissent aussi bien qu'en Californie et donnent en abondance de gros fruits qui, soumis à la dégustation en Angleterre, n'ont pas été jugés inférieurs aux fruits américains arrivant sur le marché anglais.

En 1908, Trabut a énuméré les variétés présentées Sur une demi-douzaine de variétés introduites, on ne connaît qu'une seule qui s'est véritablement imposée : le Pomélo Marsh Seedless. Loussert (1989) indique que les principales variétés cultivées en Méditerranée sont : Marsh Seeless, Duncun, Ruby ou Red Blush et Shambar(INRA,2006).

e. Les agrumes d'intérêt secondaires

Dans ce groupe, sont classés: le bigaradier, le lime, le limettier doux, le bergamotier, le cédratier etle kumquat.

Les bigaradiers ne sont le plus souvent recherchés que pour la production de porte-greffe et pour la distillation de la fleur et des feuilles. Trabut, en 1908 a mentionné quatre variétés de limes (Limoncello de Naples, Limonette, Lime Mexicaine, Lime Jaune), deux Limettes (Limette douce, Limon Real), la Bergammotte ordinaire, et trois variétés de Kumquat originaire du japon et introduites en Algérie (Nagami, Marumi, Omikin Kau). Il a cité aussi : le Cédrat ordinaire, le Cédrat de Corse, la Poncine en Calebasse, la Poncine à gros fruit, le Cédrat de Salo, Cédrat de Florence; le Cédrat digité etle Gros limon de Valence. Il a aussi cité : le Navelina, Newhall et Navelate pour l'oranger; Kara (Satsuma awari x King) et Tangors pour les mandariniers hybrides.

Selon Benaziza (1996), on ne trouve en Algérie que ces variétés de clémentinier : clémentine Montréal et clémentine ordinaire.

Malgré la richesse de ce patrimoine, les ressources génétiques des agrumes font face à une érosion génétique inquiétante, menaçant la pérennité des vergers traditionnels.

Déjà en 1908, Trabut a signalé que l'oranger franc des Beni Salah qui peuplait les orangeries en montagne, devient de plus en plus rare par suite de l'extension de la Gommose.

Selon Loussert (1989), le Thomson Navel cultivé surtout en Algérie et au Maroc, était en régression au profit de la variété Washington. La variété d'orange Salustiana, intéressante pour sa précocité et sa bonne morphologie, tend à remplacer les variétés Hamlin et Cadénera. L'apparition du Clémentinier a pour conséquence la régression des plantations de mandariniers communs. La culture de la Mandarine Wilking était en régression (au Mahgreb) car son pollen fécondait les fleurs du clémentinier cultivé à proximité (clémentine avec pépins). Par ailleurs, l'apparition du Clémentinier a eu pour conséquence la régression des plantations de mandariniers communs (Loussert, 1989). En 1987, Masker rapportait que la variété d'oranger Thomson Navel soit disparue, ainsi que certaines variétés citées par Trabut (1910) et introduites en Algérie (Navel Golden, Buckeye, Centennial, Homossassa, Rubis, Navalencia, Navel Nugget)(INRA,2006).

IV. Stratégie et méthodes d'amélioration des agrumes

La culture de plants greffés permet, dans une certaine mesure, de scinder les contraintes génétiques entre porte -greffe et cultivars. C'est un aspect important compte tenude la grande diversité climatique et écologique rencontrée sur l'aire de culture des agrumes. Un cultivar sélectionné peut ainsi avoir une vocation étendue, tandis que les critèresde sélection des porte-greffes varient de manière importante suivant les zones de production (Ollirault et Rocca Serra., 1992).

IV.1Objectifs de l'amélioration des variétés

Les objectifs de l'amélioration sont essentiellement fonction de l'utilisation des cultivars.Pour la transformation, les principaux critères sont la productivité et à un moindre titre les teneurs en jus et en sucre ainsi que la nature des pigments.

Pour le marché du fruit frais, la qualité du produit est le critère essentiel. La définition de la qualité organoleptique peut varier suivant les habitudes du consommateur. En Occident, elle est déterminée par l'arôme, la teneur en jus et en sucre ainsi que l'acidité qui doit être élevée pour les citrons et les limes et modérée pour les autres productions. En Asie, des fruits sans aucune acidité sont très prisés. L'aspermie, la facilité d'épluchage, la coloration interne et externe et la régularité de l'écorce participent aussi à la définition de la qualité du fruit. L'étalement de la production constitue également un objectif important des programmes de sélection .Des caractères de résistances aux maladies sont également à rechercher. Le greening (pour les mandariniers, les orangers et leurs hybrides), le chancre citrique (pour les pomelos. les orangers et les agrumes acides), ou le mal secco (Phoma Tracheiphila) pour les citronniers, causent en effet des dégâtsconsidérables. La résistance

au froid, enfin, a donné lieu à de nombreux travaux en Floride (Barret, 1982), au Japon (Ideda et al, 1980) et en Urss (Ka -raya, 1981).

Le développement actuel d'un marché important pour les agrumes d'ornement, en pot, conduit à définir de nouveaux critères de sélection comme : un port en boule, une phase de juvénilité très courte, une floraison pluriannuelle, des fruits de petits calibres très colorés, ou un feuillage panaché (Ollirault et Rocca Serra., 1992).

IV.2Amélioration des porte-greffes

La nature du porte-greffe influence fortement le développement du clémentinier et sa sensibilité aux attaques parasitaires et aux stress. En effet, le choix du porte-greffe ne se limite pas seulement à l'adaptation de l'arbre aux contraintes pédologiques. Il est nécessaire de prendre en compte également d'autres facteurs pour lesquels l'espèce ou la variété de porte-greffe confère des caractéristiques différentes comme: la sensibilité aux maladies (tristeza, exocortis...) et la sensibilité à certains parasites du sol (Phytophthora, pourridiés, nématodes, etc.); l'adaptation aux contraintes climatiques (froid, zone humide ou sèche, etc.); les performances agronomiques (vigueur, mise à fruits, rendements, etc.)etla qualité du fruit (calibre, coloration, aspect et épaisseur de la peau, teneur en sucre, acidité, teneur en jus, etc.). Ainsi, le choix du porte-greffe se révèle être un élément déterminant dans la culture du clémentinier (Curk et al., 2019).

Il est souvent possible d'établir un diagnostic assez précis du comportement du porte-greffe en observant la réaction stionique au niveau du point de greffe, comme l'ont souligné Webber (1926), Bitters (1948), Beñatena (1953) et d'autres. Cependant, des réactions extrêmes dans différentes combinaisons peuvent se chevaucher quelque peu, de sorte qu'avec des arbres individuels sur des porte-greffes mixtes, des erreurs seront fréquemment commises.

L'utilisation de tels supports visuels n'a pas été très nécessaire jusqu'à récemment en Espagne, où presque tous les arbres sont greffés sur l'oranger amer et quelques-uns sur l'oranger trifolié. On peut en dire autant de l'Italie, où, là encore, jusqu'à présent, tous les agrumes sont greffés sur l'oranger amer ou, pour quelques arbres plus jeunes, sur le citron Volkamer. La superficie consacrée aux agrumes au Japon se caractérise principalement par la présence de la plupart des arbres sur l'oranger trifolié, avec certains sur du yuzu et quelques-uns sur du natsudaidai. La situation devient beaucoup plus compliquée en Californie, en Arizona, au Texas et en Floride, où de nombreux autres porte-greffes sont(ou ont été) utilisés, tels que l'orange douce, l'orange amère, la mandarine Cléopâtre, le sampson tangelo, le pamplemousse, diverses sélections de citron rugueux, l'oranger

trifolié, les citranges Troyer Carrizo et les citranges C32 et C35, ainsi que quelques porte-greffes moins courants comme le shaddock cubain, le pamplemousse d'Ichang, le citrumelo Sacaton et Swingle, etc. La situation deviendra encore plus complexe à mesure que de plus en plus des hybrides seront introduits comme nouveaux porte-greffes (*Citrus* roots).

V.2.1Types des porte-greffes les plus résistants

a. Le Bigaradier (*Citrus aurantium*) : Le bigaradier présente une bonne affinité avec presque toutes les variétés et s'adapte relativement bien à de nombreux types de sol y compris aux sols calcaires. Il se multiplie aisément en pépinière. Les plants de semis sont vigoureux, avec un bon enracinement à la fois traçant et pivotant. Il s'agit du porte-greffe le plus anciennement utilisé et qui reste encore dominant dans de nombreux pays du bassin méditerranéen. Son utilisation remonte aux environs de 1850, après la découverte de sa résistance à la gommose. Aujourd'hui il a perdu sa place prépondérante, en raison de sa sensibilité au virus de la Tristeza (INRA.,Jacquemond et al., 2013) (Figure7).



Figure 7. Le Bigaradier (Curk, 2013).

b.Les Poncirus *(Poncirus trifoliata*) : Le genre *Poncirus* comporte diverses sélections dont la majorité présente un comportement agronomique très proche en tant que porte-greffe du clémentinier. Le *Poncirus* est recommandé dans de nombreuses zones agrumicoles, à l'exception des zones calcaires ou salines. Le *Poncirus* possède la particularité d'être le seul agrume qui perd ses feuilles en hiver, caractère qui lui permet de mieux résister au froid. Un greffage sur *Poncirus trifoliata* augmente la productivité du clémentinier, améliore la qualité des fruits (jus et coloration) et aplanie les phénomènes d'alternance de production. En contrepartie, il lui est reproché de diminuer sensiblement les calibres obtenus et de conférer une faible vigueur lors des premières années de plantation. *Le Poncirus* a généralement un développement plus important que le clémentinier greffé, d'où la formation d'un « goulot de bouteille » au niveau de la ligne de

greffe. Cet étranglement provoque un stress, qui semble positif pour la qualité des fruits chez le clémentinier. C'est un Porte-greffe à système racinaire peu profond, on le préconise dans les zones humides, à sols lourd, ou pour les bas fonds. Malgré ses qualités, ce porte-greffe est difficile à multiplier : la croissance des jeunes plantules est très lente. L'utilisation de greffons sains est indispensable, le *Poncirus* étant très sensible à l'exocortis, maladie due à des viroïdes transmissibles par greffage (Jacquemond et al., 2013) (Figure8).



Figure 8.*Poncirus trifoliata* (Curk, 2013).

c. Le citrange carrizo (*Citrus sinensis* (L.). (Washington) x Poncirus trifoliata (L.) Raf.) : Le citrange Carrizo est un hybride d'oranger Washington Navel et de Poncirus, obtenu en 1909 à Carrizo Springs au Texas (États-Unis). Ce porte-greffe rassemble de nombreuses qualités : il confère une mise à fruits rapide et une très forte productivité, sans diminution du calibre des fruits. Préférant les sols limoneux et acides, il est l'un des porte-greffes les plus utilisés en zones agrumicoles, sauf dans les régions arides, très calcaires et très salines où son comportement est médiocre. L'affinité du citrange carrizo avec le clémentinier est meilleure que celle du *Poncirus.*Le citrange carrizo est l'un des porte-greffes les plus faciles à multiplier en pépinière ; son développement est très rapide, relativement homogène, l'enracinement est dense et profond, le greffage s'opère sans aucune difficulté. Il faut néanmoins prendre la précaution d'utiliser des greffons sains, les citranges étant sensibles à l'Exocortis(Centre INRA de Corse,Jacquemond et al., 2013) (Figure 9).



Figure 9. Le citrange carrizo (Curk, 2013).

d. La Lime Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck) : La lime Rangpur est probablement un hybride issu du croisement entre une mandarine et un cédrat. Elle confère une tolérance à la Tristeza et une forte vigueur et elle améliore nettement les rendements et la rapidité de mise à fruits. Pour le cas du clémentinier, la qualité interne des fruitsproduits est intermédiaire entre un greffage sur Rough Lemon et sur Bigaradier.

Les arbres greffés sur Rangpur supportent la salinité, le calcaire ou l'acidité. Ils sont en revanche sensibles au froid, aux sols lourds, à de nombreux viroïdes, au Phytophthora, aux nématodes et à une maladie de dégénérescence appelée Blight ou Declino ou Mort Subit. Pour ces raisons la lime Rangpur estaujourd'hui en cours de remplacement) (Centre INRA de Corse,Jacquemond et al.,2013).

IV.2.2Objectifs de l'amélioration des porte-greffes

L'adaptation aux sols et aux pathogènes qui s'y trouvent sont les premiers objectifs qui guident la sélection des porte-greffes. Ainsi, suivant les types de sol, on recherche une tolérance au sel, une adaptation aux sols alcalins ou acides et dans tous les cas, une résistance ou une tolérance au Phytophthoraet aux nématodes. En Floride, la recherche d'une résistance au «blight» (maladie de dégénérescence) est également devenu un objectif prioritaire (wutscher, 1979). Le génotype des porte-greffes permet de moduler le comportement de l'association porte-greffe/cultivar pour de nombreux caractères :

■ La sélection de porte-greffe conférant à l'association une résistance ou une tolérance à la Tristeza est une priorité pour toutes les zones de culture. En effet, cette maladie à virus a sans doute été la plus dommageable pour les plantations d'agrumes depuis les années 1950. Pour le sud-est asiatique, la résistance au tatter leaf (maladie qui affecte le point de greffe) est un critère de sélection important (Aubert, 1989).

■ La résistance au froid de l'association constitue un objectif particulièrement important, et peut être fortement améliorée par le porte-greffe (Blondel, 1974).

■ La vigueur de la partie aérienne et la productivité sont également affectées par le porte-greffe (Jacquemond et Blondel 1986). Ainsi, dans certaines régions, les sélectionneurs recherchent des porte-greffes nanisant afin de réaliser des plantations à

haute densité (Phillips etCastle, 1977). En revanche, dans le nord du bassin méditerranéen, la sélection de porte-greffe vigoureux est encore une priorité.

■ Enfin, au-delà d'un effetquantitatif sur la récolte, le porte-greffe a une influence non négligeable sur le plan qualitatif (Jacquemond et blondel 1986 etblondel, 1974). Il agit sur de nombreux facteurs importants sur le plan économique, comme le calibre, l'épaisseur de la peau, la teneur en jus ou la saveur du fruit(Centre INRA de Corse,Jacquemond et al., 2013).

V. Création et sélection variétale des agrumes

L'amélioration variétale des agrumes est aujourd'hui au cœur des préoccupations agricoles. Avec les changements climatiques et l'augmentation des exigences des consommateurs, il devient nécessaire de développer des variétés capables de s'adapter à différents environnements tout en offrant une bonne qualité de fruits. Cette amélioration ne se limite pas seulement à la productivité, mais concerne aussi la résistance aux maladies, la tolérance au stress et l'amélioration des caractéristiques organoleptiques. Les agrumes présentent une grande complexité génétique, ce qui rend leur amélioration à la fois difficile et particulièrement intéressante (Davies & Albrigo, 1994; Gmitter & Louzada, 2008; FAO, 2013).

