



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة 20 اوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA

Faculté des Sciences
Département Sciences Agronomiques
Filière: Sciences Agronomiques
Mémoire de fin d'études :
En vue de l'obtention du diplôme de master

THEME :

Constat sur l'état Sanitaire des jeunes et vieilles plantations
D'agrumes dans la Région d'El-Hadaik- Skikda

Présenté par :

- Aouati Chaima
- Aouati Souheila
- Lakehal Oussama
- Sayoud Amel

Membre de Jury:

Mme Brakchi Souad. (MCB). Présidente
M. Sadallah Said. (MAA) Examineur
Dr. Larbi Djamila. (MCA) Promotrice

Année Universitaire 2023 /2024

REMERCIÉMENT

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail modeste.

Nous tenons à remercier tout d'abord, Dr, LarbiDjamila ,de nous avoir proposé un tel intéressant sujet, pour son encadrement avec patience, ses Précieux conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de ce travail.

Nous remercions les membres de jury: de nous avoir fait l'honneur d'accepter de participer à nos jurys, et aussi ceux qui nous ont aidé à l'aboutissement de ce travail.

Nous adressons aussi nos remerciements à tous les professeurs qui nous

ont enseignés durant ce cursus universitaire.

Mes remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin...



DÉDICACES

Tous d'abord, je remercie < Allah > le tout-Puissant d'avoir attenti ce stade.

JedédiecetravailàmachèremèreWanassaetàmonpèreAbd Al Wahab, demandant à Dieu d'être une source de fierté pour eux comme une simple réponse à leur effort, leur sacrifice, leur soutien et leur motivation pendant mon parcours solaire, Qu'Allahprolongeleurvie.

A mon frère Aze Addine, Hichem, bilel et mon frère décédé Farhat pour soutien financier et moral.

AmaSœurMeriemetNawald'avoirtoujour àmescotés.

Amonpetit,sourcedebonheuràlamaison,qu'Allahluidonne santé et réussite dans ses études.

Atoutmafamille.

A mes partenaires etcolleguesdemémoiredefind'étudesSouhiela, Amel et Oussama.

Atous:Jedédiecetravail,quAllahl'accepte.

Chaima





Dédicace

*Jedédiecemadestetravailtoutparticulièrementà mes parents (Que
dieu leurs prêtelongue vie et santé)*

*Amapetitefamille(MonmariSoufianetmes
adorables enfants : Khalil, Aryam etAnaïs)A mes sœurs:*

Assia, Amina et

SoumiaAmesfrères:Adel,NadjibetRafik

*A mes belles sœurs : Nora, Farida, Ghada et Saliha A mes bons
frères : Zoubir et Mohamed*

A mes partenaires et collègues Chaima, Souheila et

Oussama

Amel

Dédicace:

*Nous remercions ALLAH tout puissant pour nous avoir
Donné la foi et éclairé. Notre chemin vers la réussite durant
Toutes nos années d'étude.*

*Je dédie ce mémoire qui est le fruit de nombreuses années
d'étude à toutes les personnes qui ont participé de près et de loin
pour mener à bien ce projet et plus particulièrement :*

*A ma mère, la plus belle femme dans le monde «Fatima» qui a
œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien tous les
sacrifices consentis et ses précieux conseils pour toute son assistance
Et sa présence dans ma vie.*

A la mémoire de mon père «Ali» qui serait très fier de moi.

*A ma sœur «Abir » qui m'a soutenu dans mes moments les plus
difficiles et m'a encouragé à être fort.*

A ma petite sœur «Nada» que j'aime sans limites.

*A ma grande-mère «Aïcha», à toutes mes tantes et tous mes
oncles.*

*Sans oublier la famille LAKEHAL du côté de mon père et la famille BENNIOU
du côté de ma mère.*

*A mes partenaires et collègues Chaima, Souheila, Amel
A tous mes ami(s) Abdou, Soufyan et les quels que j'ai
Partagé les bons moments.*

OUSSAMA



DEDICACE:

Mevoici entrain de franchir les étapes de mon diplôme après une longue lutte et après de nombreuses années.

Je tiens à dédicier ce modeste travail de fin d'études à ma source de courage et d'espoir, à tous ceux que j'ai de plus cher

A ma très chère mère: WARDA Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ta affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles .

A mon très cher père: RACHID Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduise ma gratitude et mon affection. Pour ma fierté et mon soutien dans cette vie, mon frère: SOUFAIN

A mes chères sœurs: ROUFAL, WAHIBA SABA HETKADIDJA Mou bien-aimé:

CHAIMA

Et bien sûr À ma limedemavie et mon fiancé: BASSEM

SOUHEILA.

Résumé :

Notre étude a été basée sur les observations visuelles de symptômes sur quelques vergers d'agrumes de l'Université de Skikda situés à El-hadaiek . les symptômes observés sur les arbres sont décrits pour chaque maladie en références à la bibliographie relative aux maladies des agrumes.les prospections effectuées sur les vergers pendant une période de deux semaines ont permis de ressenser de nombreux symptômes qui peuvent être associés à différentes maladies des agrumes telle que les maladies virales, les maladies à viroïdes, les maladies cryptogamiques et bactériennes.Nombreux sont aussi les attaques de ravageurs tels que les pucerons, la mineuse, la fumagine etc.Suite à l'absence quasi-totale d'entretiens des vergers, des anomalies touchant le feuillage et l'aspect général des arbres ont été soulevés sur la majorité des vergers prospoectés. Unautre symptôme observé il y a des années concernant le dessèchement progressif des arbres, débutant par le sommet et se propageant aux branches jusqu'au dépérissement total, est le symptôme le plus intéressant observé sur les quatre vergers étudiés sur quelques arbres toutes espèces et variétés confondues.les résultats de notre étude témoigne d'un état sanitaire très dégradant affichant un complexe de maladies d'origine diverse.

اعتمدت دراستنا على الملاحظات البصرية للأعراض على بعض بساتين الحمضيات التابعة لجامعة سكيكدة الواقعة بالحدائق. تم وصف الأعراض التي لوحظت على الأشجار لكل مرض مع الإشارة إلى المراجع المتعلقة بأمراض الحمضيات. أتاحت المسوحات التي أجريت على البساتين على مدى أسبوعين التعرف على العديد من الأعراض التي يمكن أن تترافق مع أمراض الحمضيات المختلفة مثل الأمراض الفيروسية، والأمراض الفيروسية، والأمراض البكتيرية. هناك أيضاً العديد من الهجمات التي تشنها الآفات مثل حشرات المن وعمال المناجم والعفن السخام وما إلى ذلك. وبعد الغياب شبه الكامل لصيانة البساتين، ظهرت حالات شاذة أثرت على أوراق الشجر والمظهر العام للأشجار في غالبية البساتين المرتقبة. من الأعراض الأخرى التي لوحظت منذ سنوات فيما يتعلق بالجفاف التدريجي للأشجار، بدءاً من القمة وانتشارها إلى الفروع حتى الموت التام، هي الأعراض الأكثر إثارة للاهتمام التي لوحظت في البساتين الأربعة التي تمت دراستها على بعض الأشجار من جميع الأنواع والأصناف. تظهر نتائج دراستنا حالة صحية متدهورة للغاية تظهر فيها مجموعة معقدة من الأمراض ذات الأصول المختلفة.

Abstract :

Our study was based on visual observations of symptoms on some citrus orchards of the University of Skikda located in El-hadaiek. The symptoms observed on the trees are described for each disease with references to the bibliography relating to citrus diseases. The surveys carried out on the orchards over a period of two weeks made it possible to identify numerous symptoms which can be associated with different citrus diseases such as viral diseases, viroid diseases, cryptogamic and bacterial diseases. There are also numerous attacks by pests such as aphids, leaf miners, sooty mold, etc. Following the almost total absence of maintenance of the orchards, anomalies affecting the foliage and the general appearance of the trees were raised in the majority of the prospective orchards. Another symptom observed years ago concerning the progressive drying out of trees, starting at the top and spreading to the branches until total dieback, is the most interesting symptom observed in the four orchards studied on some trees of all species and varieties. Confused. The results of our study demonstrate a very degrading health state displaying a complex of diseases of various origins.

