

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière: Sciences Agronomiques
Spécialité: Amélioration des plantes
Intitulé:

**Enquête phytosanitaire de nouvelles et anciennes
plantations d'agrumes dans la wilaya de Skikda**

Présenté par :

- Mme Toubache Meriem
- Mme Saad Djabalah Afaf

Membre de Jury:

- Dr. Boulechfar Mohamed (MAA) Président Université du 20 Aout 1955 – Skikda
- Mme Hamrakroua Saida (MAA) Examineur Université du 20 Aout 1955 – Skikda
- Dr. Larbi Djamil (MCA) Promoteur Université du 20 Aout 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce mémoire, nous remercions **DIEU** le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail

Nous exprimons notre gratitude et nos remerciements les plus distingués a notre promotrice **Dr. LARBI Djamila** d'avoir accepté de nous faire confiance et nous encadrer, nous la remerciant également pour tous les conseils et le soutien qu'elle nous a prodigué tout au long de ce travail.

Nous tenons a présenter nos remerciements a **tous les professeurs** du département des sciences agronomiques et tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail

Nos remerciements vont également au membre du jury :

Dr. Boulechfar Mohamed

Mme Hamrakroua Saida

Meriem et Affef

Dédicace

Je dédie ce modeste travail tout particulièrement a mes parents (Que dieu leurs prête longue vie et santé)

A ma petite famille (Mon mari et mes adorables enfants : Anis, Wassim et Hania)

A ma sœur adorée : Sabrina

A mes deux frères : Nazim et Mitch

A toutes mes amies en particulier : Assia et Nadia

A mon binôme Affef

Meriem

Dédicace

Je dédie ce modeste travail tout particulièrement a ma mère ma source
d'inspiration

A mon père

A ma petite famille (Mon mari et mes adorables enfants :Yezen et Zein)

A mes sœurs adorées : Sara et Manel

A toutes mes amies en particulier : Asma

A mon binôme Meriem

Afaf

كشفت الدراسة التي أجريت على بعض بساتين الحمضيات في محلية الحدائق وصلاح بوشور وبساتين جامعة سكيكدة ، وكذلك مشتل بستاني ، بالاعتماد على المسوحات والتنقيب عن دراسة الأعراض بالاعتماد على الملاحظات البصرية ، عن وجود الحالة الصحية في البداية غير مفهومة جيداً من قبل مزارعي الحمضيات أنفسهم ، والنتيجة مثيرة للقلق ، نظراً لنقص المعلومات المتعلقة بالجذور أو بشكل عام أصل المادة النباتية. خط سير الرحلة الفني بشكل عام سيئ الإتقان والمتابعة. كشفت نتائج دراسة الأعراض المستندة إلى الملاحظات البصرية ، عن عدد كبير من الأعراض المسببة للشذوذ والتي يمكن تفسيرها بسهولة في بعض الأحيان لأن البيانات تشهد على وجودها مع وجود آثار أكثر تحديداً مثل الذباب الأبيض والبق الدقيقي وعامل منجم الأوراق ؛ المن والعفن السخامي. أعراض النقص متعددة ويمكن أيضاً اكتشاف تفسيرها بسهولة. وقد لوحظت مشاكل أو حالات شذوذ أخرى على غالبية الأشجار التي تذكرنا بوجود مجموعة معقدة من الأمراض ، والتي قد تترافق مع عدة أنواع من مسببات الأمراض مثل الفيروسات ، وأمراض الفيروسات ، وأمراض الأنواع الشبيهة بالفيروسات (مثل الفيروسات). وكذلك الفيتوبلازما. أكثر الأعراض التي لوحظت في جميع البساتين التي خضعت للمسح ، القديمة أو الشابة وبجميع الأنواع والأصناف ، تتمثل في الجفاف الذي يبدأ من أعلى الشجرة ، ثم ينتشر إلى الأغصان وينتهي في ذبول عام للحيوان. الشجرة مما أدى إلى موتها. لوحظ هذا العرض قبل بضع سنوات (6/5 سنوات) كجزء من العمل البحثي لطلاب نهاية الدورة على مستوى بستان جامعي ، ومنذ ذلك الوقت ، اكتسبت أشجاراً أخرى ذبلت. الانتشار تم وضع علامة على المرض على جميع الأشجار وفي جميع البساتين المتوقعة مع وجود نسبة منخفضة في مشتل البستنة ، ولكن الأعراض موجودة. هذه الظاهرة مدهشة لأنها انتشرت مؤخراً وأثرت على جميع الأشجار التي لوحظت تقريباً ، صغيرة وشابة. النباتات القديمة ، جميع الأنواع والأصناف مجتمعة

Résumé

L'étude menée sur certains vergers d'agrumes dans la localité d'El-Hadaiek, à Salah Bouchour et les vergers de l'Université de Skikda ainsi qu'une pépinière horticole, appuyée sur des enquêtes et des prospections pour l'étude symptomatologique basée sur des observations visuelles, a révélé un état sanitaire d'abord mal connu par les agrumiculteurs eux-mêmes, et le constat est alarmant, vu le manque d'information concernant le porte greffe ou en général l'origine du matériel végétal. L'itinéraire technique est généralement peu maîtrisé et suivi. Les résultats de l'étude symptomatologique basés sur les observations visuelles, ont révélé bon nombres de symptômes causant des anomalies qui sont parfois facilement interprétés car les données témoignent de leur présence avec des traces plus spécifiques tels que les aleurodes, les cochenilles, la mineuse; les pucerons ainsi que la fumagine. Des symptômes de carence sont multiples et également leur interprétation est facilement décelable. D'autres problèmes ou anomalies ont été observés sur la majorité des arbres qui rappellent la présence d'un complexe de maladies, pouvant être associées à plusieurs types de pathogènes tels que les virus, les viroïdes , les maladies de types similaires aux virus (virus like) ainsi que les phytoplasmes. Le symptôme le plus observé sur tous les vergers prospectés veilles ou jeunes plantations et avec toutes les espèces et variétés, est représenté par un dessèchement qui commence par le sommet de l'arbre, gagne par la suite les branches et fini par un dépérissement général de l'arbre aboutissant à sa mort. Ce symptôme a été observé il y a quelques années (5/6 ans) dans le cadre des travaux de recherche des étudiants de fin de cycle au niveau d'un verger de l'Université , depuis ce temps , il a gagné d'autres arbres qui ont dépéris. La dissémination de la maladie est marquée sur l'ensemble des arbres et au niveau de tous les vergers prospectés avec une faible incidence au niveau de la pépinière horticole, mais le symptôme est présent .Le phénomène est foudroyant car il s'est propagé ces derniers temps touchant presque la totalité des arbres observés, plants jeune, ancien toutes espèces et variétés confondues.

TABLES DE MATIERES

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	1
Première Partie	4
Synthèse Bibliographique	4
Chapitre 1. Importance des agrumes	5
1.1 Généralités.....	5
1.2 Origine et histoire des agrumes	5
1.3 Les agrumes dans le monde et en région Méditerranéenne.....	5
1.4 Les agrumes en Algérie « Situation actuelle »	6
1.5 La production et rendement	6
1.6 Les problèmes qui entravent l'épanouissement des agrumes en Algérie.....	7
1.7 Les agrumes dans la wilaya de Skikda	8
Chapitre 2 : Etude des agrumes.....	9
2.1 Classification botanique.....	9
2.2 Variétés des Citrus.....	9
• (Citrus Sinensis) l'oranger	9
• (Citrus nobilis) Le mandarinier	10
• (Citrus limon) Les citronniers	10
• (Citrus maxima) Les pomelos	10
• (Citrus medica) Le Cédratier.....	10
2.3 Conditions agro- climatiques de croissance des agrumes	10
2.4 La croissance des agrumes.....	10
2.4.1 Les étapes de la vie d'un verger d'agrumes	11
• Période d'élevage de plants en pépinière.....	11
• Phase d'entrée en production	11
• Phase de pleine production	11
• Phase de vieillissement et de décrépitude	11
2.5 Les principaux porte-greffes utilisés pour la culture des agrumes	11
Chapitre 3. Principales maladies et ravageurs des agrumes	13
3.1 Introduction	13
3.2 Les maladies virales	14

3.2.1	La tristeza des agrumes (CTV) <i>Citrus tristeza virus</i>	14
3.2.2	La Psorose écaillée (CPSV) <i>Citrus psorosis virus</i>	14
3.2.3	La panachure infectieuse (CVV) <i>Citrus variegation virus</i> (Ilarvirus).....	15
3.2.4	Le nanisme du Satsuma (SDV) <i>Satsuma dwarf virus</i> (Nepovirus).....	15
3.2.5	Le Tatter leaf (CTLV), <i>Citrus tatter leaf virus</i> (Capillovirus)	16
3.3	Les maladies de type viral (Cristacortis, Impietratura, Concave gum/blind pocket)	16
3.3.1	Cristacortis	16
3.3.2	Impietratura	17
3.3.3	Concavité gommeuse.....	17
3.4	Les viroïdes.....	18
3.4.1	L'exocortis	18
3.4.2	La cachexie - xyloporose	18
3.5	Les procaryotes limités au phloème.....	19
3.5.1	Le stubborn (Sc) <i>Spiroplasma citri</i>	19
3.5.2	Le balai de sorcière (WBDL) <i>Witches' broom disease</i> of lime	20
3.5.3	Huanglongbing ou le Greening (HLB) maladie des pousses jaunes	21
3.6	Les maladies cryptogamiques	22
3.6.1	La gommose à <i>Phytophthora</i>	22
3.6.2	Le Mal Seco.....	22
3.6.3	La fumagine	22
3.7	Les maladies abiotiques.....	23
3.7.1	Accident climatiques.....	23
3.7.2	Déséquilibre des éléments minéraux	23
3.8	Les ravageurs.....	25
3.8.1	Les acariens	25
3.8.2	Le puceron.....	26
3.8.3	Les cochenilles.....	26
3.8.4	La mouche méditerranéenne des fruits, ou cératite (<i>Ceratitis capitata</i> <i>Wiedman</i>)	26
3.8.5	La mineuse des agrumes <i>Phyllocnistis citrella</i> <i>Stainton</i>	26
Chapitre 4 : Méthodes de détection et de contrôle des maladies des agrumes		27
4.1	Techniques sérologiques	27
	• ELIZA.....	27
	• DTBIA.....	27
4.2	Les méthodes moléculaires.....	27
	• Hybridation moléculaire	28
	• La technique moléculaire PCR.....	29

4.3	L'indexage biologique.....	30
	Chapitre 5. Lutte contre les maladies et ravageurs des agrumes	31
5.1	Diversification des greffons et portes greffes.....	31
5.2	La protection intégrée	31
5.3	Prophylaxie.....	31
	Partie pratique (enquêtes sur vergers agrumes wilaya de Skikda).....	33
1	Situation géo-climatique de la wilaya se Skikda	33
2	Lieu d'étude	34
3	Matériels et méthodes.....	34
3.1	Matériel végétal	34
3.2	Méthode de travail	34
3.2.1	Les enquêtes de prospections sur ensemble des vergers.....	35
3.2.2	La prospection des vergers et l'étude symptomatologique basée sur les observations visuelles.	36
4	Résultats et discussion.....	36
4.1	Les résultats basées sur les fiches techniques	36
4.2	Résultats de l'étude symptomatologique basée sur les observations visuelles	41
4.2.1	L'état sanitaire du verger prospecté (état général du verger)	41
4.2.2	L'étude symptomatologie basée sur les observations visuelles.....	43
5	Discussion.....	47
6	Conclusion	48

Liste des tableaux

Tableau 01 : production d'agrumes (2017 / 2022) de la wilaya de Skikda.....	8
Tableau 02 : maladies des agrumes signalées en Algérie	13
Tableau 03 : quelques symptômes de carence en éléments minéraux chez les agrumes.....	24
Tableau 04 : quelques symptômes d'excès en éléments minéraux chez les agrumes.....	25
Tableau 05 : localisation des vergers	34
Tableau 06 : caractéristiques du verger agrumicoles N°01.....	37
Tableau 07 : caractéristiques du verger agrumicoles N°02.....	38
Tableau 08 : caractéristiques du verger agrumicoles N°03.....	39
Tableau 09 : caractéristiques du verger agrumicoles N°04.....	39
Tableau 10 : caractéristiques du verger agrumicoles N°05,06 et 07.....	40
Tableau 11 : caractéristiques du verger agrumicoles N°08.....	40