V.1Etude de quelques cas d'hybrides

V.1.1 Cas du clémentinier

La clémentine se caractérise par la précocité (récolte de certains clones dès la fin septembre) et les qualités gustatives de ses fruits très appréciés des consommateurs. Sa peau brillante, orangée rougeâtre, finement granulée, a une épaisseur qui varie suivant les clones de 2,5 à 4,5 mm, sa pulpe riche en jus, tendre et parfumée. Cependant, si le clémentinier est cultivé à proximité de mandariniers à pollen abondant et fonctionnel, comme par exemple le mandarinier Wilking, il y aura pollinisation du clémentinier et dans ce cas, ses fruits renfermeront des pépins, ce qui est un handicap sérieux pour l'exportation. On reproche au clémentinier sa productivité parfois capricieuse, se traduisant par l'alternance année de forte production et petit calibre des fruits, succédant à une année de faible production et de plus gros calibre des fruits. Pour atténuer cet effet fâcheux de l'alternance, l'agrumiculteur pratiquait sur les branches charpentières des incisions annulaires ayant pour effet de mieux répartir les courants de sève afin d'accroître le calibre des fruits. Depuis quelques années, cette pratique est abandonnée au profit de la pulvérisation, lors de la floraison du clémentinier, de régulateurs de croissance (hormone de type gibberelline) (Loussert, 1989).

V.1.2 Le wilking mendarine

Il s'agit d'un hybride de première génération issu du même croisement que le Kinnow (King x Willow Leaf), mais l'arbre et le fruit diffèrent à bien des égards. Le fruit est ferme, gonfle très peu et supporte probablement bien la manipulation ; la saveur est très bonne ; en cas de faible rendement, la chair est parfois trop ferme, et en cas de rendement abondant, la taille peut être petite.

L'arbre est vigoureux, de forme proche du globuleux, à oblongue colonnaire, assez symétrique ; le feuillage dense, les branches sont nombreusesdressées ou ascendantes, les moins vigoureuses étant souvent quelque peu retombantes, les fruits sont généralement répartis, dont une grande partie est souvent exposée au soleil,les grains ont une taille et un nombre moyen (10 à 17 par fruit).Les feuilles très nombreuses,de taille etd'épaisseur moyenne et de forme largement à moyennement lancéolée (Bénédicte et Michel Bachès, 2011).

V.1.3 Le kinnow

Le kinnow est un hybride de mandarine à haut rendement appartenant à la famille des agrumes. Il s'agit d'un croisement entre deux variétés d'agrumes : le King (*Citrus nobilis*) et le Willow Leaf *(Citrus x deliciosa*). Le kinnow est un fruit très apprécié et l'un des plus célèbres cultivés à travers le monde. L'Inde est le troisième producteur mondial d'agrumes. Les principaux États producteurs en Inde sont le Maharashtra, le Pendjab, l'Andhra Pradesh et le Madhya Pradesh, qui représentent ensemble environ 71,45 % de la superficie totale consacrée à la culture de la mandarine (Kinnow) (https://www.dhanuka.com/blogs/kinnow-crop-problems-and-solution-conika, 2026).

V.1.4 Tangelo

Le *tangelo, Citrus x tangelo,* famille des *rutaceae* est une espèce hybride d'agrume. Ses parents sont *Citrus paradisi* (le pomélo oupamplemousse) et *Citrus reticulata,* (le mandarinier).

L'aspect du fruit apparaît plus ou moins difforme. Le fruit a une taille comprise entre celle d'une orange et celle d'un pamplemousse. L'écorce est ridée et épaisse, elle se pèle facilement et est généralement jaune-orangé, parfois verte ou rouge.

La pulpe est juteuse et son goût rappelle celui du pamplemousse, en plus sucrée mêlée à la saveur d'une orange. Les fruits et les fleurs sont parfumés. Le fruit est parfois orné d'une excroissance au niveau du pédoncule.

Le tangelo est originaire de la Jamaïque d'où il est exporté depuis 1930. On le produit de décembre à avril et sa production est faible (https://www.supertoinette.com/fiche-cuisine/1440/tangelo.html, 2026).

V.1.5 Yuzu

Yuzu *Citrus juno, Citrus ichangsis* x *Citrus reticulata var. austera* Autre nom commun: citron du Japon Originaire de Chine, il est présent au japon depuis plus de 1000 ans où il est devenu un arbre très populaire. Cultivé pour son fruit et pour sa qualité de porte-greffe, il offre un citron à des températures défiant toute concurrence

- Aspect: arbre à croissance lente dans sa jeunesse, il est vigoureux et peut atteindre, en pleine terre, 3 à 4 mètres de haut. Très épineux - Feuilles: pointues à double foliole, persistantes. Légère tendance à se défolier en hiver, particulièrement si les températures atteignent-8/-9 °C et que les vents sont violents. - Fleurs: campanulées, grandes, blanches parfois légèrement rosées. fin mars. Elles sont, comme les fruits, souvent à l'intérieur de l'arbre. - Fruits: ronds avec une légère dépression au sommet. Leur poids est étonnamment faible pour leur taille, qui équivaut à celle d'une grosse mandarine Écorce jaune foncé, rugueuse, assez épaisse et se détachant bien. Pulpe peu juteuse, de bonne acidité Entre 25 et 30 pépins ronds par fruits. Maturité novembre Parfum indescriptible, différent de notre citron.

Résistance au froid: -10/-12 °C à l'âge adulte. Risque de défoliation en hiver froid. Issu de semis ou greffé, sa mise à fruits est lente et capricieuse(Bénédicte et Michel Bachès, 2011).

V.1.6 Mandanova

C’est un hybride entre une clémentine et un Tangelo "Orlando".C’est un Arbre très vigoureux, légèrement épineux avec un port identique à celui d'un clémentinier. Les fruits sont un peu plus grands que les clémentines, ils sont ronds, légèrement plats aux extrémités.

La peau du fruit est très adhérente à la pulpe. Cette dernière est très juteuse, parfumée, avec un bon équilibre sucre/acidité et elle comporte quelques pépins. Les fruits portent aussi les noms de Nova ou Clémenville. La maturité: est précoce et elle est enregistrée en fin automne et début d'hiver (Bénédicte et Michel Bachès, 2011).

V.1.7 Citrandarin X639

Citrus reticulata Blanco *Poncirus trifoliata* (L.) Raf Le citrandarin X639 est un hybride de *Poncirus* et du mandarinier Cléopâtre. Présent en afrique du Sud, certains pépiniéristes

commencent à le multiplier dans le bassin méditerranéen. Il est adapté aux terrains calcaires et aux terrains humides, il a également un bon comportement en zones salines, il est très résistant au froid et il Tolér à la tristeza, aux nématodes et au Phytophthora. Les qualités agronomiques de la variété greffée sur le citrandarin X639 sont en revanche plutôt médiocres et la mise à fruits est très lente, la vigueur et le rendement sont moyens et les calibres obtenus sont petits. Néanmoins, les fruits sont lisses et bien colorés, et leur teneur en jus et en sucre est élevée.Le pivot racinaire a tendance à se distordre pour former un col de cygne et les plants obtenus peuvent être hétérogènes. L'utilisation de greffons sains est indispensable, le citrandarin étant sensible à l'exocortis, maladie due à des viroïdes transmissibles par greffage (Curk et al., 2019).

V.1.8 Combava

Cet hybride est Découvert par des aventuriers de la mer, cet agrume épouse le nom de l'île indonésienne sur laquelle il se trouvait. De la taille d'un petit citron, vert, à l'écorce granuleuse, cet agrume est riche en vitamine C et antioxydants. Son jus est particulièrement amer, mais son zeste et ses feuilles sont utilisés partout dans le monde pour parfumer les plats (Bénédicte et Michel Bachès, 2011).

V.2 Les méthode de sélections

V.2.1 Les mutants et chimères

• Mutations spontanées **:**Les mutants et chimères spontanés ont constitué, etconstituent encore, un matériel de choix pour la sélectionclonale. L'efficacité d'une telle sélection repose sur un suiviarbre par arbre de la part des agrumiculteurs et une interpénétration étroite entre la profession et la recherche (Bono et al., 1982). Ellea fourni pour la clémentine, en Espagne, au Maroc et en Corse, de bons résultats pour l'étalement de la précocité, l'amélioration des calibres ou de lacoloration des fruits. Des résultats équivalents ont étéobtenus pour la mandarine Satsuma au Japon (Iwamasa et Nishiura, 1982). C'est également ce type de sélectionqui est, sur une échelle de temps beaucoup plus longue,à l'origine de la diversification des orangers, des citronniersou des pomelos.

Les mutations de bourgeons peuvent conduire à la formation de chimères. Certains pomelos rouges ou roses (Olson et al., 19661) . L'orange Shamouti (Spiegel-roy1979) et certaines oranges sans acidité (Cameron et Soost, 1979) se sont ainsi révélés êtredes chimères périclines. Par ailleurs, certaines chimères panachées présentent de 1'intérêt pour le marché de l'ornement.

• La mutagenèse induite : De nombreuses expériences de mutagenèse- induite par irradiation ont été réalisées depuis 1935 pour l'amélioration des cultivars. Les premiers

travaux d'irradiation ont porté sur des greffons ou des graines, mais plus récemment certains auteurs ont cherché à limiter la formation de chimères, soit par l'irradiation de boutons floraux (Ikeda, 1976), soit par l'irradiation de cals nucellaires (Mitra et chaturvedi. 1972 ; Kochba et Spiegel-roy.1976), de suspensions cellulaires ou de protoplastes (Vardi et al., 1975) .

Les taux d'irradiation efficaces varient de manière importante suivant l'organe traité. Ils s'échelonnent entre 20 grays pour des boutons floraux (Ikeda . 1976), 30 à 60 grays pour des greffons (Kerkadze et Kutateladze , 1979 ; Russo et al., 1982 ; Legave et al., 1989) et enfin, 120 à 160 grays pour des cals nucellaires qui s'avèrent peu radiosensibles (Kochba et Spiegel-roy , 1976 ; Ollitrault, 1992) . La mutagenèse induite s'avère être un bon outil pour la recherche de cultivars aspermes. De tels mutants ont ainsi été obtenus par Hearn (1984) et Whu et al. (1986). Quelques mutants de coloration ont également été obtenus : le pomelo rouge et asperme Star Ruby, est issu d'un programme d'irradiation (Hensz,1960). Notons enfin les travaux de Kerkadze et Kutateladze (1979) qui ont sélectionné des mutants de précocité et de nanisme du cultivar de mandarine Satsuma «Kuwano wase» (Ollitrault et Rocca serra, 1992).

L'instabilité génétique des agrumes se traduit par des mutations de bourgeons (mutations gemmaires), relativement fréquentes, qui, pour certaines repérées en orangeraie, se sont avérées d'une importance capitale pour la production agrumicole. Le bourgeon mutant donne, sur la variété cultivée où il se développe, une ramification différente pouvant affecter la fructification qu'elle portera (fruit plus précoce ou plus tardif, différence de forme, de coloration, d'épaisseur de la peau, de la teneur en jus, de la teneur en sucre, etc.). Si une telle mutation a la chance d'être repérée et si elle présente un intérêt agrumicole, elle sera reproduite par greffage en prélevant des greffons sur ce rameau mutant. Les jeunes plants ainsi obtenus par greffage sur un porte-greffe, sont placés en verger de comportement en vue d'en vérifier et les caractères pomologiques les caractères agronomiques, sous contrôle d'un organisme officiel qui pourra, après quelques années d'observation, proposer son inscription au catalogue officiel des variétés. Malheureusement, bien souvent nos variétés classiques d'agrumes sont plus ou moins affectées par une ou plusieurs maladies à virus présentes également sur le rameau mutant et la nouvelle variété issue de cette mutation se trouve elle-même virosée. Actuellement, dans le cadre de l'amélioration sanitaire du matériel végétal, il est recommandé d'assainir toute nouvelle obtention en vue de la multiplier indemne de viroses connues. L'assainissement

des variétés d'agrumes peut être réalisé soit par voie nucellaire ou par micro-greffage d'apex (Loussert, 1989).

V.2.2 La recombinaison sexuée

La compatibilité sexuelle dans le genre *Citrus*, ainsi qu'avec les genres apparentés est très large (De rocca serra et ollitrault, 1991). Toutefois le caractère polyembryonné de très nombreux génotypes a longtemps limité certains types d'hybridation et privilégié l'utilisation de parents femelles monoembryonnés. Le recouvrement des embryons zygotiques dans les croisements entre variété s polyembryonnées peut être amélioré grace à des traitements chimiques (De lange et vincent, 1977) et l a culture d'embryons immatures (Rangan et al., 1969). L'étude du polymorphisme enzymatique permet également de repérer les plants hybrides dans les semis (Ollitrault et rocca serra, 1992).

V.2.3 La polyploïdie

Les travaux sur l'haploïdie ont été peu nombreux. Ils pourraient toutefois connaitre un regain d'intérêt. Dans le cadre des programmes de cartographie du génome, afin

d'obtenir des familles d'haploïdes doublés. L'obtention de plantes ou cals haploïdes apparait peu aisée. Elle a été menée à bien par la culture d'anthères de *Poncirus* trifoliata(Hidaka et al., 1979) . De Calamondin (Chen et al.1980). D'oranger Trovita (Hidaka et Kajuira. 1989) et de différents cultivars de citronnier (Germana et al ,1990). Les haploïdes ou haploïdes doublés obtenus sont très peu vigoureux ; de même que pour la dépression de consanguinité, ceci pourrait s'expliquer par une accumulation de mutations défavorables à l'état hétérozygote (Ollitrault et Rocca Serra, 1992).

V.2.4 Chez les génotypes parentaux

Les fusions somatiques et le génie génétique. La forte aptitude à l'embryogenèse des cals nucellaires d'agrumes (cf. encart n° 3) a été rapidement exploité e pour isoler et régénérer des protoplastes. L'oranger est ainsi la première espèce d'angiosperme ligneuse pour laquelle une méthode de régénération de plantes viables à partir de protoplastes a été établie (Vardi et al., 1975). Cette technique a été étendue aux autres espèces du genre Cirrus (Vardi et Spiegel-roy, 1982) ainsi qu'au genre Microcirrus (Vardi et al., 1986). Ohgawara et al., (1985) ont obtenu le premier hybride somatique inter générique entre Poncirus et oranger. Depuis, de nombreux hybrides somatiques ont été réalisés par diverses équipes (Kobayashi et al., 1988 ; Grosser, 1990). Ces différents travaux visent essentiellement la création de porte-greffe cumulant les caractères de résistance des parents.Ils élargissent considérablement les ressources génétiques accessibles aux sélectionneurs puisqu'ils autorisent des hybridations entre parents sexuellement

incompatibles. Puis d e 1 400 hybrides somatiques représentant 12 combinaisons sont en cours d'évaluation agronomique en Floride (Grosser, 1990). Des fusions asymétriques (Vardi et al,. 1987) ont également été réalisées entre Poncirus et Citrus ainsi qu'entre Citrus et Microcitrus (Vardi et al., 1989) afin d' analyser les interactions nucléo-cytoplasmiques(Ollitrault et Rocca Serra, 1992).

Chapitre II : Matériel et méthode

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1Présentation des régions d'étude

II.1.1 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 une superficie de 4137km. La wilaya est limitée au nord par la mer 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.

Le figure 10 montre la localisation des 5 régions d'étude sur la carte de la wilaya de Skikda.