SOMMAIRE :

<i>Constat Sur L'état Sanitaire de quelques vergers</i>	1
<i>Résumé :</i>	1
<i>Liste des figures :</i>	5
<i>Liste des tableaux:</i>	6
<i>Liste des abréviations :</i>	7
<i>Introduction générale:</i>	1
<i>Chapitre 01: Généralités sur les agrumes</i>	5
<i>1.1 Origine et histoire :</i>	5
<i>1.2 Les principaux défis et opportunités liés à la production d'agrumes:</i>	6
<i>1.3 L'importance des agrumes dans l'économie mondiale :</i>	7
<i>1.4 L'impact de la culture des agrumes sur l'environnement et la biodiversité:</i>	8
<i>1.5 Les différentes variétés des agrumes:</i>	6
<i>Chapitre 02 : Les agrumes dans la wilaya de skikda</i>	13
<i>2.1 Présentation de la région de Skikda</i>	13
<i>2.2 Espèces d'agrumes dans la wilaya:</i>	14
<i>2.3 Superficie de zone cultivée:</i>	14
<i>2.4 Production d'agrumes cultivées dans la wilaya de Skikda:</i>	15
<i>2.5 Les principales contraintes de l'agrumiculture dans la région de Skikda :</i>	16
<i>Chapitre 03 : Étude d'agrumes</i>	19
<i>3.1 Classifications botanique:</i>	19
<i>3.2 Croissance agrumes:</i>	19
<i>Chapitre 04: Les maladies et ravageurs des agrumes</i>	23
<i>4.1 Les maladies des agrumes</i>	23
<i>4.1.1 Les maladies biotiques</i>	23
<i>4.1.2 Les maladies abiotiques :</i>	28
<i>4.2 Les ravageurs</i>	28
<i>4.2.1 Le puceron</i>	29
<i>4.2.2 La mouche méditerranéenne des fruits, ou cératite (Ceratitis capitata Wiedman)</i>	29
<i>4.2.3 La mineuse des agrumes Phyllocnistis citrella Stainton</i>	29
<i>Chapitre 5 : Les Moyens de détection et de contrôle des maladies virales des agrumes</i>	32

5.1 Des méthodes sérologiques (ELISA):	32
5.1.2 Intérêt et limites:	36
5.2 Des méthodes moléculaires (PCR):	36
5.2.1 Hybridation moléculaire :	36
5.2.2 La technique moléculaire PCR:	38
5.3 Indexation biologique:	38
Partie pratique (Constat sur l'état sanitaire de quelques vergers d'agrumes dans la région de El hadaièk , skikda)	40
2. Matériel et méthodes	40
2.2 Méthode de travail:	41
2.2.1 Inspection et étude des symptômes par l'observation:	42
3. Résultats et discussion:	42
3.1 L'état de santé global des vergers prospectés:	42
3.2 Les caractéristiques des vergers:	45
4 L'étude des symptômes sur l'arbre :	47
5 Discussions:	52
Conclusion :	52

Liste des figures

Figure 1:géographique limité de la Wilaya de Skikda.	13
Figure 2:Tristeza des agrumes	23
Figure 3:Psorose des agrumes	24
Figure 4:Dragon jaune des agrumes.	25
Figure 5:Le chancre citrique des agrumes	26
Figure 6:la gommose parasitaire	26
Figure 7:L'antracnose des agrumes	27
Figure 8:La fumagine des agrumes	28
Figure 9: Schéma des tests d'hybridation moléculaires sur membranes (Philippe L, 1994)	36
Figure 10: Verger agrumicole n°: 01	42
Figure 11:Verger agrumicole n°:02	42
Figure 12:Verger agrumicole de l'université de Skikda(verger :01, 02)	43
Figure 13:Verger agrumicole n °: 03	43
Figure 14:Verger agrumicole n °: 03	44
Figure 15:Verger agrumicole n°: 04	44
Figure 16:: Verger agrumicole de la route de zézfèf vers la ville Skikda (Verger n°: 03 et 04) .	44
Figure 17:carance en fer (fe) verger04	47
Figure 18:Carence de Zinc (Zn) verger 03	47
Figure 19:Feuilles d'agrumes présentant d'attaque de puceron noir et vert	48
Figure 20:Galerie creusé par la mineuse Verger 01	48
Figure 21:la gommose parasitaire	48
Figure 22: Anthracnose Verger n°:03	49
Figure 23:Verger 01	50
Figure 24:Verger 02	50
Figure 25:Verger d'agrumes de l'université de Skikda20 Aout 1955	51
Figure 26:Verger 03	51
Figure 27:Verger 03 et 04 (Route Zefzèf vers la ville Skikda)	51

Listedestableaux:

Tableau1:DSASKIKDA2024.....	17
Tableau2:ITAVF 2024	18
Tableau3:DSASKIKDA2024.....	20
Tableau4:Lesvergerd'agrumesétudiés	39
Tableau 5 : Tableau des données.....	40
Tableau6:Résultatdeconstatsanitaire	44

Listed abbreviations :

- **Co:**Degrécelsius
- **APN:**AcideDésoxyribo Nucléique
- **ARN:**AcideRiboNucléique
- **CTV:**CitrusTristezaVirus
- **DSA:**DirectiondesServicesAgricoles
- **PH₂:**potentielHydrogène
- **PCR:**polymeraseChain.Reaction
- **SPS:**Immunodiffusion&ImmunodiffusiontestswithSodiumdodecyl Sulfate
- **SPV:**SatsumadwarfsVirus
- **RT-PCR:**RebenvetromscriptasepolymerasechainReaction.

Introduction *générale*

Introduction

Les agrumes représentent une culture stratégique en Algérie, la wilaya de Skikda est connue par ses agrumes depuis la présence coloniale. La culture des agrumes est une activité traditionnelle dans la région et joue un rôle économique important. En particulier, la wilaya de Skikda est connue pour ses très bonnes variétés d'orangers qui méritent une place importante dans les vergers modernes. Les vergers agrumicoles de la wilaya de Skikda ont produit plus de 630 000 quintaux d'agrumes cette année, ce qui représente une augmentation de près de 100 000 quintaux comparativement à la production de la saison précédente (Ouhab, 2022). Les agrumes représentent une culture très appréciée et des programmes d'extension sont en cours, malgré les efforts déployés pour le développement de cette filière certaines contraintes sont toujours présentes et peuvent entraver l'épanouissement de cette culture. Parmi les problèmes rencontrés, l'état sanitaire du verger agrumicole national qui reste peu connu, et Skikda ne fait pas l'exception.

La région d'El-Hadaiek témoigne de la présence de cette culture avant l'indépendance et des vergers âgés sont toujours présents à l'image de certains vergers toujours en bon état dans la localité d'El-Hadaiek. Par contre certaines plantations et par cause de vieillissement et d'attaques de pathogènes peuvent être considérées comme un laboratoire d'étude et de diagnostic de maladies et d'anomalies causées par des facteurs abiotiques affichées sur les arbres.

Etant des étudiants en phase d'acquisition de connaissances en phytopathologie par le biais de préparation de notre mémoire de Fin d'Etudes, et vu la disponibilité du matériel végétal constitué de plusieurs vergers caractérisés par un complexe de maladies de type biotiques et abiotiques, notre modeste travail a été conduit sur les vergers de l'Université qui représentent un exemple vivant d'étude de symptômes qui rappellent beaucoup de maladies et d'attaques de pathogènes et de ravageurs. Notre objectif est de reconnaître sur le terrain l'ensemble des symptômes en se basant sur les observations visuelles et les descriptions de la bibliographie relatives aux maladies et aux ravageurs

Ce travail permettra aux étudiants de se familiariser avec le domaine de maladies de symptômes observés sur le champ et l'interprétation des résultats en se basant sur les données sur chaque maladie ou anomalies liées à des causes abiotiques comme première étape dans l'investigation sur le terrain et la recherche d'éléments qui nous permettront d'orienter les analyses au laboratoires.

Chapitre 01 :

Généralités sur les agrumes

Chapitre01

Chapitre1. Généralités sur les agrumes

1.1 Origine et histoire

Les agrumes ont leurs origines en Asie tropicale et subtropicale et sont étroitement liés à l'histoire des anciennes civilisations chinoises, qui les ont initialement cultivés pour leurs parfums avant de valoriser leurs fruits (Biche, 2012). Ils ont commencé à se répandre grâce à l'influence des civilisations chinoises et hindoues (Lousert R, 1987).

Le fruit amer pousse naturellement dans les régions montagneuses du Nord-est de l'Inde et du Sud de la Chine, tandis que l'oranger doux y est également présent, étant une variante du premier. Le Citron, le cédrat et le limettier proviennent du Sud de l'Himalaya, tandis que le pamplemousse est abondant dans certaines îles de l'archipel de la Sonde. Le mandarinier est natif de la Chine et de l'Indochine. La Clémentine est le fruit issu du croisement entre le mandarinier et l'oranger amer, découvert dans les plantations d'agrumes du frère Clément, à l'orphelinat de Misserghin (Algérie), et identifié par le botaniste Trabut en 1902. Les Chinois connaissaient déjà les fruits des Citrus dès le Ve siècle avant J-C. (Morel, 1969) et les agrumes étaient répandus sur les côtes orientales de l'Afrique dès le Xesiècle. (Lousert R, 1989) Leur introduction dans le bassin méditerranéen est ancienne et remonte aux échanges entre l'Orient et l'Occident. (Aubert B et Vallin. G, 1997) Ce sont les grandes découvertes et l'expansion depuis le Bassin méditerranéen qui ont permis la diffusion des agrumes à travers le monde (Lousert R, 1987).

Selon IMBERT (2005), le terme "agrumes" dérive du latin "acrimen" signifiant "aigre". Ce terme désigne un ensemble d'espèces appartenant au genre botanique "Citrus" de la famille des Rutacées, comprenant notamment les orangers, citronniers et mandariniers. Ces agrumes sont principalement originaires d'Asie. Dans leur région d'origine, ces arbres fruitiers épineux à port arrondi et à feuilles persistantes poussent dans des zones montagneuses où le climat est chaud (20-25°C) et très humide, avec une stabilité saisonnière. Les agrumes sont cultivés pour leurs fruits, leurs parfums ou pour des fins décoratives (Biche, 2012).

1.5 Les différentes variétés des agrumes

Les agrumes sont des fruits appartenant à la famille des Rutacées, divisés en plusieurs genres, notamment Citrus, Fortunella, Microcitrus, et Poncirus. Voici une liste des variétés d'agrumes couramment rencontrées :

➤ **Bergamote (Citrus bergamia)**

Originnaire des tropiques asiatiques, cette variété est principalement cultivée en Italie pour son zeste et son huile essentielle. Elle est utilisée dans la production de parfum et de médicaments. (https://monde-végétal.fr, 2022) [<https://www.schilliger.com/fr>].