Liste des figures

Figure 01 : production mondial d'agrumes	6
Figure 02 : différents symptômes de la psorose.....	14
Figure 03 : aspect gaufré de feuilles (CVV) Photo/source.....	15
Figure 04 : arbres nains (SDV)	15
Figure 05 : réaction sévère du mandarinier satsuma greffé sur le trifolié (Tatter leaf)	16
Figure 06 : symptômes de cristicortis sur l'écorce, tronc et invaginations des trous sur bois.....	17
Figure 07 : impietratura sur l'albedo des fruits et symptôme de feuille de chêne sur feuilles.....	17
Figure 08 : symptômes de la concavité gommeuse	18
Figure 09 : symptômes classiques de l'exocortis	18
Figure 10 : symptômes de Cachexia sur le mandarinier Cléopatra au Venezuela.....	19
Figure 11 : symptômes de cachexie sur le bois	19
Figure 12 : nanisme induit par le Stubborn.....	20
Figure 13 : marbrure et mosaïque chlorotique sur feuilles d'oranger doux.....	20
Figure 14 : symptômes de « Balais de Sorcière » sur tiges et réduction du calibre de fruits.....	21
Figure 15 : transmission du Greening par les Psylles de Diaphorina citri sur feuilles	22
Figure 16 : schéma général des tests d'hybridation moléculaires sur membranes.....	29
Figure 17 : schéma de la technique RT-PCR	30
Figure 18 : localisation et limites de la wilaya de Skikda	33
Figure 19 : Fiche d'enquête	35
Figure 20 : protocole de prospection	35
Figure 21 : verger agrumicole n° 01	41
Figure 22 : verger agrumicole n° 02.....	41
Figure 23 : verger agrumicole n° 03	42
Figure 24 : verger agrumicole n° 04	42
Figure 25 : verger agrumicole n° 05, 06 et 07	42
Figure 26 : verger agrumicole n° 08	43
Figure 27 : symptômes de pucerons sur feuillage Verger 01 et 02	43
Figure 28 : tache velouté noirâtre sur feuille « Fumagine » Verger N 01	44

Figure 29 : galerie creusé par la mineuse Verger 03	44
Figure 30 : taches brunes Verger 04	44
Figure 31 : différentes carences chez les agrumes Verger 05 et 06	45
Figure 32 : symptômes sur troc et branches Verger 01 et 02	46
Figure 33 : symptômes de dessèchement des arbres	46

Liste des abréviations

° C : Degré Celsius

ADN : Acide Désoxyribo Nucléique

ADNc : Acide Désoxyribo Nucléique complément

ARN : Acide Ribo Nucléique

av. J.-C : Avant Jésus Chris

CCaVd : *Citrus cachexia viroid*

CEVd : *Citrus exocortis viroid*

CMV : *Cucumber mosaic virus*

CNCC : Centre de certification de semences et plantes

CPsV : *Citrus psorosis virus*

CTLV : *Citrus tatter leaf virus*

CTV : *Citrus Tristeza Virus*

CVV : *Citrus variegation virus*

DPVCT : Direction de la Protection des végétaux et des contrôles techniques

DSA : Direction des Services Agricoles

ha : Hectare

HLB : Huanglongbing

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux

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

MADR : Ministre de L'agriculture et du Développement Rural

PCR : Polymerase Chain Reaction

pH : Potentiel Hydrogene

PNDA : Projet National du Développement Agricole

qx/ha : Quintaux par hectare

RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism

RT-PCR : Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction

SAU : Surface Agricole Utile

Sc : Spiroplasma citri

SDS-Immunodiffusion : Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate

SDV : *Satsuma dwarf virus*

WBDL: Witches' broom disease of lime

Introduction générale

La présence des agrumes en Algérie remonte à plusieurs siècles en arrière, avant la présence française, l'agrumiculture algérienne peu cultivée était essentiellement concentrée dans la plaine de Blida, en 1852 elle comptait 170ha d'orangeries, avec 22.330 arbres. Depuis ce temps et jusqu'à la fin de la 2eme guerre mondiale, l'agrumiculture algérienne est passée par des étapes caractéristiques (rythme de plantation, production et exportation) marquant son apogée vers les années 50 (Rebour, 1956).

Dans le contexte actuel la diversification de l'économie est devenue, une exigence très importante. La sécurité alimentaire est l'une des priorités de l'Etat qui met à la disposition du secteur tous les moyens nécessaires pour son développement. Le ministère de l'agriculture et du développement rural attache une importance considérable au développement de la filière agrumes (Mehenni, 2018). En Algérie, le verger agrumicole est reparti à travers les wilayas de Annaba, Skikda, Oran, Relizane, Mascara, Mostaganem, Chlef, Blida, Alger et Tipasa en précisant toutefois que la Mitidja à elle seule détient 50% de la superficie consacrée à cette culture (A.C.I Agro, 2022) .

Actuellement, le verger agrumicole algérien occupe 0,7 % de la surface agricole utile (SAU) et 9,8 % de la surface arboricole avec une superficie de 73 000 ha, avec une moyenne de production comprise entre 250.000 et 350.000 q/h». Selon des statistiques récentes, une production de 15 millions de tonnes a été enregistrée en 2021 (MADR, 2021) . Ces dernières années, une relance de l'agrumiculture en Algérie est enregistrée à travers aussi bien le rajeunissement des vergers existants que la création de nouveaux vergers dans les zones de prédilection. Pour les nouveaux vergers agrumicoles, le système d'irrigation en goutte à goutte ainsi que la conduite en intensif et la réintroduction de variétés comme la clémentine et l'utilisation de nouveaux porte greffes adaptés aux différentes conditions pédoclimatiques font partie des principaux objectifs de développement de cette filière (A.C.I Agro, 2022).

Au jour d'aujourd'hui, pour répondre à une demande nationale sans cesse croissante en produits agrumicoles (fruits frais ou de transformation), l'agrumiculture Algérienne n'arrive même pas à couvrir les besoins nationaux et a souvent recours à l'importation . Compte tenu de l'impact socio-économique que peut avoir la filière agrumes, les pouvoirs publics jugent impératif d'élaborer une stratégie globale et efficiente visant sa réhabilitation et son développement durable afin de mettre un terme à l'importation et par la même soutenir l'économie nationale et ce appel à tous les acteurs de la filière (pouvoirs publics, associations et organisations professionnelles, scientifiques, etc.) qui auront un rôle déterminant dans la réussite de cet objectif (Anonyme, 2014) .

Concernant les contraintes majeures auxquelles la filière est confrontée sont le morcellement des exploitations, la vente sur pied de la production et une faible intégration des différents segments de la filière, auxquelles s'ajoutent d'autres contraintes encore plus importantes et qui handicapent la filière, une mauvaise gestion des ressources hydrique et le vieillissement des vergers d'agrumes qui est caractérisé par une faible cadence de renouvellement des plantations, avec un niveau de productivité inférieur au seuil de rentabilité de 30% à 40% (ALGEX, 2018).

L'Algérie, par sa situation géographique, son climat et la qualité de sa production peut à ce juste titre prétendre occuper sur les places européennes une position de choix pour l'ensemble de sa production agrumicole. Encore faut il que celle-ci réponde aux normes phytosanitaire que la plupart des pays ont établi en la matière (PPAA) .

L'Algérie a toujours était consciente des problèmes de maladies à virus qui sévissaient sur les vergers d'agrumes, en adoptant la sélection sanitaire, la concentration des pépinières et leur contrôle, la diffusion des porte greffe résistants ou tolérants à la tristeza (Taleb, 1974).

Tous les vergers d'agrumes ont été réalisés avec des plants produits en Algérie à partir du matériel végétal de la F/D de Boufarik qui dispose d'une collection variétale de 256 (Variétés et clones), il existe également des parcs à bois régionaux introduit par les français à partir de la station de corse (France) (ITAF, 2003).

L'état sanitaire des vergers agrumicoles algériens est connu depuis plus de 40 ans, l'existence de maladies virales était et est toujours parmi les facteurs qui ont favorisé la régression de cette culture en Algérie (Bové J. M., 1995). La psorose, la panachure infectieuse, l'impetratura, la cristacortis , la concavité gommeuse étaient signalées présentes sur les vergers d'agrumes , la cachexie, le stubborn, l'exocortis et la tristeza étaient également présentes sur les vergers d'agrumes algériens et dont la présence a été confirmée par l'indexage telle que pour la tristeza .Parmi toutes ces maladies, la tristeza demeure le sujet d'actualité dans tous les pays Méditerranéen, l'absence du vecteur principal *Toxoptera citricida* dans la région faisait croire qu'on est loin du danger, malheureusement sa présence depuis 2005 dans le bassin méditerranéen a gravé la lutte contre ce fléau. L'Algérie porte un grand intérêt à ce sujet et par le biais du Ministre de L'agriculture et du développement rural (MADR), ainsi que les institutions impliquées (DPVCT, CNCC, INPV, ITAF) dans le contrôle et la gestion de cette maladie, a mis en place une stratégie de lutte contre l'apparition et la dissémination de cette maladie.

En Algérie et jusqu'aux années 90, la tristeza n'avait jamais constitué un problème pour l'agrumiculture Algérienne, probablement cette situation est liée, au type de la souche existante, qui

n'exteriorisait pas de symptômes sévères de la maladie, et des conditions climatiques et écologiques non adéquates à une diffusion rapide de la maladie (Larbi, 2009).

Malheureusement, la situation est devenue délicate depuis la signalisation de foyers importants de la tristeza dans la Mitidja pendant les années 2000 (ITAFV, 2002).

Une étude a été effectuée durant plus de dix ans au niveau de certains vergers privés et étatiques d'agrumes dans la région de la Mitidja dont l'objectif est de connaître l'incidence de la maladie du CTV et également de caractériser les souches virales locales. Les séquences ciblant le gène de la protéine capsidiale des souches algériennes, a été classée dans un groupe de souches atténuées incluant la souche Espagnole T385 (D. Larbi, 2015).

Récemment, une équipe de recherche de l'Université de Mostaganem a pu détecter et caractériser une souche exotique du virus de la tristeza (Ali Arous, 2012). La présence de cette souche virale exotique en présence d'une gamme de pucerons sur agrumes n'exclue pas la possible contamination d'autres vergers.

La situation à l'est du pays, reste peu connue en matière d'état sanitaire de l'ensemble des agrumes. En revanche, il n'y a pas eu des prospections à grande échelle pour l'étude et la présence de plusieurs maladies telles que la tristeza. Dans ce contexte et vu le signalement du virus du CTV souche exotique sur certains vergers à l'ouest du pays (2019) et vu la situation sanitaire de certains vergers agrumicoles privés et ceux de l'Université de Skikda qui présentent un symptôme presque le même sur tous les arbres malades ces dernières années, notre promoteur a voulu à travers ce travail, faire un constat et état des lieux en se basant sur des enquêtes sur des nouvelles et vieilles plantations d'agrumes afin de situer l'évolution de la maladie déjà observée depuis quelques années. Les enquêtes ont été menées dans la localité d'El-Hadaiek et Salah Bouchaour dans la wilaya de Skikda.

Première Partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre 1. Importance des agrumes

1.1 Généralités

Le mot « agrumes », d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent, appartenant au genre « Citrus » appartenant à la famille des Rutacées. Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruit sont : les orangers, les mandariniers, les clémentiniers, les citronniers, les pomelos. Toutes ces espèces appartiennent à trois genres (Poncirus, Fortunelle et le genre Citrus (Loussert R., 1987). Les agrumes appelés aussi hespéridés, sont des arbres produisant des fruits caractérisés par une surface de peau (zeste) riche en glandes à huiles essentielles, et une pulpe organisée en quartiers comprenant des pépins et de nombreux poils succulents gorgés de jus (Luro F., 2013).

1.2 Origine et histoire des agrumes

L'ancienneté de la culture des agrumes ne permet pas de définir précisément leur zone d'origine, cependant, selon (Tanaka T., 1954) et (Jackson L.K, 1991), celle-ci serait originaire du nord-est de l'Inde, alors que selon d'autres auteurs, plusieurs espèces d'agrumes seraient probablement originaires de la Chine (Swingle W. T. et Reece P. C., 1967); Soost et Cameron 1975 ; (Davies F.S. et Albrigo L.G, 1994); Spiegel Roy et Goldschmidt, 1996.

Selon (Luro F., 2013), les agrumes sont originaires d'Asie subtropicale. La première importation d'un agrume en zone méditerranéenne remontait au III^e siècle av. J.-C., et certains auteurs situent celle-ci lors de l'épopée d'Alexandre le Grand en Perse, où le cédratier était cultivé. Le cédrat rapporté en Grèce a rapidement conquis le reste de la Méditerranée. Plusieurs siècles se seraient écoulés avant que d'autres variétés d'agrumes ne soient introduites en occident. En dehors du sud-est asiatique, le Bassin méditerranéen est considéré comme le tremplin de la diffusion de la culture des agrumes à travers le monde. C'est lors des échanges commerciaux avec l'Asie, à partir du Xe siècle, que les Génois et les Portugais introduisirent dans le Bassin méditerranéen l'oranger, le bigaradier et le citronnier. Les Maures implantèrent la culture des orangers dans tout le Maghreb et l'ouest de la méditerranée.

1.3 Les agrumes dans le monde et en région Méditerranéenne

La culture des agrumes s'est intensifiée à l'échelon mondial au cours des XIX^e et XX^e siècles, et couvre aujourd'hui plusieurs millions d'hectares (7,5 million d'hectares) (Yara, 2023). Les agrumes sont aujourd'hui cultivés du cap de Bonne-Espérance au Bassin méditerranéen, de l'Argentine à la Californie et de l'Australie au Japon. Bien que l'aire moderne de culture des agrumes soit très vaste, le Brésil, le Bassin méditerranéen, la Chine et les Etats Unis contrôlent à eux seuls les deux tiers de la production mondiale. La Méditerranée s'est spécialisée dans le commerce mondial des agrumes frais, ainsi, en fruits frais, le Bassin Méditerranéen contrôle pas moins de 60% du commerce

mondial des oranges et des citrons (hors lime) et plus de 70% de petits agrumes et l'Amérique domine l'industrie de la transformation (Imbert E, 2013).