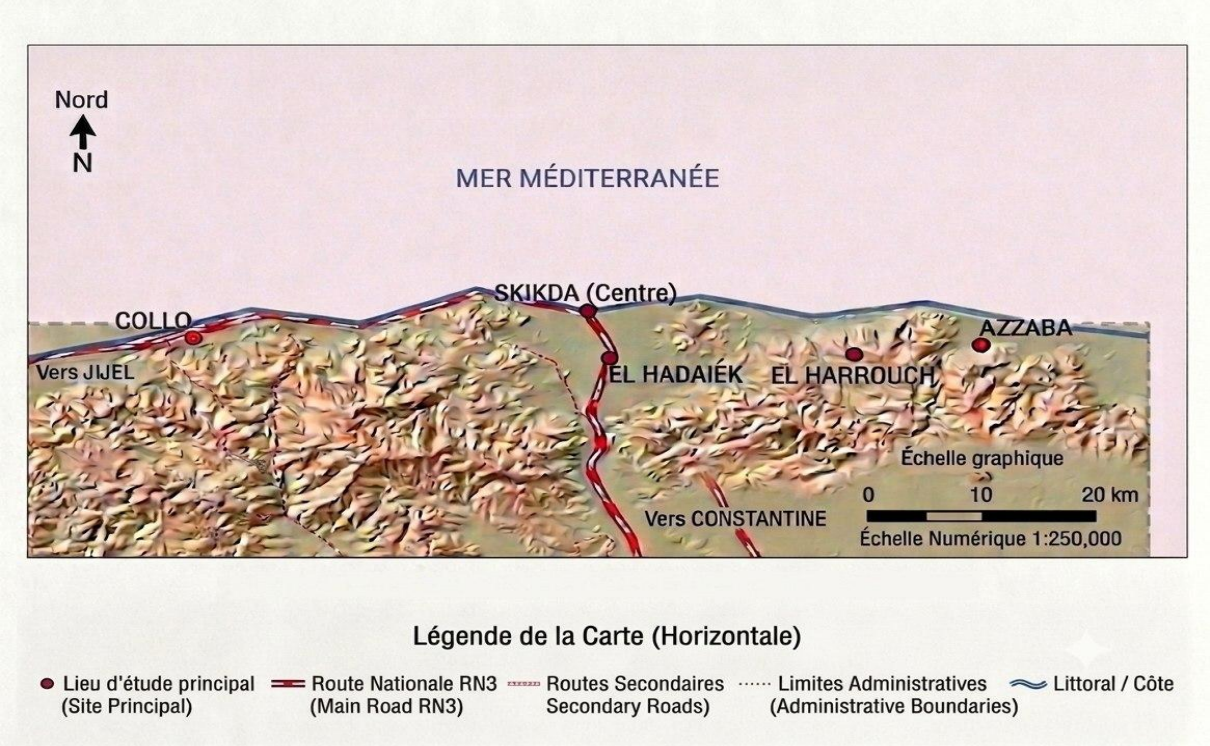


Figure 10. Représentation géographique des zones d'étude (wilaya de Skikda).

a. Collo : C'est une zone côtière. L'arbre sur lequel a été effectué l'échantillonnage se situe dans la cite 700 logements (au centre-ville de Collo).C'est un arbre ancien d'environ 50 ans (Figure11).



Figure 11. Le verger de la commune de Collo.

b. El Hadaik : C'est un très grand verger diversifié contenant plusieurs variétés d'agrumes Situé dans une zone de plaine très fertile (sol alluvionnaire), bénéficiant d'un microclimat idéal et d'un savoir-faire ancestral dans l'entretien. Ce site se distingue par des arbres très anciens, dont l'âge dépasse les 80 ans. Ce sont des arbres historiques qui témoignent de l'ancienneté de la culture des agrumes dans cette région (Figure 12).



Figure 12. Photo du verger de la commune d'El Hadaik.

c. Azzaba: Le clémentinier est planté dans un jardin privé (verger familial) de Monsieur Bendiche Amar. Cet arbre bénéficie d'un bon entretien. L'arbre a un âge qui dépasse les 25 ans. Il est en pleine phase de production (Figure 13).



Figure 13. Photo du clémentinier de la région d'Azzaba.

d. Skikda : Le verger est caractérisé par une très grande biodiversité. Il abrite plus de 35 variétés d'agrumes. Ce site constitue un véritable réservoir génétique, témoignant de l'introduction ancienne des agrumes dans la région de Skikda. Le clémentinier étudié est un arbre centenaire, dont l'âge est estimé à 120 ans (Figure 14).



Figure 14. Photo du verger de la communeSkikda.

e. El Harrouch:C'est un très grand verger caractérisé par une grande diversité variétale.Le sol présente une salinité marquée, ce qui constitue un facteur de stress naturel pour ces arbres. Les clémentiniers de ce site sont anciens, avec un âge qui dépasse les 50 ans (Figure 15).



Figure 15. Photo duverger de la commune d'El Harrouch.

II.2 Matèriel végétal

Le clémentinier est un arbre feuillu de 4 à 6 mètres de haut, aux fleurs très parfumées. La clémentine est un agrume pratiquement sans pépin, contrairement à la mandarine. Sa peau fine, de couleur orange vif, s'épluche facilement. L'arbre présente une forme sphérique et un port étalé avec une frondaison dense. La vigueur est généralement faible, surtout durant les premières années de plantation. Les rameaux sont nombreux, fins, avec des entre-nœuds courts (Curk, 2013) (Figure 16).

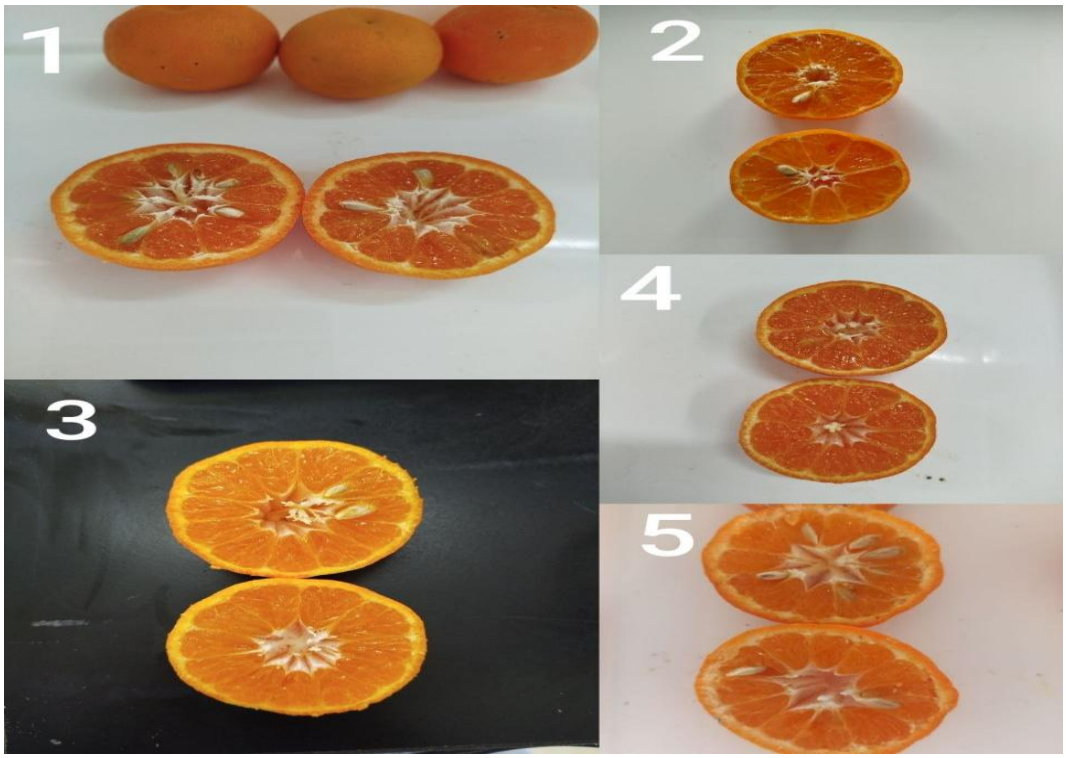


Figure 16. Photos de la clémentine des 5 régions d'étude.

II.3 Méthodologie de travail

II.3.1 Dispositif expérimental

La mise en place du dispositif expérimental a été réalisée en début de novembre 2025. Le choix des régions a été fixé en fonction de l'existence des arbres de clémentinier. Nous avons essayé de toucher les 4 côtés de la wilaya de Skikda avec sa diversité bioclimatique et cela dans le but de mettre en évidence la variabilité éventuelle du phénotypique suivant les régions de plantation.

II.3.2 Echantillonnage

Dans chaque zone d'étude, nous avons choisi un arbre sain. Nous avons pris :
18 feuilles adultes par arbre, avec leurs rameaux et nous avons prélevé de chaque arbre 10 fruits mûrs. Les échantillons ont été conservés dans des sachets au réfrigérateur. Le travail au laboratoire a consisté à effectuer des différentes observations et mensurations sur les organes végétatifs de l'arbre.

Nous avons utilisé la loupe binoculaire (Figure 17) pour voir les deux faces de la feuille (inférieure et supérieure) afin d'observer la présence de poils sur le limbe, les nervures et le pétiole. A partir de ces observations nous avons pu déterminés les paramètres qualitatifs en se référant aux codes fixés par l'IPGRI pour les agrumes et décrits en Annexe 1.

A l'aide du logiciel Image J, nous avons réalisé les différentes mensurations sur les photos des feuilles adultes scannées afin de déterminer leurs paramètres quantitatifs.

La pesée des fruits et des pépins a été réalisée par une balance analytique (Figure 18), alors que les différentes mensurations, ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Figure 19). L'ensemble des paramètres étudiés (quantitatifs et qualitatifs) sont récapitulés dans le Tableau 1.



Figure 17. La loupe binoculaire.



Figure18. Balance analytique de type AXIS.

N°	amètres

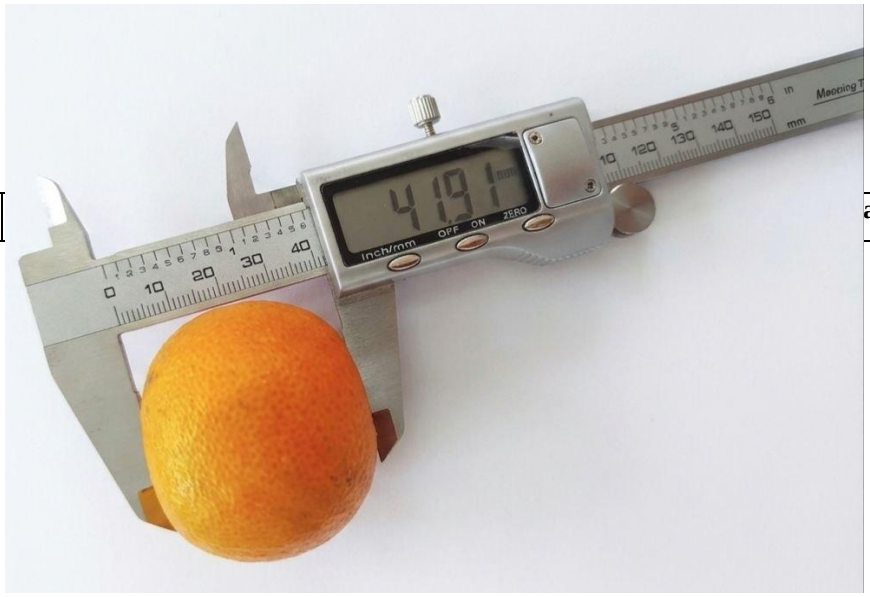


Figure 19. Pied à coulisse du type Stainless.

II.3.3 Analyse statistique

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a été utilisée pour mettre en évidence les similitudes et les différences entre la description morphologique de l'espèce *C.clémentina* des 5 régions étudiées à l'aide d'un dendrogramme à partir de la distance euclidienne L'ANOVA a été effectuée pour l'ensemble des paramètres quantitatifs les analyses statistiques ont été réalisées par l'usage du logiciel R version 3.6.

01	Forme de l'arbre	**FA**
02	Densité des branches	**DB**
03	Intensité de la couleur verte du limbe de la feuille	**ICFU**
04	Forme du limbe de la feuille	**FL**
05	Bord du limbe de la feuille	**BLF**
06	Forme de fruit	**FFR**
07	forme de la base de fruit	**FBF**
08	Forme de l'apex de fruit	**FAF**
09	Couleur de la peau de fruit	**CEP**
10	Texture de la surface de fruit	**TSFR**
11	Poids du fruit	**PFR**
12	Epaisseur de l'écorce du fruit	**EE**
13	Nombre de quartier par fruit	**NQ**
14	Longueur du fruit	**LOFR**
15	Largeur du fruit	**LAFR**
16	Nombre des graines	**NG**
17	Forme des grains	**FG**
18	Couleur de la pulpe	**CP**
19	Intensité de la couleur de la pulpe	**ICP**
20	Poids des graines	**PGFR**
21	Angle du limbe de la feuille	**AL**
22	Surface du limbe de la feuille	**SL**
23	Absence/Présence du pétiole	**A/PP**
24	Longueur du limbe de la feuille	**LOF**
25	Largeur du limbe de la feuille	**LAF**
26	Longueur du pétiole	**LP**

Tableau 1. Liste des paramètres étudiés.

Chapitre III : Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. les paramètres qualitatifs

3.1.1 L'arbre

Les paramètres étudiés pour cet organe sont la forme de l'arbre et la densité des branches. Les résultats obtenus chez les 05 régions étudiées sont récapitulés dans le Tableau 2. Les régions étudiées présentent une seule et unique forme de l'arbre. La forme rampante est rencontrée chez l'ensemble des 05 régions. Cependant, le paramètre densité des branches présente une certaine diversité entre les régions étudiées. La densité moyenne est rencontrée uniquement dans la région d'Azzaba, alors que la densité élevée est rencontrée chez les 04 régions restantes Skikda, Collo, El Hadaik et El Harrouch.

Tableau 2. Résultats des paramètres qualitatifs de l'arbre

REGIONS	Forme de l'arbre	Densité des branches
Azzaba	Rampant	Moyenne
Skikda	Rampant	Elevée
Collo	Rampant	Elevée
El Hadaik	Rampant	Elevée
El Harrouch	Rampant	Elevée

3.1.2 La feuille adulte

Les formes des feuilles adultes sont démontrées dans la Figure 20, alors que les résultats des paramètres qualitatifs sont regroupés dans le Tableau 3.



Figure 20. Photos de la feuille adulte prélevée des arbres des 5 régions.

Tableau 3. Résultats des paramètres qualitatifs de la feuille adulte.