➤ **Bigarade (Citrus aurantium)**

Connu également comme Orange Amère ou Orange de Séville, ce fruit est utilisé pour ses propriétés médicinales et dans la production de confiture et de marmelade. Les fleurs de cet arbre sont très odorantes, mais les fruits ont un goût amer. (https://monde-végétal.fr, 2022)

➤ **Combava(Citrushystrix)**

Cette plante est à la fois comestible et médicinale, et ses parties sont utilisées dans la cuisine. Elle est originaire d'Indonésie [<https://monde-vegetal.fr>].

➤ **Clémentine**

Issu d'un croisement entre mandarinier et orange amère, le clémentinier fut créé au XXe siècle par un missionnaire français en Algérie. Les clémentines sont présentes sur les marchés méditerranéens de septembre à mars [<https://maisondesagrumes.com>]2013.

➤ **Kumquat(Fortunelamargarita)**

Un fruit léger ment sucré, souvent consommé frais ou utilisé dans les desserts.

➤ **Mandarine(Citrusreticulata)**

Une variété de citron, la mandarine est connue pour ses saveurs douces et son utilisation dans la cuisine. (<https://monde-vegetal.fr>, 2022)

➤ **Orange(Citrus sinensis)**

L'une des variétés les plus connues, l'orange est utilisée pour son jus, son zeste, et ses fleurs odorantes (<https://monde-vegetal.fr>, 2022) (<https://wwwschilliger.com/fr>, 2024).

➤ **Pamplemousse**

Un fruit hybride issu du croisement de différents arbustes, le pamplemousse est utilisé pour son jus et son zeste. (Luky Miam, 2021)

➤ **Pomelo**

Un fruit hybride issu du croisement de pomelo et de pamplemousse, le pomelo sweetie a perdu son amertume et a une chair sans pépin, riche en jus sucré. (Luky Miam, 2021)

➤ **Poncirus(Citrus trifoliata)**

Un genre de citron, le Poncirus est utilisé comme porte-greffe pour d'autres agrumes moins robustes. (<https://monde-vegetal.fr>, 2022)

➤ **Citron(Citrus limon)**

Un fruit très odorant, utilisé pour son jus, son zeste, et ses fleurs (<https://monde-végétal.fr>, 2022) (<https://wwwschilliger.com/fr>, 2024).

Ces variétés d'agrumes sont réparties dans plusieurs genres et sont utilisées pour leurs propriétés médicinales, culinaires, et parfumées.

1.3 Les différentes portes greffes des agrumes

Les porte-greffes d'agrumes jouent un rôle crucial en adaptant les variétés aux conditions de sol et de climat. Parmi les principaux porte-greffes, on trouve :

- **Citrang Carrizo** : Résistant à la salinité et au stress hydrique, souvent utilisé dans le bassin méditerranéen.
- **Poncirus trifoliata** : Connue pour sa tolérance aux maladies.
- **Citrus volkameriana** : Favorable pour la qualité et le rendement des fruits.

Des recherches montrent que les porte-greffes tétraploïdes améliorent la tolérance au stress environnemental, influençant ainsi la croissance et la qualité des fruits.

[<https://fruits.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2011/06/fruits110034.pdf>]

[<https://www.agri-mag.com/2017/06/19/agrumes-porte-greffes/>]

[<https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/36155>]

[<https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/35894>]

1.4 Les grands pays producteurs d'agrumes dans le monde

Les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde sont :

- **Chine** : 41,9 millions de tonnes
- **Brésil** : 19,3 millions de tonnes
- **Inde** : 12,5 millions de tonnes
- **Mexique** : 8,4 millions de tonnes
- **États-Unis** : 7 millions de tonnes
- **Espagne** : 6,8 millions de tonnes
- **Turquie** : 4,9 millions de tonnes
- **Égypte** : 4,7 millions de tonnes

Ces pays représentent une part significative de la production mondiale d'agrumes[<https://www.atlasbig.com/fr-fr/pays-par-production-totale-d-agrumes>][<https://fr.wikipedia.org/wiki/Agrume>].

1.5 Position de l'Algérie parmi les pays producteurs d'agrumes .

L'Algérie se classe parmi les pays producteurs d'agrumes, avec une production estimée à plus de 1,8 million de tonnes pour la saison 2023-2024, soit une augmentation par rapport aux 1,6 million de tonnes de l'année précédente. Les principales régions productrices incluent El Oued, El Menia et Ouargla, avec une superficie cultivée dépassant 80 000 hectares[<https://www.agrialgerie.com/la-filiere-agrume-se-porte-bien-en-2023-2024-avec-une-production-estimee-a-18-million-de-tonnes/>][<https://www.algerie-eco.com/2024/01/30/agrumes-la-production-augmente-a-plus-de-18-millions-quintaux/>]. Malgré cette croissance, l'Algérie n'atteint pas encore les rendements des grands producteurs mondiaux, ce qui souligne des défis en termes de compétitivité et de techniques agricoles[http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/291/1/amrouni_h.pdf][<http://dspace.univ-djelfa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/4378>].

CHAPITRE 02:
**LES AGRUMES DANS LA WILAYA DE
SIKIKDA**

Chapitre 2. Les agrumes dans la wilaya de Skikda

2.1 Présentation de la région de Skikda

La ville de Skikda est située à 471 km à l'est d'Alger, sur le littoral méditerranéen. Elle fait partie de la wilaya de Skikda, qui couvre une superficie de 4 137,68 km² et s'étend sur 140km de côtes. La région de Skikda est caractérisée par un relief très accidenté, avec des massifs montagneux comme le djebel El Goufiet et le djebel Sidi Driss dépassant 1000 m d'altitude. Elle fait partie de l'Atlas tellien, qui se divise en deux chaînes parallèles à la côte : le bourrelet liminaire ancien du littoral et la chaîne numidique plus au sud. On y trouve différentes classes de pentes : 9% de pentes faibles (0-3%), 23% de pentes moyennes (3-12%) et 68% de pentes fortes (>12%). (Amour A, 2005).

La région est également marquée par un réseau hydrographique important, avec notamment la vallée du Saf-Saf et les dépressions de Tamalous et Azzaba. Sur le plan climatique, Skikda bénéficie d'un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne annuelle de 728,6 mm. En résumé, la région de Skikda se caractérise par un relief montagneux et accidenté, un littoral méditerranéen et un climat méditerranéen. (Durand_Delga M, 1969)



Figure 1: géographie limitée de la Wilaya de Skikda.

2.2 Espèce d'agrumes dans la wilaya :

La région de skikda est réputée pour la diversité de ses agrumes, étant l'une des zones agricoles les plus importantes dans ce domaine. Les principales variétés cultivées à skikda incluent le citron, l'orange, paplomos et la mandarine, en plus des clémentines qui attirent de nombreux agriculteurs grâce à leur haute qualité et leur valeur commerciale. Le climat tempéré et des conditions agricoles appropriées contribuent à améliorer la productivité de ces variétés, faisant de skikda un centre crucial pour l'exportation des agrumes vers les marchés locaux et internationaux.

Tableau 1 Les espèces agrumicoles cultivées au niveau de Skikda:

Tableau01: ITAFVSKIKDA2024

Espèce	Variété
Orange	Thomson Navel, Washington Naval, Hamelin Maltaise, MDS, Sanguine, Doublefine, Doublefine améliorée, Orange commune, Valenciate, Varnai
Mandarine	Kalvagarde, komine, Cléopâtre, Nova
Clumontine	Pépane (milase, Rarbe), Son pépane(103,104,110)
Citron	Citronnier, Iricat, Santa Tirisa
Paplomos	Pomelo

2.3 Superficiel cultivée :

Les données recueillies par la Direction de l'Agriculture (DSA) révèlent que la surface dédiée à la culture des agrumes dans l'État de Skikda s'élève à 3 543,12 hectares, seuls 2 928,95 hectares sont des zones productives. L'extension des plantations d'agrumes a totalisé 258,3 hectares sur la période

2015-2020. La région de Ramadan Jamal se positionne en tant que principale zone agricole pour les agrumes, avec une superficie approximative de 544,25 hectares, suivie par les régions de Ben Azzouz 349,5 hectares et d'Ain Cherchal 339,5 hectares

Tableau 2 : les régions avec la plus grande superficie de production pour chaque type de variété :

Tableau 2. (DSA Skikda 2024)

Variété	Zone cultivées	Superficie n rapport(ha)	Production e (qx)
Orangers	Ben Azzouz	253	50750
Mandarine	HamadiKroma	67	10720
Clémentinier	Ramadan Djamal	123	19680
Citronnier	Ramadan Djamel	26	5400
Pomilo	/	0	0

2.4 Production d'agrumes cultivées dans la wilaya de Skikda:

Les surfaces dédiées aux agrumes s'étendent sur 3543,12 hectares, principalement réparties sur 37 communes et présentant une grande diversité varétale. D'après des données récentes, la production d'agrumes au cours des quatre dernières campagnes, de 2019 à 2023, a connu des variations, avec des fluctuations notables. En général, ces variations sont insignifiantes, à l'exception du clémentinier, qui a observé une augmentation entre la campagne 2021/2022 et la campagne 2022/2023 (DSA, 2024).