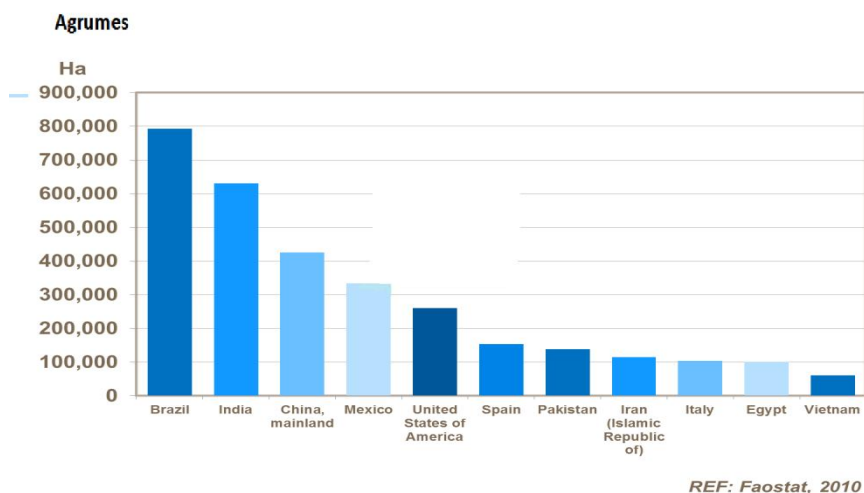


Figure 01 : Production mondiale d'agrumes

1.4 Les agrumes en Algérie « Situation actuelle »

La culture des agrumes représente pour notre pays un segment stratégique occupant 0,7 % de la surface agricole utile couvrant ainsi 8% de la superficie totale occupée par les cultures pérennes (ITAFV, 2013). Les agrumes constituent une espèce arboricole stratégique source d'approvisionnement en fruit entre les mois de Novembre et Mai. Les terres utilisées pour la culture des agrumes sont parmi les plus riches du pays. Selon les exigences pédo-climatiques des agrumes, la plaine de la Mitidja occupe 43%, suivi par le périmètre de la Mina et Bas-Chélif 27%, vient ensuite la plaine du Saf-Saf (Skikda) avec 10%, enfin le périmètre de la Habra (Mascara) avec 07%. La structure variétale commercialisée se distingue par l'importance des oranges et des clémentines en matière de superficie (Sahraoui, K., 2007).

Les rendements des agrumes restent en dessous de la moyenne internationale est plus faible que les rendements de nos voisins Méditerranéens (Bellabas, 2010). La production des agrumes pour la campagne agrumicole (2019), a atteint plus de 15 millions de quintaux sur une surface complantée globale de 73 487 ha. (Statistique agricole, 2021).

1.5 La production et rendement

Concernant la production, il est à signaler que la rentabilité économique d'un verger d'agrumes commence à décroître à partir de l'âge de 50 ans. Durant la période post-réformes (Loi 19/87), les nouvelles plantations d'agrumes ont connues une forte régression. Toutes les nouvelles plantations, dont la tranche d'âge (0-10 ans) ont été réalisées dans le cadre du Projet National du Développement Agricole (PNDA), la production est beaucoup plus marquée dans le centre et l'ouest du pays. Le rendement national par rapport aux surfaces complantées est de l'ordre de 209,6

qx/ha., ce niveau est faible par rapport au potentiel de production d'une culture d'agrumes conduite aux normes techniques admises. Les rendements dans la plupart des pays agrumicoles méditerranéens sont de 200 à 350 qx/ha.

En Algérie, les meilleurs rendements se situent au niveau des wilayas de Mostaganem, Tipaza, Boumerdes, Blida, Relizane, Alger (Innal H. et Benhacine S., 2015). Durant la campagne 2021/2022 la production d'agrumes s'est élevée à près de 16 millions de quintaux, la wilaya de Blida, pionnière dans ce domaine agricole, occupe la première place au niveau national, suivie des wilayas de Chlef, Mostaganem, Tipaza, Alger, Tlemcen et Skikda. L'appui technique et financier apporté par l'Etat ces dernières années, qui vise à relever le pourcentage de la contribution de l'agriculture à la promotion de l'économie nationale, a incité les producteurs à étendre les zones de production à travers les différentes wilayas du pays (Haddouche, 2023).

1.6 Les problèmes qui entravent l'épanouissement des agrumes en Algérie

Plusieurs contraintes constituent des entraves pour le développement de l'agrumiculture en Algérie, parmi ces contraintes :

- **Les contraintes techniques :**

- Les travaux d'entretien du sol sont généralement mal exécutés et réalisés à des périodes inadéquates.
- La fertilisation minérale n'est pas exécutée rationnellement.
- L'absence de couverture sanitaire adéquate et rationnelle a engendré l'apparition de maladies virales ayant causé le dépérissement d'une partie du verger.
- La vente sur pied des vergers sans aucune restriction réglementaire a aggravé la situation (Sahraoui N., 2006).

- **Contraintes hydriques :**

La culture des agrumes exige un volume d'eau important soit 1200 mm, ainsi sous une pluviométrie de 700 à 800 mm, un apport d'eau supplémentaire de 4000 à 5000m³/ha est à effectuer en période estivale. L'insuffisance en apport d'eau d'irrigation influe considérablement sur la production entraînant rapidement la chute de production et le dépérissement des plants. Certains périmètres sont connus par d'importantes pertes d'eau dues à l'état défectueux des réseaux de distribution. À cela s'ajoute, le problème du réchauffement climatique qui perturbe le climat et les conséquences se font sentir sur la réduction du volume d'eau réservé à l'agriculture et à l'agrumiculture en particulier (Sahraoui, K., 2007).

- **Contraintes sanitaires**

Le problème phytosanitaire qui reste peu connu constitue un danger permanent pour les agrumes, étant donné que les principales maladies transmises par greffage ont été signalées dans diverses régions du pays (Bové J. M., 1995). Actuellement beaucoup de travaux signalent la présence de la tristezza, qui représente un danger pour les agrumes, mais la situation dans tout le pays reste mal connue (Belkahla H., 2013). En Algérie, et d'après des études faites sur la présence et la caractérisation de souches locales de CTV ont montré une homogénéité entre les souches algériennes et espagnoles classées comme souche faibles (D. Larbi, 2015).

Récemment, Selon une enquête qui a été menée par l'université de Mostaganem et Chlef de Mars 2010 à Juin 2012 pour évaluer la présence du virus de la Tristezza des agrumes et ses pucerons vecteurs potentiels dans l'une des principales régions agrumicoles de l'Algérie, à savoir la région de Chlef, un taux inquiétant de 10,5% des vergers testés ont été infectés par le virus (Ali Arous, 2012). En 2019, les travaux sur la détection du CTV dans l'Oust du pays (Ali Arous, 2019), ont signalé la présence de souches virales qui ont été caractérisées souches exotiques.

1.7 Les agrumes dans la wilaya de Skikda

Les agrumes occupent une superficie de 3444 ,98 ha, répartis essentiellement dans 34 communes, avec une gamme variétale très diversifiée. Selon des données récentes, la production agrumicole durant les cinq dernières campagnes allant de 2017 à 2022 a connus des variations, avec des fluctuations dans la production. Dans l'ensemble, ces variations restent insignifiantes sauf pour le clémentinier qui a observé une augmentation significative de 15,1% entre la campagne 2020-2021 et la campagne 2021-2022 (DSA, 2023) .

Tableau 1. Production d'agrumes (2017 / 2022) de la wilaya de Skikda

Variété d'agrumes	Production (Qx) Campagne 2017/2018	Production (Qx) Campagne 2018/2019	Production (Qx) Campagne 2019/2020	Production (Qx) Campagne 2020/2021	Production (Qx) Campagne 2021/2022
ORANGER	428 690	439 264	446 550	404 990	428 665
MANDARINIER	61 135	61 525	57 540	42 820	47 800
CLEMENTINIER	64 667	64 958	63 820	56 600	74 160
CITRONNIER	25 500	23 154	24 790	28 300	25 000
POMELO	100	100	100	100	100
TOTAL	580 092	589 000	592 800	532 810	575 725

Source : (DSA, 2023)

Chapitre 2 Etude des agrumes

2.1 Classification botanique

Selon (Swingle W. T. et Reece P. C., 1967), la Position systématique des agrumes est la suivante :

- ✓ Règne : Végétal
- ✓ Embranchement : Spermaphytes
- ✓ Sous-embranchement : Angiospermes
- ✓ Classe : Eudicotylédones
- ✓ Ordre : Rutales
- ✓ Sous- classe : Rosidées
- ✓ Famille : Rutaceae
- ✓ Genres : Poncirus, Fortunella, Citrus (sexuellement compatibles entre eux).

Le genre Citrus regroupe la plupart des espèces d'agrumes cultivés et renferme, suivant les taxonomistes, entre seize et cent cinquante-six espèces (Swingle W. T. et Reece P. C., 1967); (Tanaka T., 1961). La complexité relative de ces classifications résulte, entre autres, d'une large diversité morphologique et de la compatibilité sexuelle des espèces du genre Citrus. Six genres des agrumes vrais, Poncirus, Fortunelle, Citrus, Eremocitrus, Microcitrus et Clymenia, sous une seule dénomination de genre : Citrus ont fait l'objet d'une nouvelle proposition de taxonomie des agrumes suggérée par (Mabberley D.J., 1997), dans laquelle la notion de fertilité de croisements est mieux respectée que celle des deux précédentes. Les plus importants genres sont : **Fortunella**, **Poncirus**, et le genre **Citrus Linné** dont toutes les autres espèces d'agrumes (16 espèces dont chacune contient plusieurs variétés ou cultivars).

2.2 Variétés des Citrus

Selon (Loussert R., 1987), les espèces et variétés cultivées en région méditerranéenne sont représentées par l'oranger, le mandarinier, les citronniers, les pomelos et les cédratiers.

- **(Citrus Sinensis) l'oranger**

L'oranger doux est l'espèce du genre Citrus la plus importante, tant par le nombre de variétés qu'elle renferme, que par l'importance de ses productions. Les fruits sont très différents ce qui permet de les classer en quatre groupes : les oranges blondes Navel, les oranges blondes, les oranges sanguines et les oranges sans acidité.

- **(Citrus nobilis) Le mandarinier**

Le mandarinier constitue un groupe d'espèces que l'on peut différencier comme suit :

- ✓ Les mandariniers Satsuma (Citrus unshiu)
- ✓ Les mandariniers Communs (Citrus deliciosa)
- ✓ Les clémentiniers (Citrus clémentina)
- ✓ Les autres mandariniers (Citrus reticulata) et les hybrides.

- **(Citrus limon) Les citronniers**

Les principales variétés cultivées sont : Eureka, Lisbonne, Verna et Femminello ovale

- **(Citrus maxima) Les pomelos**

Les principales variétés cultivées en méditerranée sont : Marsh seedless, Duncan, Ruby et Shambar.

- **(Citrus medica) Le Cédratier**

Deux principales variétés cultivées sont : le cédrat de Corse à pulpe douce et le cédrat Diamante à pulpe acide.

2.3 Conditions agro- climatiques de croissance des agrumes

Les agrumes exigent des sols de consistance moyenne, ayant une perméabilité suffisante, car l'excès et la stagnation d'eau provoquent l'apparition de maladies telles que, la gommose et l'asphyxie radiculaire. Les sols trop argileux sont à craindre. Il faut éviter de planter les agrumes dans une terre où la nappe phréatique est à faible profondeur (2 à 3 mètres), surtout si le verger est situé dans une cuvette. Dans le cas des sols trop humides il faut prévoir le drainage. Les agrumes sont exigeants en matière de fertilisation, une légère acidité avec un pH, entre 6 et 7 leur convient bien (De Ravel d'esclapen G., 1984).

2.4 La croissance des agrumes

La croissance des agrumes exige des températures moyennes de l'ordre de 10 à 12° C pour l'hiver et 22 à 24° C en été, quant au printemps, les températures inférieures à plus de 12°C peuvent entraver la formation du fruit suite à une mauvaise pollinisation et fécondation due à la faible activité des insectes (Loussert R., 1987). Les bas fonds sont à éviter. L'hygrométrie est un facteur important à prendre en considération car l'excès d'hygrométrie favorise le développement de maladies fongiques et bactériennes, ce qui implique une vigilance accrue et des soins constants pour protéger les arbres et leurs fruits (Jacquemond et al, 2013)

2.4.1 Les étapes de la vie d'un verger d'agrumes

D'après (Loussert R., 1987), les étapes de la vie d'un verger passent par plusieurs périodes à savoir :

- **Période d'élevage de plants en pépinière**

Cette phase est improductive, elle dure de 12 à 36 mois et se déroule en pépinière; néanmoins, les arbres nécessitent des soins attentifs (fumure, irrigation, taille de formation, traitements phytosanitaire, etc.).

- **Phase d'entrée en production**

Selon les espèces et variétés la mise à fruit devient progressivement plus importante, mais aussi en rapport avec les techniques mises en œuvre par l'agrumiculteur.

- **Phase de pleine production**

Le verger est dit « en production », lorsque le niveau des rendements permet de compenser les frais annuels. La durée de cette phase ne dépasse guère une vingtaine d'années.

- **Phase de vieillissement et de décrépitude**

Les productions des arbres vont progressivement diminuer au bout de 40 années et plus. La pratique de certaines techniques culturales (sous-solage, taille de rajeunissement, fumure, etc.) dans une certaine mesure, peut redonner un "coup de fouet" à la végétation, mais le verger tend vers la décrépitude, l'installation d'un nouveau verger est nécessaire.

2.5 Les principaux porte-greffes utilisés pour la culture des agrumes

Les agrumes sont multipliés par greffage et de ce fait, ils présentent une très grande diversité de porte-greffe. Le choix du porte-greffe dépendra des conditions édapho-climatiques ainsi que la variété utilisée sans oublier la résistance aux différentes maladies (Phytophthora Tristeza, Psorose, Cachexie, Exocortis) et aux nématodes. Selon (Aubert B. et Vullin G., 1997), les porte-greffes des agrumes conventionnels sont les suivants :

- **Citrus aurantium (Bigaradier) ou orangier amer** : il s'agit du porte-greffe le plus anciennement utilisé en raison de sa résistance à la gommose à Phytophthora, sa tolérance à la cachexie -xyloporose et à l'exocortis, mais sensible aux nématodes notamment ceux du type Tylenchulus semipenetrans malheureusement il présente des associations très sensibles vis à vis du virus de la tristeza.
- **Poncirus trifoliata (trifolié)**: Ce porte-greffe forme des associations tolérantes à la tristeza

- **Mandarine Cléopâtre ou Citrus réticulata blanco** : Il donne des associations tolérantes à la tristeza. Ce porte-greffe est utilisé pour sa tolérance à la cachexie-xyloporose et à l'exocortis.
- **Citrus volkameriana** : Ce porte-greffe résiste correctement à la gommose à Phytophthora, il donne des associations tolérantes à la tristeza à l'exocortis, à la cachéxie-xyloporeuse, mais sensible au blight.
- **Citranger troyer** : Issu du croisement Citrus sinensis x Poncirus trifoliata, le citranger troyer forme des associations tolérantes à la tristeza, assez résistant à la gommose à Phytophthora. Il est sensible aux chlorures et craint les sols secs (Rey, 1997).
- **Citranger carrizo** : Issu du croisement Citrus sinensis x Poncirus trifoliata, le citranger carrizo est semblable au citranger troyer, il donne des associations tolérantes à la tristeza. Il est utilisé dans plusieurs pays agrumicoles de la zone tropicale et subtropicale.
- **Citrus macrophylla** : Ce porte-greffe peut être recommandé de préférence pour les citronniers et les limetiers à gros fruits, dans les régions indemnes de tristeza. Il est sensible à la tristeza et la cachexie-xyloporose, tolérant à la gommose à Phytophthora.
- **Poncirus Flying-dragon** : C'est un porte-greffe appartenant à l'espèce Poncirus trifoliata. Il est résistant à la tristeza et à la gommose à Phytophthora. Il est sensible à l'exocortis mais tolérant aux nématodes

Chapitre 3. Principales maladies et ravageurs des agrumes

3.1 Introduction

Certains facteurs limitent la culture des agrumes en Algérie, comme le stress hydrique que subissent ces vergers depuis une décennie, le problème du vieillissement des vergers et ce, malgré les efforts permanents de l'état en matière de soutien à la filière agrumicole ; enfin, le problème phytosanitaire constitue un danger permanent, étant donné que les principales maladies transmises par greffage ont été signalées dans diverses régions du pays (Tab. 2).

Tableau 2. Maladies des agrumes signalées en Algérie

Pathogènes	Maladie	Références
Virus et agents de type viral		
CVV	Panachure infectieuse	Bové, 1995
CPsV	Psorose	Bové, 1995
CTV	Tristeza	Bové, 1995
inconnu	Concavité gommeuse	Bové et Vogel, 1975; Bové, 1995
inconnu	Cristacortis	Bové et Vogel, 1975; Bové, 1995
inconnu	Impietratura	Catara et Scaramuzzi, 1975
CEVd	Exocortis	Bové, 1995
CCaVd	Cachexie	Frezal, 1957; Bové, 1995
Champignons		
Phytophthora sp	Phytophthora	Rapport ITAF 1985
Phytoplasmes		
Spiroplasma citri	Stubborn	Rapport ITAF 1985

Source : (Larbi ,2002)

Les vergers agrumicoles font face à de nombreuses maladies, cryptogamiques, bactériennes et virales qui peuvent affecter les feuilles, les racines, les fruits, et le xylème. Certaines sont plus redoutables que d'autres, allant jusqu'à la mort de l'arbre, c'est pour cela la certification sanitaire des plants et le choix de porte-greffes et de variétés résistantes garantissent l'implantation d'un

verger sain vis-à-vis de certaines maladies, notamment la tristeza (D'Onghia, Djelouah, & Roistacher, 2009).

3.2 Les maladies virales

3.2.1 La tristeza des agrumes (CTV) *Citrus tristeza virus*

Le *Citrus tristeza virus* (CTV) représente le pathogène le plus économiquement important pour les agrumes (Lee R.F., and Bar-Joseph M., 2000). Le 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 F., Fournier P. et Etienne J. , 1998).

3.2.2 La Psorose écaillée (CPsV) *Citrus psorosis virus*

Cette maladie originaire d'Orient est maintenant rapportée dans tous les pays agrumicoles (D'Onghia A.M. et Lacirignola C., 1998) Selon (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013), la psorose écaillée est l'une des premières maladies ayant été reconnues chez les agrumes par Swingle et Webber (1896). Elle se traduit par un écaillage spectaculaire de l'écorce du tronc et des branches. Il existe deux formes de la psorose, une forme sévère (psorose B) et une forme moins sévère (psorose A). Récemment, à la suite des études faites par (Derrick K.S., 1988) ; (Milne R.G., Djelouah k., Garcia M.L., Dal BO E., Grau O., 1996), le virus est purifié et sa nature précise est reconnue. Le terme « Ophiovirus » a été retenu par le Comité International de Taxonomie des Virus (ICTV). La psorose A et la psorose B seraient dues à des souches différentes de virus.



Craquellement de l'écorce (Psorose)

Photo 01/ source: Moreno in Roistacher 2002



Taches annulaires (ringspot) sur feuille du pamplemoussier

Photo 03/source: Klotz in Roistacher 2002

Figure 02. Différents symptômes de la psorose

3.2.3 La panachure infectieuse (CVV) Citrus variegation virus (Ilarvirus)

La panachure infectieuse fut la première à être transmise par greffage d'inoculation (Trabut L. , 1913). La maladie a été signalée particulièrement dans le bassin Méditerranéen, affectant sérieusement le citronnier, le mandarinier. Cette maladie se trouve provoquée par deux souches différentes d'un même virus appartenant au genre Ilarvirus (Bové J. M., 1995). Selon les souches virales deux formes sont connues :

- La frisolée ou Crinckly leaf : connue pour produire un gaufrage et une déformation du limbe des feuilles.
- La panachure infectieuse : cause des déformations considérables du feuillage au niveau la nervure centrale (Fig.03).



Figure 03. Aspect gaufré de feuilles (CVV) Photo/source: Roistacher 2002

3.2.4 Le nanisme du Satsuma (SDV) Satsuma dwarf virus (Nepovirus)

Le nanisme du Satsuma est une maladie à distribution mondiale. Selon (Roistacher C.N., 2002), la maladie est connue depuis le début du 20^{ième} siècle. Le nanisme de Satsuma est sérologiquement apparenté au virus de la mosaïque du concombre (CMV). Les symptômes au champ sont des rabougrissements et nanisme des arbres, des feuilles en forme de cuillère, avec des fruits déformés (Fig.04).



Figure 4. Arbres nains (SDV) Photo/source: Roistacher 2002

3.2.5 Le Tatter leaf (CTLV), Citrus tatter leaf virus (Capillovirus)

La maladie a été premièrement décrite par (Wallace J.M. and Drake R.J., 1962) comme maladie transmissible causant des marbrures sur des feuilles du semis de l'indicateur *Citrus excelsa*, d'où le nom « tatter leaf » (CTLV) des agrumes induite par *Citrus Tatter Leaf Virus*, (Calavan E.C., 1963) ont été les premiers à montrer la destruction potentielle de cette maladie sur le porte greffe citrange si on inocule par greffage des tissus infectés par le CTLV sur le mandarinier satsuma greffé sur Troyer citrange (Fig.05).



Figure 05. Réaction sévère du mandarinier satsuma greffé sur le trifolié (Tatter leaf)

Photo/source: Calava In Roistacher 2002

3.3 Les maladies de type viral (Cristacortis, Impietratura, Concave gum/blind pocket)

Selon (Roistacher C.N., 1991), ces maladies dont l'agent pathogène n'a pas encore été identifié constituent un groupe de maladies dont la détection repose seulement sur l'indexage biologique en utilisant des semis de l'oranger doux ou Dweet tangor (Elles constituent un seul groupe induisant le symptôme de feuille de chêne (Ock leaf pattern) observé au printemps sur feuilles de jeunes pousses de certaines espèces ou variétés sur le champ ou sous serre.

3.3.1 Cristacortis

Une maladie décrite pour la première fois en Corse sur oranger Tarocco par Vogel et Bové en (1964), caractérisé par du stem-pitting sur le bigaradier (Fig.06) (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013). Le cristacortis est souvent trouvé sur le bigaradier et rarement sur l'oranger doux et le mandarinier, sa propagation par greffage est le seul mode de transmission reconnu jusqu'ici (Roistacher C.N., 1991).



Figure 06. Symptômes de cristacortis sur l'écorce, tronc et invaginations des trous sur bois

Photo/source: Vogel in Roistacher 2002

3.3.2 Impietratura

Cette maladie a été observée pour la première fois en Italie par Ruggieri en 1961. L'impetratura est un mot Italien qui signifie pierre, se référant au fruit qui devient dure comme une pierre. Cette maladie est distribuée à travers le monde et est surtout localisée au niveau des régions Méditerranéennes (Europe et Afrique du Nord). Jusqu'à présent le greffage est le seul moyen connu de propagation de l'impetratura (Praloran, 1971).



Figure 07. Impetratura sur l'albedo des fruits et symptôme de feuille de chêne sur feuilles

Photo/source: Roistacher 2002

3.3.3 Concavité gommeuse

La maladie est distribuée à travers le monde mais avec plus de concentration au niveau de la région méditerranéenne. Les symptômes de la Concavité gommeuse ont été décrits pour la première fois en 1926 aux Etats-Unis par Fawcett et Lee. La transmission par greffe sur des plantes de mandarinier ou semis de l'oranger doux, est la seule méthode de détection (Roistacher C.N., 2002).



Imprégnation de gomme sur les branches (Corse) Symptôme de feuille de chêne sur feuilles (Californie).

Figure 08. Symptômes de la concavité gommeuse Photo/source: Roistacher, 2002.

3.4 Les viroïdes

3.4.1 L'exocortis

La maladie de l'exocortis a été nommée pour la première fois par Fawcett and Klotz en (1948). Benton et al. (1949), ont décrit un sérieux détachement ou craquèlement d'écorce sur le trifolié en Australie et nommé "Scaly Butt" (Fig.09). La technique d'indexation biologique a toujours été utilisée pour la détection de l'exocortis sur le Cedratier Etrog (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013). Le viroïde peut être transmis mécaniquement par des outils de taille d'arbre en arbre.

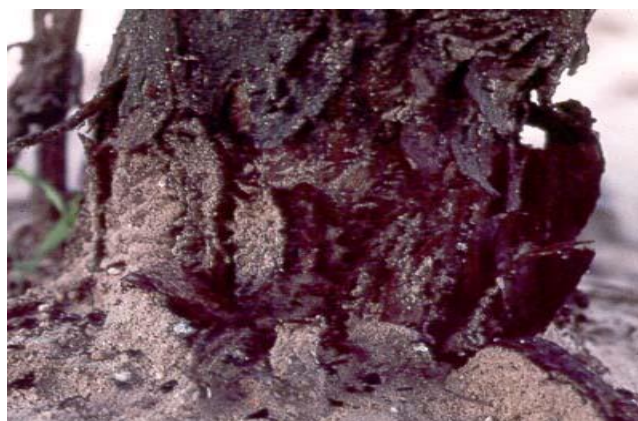


Figure 09. Symptômes classiques de l'exocortis Photo/source: Roistacher, 2002

3.4.2 La cachexie - xyloporose

La maladie a été décrite en Palestine en 1934 par Reichert et Perlberger comme une nouvelle maladie « La Xyloporose ». En 1950, des symptômes similaires, mais comprenant en plus la présence de gomme dans l'écorce, étaient décrits en Floride par Childs sous le nom de cachexie

des kakos grecs (mauvais) et hexis (condition). En outre, Childs démontrait que les symptômes de la cachexie étaient transmissibles par greffage d'inoculation (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013). Semancik et al. , (1988), ont prouvé que la maladie est causée par un viroïde. La maladie est asymptomatique sur oranger doux ou pamplemoussier greffé sur le bigaradier, le citrange ou le trifolié. Les symptômes de cette maladie concernent des chloroses et nanisme des plants, le mandarinier très sensible à la cachexie, des symptômes de présence de trous sur le bois avec des protubérances sur l'écorce et de la gomme (Roistacher C.N., 1991).



Figure 10. Symptômes de Cachexia sur le mandarinier Cléopatra au Venezuela

Photo/source: Roistacher,2002



Figure 11 : Symptômes de cachexie sur le bois Photo/source: Ochoa in Roistacher 2002

3.5 Les procaryotes limités au phloème

3.5.1 Le stubborn (Sc) Spiroplasma citri

La maladie du stubborn peut être retrouvée dans la plupart des pays agrumicoles des régions arides et semi arides. La maladie est causée par Spiroplasma citri, a été signalée en Californie en 1915 sur

les orangiers navel nommée « Stubborn ». (Laflèche D., Bové J.M., 1970) ont découvert des organismes micoplasmatiques dans les cellules du phloème de plants d'orangiers doux infectés. (Saglio P. et al., 1973) a nommé le nouvel organisme Spiroplasma citri. La cicadelle de la betterave Neoliturus (Circulifer) tenellus et Scaphytopius nitridus ont été découverts comme les premiers vecteurs du Stubborn en Californie (Ing Ming Lee, 1993).



Figure 12. Nanisme induit par le Stubborn Photo/source: Roistacher 2002



Tiges chlorotiques (Stubborn)



Photo/source Lee in Roistacher 2002

Figure 13. Marbrure et mosaïque chlorotique sur feuilles d'orangier doux

Photo/source: Roistacher,2002

3.5.2 Le balai de sorcière (WBDL) Witches' broom disease of lime

La maladie du Witches' broom disease of lime (WBDL) a été rapportée d'abord par Bové en 1986 au Sultanat d'Oman. En 1989, la maladie est signalée à l'Émirats Arabes Unis par Garnier et al. (1991). En Iran la maladie a été signalée par Seheli et al. 1997. En 2005, la maladie avait atteint la principale zone de production de limes en Iran, la région au nord de Bandar Abbas (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013). Les arbres malades montrent des balais de sorcières spectaculaires. La taille des fruits sur les parties asymptomatiques des arbres gravement infectés est réduite par rapport aux fruits d'un arbre sain (Fig.14). La maladie est causée par un phytoplasme (*Phytoplasma aurantifolia*). Le phytoplasme a pu être transmis par (Garnier M. Z. L., 1991) à la pervenche (*Catharanthus roseus*)

par l'intermédiaire de la cuscute. Ce sont les pervenches qui ont fourni du matériel végétal à partir duquel le phytoplasme, non disponible en culture, a pu être caractérisé (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013).



Figure 14. Symptômes de « Balais de Sorcière » sur tiges et réduction du calibre de fruits

Photo/source: Al-Zadjali in Roistacher 2002

3.5.3 Huanglongbing ou le Greening (HLB) maladie des pousses jaunes

Le Huanglongbing (HLB) ou « maladie des pousses jaunes », maladie très redoutable et destructrice des agrumes et est due à une bactérie *Candidatus liberobacter* située dans les tubes criblés du phloème des plants atteints. Il existe deux formes de cette maladie, la forme africaine *C. L. africanus* se manifeste à des températures basses, celle de la forme asiatique *C. L. asiaticus* apparait à des températures élevées. La bactérie est transmise selon le mode persistant par deux psylles : *Trioza erytrae* qui vit en Afrique et est associé à la forme africaine, et *Diaphorina citri* (Fig.15), qui est plus adaptée aux climats humides et chauds vit en Asie (Roistacher C.N., 2002). Aujourd'hui, les quatre premiers pays producteurs d'agrumes sont contaminés par la HLB. Les pays méditerranéens et le proche et Moyen-Orient sont indemnes, mais le vecteur *T. erytrae* est présent à l'Ile de Madère et aux Iles Canaries depuis 1994 et 2002, respectivement. Depuis 1997, *D. citri* a envahi tout le sud-est de l'Iran et en 2008 y était signalée (Bové J.M. et Duran-Villa N., 2013).



Figure 15.Transmission du Greening par les Psylles de *Diaphorina citri* sur feuilles

Photo/source: Roistacher and Teerapan Tantiwa in Roistacher 2002

3.6 Les maladies cryptogamiques

3.6.1 La gommose a *Phytophthora*

Cette maladie est provoquée par les *Phytophthora spp.* (*P. nicotianae* et *P. citrophthora*) (Franck curk et al, 2018). *P. nicotianae* affecte les parties souterraines des arbres (racines, collet) dans les régions subtropicales surtout. *P. citrophthora* s'attaque en plus aux parties aériennes et constitue le pathogène principale en climat méditerranéen (hiver froid et humide). Cette maladie est caractérisée par une forte production de gomme, avec pourriture et mort de l'écorce et des racines (Jacquemonnd et al, 2013).

3.6.2 Le Mal Seco

Cette maladie provoquée par *Phoma tracheifila* est typique des aires de culture du citronnier. La maladie se propage par le biais de conidies (spores de champignons) qui pénètrent à travers des plaies (soit aériennes provoquées par la taille, soit souterraines provoquées par le travail du sol par exemple) du mois d'octobre au mois de février, périodes souvent humides et pluvieuses. Les plantes présentent alors des chutes importantes de feuilles et de la pourriture. En cas d'attaque fulgurante, la plante meurt en peu de temps (Franck curk et al, 2018)

3.6.3 La fumagine

La fumagine causée par *Capnodium citri* est généralement un problème dû à la présence d'importantes populations d'insectes phytophages (certaines cochenilles, pucerons, aleurodes, etc...) ; le champignon se développe sur le miellat produit par les insectes et qui souille les feuilles. Elle nécessite donc une action indirecte sur les insectes qui produisent le miellat et, seulement en cas d'infections graves, il faut intervenir directement sur la plante en utilisant des solutions cuivriques. (Franck curk et al, 2018).

3.7 Les maladies abiotiques

3.7.1 Accident climatiques

- **Basses températures, gel et neige**

Si les agrumes sont endommagés par des températures négatives, même de légères chutes de température peuvent provoquer une nécrose des feuilles. Suite à des chutes thermiques plus intenses, outre l'aspect brûlé des feuilles, on observe l'assombrissement et la chute des apex végétatifs, des lésions nécrotiques sur les rameaux, les branches et le tronc. Les fruits peuvent être endommagés à des températures légèrement inférieures à 0°C. La glace déposée sur la peau du fruit provoque des lésions nécrotiques d'où commence la pourriture. (Franck curk et al, 2018).

- **Vent**






Le vent peut causer des dégâts de différentes natures en fonction de sa vitesse et de l'humidité de l'air. Si les vents légers (environ 10 km/h) rendent le microclimat autour de la plante plus sec et donc moins propice aux infections microbiennes, les vents forts eux endommagent les fruits et le feuillage. En cas de vent chaud et sec, les feuilles transpirent intensément, leur limbe se recourbe et se dessèche, tout en restant attachées aux rameaux pendant un certain temps. La défoliation qui s'ensuit provoque la chute des fleurs et des fruits, la qualité de ces derniers se détériorant. Dans les cas extrêmes, le vent peut provoquer la rupture de branches et/ou le déracinement des arbres entiers. Le frottement et les chocs contre les branches et les épines provoquent sur les fruits des taches liégeuses et sèches qui les déprécient. Les vents marins riches en sels (embruns) provoquent la nécrose de l'apex et du bord des feuilles, la chute des feuilles et la dessiccation des rameaux (Franck curk et al, 2018).

3.7.2 Déséquilibre des éléments minéraux

- **Les carences**

Les carences sont des affections ou des troubles graves qui atteignent souvent les agrumes, assez nombreuses, elles sont d'origines diverses (PPAA).

Tableau 03 .Quelques symptômes de carence en éléments minéraux chez les agrumes



Elément	Symptômes de carence	Photos
Azote (N)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Décoloration vert clair du limbe, jaunissement des nervures. ✓ Feuillage clairsemé avec arrêt de la formation de nouvelles pousses. ✓ Croissance diminuée. 	
Phosphore (P)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feuilles plus petites, de couleur brune, ternes, chutes anormales pendant la floraison. ✓ Réduction de la floraison. ✓ Fruits spongieux, à peau épaisse et peu colorée, acides, qui chutent prématurément 	
Potassium (K)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feuilles âgées : couleur vert opaque et tendance à l'enroulement. ✓ Aspect terne de l'arbre (automne-hiver). ✓ Fruits : boursouflures de la peau, petits calibres 	
Fer (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Décoloration jaune pâle du limbe, seules les nervures restent vert foncées. ✓ Les symptômes débutent sur une seule branche, les arbres âgés sont plus touchés. 	
Zinc (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Visible sur jeune feuilles ; décoloration entre les nervures secondaires suivies d'un jaunissement complet, malformation et réduction de la taille des feuilles puis chute. ✓ Parfois dessèchement des rameaux. 	

Source : (Jacquemond et al, 2013)

- **Les excès**

Aussi graves que les carences, les excès de certains sels minéraux dans le sol peuvent provoquer des bouleversements divers chez les plantes cultivées. Pour les agrumes, on observe le plus souvent les excès de sels et les excès de bore (PPAA).

Tableau 04. Quelques symptômes d'excès en éléments minéraux chez les agrumes

Elément	Symptômes d'excès	Photos
Bore (B)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feuilles : décoloration jaunes localisées sur la pointe, nécroses, parfois sécrétion de gomme sur la face inférieure, chutes. ✓ Fruits : petits calibres, formation de gomme dans la chair et de zones brunâtres dans l'albédo. 	
Sel (chlorure de sodium, NaCl)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Jaunissement ou brunissement de la pointe des feuilles. ✓ Parfois enroulement, nécroses et chutes. ✓ Chute anormales de fruits. ✓ Ralentissement du développement de l'arbre. 	

Source : (Jacquemond et al, 2013)

3.8 Les ravageurs

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 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 (Franck curk et al, 2018).

3.8.1 Les acariens

Les acariens sont de minuscules ravageurs qui se nourrissent essentiellement sur les faces supérieures et inférieures des feuilles, et sur les fruits et les brindilles non lignifiées. Ils sont très régulièrement observés en verger (Jacquemond et al, 2013) .

Les dommages qu'ils provoquent peuvent être importants, ils se manifestent sous diverses formes : nécrose, décoloration, déformation, chute des feuilles, bourgeons et fruits (PPAA) .

3.8.2 Le puceron

Le puceron noir des agrumes ne représente pas de danger pour les clémentiniers. En revanche, les pucerons verts *Aphis citricola* Van der Goot et *Aphis spiraeicola* 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).

3.8.3 Les cochenilles

Ce sont des homoptères, insectes piqueurs suceurs, recouvert soit d'un bouclier, soit d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse, portant très souvent le nom commun de « poux des plantes ». Ils sont groupés dans différentes familles, selon leurs caractères morphologiques. Le pou rouge se rencontre à peu près indifféremment dans toutes les orangerais d'Afrique du nord, il est rarement signalé sur les rameaux mais s'installe sur les feuilles (surtout la face supérieure) et sur les fruits il provoque des déformations de l'écorce (petites taches jaunes) ce qui les rend non admises à l'exportation (PPAA).

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

Originaire d'Afrique subdésertique, la cératite se retrouve dans la majorité des pays tropicaux et subtropicaux. Elle est particulièrement bien installée dans le bassin méditerranéen, où 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).

3.8.5 La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton

Originaire 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 4 : Méthodes de détection et de contrôle des maladies 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 (Roistacher C.N., 1991) ; (Bové J. M., 1995).

4.1 Techniques sérologiques

Les techniques sérologiques (ELISA, DTBIA) se sont avérées très importantes dans la détection massale de plusieurs agents phytopathogènes, par ailleurs, la validation et la standardisation des différentes techniques (DAS-ELISA, TAS-ELISA) basées sur des antisérums polyclonaux et des anticorps monoclonaux produits contre divers isolats des virus, ont permis une utilisation de routine de ces techniques sur les virus du CVV (Davino N. et La Rosa R., 1984), SDV (Kulhara et al., 1982), CTV (Bar Joseph et al., 1979) ; et CPsV (D'Onghia et al., 1998b; Alioto et al., 1999 ; Djelouah et al., 2000) et d'autres agents phytopathogènes tels que le *Spiroplasma citri* (St) (Saillard et al., 1980), CVC et *Xanthomonas campestris pv citri* (Lee R.F., 1992) ; (Garnier M., 1993).

- **ELISA**

Le test ELISA, par sa facilité d'utilisation, sa simplicité et sa capacité d'évaluer un nombre élevé d'échantillons, est couramment utilisé. En plus, des kits commerciaux contre le CTV et le *S. citri* (Sanofi France) sont disponibles. Le test du type ELISA, comme rapporté par Saillard et al. (1980) pour le *S.citri* et Bar Joseph et al. (1979) est effectué suivant les protocoles d'utilisation du fournisseur (Ghezli C., 2002).

- **DTBIA**

La technique Direct Tissue Blot Immunoassay (DTBIA), grâce à sa sensibilité, sa rapidité d'exécution et son coût réduit a été largement utilisée dans des détections à grande échelle du CTV (Garnsey et al., 1993 ; Cambra et al., 2000 ; Djelouah et al., 2002) et récemment, du CPsV à travers l'utilisation de fleurs (D'onghia A.M., 2001) ; (Djelouah K., 2002).

4.2 Les 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) (Brlansky et al., 1988), in situ immunoassay (ISA) (Lin Y., 2000), Wester blot assay (Guerra J., 1990); (Lee R.F. C. A., 1988); Rocha-Peña et (Lee R.F. D. K., 1991)single strand polymorphism (SSCP) (Rubio L, 1996), la transcription inverse polymérase chaîne réaction (RT-PCR) (Cevik B., 1996) ; Hung et al., 2000).

- **Hybridation moléculaire**

L'hybridation des acides nucléiques utilisée pour la détection et la différenciation de plusieurs pathogènes de plantes en utilisant l'ADNc radioactive ou non-radioactive marqué et des sondes oligonuléotides 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 capable, 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 nucléotides 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).

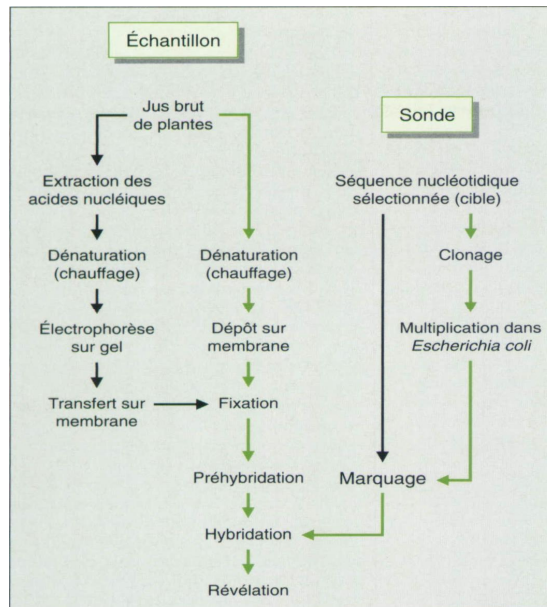


Figure 16. Schéma des tests d'hybridation moléculaires sur membranes (Philippe Lepoivre, 1994)

- **La technique moléculaire PCR**

La sensibilité des tests d'hybridation par dot blot se trouve limitée par le nombre de molécules « cibles » présentes dans l'échantillon à caractériser. Le recours à l'amplification moléculaire via la réaction de polymérisation en chaîne PCR (fig.17) a permis de reculer les limites de sensibilités des techniques de diagnostic basée sur la détection des séquences spécifiques d'acides nucléiques.

La PCR a également grandement facilité les opérations d'obtention et de clonage des sondes, lorsque les séquences nucléotidiques de l'agent pathogène en cause sont connues mais que l'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).

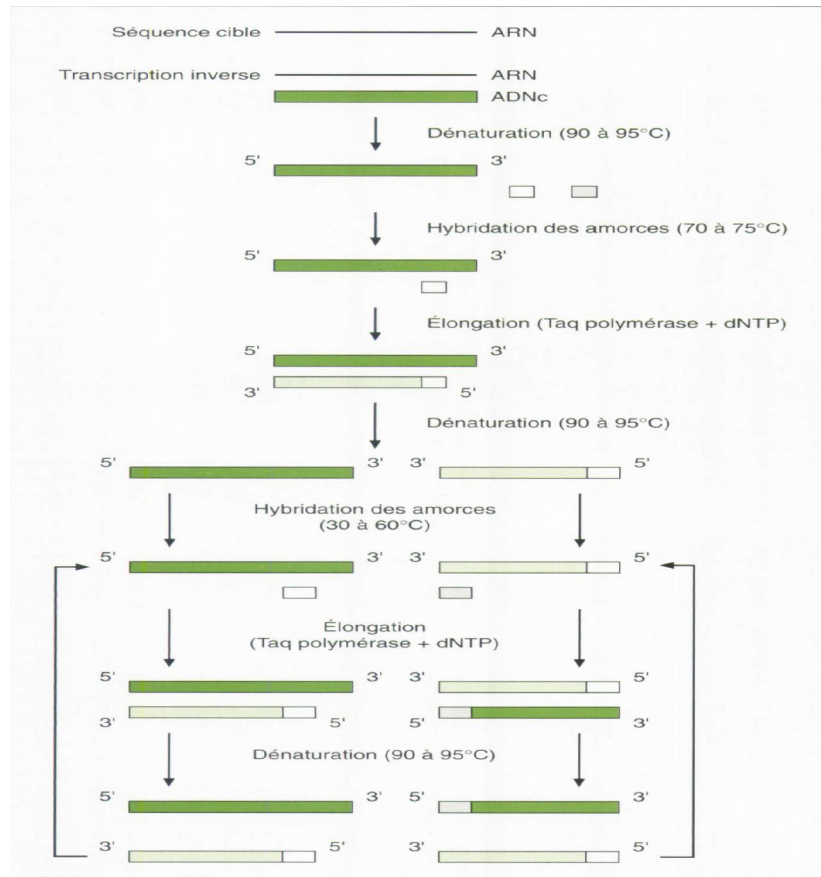


Figure 17. Schéma de la technique RT-PCR (Philippe Lepoivre, 1994)

4.3 L'indexage biologique

Selon (Roistacher C.N., 1991), l'indexage biologique basé sur l'extériorisation de symptômes sur plantes indicatrices ligneuses ou herbacées reste un outil performant et nécessaire dans la détection et la confirmation des résultats d'analyses sérologiques et moléculaires, selon le me auteur les plantes indicatrices dit-il sont les yeux à travers lesquels nous pouvons voir la maladie sur les différentes parties de la plante indicatrice. Il existe bon nombre de plantes indicatrices pour chaque type de maladies à tester exemple pour extérioriser la tristeza la lime Mexicaine est considéré comme plante indicatrice universelle qui permet d'extérioriser toutes les souches du virus de la tristeza sans exception.

Chapitre 5. Lutte contre les maladies et ravageurs des agrumes

5.1 Diversification des greffons et portes greffes

Sur la base de la sensibilité au CTV, à d'autres maladies transmissibles par greffe et à la gommose, et en fonction de la destination de la production et des résultats expérimentaux obtenus pendant plus de trente ans, différentes combinaisons porte greffe/cultivar ont été proposées, proposition pour chacune des zones de culture d'agrumes. Plus de 10 porte-greffes sont désormais disponibles dans les différentes banques de semences. Lorsque la reconversion des zones d'agrumes qui sont encore sur le porte-greffe bigaradier sera terminée, l'objectif est d'obtenir une composition qui permette jusqu'à 20 % d'un porte-greffe déterminé dans une région (FAO, 2003)

5.2 La protection intégrée

La protection intégrée correspond à l'emploi combiné et raisonné de méthodes culturales chimiques et biologiques, permettant de maintenir les populations de bio agresseurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement acceptables.

On distingue généralement le mode de conduite en protection intégrée, qui constitue un idéal à atteindre, du mode de conduite en protection raisonnée, moins exigeant, qui reste principalement basé sur l'utilisation de produits phytosanitaires, mais mieux adaptés aux risques encourus.

L'objectif premier de la protection intégrée est de conduire le verger de manière à ce qu'il soit le moins favorable possible au développement des organismes nuisibles, et à lui conférer le meilleur état de tolérance à leur égard (Jacquemonde et al, 2013)

5.3 Prophylaxie

La prophylaxie consiste en l'adoption de mesures permettant de prévenir l'introduction et l'installation d'un parasite dans une culture, tels que :

- L'utilisation des plants certifiés (contrôlés vis à vis des maladies connues)
- En zone humide, installation d'un système de drainage avant plantation, qui limitera les excès d'eau, le développement de champignons du sol de type phytophthora et l'apparition des certaines carences.
- Eviter les excès de fumure azotée, qui entraînent un développement important de la végétation pouvant favoriser l'installation de champignons et d'insectes de type pucerons, cochenilles et aleurodes par exemple.
- Dans le cas de vergers touchés par des attaques de certains ravageurs ou maladies, supprimer, évacuer et détruire les organes végétaux (fruits et branches) atteints, qui peuvent constituer des foyers infectieux (Jacquemonde et al, 2013).

Deuxième Partie
Partie Expérimentale

Partie pratique (enquêtes sur vergers agrumes wilaya de Skikda)

La partie pratique a été fondée sur des enquêtes suivies par des prospections et des investigations sur des vergers choisis pour l'étude symptomatologique de maladies inféodées aux agrumes. Cette étude a été basée sur des observations visuelles et l'interprétation des données par rapport à nos connaissances approfondies en phytopathologie des agrumes. Les prospections ont été réalisées dans la localité de Skikda.

1 Situation géo-climatique de la wilaya se Skikda

La wilaya de Skikda est située dans la partie nord-est du pays. Elle s'étend sur une superficie de 4 118 km² et est limitée :

- Au nord, par la mer Méditerranée ;
- A l'est, par la wilaya d'Annaba ;
- Au sud, par les wilayas de Constantine, Mila et Guelma ;
- A l'ouest, par la wilaya de Jijel.



Carte de localisation de la wilaya se Skikda



Carte des limites de la wilaya se Skikda

Figure 18 . Localisation et limites de la wilaya de Skikda

La wilaya est située dans l'espace géographique compris entre l'Atlas tellien et le littoral méditerranéen, elle appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides et son climat est à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l'intérieur.

L'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'est et au sud. Le domaine subhumide prévaut sur les 4/5ème du territoire de la wilaya avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1500 mm/an.

Sous l'influence maritime, les températures sont douces en hiver (11°C en Janvier) et chaudes en été (24°C en Août) sur le littoral où les amplitudes thermiques sont faibles. Elles sont moins douces en hiver (9°C) et plus chaudes en été (27°C) au niveau du territoire intérieur où les amplitudes sont plus marquées (ANIREF, 2020).

2 Lieu d'étude

Notre étude basée sur des prospections et des enquêtes a été réalisée au niveau de certaines plantations d'agrumes situées dans la wilaya de Skikda. Parmi les vergers prospectés, les vergers de l'Université de Skikda et d'autres vergers situés dans la commune de Salah Bouchour , autre au niveau de la route d'El-Hadaiek et une pépinière horticole.

3 Matériels et méthodes

3.1 Matériel végétal

Les vergers prospectés ont été sélectionnés en fonction de leur âge ou année de plantation ainsi que leur accessibilité et la coopération des propriétaires quant aux informations qu'ils ont mis à notre disposition. Les vergers étudiés sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 5. Localisation des vergers prospectés

Verger	Propriétaire	Lieu du verger	Date de la visite
1	CHENOUF Abdellah	Ramdane Messaoud N°7 El Hadaiek	23/04/2023
2	Metiaad A/Ghani	El Menjel, El Hadaiek	23/04/2023
3	Djeboub Abdellah	Salah Bouchaour	29/04/2023
4	Djeboub Abdellah	Salah Bouchaour	03/05/2023
5,6,7	L'université de Skikda	El Hadaiek	23 /05/2023
8	Zaier, Pépinière horticole	Route El-Hadaiek vers la ville Sdikda	27/05/2023

3.2 Méthode de travail

La méthode de travail adoptée et en premier lieu, basée sur les enquêtes (Fig. 19), qui ont été menées selon une fiche d'enquête englobant toutes les informations techniques de la plantation (itinéraire technique). En seconde étape, une étude symptomatologique basée sur des observations visuelles d'abord concernant l'état général du verger ensuite, les symptômes pouvant être observés par rapport aux rangées et enfin l'arbre sur toutes ces parties de l'arbre (Fig. 20) .Tous les symptômes observés ont été analysés par rapport à ceux cités dans la recherche bibliographique sur la phytopathologie des agrumes sur laquelle le travail a été basé.

Fiche d'enquête
(Plantations d'agrumes vieux et nouveaux vergers)

Verger N° ...

1. Nom de l'agriculteur :
2. Localisation de l'exploitation :
3. Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :
4. 1ere date d'exercice sur la parcelle :
5. Caractéristiques de la parcelle.....
6. Nombre d'hectares :
7. Origine matériel végétal utilisé :
8. Liste de variétés utilisées :
9. Porte greffe utilisés.....
9. Itinéraire technique suivi chaque année :.....

De la plantation jusqu'à la récolte (toutes les opérations du travail du sol, d'amendements et de fertilisation, irrigation ainsi que l'utilisation des pesticides) cela nous permet de voir comment se comportent les arbres

10. Tableau Caractéristiques des différents vergers visités

Figure 19. La fiche d'enquête

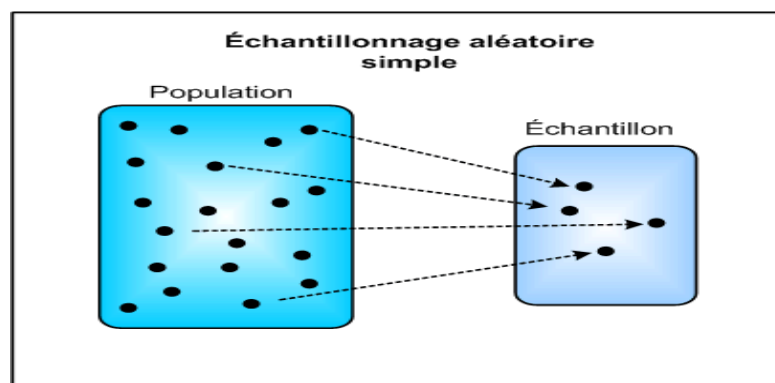


Figure 20. Prototype de prospection

3.2.1 Les enquêtes de prospections sur ensemble des vergers

Pour chaque verger prospecté, nous avons contacté le propriétaire pour répondre à l'ensemble des questions relatives à l'état sanitaire et les problèmes rencontrés dans la gestion du verger (Fig.19)

3.2.2 La prospection des vergers et l'étude symptomatologique basée sur les observations visuelles.

Le protocole de prospection s'est basé en premier lieu sur un constat général du verger étudié ensuite sur des observations visuelles par rapport aux rangées et enfin l'étude plus précise de l'ensemble de l'arbre, c'est à dire toutes les anomalies observées sur le tronc les branches charpentières ainsi que tous les symptômes affichés par le feuillage (Fig. 20).

- L'état sanitaire du verger prospecté (état général du verger)
- Etude des symptômes sur le feuillage
- Etude des symptômes sur le tronc et les branches

4 Résultats et discussion

4.1 Les résultats basés sur les fiches techniques

D'abord selon les résultats d'enquêtes et surtout nos discussions avec les détenteurs de vergers ou les propriétaires, tous les agrumiculteurs parlent d'une origine presque inconnue de leur matériel végétal (jeunes plantation), ignorant complètement les combinaisons (PG/greffon), pour les vieilles plantations nous savons tous que c'est un matériel produit pendant la période coloniale.

Pour les autres paramètres relatifs à l'itinéraire technique, beaucoup d'opérations ne sont pas respectées, soit par manque de moyens ou par ignorance de la part de l'agrumiculteur lui même. Selon les informations qui nous ont été délivrées par ces propriétaires, peu d'entre eux suivait à la lettre les différentes opérations d'entretien, mais le coté aspect sanitaire est le plus préoccupant. Les résultats d'enquêtes sont représentés comme suit :

Tableau 6. Les caractéristiques du verger agrumicole n°1

Nom de l'agriculteur :	CHENOUF Abdellah
Localisation de l'exploitation :	Ramdane Messaoud N°7 El-Hadaiek Skikda
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Privé
1ere date d'exercice sur la parcelle :	Présence coloniale
Nombre d'hectares :	2,5 ha
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Clémentine, Mandarine, Thomson, Maltaise, Orange douce
Porte greffe utilisés :	Bigaradier pour les anciennes plantations et non défini pour les nouvelles plantations
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none">- Labour, n'excédant pas les 20 cm de profondeur (racines superficielles).- Désherbage manuel (par fois chimique)- Engrais de fond (ammonitrate)- Chaulage des troncs d'arbres- L'irrigation- La taille entre la cueillette et la floraison- Protection phytosanitaire : des traitements préventifs contre les ravageurs.

Tableau 7. Les caractéristiques du verger agrumicoles n°02

Nom de l'agriculteur :	Metiaad A/Ghanie
Localisation de l'exploitation :	El Menjel, El-Hadaiek
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Privé
1ere date d'exercice sur la parcelle :	1986 (mélange de nouvelles et vieilles plantations)
Nombre d'hectares :	2,5 ha
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Clémentine, Mandarine, Thomson, Maltaise, Orange douce
Porte greffe utilisés :	Bigaradier pour les anciennes plantations et non défini pour les nouvelles plantations
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none">- Labour,- Désherbage manuel et chimique- Engrais de fond (ammonitrate)- Chaulage des troncs d'arbres- L'irrigation (faible)- La taille entre la cueillette et la floraison- Protection phytosanitaire : des traitements préventifs contre les ravageurs.

Tableau 8. Les caractéristiques du verger agrumicoles n°03

Nom de l'agriculteur :	Djeboub Abdellah
Localisation de l'exploitation :	Salah Bouchaour
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Privé
1ere date d'exercice sur la parcelle :	Plus de 30 ans (mélange de nouvelles et vieilles plantations)
Nombre d'hectares :	2 ha
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Double fine
Porte greffe utilisés :	Bigaradier (orange amère)
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none"> - Labour, désherbage - Engrais de fond (ammonitrate + sulfate) - L'irrigation (oued safsaf) - La taille après la cueillette - Protection phytosanitaire : des traitements préventifs (L'aliat flach).

Tableau 9. Les caractéristiques du verger agrumicoles n°04

Nom de l'agriculteur :	Djeboub Abdellah
Localisation de l'exploitation :	Salah Bouchaour
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Privé
1ere date d'exercice sur la parcelle :	Plus de 30 ans (mélange de nouvelles et vieilles plantations)
Nombre d'hectares :	10 ha
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Thomson
Porte greffe utilisés :	Bigaradier (orange amère)
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none"> - Labour, désherbage - Engrais de fond (ammonitrate + sulfate) - L'irrigation (oued safsaf) - La taille et Protection phytosanitaire

Tableau 10. Les caractéristiques du verger agrumicoles n°05,06 et 07

Nom de l'agriculteur :	Université de Skikda
Localisation de l'exploitation :	El hadayek
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Sous location
1ere date d'exercice sur la parcelle :	veilles plantations
Nombre d'hectares :	10 ha
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Oranger, Clémentinier, Mandarinier
Porte greffe utilisés :	Bigaradier
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none"> - Labour, désherbage - Engrais de fond - L'irrigation - La taille

Tableau 11. Les caractéristiques du verger agrumicoles n°08

Nom de l'agriculteur :	Zaier
Localisation de l'exploitation :	El hadayek (Pépinierie horticole)
Caractère de l'exploitation (privé ou étatique) :	Sous location
1ere date d'exercice sur la parcelle :	veilles plantations et nouvelles
Nombre d'hectares :	1 ha destiné a l'agrumiculture
Origine matériel végétal utilisé :	Boufarik
Liste de variétés utilisées :	Clementine
Porte greffe utilisés :	Bigaradier (orange amère)
Itinéraire technique suivi chaque année :	<ul style="list-style-type: none"> - Labour, désherbage - Engrais de fond - L'irrigation pendant les périodes propices (floraison, nouaison, grossissement et maturation des fruits) pour comblé le déficit des précipitations. - La taille

4.2 Résultats de l'étude symptomatologique basée sur les observations visuelles

Les résultats de prospections et d'étude symptomatologique basés sur les observations visuelles, ont révélé bon nombres de symptômes causant des anomalies qui sont facilement interprétés car les données témoignent de leur présence, ainsi que pour les anomalies liées aux carences ou autres problèmes liés au sol, au climat. Par contre, nombreux sont les symptômes qui rappellent des symptômes causés par des pathogènes de plusieurs maladies. Les résultats d'étude sont comme suit :

4.2.1 L'état sanitaire du verger prospecté (état général du verger)

En général tous les vergers prospectés présentaient un état sanitaire médiocre, une multitude de symptômes sont observés parfois sur un même arbre. Les ravageurs et les maladies constituent un cocktail de problèmes phytosanitaire touchant l'ensemble des arbres, sans oublier la présence abondante de mauvaises herbes ainsi qu'une mauvaise application des opérations de l'itinéraire technique.



Figure 21. Verger agrumicole n° 01



Figure 22. Verger agrumicole n° 02 (Original)



Figure 23. Verger agrumicole n° 03 (Original)



Figure 24. Verger Agrumicole n° 04 (Original)



Figure 25. Vergers agrumicoles n° 05,06 et 07 (Original).



Figure 26. Verger Agrumicole n° 08 (**Original**)

4.2.2 L'étude symptomatologie basée sur les observations visuelles

4.2.2.1 Etude des symptômes sur l'arbre

Notre étude nous a permis de constater la présence de pucerons vert et noir sur les jeunes feuilles et enroulement des jeunes feuilles allant jusqu'à la déformation des rameaux, développement léger de fumagine sur le miellat sécrété par les pucerons (Fig. 27).



Pucerons verts et noirs **Verger 01**



Enroulement des jeunes feuilles **Verger 02**



Développement de fumagine sur miellat de pucerons **Verger 02**

Figure 27. Symptômes de pucerons sur feuillage (**Original**)

On a également observé des feuilles développant des taches veloutées et noirâtres qui nous laisse pensé a la fumagine qui est généralement un problème dû à la présence d'importantes populations d'insectes phytophages (certaines cochenilles, pucerons, aleurodes) (Fig. 28).



Figure 28. Tache velouté noirâtre sur feuille « Fumagine » **Verger 01 (Original)**

Des galeries creusées sous l'épiderme des jeunes pousses sont également observées (Mineuse des agrumes) Fig.29.



Figure 29. Galerie creusé par la mineuse **Verger 03 (Original)**

Des taches brunes dont la cause peut être associée soit à des maladies ou des effets d'attaques de ravageurs (Fig. 30).



Figure 30. Taches brunes **Verger 04 (Original)**

Les symptômes de carence sont aussi à signaler. Décoloration entre les nervures secondaires suivies d'un jaunissement complet caractérisant une Carence de zinc Zn et Fer, (Fig. 31).



Carence Fer (Fe) **Verger 05**



Carence de Zinc (Zn) **Verger 06**

Figure 31. Différentes carences chez les agrumes (**Original**)

4.2.2.2 Etude des symptômes sur tronc et branches

Des problèmes ou anomalies ont été observés sur la majorité des arbres qui rappellent la présence d'un complexe de maladies, pouvant être associées à plusieurs types de pathogènes tels que les virus, les viroïdes, les maladies de types similaires aux virus (virus-like) ainsi que les phytoplasmes. Les figures suivantes illustrent certains des symptômes qui ont été soulevés sur bon nombre d'arbres. Des symptômes d'écaillage d'écorce sur le tronc et les branches charpentière ont été observés sur plusieurs arbres qui rappellent la psorose écailleuse, d'autres écaillage ont été observés sur le porte greffe symptôme qui rappelle l'exocortis sur le porte greffe *Poncirus trifoliata*, très sensible au viroïde qui cause cette maladie (Fig. 32).



Cochenilles blanche sur tronc **Verger 01**



Psorose écailleuse **Verger 02**



Exocortis **Verger N° 02**

Figure 31. Symptômes sur troc et branches (**Original**)

Le symptôme le plus observé sur tous les vergers prospectés veilles ou jeunes plantations et avec toutes les espèces et variétés est un dessèchement type qui commence par le sommet de l'arbre, gagne par la suite les branches et fini par un dessèchement complet aboutissant à la mort de l'arbre. Ce symptôme a été observé il y a quelques années (5/6 ans) dans le cadre des travaux de recherche des étudiants de fin de cycle au niveau d'un verger de l'Université depuis ce temps il a gagné d'autres arbres qui ont dépéris selon les informations du détenteur du verger.

La dissémination de la maladie est marquée sur l'ensemble des arbres et au niveau de tous les vergers prospectés avec une faible incidence au niveau de la pépinière horticole, mais le symptôme est présent.

Le phénomène est foudroyant car il s'est propagé ces derniers temps touchant presque la totalité des arbres observés, plants jeune, ancien peu importe la variété.



Verger N°05

Verger N°06

Verger N°02

Figure N°33 : Symptômes de dessèchement des arbres (**Original**)

5 Discussion

Les résultats de prospections et d'étude symptomatologique basés sur les observations visuelles, ont révélé bon nombres de symptômes causant des anomalies qui sont facilement interprétés car les données témoignent de leur présence avec des traces plus spécifiques tels que les aleurodes, les cochenilles, la mineuse; les pucerons ainsi que la fumagine. Des symptômes de carence sont multiples et également leur interprétation est facilement décelable. -'autres problèmes ou anomalies ont été observés sur la majorité des arbres qui rappellent la présence d'un complexe de maladies, pouvant être associées à plusieurs types de pathogènes tels que les virus, les viroïdes , les maladies de types similaires aux virus (virus like) ainsi que les phytoplasmes.

Le symptôme le plus observé sur tous les vergers prospectés veilles ou jeunes plantations et avec toutes les espèces et variétés est un dessèchement type qui commence par le sommet de l'arbre, gagne par la suite les branches et fini par un dessèchement complet aboutissant à la mort de l'arbre. Ce symptôme a été observé il y a quelques années (5/6 ans) dans le cadre des travaux de recherche des étudiants de fin de cycle au niveau d'un verger de l'Université depuis ce temps il a gagné d'autres arbres qui ont dépéris selon les informations du détenteur du verger.

La dissémination de la maladie est marquée sur l'ensemble des arbres et au niveau de tous les vergers prospectés avec une faible incidence au niveau de la pépinière horticole, mais le symptôme est présent.

Le phénomène est foudroyant car il s'est propagé ces derniers temps touchant presque la totalité des arbres observés, plants jeune, ancien peu importe la variété.

6 Conclusion

En conclusion et à travers l'enquête que nous avons menée ainsi que l'étude de l'état sanitaire des vergers basé sur des observations visuelles révèlent un constat en faveur de présence de maladie à identifier au laboratoire par les techniques sérologiques (DTBIA, ELISA) car la contamination observée au niveau de tous les vergers s'explique par la présence d'un vecteur responsable de cette dissémination.

Le problème phytosanitaire des agrumes ne date pas d'aujourd'hui, beaucoup de maladies virales et de type viral ont constitué des comptes rendus sur l'étude de l'état sanitaire des agrumes dans les années passées du vingtième siècle (Bové,1995 ; Bencheikh, 1971 et Taleb,1974).

Actuellement, l'institut de la protection des végétaux prend en charge la santé végétale mais il reste beaucoup à faire pour mieux connaître la présence et l'incidence de telle ou de telle maladie ainsi que l'étude approfondie du pathogène ou du ravageurs.

L'exemple et celui de la tristeza qui n'avait jamais constituée un problème pour l'agrumiculture algérienne malgré sa présence depuis les années cinquante, la souche virale atténuée et les variétés testées positif à ce virus non trop commercialisables, ainsi que, le phénomène de thermothérapie ont sans doute contribué à la non propagation de cette maladie sur nos agrumes. Malheureusement les données ont changé la maladie demeure toujours de quarantaine et l'apparition de souches exotiques dans l'Ouest du pays, ne rassure pas trop sur le devenir de nos agrumes.

Skikda a toujours été considérée free virus CTV, mais la nouvelle donnée dans la wilaya de Chleff, fait beaucoup réfléchir sur le problème phytosanitaire de cette culture à Skikda, le problème qu'on a rencontré sur l'ensemble des vergers étudiés est le même avec beaucoup d'intensité sur les arbres de l'Université, rappelle le symptôme qui peut être associé au virus de la tristeza qui doit être vérifié par des tests sérologiques (DTBIA ou ELISA) au laboratoire.

Ce symptôme de dessèchement qui commence par l'extrémité de l'arbre puis gagne petit à petit les branches charpentières jusqu'à la mort complète de l'arbre a été observé il y a plus de cinq ans au niveau de certains arbres d'agrumes des vergers de l'Université, malheureusement beaucoup d'arbres ont été perdus suite à ce symptôme qui touche actuellement presque tous les arbres des trois vergers de l'Université.

Le même problème nous a été décrit par les autres propriétaires et certains arbres ont été perdus. Au niveau de la pépinière horticole, malgré un bon entretien des arbres, ce symptôme a été observé sur certaines sujettes toutes variétés confondues.

En conclusion, ce problème que nous avons soulevé peut être associé à la présence du virus de la tristezza dont nous allons prendre en considération afin de pouvoir d'identifier l'agent pathogène responsable de ce dépérissement.

Références bibliographiques

(2003, 05 20-23). Consulté le 4 24, 2023, sur FAO: https://www.fao.org/3/y9682f/y9682f.htm#P94_22292

A.C.I Agro. (2022). Consulté le 05 2023, 27, sur aci-algerie.com: <https://www.aci-algerie.com/maladie-et-ravageurs-agrumes/>

(2007). *Agriculture et developpement*. Alger: INVA.

AGRO. (2022, 06 16). Consulté le 03 10, 2023, sur <https://www.agenceecofin.com>: <https://www.agenceecofin.com/agrumes/1606-98785-maroc-la-filiere-agrumes-se-dirige-vers-un-record-a-l-exportation-en-2021/2022>

agronomie.info. (s.d.). Consulté le 03 12, 2023, sur AGRONOMIE: <https://agronomie.info/fr/origine-et-histoire-des-agrumes/>

Algerie Eco. (2018, 02 08). Consulté le 03 10, 2023, sur <https://www.algerie-eco.com>: <https://www.algerie-eco.com/2018/02/08/filiere-agrumiculture-lalgerie-na-importe-dagrumes-2017/>

ALGEX. (2018, 02 12). Consulté le 05 2023, 27, sur L'Agence Nationale de promotion du commerce extérieur: <https://www.algex.dz>

Ali Arous. (2012). *Contribution à l'étude de répartition de la maladie de la Tristéza et ses pucerons vecteurs potentiels au niveau des vergers agrumicoles de la Wilaya de CHLEF, Université de Mostaganem*.

Ali Arous, G. M. (2019). *First detection of virulent strain of Citrus tristeza virus (Closteroviridae) in a citrus orchard of chlef valley (Algeria)*.

Alonso, C. v. (2011). *Citron et autres agrumes*. Paris: EYROLLES.

ANIREF. (2020). *Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière*. Consulté le 05 11, 2023, sur <https://www.aniref.dz/>.

Anonyme. (2014, 12 09). *Journée Méditerranéennes sur l'agrumiculture. Situation actuelle et perspectives*. Récupéré sur Université Hassiba Benbouali. Chlef: <https://www.univ-chlef.dz>

Aubert B. et Vullin G. (1997). *Pépinières et plantations d'agrumes*. Montpellier: CIRAD.

Belkahla H., L. D. (2013). Serodetection of Citrus Tristeza Closterovirus (CTV) In Algeria. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* .

BERRAH, L. K. (2019). *La production agricole compagne 2016/2017 2017/2018*. Alger: la Direction Technique chargée des Statistiques Régionales, de l'Agriculture et de la Cartographie.

Bové J. M. (1995). *Virus and virus like diseases in the Near East region*. FAO Rome Eds.

Bové J.M. et Duran-Villa N. (2013). *Quelques mladies infectieuses des agrumes transmises par greffage d'inoculation*. In « *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. C. Jacquemond et al. France: Quae.

Bulletin de santé du végétal BSV Agrumes. (2015). GUYANE, FRANCE.

Calavan E.C., C. D. (1963). *Symptoms associated with tatter-leaf virus infection of Troyer citrange rootstocks*. *Plant Dis.Report*.

- CICARD *La recherche agronomique pour le développement*. (2000). Consulté le 03 13, 2023, sur agritrop.cirad.fr: <https://agritrop.cirad.fr/481891/>
- D. Larbi, H. B. (2015). *Surveillance du virus Citrus tristeza CTV en Algérie et caractérisation des isolats locaux*. Acta Hort.
- D'Onghia A.M. et Lacirignola C. (1998). *Major virus and virus like disease of citrus in the Mediterranean*. Proc. Med. Net. Certif. of citrus 1995-1997, CIHEAM publication, Option Méditerranéennes.
- D'onghia A.M., D. K. (2001). *Detection of citrus psorosis virus by direct tissue blot immunoassay*. Jour.Plant Pathol.
- Davies F.S. et Albrigo L.G. (1994). *Citrus crop protection science In: Hortic. 2, CAB Inter. Redwood Boole, Trowbridge, Wiltshire, UK*.
- Davino N. et La Rosa R. (1984). *Indagini sulla diffusione del virus della variegatura infettiva degli agrumi in Italia*. Atti Gior. Fitopatol.
- De Ravel d'esclapen G. (1984). *Les agrumes : oranges, mandarines, clémentines, pamplemousses, citrons etc. Comment les planter, les cultiver, les soigner*.
- Derrick K.S., B. R. (1988). *Partial characterisation of a virus associated with citrus ringspot*. Phytopathology.
- Djelouah K., F. D. (2002). *Improvement of serological diagnosis of citrus psorosis virus (CPsV) and Citrus tristeza virus (CTV)*. In: Proc 15th conf. IOCV, Cyprus 2001.
- D'Onghia, A. M., Djelouah, K., & Roistacher, C. N. (2009). *Options méditerranéennes*. CIHEAM.
- DSA. (2023). Direction des services agricole. Skikda.
- Escartin, I. (2008). *Guide des agrumes*. Lavour: Institut Kloran.
- Franck curk et al. (2018). *Les Lagrumes du nord de la méditerranée*. Ajaccio: Alain pizzola.
- Garnier M., C. C. (1993). *Citrus variegated chlorosis, serological detection of Xylella fastidiosa, the bacterium associated with the disease*. In: Proc. 12th Conf. IOCV. India: Riverside.
- Ghezli C., A. B. (2002). Alger: CIHEAM.
- Ghezli C., A. B. (2002). *Evaluation des maladies des agrumes transmissibles par greffage*. CIHEAM Option méditerranéenne Série B. Etudes et Recherches; n. 43.
- Haddouche, F. (2023, 02 01). *La patrie news*. Consulté le 02 19, 2023, sur <https://lapatrienews.dz/grace-au-soutien-des-investissements-lautosuffisance-aboutie-dans-le-domaine-des-agrumes/>
- Imbert E. (2013). *Production et marché des agrumes*. In : les clémentiniers et autres petits agrumes. C. Jacquemond et al., France: Quae.
- Ing Ming Lee, G. G. (1993). *Citrus Stubborn disease organism cultured from beet leafhopper*. Calif. Agricul.
- Innal H. et Benhacine S. (2015). *Situation des agrumes en Algérie : Contraintes et Perspectives de développement.Rapport de Fin de Formation*. El-Harrach-Alger: ENS.
- ITAFV. (2013). *La culture des agrumes*. Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne. DFRV 2013.

- Jackson L.K. (1991). Citrus growing in Florida. *University of Florida press* , 293.
- Jacquemond et al. (2013). *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. Versailles France: Quae.
- Lafèche D., Bové J.M. (1970). *Structures de type mycoplasme dans les feuilles d'orangers atteints de la maladie du « greening »*. C.R. Acad.Sci.
- Leblanc F., Fournier P. et Etienne J. . (1998). *Aphis spiraecola*. Fiche actualisée en 2005 par F. Le Bellec (Cirad).
- Lee R.F., and Bar-Joseph M. (2000). *Tristeza*. In: *Timmer L.W., Garnsey S.M. and Graham J.H. (eds). Compendium of Citrus diseases, 2nd edition*. Minnesota: APS Press.
- Lee R.F., B. M. (1992). *Development of serological assays for citrus variegated chlorosis a new disease of citrus in Brazil*. In: *Proc Florida Sta. Hortic. Soc. Winter Haven*.
- Loussert R. (1987). *Les agrumes. Techniques agricoles méditerranéennes*. Paris: Lavoisier.
- Luro F., J. C. (2013). *La clémentine dans la diversité génétique des agrumes*. in *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. France: Quae.
- Mabberley D.J. (1997). *A classification for edible Citrus Telopea*.
- MADR. (2021). *Ministre de L'agriculture et du développement rural*.
- Mehenni, O. (2018, 02 08). *algerie eco*. Consulté le 05 27, 2023, sur *algerie-eco.com*: <https://www.algerie-eco.com/2018/02/08/filiere-agrumiculture-lalgerie>
- Milne R.G., Djelouah k., Garcia M.L., Dal BO E., Grau O. (1996). *Structure of Citrus ringspot-psorosis-associated virus particles: implication for diagnosis and taxonomy*. In: *Proc. 13th Conf. IOCV, Univ. of California,*.
- Philippe Lepoivre, J. K. (1994, 07 01). *Cahier agriculture. Thechniques moléculaires de détection et d'identification des agents phytopathogènes* , 218,219. EDP Sciences.
- PPAA. *La protection phytosanitaire des agrumes en Algérie*. Suisse: CIBA-GEIGY.
- Roistacher C.N. (1991). *Graft transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis*. Rome: FAO Eds.
- Roistacher C.N. (2002). *Lectures given for the students at a course in citrus virus diseases and their control at the Istituto Agronomico Mediterraneo at Bari, Italy* .
- Rostner A, S. Y. (1998). *Evaluating the use of immunocapture and sap-dilution PCR for the detection of Prunua Necrotic Ringspot Virua*. *Acta Hortic*.
- Saglio P. et al. (1973). *Saglio P., Lhospital M., Lafèche D., Dupont G., Bové GM, Tully J.G., Freundt E.A.. Spiroplasma citri gen.and sp. nov.: a mycoplasm-like organism associated with stubborn disease of citrus*. *Int.Journ. Syst. Bacteriol*.
- Sahraoui N. (2006). *Agrumiculture. Contraintes et développement des agrumes*. *Revue 20 Green Algérie*.
- Sahraoui, K. (2007, janvier). *Mesures de developpement des agrumes*. *Agriculture et developpement, revue de vulgarisation et de communication* ISSN 1112-5438 (4), pp. 19-24.

- Semancik J.S., Roistacher C.N. and Duran-Vila N. (1988). *Viroid RNA associated with cachexia (xyloporosis) disease of citrus. In Proc. 10th Conf.*
- (2021). *Statistique agricole Serie B 2019*. Direction des statistiques agricoles et des systemes d'information.
- Swingle W. T. et Reece P. C. (1967). *The botany of Citrus and its wild relatives. In W. Reuther L.D. Batchelor & H. J. Webber: The Citrus Industry, V. I., University of California Berkeley.*
- Tanaka T. (1961). *Citrologia: semi centennial commemoration papers on citrus studies Citrologia supporting foundation*. Osaka. Japan.
- Tanaka T. (1954). *Species problems in citrus*. Tokyo, Japon: Japa. Soc. pro. Sci. Ueno.
- Trabut L. . (1913). *Trabut L. 1913. Chlorose infectieuse des Citrus*. Paris: Acad. Sci.
- Wallace J.M. and Drake R.J. (1962). *Wallace J. Tatter leaf, a previously undescribed virus effect on citrus. Plant Dis. Rep.*
- Yara. (2023). *Agrumes production mondiale*. Consulté le 05 2023, 18, sur yara.fr: <http://www.yara.fr>