REGIONS	Intensité de la couleur verte du limbe	Forme du limbe	Bord du limbe	Absence/Présence du pétiole
Azzaba	Moyenne (vert)	Lancéolée	Entier	Présente
Skikda	Moyenne (vert)	Ovée	Entier	Présente
Collo	Moyenne (vert)	Lancéolée	Entier	Présente
El Hadaik	Moyenne (vert)	Lancéolée	Entier	Présente
El Harrouch	Moyenne (vert)	Elliptique	Entier	Présente

3.1.3 Le fruit

Les paramètres étudiés pour cet organe sont la forme, la couleur de la peau, la texture de la surface, la forme de la l'apex, la forme de la base, la couleur et l'intensité de la couleur de la pulpe et la forme de la graine. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le Tableau 4. Les régions étudiées présentent une homogénéité totale pour la majorité des paramètres. La surface picotée, la forme de l'apex déprimée, la couleur de la pulpe blanche avec une intensité pâle, ainsi que la forme de la graine ovoïde sont rencontrées chez l'ensemble des 05 régions Azzaba, Skikda, Collo, El Hadaik etEl Harrouch. Cependant, le paramètre forme de fruit présente deux formes différentes. La forme sphéroïde est rencontrée chez les deux régions : Azzaba et El Harrouch, alors que la forme aplatie est rencontrée chez les 03 régions restantes Skikda, Collo et El Hadaik. De même, le paramètre forme de la base de fruit présente une certaine diversité entre les régions étudiées. La forme tronquée est rencontrée chez les 4 régions : Azzaba, Skikda, Collo et El Hadaik, alors que la forme convexe est rencontrée uniquement chez la région restante El Harrouch.

Tableau 4. Résultats des paramètres qualitatifs du fruit.

Regions	Forme de fruit	Couleur de la peau de fruit	Texture de la surface de fruit	Forme de l'apex de fruit	Forme de la base de fruit	Couleur de la pulpe	Intensité de la couleur de la pulpe	Forme de la graine
Azzaba	Sphéroïde	Orange	Picotée	Déprimée	Tronquée	Blanc	Pale	Ovoïde
Skikda	Aplatie	Orange	Picotée	Déprimée	Tronquée	Blanc	Pale	Ovoïde
Collo	Aplatie	Orange	Picotée	Déprimée	Tronquée	Blanc	Pale	Ovoïde
Hadaik	Aplatie	Orange	Picotée	Déprimée	Tronquée	Blanc	Pale	Ovoïde

Harouch	Sphéroïde	Orange	Picotée	Déprimée	Convexe	Blanc	Pale	Ovoïde

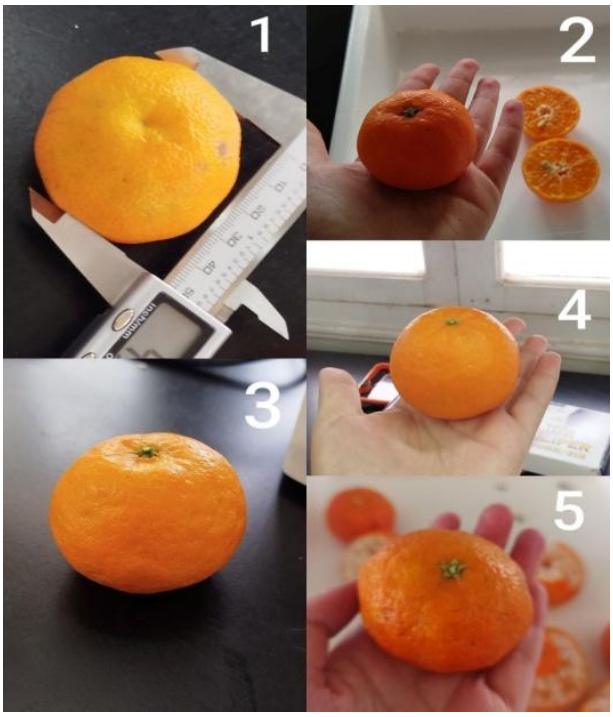


Figure 21. La forme du clémentines dans 5 régions de la wilaya de Skikda.

III.2 les paramètres quantitatifs

III.2.1 Feuille adulte

Les résultats des paramètres quantitatifs sont regroupés dans le Tableau 5.

Tableau 5. Résultats des paramètres quantitatifs de la feuille adulte.

Régions	LAF	LOF	LP	AL	SL
Azzaba	2,5963	8,251±0,005	0,77±0,15	51,291±9,42	15,5896
Skikda	4,7061	11,677±2,35	0,887±0,16	52,538±4,08	39,5153
Collo	3,2585	10,7003±1,3	0,902±0,13	49,125±5,85	25,5787
Hadaik	2,5235	7,839±1,21	0,754±0,11	48,26±4,79	13,8777
Harrouch	2,4952	7,83±0,88	0,987±0,20	54,341±6,56	14,2303
CV %	30,61	23,28	21,1	12,83	54,44
Différence au seuil α≤0,05	DNS	DNS	DNS	DNS	DNS

CV : coefficient de variation, DNS : différence non significative.

a. Largeur des feuilles

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la largeur moyenne du limbe de la feuille (LAF) du clémentinierdes cinq régions. On observe une répartition relativement homogène entre les différentes stations, marquée toutefois par une

progression légère et continue. Les localités d'El Hadaik (21 %) et d'El Harrouch (21 %) affichent une représentativité maximale et identique. Elles sont suivies de près par Collo avec 20 %, tandis que les stations d'Azzaba (19 %) et Skikda (19 %) enregistrent les parts les plus faibles. Cela montre que le développement transversal (largeur) du limbe de la feuille chez la clémentine reste stable et comparable d'une région à l'autre à travers les différentes zones d'étude (Figure 22).

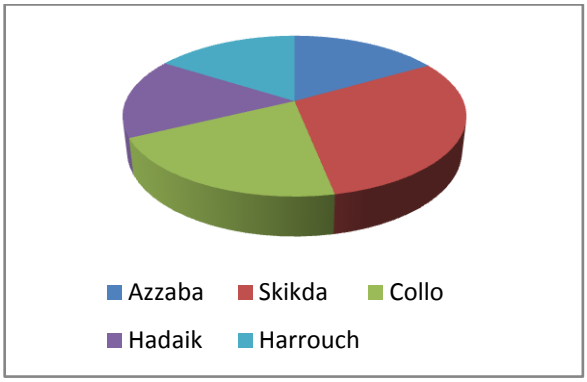


Figure 22. Représentation proportionnelle des résultats de la largeur de la feuille (LAF).

b. Longueur de la feuille

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la longueur moyenne du limbe de la feuille (LOF) du clémentinier. On observe une hétérogénéité notable entre les différentes stations. La localité de Skikda enregistre la part la plus importante avec 25 %, suivie de près par Collo avec 23 %. En revanche, la station d'Azzaba occupe une position intermédiaire avec 18 %, tandis que les localités d'El Hadaik (17 %) et d'El Harrouch (17 %) affichent les contributions les plus faibles et identiques. Cela montre que la longueur du limbe de la feuille du clémentinier varie d'une région à l'autre à travers les différentes zones d'étude (Figure 23).

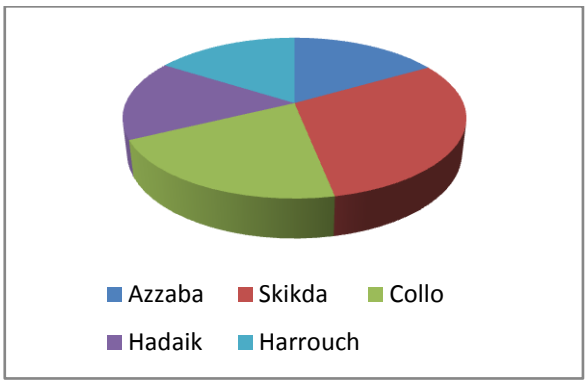


Figure 23. Représentation proportionnelle des résultats de la longueur de la feuille (LOF).

c. Longueur du pétiole

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la longueur moyenne du pétiole de la feuille (LP) du clémentinier. On observe une hétérogénéité notable entre les différentes régions. La localité d'El Harrouch se distingue avec la part la plus importante soit 23 %. Elle est suivie par Collo (21 %) et Skikda (21 %) qui affichent une proportion identique. En revanche, la station d'Azzaba enregistre une valeur intermédiaire de 18 %, tandis que la localité d'El Hadaik présente la contribution la plus faible avec 17 %. Cela montre que la longueur du pétiole de la feuille varie d'une région à l'autre à travers les différentes zones d'étude (Figure 24).

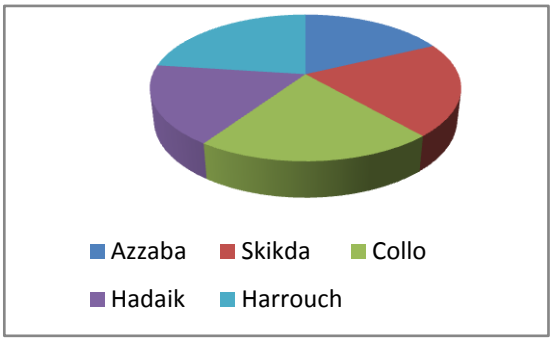


Figure 24. Représentation proportionnelle des résultats de la longueur du pétiole (LP).

d. L'angle moyen du limbe

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de l'angle moyen du limbe de la feuille (AL) du clémentinier à travers cinq localités différentes de Skikda. On observe une forte homogénéité et une répartition équilibrée entre les différentes stations. Cela montre que l'angle du limbe de la feuille du clémentinier reste identique, uniforme et peu influencé par les variations géographiques entre les différentes zones d'étude (Figure 25).

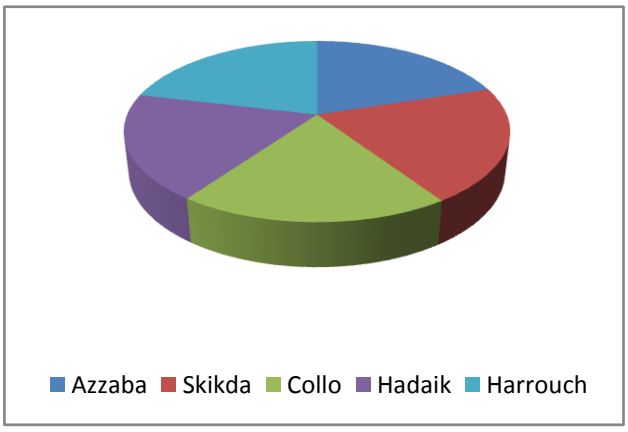


Figure 25. Représentation proportionnelle des résultats de l'angle du limbe (AL).

e. Surface du limbe

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la surface de limbe (SL) du clémentinierchez les cinq localités de Skikda (Figure 26). On observe une certaine hétérogénéité avec des variations relativement importantes entre les stations. La localité de Skikda enregistre la part la plus élevée avec 36 %, suivie de très près par Collo (24 %). À l'inverse, la station d'El Hadaïk marque la contribution la plus faible avec 13 %, ce qui représente un écart majeur par rapport aux autres localités (notamment Skikda). Cela montre que la surface du limbe des feuilles du clémentinier reste variable d'une région à l'autre.

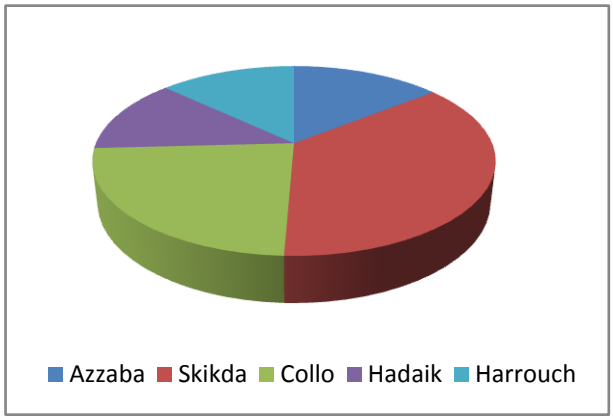


Figure 26. Représentation proportionnelle des résultats de la surface du limbe (SL).

III.2.2 Fruit

Les résultatsdes paramètres quantitatifs du fruit sont récapitulés dans le Tableau 6.

Tableau 6.Résultatsdes paramètres quantitatifs du fruit.

Régions	PFR	LOFR	LAFR	NQ	NG	PGFR	EE
Azzaba	53,871±5,69	41,312±2,01	49,57±2,17	9,2±0,42	18,1±3,98	1,965±0,49	2,209±0.289
Skikda	61,833±8,785	40,562±1,95	50,979±2,12	9,3±0,67	2±1,48	0,409±0,25	1.707±0.137
Collo	58,94±5,433	41,459±1,66	52,514±1,41	10±0,66	6,7±4,32	0,663±0,39	2,138±0,252
Hadaik	78,59±14,312	45,595±3,57	53,717±3,33	9,4±0,96	1,5±0,52	0,288±0,11	1,92± 0,276
Harrouch	76,01±9,526	49,136±3,84	54,337±2,76	9±0,94	1,8±0,78	0,212±0,07	2,197±0,233
CV %	20,42	9,92	5,64	8,57	12,05	107,2	14,44
Différence au seuil α ≤0,05	DNS	DNS	DNS	DNS	DNS	DNS	DNS

CV : coefficient de variation, DNS : différence non significative.

a. poids moyen du fruit

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle du poids moyen du fruit (PFR) à travers cinq localités de Skikda. On observe une certaine homogénéité avec des variations relativement faibles (ou légères) entre les stations. La localité d'El Hadaïek enregistre la part la plus élevée avec 24 %, suivie de très près par El Harrouch (23 %). À l'inverse, la station d'Azzaba marque la contribution la plus faible avec 16 %, ce qui représente un écart mineur (ou léger) par rapport aux autres localités. Cela montre que le poids des fruits de clémentine reste relativement proche d'une région à l'autre, tout en révélant une influence discrète des conditions du milieu (zones d'étude) sur le développement pondéral des fruits (Figure 27).

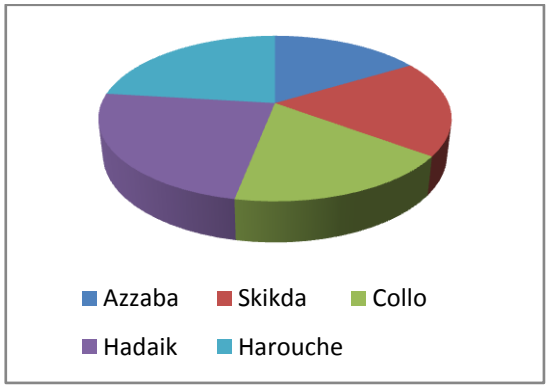


Figure 27. Représentation proportionnelle des résultats du poids moyen du fruit (PFR).

b. Longueur du fruit

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la longueur moyenne du fruit (LOFR) de la clémentine à travers cinq localités de Skikda (Figure 28). On observe une certaine homogénéité globale, nuancée par une variation progressive entre les stations. La localité d'El Harrouch se distingue avec la part la plus importante soit 22 %, suivie par El Hadaik (21 %). En revanche, les trois stations d'Azzaba, Skikda et Collo affichent une représentativité identique etstable (19%). Cela montre que la longueur des fruits reste relativement proche entre les régions, tout en manifestant une influence positive et optimale des conditions environnementales spécifiques aux stations d'El Harrouch et d'El Hadaik sur l'élongation et la croissance longitudinale des fruits.