Tableau 3 : production d'agrumes (2019/2023) de la wilaya de skikda

Tableau 3. DSA SKIKDA 2024

Variété d'agrumes	Production 2019/2020	Production 2020/2021	Production 2021/2022	Production 2022/2023
Orangers	446550	404990	428665	356633
Clémentines	63820	56600	74160	76235
Moundarinier	57540	42820	47800	52002
Citronnier	24790	28300	25000	22257,5
pomelos	100	100	100	0
Total	592800	532810	553225	507127.5

A2024

2.5 Les principales contraintes de l'agrumiculture dans la région de Skikda

Malgré un regain d'intérêt récent, la superficie agrumicole n'est encore que de 3500 ha en 2022, avec un rendement moyen de 220 q/ha. L'exode rural massif des années 1970 a conduit à l'abandon de nombreux vergers dans les montagnes.

En résumé, les contraintes naturelles majeures sont le climat irrégulier nécessitant une irrigation, les problèmes de drainage liés aux sols, les risques de mouvements de terrain, et l'héritage de l'exode rural sur les superficies cultivées. Mais la filière semble en voie de redynamisation ces dernières années. (BELLOUM A, 2024)

CHAPITRE 03:

ÉTUDE DES AGRUMES

Chapitre03

3. Étude des agrumes

3.1 Classifications botanique

Les agrumes font partie de la famille des Rutacées, qui se compose de trois genres botaniques : poncirus, fortunella et Citrus. (Hodgson W.R, Webbej, 1967) En raison des divergences existant au niveau des critères de classification, des problèmes se posent pour parvenir à une classification unique. (Rebour, 1966)

Selon (Lousert R, 1987), la classification des agrumes est la suivante :

Règne: Végétal .
Embranchement: Angiospermes.
Classe: Monotyledneae.
Sousclasse: Archichlomydeae.
Ordre: Geraniales.
Famille: Rutaceae.
Sousfamille: Aurantioideae.
Tribu: Citreae.
Soustribu: Citrinae
Genre: Citrus, poncirus, Fortunella.

3.2 Croissance agrumes:

Voici les principales étapes concernant la croissance d'agrumes

➤ Période d'élevage en pépinières

Pendant la phase d'élevage en pépinière, qui dure généralement de 12 à 36 mois, les différentes étapes succèdent. Tout d'abord, il y a les semis des graines pour obtenir le porte-

greffe, suivi du greffage de la variété sur porte-greffe. Enfin, la période se clôture avec l'élevage du jeune plant. (Loussert R, 1989)

➤ Période improductive

Le jeune plant provenant de la pépinière, âgé de 1 à 3 ans selon la technique de multiplication utilisée, est ensuite transplanté sur le terrain de plantation. Durant cette période d'installation, le jeune plant développe à la fois ses racines et sa frondaison. Cette étape est considérée comme improductive car les floraisons sont rares. (Loussert, 1989) (Anonyme, 1989).

Chapitre03

➤ Période de pleine production

Lors des premières floraisons, l'arbre fleurit et donne de plus en plus de fruits, sur une période moyenne de 5 à 7 ans. (Loussert R, 1989)

➤ Période de vieillissement en agrumiculture

Les arbres âgés de 30 à 40 ans montrent une diminution progressive de leur production. Les nouvelles pousses fructifères se font plus rares, la frondaison est moins dense. En mettant en œuvre certaines pratiques culturales telles que le sous-solage pour régénérer le système racinaire, la taille drastique des branches vieillissantes et une fertilisation azotée abondante, il est possible de redynamiser la végétation, dans une certaine mesure. La décision d'appliquer ou non ces pratiques doit être motivée par des considérations économiques. (Loussert R, 1989)

➤ Période de décrépitude

C'est le moment où il est nécessaire de décider d'arracher les arbres, car les coûts d'entretien ne sont plus couverts par la vente des récoltes. Les arbres affaiblis deviennent sensibles à de nombreuses attaques parasitaires, souvent exacerbées par des carences alimentaires, et les fruits produits sont de qualité médiocre. (Loussert R, 1989)

- **Les conditions climatiques favorables pour la culture des agrumes en Algérie :** sont définies par un climat méditerranéen. Les caractéristiques climatiques nécessaires pour une culture réussie des agrumes incluent :

Chapitre03

➤ **Température**

La moyenne annuelle de température doit être de l'ordre de 14°C, avec des températures maximales de 22°C en été et minimales de 10°C en hiver. Les températures minima de -4°C sont déterminantes dans le choix des zones de culture. (Mutin, G, 1969)

➤ **Pluviométrie**

Les agrumes nécessitent une pluviométrie modérée, avec des besoins annuels de 1000 à 1200 mm, dont 600 mm pendant l'été. L'irrigation est souvent nécessaire, en particulier dans les zones méditerranéennes. (Agagna, Y, 2016)

➤ **Humidité**

Une humidité trop grande peut favoriser le développement de parasites et de maladies, tandis que des faibles taux d'humidité peuvent entraîner une forte respiration du végétal et des besoins en eau augmentés (Agagna, Y, 2016) (Haraoui, W, 2021).

➤ **Réchauffement climatique**

Les changements climatiques, notamment l'élévation des températures, peuvent affecter la production des agrumes en Algérie, nécessitant des adaptations dans les pratiques agricoles. (Bouneb, D. eddine et Chabbi, Y, 2018)

Ces conditions climatiques favorables permettent une culture réussie des agrumes en Algérie, bien que les cultures soient également confrontées à des maladies biotiques et abiotiques.

CHAPITRE 4

LES MALADIES ET RAVAGEURS DES AGRUMES

Chapitre04

4.1 Les maladies des agrumes

Selon Roistacher (1991) et Bové (1995), les maladies transmises, par greffage sur agrumes, connues depuis plus de 40 ans, sont complexes et diversifiées et sont regroupées comme suit :

- **Maladies virales:** Tristeza (CTV), Psorosis (CPsV), Citrus Satsuma dwarf (SDV), Citrus Vein enation (CVEV), Citrus Leprosis (CLPV), Variegation (CVV), Citrus Leaf blotch (CLBV).
- **Maladies à agents non identifiés dites de type viral :** sont représentées par le complexe OLP (Ock leaf pattern), incluant le cristacortis, l'impetratura, la convavité gommeuse et le Citrus Chlorotic dwarf (CCD)
- **Maladies à Viroides et de type viroïde :** Cachexia, Exocortis, Kassala disease, Gummy bark.
- **Maladies à bactéries endogènes (agents prokaryotes limités au phloème) :** la maladie du balais de sorcière (Witche's broom lime disease), le Stubborn et la chlorose variegée.
- **Maladies à étiologie inconnue :** Citrus Sudden Death (CSD), Blight.

4.1.1 Les maladies biotiques

❖ Les maladies virales

- La Tristeza (CTV) Citrus tristeza virus

La Tristeza (CTV) , apparemment originaire d'Asie, a été disséminé dans tous les grands bassins agrumicoles mondiaux par des échanges internationaux de matériel végétal contaminé. Le symptôme le plus foudroyant de la Tristeza : le Quick Decline, mort brutale affectant orangers et mandariniers greffés sur bigaradier. La transmission mécanique par taille est plus rare étant donné la grande dimension du virus (Leblanc , Fournier , et Etienne , 1998) .



Figure2:Tristezadesagrumes

http://caribfruits.cirad.fr/production_fruitiere_integree/protection_raisonnee_des_vergers_maladies_ravageurs_et_auxiliaires/tristeza

Chapitre04

- La Psorose des agrumes

Le citrus psorosis virus (CPsV) est l'agent responsable de la psorose écaillée sur différentes variétés de citrus. Cette maladie est transmissible par greffage mais sa transmission par le champignon *Olpidium* spp a été rapportée récemment. Ce virus ne transmet pas par le pollen ni par les semences infectées (Meziane, 2013).

La-psorose est très répandue dans le bassin méditerranéen. (Algérie, Maroc. Tunisie, Italie, Espagne), principalement sous sa forme écaillée et alvéolaire (Bové, 1967)



Figure 3:Psorose des agrumes . : <https://maisondesagrumes.com/2012/08/16/psorose-des-agrumes/>

- **La panachure infectieuse (CVV) Citrus variegation virus**

La panachure infectieuse fut la première à être transmise par greffage d'inoculation (Trabut L.1913). Le virus de la panachure infectieuse est un virus à composants multiples comprenant quatre particules nucléoprotéiques, polyédriques ; son génome est tripartite. Nous avons étudié l'influence de ces virus sur les arbres cultivés en plein champ en Corse. C'est le mandarinier 'Cléopâtre' qui présente les symptômes foliaires de gaufrage les plus accusés mais il est souvent difficile de différencier la frisolée de la panachure infectieuse en observant uniquement les symptômes foliaires. (Vogel et Bove 1977).

❖ **Les maladies viroides**

- **Cachexie-Xyloporose**

La cachexie-Xyloporose est une maladie à virus des agrumes qui peut provoquer des dégâts importants sur certaines espèces et variétés. Le clémentinier, les mandariniers, certaines tangelos, la lime Rangpure, la limette Douce de Palestine, y sont sensibles. Par contre, l'oranger, le bigaradier, le citronnier, le pomelo sont tolérants à la maladie ; ces espèces ne montrent aucun symptôme quand elles sont infectées par l'agent pathogène. En

Chapitre04

présence de la maladie, on notait l'apparition de gomme dans l'épaisseur de l'écorce. Les feuilles de celle-ci jaunissaient et une partie d'entre elle chutait (Volet et Bové, 1976).