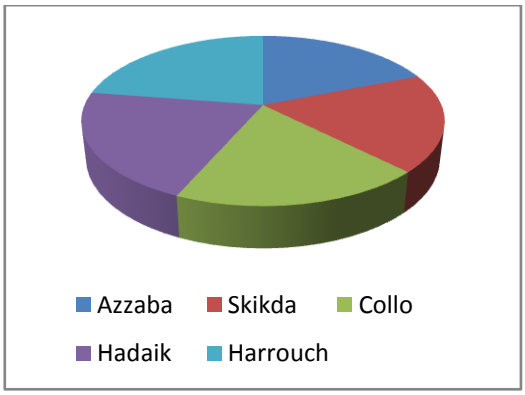


Figure 28. Représentation proportionnelle des résultats de la longueur du fruit (LOFR).

c. Largeur du fruit

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de la largeur moyenne du fruit (LAFR) à travers les cinq localités de Skikda. On observe une répartition relativement homogène entre les différentes stations, marquée toutefois par une progression légère et continue. Les localités d'El Hadaik (21 %) et d'El Harrouch (21 %) affichent une représentativité maximale et identique. Elles sont suivies de près par Collo avec 20 %, tandis que les stations d'Azzaba (19 %) et Skikda (19 %) enregistrent les parts les plus faibles. Cela montre que le développement diamétral (largeur) des fruits de clémentine reste stable et comparable d'une région à l'autre, tout en révélant une influence positive et optimale du biotope des stations d'El Hadaik et d'El Harrouch sur la croissance transversale des fruits (Figure 29).

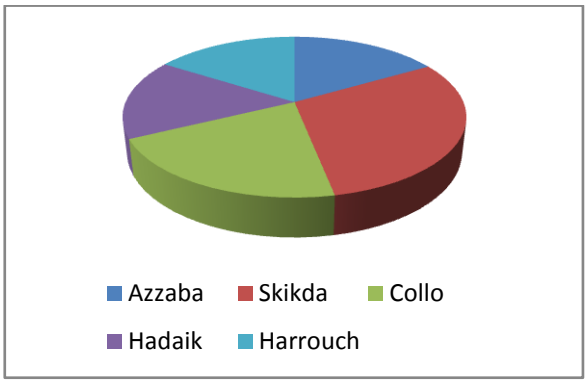


Figure 29. Représentation proportionnelle des résultats de la largeur du fruit (LAFR).

d. Nombre des quartiers par fruit

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle du nombre moyen de quartiers par fruit (NQ) de la clémentine des arbres des 5 régions. On observe une forte

homogénéité et une quasi-égalité entre les différentes stations. La localité de Collo affiche la part légèrement supérieure avec 21 %, suivie par Azzaba, Skikda et El Hadaik qui enregistrent une valeur identique de 20 %. La station de Harrouch présente la contribution la plus faible avec 19 %. Cela montre que le nombre de quartiers par fruit chez la clémentine reste stable, uniforme et pratiquement similaire dans l'ensemble des zones d'étude (Figure 30).

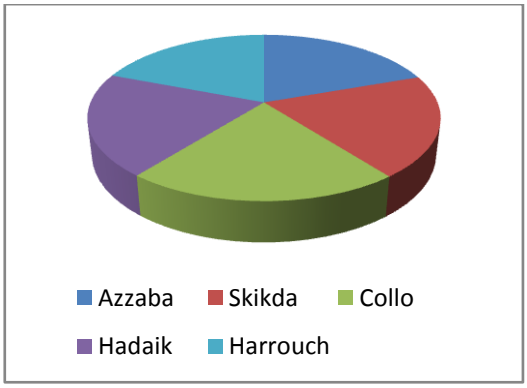


Figure 30. Représentation proportionnelle du nombre de quartiers par fruit (NQ).

e. Nombre de pépins par fruit

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle du nombre moyen de graines (NG) par fruit. On observe une hétérogénéité flagrante et une forte dissymétrie entre les stations. La localité d'Azzaba surclasse largement les autres en enregistrant une dominance absolue avec 60 % du total des graines, suivie par Collo avec 22 %. En contrepartie, les stations de Skikda (7 %), El Harrouch (6 %) et El Hadaik (5 %) affichent les contributions les plus faibles. Cela montre que le nombre de graines des fruits de clémentine varie d'une manière très contrastée d'une région à l'autre à travers les zones d'étude (Figure 31).

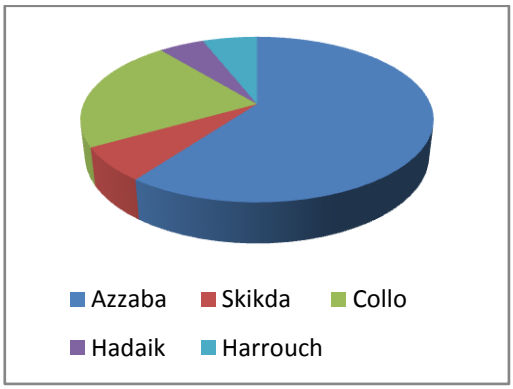


Figure 31. Représentation proportionnelle du nombre de pépins par fruit (NG).

f. Poids des pépins

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle du poids moyen des graines de la clémentine (PGFR). On observe une hétérogénéité flagrante et un fort contraste entre les stations. La localité d'Azzaba se détache nettement en enregistrant une dominance absolue avec 55 % de la masse totale des graines, suivie par Collo avec 19 % et Skikda avec 12 %. En revanche, les stations d'El Hadaik (8 %) et d'El Harrouch (6 %) affichent les contributions les plus faibles. Cela montre que le poids des graines chez les fruits de clémentine varie d'une manière très contrastée d'une région à l'autre à travers les différentes zones d'étude (Figure 32).

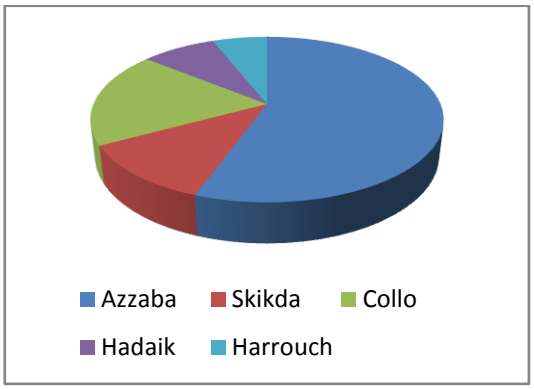


Figure 32. Représentation proportionnelle du poids de pépins par fruit (PGFR).

g. Epaisseur de l'écorce

Le graphique en secteurs représente la répartition proportionnelle de l'épaisseur moyenne de l'écorce (EE) du fruit. On observe une répartition relativement homogène entre les différentes stations. La localité d'Azzaba enregistre la part la plus importante avec 22 %**,** suivie de près par El Harrouch (21 %) etCollo (21 %) qui affichent une représentativité identique. En revanche, la station d'ElHadaik occupe une position intermédiaire avec 19 %**,** tandis que la localité de Skikdaprésente la contribution la plus faible 17 %**.** Cela montre que l'épaisseur de l'écorce chez la clémentine reste globalement stable et similaire d'une région à l'autre à travers les différentes zones d'étude (Figure 33).

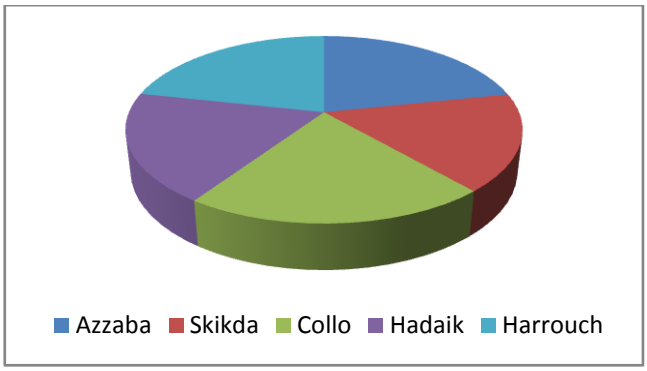


Figure 33. Représentation proportionnelle de l'épaisseur de l'écorce du fruit (EE).

III.3. Discussion

Le cercle de corrélation de l'ACP (Figure 34) présente la distribution des variables sur les deux axes de la composante principale. L'axe 1 explique 36.84% de la variabilité totale, alors que l'axe 2 explique 25.87% de la variabilité totale (Annexe 3).

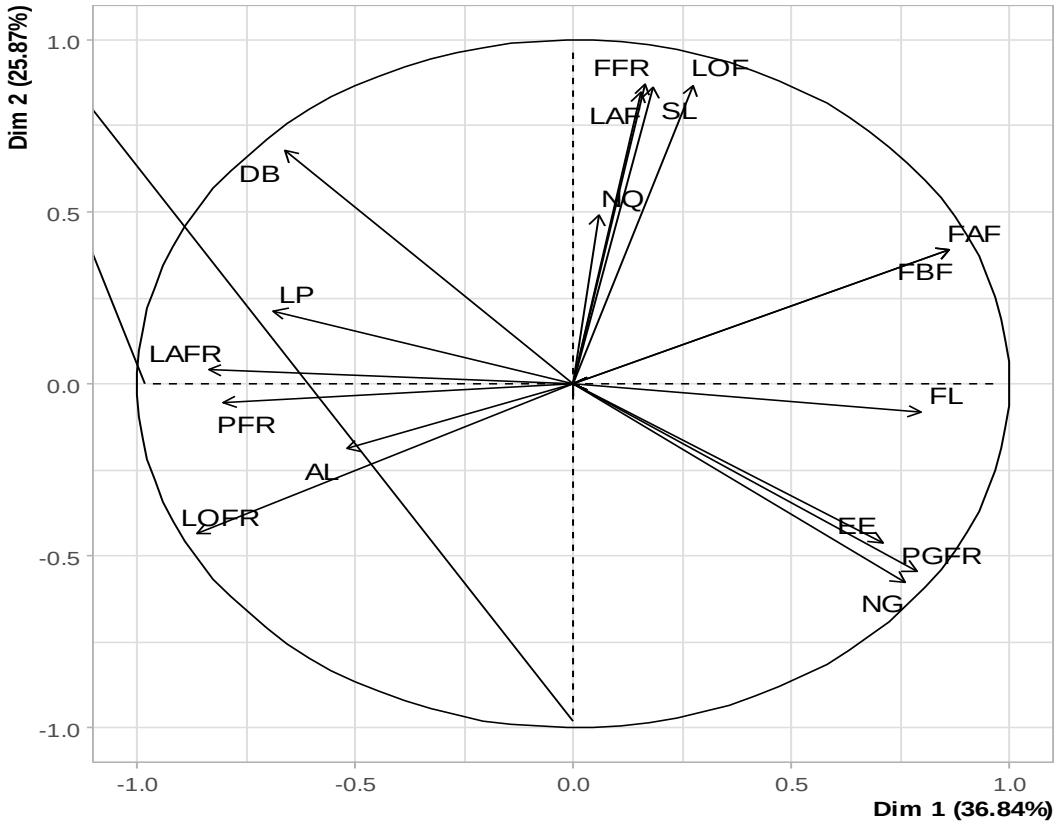


Figure 34. Cercle de corrélation de l'ACP.

Sur l'axe 1 (Dim 1), les variables fortement corrélées sont : PGFR, EEet NG , alors que les variables discriminantes et figurant sur l'axe 2 (Dim 2) sont : DB, LPet LAFR .

Le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (Figure 35) a été obtenu par les données de ces deux premières composantes principales. Les résultats ont permis de classer les paramètres morphologiques des cinq régions d'étude en quatre classes (cluster) (Figure35 et 36) :

La classe 1 regroupe les paramètres phénotypiques du clémentinier des régions de Collo et El Hadaik, car elles figurent sur le même axe et possèdent une même distance euclidienne (Figure 35).

Les classes 2, 3 et 4 regroupent chacune une seule région séparée des trois autres. La région de Skikda présente une particularité phénotypique représentée par les paramètres FFR, LOF, LAF et SL.Alors que la région d'El Harrouch est représentée surtout par les paramètres LOFR, PFR et AL. Cependant la région d'Azzaba se trouve sur l'extrimité de la composante 1 où elle intervient fortement avec les variables discriminantes du fruit PGRF, EE et NG qui sont fortement corrélées entre elles, ceci est prouvé par la matrice de corrélation (Annexe 4). Cela signifie que la clémentine dans cette région est complètement différente sur le plan morphologique de celle des autres régions.

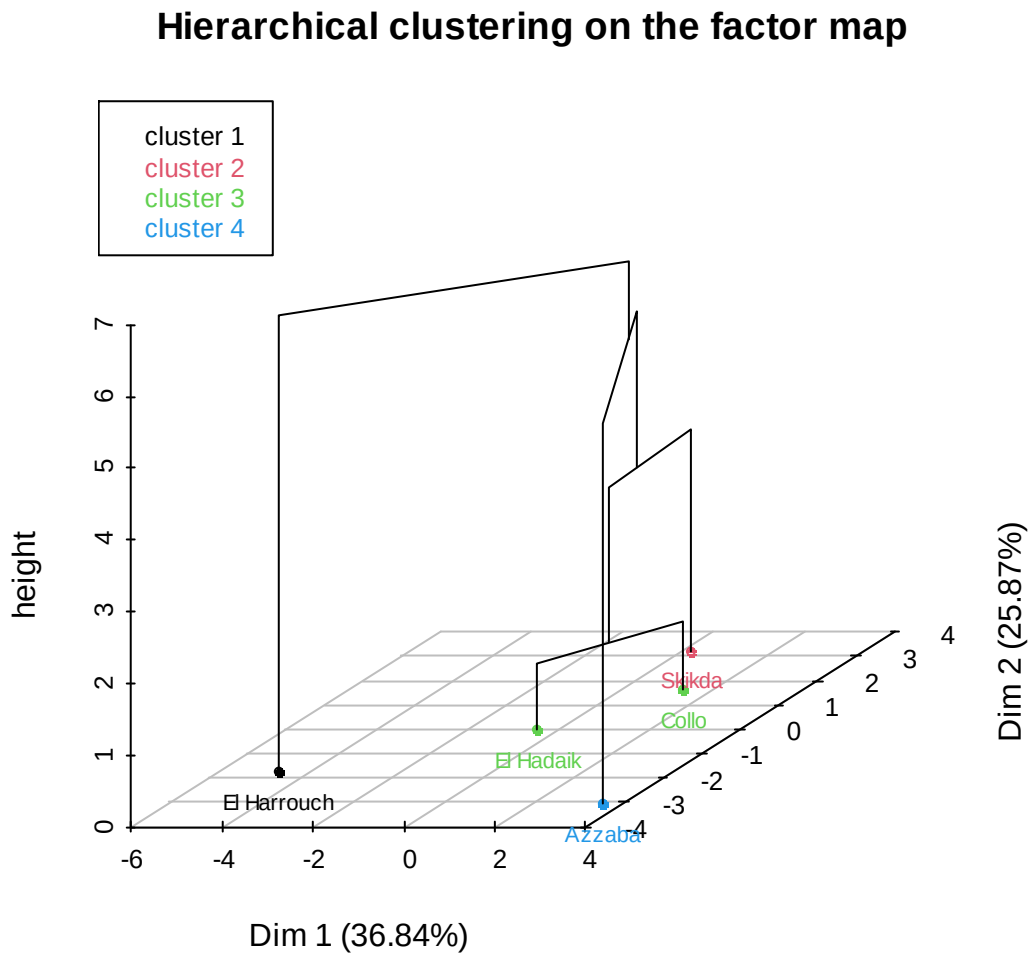


Figure 35. Dendrogramme du regroupement des cinq régions d'étude.

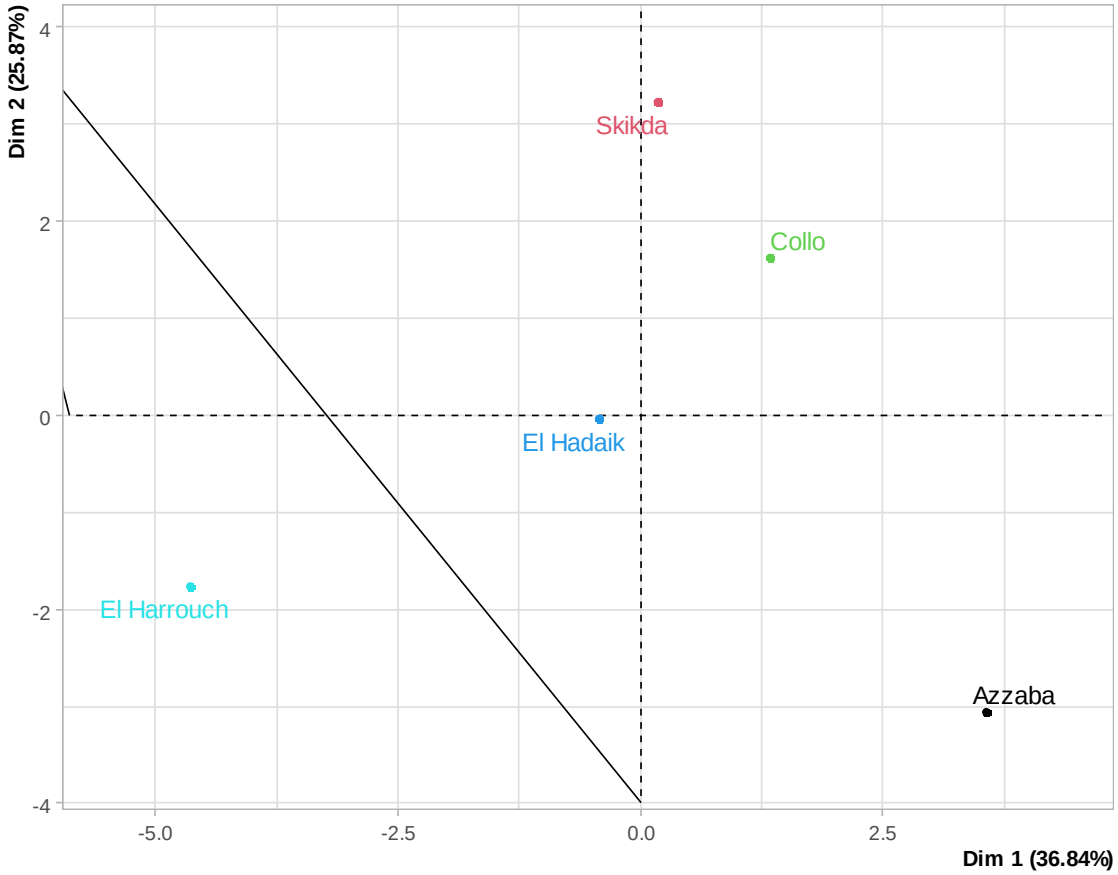


Figure 36. Répartition des régions d'étude en fonction la variabilité morphologique du clémentinier sur les axes factoriels.

Conclusion

Conclusion

Ce court travail sur la variabilité morphologique de l'espèce *Citrus clementina* dans la région de Skikda, nous a permis de déduire que le clémentinier présente une certaine diversité entre les caractères phénotypiques. Ceci est justifié par la distribution dispersée des résultats obtenus des cinq régions d'étude. En fonction des résultats des paramètres étudiés, cela signifie que les clémentiniers sur lesquels l'échantillonnage a été effectué présentent une certaine différence entre les organes étudiés (arbre, feuille, fruit et pépins). A cela s'ajoute la grande diversité morphologique enregistrée chez le clémentinier de la région d'Azzaba où on a remarqué que les clémentines contiennent un grand nombre de pépin, alors qu'on réalité ce fruit n'en contient pas (Curk, 2013).

Sur la base des résultats morphologiques et statistiques obtenus peut-on déduire qu'il existe une variabilité phénotypique lié soit à l'influence de l'environnement étant donné que les clémentiniers des cinq régions sont âgés, soit à l'origine de provenance des arbres plantés qu'on n'en a pas pu la confirmée en raison du manque d'informations et enfin à l'origine génétique de cette espèce qui est issue d'hybridation ?.

En revanche, l'inclusion d'autres régions en plus d'une étude moléculaire s'avèrent nécessaire afin de tirer des conclusions plus profondes pour ce phénomène et de confirmer ou d'infirmer cette instabilité phénotypique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Barret H., 1982. Travaux de recherche sur la résistance au froid, Floride, 45 p.
- Beñatena., 1953. Observations sur les réactions stioniques au niveau du point de greffe, 8 p.
- Benaziza., 1996. Étude des variétés de clémentinier en Algérie, 32 p.
- Bénédicte et Michel Bachès., 2011. Caractéristiques botaniques et pomologiques des hybrides, 18-22 p.
- Bitters., 1948. Diagnosis of rootstock behavior and stionic reactions, 15 p.
- Blondel., 1974. Influence du porte-greffe sur la résistance au froid, 25 p.
- Bono., et al., 1982. Sélection clonale du clémentinier, Espagne, 9-11 p.
- Cameron., et Soost., 1979. Mutations and origin of acidless orange cultivars, 14 p.
- Chen., et al., 1980. Culture d'anthères de Calamondin, 5 p.
- Curk., 2013. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde, 102 p.
- Curk., et al., 2019. Étude de la variabilité phénotypique du clémentinier et des hybrides, 45-48 p.
- Davies., et Albrigo., 1994. Citrus: Crop Production Science in Horticulture, 280 p.
- De Lange., et Vincent., 1977. Chemical treatments and embryogenesis in Citrus, 16 p.
- De Rocca Serra., et Ollitrault., 1991. Compatibilité sexuelle dans le genre Citrus, 8-10 p. FAO., 2013. Amélioration variétale des agrumes, 115 p.
- FAO., 2014. Données statistiques de la production mondiale, 8-12 p.
- Farhat., et al., 2010. Importance économique de la filière agrumicole en Algérie, 14-16 p. Germana., et al., 1990. Culture d'anthères et obtention d'haploïdes chez le citronnier, 7 p. Gmitter., et Louzada., 2008.Genetic improvement of Citrus, 35 p.
- Grosser., 1990. Somatic hybridization and evaluation of citrus hybrids, 18 p.
- Hearn., 1984. Development of seedless citrus cultivars through mutagenesis, 12 p.
- Hensz., 1960. Mutagenèse et sélection du pomelo Star Ruby, 4 p.
- Imbert., 2005.Le marché mondial des agrumes frais, Revue Fruitrop, 5-8 p.
- Imbert., 2007. Évolution des exportations agrumicoles méditerranéennes, Revue Fruitrop, 12 p.

- Imbert., 2008. La transformation des agrumes comme outil de régulation, Revue Fruitrop, 4 p.
- INRA., 2006. Rapport sur l'état des ressources génétiques du verger algérien, 55 p.
- ITAF., 2002. Aspects stratégiques de la culture des Citrus en Algérie, 24 p.
- ITAFV., 2014. Grande qualité nutritive et effet bénéfique des agrumes sur la santé, 15 p. Iwamasa., et Nishiura., 1982. Clonal selection in Satsuma mandarin, Japan, 11 p. Jacquemond., et Blondel., 1986. Vigueur de la partie aérienne et productivité du porte-greffe, 19 p.
- Jacquemond., et al., 2013. Comportement agronomique des porte-greffes, Centre INRA de Corse, 88 p.
- Karaya., 1981.Selection and breeding for citrus cold tolerance, USSR, 16 p. Kerkadze., et Kutateladze., 1979.Mutants de précocité et de nanisme du cultivar Satsuma, 8 p.
- Khefifi., 2015. Variabilité des caractères morphologiques de Citrus clementina, 42 p.
- Kobayashi., et al., 1988.Production of somatic hybrid plants through protoplast fusion, 14 p. Kochba., et Spiegel-Roy., 1976.Irradiation de cals nucellaires, 20 p.
- Legave., et al., 1989. Irradiation de greffons et diversification clonale, 15 p.
- Loussert., 1989. Les Agrumes: Morphologie, anatomie, physiologie et description des variétés, 45

Annexes

Annexe 1. Description et codation des paramètres étudiés.

b.Forme de l'arbre :
Observée à l'état naturel. (Voir fig 03)
1 Ellipsoïde
2 Sphéroïde
3 Ellipsoïde-aplatie
99 Autre (préciser dans le descripteur **7.8 Notes**)

d.Densité des branches :
3 Faible
5 Moyenne
7 Elevée

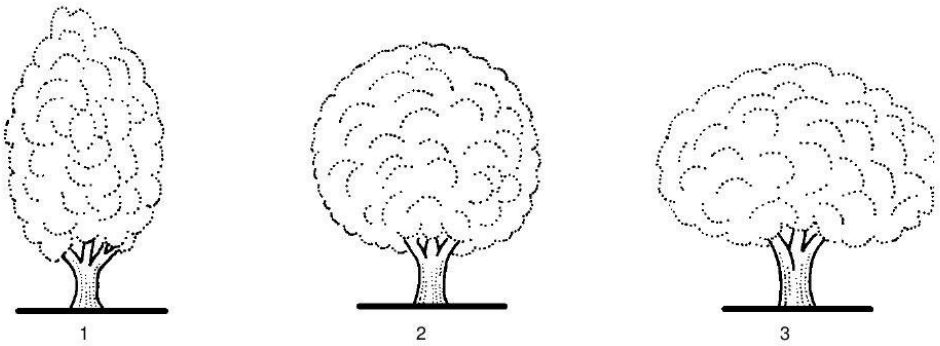


Fig03.Forme de l'arbre

Feuille :
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.05
1 Elliptique
2 Ovée
3 Obovale
4 Lancéolée
5 Orbiculaire
6 Obcordée
99 Autre (préciser dans le descripteur IPGRI).

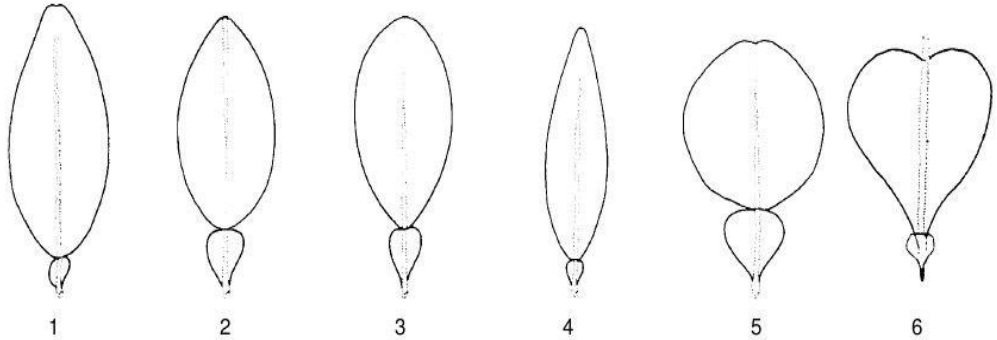


Fig 05.Forme du limbe de la feuille.

c.Bord du limbe de la feuille :

(voir fig06)

1 Crénelé
2 Denté
3 Entier
4 Ondulé
99 Autre (préciser dans le descripteur **7.8 Notes**)

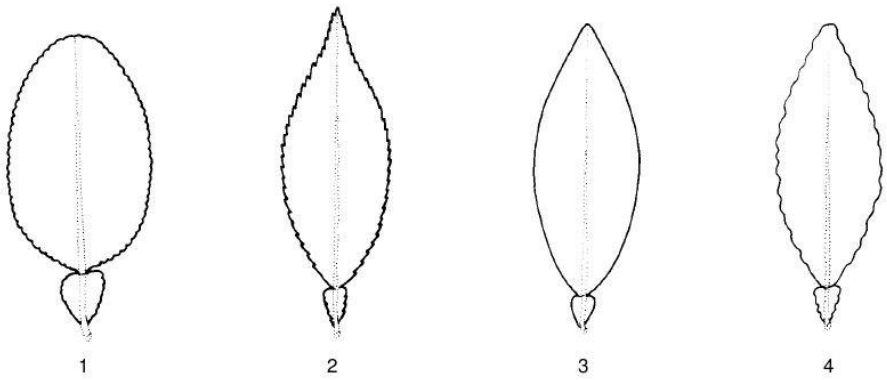


Fig 06.Bord du limbe de la feuille.

Les fruits :

a- Forme du fruit

Voir Fig.09

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

b.Texture de la surface du fruit:

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

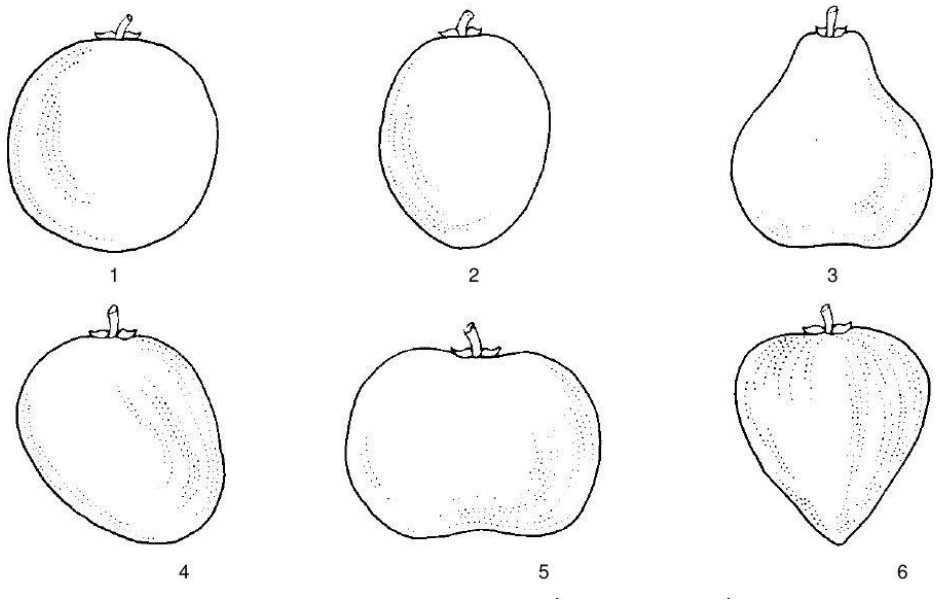


Fig09. Forme du fruit.

c.Forme de la base du fruit :

(Extrémité de la tige). Fig.10

1 Dégagée
2 Convexe
3 Tronquée
4 Concave
5 Concave à collerette
6 Collerette avec bordure
99 Autre (préciser dans le descripteur **7.8 Notes**)