- L'Exocortis

L'Exocortis est une maladie à viriote (Citrus exocortis viroid CEVd) causant des écaillages de l'écorce de *Poncirus trifoliata* et de certains de ses hybrides, notamment les citranges (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*), mais aussi le dimettier Rangpur (Quantar et al., 2018).

❖ Les maladies bactériennes

- La maladie du dragon jaune

La maladie du dragon jaune, appelée aussi HuangLongBing (HLB), verdissement des agrumes, greening ou encore maladie des pousses jaunes est une maladie bactérienne : des insectes-piqueurs porteurs de bactéries issues de *Candidatus liberibacter* spp. infestent la plante en bloquant la circulation de la sève ; les feuilles jaunissent, les fruits difformes restent verts et l'arbuste finit par mourir sans possibilité de traitement. <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-816-maladies-citronnier-agrumes.html>



Figure 4: Dragon jaune des agrumes. . <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-816-maladies-citronnier-agrumes.html>

Chapitre04

- Le chancre citrique

Le chancre citrique, dit chancre bactérien des agrumes ou chancre asiatique des agrumes, car il est d'origine asiatique, est une maladie bactérienne causée par la bactérie *Xanthomonas axonopodis*. Le pied d'agrumes va être moins vigoureux et les fruits seront moins beaux s'ils ne tombent pas avec les feuilles de façon prématurée. Les importations d'agrumes depuis l'Asie contribuent à la propagation de la bactérie. <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-816-maladies-citronnier-agrumes.html>



Figure 5:Le chancre citrique des agrumes : https://www.researchgate.net/figure/Symptomes-causes-par-le-chancre-citrique-sur-A-fruit-et-B-feuille-de-Citrus-sp_fig13_339784735

❖ Les maladies cryptogamiques

- La gommose parasitaire

Provoquée par deux types de phytophthora. Certains porte greffes sont plus tolérants que d'autres. Le choix des porte greffes dépendra de la nature du sol. Les niveaux d'humidité (doses et fréquence) durant les irrigations doivent être bien étudiés. <https://www.aci-algerie.com/maladie-et-ravageurs-agrumes/>



Figure 6:la gommose parasitaire . : <https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/la-gommose-parasitaire/>

Chapitre04

- Les pourridiés (pourriture des racine)

Très répandus dans les terres lourdes, humides et très peu filtrantes (stagnation des eaux), signalés dans de nombreuses régions d'Algérie. <https://www.aci-algerie.com/maladie-et-ravageurs-agrumes/>

- L'anthracnose

L'anthracnose des agrumes est une maladie fongique provoquée par plusieurs espèces du genre *Colletotrichum*.

Colletotrichum acutatum est l'une des espèces phytopathogènes parmi les plus importantes. Ce champignon est capable de provoquer des dégâts considérables sur de nombreuses cultures de grande importance économique tels que les agrumes, le pêcher et l'olivier, entre autres.

Le champignon hiverne sous forme de mycélium sur le bois mort de la canopée, au niveau des rameaux infectés, des débris végétaux tombés au sol et même dans le sol.

Quand les conditions climatiques sont favorables (température entre 20 et 30°C) avec une humidité importante (eau libre), le champignon commence son développement et la sporulation aura lieu.

Les spores asexuées se propagent sur une courte distance, par les éclaboussures de pluie ou en présence de rosée abondante.

Les spores sexuelles peuvent être dispersées sur de longues distances, disséminées par le vent.

Les spores germent sur les organes verts. Pour germer et infecter ces organes, le champignon nécessite un temps chaud avec une humidité continue d'environ 12 heures. <https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/lanthracnose>.



Figure 7:L'anthracnose des agrumes <https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/lanthracnose>.

Chapitre04

- **La fumagine**

Ce champignon est très fréquent dans les vergers d'agrumes en raison de fortes présences de certains insectes piqueurs-suceurs sécrétant le miellat. C'est un champignon polyphage. Avant d'appliquer les produits spécifiques il faut d'abord procéder à une taille aérée, et traiter avec un insecticide. <https://www.aci-algerie.com/maladie-et-ravageurs-agrumes/>



Figure 8:La fumagine des agrumes <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/fumagine.html>

4.1.2 Les maladies abiotiques

- **Chlorose ferrique**

Causée par un déficit en fer dans le sol, se traduisant par des feuilles jaunes et un retard de croissance. (Diagnosing Nutrient Disorders of Fruit and Nut Crops , UC Agriculture and Natural Resources) .

- **Brûlure des feuilles**

Causée par un excès de lumière solaire directe, se manifestant par des feuilles brûlées sur les bords. (Citrus Diseases Affecting Young Trees.UC Agriculture and Natural Resources).

- **Gel**

Les températures hivernales extrêmement basses peuvent causer des dommages aux agrumes, tels que la flétrissure des feuilles et le gel des fruits. (Frost Protection: Fundamentals, Practice, and Economics , l'American Society of Agricultural Engineers).

4.2 Les ravageurs des agrumes

Le verger d'agrumes est un agro-écosystème qui abrite une riche faune d'insectes et d'acariens ravageurs et leurs antagonistes (qualifiés d'auxiliaires), ainsi que d'autres organismes animaux

Chapitre04

d'intérêt phytosanitaire moindre (nématodes, mollusques et rongeurs)

L'ensemble des espèces de ravageurs et d'auxiliaires présents sur les agrumes représente une dynamique constante, tant en termes de densité de population que de composition. (Toubache Meriem , Saad Djabalah Afaf , Enquête phytosanitaire de

nouvelles et anciennes plantations d'agrumes dans la willaya de Skikda , Spécialité: Amélioration des plantes , 2022-2023. (PDF ,page 25 ,26)

4.2.1 Les pucerons

Le puceron noir des agrumes ne représentent pas de danger pour les clémentiniers. En revanche, les pucerons verts *Aphis citricola* Van der Goot et *Aphis spiraecola* Patch peuvent provoquer des dégâts en pépinière et sur les jeunes plantations.

Tous les pucerons sont des vecteurs potentiels du virus tristeza. D'introduction récente en méditerranée, le puceron brun *Toxoptera citricida* Kirkaldy est le vecteur le plus virulent de cette maladie.

Les dégâts sont causés principalement par les pucerons verts, sur les jeunes feuilles des pousses d'été et d'automne. Leur impact est totalement négligeable sur arbres adultes (Jacquemond et al, 2013).

4.2.2. La mouche méditerranéenne des fruits, ou cératite (*Ceratitis capitata* Wiedman)

Originnaire d'Afrique subdésertique, la cératite se retrouve dans la majorité des pays tropicaux et Subtropicaux. Elle est particulièrement bien installée dans le bassin méditerranéen, ou elle peut entraîner des pertes de récolte très importantes en pondant dans les fruits. Les dégâts sont observés uniquement sur fruits débutant leur coloration à complètement coloré. Accélération de la coloration externe avant qu'ils n'atteignent leur maturité interne. Au niveau des points de ponte, dépigmentations circulaires de la peau et risque d'évolution en pourriture.(Jacquemond et al, 2013)

4.2.3 La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton

Originnaire d'Asie, ce petit papillon a fait son apparition au milieu des années 1990 dans le bassin méditerranéen. Les larves affaiblissent les jeunes pousses d'été et d'automne en s'y développant (la larve creuse sous l'épiderme une galerie sinueuse caractéristique), la mineuse peut donc devenir un problème sérieux en pépinière et sur les jeunes plantations. L'impact réel est très faible sur arbres adultes.(Jacquemond et al, 2013) .

CHAPITRE 5:
LES MOYENS DE DETECTION ET DE
CONTROLE DES MALADIES DES
AGRUMES

Chapitr 5. Les Moyens de détection des maladies virales des agrumes

La détection des virus et des agents de type viral des agrumes a connu un progrès important durant la deuxième moitié du vingtième siècle, passant de l'observation visuelle des symptômes au champ et la détection par indexage aux différentes techniques sérologiques et moléculaires au laboratoire. Le diagnostic visuel seul reste insuffisant, quoique l'indexage et la transmission mécanique demeurent indispensables pour exclure la présence d'un pathogène inconnu.

5.1 Desméthodessénologiques(ELISA)

➤ Objectifs

Le terme ELISA a été employé pour la première fois par ENGVALL & PERLMANN (1971). Cette méthode est principalement utilisée en biochimie pour détecter la présence d'un anticorps ou d'un antigène dans un échantillon. Elle peut aller de la détection simple a dosagedemanièreàdéterminerdesconcentrationssériques,carlaréaction coloréequirésulte de l'hydrolyse du substrat peut être appréciée quantitativement par photométrie. Elle permet de détecter la présence de virus, et possède des applications dans l'industrie agro-alimentaire, pour détecter des allergènes alimentaires.

➤ Principe

C'est une technique immuno-enzymatique de détection qui permet de visualiser une réaction antigène-anticorps grâce à une réaction colorée produite par l'action sur un substrat d'une enzyme préalablement fixée à l'anticorps. On distingue 4 méthodes différentes. La méthode directe consiste à appliquer un antigène connu, à l'ajout d'anticorps couplé à une enzyme, et l'application du substrat. Avec la méthode indirecte, ce sont des anticorps secondaires qui sont couplés à l'enzyme, qui se lient à l'anticorps primaire (antiglobuline). L'ELISA en sandwich permet de détecter un échantillon d'antigène dans un sérum. La méthode consiste à appliquer un anticorps connu , à l'ajout d'antigène, et l'ajout de la constructiondelaméthodeindirecte(anticorps

primaire–anticorpssecondairecoupléal"enzyme). La dernière méthode se fait par compétition de liaison, par fixation d'un antigène, l'ajout un mélange d'anticorps marqués et d'anticorps à

Chapitre05

doser (non marqués), les anticorps non liés aux antigènes sont éliminés. Les substrats sont convertis par l'enzyme de manière à émettre un signal chromogénique ou fluorescent, la quantification du résultat se fait par spectrophotométrie.