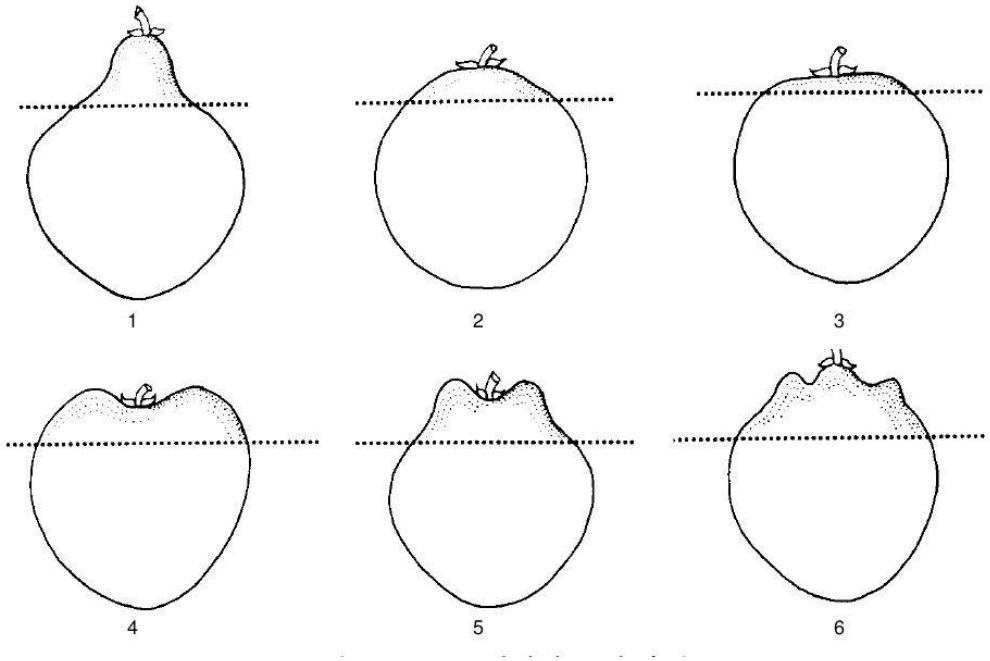


Fig 10. Forme de la base du fruit.

d.Forme de l'apex du fruit :

(Extrémité du style). Voir Fig.11
1 Mammiforme
2 Aigu
3 Arrondie
4 Tronquée
5 Déprimée
99 Autre (préciser dans le descripteur **7.8 Notes**)

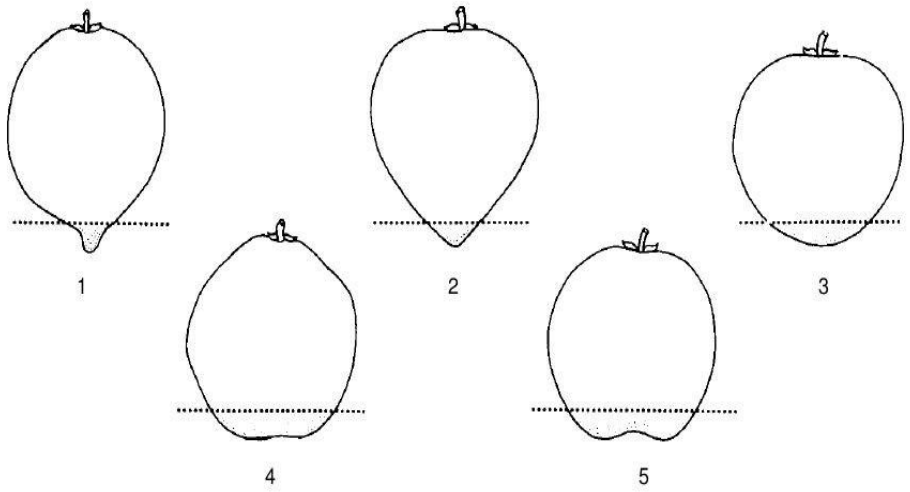


Fig 11. Forme de l'apex du fruit.

e.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 **7.8 Note**)

f.Poids du fruit [g]:

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

g. Diamètre du fruit [mm] :

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

h. Longueur du fruit [mm]:

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

j.Nombre de quartiers par fruit:

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

k.Forme de l'axe en coupe transversale (FCT) :
1 Ronde
0 Irrégulière

Pulpe :

a.Couleur de la pulpe (chair) :

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**7.8 Note**)

b.Intensité de la couleur de la pulpe :
3 Pâle
7 Foncée

c.Forme des graines :
Observée sur 20 graines.
1 Fusiforme
2 Claviforme
3 Cunéiforme
4 Ovoïde
5 Semi-deltoïde
6 Sphéroïde
7 Semi-sphéroïde
99 Autre (préciser dans le descripteur **7.8 Notes**)

Les caractères quantitatifs :

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.
Angle des bases de la feuille.
1 Aigu
2 Obtus

d-Longueur du pétiole :
Moyenne de 10 feuilles complètement développées prélevées sur trois arbres
1 0 – 10 mm
2 11 – 15 mm
3 >15 mm

Annexe 2. Les résultats obtenus avec les répétitions.

		LOFR
Skikda	fruit 1	38,91
	fruit 2	38,59
	fruit 3	40,77
	fruit 4	39,62
	fruit 5	41,91
	fruit 6	38,95
	fruit 7	39,69
	fruit 8	40,06
	fruit 9	42,27
	fruit 10	44,85
Hadaik	fruit 1	47,11
	fruit 2	45,72
	fruit 3	45,35
	fruit 4	42,91
	fruit 5	44,28
	fruit 6	52,56
	fruit 7	49,24
	fruit 8	46,55
	fruit 9	40,59
	fruit 10	41,64
Harrouch	fruit 1	46,99
	fruit 2	52,69
	fruit 3	42,54
	fruit 4	44,56
	fruit 5	49,5
	fruit 6	48,52
	fruit 7	48,57
	fruit 8	49,87
	fruit 9	54,99
	fruit 10	53,13
Collo	fruit 1	40,53

	fruit 2	40,15
	fruit 3	42,97
	fruit 4	43,23
	fruit 5	42,05
	fruit 6	43,74
	fruit 7	40,95
	fruit 8	42,48
	fruit 9	38,83
	fruit 10	39,66
Azzaba	fruit 1	43,86
	fruit 2	38,74
	fruit 3	43,98
	fruit 4	42,18
	fruit 5	39,8
	fruit 6	39,07
	fruit 7	42,42
	fruit 8	42,97
	fruit 9	39,37
	fruit 10	40,73

		PGFR
Skikda	fruit 1	1,036
	fruit 2	0,376
	fruit 3	0,297
	fruit 4	0,211
	fruit 5	0,621
	fruit 6	0,461
	fruit 7	0,238
	fruit 8	0,436
	fruit 9	0,225
	fruit 10	0,194
Hadaik	fruit 1	0,443
	fruit 2	0,389
	fruit 3	0,402
	fruit 4	0,158
	fruit 5	0,228
	fruit 6	0,193
	fruit 7	0,192
	fruit 8	0,163
	fruit 9	0,368
	fruit 10	0,345
Harrouch	fruit 1	0,203
	fruit 2	0,205
	fruit 3	0,142

	fruit 4	0,198
	fruit 5	0,134
	fruit 6	0,188
	fruit 7	0,219
	fruit 8	0,151
	fruit 9	0,351
	fruit 10	0,332
Collo	fruit 1	1,406
	fruit 2	1,151
	fruit 3	0,888
	fruit 4	0,325
	fruit 5	0,396
	fruit 6	0,243
	fruit 7	0,33
	fruit 8	0,442
	fruit 9	0,773
	fruit 10	0,68
Azzaba	fruit 1	1,479
	fruit 2	2,055
	fruit 3	2,162
	fruit 4	2,025
	fruit 5	2,145
	fruit 6	2,245
	fruit 7	0,776
	fruit 8	2,038
	fruit 9	2,54
	fruit 10	2,191

		PFR
Skikda	fruit 1	52,161
	fruit 2	51,069
	fruit 3	66,605
	fruit 4	51,267
	fruit 5	71,33
	fruit 6	66,613
	fruit 7	65,432
	fruit 8	58,329
	fruit 9	59,329
	fruit 10	76,195
Hadaik	fruit 1	77,365
	fruit 2	70,296
	fruit 3	80,786
	fruit 4	106,811
	fruit 5	64,015

	fruit 6	90,36
	fruit 7	73,809
	fruit 8	81,17
	fruit 9	85,902
	fruit 10	55,39
Harrouch	fruit 1	76,267
	fruit 2	80,062
	fruit 3	56,133
	fruit 4	69,814
	fruit 5	68,173
	fruit 6	91,67
	fruit 7	76,558
	fruit 8	80,286
	fruit 9	80,424
	fruit 10	80,714
Collo	fruit 1	58,197
	fruit 2	54,427
	fruit 3	71,99
	fruit 4	61,298
	fruit 5	57,639
	fruit 6	61,887
	fruit 7	55,108
	fruit 8	60,092
	fruit 9	53,676
	fruit 10	55,089
Azzaba	fruit 1	54,355
	fruit 2	52,176
	fruit 3	63,807
	fruit 4	57,734
	fruit 5	50,122
	fruit 6	43,8
	fruit 7	55,48
	fruit 8	56,468
	fruit 9	47,619
	fruit 10	57,15

		EE
Skikda	fruit 1	1,58
	fruit 2	1,62
	fruit 3	1,77
	fruit 4	1,57
	fruit 5	1,93
	fruit 6	1,64
	fruit 7	1,77

	fruit 8	1,88
	fruit 9	1,53
	fruit 10	1,78
Hadaik	fruit 1	2,63
	fruit 2	1,99
	fruit 3	1,7
	fruit 4	1,89
	fruit 5	1,76
	fruit 6	1,92
	fruit 7	1,93
	fruit 8	1,97
	fruit 9	1,64
	fruit 10	1,77
Harrouch	fruit 1	2,39
	fruit 2	2,05
	fruit 3	2,58
	fruit 4	2,39
	fruit 5	1,95
	fruit 6	2,16
	fruit 7	2,06
	fruit 8	2,43
	fruit 9	2,07
	fruit 10	1,89
Collo	fruit 1	2,11
	fruit 2	2,08
	fruit 3	1,95
	fruit 4	2,17
	fruit 5	1,93
	fruit 6	2,23
	fruit 7	1,98
	fruit 8	2,66
	fruit 9	1,83
	fruit 10	2,44
Azzaba	fruit 1	2,38
	fruit 2	2,24
	fruit 3	1,83
	fruit 4	1,99
	fruit 5	2,41
	fruit 6	2,17
	fruit 7	2,37
	fruit 8	2,22
	fruit 9	1,76
	fruit 10	2,72

		LAF
Azzaba	feuille 1	2,754
	feuille 2	2,56
	feuille 3	2,354
	feuille 4	3,176
	feuille 5	2,294
	feuille 6	2,677
	feuille 7	2,679
	feuille 8	2,375
	feuille 9	2,24
	feuille 10	2,762
	feuille 11	2,8
	feuille 12	2,258
	feuille 13	2,357
	feuille 14	2,907
	feuille 15	2,182
	feuille 16	2,532
	feuille 17	2,689
	feuille 18	3,138
Collo	feuille 1	3,25
	feuille 2	3,251
	feuille 3	3,252
	feuille 4	3,253
	feuille 5	3,254
	feuille 6	3,255
	feuille 7	3,256
	feuille 8	3,257
	feuille 9	3,258
	feuille 10	3,259
	feuille 11	3,26
	feuille 12	3,261
	feuille 13	3,262
	feuille 14	3,263
	feuille 15	3,264
	feuille 16	3,265
	feuille 17	3,266
	feuille 18	3,267
Hadaik	feuille 1	2,697
	feuille 2	2,004
	feuille 3	2,907
	feuille 4	3,485
	feuille 5	2,266
	feuille 6	1,939
	feuille 7	2,332
	feuille 8	2,12

	feuille 9	1,931
	feuille 10	2,871
	feuille 11	3,202
	feuille 12	2,054
	feuille 13	2,073
	feuille 14	1,952
	feuille 15	3,473
	feuille 16	2,828
	feuille 17	3,271
	feuille 18	2,019
Harrouch	feuille 1	2,434
	feuille 2	2,347
	feuille 3	2,341
	feuille 4	1,976
	feuille 5	2,024
	feuille 6	2,467
	feuille 7	2,428
	feuille 8	2,533
	feuille 9	2,406
	feuille 10	2,898
	feuille 11	2,693
	feuille 12	3,024
	feuille 13	2,896
	feuille 14	2,205
	feuille 15	1,89
	feuille 16	2,822
	feuille 17	2,716
	feuille 18	2,815
Skikda	feuille 1	4,375
	feuille 2	4,805
	feuille 3	4,729
	feuille 4	4,375
	feuille 5	3,839
	feuille 6	5,003
	feuille 7	4,53
	feuille 8	4,548
	feuille 9	4,587
	feuille 10	4,06
	feuille 11	4,434
	feuille 12	6,036
	feuille 13	5,894
	feuille 14	4,139
	feuille 15	4,18
	feuille 16	5,165
	feuille 17	4,723

	feuille 18	5,289
		LOF
Azzaba	feuille 1	8,243
	feuille 2	8,244
	feuille 3	8,245
	feuille 4	8,246
	feuille 5	8,247
	feuille 6	8,248
	feuille 7	8,249
	feuille 8	8,25
	feuille 9	8,251
	feuille 10	8,252
	feuille 11	8,253
	feuille 12	8,254
	feuille 13	8,255
	feuille 14	8,256
	feuille 15	8,257
	feuille 16	8,258
	feuille 17	8,259
	feuille 18	8,26
Collo	feuille 1	9,449
	feuille 2	8,658
	feuille 3	11,89
	feuille 4	10,312
	feuille 5	11,992
	feuille 6	12,025
	feuille 7	11,307
	feuille 8	9,682
	feuille 9	12,177
	feuille 10	11,98
	feuille 11	11,355
	feuille 12	8,906
	feuille 13	10,828
	feuille 14	10,755
	feuille 15	11,79
	feuille 16	8,099
	feuille 17	9,978
	feuille 18	11,656
	feuille 1	9,063
	feuille 2	6,934
	feuille 3	7,106
	feuille 4	6,337
	feuille 5	7,014
	feuille 6	9,99
	feuille 7	6,409

	feuille 8	6,767
	feuille 9	7,232
	feuille 10	9,588
	feuille 11	9,231
	feuille 12	7,532
	feuille 13	6,844
	feuille 14	6,819
	feuille 15	9,156
	feuille 16	9,003
	feuille 17	8,617
	feuille 18	7,461
Harrouch	feuille 1	9,022
	feuille 2	8,267
	feuille 3	6,797
	feuille 4	5,658
	feuille 5	7,297
	feuille 6	7,803
	feuille 7	6,734
	feuille 8	8,962
	feuille 9	7,413
	feuille 10	7,459
	feuille 11	8,83
	feuille 12	8,172
	feuille 13	7,426
	feuille 14	8,02
	feuille 15	8,166
	feuille 16	8,785
	feuille 17	8,494
	feuille 18	7,635
Skikda	feuille 1	7,957
	feuille 2	12,629
	feuille 3	10,675
	feuille 4	9,61
	feuille 5	11,783
	feuille 6	8,34
	feuille 7	11,442
	feuille 8	10,063
	feuille 9	11,172
	feuille 10	11,57
	feuille 11	10,798
	feuille 12	12,025
	feuille 13	16,92
	feuille 14	10,832
	feuille 15	10,262
	feuille 16	15,748