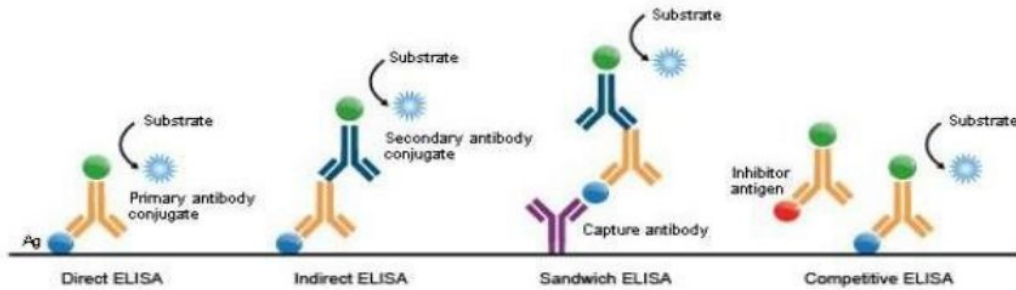
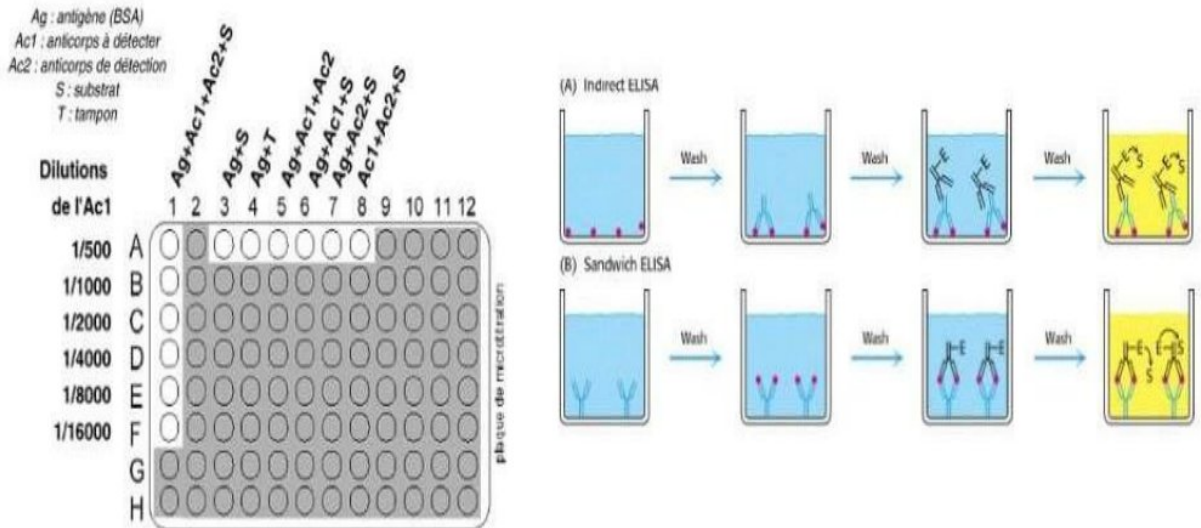


Figure9: Des méthodes sérologiques (ELISA)

➤ Mode opératoire

La première étape consiste à fixer sur le support (plaque de microtitrage à 96 puits) l'anticorps de capture ou l'antigène. La solution est incubée en nuit à 4°C puis lavée. Ensuite, l'échantillon possédant l'antigène ou l'anticorps à identifier est ajouté, le mélange est incubé à 37°C pendant 2 heures puis lavé. Dans une troisième étape, l'anticorps de détection marqué avec une enzyme sur l'antigène recherché est fixé, le mélange est incubé à 37°C pendant 2 heures puis lavé. La dernière étape est le dépôt d'une solution révélatrice contenant le substrat de l'enzyme, le mélange est incubé pendant 30 à 120 minutes. Le produit de réaction obtenu est soluble et coloré, il peut donc être analysé par spectrophotométrie, où l'absorbance ou la densité optique est relevée. Le test est réalisé avec une gamme de dilution de l'anticorps ou de l'antigène à doser, et il ne faut pas oublier les témoins négatifs nécessaires à la validation et à l'interprétation du test. Il est conseillé de réaliser un schéma avec les puits.

Chapitre05



5.1.1 Présentation des résultats

La plaque est lavée avec du PBS pour éliminer les antigènes non liés. L'anticorps de l'échantillon primaire est ajouté à la plaque et incubé avec l'antigène. Les plaques sont lavées avec du PBS pour éliminer les molécules non liées. L'anticorps secondaire conjugué à l'enzyme est ajouté et incubé avec l'antigène.

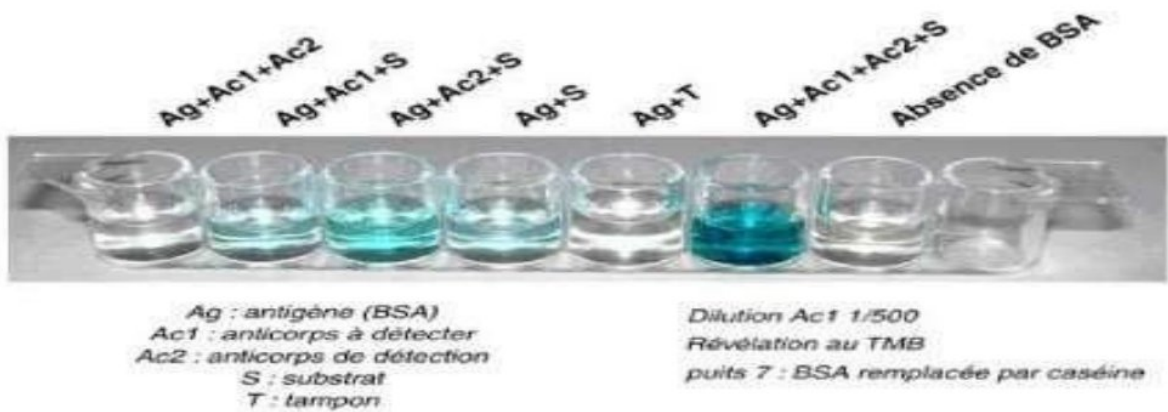


Figure 9 : indirect et direct méthode Elisa

➤ Interprétation des résultats

Chapitre05

Un résultat qualitatif indiquera la présence ou l'absence d'un antigène dans l'échantillon. Les valeurs seuils sont alors déterminées par l'analyste et peuvent être basées sur la statistique. Deux ou trois écarts-types sont généralement utilisés pour distinguer l'échantillon positif du négatif. Dans l'utilisation quantitative de l'ELISA, la densité optique ou les unités de fluorescence de l'échantillon sont interpolées sur une courbe d'étalonnage, de manière à déterminer la concentration de l'échantillon.

5.1.2 Intérêt et limites

Dans une gamme de concentration de 10 à 1000 mg/ml, la méthode possède une reproductibilité et une sensibilité identique à celles du dosage radio-immunologique. Les avantages de la méthode sont multiples : les anticorps monoclonaux rendent la détection spécifique, quantification possible, technique sensible grâce aux anticorps secondaires, techniques très accessibles via des kits (1 an de validité). Cependant, il y a une difficulté dans l'interprétation des résultats pour le dosage quantitatif, dont la reproductibilité n'est pas satisfaisante, et la réaction enzymatique rend cette technique dépendante de la température, du pH et de l'éclairement. (E. Engvallet P. Perlman, 1971)

5.2 Des méthodes moléculaires

Les méthodes moléculaires (Palacio et al, 2000) (Minafra et al, 2001) et l'électrophorèse utilisée pour la détection des viroïdes par l'intermédiaire du sPAGE, permettent de diagnostiquer la majeure partie des viroïdes des agrumes recensés à ce jour (Semancik J.S., Roistacher C.N. and Duran-Vila N., 1988). La PCR, méthode très sensible, s'est avérée efficace pour la détection de maladies des agrumes tels que le Greening, le Witches broom et le Stubborn (Bové J. M., 1995).

D'autres méthodes moléculaires ont contribué dans la détection et la caractérisation de beaucoup de pathogènes connus sur les agrumes, à savoir la SDS-Immunodiffusion (Bar Joseph M., 1979); (Brlansky R.H. , 1988); (Garnsey S.M., 1979) , la RFLP (Gillings M., 1993), SSEM, dot immunobinding assay (Rocha-Peña et al., 1991a ; Rocha-Pena et al., 1991b), radio-immunosorbent assay (RISA) (Rocha-Peña et al., 1991b), in situ immunofluorescence (ISIF) .

5.2.1 Hybridation moléculaire

Chapitre05

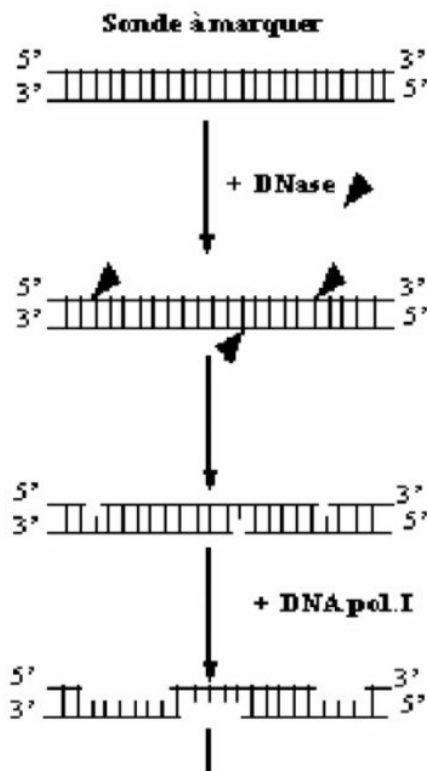
L'hybridation des acides nucléiques utilisée pour la détection et la différenciation de plusieurs pathogènes de plantes en utilisant l'ADN radioactive ou non-radioactif marqué et des sondes oligonucleotidiques citées dans la différenciation des souches de quelques virus spécifiques tels que le CTV (Rostner A, 1998).

Le principe de l'hybridation moléculaire repose sur la capacité de deux chaînes d'acides nucléiques complémentaires, placées dans des solutions adéquates de salinité et de pH appropriées à une température proche de 100°C, et à se réassocier par refroidissement lent. Dès lors, des séquences marquées d'ADN ou d'ARN monocaténaire (séquences sondes) sont capables, sous certaines conditions, de s'hybrider à leurs séquences complémentaires (séquences cibles présentes au sein d'un mélange complexe de poly nucléotides) en formant des duplex stables marqués, permettant de la sorte l'identification de séquences nucléotidiques spécifiques. Dès à présent, la technique d'hybridation moléculaire sur membrane est utilisable pour la détection des différents types d'agents pathogènes des plantes (Philippe Lepoivre, 1994).

-Marquage par déplacement de brèche

Marquage par « amorçage au hasard » (Random Priming)

« nick translation »



1

5'
3'

2

5'
3'

hybrid
le

3

5'
3'

dNTPs 4

5.2.2 LatechniquemoléculairePCR

Lasensibilitédestests d'hybridationpar dot blot setrouvelimitéepar lenombredemolécules«cibles »présentes dans l'échantillon à caractériser. Le recours à l'amplification moléculaire via la réaction de polymérisation en chaîne PCR à permis de reculer les limites de sensibilités des techniques de diagnostic basée sur la détection des séquences spécifiques d'acides nucléiques.

LaPCRaégalementgrandementfacilitélesopérationsd'obtentionetdeclonagedes sondes,lorsquelesséquencesnucléotidiquesdel'agentpathogèneencausesontconnuesmais quel'obtention de préparations purifiées de cet agent est difficile (virus instable et / ou sensible aux ribonucléases, mycoplasmes ou bactérie non cultivable in vitro).

Un des problèmes liés à l'utilisation de la PCR réside dans la préparation des échantillons d'acides nucléiques purifiés, ce qui rend difficile son emploi courant dans le domaine du diagnostic. Ceci est particulièrement vrai pour les virus à génome d'ARN, pour lesquels la réaction PCR ne peut être réalisée qu'après rétro transcription sous forme d'ADNc (RT-PCR) à partir des séquences virales contenues dans une préparation purifiée des ARN totaux de plantes infectées (Philippe Lepoivre,1994).

5.3 Indexationbiologique

L'indexage biologique constitue un outil nécessaire à la détection et l'extériorisation de symptômes de maladies sur les agrumes (Roistacher, 1991).L'indexage biologique reste le meilleur outil quoiqu'il présente certains inconvénients tels que le cout élevé, le temps d'extériorisation de symptômes.

Partie pratique

Partie pratique

La composante pratique de notre recherche repose sur un constat approfondi mené dans des vergers sélectionnés afin d'étudier les maladies transmissibles par greffage et autres problèmes liés aux attaques de ravageurs des agrumes. Cette étude s'est appuyée sur des observations visuelles et une analyse basée sur les connaissances en phytopathologie des agrumes. Les prospections ont été conduites dans la région de El-Hadaïèk . .

1. Lieu d'étude

Nous avons mené notre étude en effectuant des prospections et des enquêtes dans des plantations d'agrumes localisées dans la région de El hadaiek (Wilaya de Skikda). Parmi les vergers examinés, ceux de l'Université de Skikda ont été inclus dans notre étude.

1. Matérielsetméthodes

1.1 Matérielvégétal

Les vergers examinés ont été choisis en tenant compte de leur âge ou de l'année de leur plantation, ainsi que de leur accessibilité et de la disposition des propriétaires à fournir les informations nécessaires. Les vergers examinés sont présentés de manière synthétique dans le tableau ci-dessous (Tab.4).

Tableau4: Les vergers d'agrumes prospectés

Verger	Propriétaire	Lieu du verger	Date de la visite
1	Université 20 Aout 1955	Route El-hadaïek vers la ville Skikda	02/05/2024
2	Université 20 Aout 1955	Route El-hadaïek vers la ville Skikda	02/05/2024
3	Zaier Saber	Route Zefzèf vers la ville Skikda	06/05/2024
4	Zaier Saber	Route Zefzèf vers la ville Skikda	07/05/2024

2.2 Méthode de travail

La méthodologie adoptée repose d'abord sur des enquêtes menées à l'aide d'une fiche complète contenant toutes les données techniques de la plantation (itinéraire technique). Ensuite, une analyse symptomatologique basée sur des observations visuelles sur l'état global du verger suivies par l'identification des symptômes le long des rangées et finalement sur chaque partie de l'arbre. Tous les symptômes observés sont ensuite comparés à ceux cités dans la bibliographie sur la phytopathologie des agrumes.

Tableau 5 : Tableau des données:

Itinéraire					
Vergers	Variétés	Technique	Porte-greffe	Superficie	Date de
		Suivi		(ha)	plantation
		Chaque			
		Année			

2.2.1 Inspection et étude des symptômes basées sur les observations visuelles

Le protocole de prospection a débuté par une observation générale du verger étudié, puis s'est appuyé sur des observations visuelles spécifiques aux rangées. Enfin, il a inclus une analyse plus détaillée de chaque arbre dans son ensemble.

3. Résultats et discussion

3.1 L'état de santé globale des vergers prospectés

Après plusieurs sorties effectuées l'analyse globale des vergers prospectés révèle l'existence d'un complexe de symptômes sur la totalité des arbres, état des vergers dégradé. Les ravageurs et maladies créent un ensemble de problèmes phytosanitaires qui affectent tous les arbres, en plus de la prolifération de mauvaises herbes et d'une exécution insatisfaisante des tâches techniques .

A partir de la figure 10 jusqu'à figure 16

Mettez un cadre et insérez toutes les figures ensembles



Figure 9: Verger agrumicole n°: 01



Figure 10: Verger agrumicole n°:02



Figure 11:Verger agrumicole de l'université de Skikda (verger :01, 02)



Figure 12:Verger agrumicole n °: 03



Figure 13:Verger agrumicole n °: 03



Figure 14: Verger agrumicole de la route de zézfèf vers la ville Skikda (Verger n°: 03 et 04)

3.2 Les caractéristiques des vergers

Selon les conclusions des enquêtes et surtout après discussion avec les propriétaires de vergers ou les agrumiculteurs l'origine du matériel végétal (notamment des jeunes plantations) est pratiquement inconnue pour la plupart des agriculteurs d'agrumes. Et Concernant les anciennes plantations, il est communément admis que le matériel végétal a été produit durant la période coloniale. De nombreuses pratiques ne sont pas suivies, soit parce que les agriculteurs manquent de ressources, soit parce qu'ils ignorent les procédures appropriées. Les résultats de constat sanitaire sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 6 : Résultats de constat sanitaire sur les vergers prospectés

Vergers	Variétés	Itinéraire technique suivi chaque année	Porte-greffe	Superficie(ha)	Date de plantation
L'université de 20 Aout 1955(1)	Oranger, Clémentinier, Mandarinier	- Labour, désherbage - Engrais de fond - L'irrigation - Lataille	Bigaradier Citrange	1,6	67 ans
L'université de 20 Aout 1955(2)	Orange r Citroni er	- Labour, désherbage - Engrais de fond - L'irrigation - Lataille	Bigaradier	2,2	67 ans

Partie pratique

L'université de 20 Aout 1955(3)	Oranger Mandarinier	- Labou r, désherbage - Engrais de fond - L'irrigation - Lataille	Bigaradier	1,4	68 ans
--	----------------------------	---	------------	-----	--------

4 L'étude des symptômes sur l'arbre

- L'étude des symptômes sur les feuillages

L'étude de symptômes basée sur les observations visuelles, d'abord sur le feuillage nous avons pu constater beaucoup de symptômes de décolorations, de dessèchements, d'enroulements et d'autres anomalies ont été observées telles que la forme de tiges apicales en forme de balais, des dessèchements parfois partiels et parfois sur toute la frondaison sans oublier les carences dues au manque de minéraux suite à l'absence de fertilisation et d'entretiens. Les figures suivantes sont parmi prises sur quelques arbres.

➤ **Carence en éléments minéraux**

- **Carence en fer**: symptômes tels que des feuilles jaunissantes, des feuilles mortes, des feuilles devenues vertes et des feuilles qui se détachent.



Figure 15: carence en fer verger 04

- **Carence en zinc** : symptômes tels que des feuilles jaunissantes, des feuilles mortes, des feuilles devenues vertes et des feuilles qui se détachent.



Figure 16: Carence de Zinc (Zn) verger 03

Partie pratique

- **Les ravageurs:** les ravageurs sur les agrumes sont connus d'être nombreux et beaucoup d'attaques sont observés par les pucerons, les cochenilles et les aleurodes.
 - **Pucerons:** ces insectes se nourrissent de la sève et peuvent causer des symptômes tels que l'enroulement foliaire et la présence de fumagine.



Figure 17: Feuilles d'agrumes présentant d'attaque de puceron noir et vert

- **Mineuse:** ces insectes creusent des mines au niveau de la face inférieure des jeunes feuilles, ce qui peut causer des symptômes tels que des feuilles jaunissantes et des feuilles mortes.



Figure 18: Galerie creusé par la mineuse Verger 01

- **Jaunissement du feuillage** : ce symptôme peut être dû à plusieurs causes
- Les symptômes ne sont pas spécifiques, l'interprétation de symptômes doit être complétée par des analyses au laboratoire
-



Figure 19: Jaunissement du feuillage

d'irrigation, en plus des maladies et des ravageurs biotiques.

Partie pratique

- **L'étude des symptômes sur les dessèchements des branches:**

Le principal symptôme observé dans tous les vergers prospectés, qu'ils soient vieux ou de jeunes plantations et quelle que soit l'espèce ou la variété, est un dessèchement progressif commençant par le sommet de l'arbre, se propageant ensuite aux branches et entraînant finalement un dessèchement complet conduisant à la mort de l'arbre. Ce phénomène a été constaté il y a environ 5 à 6 ans lors de recherches menées par des étudiants en fin de cycle dans un verger universitaire, et depuis lors, il s'est propagé à d'autres arbres. La maladie s'est étendue à l'ensemble des arbres dans tous les vergers prospectés. Ce dessèchement a été observé et ne peut être expliqué que par des analyses au laboratoire car s'agissant de vieilles plantations le phénomène peut être lié à la décrépitude.



Figure 20: Verger 01



Figure 21: Verger 02



Figure 22:Verger d'agrumes de l'université de Skikda20 Aout 1955



Figure 23:Verger 03



Figure 24:Verger 03 et 04 (Route Zefzèf vers la ville Skikda)

Ramassez toutes ces figures dans un seul cadre et mettez titre suivant :

« Ensemble de symptômes de dessèchement sur les différents vergers prospectés »

5 Discussions:

Les observations visuelles lors des prospections et des études symptomatologiques ont mis en lumière de nombreux signes d'anomalies. Ces signes sont facilement identifiables grâce à des indices spécifiques tels que la présence d'aleurodes, de cochenilles, de mineuses, de pucerons et de fumagine. De plus, les symptômes de carence sont variés et leur interprétation est également évidente. D'autres problèmes ou anomalies ont été observés sur la plupart des arbres, suggérant la présence d'un complexe de maladies.

Le symptôme le plus fréquemment constaté dans tous les vergers prospectés, qu'ils soient anciens ou récemment plantés, et qu'ils comprennent différentes espèces et variétés, est un dessèchement progressif. Il débute généralement par le sommet de l'arbre, se propage ensuite aux branches, pour finalement entraîner un dessèchement complet conduisant à la mort de l'arbre. La propagation de la maladie est notable dans tous les vergers prospectés.

Conclusion

En conclusion, nous avons réalisé une étude de l'état sanitaire des vergers de l'Université dans l'objectif de se familiariser avec le domaine de la phytopathologie étant donné ces plantations sont anciennes et hébergent une multitude d'anomalies ainsi que un complexe de maladies vu les symptômes affichés.

Notre étude a été purement basée sur l'analyse à l'œil nu avec l'appui sur les connaissances relatives à chaque maladie ou ravageur. Les prospections conduites durant plusieurs visites sur le champ et après analyses des observations il s'avère que tous les symptômes décrits pour les maladies cryptogamiques, bactériennes, virales ou à viroïdes sont présents également pour les attaques de ravageurs, sans oublier des symptômes qui peuvent être liés à des causes abiotiques. Ce terrain d'étude est très intéressant pour la recherche de telle ou de telle maladie mais il faut toujours se rappeler que seul l'analyse au laboratoire en utilisant des techniques appropriées ainsi que l'indexage biologique sont capables de confirmer ou d'infirmer la présence de telle ou de telle maladie.

Bibliographie :

- (s.d.).Récupérésur<https://books.openedition.org/pufr/24652?lang=fr>.
- <https://monde-végétal.fr>.(2022,JANVIER20).Récupérésurmondevégétal.
- Agagna, Y. (2016). *Role d'aphis meliens (Hymeoptrea, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du Peude Californie Aonidiella aurantii (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier à Rouiba.* (Magister; Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Algérie: Rouiba.
- Agritop.(2010,Février).christian.lavignecirad.fr.RécupérésurAGRITOP.CIRAD.
- AmourA.(2005).*lezouspréférentiellesde la Mondilisation en Algérie, Eemplede SKIKDA Université Canstantine. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister, 156 P.* Algérie.
- Anonyme.(1989).
- AubertBetVallin.G.(1997).*Pépinièresetplantationd'agrumes.*Ed?cirad.France.France.
- BICHE.(2012).*GUidepratiquelesprincipeauxinsectesravageursdesagrumesenAlgérieetleur ennemis naturels.* Algérie: FAO.
- BinetteetJardin.(2008).<https://jardinage.lemonde.fr/dossier-816-maladies-citronnier-agrumes.html>. Consultéle2024
- Bouneb, D. eddine et Chabbi, Y. (2018). *Etude de la varitabilité morphologique au sein d'une collection d'agrumescultivéàl'estAlgérien, W.Skikda (Mémoiredemaster); Universitédes Frère Mentouri Canstantine . Algé.*
- CherifO,Jean-YvesM,AlrlèneA.(2012,02).L'agriculturealgériennefaceauxdéfisalimentaires(Trajectoire historique et perspectives. Algérie.
- Despaceuniv-gulma.dz.(2015,JUIN).
- Durand_DelgaM.(1969).*Miseaupointsur la structure dunord-estde la Bérbériebulletinduservice Géologie d'Algérie, n°39,pp 89 -11.* Algérie.
- E.EngvalletP.Perlman.(1971).*Enzyme-liedimmunosorbentassay(ELISA).Quntitativeassayof immunoglobulin G, Immunochemistry, vol. 8, pages 871-874.*
- FAO.(1998,Septembre22-25).<https://www.fao.org>.Récupérésurfao.org/unfao/.

- Haichour.(s.d.).http://cinqcontinents.geo.unibuc.ro/8/8_18Haichour.pdf.
- Haraoui,W. (2021). *Etude de la callogénèse de l'association porte greffe citrus vulkamarina sur quatre variétés de greffons d'agrumes (clémentine Nules, Orange Washington Navalet Citron Eureka) (Mémoire Master)*. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. Algérie : Mostaganem.
- Hodgson W.R,Webbej. H. (1967). *Etude technique et économique de la condition d'un verger d'agrumes cas de la wilaya de SKIKDA: Diplôme d'ingénieur d'état en agronomie: Pyrotechnie: Université-20-Aout 1955 SKIKDA*. Algérie: Boukrara, K.
- <https://profert.dz/fr>. (2007). [https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/lanthracnose/#iLightbox\[gallery21678\]](https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/lanthracnose/#iLightbox[gallery21678]). Consulté le 2024
- <https://www.aci-algerie.com>. (2022). Récupéré sur [aci-algerie.com](https://www.aci-algerie.com).
- <https://www.organic-africa.net>. (s.d.). *La culture biologique des agrums*.
- <https://wwwschilliger.com/fr>.(2024). Récupéré sur <https://wwwschilliger.com>
- /fr. Jacquement et al. (2013).
- Jorge Wet Jean R.(2007,3). *CAIRN.INFO*. Consulté le 10/4/2007, sur <https://doi.org>.
- Khan, Ouissam. (2014). Erosin génétique des espèces agrumicoles dans la wilaya de skikda: Contraintes de production. Algérie, SKIKDA. Récupéré sur <http://www.ccdz.cerit.dz>.
- Loussert R.(1987). *Les agrumes; production. Volume 2. Ed. Lavoisier*. France: Paris.
- Loussert R. (1989). *Les agrumes ; Production. Volume 2. Ed. Lavoisier*. France: Paris.
- Luky Miam.(2021,Février).<https://www.luckymiam.com>.
- Minafra et al. (2001).
- Morel.(1969). *Le livre des arbres et arbustes et arbrisseaux. 1^{ère} édition. 512P*.
- Mutin,G.(1969). *L'Algérie et ses agrumes. Revue de géographie de Lyon, 44(1), 5-36*
<https://doi.org/10.3406/geaoca.1969.2637>. Lyon.
- Ouhab Khider.(2022). SKIKDA: La filière agrumicole fait sa mue. *El Watan-dz*.
- Oussama L. (2024). SKIKDA.
- Palacio et al.(2000).

Philippe L. (1994).

RebourH.(1966).*Fruits méditerranéens autre que les agrumes*. FRANCE:Paris.

RusticaEditions.(2022).*Traiter les agrumes contre les maladies et parasites pendant l'hiver*.

TissotP.(1939).<https://doi.org/10.3406/jatba.1939.6038>. Consulté le 2024, sur www.persee.fr/doc/jatba_0370.

Toubache M et Saad Djabalah A. (2022-2023). *Enquête phytosanitaire nouvelles et anciennes plantations d'agrumes dans la wilaya de Skikda, Spécialité: Amélioration des plantes PDE* Page 25-26. Algérie.