	feuille 17	14,139
	feuille 18	14,221

		SL
Azzaba	feuille 1	14,364
	feuille 2	15,481
	feuille 3	14,876
	feuille 4	20,644
	feuille 5	14,396
	feuille 6	17,328
	feuille 7	14,167
	feuille 8	15,364
	feuille 9	15,576
	feuille 10	10,877
	feuille 11	23,956
	feuille 12	16,3
	feuille 13	15,993
	feuille 14	10,968
	feuille 15	12,197
	feuille 16	17,931
	feuille 17	11,428
	feuille 18	18,767
Collo	feuille 1	18,747
	feuille 2	17,965
	feuille 3	30,96
	feuille 4	20,779
	feuille 5	31,015
	feuille 6	30,283
	feuille 7	30,492
	feuille 8	21,783
	feuille 9	32,885
	feuille 10	27,86
	feuille 11	31,068
	feuille 12	19,787
	feuille 13	28,448
	feuille 14	26,529
	feuille 15	27,333
	feuille 16	14,12
	feuille 17	23,614
	feuille 18	26,749
Hadaik	feuille 1	15,883
	feuille 2	10,178
	feuille 3	15,314
	feuille 4	18,314

	feuille 5	11,383
	feuille 6	9,534
	feuille 7	22,47
	feuille 8	10,248
	feuille 9	9,162
	feuille 10	9,986
	feuille 11	18,249
	feuille 12	18,311
	feuille 13	10,641
	feuille 14	10,908
	feuille 15	9,529
	feuille 16	21,194
	feuille 17	16,651
	feuille 18	11,809
Harrouch	feuille 1	15,971
	feuille 2	13,284
	feuille 3	10,898
	feuille 4	8,163
	feuille 5	10,898
	feuille 6	13,135
	feuille 7	12,169
	feuille 8	16,055
	feuille 9	17,614
	feuille 10	13,85
	feuille 11	18,555
	feuille 12	12,119
	feuille 13	10,101
	feuille 14	16,257
	feuille 15	19,433
	feuille 16	14,455
	feuille 17	17,561
	feuille 18	15,628
Skikda	feuille 1	38,125
	feuille 2	28,535
	feuille 3	34,794
	feuille 4	38,725
	feuille 5	43,431
	feuille 6	30,103
	feuille 7	36,733
	feuille 8	36,565
	feuille 9	30,903
	feuille 10	35,944
	feuille 11	61,502
	feuille 12	66,102
	feuille 13	30,652

	feuille 14	30,645
	feuille 15	54,522
	feuille 16	46,532
	feuille 17	45,238
	feuille 18	22,226

		AL
Azzaba	feuille 1	50,689
	feuille 2	67,659
	feuille 3	52,728
	feuille 4	68,819
	feuille 5	43,958
	feuille 6	54,713
	feuille 7	63,208
	feuille 8	53,286
	feuille 9	51,715
	feuille 10	42,922
	feuille 11	38,359
	feuille 12	58,786
	feuille 13	45
	feuille 14	37,152
	feuille 15	57,603
	feuille 16	40,272
	feuille 17	50,013
	feuille 18	46,356
Collo	feuille 1	42,026
	feuille 2	54,376
	feuille 3	45,013
	feuille 4	50,629
	feuille 5	49,599
	feuille 6	43,872
	feuille 7	51,672
	feuille 8	48,698
	feuille 9	47,481
	feuille 10	54,085
	feuille 11	64,245
	feuille 12	52,78
	feuille 13	43,499
	feuille 14	56,089
	feuille 15	46,397
	feuille 16	40,106
	feuille 17	45,76
	feuille 18	47,932
Hadaik	feuille 1	45,546

	feuille 2	42,819
	feuille 3	41,994
	feuille 4	50,904
	feuille 5	44,718
	feuille 6	51,388
	feuille 7	58,44
	feuille 8	47,137
	feuille 9	52,404
	feuille 10	47,602
	feuille 11	41,246
	feuille 12	44,727
	feuille 13	54,574
	feuille 14	51,134
	feuille 15	43,264
	feuille 16	48,811
	feuille 17	53,516
	feuille 18	48,621
Harrouch	feuille 1	63,759
	feuille 2	54,984
	feuille 3	57,606
	feuille 4	49,129
	feuille 5	48,122
	feuille 6	51,535
	feuille 7	64,179
	feuille 8	49,101
	feuille 9	54,638
	feuille 10	46,507
	feuille 11	61,014
	feuille 12	49,872
	feuille 13	63,004
	feuille 14	57,995
	feuille 15	48,515
	feuille 16	63,293
	feuille 17	49,897
	feuille 18	45
Skikda	feuille 1	45,06
	feuille 2	51,34
	feuille 3	48,815
	feuille 4	51,382
	feuille 5	53,13
	feuille 6	52,765
	feuille 7	52,765
	feuille 8	56,104
	feuille 9	56,734
	feuille 10	54,597

	feuille 11	48,036
	feuille 12	45,522
	feuille 13	54,293
	feuille 14	53,888
	feuille 15	61,801
	feuille 16	56,193
	feuille 17	50,928
	feuille 18	52,338

		LP
Azzaba	feuille 1	0,796
	feuille 2	0,719
	feuille 3	0,952
	feuille 4	0,944
	feuille 5	0,741
	feuille 6	0,737
	feuille 7	1,021
	feuille 8	0,503
	feuille 9	0,815
	feuille 10	0,481
	feuille 11	0,545
	feuille 12	0,791
	feuille 13	0,864
	feuille 14	0,849
	feuille 15	0,901
	feuille 16	0,908
	feuille 17	0,655
	feuille 18	0,653
Collo	feuille 1	0,878
	feuille 2	0,822
	feuille 3	0,944
	feuille 4	1,114
	feuille 5	0,682
	feuille 6	0,859
	feuille 7	1,07
	feuille 8	1,163
	feuille 9	1,016
	feuille 10	0,902
	feuille 11	0,76
	feuille 12	0,958
	feuille 13	0,979
	feuille 14	0,788
	feuille 15	0,806
	feuille 16	0,711

	feuille 17	0,959
	feuille 18	0,827
Hadaik	feuille 1	0,959
	feuille 2	0,741
	feuille 3	0,866
	feuille 4	0,821
	feuille 5	0,732
	feuille 6	0,611
	feuille 7	0,62
	feuille 8	0,938
	feuille 9	0,777
	feuille 10	0,665
	feuille 11	0,707
	feuille 12	0,828
	feuille 13	0,656
	feuille 14	0,78
	feuille 15	0,737
	feuille 16	0,601
	feuille 17	0,597
	feuille 18	0,949
Harrouch	feuille 1	0,916
	feuille 2	0,887
	feuille 3	1,196
	feuille 4	0,951
	feuille 5	0,73
	feuille 6	0,943
	feuille 7	1,562
	feuille 8	1,06
	feuille 9	0,758
	feuille 10	0,86
	feuille 11	1,302
	feuille 12	1,053
	feuille 13	0,949
	feuille 14	0,864
	feuille 15	0,932
	feuille 16	0,959
	feuille 17	1,112
	feuille 18	0,749
Skikda	feuille 1	0,643
	feuille 2	1,049
	feuille 3	0,883
	feuille 4	0,907
	feuille 5	1,006
	feuille 6	0,633
	feuille 7	0,8

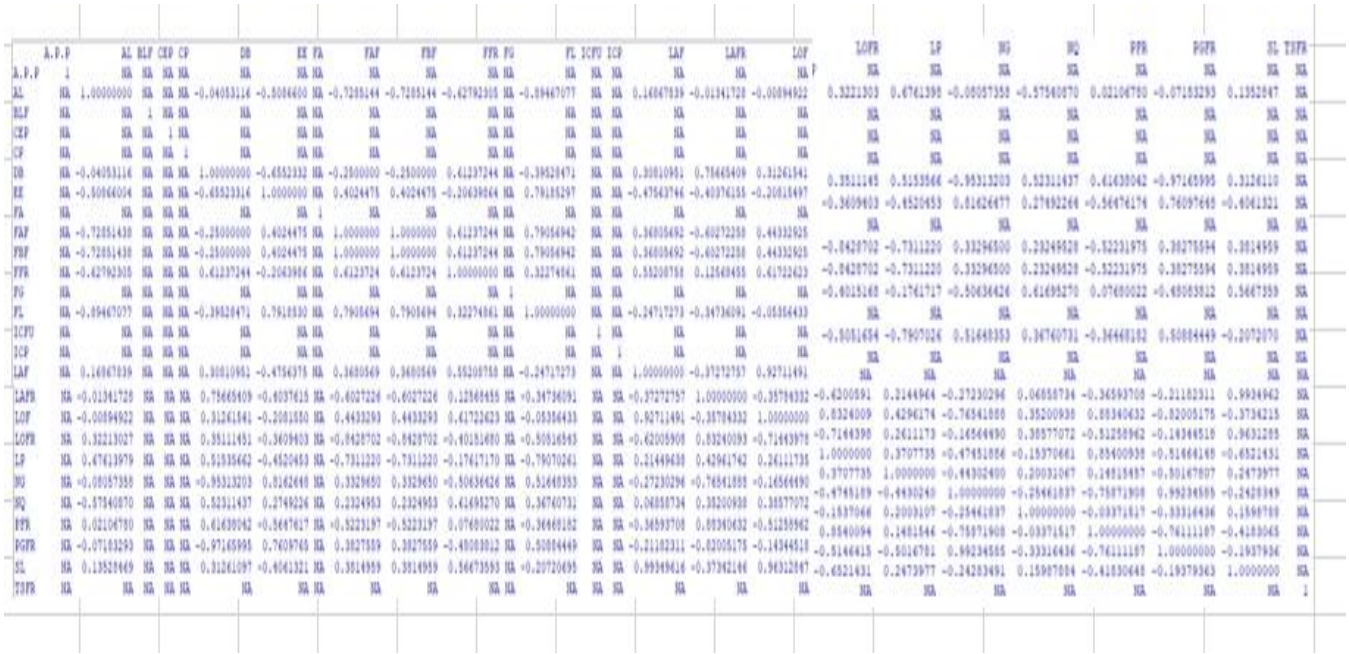
	feuille 8	0,896
	feuille 9	0,853
	feuille 10	0,853
	feuille 11	1,025
	feuille 12	0,806
	feuille 13	0,82
	feuille 14	0,775
	feuille 15	0,844
	feuille 16	1,105
	feuille 17	0,765
	feuille 18	1,309

Annexe 3. Valeurs propres et pourcentage d'inertie (ACP).

Eigenvalues

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Variance	7.256	5.095	4.000	3.345
% of var.	36.841	25.870	20.309	16.981
Cumulative % of var.	36.841	62.710	83.019	100.000

Annexe 4. Matrice des corrélations



Annexe 5.Résultats de l'ANOVA.

```
> AnovaModel.8 <- aov(AL ~ REGIONS, data=AL)

> summary(AnovaModel.8)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
REGIONS      5    311   62.23    1.44  0.218
Residuals   84   3630   43.22
```

```
> AnovaModel.10 <- aov(SL ~ REGIONS, data=SL)

> summary(AnovaModel.10)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
REGIONS      5    400    80.0   0.566  0.726
Residuals   84  11878   141.4
```

```
> AnovaModel.11 <- aov(LAF ~ REGIONS, data=LAF)

> summary(AnovaModel.11)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
REGIONS      5   2.37  0.4750   0.522  0.759
Residuals   84  76.47  0.9104
```

```
> AnovaModel.12 <- aov(LOF ~ REGIONS, data=LOF)

> summary(AnovaModel.12)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
REGIONS      5    3.0   0.591   0.126  0.986
Residuals   84  393.2   4.681
```

```
> AnovaModel.13 <- aov(LP ~ REGIONS, data=LP)

> summary(AnovaModel.13)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
REGIONS      5 0.0647 0.01294   0.391  0.854
Residuals   84 2.7790 0.03308
```

Résumé

Ce travail qui a été mené sur la variabilité phénotypique de l'espèce *Citrus clementina* (le clémentinier) à travers sa description morphologique dans 5 régions différentes de la wilaya de Skikda, en se référant aux descripteurs proposés par l'institut international des ressources phélopynetiques (IPGRI, 1999), nous a permis de détecter une ressemblance morphologique entre les arbres pour certains paramètres et une large différences pour l'ensemble des paramètres phénotypiques étudiés. Ce qui signifie le changement morphologique au fil des années de cette espèce issue par hybridation, à cela s'ajoute le vieillissement de tous les vergers étudiés (plus de 100 ans) et l'environnement a contribué fortement à ce changement phénotypique suite à une mutation génétique affectée par l'influence de l'environnement et l'origine génétique du clémentinier.

Mots clés : Clémentinier, phénotype, wilaya Skikda.

Abstract

This work, which was conducted on the phenotypic variability of the species Citrus clementina (clementine tree) through its morphological description across 5 different regions of the wilaya of Skikda, with reference to the descriptors proposed by the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1999), allowed us to detect a morphological similarity among the trees for certain parameters, and wide differences for all the studied phenotypic parameters. This signifies a morphological change over the years for this species derived from hybridization. Added to this is the aging of all studied orchards (more than 100 years), and the environment has strongly contributed to this phenotypic change following a genetic mutation affected by environmental influence and the genetic origin of the clementine tree. Keywords: Clementine tree, phenotype, wilaya of Skikda.

Keywords: Clementine tree, phenotype, wilaya of Skikda.

ملخص

إنهذا العمل الذي أُجري حول التباين المظهري لنوع (*Citrus clementina* شجرة الكليمنتين) من خلال وصفها المورفولوجي في 5 مناطق مختلفة من ولاية سكيكدة، بالاعتماد على الواصفات المقترحة من قبل المعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية IPGRI) ، (1999، قد أتاح لنا الكشف عن تشابه مورفولوجي بين الأشجار بالنسبة لبعض المعايير، واختلافات واسعة في مجمل المعايير المظهرية المدروسة. وهو ما يعني حدوث تغير مورفولوجي على مر السنين لهذا النوع الناتج عن التهجين، ويضاف إلى ذلك شيخوخة جميع البساتين المدروسة (أكثر من 100 عام)، كما ساهمت البيئة بقوة في هذا التغير المظهري إثر طفرة جينية تأثرت بتأثير البيئة والأصل الجيني لشجرة الكليمنتين.

الكلمات المفتاحية: شجرة الكليمونتين، النمط الظاهري، ولاية سكيكدة.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie
Ref : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف / 2026

Skikda le : 26 JUIN 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : ...**HANNACHI Abdelhakim.** Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : .....**NEHAL Niama** .....

Spécialité : .....**Amélioration des plantes** ....

Intitulé : **Contribution à l'étude de la variabilité phénotypique du clémentinier (*Citrus clementina*) dans quelques régions de la wilaya de Skikda**

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scient fique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie
Réf : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف / 2026

Skikda le : 26 JUIN 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : ...HANNACHI Abdelhakim/ Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : .....DJEDID Imen .....

Spécialité : .....Amélioration des plantes ....

Intitulé : **Contribution à l'étude de la variabilité phénotypique du clémentinier (*Citrus clementina*) dans quelques régions de la wilaya de Skikda**

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury