

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

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Amélioration des plants

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

Thème :

Enquête sur les symptômes associés au CTV (citrus tristeza virus) dans les nouvelles plantations en relation avec les portes greffes utilisés.

Présenté par :

- Boukandoura Fatima Zohra
- Bouhafer Nesrine
- Boukarine Amani

Membres de Jury:

Mme : Zaalani Karima	(MCB) Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr : Haddad Saddek	(MAA) Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : Larbi Djamila	(MCA) Promoteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

Remerciement

Avant d'aborder le vif du sujet, nous tenons à remercier vivement :

Madame « Larbi Djamila » pour tout le soutien et l'encouragement tout au long de la réalisation de notre mémoire.

Nous tenons à remercier également les membres de jury Mme "Zalani Karima" et Msr "Haddad Saddek" pour l'honneur qui ont accepté d'évaluer notre modeste travail.

Nous remercions aussi tous les membres de « DSA » de Skikda et surtout monsieur « Zohir » et également tous ceux qui nous ont aidé de près et de loin pour l'élaboration de ce mémoire.

Dédicace

Louange Allah, seigneur de l'univers, qui nous aidons au long de non cursus et qui a été crédite de tout dans notre vie, après

Nous tenons avec grand plaisir que nous dédions ce modeste travail :

A tous les membres de la famille, et à tous ceux qui ont participé à notre réussite.

A tous notre ami : Salima, Amel, Meriem, Narimen, Samar, Mouna, Khouloud, Rania, Razika, Rahma, cheima et toute personnes qui occupe une place dans nos cœurs.

Nesrine

Amani

Fatima

SOMMAIRE

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	01

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1. LA PRODUCTION DES AGRUMES

1.1 Les agrumes dans le monde.....	03
1.2 Les agrumes en Algérie.....	04
1.3 Les agrumes dans la wilaya de Skikda.....	06

CHAPITRE 2. LA PRESENTATION DE LA PLANTE HOTE

2-1 Historique des agrumes.....	08
2-2 Définition des agrumes.....	08
2-3 La classification botanique des agrumes.....	09
2-4 Les principales variétés des agrumes.....	09
2-5 Les variétés des porte-greffes des agrumes.....	11
2-6 La morphologie des agrumes.....	13

2-7	Le cycle de croissance et de développement	16
2-8	Le cycle annuel de développement	17
2.9	La multiplication des agrumes	18
2.10	Mise en place et entretien d'un verger d'agrumes	19

CHAPITRE 3. LES RAVAGEURS ET LES MALADIES

3.1	Les ravageurs.....	22
3.1.1	La mineuse des agrumes	22
3.1.2	Les pucerons.....	23
3.1.3	La teigne.....	24
3.1.4	Le nématode	26
3.2	Les maladies.....	27
3.2.1	Les maladies biotiques.....	27
3.2.1.1	Les maladies à viroïdes	27
3.2.1.2	Les maladies à virus	30
3.2.1.3	Les maladies à bactéries endogènes	32
3.2.1.4	Les maladies à agents non identifiés	35
3.2.1.5	Les maladies à bactéries exogènes	36
3.2.1.6	Les maladies à champignons	38
3.2.2	Les maladies abiotiques	41

CHAPITRE 4. ETUDE DU CTV (*Citrus tristeza virus*)

4.1	Histoire de CTV	52
4.2	La définition de CTV	52
4.3	Le CTV dans le monde.....	52
4.4	Le CTV dans l'Algérie.....	52
4.5	Classification de CTV	52
4.4	Les symptômes.....	53
4.5	Modalité techniques de surveillance du citrus tristeza virus (CTV)	54
4.6	Protocoles de diagnostic pour les organismes nuisibles réglementés	55
4.7	Méthodes de protection	56
4.8	Détection, mesures à apprendre	58
4.8.1	Protocole d'inspection.....	58
4.8.2	Outils de diagnostic.....	58
4.8.3	Les conditions à tenir en cas de détection	58
4.8.4	Information réglementaire complémentaire	58

CHAPITRE 5 METHODES DE CONTROLE DES MALADIES DES AGRUMES

5.	Méthodes de détection des maladies des agrumes	60
5.1	Evolution dans le diagnostic des maladies des agrumes	60
5.2	Les méthodes de contrôles biologiques.....	61
5.3	Les méthodes de contrôles sérologiques et moléculaires.....	61

LA DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

1. La situation géographique de la wilaya de Skikda	65
2. Présentation de l'université de 20 Août 1955	65
3. Caractéristiques des vergers d'agrumes de l'université	67
4. Matériels et méthodes.....	68
4.1. Présentation du lieu d'étude.....	68
4.2. Matériel végétal utilisés	68
4.2.1 Aspect générale des vergers prospectés	68
4.2.2 Caractéristiques des vergers prospectés	69
4.3. Méthodes de travail	70
4.3.1. Protocole d'échantillonnage	70
5. Résultats et discussions	72
5.1 Aspect général des vergers prospectés	72
5.2 Etude symptomatologique des verges prospectés	73
5.2.1 Etude de symptômes sur le feuillage.....	73
5.2.2 Etude de symptômes sur les branches	74
5.2.3 Etude de symptômes sur le tronc.....	74
5.3 Conclusion partielle.....	75
Conclusion.....	80
Référence bibliographique.....	IV

Liste des figures

Figure 1 : origine géographique et diffusion des agrumes dans le monde.....	04
Figure 2 : carte géographique de la production totale d'agrumes en Algérie	05
Figure 3 : les variétés des agrumes	09
Figure 4 : représentation schématique de quelques.....	14
Figure 5 : schéma de la fleur des agrumes	15
Figure 6 : coupe équatoriale d'un fruit d'agrumes.....	16
Figure 7 : différents types de pousses fructifères chez les Citrus	18
Figure 8 : la mineuse	22
Figure 9 : les pucerons	24
Figure 10 : la teigne.....	25
Figure 11 : galle dues aux nématodes sur les radicelles.....	26
Figure 12 : exocortis.....	28
Figure 13 : psorose écailleuse	30
Figure 14 : la tristeza.....	32
Figure 15 : stubborn	33
Figure 16 : chancre citrique.....	36
Figure 17 : la gommose.....	39
Figure 18 : symptômes de CTV sur le tronc	53
Figure 19 : symptômes de CTV sur les feuilles	54
Figure 20 : symptômes de CTV sur les rameaux	54
Figure 21 : carte de répartition du virus à travers les différents pays du monde	57
Figure 22 : : protocole d'échantillonnage aléatoire	71
Figure 23 : verger 1	72
Figure 24 : verger 2	72
Figure 25 : verger 3	72
Figure 26 : verger 4	72
Figure 27 : verger 5	73
Figure 28 : verger 6.....	73

Figure 29 : dessèchement	76
Figure 30 : jaunissement	76
Figure 31 : enroulement	76
Figure 32 : écaillage du tronc.....	76
Figure 33 : cochenille noire.....	77
Figure 34 : mineuse, Pucerons (vert et noire), Mouche blanche.....	77
Figure 35 : dessèchement	77
Figure 36 : jaunissement	77
Figure 37 : enroulement	78
Figure 38 : jaunissement	78
Figure 39 : mouche blanche	78
Figure 40 : mauvaise herbe	78
Figure 41 : araignée.....	79
Figure 42 : mineuse.....	79
Figure 43 : cochenille.....	79
Figure 44 : black spot.....	79

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des pays par production d'agrumes.....	03
Tableau 2 : Production, superficie et rendement des agrumes.....	05
Tableau 3 : Agrume (superficie complantée, en rapport et la production)	06
Tableau 4 : Répartition des espèces fruitières des jardins de l'Université de Skikda.....	65
Tableau 5 : Tranche d'âge des agrumes	67
Tableau 6 : Caractéristiques des vergers prospecté	69

Liste d'abréviations

- % : Pourcentage.
- **AFSCA** : Agence Fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire.
- **ATP** : *AdénosineTriphosphate*.
- **B** : Bore.
- **C°** : Degré Celsius.
- **CE** : la Communauté Européenne.
- **CEVD** : *Citrus exocortis viroïde des agrumes*.
- **CL** : *Candidatus Liberibacter*.
- **Cm** : Centimètre.
- **CNCC** : Centre national de contrôle et de certification des semences et des plants.
- **CTV** : *Citrus Tristeza Virus*.
- **Cu** : Cuivre.
- **DSA** : Direction des services agricoles.
- **DTBIA** : *Direct tissu blot immunoassay*.
- **EDDHA**: *Ethylene Diamine Diortho*.
- **ELISA**: *Enzyme Linked Immuno Assay*.
- **Ha** : Hectare.
- **HLB**: *Huanglongbing (Greening)*.
- **INPV** : Institut National de la Production Végétale.
- **ITAFV** : Institut technique des arbres fruitiers et de la vigne.
- **K** : Potassium.
- **Km** : Kilomètre.
- **Km2** : Kilomètre carré.
- **Mg** : Magnésium.
- **Mm** : Millimètre.
- **Mn** : Manganèse .
- **Mo** : Molybdène.

- **N** : Azote.
- **NIMP** : Normes internationales pour les mesures phytosanitaires.
- **OEPP** : Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes.
- **P** : Phosphore.
- **PCR** : *Polymerase Chain Reaction*.
- **PH** : Potentiel Hydrogène.
- **Qx** : Quintaux.
- **SAT** : Superficie Agricole Totale.
- **SAU** : Superficie Agricole Utile.
- **USA**: United State American.
- **Zn** : Zinc.

Introduction

Introduction :

L'agrumiculture fait partie intégrante de la vie économique et sociale, et aussi est un secteur important de l'arboriculture fruitière dans le monde entier.

La production d'agrumes provient principalement des régions méditerranéennes et tropicales, s'est ensuite développée au Brésil et en Asie.

Actuellement, la culture des agrumes occupe une place importante en Afrique, notamment en Algérie, elle est bien connue par l'importance de la culture des agrumes après la vigne.

En Algérie, les exploitations d'agrumes sont réparties sur 32 wilayas, avec une superficie d'environ 80 000 hectares. Le pays occupe le deuxième rang dans le monde arabe pour la production d'agrumes avec plus d'un million de tonnes par an.

Cette saison, le département des agrumes de la wilaya de Skikda a enregistré une grande abondance de production qui a dépassé 594 mille et 800 quintaux, à raison de 223 quintaux à l'hectare, selon les attentes de la direction de l'agriculture, qui a rejaili positivement sur ses prix dans le marché (DSA,2021/ 2022).

Malgré la production abondante d'agrumes, il existe des ennemis et des maladies qui menacent ces cultures et leur rendement telle que la Tristeza qui se transmise par les pucerons et cible les arbres greffés sur le bigaradier. Cette maladie peut être diagnostiquer à l'aide de diverses méthodes telles que les méthodes biologiques, moléculaires et sérologiques.

Ce travail pour principal objectif de détecter les symptômes associés au CTV (*Citrus tristeza virus*) dans les nouvelles et vieilles plantations en relation avec les portes greffes utilisés.

La présente étude est constituée d'une :

Partie bibliographique : nous avons fait le point sur la production des agrumes en générale, puis la bibliographie sur la présentation de la plante hôte, et consacré à la présentation des ravageurs et des maladies, et aussi une étude de CTV.

Partie pratique : À travers des prospections sur terrain en période de printemps pour étude symptomatologique basée sur des observations visuelles de probables présence de symptômes associés au virus de la tristeza (CTV) sur des vergers de nouvelles et vieilles plantations greffées sur le bigaradier et autres porte-greffes.

Chapitre 1.

LA PRODUCTION DES AGRUMES

1.1 les agrumes dans le monde

Les productions d'agrumes proviennent essentiellement des régions méditerranéennes et tropicales. Les agrumes sont donc de nos jours implantés dans toutes les zones du monde où leur production est possible (Ndo, 2011). Les agrumes sont cultivés sur les cinq continents (Amérique - Europe – Afrique – Asie – Océanie) (Loussert, 1989). La production mondiale d'agrumes, toutes espèces confondues, s'élève à plus de 110 millions de tonnes par an, sur une superficie de 7,5 millions d'hectares environ. Les oranges représentent environ 60 % de la production totale d'agrumes, les tangerines, mandarines, clémentines et satsumas comptent pour 23 % du volume mondial, comme indiqué dans le " Tableau 01". Environ 13,7 millions de tonnes de citrons et de limes, ainsi que 4,4 millions de tonnes de pamplemousses et pomelos sont produites annuellement (www.yara.fr).

Tableau 01 : Liste des pays par production d'agrumes 2018/2020

Pays	Production et tonnes
Chine	38, 392,847
Brésil	19, 591,623
Inde	12, 043,000
Mexique	8, 110,382
Etats-Unis	7, 514,334
Espagne	7, 022,271
Egypte	4, 808,531
Turquie	4, 293,007
Afrique Du Sud	2, 241,245
Maroc	2, 042,820
Algérie	1, 203,752
Venezuela	548,394
Tunisie	480,458
Equateur	155,633

(www.atlasbig.com)

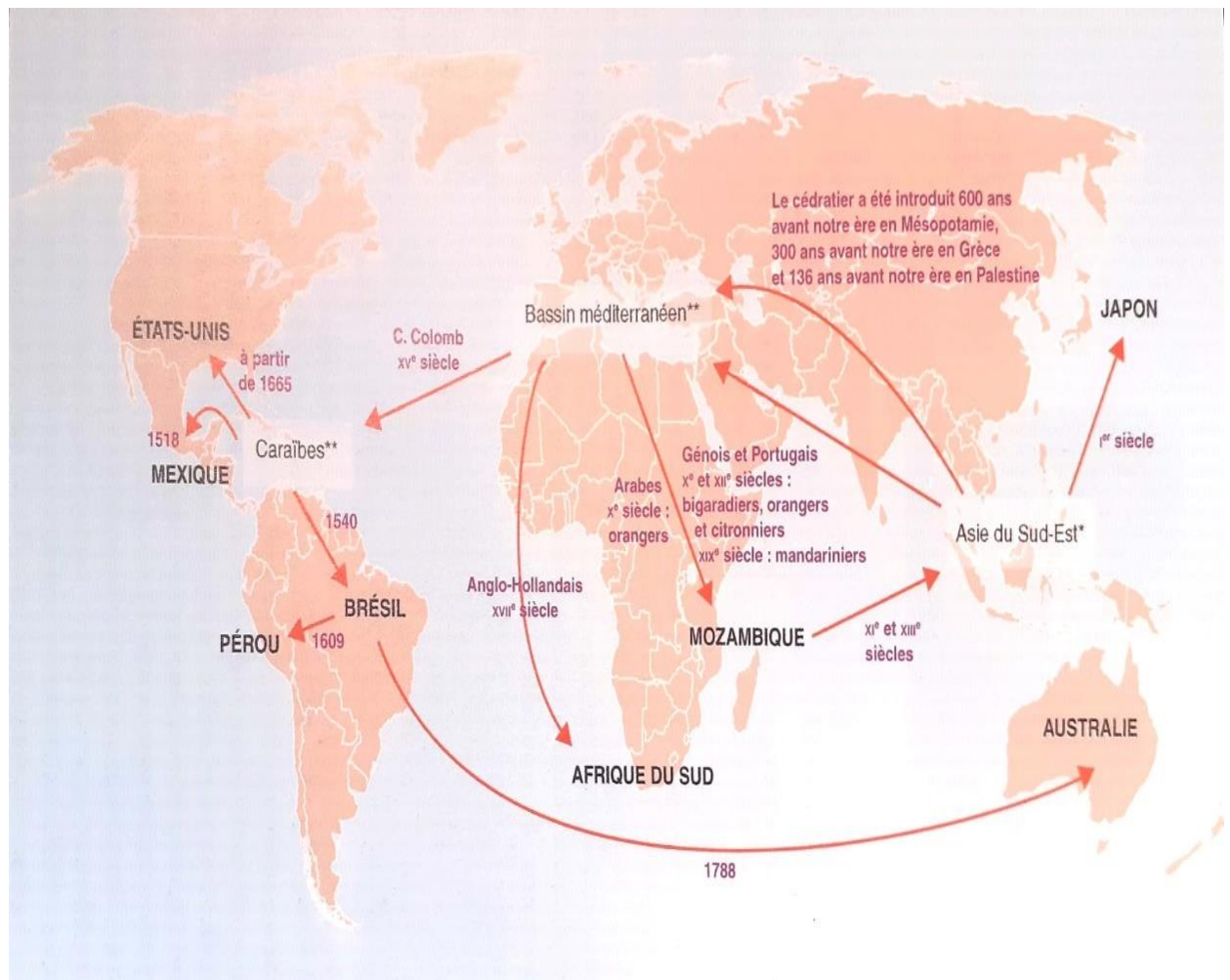


Figure 1. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde (Jacquemond et al, 2013).

1.2 Les agrumes en Algérie

La présence des agrumes en Algérie est due aux arbres qui ont introduit le bigaradier et le Citronnier au début du XVIII -ème siècle (Loussert, 1985).

L'Agrumiculture des pays du bassin méditerranéen est diversifiée tant au niveau des variétés cultivés (clémentines, hybride de mandarines, orange, pomelos, citrons, bergamotes, cédrats, etc.) que dans leur commercialisation (fruit frais, jus, cosmétique, plats d'ornements) (Jacquemond, 2013).

La culture des agrumes revêt une importance stratégique en sa qualité de source d'approvisionnement en fruits frais et des débouchés sur le marché national des produits agrumicoles (Biche, 2012).

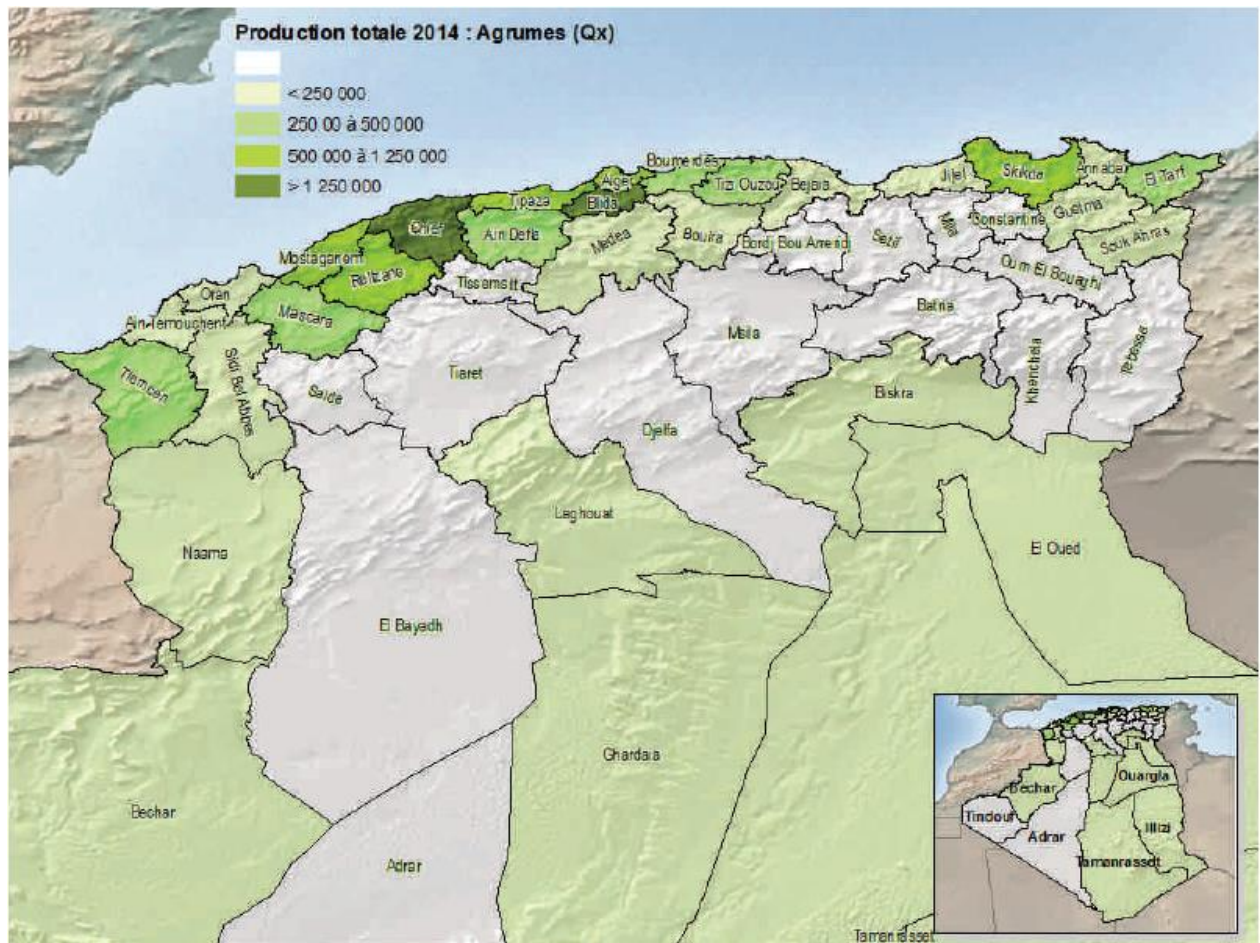


Figure 2. Carte géographique de la production totale d'agrumes en Algérie (Dsa, 2014).

La culture des agrumes en Algérie est limitée à une superficie totale déterminée, qui est également répartie entre les différents états de la willaya en fonction des condition climatiques appropriées, et la superficie varie selon les régions " centre, est, ouest, sud. " comme indiqué dans " le tableau 02 " montre quelques états.

Tableau 02 : Production, superficie et rendement des agrumes.

Régions	Principales wilaya	Superficie complète (ha)	Superficie En rapport (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Centre	Blida	17 429	16 461	4 200727	255,2
Est	Skikda	2784	2386	560 300	234,8
Ouest	Tlemcen	2652	2345	326 240	139,3
Sud	Tamanrasset	182	182	4782	26,3

(DSA, 2014)

1.3 Les agrumes dans la wilaya de Skikda

La wilaya de Skikda est une ville côtière caractérisée par des cultures différentes, entre autres, la culture des agrumes.

Selon les statistiques récentes (DSA, 2022), la Superficies Agricole Totale (SAT) est estimée à 413726. La Superficie des cultures irriguées est de 15117,08 et la superficie agricole utile (SAU) 131874. Le nombre total d'exploitation est de 27141, dont 20350 privés.

Les agrumes occupent un territoire très important avec une superficie totale est de 3526,71 ha pour l'année 2021/2022.

Tableau 03 : Les agrumes (Superficie complantée, en rapport et production).

Les communes	Total des agrumes		
	Superficie complantée (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production (qx)
Skikda	101.25	96.25	17338
Ain Zouit	46	42	10743
EL Hadaiek	128.7	122	22854
Azzaba	260.5	204.5	45887
Djendel	197	157	34776.5
Ain Charchar	294	257.5	50730
B Lakhdar	300	274	46836
Ben Azzouz	272	253.8	54128
ES Sebt	42	32	5232
Collo	14	11.5	1856
Beni Zid	8.5	7	710
Kerkera	33	31	3180
OuledAttia	0	0	0
Oued zehour	14.75	11.5	2078
Zitouna	1	1	168
El Harrouch	10.75	10.25	1638
Zerdezas	14	6	570

Ouledhababa	3	1.5	75
Sidi mezghiche	16.5	13.5	1984
EmjezEdchich	68.75	58.25	10590
Beni Oulbane	1	0	0
Ain Bouziane	0	0	0
Ramdane Djamal	544.25	431	93558
Beni Bechir	144	127	23119
Salah Bouchaour	267.5	243.5	47441
Tamalous	66.5	59	9466
Ain Kechera	31	14.5	2808
Oum Toub	3.5	0	0
Bin El Ouiden	18	13	1391
Fil Fila	6.75	5.75	1546.5
Cheraia	15.5	14	1892
Kanoua	1	0	0
Laghdir	3.25	2	542
Bouchetata	4.5	3.5	696
O.Boulballout	10	5	526
KenagMayoune	0	0	0
HamadiKrouma	215.5	208.5	37502
El Marsa	6	6	949
Total	3163.95	2723.3	532810

(DSA,2021/2022).

Chapitre 2.

PRESENTATION DE LA PLANTE HOTE

2.1 Historique des agrumes

La domestication et la culture des agrumes se sont développées en Asie dans l'aire d'origine de ces arbres. La première grande migration des agrumes a eu lieu au premier millénaire avant notre ère, en direction de l'ouest, vers la Mésopotamie. De là, ils atteignirent les rivages de la Méditerranée, l'Égypte et la Grèce entre le VIII^e et le IV^e siècle av. J.-C. Théophraste, botaniste contemporain d'Alexandre le Grand, fit une description détaillée de l'agrume que l'on nomme aujourd'hui cédratier (appelé dans l'ancien temps par les grecs « Pomme de Médie »). Les restes archéologiques sont très rares et quelques fresques murales découvertes à Pompéi (73) représentent des agrumes portant des fruits ressemblant aux citrons et cédrats. Le cédratier a probablement été présent dans tout le pourtour méditerranéen avant le début de notre ère. On attribue l'introduction en Méditerranée du bigaradier, du pamplemoussier et du citronnier aux Maures, aux Génois et aux Portugais (X-XII^e siècles).

L'essor du commerce maritime au XV^e siècle permit la diffusion des agrumes à travers le monde. Christophe Colomb les introduisit dans les Caraïbes (1493). Au XV^e siècle, les agrumes sont présents dans de nombreuses régions du continent américain. L'oranger (orange douce) ne fut connu en zone méditerranéenne qu'au XV^e siècle et le mandarinier seulement au XVI^e siècle, tous deux en provenance de Chine. En Méditerranée, la culture en zones rapprochées de ces différentes espèces d'agrumes, fut propice à l'émergence de nouvelles formes hybrides, comme la bergamote, le clémentinier et le cédrat Corse. De nombreuses variations naturelles sont aussi apparues dont les variétés d'oranges sanguines (Luro, 2015).

2.2 Définition des agrumes

Le mot « agrumes », d'origine italienne, est un nom collectif, masculin pluriel, qui désigne les fruits comestibles et par extension, les arbres qui les portent, appartenant au genre *Citrus* (Loussert, 1989).

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 (Jacquemond, 2013).

2.3 Classification Botanique

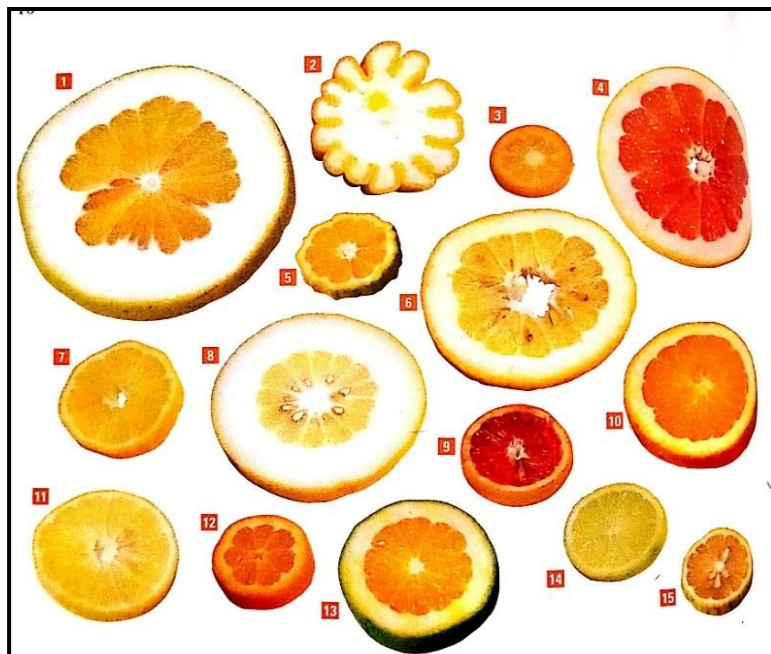
D'après Jacquemond et al. (2013) beaucoup de travaux ont été réalisés au cours du XXème siècle afin de classer les différentes variétés et espèces, il est admis que les agrumes se répartissent en trois genres botaniques, compatibles entre eux : Poncirus, Fortunella et Citrus.

Selon Loussert (1987), les agrumes sont classés comme suit :

- **Ordre :** *Geraniales*
- **Sous ordre :** *Géaminae*
- **Famille :** *Rutaceae*
- **Sous Famille :** *Auranliodeae*
- **Tribu :** *Citreoe*
- **Sous-tribu :** *Citrinae*

2.4 Les principales variétés des agrumes

La région méditerranéenne se caractérise par plusieurs variétés principales d'agrumes, qui sont les suivantes :



1. Pamplemousse
2. Cédrat 'Digitata'
3. Kumquat
4. Pomelo 'Star Ruby'
5. Bigarade 'Striata'
6. Bigarade 'Bouquetier de Nice'
7. Citron 'Meyer'
8. Cédrat
9. Orange sanguine
10. Orange
11. Citron
12. Calamondin
13. Mandarine Satsuma
14. Lime de Tahiti
15. Citron sanguin

Figure 03 : Les variétés des agrumes (Bénédicté, 2011).

- Les orangers (*Citrus sinensis*)

D'après Loussert (1989), C'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.

Selon Loussert (1989), les fruits sont de forme et de coloration variable suivant les variétés, ce qui permet de classer les oranges en quatre groupes :

-Les oranges blondes Navel : D'après Bénédicte et Bachès, (2011). Elles se caractérisent par la présence au niveau pistillaire d'un petit fruit mal formé appelé « navel » (nombril, en anglais). Fruit d'excellente qualité gustative qui se pèlent bien. Pulpe croquante, quartiers séparés, orangée à maturité. Leurs variétés sont : *Navelina*, *Washington Navel*, *Golden Buckeye*, *Thomson Navel*, *Navelate*, *New Hall Navel*, *Lane Late*, *Washington Navel Powell*, *Caracara* (Bénédicte, 2011).

-Les oranges blondes : Ce groupe est composé d'une part des oranges blondes communes, et d'autre part des oranges blondes fines. Les variétés les plus cultivées en Méditerranée sont : *Salustiana*, *Hamlin*, *Cadenera*, *Shamouti*, *Valencia Late* (Loussert, 1989).

-Les oranges sanguines : Elles se distinguent des oranges Blondes par un épiderme et une pulpe colorée de pigments rouges (anthocyanes). Leurs variétés sont : *Maltaise de Tunisie*, *Moro*, *Sanguinelli*, *Sanguinello Moscato*, *Tarroco Rosso*, *Double Fine* (Bénédicte, 2011).

- Les mandariniers

Les mandariniers sont un groupe d'espèces qui peuvent être distinguées comme suit :

·Les mandariniers Satsuma (*Citrus unshiu*).

·Les mandariniers Communs (*Citrus deliciosa*).

·Les clémentiniers (*Citrus clementina*).

·Les autres mandariniers (*Citrus reticulata*) et les mandariniers hybrides. Parmi les variétés les plus intéressantes, on peut retenir : *La mandarine Ortanique*, *La mandarine Murcott*, *La mandarine Wilking*.

(Loussert, 1989)

- Les citronniers (*Citrus limon*)

Ce sont généralement des arbres vigoureux, à grand développement si les conditions de culture leur sont favorables. Les principales variétés cultivées sont : Eureka, *Lisbonne*, *Verna* et *Femminello ovale* (Loussert, 1989).

- Les pomelos (*Citrus paradisi*)

Ce sont en général des arbres de grande taille, à feuillage dense, cachant souvent les fruits. (Loussert, 1989). Les principales variétés cultivées sont : *Duncan*, *Marsh*, *Shambar*, *Gold*, *Oroblanco*, *Star Ruby* (Bénédicte, 2011).

- Le cédratier (*Citrus medica*)

C'est un arbuste de port irrégulier, à grandes feuilles de forme ovale, à pétiole court et sans aileron (Loussert, 1989). Il n'était pas consommé, mais ses utilisations cosmétiques ou pharmaceutiques étaient réputées (Jacquemond, 2013). Les deux principales variétés cultivées sont :

- Le cédrat de Corse à pulpe douce.
- Le cédrat Diamante à pulpe acide.
- Le Kumquat (*Fortunella sp.*)

Selon Bénédicte et Bachès, arbre plutôt petit, port compact (3,5 m de haut par 4 m de diamètre), à croissance lente, peu ou pas épineux, très fructifère. Leurs variétés sont :

Kumquat rond, *Marumi*, *Kumquat long*, *Nagami* (Bénédicte, 2011).

2.5 Les variétés des porte-greffes des agrumes :

2.5.1 Bigaradier (*Citrus Aurantium*)

Il s'agit du porte-greffe le plus anciennement utilisé et qui reste encore dominant dans bien des pays du bassin méditerranéen. Il tend à perdre sa place prépondérante, en raison des associations sensibles qu'il constitue vis-à-vis du virus de la tristeza.

Le bigaradier est sensible au mal secco, une maladie du système vasculaire due à *Phomatracheiphila* ; il donne des associations sensibles au virus de la tristeza.

En contrepartie, il donne des associations tolérantes au blight. Il est tolérant à la cachexie-xyloporose et à l'exocortis, résistant à la gommose à *Phytophthora*, mais sensible aux nématodes notamment ceux du type *Tylenchulus semipenetrans*.

Il induit une productivité moyenne ou bonne et confère une qualité du fruit acceptable. Il induit une productivité moyenne ou bonne et confère une qualité du fruit acceptable.

2.5.2 Citrange Troyer

Cet hybride interspécifique a été obtenu en Californie vers 1909, à partir d'un croisement entre l'oranger *Citrus sinensis* et le *Poncirus Trifoliata*.

Ce porte-greffe est assez résistant à la gommose à *Phytophthora*.

Le citrange Troyer forme des associations tolérantes à la tristeza, il est tolérant à la cachexie-xyloporose, mais sensible à l'exocortis, au blight et aux nématodes.

Il induit rapidement la mise à fruit et assure une production élevée.

2.5.3 Citrange Carrizo

Cet hybride est issu d'un croisement semblable à celui du Citrange Troyer. Aujourd'hui, le citrange Carrizo devient l'un des porte-greffes les plus utilisés dans plusieurs grands pays agrumicoles de la zone tropicale et subtropicale.

Le citrange Carrizo donne des associations tolérantes à la tristeza et sa résistance aux nématodes est meilleure qu'avec le citrange Troyer.

La productivité du citrange Carrizo est très élevée, sans diminution du calibre des fruits.

2.5.4 Citrus Volkameriana

A l'origine, ce porte-greffe avait retenu l'attention pour sa résistance au mal secco. C'est un bon porte-greffe « passe-partout », notamment pour les citronniers, les limettiers et divers autres agrumes.

Ce porte-greffe résiste correctement à la gommose à *Phytophthora* et il donne des associations tolérantes à la tristeza, à l'exocortis, à la cachexie, mais sensibles au blight.

La productivité est élevée, l'entrée en production rapide et la qualité du fruit moyenne. (www.viverosalcanar.com)

2.5.5 Citrange C35

C35 a été obtenu par l'Université de Californie en 1987. C'est un hybride issu d'un croisement entre l'oranger Ruby Blood et *P. trifoliata*.

Le citrange C35 donne des associations tolérantes à la tristeza et moins susceptibles à la *Phytophthora* que citrange Troyer.

Il est tolérant au nématode des agrumes *Tylenchulus semipenetrans*.

C35 a produit des arbres à rendement élevé avec des fruits de bon calibre et une qualité interne excellente.

(www.bacteries-champignons.blogspot.com)

2.5.6 Poncirus

Le genre Poncirus compte 2 espèces seulement. La plus courante en France est le citronnier épineux (*Poncirus trifoliata*) qui se décline avec un cultivar très ornemental, *Poncirus trifoliata* 'Flying Dragon'.

L'autre espèce est rare en Europe, il s'agit du poncirus polyandre (*Poncirus polyandra*), originaire de Chine.

(www.jardinage.lemonde.fr)

2.6 Morphologie des agrumes

Les agrumes sont des petits arbres ou arbustes, dont la taille peut varier de 2 à 10 mètres de haut suivant les espèces.

Leur frondaison est généralement dense et leurs feuilles sont persistantes, à l'exception des poncirus. Leurs fruits, constitués de quartiers remplis de petites vésicules très juteuses, constituent leur principale originalité (Bénédicte, Bachès, 2011).

D'après Loussert, 1989, Les plantes d'agrumes, cultivés en orangerie, sont en général composées de deux parties :

- Une partie souterraine, formée par le porte-greffe (ou sujet). C'est la partie qui assure à la fois l'ancrage de l'arbre au sol, et son alimentation en eau et en sels minéraux.

- Une partie aérienne, c'est la partie productive de l'arbre, celle qui portera les fruits.

- Le système racinaire

Le développement du système racinaire d'un arbre adulte, tant en profondeur que latéralement, est avant tout fonction des propriétés physiques du sol. En règle générale (cas des terres libres), le système racinaire des Citrus se situe principalement dans les 100 premiers centimètres de profondeur.

- Le système aérien

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

-Le tronc : Son développement est limité en hauteur à quelques dizaines de centimètres par la première taille de formation qui a pour effet de favoriser le développement des futures charpentières. C'est au niveau du tronc que se situe la **ligne de greffe** résultant de l'association de la variété et du porte-greffe (Loussert, 1989).

-Les ramifications : Elles constituent l'armature de l'arbre. Les **branches charpentières**, limitées à 3, 4 ou 5 par la taille de formation, prennent naissance sur le tronc. Elles doivent être d'égale vigueur afin de favoriser le développement équilibré de la frondaison (Loussert, 1989).

-Les feuilles : Tous les *Citrus* sont des arbres à feuilles persistantes, ce qui est un caractère d'adaptation à des hivers peu rigoureux. En général les jeunes arbres sont pourvus de feuilles plus larges et plus grandes que les arbres adultes (Loussert, 1989).

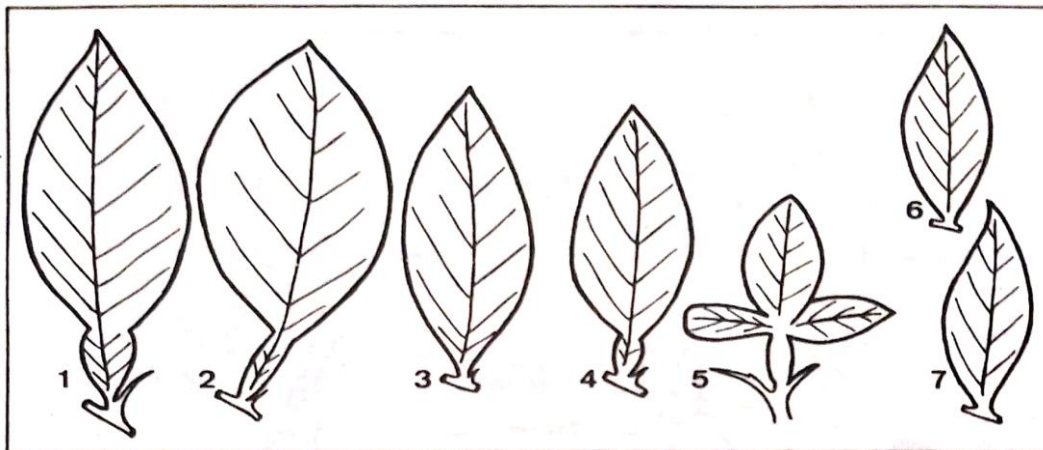


Figure 04 : Représentation schématique de quelques types de feuilles (Loussert, 1989).

-Les fleurs : La fleur de *Citrus* est composée :

- de **3 à 5 sépales** colorés en vert, soudés en forme de coupe protectrice ; ils constituent le calice.

- de **4 à 8 pétales** (généralement 5), blancs ou légèrement colorés en pourpre chez certaines espèces (citronniers, pomelos, limettiers) ; ils forment **la corolle**.

- de 20 à 30 étamines, soudées à leur base par groupes de 3 à 4.
- de **pistil** formé par l'union de plusieurs **carpelles** (Loussert, 1989).



Figure 05 : Schéma de la fleur des agrumes (www.jardinage.lemonde.fr).

-Les fruits : Les fruits des principales espèces et variétés cultivées de *Citrus* diffèrent par leur coloration, leur forme, leur grosseur, la composition de leur jus et leur époque de maturité. On peut distinguer les parties suivantes :

- L'écorce : elle constitue la partie non comestible du fruit. Cette écorce est formée de **l'épicarpe et du mésocarpe externe et interne.**
- La pulpe : C'est le contenu filandreux de l'endocarpe et la partie comestible du fruit, elle contient le jus du fruit. La pulpe est généralement retirée du jus de fruit en la filtrant.
- Les pépins : ils proviennent, comme toutes les graines, de la fécondation ou fusion de deux cellules sexuelles (ou gamètes) : d'une part **l'anthérozoïde** du grain de pollen et d'autre part **l'ovule** de l'ovaire. Leur nombre est variable, non seulement en fonction de l'espèce et de la variété, mais également suivant les conditions de la pollinisation (Loussert, 1989).

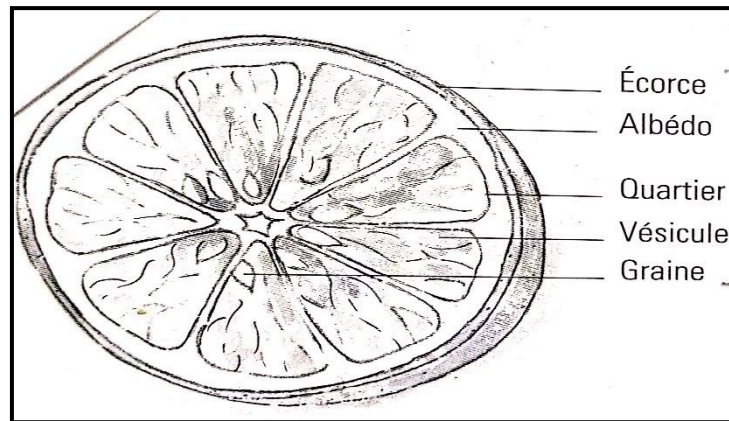


Figure 6. Coupe équatoriale d'un fruit d'agrumes (Bénédictte, 2011).

2-7 Le cycle de croissance et développement

Les étapes de la croissance

D'après Loussert, 1989, les principales étapes de la vie de l'arbre sont les suivantes

Période d'élevage en pépinière : cette période, d'une durée de 12 à 36 mois, se déroule en pépinière. Elle commence avec le semis des graines pour la production du porte-greffe, se poursuit avec le greffage de la variété sur le porte-greffe, et se termine avec l'élevage du jeune plant.

Période improductive : le jeune plant en provenance de la pépinière est âgé (âge du porte-greffe) de 1 à 3 ans, suivant la technique de multiplication utilisée ; il est alors mis en place sur

Le terrain de plantation. Le jeune plant installé développe à la fois son système racinaire et sa frondaison.

Période d'entrée en production : avec la première floraison apparaissent la première fructification. L'arbre fleurit et fructifie de plus en plus, et ce durant une période moyenne de 5 à 7 ans (variables avec l'espèce, la variété et le porte-greffe). Cependant les frais de production qu'entraînent les soins culturaux ne sont que partiellement couverts par la vente des récoltes.

Période de pleine production : c'est la période la plus intéressante pour l'agrumiculteur. Le développement végétatif de l'arbre se stabilise : il consacre son «énergie» à fleurir, à fructifier et à renouveler ses ramifications, ses feuilles et ses racines.

Période de vieillissement : l'agrumiculteur, dont les arbres sont en place depuis 30 à 40 ans, voit progressivement diminuer les productions. Le renouvellement des pousses fructifères se ralentit, la frondaison est moins fournie.

Période de décrépitude : c'est la période où il convient de prendre la décision d'arracher les arbres, car les frais d'entretien ne sont plus couverts par la vente des récoltes. Les arbres, affaiblis, deviennent sensibles à de nombreuses attaques parasites, qu'accroissent souvent des carences alimentaires. Les récoltes sont faibles et les fruits produits sont de qualité médiocre.

2-8 Le cycle annuel de développement

Bien que le cycle annuel des agrumes ne soit pas aussi distinct que celui des espèces fruitières à feuilles caduques, il est possible de différencier les étapes suivantes :

La croissance végétative : Apparaît sur les jeunes ramifications pendant les trois périodes suivantes :

- Au printemps (du février au début mai) se manifeste la pousse de printemps (Loussert, 1989).
- En été (courant juillet-août) se développe la pousse d'été. Cette pousse est en général moins importante que les pousses de printemps et d'automne (Loussert, 1989).
- En automne (d'octobre à la fin novembre) apparaît la troisième pousse, dite pousse d'automne. Elle assure en partie le renouvellement du feuillage (Loussert, 1989).

Le développement floral : Les stades de développement floral chez les agrumes sont similaires à ceux des autres types de fruits. **La floraison, la pollinisation et la fécondation** sont les étapes du développement des fleurs.

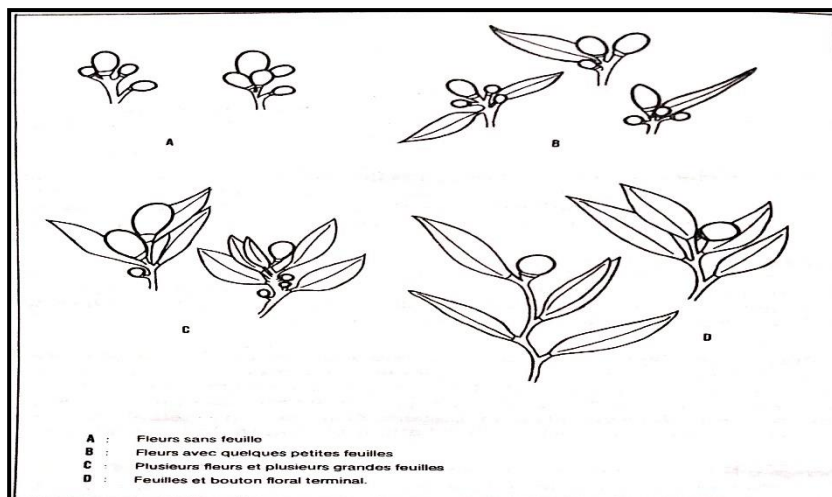


Figure 07 : Différents types de pousses fructifères chez les *Citrus* (d'après Browman-1956).

La floraison : Pour la plupart des Citrus cultivés elle a lieu au printemps, de la fin mars au début mai, en même temps que s'effectue la pousse de printemps (Loussert, 1989).

La pollinisation : En pleine floraison, les anthères des étamines s'ouvrent et libèrent des grains de pollen. Ce pollen est transporté par le vent ou par les insectes comme les abeilles.

La fécondation : Elle est pleinement assurée (fécondation complète) chez les espèces et les variétés riches en pépins (Loussert, 1989).

Le développement du fruit : Les trois étapes de base de la croissance des fruits sont : la nouaison, le grossissement et la maturation.

La nouaison : C'est la première étape de développement du fruit qui suit la fécondation (si elle eut lieu), ou le développement parthénocarpique en l'absence de fécondation complète.

Le grossissement : Après sa nouaison, le grossissement et la croissance de la fructification est rapide, il a lieu de mai à juin.

La maturation : Au cours des mois d'été (juillet-août-septembre), le fruit poursuit son développement en grosseur, pour atteindre en octobre son calibre définitif (Loussert, 1989).

2-9 La multiplication des agrumes

Afin d'obtenir des plantes indemnes des virus, la multiplication des agrumes doit être bien maîtrisée.

Comme la plupart des espèces végétales, la multiplication des agrumes se fait par semis ou par voie végétative.

-La multiplication par semis : Le semis donne des plants sains qui ne portent pas des virus, des plants vigoureux. Ces derniers entrent en production 3 à 5 ans plus tard que ceux issu par voie végétative. La multiplication par semis ne conserve pas l'identité génétique de la plante mère. Cependant elle est utilisée pour la multiplication des portes greffe exemple : bigaradier

-La multiplication végétative : C'est la multiplication asexuée. Dans ce cas, les caractéristiques variétales sont conservées à 100 %. La fructification ou la mise à fruit est très rapide (2 à 3 ans). La multiplication végétative des agrumes peut être par bouturage, marcottage ou par greffage.

* *Le bouturage* : Tous les agrumes peuvent être multipliés par bouture. Cette technique n'est utilisée qu'à petite échelle pour le cédratier, la lime pour la culture en pot.

* *Le marcottage* : Pour les agrumes, on parle de marcottage aérien. Les atouts de cette technique sont l'efficacité et la rapidité. Elle est utilisée surtout par les passionnés de l'aspect décoratif des agrumes.

* *Le greffage* : Le greffage est la technique de multiplication des agrumes la plus utilisée dans le monde (Bénédicte, 2011). Se fait entre deux agrumes : le greffon représente la variété à cultivée (partie aérienne) et le porte greffe représente le support (partie souterraine). Il donne au greffon la vigueur, la résistance au froid, aux virus et au calcaire actif. Elle peut être en écusson ou en couronne.

2-10 Entretien d'un verger d'agrumes

2-10-1 La plantation des agrumes

La plantation des agrumes se fait de préférence printemps ou à l'automne, si cela ne se produit pas. Ces arbres fruitiers apprécient les sols légers, bien drainés, à tendance sableuse et non calcaire. Ils sont très gourmands et demandent un sol riche.

Que vous le cultiviez en pleine terre ou en pot, il est recommandé de tremper la motte dans l'eau quelques instants avant la plantation.

2-10-2 La taille des agrumes

Généralement la taille des agrumes n'est pas très compliquée. Elle s'effectue au retour des beaux jours et permet à l'arbuste de se ramifier tout en lui conférant une belle forme qui n'offre pas une forte résistance au vent.

Les agrumes se taillent avec un sécateur pointu, dès l'arrivée du printemps, lorsque la sève commence à monter. Ainsi, elle va se répandre sur toutes les branches, qui vont se densifier et créer une charpente solide.

2-10-3 La fertilisation

La fertilisation est considérée comme l'un des processus les plus précis et les plus importants après l'irrigation. Elle est effectuée régulièrement de mars à octobre. La quantité et la régularité dépendant de la taille et du mode de culture de votre plante (en pot ou en pleine terre).

Les agrumes ont un besoin particulièrement important en azote (N), acide phosphorique (P), potassium (K) et oligo-éléments (fer, magnésium, calcium). (Bénédicte, 2011). De plus le fer est également conseillé sous forme d'EDDHA, notamment dans les sols calcaires pour éviter la chlorose.

2-10-4 L'irrigation

L'irrigation est l'une des opérations de service les plus importantes qui ont un impact clair sur le succès de la culture des agrumes, en raison de son impact significatif sur la croissance et la productivité des arbres, ainsi que sur les qualités des fruits. Elle s'installe sous trois modes : irrigation de surface, irrigation par aspersion et irrigation localisé.

Les agrumes ont les plus besoins d'eau en été, et ils ne devraient pas non plus manquer en hiver, à ce moment-là, le fruit est complètement mûr et devient saturé d'eau. Cependant, les plants d'agrumes ne doivent pas être conservés en permanence dans l'eau, car ce ne sont pas des plantes aquatiques.

2-10-5 La récolte

Les agrumes sont des fruits qui ne mûrissent pas après la récolte. Il est donc important qu'ils soient capturés au bon moment pour obtenir un fruit juteux et sucré riche en vitamines.

La maturité est mesurée selon différents paramètres, à savoir la couleur, la teneur en jus, le taux de solides dissous et l'acidité.

Habituellement, les agrumes sont récoltés manuellement, pour que les doigts n'y laissent aucune trace.

2-10-6 Le stockage

Afin de bien conserver les agrumes, les fruits doivent être cueillis avec soin, car leur peau peut facilement s'abîmer même si elle est épaisse. La plaie devient une porte ouverte aux champignons responsables de la fameuse moisissure verte qui se développe sur la peau.

Seuls les fruits sains doivent être stockés, afin de ne pas contaminer l'ensemble de la récolte. Il peut être placé dans une pièce fraîche pendant plusieurs semaines.

Chapitre 3.

LES MALADIES ET LES RAVAGEURS

3-1 Les ravageurs**3-1-1 La mineuse des agrumes (*phyllocnistiscitrella*)**

La mineuse c'est un petit papillon nocturne originaire du sud-est asiatique, et aujourd'hui disséminé dans la plupart des régions agrumicole du monde, l'adulte mesure 2mm de long et, 4,5 mm d'envergure, il possède des ailes antérieures et postérieures de couleur blanc-grisâtre (Smith et al, 1997).

La mineuse pond des œufs sur les faces intérieures des feuilles des jeunes rameaux non lignifiés, les larves jaunes verdâtres pénètrent immédiatement dans les feuilles en creusant des galeries, la feuille déformée se crispe. La larve met entre 10 à 15 jours avant de devenir papillon (Bénédicte et Bachès, 2011).

La femelle pond plus de 50 œufs dans sa vie et ce, 24 heures seulement après l'accouplement, à raison de 20 œufs par nuit. L'éclosion, rapide, survient en 24 heures. Quatre stades larvaires se succèdent. Le quatrième stade est jaune et ressemble au troisième mais ne se nourrit plus.

Cette larve façonne alors un cocon sur le bord de la feuille et évolue en puppe. L'adulte émerge 6 jours plus tard. Ainsi, plus de 15 générations peuvent se succéder dans l'année.



Figure 08 : la mineuse (www.gerbeaud.com)

-Les dégâts

La mineuse ne constitue un problème que sur jeunes arbres et sur rameaux vigoureux (Jacquemond et al 2003).

Seul le jeune feuillage est attaqué, les feuilles sont déformées et enroulées par les chenilles qui broutent les cellules épidermiques du limbe, formant ainsi les mines caractéristiques et la

surface photo synthétiquement active delà feuille s'en trouve ainsi diminuée (Smith et al, 1997).

-La lutte

a) Lutte chimique : au début de l'été, traiter avec un insecticide approprié + huile blanche. Renouvelez toutes les semaines (si la pluie est lessivante toutes les 2 semaines).

b) Lutte biologique : il existe des parasites de la mineuse, notamment des micro - guêpes (*Cirrospilus* ou *Ageniaspis citricola*) qui une fois introduites éliminent la quasi - totalité des mineuses.

Peu répandu en France, ce système de lutte suppose d'avoir une grande quantité d'agrumes, et pas de traitement chimique autour de chez vous. à renouveler en début d'été. Vous pouvez aussi, tout simplement, éliminez les pousses de fin d'été et d'automne atteintes. Jusqu'à ce jour, il n'y a pas de dégâts sur les pousses de printemps (Bénédicte et bachès,2011).

3-1-2 Les pucerons

Ce sont des petits insectes de l'ordre "*hémiptèra*" appartenant à la famille des "*aphidoidea*", ces insectes ont un corps ovale plat et mesurent entre 2 à 4 mm, se nourrissent de sève des arbres, se reproduisent très rapidement et se propagent facilement sur de longues distances et transmettent un grand nombre de maladies virales des plantes (Tristeza).

Les pucerons connaissent parfois de variables explosions démographiques, pendant la plus grande partie de l'année le temps de génération est en effet tendu très court grâce à un mode de reproduction sans sexualité, la parthénogenèse, et a une variabilité.

Une femelle parthénogénétique donne directement naissance à d'autres femelles parthénogénétiques, sans avoir été fécondée par des mâles, évitant ainsi la sexualité et le stade œuf, les pucerons réalisent une « économie d'individus », les mâles et de temps à la belle saison, une semaine seulement suffit au développement complet d'une génération (Hullé, 1999).



Figure 09 : Puceron (www.bsvguyane.worldpress.com)

-Les dégâts

Ils sont causés principalement par pucerons verts sur les jeunes feuilles, allant parfois jusqu'à la déformation des rameaux, développement léger de fumagine sur le miellat sécrété par les pucerons (Jacquemond et al, 2013).

-La lutte

a) Lutte biologique : de nombreux prédateurs, larves de coccinelles, chrysopes limitent les populations début de printemps (Bénédicte et Bachès, 2011).

b) Lutte chimique : un traitement insecticide contre le puceron vert peut parfois s'avérer utiles sur les jeunes plantations, mais il faut garder à l'esprit que ces traitements favorisent la pullulation des acariens et des cochenilles en diminuant les populations d'auxiliaire (Bénédicte et Bachès, 2011).

3-1-3 La teigne

-Adulte : 10 à 12 mm d'envergure, de couleur gris terne. Antennes relativement courtes. Ailes fortement frangées. Les ailes antérieures sont gris brunâtre chagriné, plus sombres sur le bord inférieur et à l'apex ; les ailes postérieures sont très étroites, gris brun uniforme et enfumées vers l'extrémité.

-Œuf : ovale, légèrement convexe, 0,15 x 0,2 mm, il est opalescent avec un chorion finement réticulé.

- **Larve** : décolorée et de très petite taille à l'éclosion de l'œuf, elle mesure 6,5 mm de long sur 1,8 mm de large en fin de croissance. Corps de couleur claire, brunâtre ou blanchâtre avec la tête et la plaque thoracique plus foncées.

- **Papillon**: après son apparition, il se nourrit de substances sucrées, il vole au crépuscule et le jour, se tient au repos dans les arbres-hôtes.

L'accouplement a lieu peu après la sortie, quelques heures plus tard, la femelle pond 1 à 3 œufs sur un bouton floral puis change de bouton.

Fécondité totale observée : 60 à 150 œufs.

- **La jeune chenille**: pénètre à l'intérieur du bouton floral et dévore les organes floraux repliés, puis elle sort par un trou latéral circulaire et gagne un autre bouton qu'elle évacue de la même manière. Elle tisse des fils de soie qui rassemblent les inflorescences attaquées.

Après la nouaison, elle s'attaque au jeune fruit dans lequel elle pénètre latéralement par le réceptacle.

Selon la saison, elle se nourrit également de pousses tendres et de jeunes feuilles qu'elle agglutine dans un tissage. Elle pénètre également dans les fruits développés en forant une galerie dans l'épaisseur de la cuticule.

Son cycle de vie est de 11 générations par an en Sicile et certainement de même dans tout le Bassin méditerranéen : 1 hivernale, 3 printanières, 4 estivales, 3 automnales (www7.inra.fr).



Figure 10 : la teigne (www.agripedia.nc)

-Les dégâts

Les boutons floraux attaqués par les larves se dessèchent et meurent. Les jeunes fruits attaqués, dévorés de l'intérieur et souillés d'excréments, avortent. Les fruits plus âgés se déforment, restent petits et irréguliers (www7.inra.fr).

-La lutte

Traitement en début de floraison avec Karate.

-Lutte biologique : piège à phéromones sexuelles, en Printemps, apparition de la fleur, à renouveler tous les 40 jours.

Utilisation de *Bacillus thuringiensis* (Bénédictte et Bachès, 2011).

3-1-4 Nématodes des racines des agrumes (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb (*Tylenchida*, *Tylenchulidae*) :

Mondialement répandu, le nématode *Tylenchulus* semi-pénétrants Cobb est un minuscule ver parasite du système racinaire, capable de provoquer d'importants dégâts en verger adulte. L'évolution prend plusieurs années, d'où le nom de slow décline (lent dépérissement) donné à cette nématode les Anglo-Saxons.

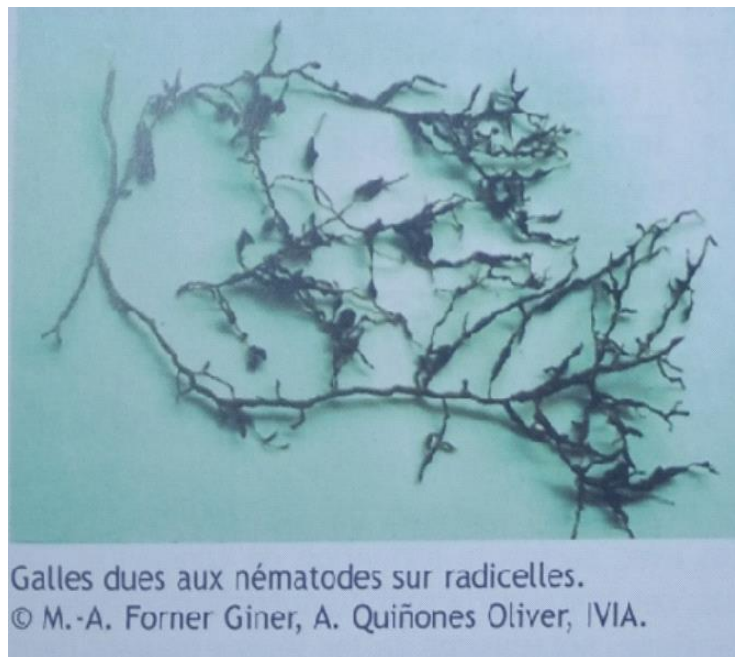


Figure 11 : Galles dues aux nématodes sur radicelles (Jacquemonnd et al, 2013).

-Les dégâts

Sur les parties aériennes de l'arbre, les symptômes ressemblent à une déficience alimentaire ou à un excès d'eau, système racinaire, asphyxie par pullulation du parasite fixé sur les radicelles et frondaisons.

Réduction de la taille des feuilles, parfois des rameaux desséchés, des fruits, réduction de calibre, arbre, baisse des rendements et croissance ralentie.

Les arbres adultes ont démontré d'abord un manque de vigueur suivi d'une chlorose, puis d'une chute des feuilles pouvant régresser à un dessèchement des achevements des rameaux.

3-2 Les maladies**3-2-1 Les maladies biotiques****3-2-1-1 Maladies transmises par greffages****3-2-1-1-1 Maladies à viroïdes****Exocortis**

L'exocortis est une maladie des végétaux qui affecte principalement les agrumes (*Citrus* spp), et qui est due à un viroïde, le *Citrus exocortis viroïde* ou viroïde de l'exocortis des agrumes (CEVd).

Cette maladie est présente dans toutes les zones agrumicoles du monde. Elle se manifeste par des écailllements de l'écorce, notamment chez *Poncirus trifoliata*, et peut entraîner des pertes de rendement sensibles sans toutefois altérer la qualité des fruits(www.fr.m.wikipedia.org).



Figure 12 : Exocortis (www.sciencedirect.com)

- Les symptômes

Les symptômes se développent généralement vers les 4 ans des arbres ayant poussé sur des rhizomes vulnérables, ils se caractérisent généralement par un écaillage de l'écorce, une chlorose sévère de la canopée et un rabougrissement important de l'arbre. Le terme d'écaillage désigne les fissures et les pelures d'écorce sous le point de greffe. Les arbres qui se sont développés à partir de rhizomes de *Poncirus trifoliata* (oranger trifolié) sont les plus sévèrement affectés, Ceux qui se sont développés sur des rhizomes de Citrange développent des symptômes légèrement plus tard, le degré de rabougrissement de l'arbre est généralement moins sévère et ils ne développent pas toujours le symptôme d'écaillage.

Sur d'autres rhizomes sensibles, les symptômes peuvent également inclure un déclin général de l'arbre et l'effritage occasionnel de l'écorce à la base du rhizome.

Exocortis n'a pas d'effets directs sur la qualité des fruits mais les taux plus bas de photosynthèse réduisent considérablement le rendement (Viroïde de l'exocortis des agrumes (<https://plantix.net/fr/>)).

- La lutte

Lutte Curative : inexistante (Jacquemond et al ,2013).

Lutte Préventive : Utilisation de matériel végétal sain et d'outils désinfectés.

L'arrachage de l'arbre est préconisé en cas d'infection, pour éviter la propagation virus (Jacquemond et al 2013).

Cachexie, ou Xyloporose : (*Citrus viroide II, Hop stuntviroide*)

La Cachexie- Xyloporose est une maladie à virus des agrumes qui peut provoquer des dégâts importants sur certaines espèces et variétés. Le clémentinier, les mandariniers, certains tangelos, la lime 'Rangpur', la limette 'Douce de Palestine' etc., y sont sensibles. Par contre, l'oranger, le bigaradier, le citronnier, le pomelo, etc., sont tolérants à la maladies ces espèces ne montrent aucun symptôme quand elles sont infectées par l'agent pathogène (Vogel et Bové, 1976).

Xyloporose et cachexie sont une seule et même maladie, mais décrite sous des noms différents car observée sur des espèces d'agrumes différentes.

L'agent de la cachexie ayant été le premier à être transmis par greffage d'inoculation, c'est le nom "cachexie" qui l'emporte sur celui de "Xyloporose". Greffage symp- d'inoculation transmissibles par comme une virose (Bové,2001).

- Les symptômes : les symptômes s'observaient sur la lime douce de Palestine utilisée comme porte-greffe. Ils consistaient en des trous dans le bois (stem-pitting) dans lesquels étaient logées des excroissances correspondantes de l'écorce.

Des symptômes similaires, mais comprenant en plus la présence de gomme dans l'écorce.

En plus de ces symptômes typiques, la Cachexie-Xyloporose provoque un certain nanisme des tangelos 'Orlando', un jaunissement et la chute de leurs feuilles.

En présence de souches sévères de la maladie, on note l'apparition de nécroses externes de l'écorce à la base des troncs et tu dépérissement des arbres (Vogel,1974).

- La lutte

Utilisation de matériel végétale sain (Jacquemond et al, 2013).

3-2-1-1-2 Maladies à virus**La psorose écailleuse**

Un virus nouveau pour une vieille maladie, Il s'agit d'une maladie classique, l'une des premières ayant été reconnues chez les agrumes, dès les années 1890, et très répandue de par le monde, elle est grave et se traduit par un écaillage spectaculaire de l'écorce du tronc et des branches des orangers, mandariniers, clémentiniers, tangelos et pomelos.

Il existe deux formes de la maladie : une forme sévère, la psorose B, chez laquelle l'écorce se détache par grands lambeaux verticaux et une forme moins sévère, outre, foliaires (Bové, 2001).

- Les symptômes

L'écorce de l'arbre présente des écailllements. On constate alors un écoulement de la gomme du fait d'une tumeur. Il apparaît sur la peau du fruit des nécroses cannelées, la peau devient granuleuse, ce qui entraîne une déformation du fruit.

Cette maladie viroïde a pour conséquences une décoloration, une perforation et une criblure du bois à l'origine de l'affaiblissement de l'arbre. Il n'est pas exclu de constater l'écaillage et le noircissement de l'écorce (www.verger_ooreka.fr).

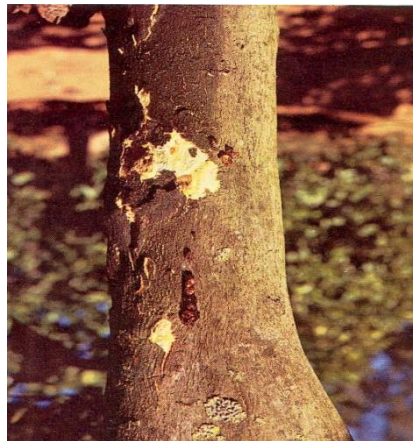


Figure 13 : Psorose écailleuse (www.image.app.goo.gl).

- La lutte

Comme toutes les maladies à virus, l'utilisation de greffons indemnes est la meilleure méthode préventive : les arbres pieds mères sur lesquels sont prélevés les greffons doivent être certifiés indemnes de la maladie.

Dans le cas de la Psorose écailleuse il est possible de soigner les plaies et d'éviter ainsi un déclin trop rapide de l'arbre, les parties du tronc et des branches présentant des desquamations sont grattées en éliminant les écailles sans atteindre les parties de l'écorce restées vivantes sous les lésions.

Les zones ainsi débarrassées des écailles et une bordure jusqu'à 15 cm autour des lésions sont badigeonnées avec une solution de polybinitrocycloalcoyloxybenzen.

Ou avec une solution de permanganate de sodium.

Lorsqu'un arbre manifeste des symptômes de maladies il doit être arraché dès que son rendement n'apporte plus de bénéfice substantiel (www.bacteries-champignons.blogspot.com).

Tristeza

La Tristeza est avant tout une maladie d'association qui entraîne la mort de pratiquement tous les cultivars greffés sur bigaradier, exception faite du citronnier [C. limon (L.)BURM.] et peut-être du bergamotier (C. bergamia RISSO et POi'T.),elle provoque également des manifestations sur des espèces sensibles, qu'elles soient greffées ou non.



Figure 14 : la Tristeza (www.image.app.goo.gl).

- Les Symptômes

Entraînant une détérioration progressive de la plante, on constate un jaunissement puis une chute des feuilles (www.monjardinmamaison.maison-travaux.fr).

- La lutte

Pour éviter qu'elle ne se propage, isoler au plus vite les parties malades (www.monjardinmamaison.maison-travaux.fr).

3-2-1-1-3 Maladies à bactéries endogènes

Stubborn

Stubborn a été considéré comme une maladie à virus. La découverte de micro-organismes de type mycoplasmes dans les tissus des semis d'agrumes inoculés avec le Stubborn et avec le Greening, maladie ayant beaucoup de ressemblance avec le Stubborn fait considérer actuellement que ces maladies sont certainement causées par ces micro-organismes.

Des essais sont en cours pour essayer de les transmettre à des agrumes et vérifier ainsi les postulats de Koc (Vogel, 1976).

- Les symptômes

Les arbres atteints sont plus ou moins rabougris. Les feuilles sont plus courtes et plus larges, bombées, anormalement dressées. Les pousses peuvent être anormalement groupées et le développement de bourgeons axillaires peut entraîner l'apparition de balais de sorcières. La production de fruits tend à être supprimée sur les plantes touchées. Les fruits peuvent être rabougris, dissymétriques ou en forme de cupule, ils peuvent présenter des inversions de couleur.

L'affection du Stubborn se manifeste également par la floraison à contre saison ; la formation de branches et de rameaux broussailleux, feuilles arrondies à la pointe et en cuillère, symptômes surtout concentrés sur la partie sud de l'arbre (www.maisondesagrumes.com).



Figure 15: Stubborn (www.image.app.goo.gl),

- La lutte

Aucune méthode curative ne peut être employée contre cette maladie. Seules des méthodes de prévention peuvent être envisagées. Elles reposent essentiellement sur l'utilisation de greffons sains et sur le choix des zones des cultures exemptes de l'infection. Les arbres présentant des symptômes d'infection doivent être éliminés car ils ne donneront jamais de récolte satisfaisante.

Les traitements insecticides contre les insectes-vecteurs ne sont pas efficaces, car l'agent pathogène *Spiroplasma citri* peut être facilement réintroduit dans un verger après l'arrivée de vecteurs infectieux (www.fr.m.wikipedia.org).

Huanglongbing

La maladie du Huanglongbing représente aujourd'hui l'une des menaces les plus importantes pour les cultures d'agrumes dans le monde, alors qu'elle touche de nombreux pays producteurs (www.anses.fr).

Causée par différentes espèces de la bactérie *Candidatus Liberibacter* (CL) touche essentiellement les plantes de la famille des Rutacées et en particulier du genre *Citrus*.

Ces bactéries sont transmises aux cultures d'agrumes par deux insectes vecteurs, des psylles des espèces *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae* (www.anses.fr).

Outre sa propagation par greffons ou marcottes, la maladie est disséminée par deux psylles : l'un d'origine asiatique (*Diaphorina citri*), l'autre d'origine africaine (*Trioza erytreae*).

La transmission par la graine semble difficile, alors que la transmission au champ par contact et soudure de racines est à redouter (Aubert, 2009).

- Les symptômes

Taches chlorotiques asymétriques de part et d'autre de la nervure centrale des feuilles qui jaunissent = marbrure des feuilles (taches vert clair / jaune et vert foncé).

- Croissance réduite des nouvelles feuilles et des racines.
- Dépérissement des branches.
- Les jeunes pousses présentent un jaunissement avec des taches vert foncé.
- Coloration irrégulière des fruits (Greening-verdissement) ou inversée (la base du fruit reste verte).
- Taille réduite et malformation des fruits (dissymétrie).
- Fruits contenant des graines avortées.
- Nombre réduit de fruits (mauvaise fructification) et chute précoce des fruits et des feuilles.
- Forte acidité / amertume des fruits, ce qui affecte fortement la qualité du jus.
- Retard de croissance de l'arbre et perte de rendement significative (AFSCA, 2020).

La lutte

1- évaluer l'efficacité de l'éradication des arbres infectés pour réduire la progression temporelle de la maladie et diminuer le besoin d'applications de produits chimiques.

2- évaluer deux types pratiques de gestion pour la lutte contre *Diaphorina citri*, le champignon entomopathogène *Hirsutiella* sp, et des applications de kaolin.

Jusqu'à maintenant y'a pas moyens efficaces contre le HLB, il doit seulement fait l'éradication et le suivie sanitaire (www.tropicsafe.eu).

3-2-1-1-4 Maladies à agents non identifiés**Cristacortis**

Le cristacortis est une maladie des agrumes transmissible par greffage, dont le facteur pathogène est inconnu. Cette maladie a été découvert pour la première fois en 1964 sur un oranger 'Tarroco' greffé sur bigaradier.

Cette maladie est significative des symptômes qu'elle provoque (Crista = crête, analogue à une crête de coq - Cortis = cortex ou écorce). Dans l'association Citrus/bigaradier, elle affecte à la fois la variété et le porte-greffe (Loussert, 1989).

Les variétés d'agrumes qui sont sensibles à cristacortis : oranger doux, mandarinier, tangelo, tangor, pomélo, bigaradier, Citrus jambhiri, siamelo, limettier doux.

Les variétés ci-après semblent immunes : citrange Troyer, oranger trifolié, cédratier, Citrus hystrix, limettier mexicain.

- Les symptômes

Le principal symptôme est « la piqûre de la tige due à la formation de dépressions dans le bois de la tige avec des bords opposés sur la face interne (cambium) de l'écorce ».

- La lutte

L'utilisation de matériels végétatifs désinfectés et sains.

3-2-1-2 Maladies non transmissibles par greffages**3-2-1-2-1 Maladies à bactéries exogènes****Chancre citrique**

Le chancre citrique, maladie des agrumes, a été détectée pour la première fois en Martinique le 11 juillet 2014.

Cette maladie, causée par une bactérie (*Xanthomonas citri*), attaque les végétaux du genre *Citrus*, c'est à dire les agrumes (citronniers, limettiers, pomelos, mandariniers, oranges...) (www.daaf.martinique.agriculture.gouv.fr).



Figure 16 : Chancre Citrique (www.image.app.goo.gl)

- Les symptômes

Le chancre citrique se reconnaît aux taches circulaires brunâtres sur le feuillage et les fruits (croûtes). Elles sont en relief et rugueuses et parfois entourées d'un halo jaune. Lorsque la maladie est avancée, elle provoque une perte des feuilles, un dépérissement des jeunes branches, une chute prématurée des fruits (www.la1ere.francetvinfo.fr).

- La lutte

La lutte intégrée : contre le chancre bactérien des agrumes comprend un ensemble de techniques (prophylactiques, variétales, culturales etc.) qui, associées, accroissent l'efficacité du contrôle de la bactérie.

Les pratiques culturales adaptées sont nombreuses :

- Eviter l'irrigation par aspersion et favoriser celle au sol, en évitant le tronc.
- Mettre en place, antérieurement à la culture, des plantations brise-vents, à l'intérieur et à proximité du champ.
- Faire un suivi agronomique (fumure, irrigation) des agrumes et des brise-vents.
- Tailler les arbres de manière à favoriser aération et ensoleillement des cultures.

Les pratiques variétales consistent en l'utilisation de variétés peu voire pas du tout sensibles à la bactérie. Il est également possible d'avoir recours à des porte-greffes limitant la vigueur des arbres et ainsi limitant la production des jeunes feuilles réceptives à la bactérie.

La lutte prophylactique : s'organise essentiellement autour des activités d'entretien et surtout des activités de taille. Il s'agit d'organiser des opérations de taille uniquement lorsque les cultures sont sèches, et à des moments différents, selon que les parcelles soient saines ou infectées. De même, les rameaux et jeunes pousses malades doivent être éliminés (par la taille essentiellement), sortis des cultures et brûlés. A cela s'ajoute une désinfection du matériel de taille, qui peut facilement propager la bactérie.

Enfin, il est conseillé de mettre en place une surveillance approfondie des cultures et d'éviter l'emploi des plants porteurs de symptômes ou de chancre.

Lutte chimique : L'efficacité de la lutte chimique contre le chancre bactérien des agrumes est très limitée. A base de sels de cuivre, les traitements doivent être ciblés afin de ne pas abîmer fruits et feuilles. Selon la réglementation européenne, les sels de cuivre doivent agir pendant 21 jours.

Des cas de résistance aux sels de cuivre ont été décrits chez cette bactérie (www.agriculture-biodiversite-oi.org).

Bactériose des agrumes

La bactériose est la seule maladie bactérienne qui soit répandue sur les agrumes dans le Bassin méditerranéen à l'heure actuelle. Elle s'attaque aussi bien aux vergers qu'aux plants en pépinière, pour lesquels elle peut devenir mortelle (Jacquemond et al, 2013).

- Les symptômes

-Des taches brun foncé qui s'étendent rapidement se développent sur la jeune croissance, généralement originaire de la base de limbe foliaire ou au niveau du bourgeon axillaire les lésions s'étendent aux tissus adjacents de la tige et des feuilles.

-Les pousses peuvent devenir complètement ceinturées et flétries et les feuilles meurent, restant attachées à la tige.

-Les stocks de pépinière peuvent être flétris et annelés, les symptômes étant quelque peu similaires à ceux causée par une attaque de Phytophthora.

-Les lésions guérissent avec l'arrivée d'un temps chaud ou sec.

-L'infection des fruits est observé occasionnellement dans les citrons et les mandarines mais rarement dans les oranges (www.agric.nsw.gov.au).

- La lutte

-Plantez des brise-vent et utilisez des cultivars buissonnants avec relativement peu d'épines pour éviter les dommages causés par le vent.

-Taillez les brindilles mortes ou malades au printemps après la période des pluies pour réduire la propagation de la maladie.

-Programmez la fertilisation et la taille au printemps ou au début de l'été pour éviter une nouvelle croissance automnale excessive, qui est particulièrement sensible à l'infection par le blast.

-Utilisez des contrôles cultureux et des pulvérisations de cuivre et de Bordeaux dans les vergers d'agrumes (www2.ipm.ucanr.edu).

3-2-1-2-2 Maladies à champignons**La gommose à phytophthora**

La gommose est une maladie cryptogamique causée par des champignons du sol du genre Phytophthora. On dénombre plusieurs espèces qui peuvent s'attaquer aux différents organes des agrumes : les racines, les branches, le tronc et les fruits. Les espèces les plus fréquentes sont : *P. parasitica* et *P. citrophthora*.

La gommose se manifeste par l'apparition d'un ou plusieurs écoulements de gomme sur les grosses branches et le tronc (www.profert.dz).



Figure 17 : La gommose (www.image.app.goo.gl).

- Les symptômes

A la base du tronc, un chancre apparaît dans l'écorce.

- On constate, principalement à la jointure d'une ramification ou sur une plaie, un très fort écoulement de gomme.

- Les feuilles jaunissent et dépérissent (www.homejardin.com).

- La lutte

Pour mettre en place une nouvelle plantation d'agrumes, il faut éviter les terrains lourds, les bas-fonds, les terrains gorgés d'eau et de choisir les porte-greffes résistants à cette maladie. Il est aussi recommandé d'éviter l'irrigation directement aux pieds des arbres. Pour cela, il est préférable de pratiquer le système de double cuvette.

La lutte chimique se fait par badigeonnage des parties atteintes ou par application au sol dans l'eau d'irrigation d'un fongicide systémique comme le Ridomil Gold 480 (Mefenoxam) (www.agrichem.dz).

Le pourridié

Le pourridié est une maladie cryptogamique des végétaux ligneux, caractérisée par l'attaque souterraine d'un champignon parasite, sévissant au niveau des racines. Celles-ci pourrissent peu à peu, ce qui finit par provoquer la mort de l'arbre ou de l'arbuste.

Le terme « pourridié » viendrait du mot provençal « pourridié », signifiant pourriture. L'un des principaux agents du pourridié est un champignon extrêmement fréquent de la famille des basidiomycètes (champignons supérieurs), l'armillaire couleur de miel, bien connu des mycologues (www.deco.fr).

- Les symptômes

Cette maladie se caractérise par

- Une odeur de champignon.
- Des racines gorgées d'eau et des écorces noirâtres.
- Un feutrage blanc sous l'écorce des racines et du collet quand l'attaque est avancée.
- Un débourrement difficile.
- Un jaunissement ou rougissement des feuilles selon les cépages (évolutions en tâches concentriques).
- Une croissance ralentie, un raccourcissement des entre-nœuds et des feuilles atrophiées.
- Une forme apoplectique pouvant toucher tout ou une partie du cep.
- Des touffes de champignons de couleur jaune miel à la base de ceps (www.vignevin-occitanie.com).

- La lutte

Pour lutter contre le pourridié

- Arrachez les plants atteints en extirpant le maximum de racines et brûlez l'ensemble.
- Creusez une tranchée de 50 cm autour de la fosse en rejetant la terre à l'intérieur du cercle et attendez quelques années avant de replanter à cet endroit.
- Ou bien excavez la terre sur 60 à 80 cm en tous sens (voire plus selon la taille du sujet) et remplacez-la par de la nouvelle terre.

-Évacuez de vieilles souches susceptibles d'abriter le champignon.

-Si vous souhaitez replanter au même endroit, choisissez une plante peu sensible au pourridié comme le Buis, le Catalpa, le Chêne, le Hêtre, l'If, le Sorbier, le Tamaris, le Tilleul et préférez un plant élevé en conteneur pour éviter d'avoir des racines blessées.

-Améliorez le drainage du sol.

-Évitez d'installer un arrosage automatique au pied d'un vieil arbre pour installer une pelouse par exemple (www.promessedefleurs.com).

3-2-2 Maladies abiotique

Phytotoxicité

- Les symptômes

-Développement ralenti des plantes, arrêt total de la croissance.

-Feuilles légèrement dentelées, ou plus irrégulièrement découpées, filiformes, cloquées, plus ou moins enroulées, tire-bouchonnées, chiffonnées et tissus fortement épaissis.

-Marbrure, jaunissements foliaires (entaches, nervaires, en périphérie limbe, internervaires, blanchiment, teinte verdâtre à livide, aspect terne et/ou bronzé du limbe) lésions, taches chlorotiques plus ou moins étendues, devenant rapidement nécrotiques, flétrissements et dessèchements.

-Rameaux, collet, racines : gonflement de leur collet, ébauches de racines sur tiges, etc.

-Fruits: lésions huileuses, plus ou moins en relief et/ou liégeuses, éclatements (www.ephytia.inra.fr).

- La lutte

Pour éviter la phytotoxicité, il doit être respecter les doses attribuées.

Déséquilibre en éléments minéraux

- Azote (N)

L'azote favorise la croissance et la reprise de la plante, participant directement dans la transmission de l'alerte par l'oxyde nitrique, ce dernier est essentiel pour les molécules qui

participent à la défense chimique (*cytokinines, auxines, glucanases, quitinasas, phytoalexines*) (www.agq.com.es).

La forme d'azote affecte le pH du sol et de nombreux champignons préfèrent un pH faible.

- Symptômes

Les nouvelles feuilles sont blanches à jaunes, de toute petite taille et ne grandissent pas. Elles sont rapidement trouées surdosage (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols à pH faible ou élevé.
- Sols sableux ou légers (lessivage des sols).
- Faible teneur en matières organiques.
- Conditions de sécheresse, Fortes précipitations (lessivage des sols) ou irrigation intensive.
- Addition ou forte teneur en matières organiques /engrais non décomposés (par ex : paille, etc).
- Cultures à croissance rapide (www.yara.fr).

- Calcium (Ca)

Le calcium intervient, avec les autres cations (potassium, magnésium) dans la neutralisation des acides organiques et la stabilité des parois cellulaires. Il augmente la résistance des tissus, stimule la croissance des jeunes racines et des bourgeons, active la transpiration, neutralise les acides organiques. Il participe également aux réactions enzymatiques.

Le calcium représente le tiers environ des éléments minéraux contenus dans le système foliaire des agrumes (www.maisondesagrumes.com).

- Symptômes

(Selon les cas) un surdosage en potassium K ou magnésium Mg, les nouvelles feuilles sont plus pales que la normale, rium (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols acides.
- Sols sableux et légers (lessivage des sols).

-Tourbières acides.

-Sols riches en sodium.

-Sols riches en aluminium.

-Conditions de sécheresse (www.yara.fr).

- Phosphore (P)

C'est un constituant des acides nucléiques entrant dans la jonction entre les nucléotides.

- Constituant des phospholipides des membranes végétales.

-Fonction énergétique : l'ATP (adénosine triphosphate) est la source principale d'énergie du métabolisme.

- Joue un rôle essentiel dans les fonctions vitales de l'arbre et la respiration (www.agri-mag.com).

- Symptômes

Sous forme d'ortho phosphates) : avec jaunissement général des feuilles des feu morilles pour le sèment vieilles feuilles. Les feuilles meurent et se retrouvent assez rapidement.

Attention, cela ressemble à une carence en azote au début (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols acides ou très alcalins (calcaires).

- Faible teneur en matières organiques.

- Conditions climatiques froides et humides.

- Cultures à faible développement racinaire.

- Sols à faibles réserves en phosphore.

- Sols à fort pouvoir fixateur Sols riches en fer (www.yara.fr).

- Potassium (k)

- Le Potassium joue un rôle important dans la maintenance et la régulation de la pression osmotique. Il a une action directe sur l'ouverture et la fermeture des stomates participant ainsi à la diminution des risques de flétrissement.

- Influence davantage la qualité des fruits que tout autre élément, il joue également un rôle capital dans la formation et le grossissement du fruit.
- Calibre du fruit : Augmenté fortement, surtout quand l'alimentation potassique est faible au départ.
- Couleur verte du fruit : Accentuée.
- Reverdissement du fruit : Accentuée.
- Épaisseur de l'écorce : Augmentée.
- Pourcentage de jus de fruit : Diminué.
- Acidité du jus : Fortement augmenté.
- Extrait soluble/acidité : Réduit fortement.
- Vitamine C : Teneur augmentée (www.agrimaroc.ma).

- Symptômes

Des taches avec des trous au milieu se disséminent sur la feuille qui subit aussi un Jaunissement des bords (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols acides (PH faible).
- Sols sableux ou légers (lessivage des sols).
- Conditions de sécheresse.
- Fortes précipitations (lessivage des sols) ou irrigation intensive.
- Sols argileux lourds (illite).
- Sols à faibles réserves en potassium.
- Sols riches en magnésium (www.yara.fr).

- Magnésium (Mg)

Le magnésium est très important dans la plupart des fonctions vitales des plantes. La chlorophylle, pigment vert de la plante, est riche en magnésium. Ce dernier participe à la

formation et à la mise en réserve des sucres, hydrates de carbone et vitamines (www.hortitecnews.com).

- Symptômes

Les veines/nervures sont plus sombres que le vert de la feuille, qui est assez claire dans son ensemble, sans relief (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols sableux Sols acides.
- Sols riches en potassium.
- Sols recevant de fortes applications de potasse.
- Périodes froides et humides (www.yara.fr).

- Fer (Fe)

Le fer est indispensable à formation de la chlorophylle, à la respiration de la plante et à la synthèse de certaines protéines (www.agri-mag.com).

- Symptômes

Nervures verdâtres tandis qu'il ya jaunissement des feuilles les plus âgées (www.onfaitdequoi.com).

Causes et facteurs de risques

- Sols à PH élevé.
- Sols riches en calcium.
- Fortes teneurs en cuivre, manganèse, zinc.
- Sols faiblement drainés (www.yara.fr).

- Manganèse (Mn)

Manganèse est important pour : Combattre la chlorose et Empêcher la chute prématurée des feuilles et donner des arbres plus verts et plus sains (www.yara.fr).

- Symptômes

Les symptômes apparaissent sur jeunes feuilles développées. Marbrures jaune vert / jaune (feuilles tachetées) s'étendant dans les zones internervaires. Le bord des nervures restent vert foncé. En cas de carence sévère, développement de nécroses, parfois blanchâtres, sur toute la feuille (www.yara.fr).

Causes et facteurs de risques

- Sols organiques.
- Sols sableux.
- Sols à pH élevé.
- Périodes froides et humides.
- Sols aérés (www.yara.fr).

- Cuivre (Cu)

Cuivre est important pour

- Les jeunes arbres sont plus rapidement productifs.
- La croissance végétale est plus régulière.
- Plus grande surface foliaire (plus de feuilles).
- Meilleure maturation du fruit (saveur et teneur en jus rehaussées).
- Chute prématurée des fruits réduits.
- Qualité de la peau du fruit nettement amélioré (www.yara.fr).

-Symptômes

La carence en cuivre peut se manifester de diverses manières : sur l'écorce (qui se fissure), les fruits (se décolorent, tombent), les feuilles (plus grandes, déformées, tombent ou alors des pustules jaunâtres apparaissent) ou par l'apparition de gomme (www.agrimaroc.ma).

Causes et facteurs

- Sols riches en matières organiques.
- Sols calcaires.
- Sols sableux.
- Terres défrichées.
- Fortes applications d'azote (www.yara.fr).

- Zinc (Zn)

Zinc est important pour

Combat la chlorose Empêche la chute prématurée des feuilles Produit des arbres plus sains et plus verts Améliore la résistance au froid et aux gelées tardives Améliore le développement des bourgeons, la floraison et la formation des fruits (www.yara.fr).

-Symptômes

Apparition de tâches jaunes dans la zone internervaire des jeunes feuilles (feuilles marbrées), Coloration vert foncé irrégulière le long des nervures. Les jeunes feuilles restent chétives, petites, de port dressé (www.yara.fr).

Causes et facteurs de risques

Carence en zinc aggravé par

Sols organiques, Sols à pH élevé, Sols riches en phosphore, Sols recevant de fortes applications de phosphore et Conditions froides et humides (www.yara.fr).

- Bore (B)

Rôle dans l'utilisation des sucres et dans la synthèse des parois cellulaires

(www.agri-mag.com).

-Symptômes

Causes et facteurs de risques

- Carence en bore aggravé par
- Sols sableux.

- Sols à pH élevé.
- Sols à fortes teneurs en azote.
- Sols à fortes teneurs en calcium.
- Temps froid et humide.
- Périodes de sécheresse (www.yara.fr).

- Molybdène (Mo)

Les Besoins sont très faibles mais le molybdène est un composant de différents enzymes, à un rôle fondamental dans le cycle de l'azote (synthèse des protéines, transferts énergétiques...), intervient dans l'élaboration de l'acide ascorbique ou vitamine C (www.agri-mag.com).

-Symptômes

Lorsqu'il y a carence de molybdène, en plus de tomber de façon précoce, les feuilles âgées présentes des tâches de couleur vert clair qui deviennent jaunes puis orange. De la gomme se forme sur la face intérieure. Les symptômes apparaissent principalement sur le côté ombragé de l'arbre (www.agrimaroc.ma).

Causes et facteurs de risques

Carence en bore aggravé par

- Sols sableux.
- Sols à pH élevé.
- Sols à fortes teneurs en azote.
- Sols à fortes teneurs en calcium.
- Temps froid et humide.
- Périodes de sécheresse.

Les accidents météorologiques**Le vent**

Les vents peuvent avoir des effets différents sur la croissance, l'anatomie et la morphologie des agrumes.

Les dommages physiques comprennent des branches ou des brindilles cassées, et provoquant une déchirure des tissus. Dans les cas graves, le nombre de fruits produits est diminué et de mauvaise qualité et Des pertes de rendement sont attendues.

-La lutte

Protégez vos agrumes contre les vents dominants, les deux premières années suivant la plantation. Placez un brise-vent perméable aux courants d'air (canisses, bande de bruyère par exemple).

Sans oublier le transport des agents pathogènes comme les insectes ravageurs.

Le froid et le gel

Les agrumes sont en général sensibles aux basses températures et aussi au gel.

A partir de températures avoisinant les 12°C, les agrumes vont au repos végétatif. Cette courte période favorise la maturation et la qualité des fruits.

Si la durée des basses températures se prolonge même sans parler de gelée, elle risque de fragiliser la floraison et, par conséquent, l'apparition des fruits.

- Les symptômes

Sur les feuilles : l'enroulement et la déshydratation des feuilles, mais encore restées accrochées à l'arbre.

Sur fruits : ils sont mous et nécrosés, aussi éclatés,

Sur bois : fendillement de l'écorce des branches et troc.

- La lutte

Commencez par étendre un paillis qui recouvre les racines et le tronc de l'arbre. Placez un voile d'hiver sur la partie aérienne de l'oranger pour protéger votre arbre du vent, du gel et des intempéries. Arrêtez d'utiliser des engrais et réduisez le nombre d'arrosages.

Le grêle

Si le grêle est associé au mois de mars, il n'est pas rare qu'il frappe également en avril ou en mai, voire en plein été avec des orages. En outre, il peut causer des gros dommages aux plantes jeunes et matures.

-Symptômes

- Sur feuilles : déchirure.
- Sur jeunes branches : blessures et tombe des rameaux.
- Sur fruits : blessures de la couche superficielle du fruit.

-La lutte

Blessures sur la couche externe du fruit avec des cicatrices qui font perdre le fruit.

Le filet anti grêle peut également être utilisé pour protéger les agrumes, ce filet est constitué d'un filet super résistant contre la chute de grêle en faisant un effet rebond ; Il peut également être utilisé, dans certains cas, comme voile d'ombrage.

Traiter les plantes infectées avec un produit contre les moisissures et les champignons, ou avec un produit médicamenteux pour les arbres qui ont des branches déchirées ou fissurées pour réparer les dégâts de grêle.

Retirez tous les pieds très abîmés puis remettez la terre qui a également souffert, afin que la terre respire à nouveau correctement, permettant ainsi aux plantes de bien pousser.

L'altération des clémentines à la récolte et en conservation**Water spot**

Water spot est essentiellement une maladie des fruits mûrs. Pour cette raison, la condition est aggravée en laissant les fruits mûrs sur les arbres plus longtemps qu'il n'est absolument nécessaire. D'autre part, le temps humide persiste, une croissance de moisissures communes de diverses couleurs se développent souvent sur la zone affectée. Ceux-ci provoquent une pourriture du fruit et au lieu d'une zone limitée de tissus mous, les moisissures provoquent une extension de cette zone et peut entraîner un effondrement complet du fruit (Harvey, 1964).

-Symptômes

Symptômes plus courants sur les fruits récoltés sur la partie inférieure de l'arbre. Très fines craquelures sur l'apex de la clémentine, peau molle et translucide. Evolutions possibles : peau localement brunie, développement de champignons (Jacquemond et al, 2013).

-Lutte

Pratiquer une récolte sélective et régulière. Prenez des précautions pour ne pas laisser les clémentines atteindre la surmaturité (interne et externe) (Jacquemond et al, 2013).

Chapitre 4.

Etude De CTV

4-1 Historique de CTV

4-1-1 Le CTV Dans le monde

La Tristeza : Extension de la maladie est à l'heure actuelle la maladie la plus grave, car elle est responsable de la mort de plusieurs millions d'arbres dans les pays où elle s'est propagée (Afrique du Sud, Argentine, Brésil, E me etc.). En fait, cette maladie est présente dans la plupart des pays agrumicoles des cinq continents : Sud-Est asiatique (d'où elle est originaire) toute l'Afrique Sud Saharienne, l'Amérique du Sud, les Etats-Unis, l'Australie. En région méditerranéenne, elle s'est déclarée en Espagne entre les années 1956 et 1962 (Loussert, 1989).

4-1-2 Le CTV Dans L'Algérie

Depuis la détection des premiers cas d'infection par la tristeza en Algérie, probablement causés par l'introduction de matériel de multiplication infecté de l'étranger, la maladie n'a pas posé de problèmes majeurs pour l'agrumiculture locale. Par le passé, la tristeza faisait l'objet d'un suivi exclusivement basé sur l'observation des symptômes. Récemment, l'utilisation de l'indexage biologique et des techniques sérologiques a contribué à déceler d'autres arbres infectés par le CTV. Des politiques et des stratégies de gestion et lutte et des mesures de quarantaine ont été adoptées afin d'éviter l'introduction et la diffusion de cette maladie dans les vergers agrumicoles (Larbi et al, 2009).

4-2 La définition de CTV

Tristeza est une maladie dangereuse et mortelle dont la cause principale est un virus et qui se propage par les pucerons, en particulier dans les agrumes. Les symptômes de la maladie se manifestent par le flétrissement rapide ou moins rapide de la plante car le virus se multiplie dans la sève de la plante.

4-3 Classification de CTV

Données taxonomiques

- **Nom** : *Citrus tristeza virus* (abréviation : CTV)
- **Synonymes** : *Virus de la tristeza*
- **Classement taxonomique** : *Closteroviridae, Closterovirus*
- **Noms communs** : *Virus de la tristeza, virus de la tristeza des agrumes*

(NIMP 27, 2019).

4-4 Les Symptômes

D'après le NIMP 27, 2019, les symptômes couramment observés chez les hôtes sensibles sont un rabougrissement, un repliement des feuilles, un éclaircissement des nervures, une chlorose foliaire, le bois strié et la réduction de la taille des fruits. Cependant, certains isolats du virus, en particulier dans les zones productrices d'agrumes du bassin méditerranéen, n'entraînent de symptômes de dépérissement que plusieurs années après l'infection, même chez les arbres greffés sur bigaradiers.

Les souches agressives de CTV peuvent toucher sévèrement les arbres et provoquer des striures du bois au niveau du tronc et des branches du limettier, du pamplemoussier et de l'oranger doux. Le bois strié peut parfois donner l'aspect d'une corde ou bosseler le tronc et les branches charpentières des arbres adultes, creuser des cavités profondes dans le bois sous les parties touchées de l'écorce et réduire la qualité et le rendement des fruits.

Les porte-greffes de l'alemow sont sévèrement touchés par la plupart des souches de CTV : le virus y provoque des striures du bois qui affaiblissent l'arbre. La jaunisse des jeunes plants est caractérisée par un dépérissement, la production de feuilles pales ou chlorosées, le développement réduit du système racinaire et l'arrêt de la croissance des arbres greffés sur des jeunes plants de bigaradier, pamplemoussier et citronnier cultivés en serre (20-26 °C).



Figure 18 : Symptôme de CTV sur le tronc.

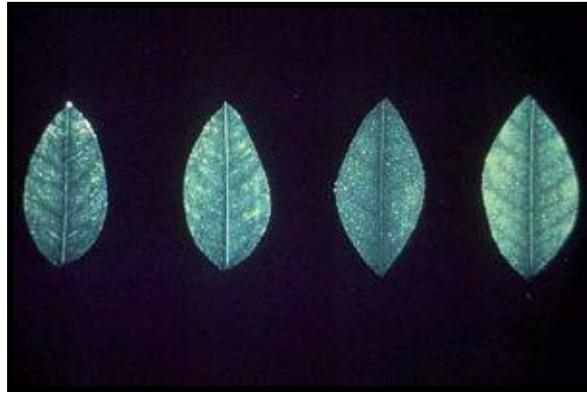


Figure 19 : Symptôme de CTV sur les feuilles.



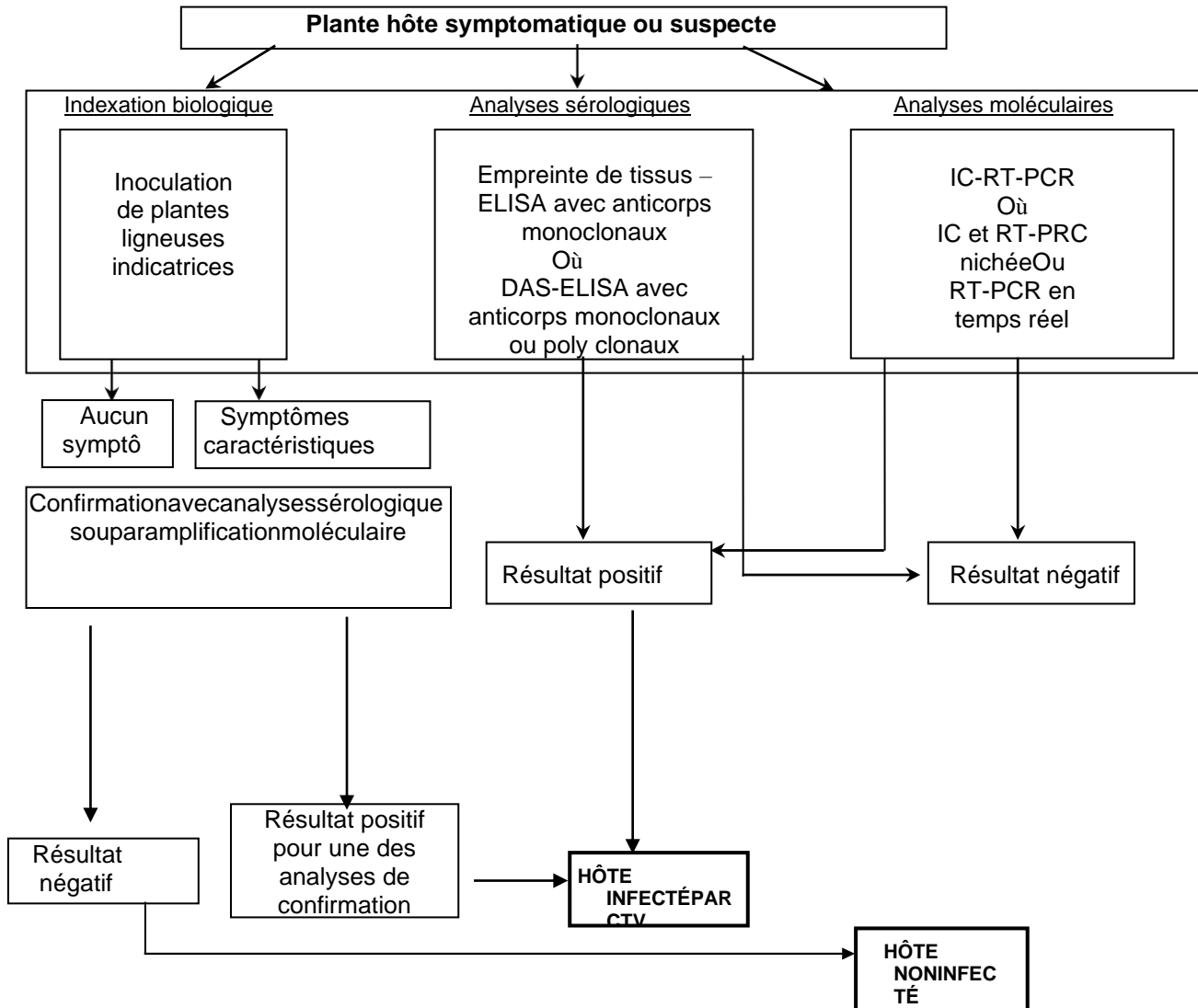
Figure 20 : Symptôme de CTV sur les rameaux.

(www.ephytia.inra.fr).

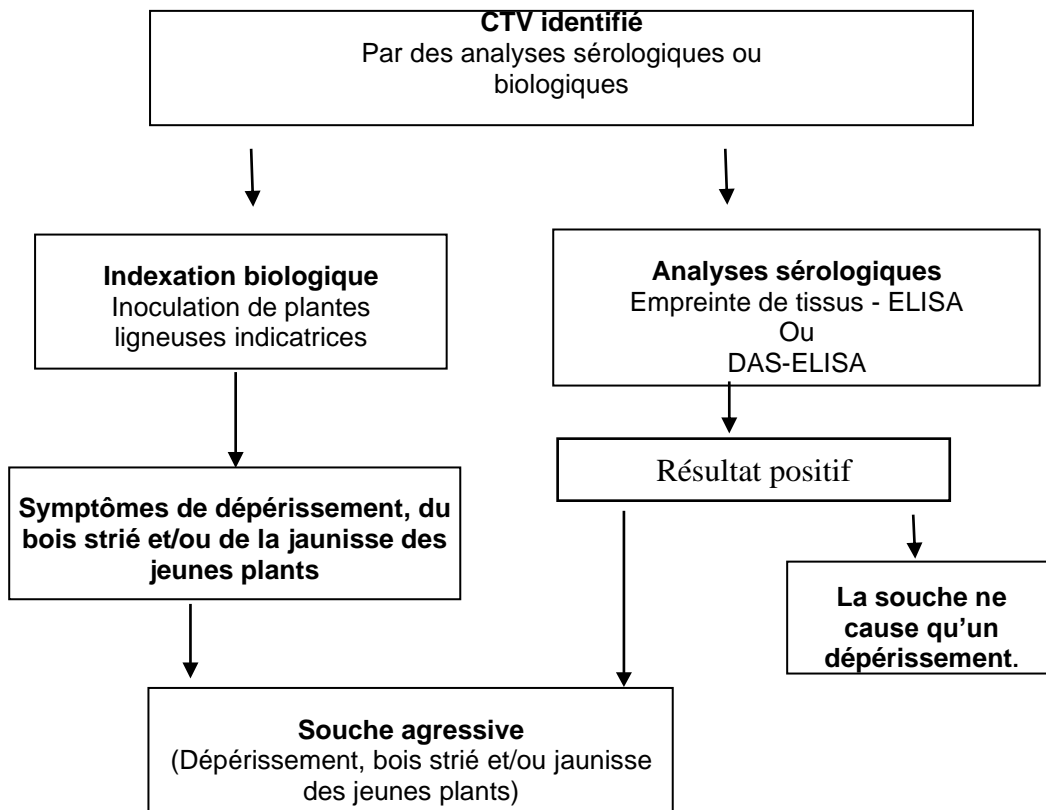
4-5 Modalités techniques de surveillance du Citrus tristeza virus (CTV)

Plusieurs pays méditerranéens sont en train de renforcer leurs mesures phytosanitaires afin de bloquer la diffusion du virus de la tristeza des agrumes (CTV) conformément à la réglementation de la Communauté Européenne (CE) sur le contrôle obligatoire du CTV. Cet article décrit les méthodes techniques et les procédures à inclure dans une réglementation et à mettre en œuvre pour la planification, l'échantillonnage, les analyses et l'élimination des plantes afin de contrôler efficacement le CTV. Une organisation plus accrue du suivi du virus et du programme d'éradication est présentée dans le but de mettre à disposition des services phytosanitaires, des méthodes plus récentes et des procédures plus efficaces (Djelouah et al, 2009).

4-6 Protocoles de diagnostic pour les organismes nuisibles réglementés



(NIMP 27, 2019).



(NIMP 27, 2019).

4-7 Méthodes de protection

Mesures de prévention

Il est fortement recommandé de ne pas importer des agrumes de pays où le virus est présent. Sinon, il faut bien s'assurer que les plants sont dotés d'un certificat prouvant leur bon état sanitaire. L'OEPP, Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes, a établi une carte de répartition du virus à travers les différents pays du monde. Cette carte est consultable sur le site internet de l'OEPP (www.eppo.org).

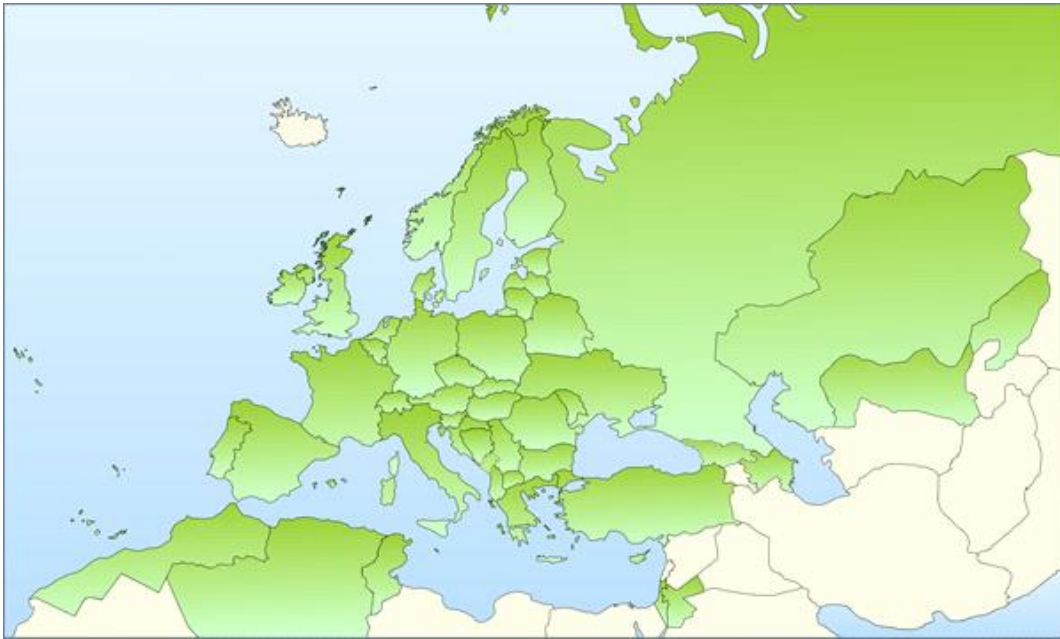


Figure 21 : Carte de répartition du virus à travers les différents pays du monde.

N'utiliser que du matériel sain pour la production de greffons. La propagation de greffons (bourgeons et scions) d'agrumes infectés a fortement contribué à la dissémination du virus à échelle locale mais aussi internationale.

La technique de micro-greffage de méristèmes pour l'obtention de plants sains est sûre.

Utiliser des porte-greffes tolérants parmi les citranges 'Troyer', 'Carriso' ou 'C-35' 'Volkameriana' les mandariniers 'Cleopatra' 'Sun Chu Sha' ou 'Sunki' *Poncirus trifoliata*, 'Rangpur', citrumelo 'Swingle', 'Kinkoji' ou 'Gou Tou'. Cette technique n'est efficace que par rapport à certaines souches virales et les plus virulentes peuvent provoquer l'apparition de symptômes. En Espagne, les souches présentes ont pu être combattues à travers l'utilisation de porte-greffes résistants.

En tout cas, le porte-greffe bigradier (*Citrus Aurantium*) est à proscrire car il est sensible. *Citrus macrophylla* est également à éviter.

Lutter contre les pucerons qui sont vecteurs du virus. Divers produits à base de lambda cyhalothrine, de la famille des pyréthrine, sont homologués pour lutter contre les pucerons des agrumes.

Il est parfois recommandé d'appliquer la méthode de prémunition. La prémunition consiste à inoculer les plantes-mères avec des souches non infectieuses 4 à 6 mois avant le prélèvement des bourgeons ou scions et la réalisation des greffes. Ces plantes-mères doivent être installées sous filets anti-insectes.

4.8 Détection, mesures à prendre

4-8-1 Protocole d'inspection

Inspecter les arbres de manière visuelle.

Chercher la présence de symptômes de « Stem pitting » ou de striures sur les rameaux sur les sujets présentant une baisse de vigueur.

4-8-2 Outils de diagnostic

En laboratoire, les tests permettant la détection du CTV sont le test sérologique ELISA, la technique moléculaire de PCR après transcription inverse et la technique d'immuno-empreinte. Cette dernière méthode est l'analyse officiellement reconnue en France pour la détection du virus de la Tristeza.

4-8-3 Les conduites à tenir en cas de détection

Le virus ne peut être combattu à titre curatif. Par conséquent, les arbres atteints doivent être éradiqués au plus tôt et remplacés par des associations porte-greffe/greffe tolérantes.

4-8-4 Informations réglementaires complémentaires

La directive européenne 2000/29/CE apporte les précisions citées ci-dessous :

- Les végétaux de Citrus, Fortunella, Poncirus et leurs hybrides (à l'exception des fruits et semences), doivent systématiquement faire lieu d'une constatation officielle par le pays de provenance des végétaux.
- Que les végétaux proviennent de zones connues comme exemptes de *Spiroplasma citri*, *Phoma tracheiphila*, Citrus veine nation virus et du virus de la tristeza (souches européennes).
- Que les végétaux sont issus d'un schéma de certification exigeant qu'ils proviennent en ligne directe de matériels maintenus dans des conditions appropriées et soumis à des tests individuels officiels concernant au moins le virus de la tristeza (souches européennes) et le *Citrus veinination virus* [...] et qu'ils ont grandi en permanence dans une serre inaccessible aux insectes ou une cage isolée où aucun symptôme de la présence de *Spiroplasma citri*, *Phoma tracheiphila*, du virus de la tristeza (souches européennes) et de Citrus veine nation virus n'a été observé.

- Que les végétaux : sont issus d'un schéma de certification exigeant qu'ils proviennent en ligne directe de matériels maintenus dans des conditions appropriées et soumis à des tests individuels officiels concernant au moins le virus de la tristeza (souches européennes) et le *Citrus veinention virus* [...], et qu'ils se sont révélés, à cette occasion, exempts du virus de la tristeza (souches européennes) et ont également été certifiés exempts de ce même organisme, lors de tests individuels officiels [...] et que ces végétaux ont été inspectés et qu'aucun symptôme de la présence de *Spiroplasmacitri*, *Phomatracheiphila*, *Citrus veinention virus* et du virus de la tristeza n'a été observé depuis le début de la dernière période complète de végétation.

- Les fruits avec feuilles et pédoncules de Citrus, Fortunella et Poncirus (tels quels ou sur végétal) doivent également porter un PPE pour tout envoi vers la Grèce, la France (Corse), Malte et le Portugal (excepté Madère) (www.ephytia.inra.fr).

Chapitre 5.

LES METHODES DE DETECTION DES MALADIES DES AGRUMES

5. Méthodes de détection des maladies des agrumes

5.1 Evolution dans le diagnostic des maladies des agrumes

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, 1991 ; Bové, 1995).

Les techniques sérologiques (ELISA, DTBIA) se sont avérées très importantes dans la détection massale de plusieurs agents phytopathogènes tels que le CTV et le CPsV. 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 *et al.*, 2001 ; Djelouah *et al.*, 2002).

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 et Duran Vila, 1991).

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, 1995).

D'autres méthodes moléculaires ont contribué dans la détection et la caractérisation de beaucoup de pathogènes connus sur les agrumes à savoir :

- SDS-Immunodiffusion (Bar-Joseph, *et al.*, 1979 ; Brlansky *et al.*, 1984 ; Garnsey *et al.*, 1979),
- RFLP (Gillings *et al.*, 1993), SSEM (Brlansky *et al.*, 1984),
- 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 *et al.*, 2000),
- Wester blot assay (Guerra *et al.*, 1990 ; Lee *et al.*, 1988 ; Rocha-Peña *et al.*, 1991),

Single Strand polymorphism (SSCP) (Rubio et al., 1996), la transcription inverse polymérase chaîne.

5.2 La méthode dite par indexage biologique

L'indexage biologique constitue un outil nécessaire à la détection et l'extériorisation de symptômes de maladies sur les agrumes. La lime mexicaine indicatrice ligneuse universelle pour la détection du virus de la tristezza (*Citrus aurantifolia*) est encore un outil très puissant pour l'extériorisation des différentes souches du CTV (Roistacher, 1991).

5.3 La sérologie et le moléculaire

Des méthodes sérologiques telles que ELISA (*Enzyme linked immunoassay*) en microplaques (Garnsey and Cambra, 1991), ou par la technique dite DTBIA (*Direct tissu blot immunoassay*) sur membrane de nitrocellulose (Garnsey et al., 1993), ont été utilisées pour la détection massale du virus de la tristezza (Garnsey et Cambra, 1991).

Les méthodes moléculaires sont basées sur l'amplification des séquences du génome *in vitro* (Gillings et al., 1993). Beaucoup de méthodes moléculaires ont contribué à la détection et la caractérisation du virus de la tristezza. Des techniques telles que le dsRNA, et le cDNA), sont aujourd'hui connues dans le domaine de diagnostic et d'identifications des souches du virus de la tristezza (Roistacher, 1991).

Grace à la PCR, Gillings et al. (1993) ont développé la technique du polymorphisme de longueur des fragments de restriction (PLFR) pour différencier les souches de CTV, puis, Mawassi *et al.* (1993) et Pappu *et al.* (1993b) ont déterminé les séquences nucléotidiques du gène de la capsid protéique (CP) de diverses souches de CTV.

La technique SSCP (*Simple brin de polymorphisme de conformation* (Orita *et al.*, 1989 ; Yap et McGee, 1994), permet une identification rapide des fragments d'ADN de la même taille, mais avec des variations de séquences. Cette technique peut distinguer les souches de CTV (Rubio *et al.* 1996).

Partie Expérimentale

1. La situation géographique de la wilaya de Skikda

La wilaya de Skikda est située au nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4137,68 Km² avec une population avoisinant les 804697 habitants. Elle dispose de 130 Km de cotés qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Zhour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitrophe avec les wilayas de Annaba, Guelma, Constantine et Jijel (www.ccisafsaf.dz).

2. Présentation de L'université de 20 Août 1955

L'université de 20 Août 1955 de Skikda située dans la zone d'El-Hadaiek. Elle s'étend sur une superficie de 246 ha, située à 4 Km au sud-ouest de la wilaya sur la route d'El-Hadaiek, au pied de la montagne entre la route 43 et Mont Mision.

L'ancienne école d'agriculture dispose d'un patrimoine végétal d'une valeur inestimable comprenant plusieurs collections végétales constituant un pôle très important en arboriculture fruitière et en viticulture. À partir de l'année 2013 on constate une réduction importante de la surface agricole utile de moins de 57 ha 24a soit 23,30% par rapport à la surface totale. Le problème du renouvellement des vergers (surtout d'agrumes), ainsi la production de plants en hors sol et l'installation des équipements de base indispensables au bon fonctionnement de ces vergers est un objectif tracé à lon terme. Les actions de sauvegarde et développement réalisées ont touché les espèces fruitières locales telles les agrumes (Chalabi, 2014).

Tableau 04 : Répartition des espèces fruitières des jardins de l'Université de Skikda

Espèces fruitières	Surface en hectares et en isolé	Observations
Vigne	13ha 12a 51a	Vigne de cuve : 09ha 06a 21ca Vigne de table : 03ha 19a 40ca Porte-greffes : 0ha 86a 90ca
Agrumes	10ha 14a 00ca	Oranger : 04ha 33a 88 ca Clémentinier : 03ha 98a 19ca Mandarinier : 01ha 56a 88ca Citronnier : 0ha 25a 00ca Pomélo pamplemousse : 0ha 0a

Partie expérimentale

		05ca
Arbres à noyaux	4ha 45a	Pêcher : 1ha 83a Abricotier : 1ha 33a Prunier : 1ha 15a Cerisier : 0ha 14a
Arbres à pépins	5ha	Poirier : 2ha 76a Pommier : 2ha 10a
Arbres à pépins	284 arbres	En bordure des allées 01 ligne de chaque coté Poirier
Grenadiers	0ha 75a	/
Plaqueminier	0ha 10a	/
Figuier	295 arbres	Plantés en terrasses et en lignes
Amandier	854 arbres	Plantés en terrasses, en ligne et en bordure des allées.
Olivier	398 arbres	Plantés en terrasses et en lignes et en bordure; distance entre chaque arbre 6m 50 et parfois 8m.
Caroubier	30 arbres	Plantés sur trois (03) terrasses et en lignes (8m de distance entre chaque arbre)
Pacancier	175 arbres	Plantés en ligne en bordure des fossés des différentes allées. Distance de plantation 12m entre les arbres.

(Anonyme, 1959) in (Chalabi, 2014)

Le verger d'agrumes est composé d'espèces :

- Commerciales, destinés à la production de fruits qui sont les clémentiniers sans et à pépins, les orangers et le mandarinier.
- D'expérimentation ; 19 espèces.
- Et d'une collection composée de 32 espèces.

Partie expérimentale

- **Les espèces commerciales** : ce sont des espèces destinées pour la production de fruits et leur commercialisation pour les besoins du marché. Ce sont les clémentiniers sans et à pépins (plus de 6 variétés) avec une superficie d'environ 4 hectares, les orangers (8 variétés) s'étalant sur une surface d'environ 3ha 20ares et le mandarinier 1ha 46ares
- **Les espèces d'expérimentation** : ces espèces étaient en phase d'évaluation agronomique notamment en termes de rendements de réponse aux caractéristiques des sols, sensibilité des ravageurs et d'adaptation aux conditions climatiques et comportement végétatif. Ces espèces sont greffées sur plusieurs porte-greffes qui ; sont les orangers, les mandariniers, les citronniers et les pomélos.
 - Les orangers constituent la dominance avec 12 espèces sur 19 qui sont :
 - les oranges blondes, lue-ging-gang, seddouk, vernia, homossassa, pine apple, Jaffa, cadenera, Maltaise.
 - Les oranges sanguines.
 - Demi-sanguine : double fine.
 - Sanguine : Washington sanguine, portugaise, sanguinelli.
 - Les citronniers : Eureka, Lisbonne, Bedmar
 - Les mandariniers: Satsuma, King of siam
 - Les pomélos

3. Caractéristiques des vergers d'agrumes de l'Université : le verger agrumicole est d'un âge avancé, on n'enregistre aucun renouvellement des plantations ni remplacement des plants manquants.

Tableau 05 : Tranche d'âge des agrumes

Tranche d'âge en année	Superficie totale en hectares	Pourcentage d'âge
53ans	1ha 90a 91 ca	18 ,83%
58ans	3ha 54 à 93 ca	34,93%
72ans	4ha 68a 93 ca	46,24%
Total	10ha 14a 00 ca	100%

On note que plus de 46% de vergers d'agrumes dépassent 72 ans d'âge ; Les plus jeunes plantations d'agrumes ont plus de 53ans. Il est à signaler que la rentabilité économique d'un verger d'agrumes commence à décroître à partir de l'âge de 50 ans. (Miriele, 2002) in

L'utilisation intensive durant des décennies des engins à disque pour le labour des sols a favorisé l'envahissement presque total de certaines espèces clémentinier à pépins, mandarinier et grenadier d'une graminée : le chiendent. (Jardi, 1995). Certains arbres de certaines espèces (oranger, clémentinier, grenadier) sont enveloppés de mauvaises herbes telles que les liserons et présentant l'aspect de vergers abandonnés **Les plants de collection** : c'est un groupement de plus de trente espèces différentes. Cette remarquable collection d'agrumes fait l'objet d'une attention particulière et nous conduit à conserver ces espèces, les étudier et à évaluer le potentiel de valorisation. Ces espèces sont greffées sur cinq (05) porte-greffes différents. Cette collection est constituée de plus de dix (10) espèces sur 32 d'oranger, le reste par les Tangélos, les citronniers, les mandariniers, les pomélos, les cédratiers, les Kumquats, et le chinois de savonne (Chalabi, 2014).

4. Matériels et Méthodes

4.1 Présentation du lieu d'étude

Des prospections sur terrain en période de printemps ont été effectuées sur bon nombre de vergers d'agrumes, d'abord ceux de notre Université et d'autres à l'extérieur détenus par des privés. En période de printemps avec des températures allant jusqu'à 25 C°, est la meilleure période pour étudier les symptômes surtout sur le feuillage. En effet, des enquêtes ont été réalisées au niveau de quatre vergers au niveau de l'Université et deux vergers privés situés dans la localité d'El-Hadaiek.

4.2 Matériel végétal utilisé

4.2.1 Aspect général des vergers prospectés

Les vergers prospectés à l'université et à l'extérieur de l'Université, ont été étudiés d'une façon générale qui aborde l'état sanitaire des arbres, l'itinéraire technique adopté à chaque verger. Des informations ont été collectés qui peuvent renseigner sur la situation des vergers étudiés.

Partie expérimentale

4.2.2 Caractéristiques des vergers prospectés

Les quatre vergers prospectés au niveau de notre Université sont représentés par de vieilles plantations.

Tableau 06 : Caractéristiques des vergers prospecté

Nombre de Verges Caractéristiques	Verger 1	Verger 2	Verger 3	Verger 4	Verger 5	Verger 6
Nom d'agriculteur	Universi- té	Universi- té	Universi- té	Universi- té	Zeaier F	Mechati H
Localisation de L'exploitation	El Hadaiek	El Hadaiek	El Hadaiek	El Hadaiek	El Hadaiek	El Hadaiek
Caractère de L'exploitation	Étatique	Étatique	Étatique	Étatique	Privé	Privé
L'âge de verger	53 ans	58 ans	72 ans	60 ans	12 ans	35 ans
Caractéristiques de La parcelle	Sol argileux Sec Climat tempéré	Sol argileux sec Climat tempéré	Sol argileux sec Climat tempéré	Sol argileux sec Climat tempéré	Sol argileux Humide Disponib ilité de l'eau	Sol argileux Humide Disponibil ité de l'eau
Nombre d'hectares	1.90 ha	3.54 ha	4.68 ha	3 ha	1,5 ha	4 ha
Origine de matériels Utilisées	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Liste des variétés	Clément- ine	Clément- ine Thomson Mandar- ine	Thoms- on Clémen- tine Manda- rine	Clément- Ine Thomson Mandar- Ine	Mandari- ne Thomson Citronnie r	Clémentin e Mandarine Thomson Double - Fine

Partie expérimentale

Porte-greffe Utilisés	Bigarad- ier	Bigarad- Ier	Bigarad- Ier	Bigarad- ier	Volkame r-iana	Bigaradier
Itinéraires techniques Suivi chaque année	-Travaux superficiels. -Fertilisation. -Les traitements.				-Fertilisation -Irrigation -Travaux superficiels -Taille aléatoire. -Les traitements.	

4.3 Méthode de travail

La méthode de travail adoptée est celle basée sur les observations visuelles et l'étude des symptômes qu'affichent les arbres en fonction des symptômes décrits sur les maladies affectant les agrumes, entre autres, la tristeza. Les symptômes sont plus faciles à lire en période de printemps, quand les températures avoisinent les 22 à 25C°, période propice pour la répllication virale. Plusieurs sorties ont été effectuées sur les vergers prospectés en étudiant les arbres surtout ceux affichant des symptômes se rapprochant à ceux décrits pour la tristeza, à savoir, le dépérissement d'un côté de l'arbre sur une seule branche par exemple, ou la moitié de l'arbre ou le dépérissement peut toucher l'arbre complet. Des symptômes d'affaiblissement des arbres en général, les chloroses, les symptômes de forme en cuillère des feuilles etc. Ce sont donc certains symptômes parmi ceux décrits pour la tristeza. Rappelant également que tous les symptômes ne sont pas spécifiques.

4.4 Protocole d'échantillonnage

Le protocole de notre travail est basé sur des observations d'abord sur l'ensemble du verger ensuite dans la rangée et par la suite arbre par arbre. Il faut rappeler qu'une attention a été Donnée pour les cas d'arbres affichant des symptômes très spécifiques tels que les dépérissements (Fig.22).

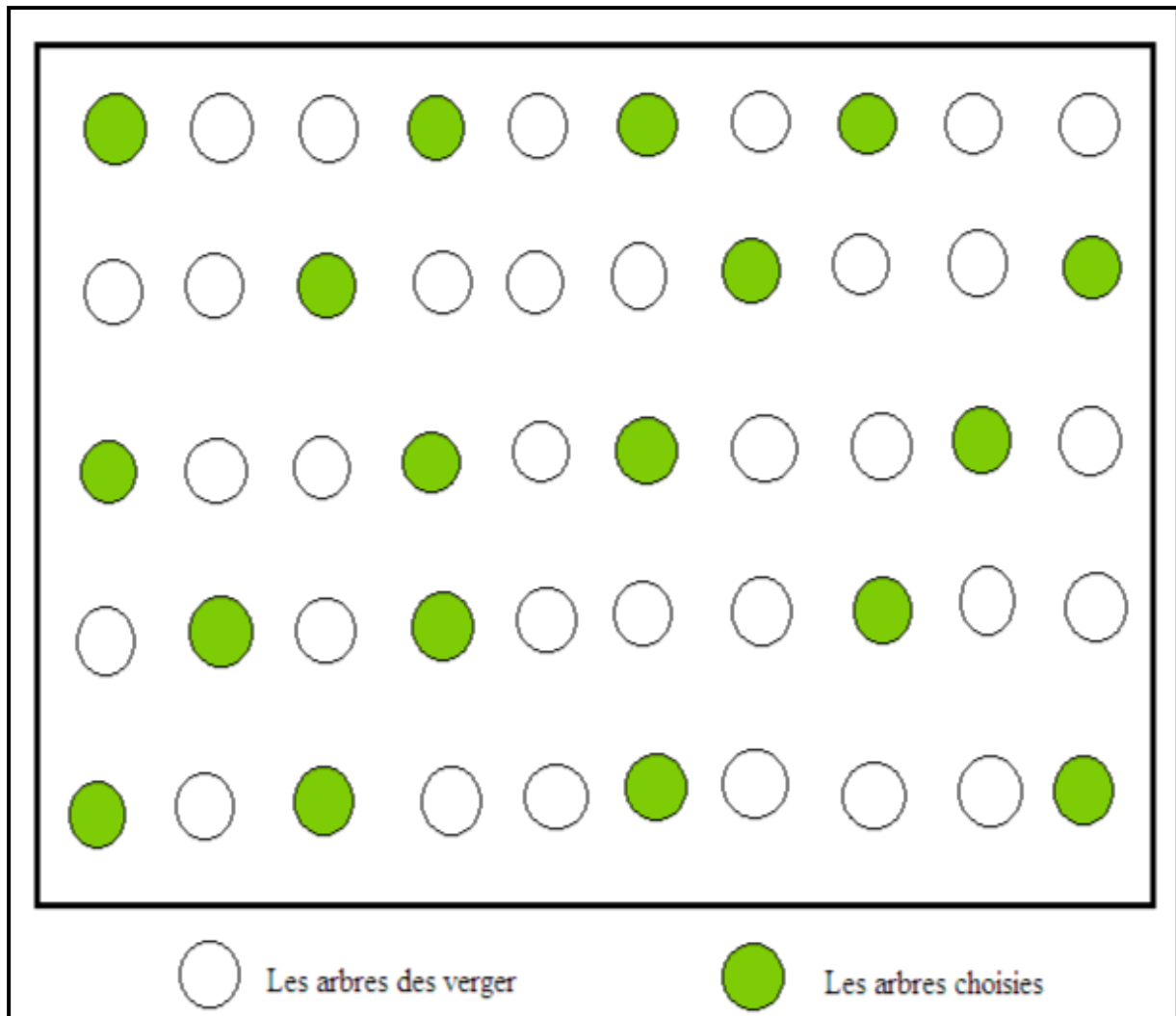


Figure 22. Protocole d'échantillonnage aléatoire.

5. Résultats et discussion

5.1 Aspect général des vergers

Après avoir délimiter les vergers sur lesquels notre étude a été réalisée, nous avons fait un constat basé sur la collecte d'informations auprès des propriétaires des vergers de l'Université ainsi que ceux détenus par deux privés dans la localité d'El-Hadaiek. Selon l'itinéraire technique adopté et tous les travaux d'entretiens menés par les propriétaires, il s'avère que l'ensemble des travaux ne sont pas réalisés dans leur totalité et ce par manque de moyens matériels et financiers ou autres. Cependant, une remarque peut être directement faite qui concerne l'état général des vergers des deux exploitations privés qui représente des arbres bien entretenus en bon état sanitaire, par contre ceux des vergers de l'Université, et malgré l'âge des plantations, une absence quasi-totale des travaux du sol avec une panoplie de mauvaises herbes et la présence de cas d'arbres affichant des complexes de maladies.



Figure 23. Verger 01.

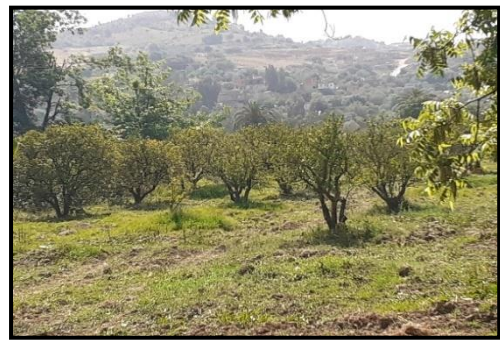


Figure 24. Verger 02.



Figure 25. Verger 03.



Figure 26. Verger 04.



Figure 27. Verger 05



Figure 28. Verger 06.

5.2 Etude symptomatologique des vergers prospectés

Les signes et symptômes qui apparaissent sur la plante peuvent également varier selon le type de maladie, le type d'hôte, le degré de résistance aux maladies, les conditions environnementales, les carences minérales, les ravageurs et les conditions climatiques difficiles.

5.3 Etude de symptômes sur le feuillage

Dans l'ensemble, le verger de l'exploitation N°1 (M. Zaair), est caractérisé par un bon état sanitaire, les observations faites sur le feuillage des arbres étudiés montrent une coloration normale, cependant quelques petits problèmes liés à la présence de cochenilles (figure 43), l'enroulement, jaunissement (figure 36) des feuilles et quelques attaques de pucerons très minimes.

Dans le verger de l'exploitation N°2 (Mechati), nous avons remarqué la présence de cochenilles, le jaunissement (figure 38) de feuilles, la présence de mauvaises herbes qui sont montrés par (la figure 40), l'enroulement des feuilles (figure 37), la présence des aleurodes, la présence de la mineuse (figure 42), la cochenille noire, la mouche blanche (figure 39) etc.

Par contre sur l'ensemble des vergers de l'Université (4 vergers) la situation est très diverse, presque la quasi-totalité des arbres affichent des symptômes sur le feuillage, les symptômes peuvent aller de l'enroulement (figure 31), la crispation, la présence de pucerons (noir, vert) dans (la figure 34), la présence de beaucoup d'autres insectes tels que, les cochenilles les aleurodes, les araignées, les fourmis etc. Les chloroses et d'autres colorations anormales sont parmi les symptômes rencontrés sur les arbres prospectés. Ces colorations sont induites par

des facteurs abiotiques ou biotiques. Toutes cette gamme de ravageurs et l'absence d'entretien (fertilisation, travaux du sol, destruction de mauvaises herbes...) facilite la dégradation des vergers. Des symptômes autres que le jaunissement, la présence de tiges érigées vers le haut (symptômes balais de sorcière) qui rappellent les symptômes d'un Mycoplasme.

5.3.1 Etude de symptômes sur les branches

L'ensemble des vergers prospectés de l'Université sont concernés par beaucoup de symptômes qui ont été déjà décrits dans les travaux des étudiants précédents, ces symptômes rappellent ceux décrits sur la psorose à savoir des craquellements d'écorce, sur les branches et le tronc, l'ensemble des vieux arbres sont touchés par ce détachement d'écorce (psorose écailleuse) décrite sur les arbres après 50 ans d'âge.

Un autre problème récent à ces vergers (4 à 5 ans), est le dépérissement qui touche parfois une branche d'un arbre, parfois la moitié et parfois il est généralisé sur l'arbre (Figure 32 ; Figure 35). Ce même symptôme est présent parfois sur une rangée complète (Figure 24), nous avons noté ce dépérissement sur les 4 vergers de l'Université, le mode de présence de ce dessèchement est peut-être une contamination par l'intermédiaire de pucerons qui sont considérés comme des vecteurs de maladies entre autres les maladies virales. Ce dépérissement rappelle les symptômes décrits pour la tristeza causés par la souche (Quik decline), en effet des dessèchements peuvent survenir sur un côté de l'arbre, sur la moitié ou complètement sur l'arbre, si le vecteur est présent des rangées complètes peuvent être contaminées (Roistacher, 1991).

5.3.2 Etude de symptômes sur le tronc

La présence de symptômes et d'anomalies sur le tronc peut renseigner sur beaucoup

De pathologies, entre autres, les maladies cryptogamiques, les maladies virales, mais certains symptômes peuvent être spécifiques tels que le craquellement sur le tronc qui rappellent les symptômes associés à la psorose écailleuse.

Dans la majorité des pathologies observées sur les 4 vergers de l'Université, le symptôme frappant sur les troncs d'arbres est lié à cette psorose déclarée il y a des années surtout s'agissant des arbres très vieux.

Par contre les arbres des autres vergers semblent et en se basant sur les observations visuelles, très bon aspect.

5.3 Conclusion partielle

La tristeza demeure la maladie la plus redoutable sur les agrumes, en Algérie elle est présente, mais sa présence n'est pas encore bien connue en matière de présence et d'incidence. Les recherches sur cette maladie témoignent de la présence de ce virus sur bon nombre de vergers dans le centre du pays, et ce, depuis les années 2000 (ITAFV, 2002 ; Belkahla et al, 2013).

Mais la situation n'est pas trop claire en ce qui concerne les autres zones de productions agrumicoles. Dans notre travail et suite aux résultats d'étude symptomatologique, les cas suspects présentant tous des dépérissements, peuvent renseigner sur la probable dissémination du virus. Des analyses peuvent être effectuées en utilisant une technique sérologique (DTBIA), Pour confirmer ou infirmer la présence de ce virus.

Rappelant aussi que dans le cadre d'une étude à grande échelle portant sur le virus de la tristeza des agrumes (CTV) a été réalisée entre 2016 et 2018, dans la vallée de Chlef, l'une des principales zones de production d'agrumes en Algérie. Les résultats ont confirmé la présence du virus avec un taux d'infection de 3,21%. La caractérisation moléculaire a mis en évidence deux génotypes T30 et VT, le génotype VT étant connu comme correspondant à des souches virulentes du CTV. Les autres isolats de CTV sont apparentés à ceux précédemment détectés dans la plaine de la Mitidja, montrant 99% de similarité nucléotidique avec un isolat modéré du CTV présent en Espagne. Ce nouveau signalement d'une souche appartenant au génotype VT est un sujet d'inquiétude pour les agrumiculteurs algériens et nécessite la mise en œuvre rapides de mesures par les services phytosanitaires afin d'élargir la surveillance aux autres zones de productions d'agrumes et d'éliminer les arbres trouvés infectés (Ali, 2020)

Voilà pourquoi, nous nous sommes intéressés à ce thème qui mérite d'être reconduit afin de connaître si la région Est Algérie est encore zone free CTV, car la présence de souche VT, renseigne sur la présence du vecteur potentiel *Toxoptera citricida* qui peut disséminer la maladie dans un laps de temps très court.

- Les vergers d'université (1, 2, 3 et 4) : nous avons remarqués plusieurs des symptômes (maladies et ravageurs) comme :



Figure 29 : Dessèchement.



Figure 30 : Jaunissement.



Figure 31 : Enroulement.



Figure 32 : Ecaillage du tronc.



Figure 33 : Cochenille noire.



Figure 34 : Mineuse, puceron (noire, vert),

Mouche blanche.

- **Verger 05 (Zeaier.F)** : Ce verger est privé, il montre peu de symptômes tels que :



Figure 35 : Dessèchement.



Figure 36 : Jaunissement.

Partie expérimentale

- Verger 06 (Mechati.H) : nous avons remarqué quelques symptômes qui sont :

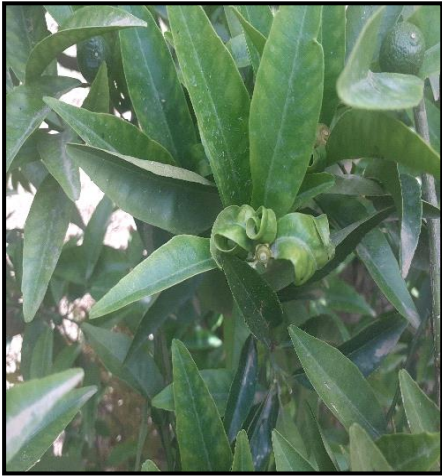


Figure 37 : Enroulement.



Figure 38 : Jaunissement.



Figure 39 : Mouche blanche.



Figure 40 : Mauvaise herbes.



Figure 41 : Araignée.



Figure 42 : Mineuse.



Figure 43 : Cochenille



Figure 44 : Black Spot

Conclusion

Conclusion

Conclusion :

Les maladies des agrumes sont nombreuses et sont en général mal connues, mais plusieurs maladies transmissibles par greffage ont été observés dans les vergers agrumicoles Algérie et décrites par Bové 1995.

Parmi ces maladies, la tristeza maladie virale de quarantaine redoutable sur les agrumes, eu début vers les années 50 du siècle précédent, elle n'avait jamais constitué un problème pour l'agrumiculture algérienne, la souche virale atténuée, les variétés touchées par le virus étaient généralement très peu commercialisables et donc peu diffuse, à tout cela s'ajoute les hautes températures qui jouent le facteur de thermothérapie inhibant la réplication virale,, et bien sûr le contrôle et l'élimination par incinération des plants malades, détectés à l'époque , ces facteurs sont peut-être contribué à la non dissémination de cette maladie en Algérie. Récemment, au début des années 2000, des foyers d'infection par le CTV ont été détectés dans la zone de la Mitidja sur des exploitations privées et étatiques, mais aussitôt éliminées par incinération, des mesures de quarantaine ont été prises par l'INPV, CNCC et l'ITAFV, pour éviter la dissémination de la maladie. Mais les conditions du milieu sont en faveur de la dissémination de la maladie, la présence de vecteurs pucerons, le bigaradier sur les vieilles plantations, le manque d'entretiens et surtout le manque de contrôle sur la totalité des agrumes en Algérie, ont contribué à la réapparition de cette maladie. En 2019 et selon des travaux de recherches, et ce dans le cadre de préparation de thèse de Master ou doctorat au niveau de l'Université de Chlef, des cas positifs au CTV ont été repérés sur des vergers privés, dans ce cas des souches exotiques sévères ont été détectés. La souche sévère n'a jamais été décrite en Algérie, probablement, c'est l'introduction du *Toxoptera citricida* dans la zone méditerranéenne qui a favorisé l'introduction des souches sévères dans notre pays.

C'est dans cette perspective que nous avons comme objectif de tester par analyse au laboratoire en utilisant la technique sérologique DTBIA, des échantillons suspects, malheureusement, notre produit (Kit de détection du CTV) n'a pas été réceptionné jusqu'à présent (démarches administratives).

Mais nous avons quand même poursuivi notre problématique basée sur des visites de prospection sur plusieurs vergers agrumicoles (université et privé). La démarche scientifique est basée sur les observations visuelles et leur comparaison avec les descriptions des symptômes de la maladie recherchée. Tous les symptômes ne sont pas spécifiques, cependant un symptôme foudroyant qui rappelle la tristeza a été observé sur presque tous les 4 vergers

Conclusion

de l'Université. Il s'agit de dessèchement parfois sur une seule branche ou la moitié de l'arbre et parfois c'est tout l'arbre qui est desséché. Certes, le diagnostic sur terrain peut donner une idée sur la maladie surtout en présence de pucerons et le bigaradier qui constitue une association très sensible au CTV, mais sel la détections au laboratoire peut confirmer notre constat. Le dessèchement est très clair sur la majorité des arbres, qui se portaient tés bien il y a quelques années delà, Cela ne peut-être traduit que par une contamination entre les arbres via les pucerons.

Beaucoup d'autres problèmes liés à l'état sanitaire ont été observés et peuvent renseigner sur pas mal d'anomalies liées soit à des maladies ou à des ravageurs. Tels que les enrroulements, les chloroses, les boursoufflures, la crispation le dessèchement des feuilles. Les arbres en général, affichent un complexe de symptômes qui peuvent être liés à plusieurs pathogènes.

La tristeza demeure le danger redoutable sur les agrumes, et la région de l'Est de l'Algérie a toujours était considérée (Free CTV), mais qui prouve cela avec les nouvelles données d'introduction de souches sévères et la présence du bigaradier et la panoplie de vecteurs pucerons.

Seul un bon diagnostic et une analyse au laboratoire peuvent confirmer ou infirmer cela.

L'année prochaine si le produit sera réceptionné, les futurs étudiants Master2, pourront faire un des Monitoring et des diagnostics suivi d'analyses au laboratoire pour la détection du CTV en utilisant la technique sérologique DTBIA utilisée dans la détection massale du virus de la tristeza.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

www7.inra.fr

www.fr.roadshow-dach.com

www.verger_ooreka.fr

www.monjardinmamaison.maisontravaux.fr

www.maisondesagrumes.com

www.fr.m.wikipedia.org

www.anses.fr

www.tropicsafe.eu

www.la1ere.francetvinfo.fr

www.daaf.martinique.agriculture.gouv.fr

www2.ipm.ucanr.edu

www.agric.nsw.gov.au

www.profert.dz

www.homejardin.com

www.agrichem.dz

www.deco.fr

www.vignevin-occitanie.com

www.promessedefleurs.com

www.ephytia.inra.fr

www.agq.com.es

www.onfaitdequoi.com

www.yara.fr

<https://www.agripedia.nc/conseils-techniques/productions-vegetales/sante-du-vegetal/teigne-des-fleurs-du-citronnier>

<https://www.sciencedirect.com>

<https://images.app.goo.gl>

<https://plantix.net/fr/>

www.atlasbig.com

www.eppo.org

www.ccisafsaf.dz

Références bibliographiques

- **Agence Fédérale**, pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Huanglongbing. Greening des agrumes. V02. 2020, p 1-8.
- **Ali. A. S. 2020.** Rôle des pucerons dans la propagation du virus de la tristeza (CTV) responsable du dépérissement rapide des agrumes dans le moyen chlef et identification des biotypes vecteurs. Doctorat /LMD. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.2019/2020. 210P
- **Anonyme, 1959.** Divers documents écrits à la maison présentant l'exploitation de l'école et les parcelles des différentes espèces fruitières.
- **Bar Joseph M., Garnsey S.M., Gonslaves D., Moskovitz M., Purifull D.E., Clark M.F. et Loe Benstein G., 1979.** The use of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of citrus tristeza virus. *Phytopathology* 69: 190-194.
- **Belkahla H., Larbi Dj., Bouafia L., Moudoud R., Guettouche F. and Bouzidi S., 2013.** Serodetection of Citrus Tristeza Closterovirus (CTV) In Algeria. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(1): 10-13, 2013
- **Bénédicte, Michel Bachès.** Agrumes : comment les choisir et les cultiver facilement. Ed Eugen Ulmer, Paris. 2011, p 91-93.
- **Bernard Aubert.** Fruitrop, nouvelle menace sur les agrumes de méditerranée, Huanglongbing, le HLB en 16 questions, version française. Ed 168, 2009, p1-8.
- **Biche M, 2012.** Guide pratique les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed.FAO.36p.
- **Bové J.M., 1995.** Virus and virus like diseases in the Near East region. FAO Rome Eds: 518P
- **Brlansky R.H., 1988.** Inclusion bodies produced in citrus by *citrus tristeza virus*. *Phytophylactica* 19: 211-213.
- **Brlansky R.H., Garnsey.S.M., Lee.R.F., Purcifull.D.E., 1984.** Application of *citrus tristeza virus* antisera in labeled antibody, Immuno-electron microscopical and sodium dodecyl Immunodiffusion tests. International organization of citrus virologists conference proceedings (1957-2010) 9 (9) , 1984.
- **Cambra M., Gorris M. T., Roman M. P., Terrada E., Garnsey S. M., Camarasa E., Olmos, A. and Colomer M., 2000b.** Routine detection of *Citrus Tristeza Virus* by direct *immunoprinting* ELISA method using specific monoclonal and recombinant antibodies. Proc. 14th Conf. Inter. Org. Citrus Virologists. (Brazil-1998): 34-41.

Références bibliographiques

- **Camille Jacquemond, Frank Curk, Marion Heuzet et Coord.** Les clémentiniers et autres petits agrumes. RD Versailles Cedex, France. 2013, 363p.
- **Chalabi. R. 2014.** Espèces fruitières de l'ancienne école d'agriculture de Skikda. Recensements et sauvegarde. Magister en Agronomie d'université 20 Août 1955 :119P
- **Cristian Mille.** La Calédonie agricole. Entomologiste SRFP. Programme culture fruitières, Institut agronomique Néo-Calédonien. 2003, p37.
- **D'onghia A.M., Djelouah K., Frasheri D. and Potere O., 2001.** Detection of citrus psorosis virus by direct tissue blot immunoassay. Jour.Plant Pathol. 83(2): 139-142.
- **Djelouah K, Valentini F, D'Onghia A. M.2009,** Technical procedures for the monitoring of citrus tristeza virus CTV, Options Méditerranéennes: *Citrus Tristeza* and *Toxoptera Citricidus*: a serious threat to the Mediterranean citrus industry. Serie B, p 2011-2017.
- **Djelouah K., Frasheri D. et D'Onghia A.M., 2002a.** Improvement of serological diagnosis of citrus psorosis virus (CPsV) and Citrus tristeza virus (CTV). In: Proc 15th conf. IOCV, Cyprus 2001
- **DSA 2014** - Direction des Services Agricoles, bureau de statistique.
- **DSA 2022** -Direction des Services Agricoles, bureau de statistique.
- **François Luro.** L'origine des agrumes : leur évolution et la naissance des espèces cultivées. Jardin de France, 2015, pp 36.
- **Garnsey S.M., Cambra M., 1991.** Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for citrus pathogens, In: CN Roistacher (eds). Graft-transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis. FAO, Rome eds.:193-216.
- **Garnsey S.M., Gonsalves D. and Purcifull D.E., 1979.** Rapid diagnosis of *citrus tristeza virus* infections by sodium dodecyl sulphate immunodiffusion procedures. Phytopathology 69: 88-95.
- **Garnsey S.M., Permar T.A., Cambra M. and Henderson C.T., 1993.** Direct tissue blot immunoassay (DTBIA) for detection of citrus tristeza virus (CTV). In: Proc. of the 12th Conf. IOCV, India 1992: 39-50.
- **Garnsey S.M., Permar T.A., Cambra M. and Henderson C.T., 1993.** Direct tissue blot immunoassay (DTBIA) for detection of citrus tristeza virus (CTV). In: Proc. of the 12th Conf. IOCV, India 1992: 39-50.

Références bibliographiques

- **Gillings M., Broadbent P., Indsto J. and Lee R.F., 1993.** Characterization of isolates and strains of *citrus tristeza closterovirus* using restriction analysis of the coat protein gene amplified by the polymerase chain reaction. *Journ.virol.Methods* 44: 305–317
- **Guerri J., Moreno P., and Lee R.F. 1990.** Identification of citrus tristeza virus strains by peptide maps of virions coat protein. *Phytopathology* 80: 692-698.
- **H.L Harvey.** Citrus Water spot. *Journal of the department of agriculture, water, Australia, series 4.* 1964, 500p.
- **ITAFV, 2002.** Rapport sur le dépistage du Citrus tristeza closterovirus (CTV) au niveau du parc à bois agrumicole. ITAF, CNCC, INPV. Ministère de l'Agriculture, Alger 2003, Algérie
- **Jacquemond Camille, Agostini D et CuR K, 2009-**Des agrumes pour l'Algérie, Bureau d'ingénierie en horticulture et agro-industrie, p4.
- **Jardin C., 1995.** Le guide Traité pratique de jardinage. 13^{ème} Ed. Copedit : 153p
- **Jauseph Marie Bové.** Originalités biologiques et pathologiques des agrumes : De la gommose à *phytophthora* à la *clorose variéguée*. 2001, 244p.
- **Larbi Dj., Ghezli C., Djelouah K., 2009.** Historical review of Citrus Tristeza Virus (CTV) in Algeria. *Options Méditerranéennes: Citrus Tristeza and Toxoptera Citricidus: a serious threat to the Mediterranean citrus industry.* B65:107-110
- **Lee R.F., Calvert A., Nagel J. and Hubbard J.D., 1988.** Citrus tristeza virus: Characterization of coat protein. *Phytopathology* 78: 1221-1226
- **Lin Y., Rundell P.A., Xie L., Powell C.A., 2000.** In situ immunoassay for detection of citrus tristeza virus. *Plant Dis.* 84:937-940.
- **Loussert. R.** Les agrumes ; Arboriculture. Volume I. ED. Lavoisier. Paris. France. 1987 113p.
- **Loussert.R.** les agrumes 1 Arboriculture : Technique Agricoles Méditerranées. 1989, 125p
- **Maurice Hullé.** Les pucerons des plantes maraichères : Cycles biologiques et activités de vol. Edition Quae, 1999, 136p

Références bibliographiques

- **Mawassi M., Gafney R. and Bar-Joseph M., 1993.** Nucleotide sequences of the coat protein gene of *citrus tristeza virus*(7): 265-275.
- **Minafra A., D'Onghia A.M. et Djelouah K., 2001.** Validazione della ibridazione molecolare per la diagnosi di viroidi degli agrumi in pieno campo. Atti progetto POM A32. Validazione e trasferimento alla pratica agricola di norme tecniche per l'accertamento dello stato sanitario di specie ortofrutticole per patogeni pregiudizievoli alla qualità delle produzioni vivaistiche. Locorotondo Italy 2001: 465-472.
- **Miriele G., (2002).** Memento de l'agronome, Ed CIRAD et GRET. Jouve. Paris : 930p.
- **Ndo E. G D, 2011.** Evaluation des facteurs de risque épidémiologique de la phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Thèse Doc. Univer. Cameroun : 202p
- **NIMP 27, 2019**– organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. *Citrus Tristeza Virus*, protocoles de diagnostic pour les organismes nuisibles réglementés. 2019. 26 P.
- **Orita M., Suzuki Y., Sekiya T. and Hayashi K., 1989.** Rapid and sensitive detection of point mutations and DNA polymorphisms. *Genomics* 5: 874-879
- **Palacio A., Foissac X. et Duran Villa N., 2000.** Indexing of citrus viroids by imprint hybridization: Comparison with other detection methods. In: Proc. 14th Conf. of IOCV, Brazil 1998: 294-301.
- **Pappu H. R., Pappu S.S., Niblett C.L., Lee R.F. and Civerolo E., 1993b.** Comparative analysis of the coat proteins of biologically distinct citrus tristeza closterovirus isolates. *Virus Genes* 73: 255-264.
- **R Vogel et J.M. Bové.** La nouvelle technique d'indexation de la cachexie-xyloporose : son utilisation corse. Volume 31. Ed 02. 1976, p93-96.
- **R. Vogel. Lecristacortis :** Une nouvelle maladie à virus des des agrumes. Volume 29. Ed. 1974,417-431.
- **Rocha-Peña M. A., Lee R. F., Niblett C. L., 1991b.** Development of a dot-immunobinding assay for detection of Citrus tristeza virus. *Journ. Virol. Meth.* 34:297–309. 10.1016/0166-0934(91)90108-C
- **Rocha-Peña M.A., and Lee R.F., 1991.** Serological techniques for detection of citrus tristeza virus. *Journ. Virol. Meth.* 34: 311-331.

Références bibliographiques

- **Roistacher C.N., 1991.** Graft transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis. FAO Rome Eds, 286P
- **Rubio L, Ayllón MA, Guerri J, Pappu H, Niblett CL and Moreno P., 1996.** Differentiation of citrus tristeza closterovirus (CTV) isolates by singlestrand conformation polymorphism analysis of the coat protein gene. Ann. Appl. Biol. 129, 479-489.
- **Semancik J.S, Duran-Vila N., 1991.** The grouping of citrus Viroid. Additional physical and biological dererminants and relationships with diseases of citrus.1991, 178-188 P.
- **Yap et McGee, 1994) Yap E.P.H. and McGee J.O.D., 1994.** Non-isotopic single-strand conformation polymorphism (SSCP) analysis of PCR products. PCR Technology: Cur. Innov. CRC Press Inc: 165-177.

Nom et prénom : Boukandoura Fatima Zohra

Nom et prénom : Bouhafer Nesrine

Nom et prénom : Boukarine Amani

Titre : Enquête sur les symptômes associés au CTV (citrus tristeza virus) dans les nouvelles plantations en relation avec les portes greffes utilisés.

Résumé :

Notre étude a été effectuée au niveau de certains vergers d'agrumes (vieilles et jeunes plantation) en relation avec le type de porte greffe utilisé. Les portes greffes constituent le premier élément pour une agrumiculture épanouie et saine. Depuis longtemps le bigaradier (*Citrus aurantium*) a constitué dans le monde entier, le seul porte greffe utilisé dans les vergers agrumicoles, considéré comme porte-greffe très résistant au *phytophthora* et confère à la variété une vigueur et une bonne reprise au greffage. Pendant plus d'un siècle les agrumes étaient très prospères jusqu'au début du vingtième siècle avec l'apparition du virus de la tristeza, ou beaucoup de pays ont subi des épidémies de la tristeza tels que l'Argentine, le Brésil, les USA, le Sud Afrique, l'Espagne et la Palestine, ces épidémies ont été, entre autres, facilitées par l'association des cultivars avec le *Citrus aurantium* (bigaradier) très sensible à la tristeza et la présence de certains vecteurs pucerons très redoutables impliqués dans la dissémination du virus. Actuellement, dans le monde entier le bigaradier est à proscrire, une gamme de porte-greffes tolérants au CTV sont utilisés en fonction des caractéristiques pédoclimatiques et à la tolérance au CTV. L'objectif de notre étude, vise les prospections sur certains vergers nouvellement installés et des vieilles plantations avec une étude symptomatologique basée sur des observations visuelles de symptômes associés à la tristeza sur les feuilles, les branches et le tronc en relation avec le type de porte greffe utilisé. Des enquêtes sur terrain ont été effectuées à partir du printemps période propice pour l'extériorisation des symptômes surtout sur le feuillage. Dans l'ensemble, et dans les quatre vergers prospectés de l'Université, l'état sanitaire des arbres semble très dégradé suite à la présence de beaucoup de symptômes qui peuvent être associés à de nombreuses pathologies (pathogènes et ravageurs insectes), mais le symptôme qui nous a attiré dans ces vergers visités est apparu, selon les propriétaires de ces vergers, ces dernières années (3 à 4 ans au plus), avant les arbres se portaient bien, depuis l'apparition de ce symptôme de dépérissement observé parfois sur une branche, parfois la moitié de l'arbre et enfin la présence des arbres qui affichent un dépérissement complet. Tous ces symptômes rappellent ceux causés par le virus de la tristeza (souche *Quik decline*). Cependant, ces symptômes peuvent être également produit par d'autres pathologies (nématodes, pourridié), seules les analyses au

laboratoire peuvent confirmer ou infirmer ce diagnostic. Suite à la déclaration récente de la présence de souches virulentes du CTV dans la région de l'Ouest dans la ville de Chlef (2019), il serait utile de contrôler les agrumes dans l'Est du pays par des monitorages surtout sur les nouvelles plantations. Par contre les autres nouvelles plantations conduites sur d'autres porte-greffes sont bien entretenues, peu de symptômes ont été observés, dus généralement à des attaques d'insectes. L'entretien est un élément clé avec le type de porte-greffe utilisé et le contrôle de maladies, sont donc les plus importants points dans la gestion des maladies telles que le CTV.

Mots clés : Enquête, CTV, symptomatique, nouvelles plantations, porte-greffe, agrumes

Abstract

Our study was carried out in certain citrus orchards (old and young plantations) in relation to the type of rootstock used. Rootstocks are the first element for a flourishing and healthy citrus growing. For a long time, sour orange (*Citrus aurantium*) has been the only rootstock used in citrus orchards all over the world, considered as a very resistant rootstock to *Phytophthora* and gives the variety vigor and good grafting recovery. For more than a century citrus fruits were very prosperous until the beginning of the twentieth century with the appearance of the tristeza virus, where many countries suffered from tristeza epidemics such as Argentina, Brazil, the USA, South Africa, Spain and Palestine, these epidemics were, among other things, facilitated by the association of cultivars with *Citrus aurantium* (bitter orange) very sensitive to tristeza and the presence of certain very formidable aphid vectors involved in the spread of the virus. Currently, sour orange is to be banned worldwide, a range of CTV-tolerant rootstocks are used depending on soil and climate characteristics and CTV tolerance. The objective of our study is to survey some newly installed orchards and old plantations with a symptomatological study based on visual observations of symptoms associated with tristeza on the leaves, branches and trunk in relation to the type of gate. graft used. Field surveys were carried out starting in the spring, a favorable period for the appearance of symptoms, especially on the foliage. On the whole, and in the four prospected orchards of the University, the sanitary state of the trees seems very degraded following the presence of many symptoms which can be associated with numerous pathologies (pathogens and insect pests), but the symptom that attracted us to these orchards visited appeared, according to the owners of these orchards, in recent years (3 to 4 years at most), before the trees were doing well, since the appearance of this decline symptom sometimes observed on a branch, sometimes half of the tree and finally the presence of trees that show complete decline. All of these symptoms are reminiscent of those caused by the tristeza virus

(*quik decline strain*). However, these symptoms can also be produced by other pathologies (nematodes, rot), only laboratory analyzes can confirm or invalidate this diagnosis. Following the recent declaration of the presence of virulent strains of CTV in the western region in the city of Chlef (2019), it would be useful to control citrus fruits in the east of the country by monitoring, especially on new plantations. On the other hand, the other new plantations carried out on other rootstocks are well maintained, few symptoms have been observed, generally due to insect attacks. Maintenance is key with the type of rootstock used and disease control, so are the most important points in the management of diseases such as CTV.

Keywords: Survey, CTV, symptomatic, new plantations ,grafts, citrus.

ملخص :

أجريت دراستنا في بعض بساتين الحمضيات (مزارع قديمة وشابة) فيما يتعلق بنوع الجذر المستخدم. جذور الجذر هي العنصر الأول لنمو الحمضيات المزدهر والصحي. لفترة طويلة ، كان البرتقال الحامض (*Citrus aurantium*) هو الجذر الوحيد المستخدم في بساتين الحمضيات في جميع أنحاء العالم ، ويعتبر بمثابة جذر مقاوم جداً للنباتات ويعطي قوة متنوعة واستعادة جيدة للتطعيم. لأكثر من قرن كانت ثمار الحمضيات مزدهرة للغاية حتى بداية القرن العشرين مع ظهور فيروس تريستزا حيث عانت العديد من الدول من أوبئة تريستزا مثل الأرجنتين والبرازيل والولايات المتحدة الأمريكية وجنوب إفريقيا وإسبانيا وفلسطين ، وهذه الأوبئة تم تسهيل ذلك ، من بين أمور أخرى ، من خلال ارتباط الأصناف بأورانتيوم الحمضيات (البرتقال المر) الحساسة جداً للتريستزا ووجود بعض نواقل المن الهائلة جداً التي تشارك في انتشار الفيروس. حالياً ، من المقرر حظر البرتقال الحامض في جميع أنحاء العالم ، ويتم استخدام مجموعة من جذور الجذر المحتملة لـ CTV اعتماداً على خصائص التربة والمناخ وتحمل CTV. الهدف من دراستنا هو مسح بعض البساتين التي تم تركيبها حديثاً والمزارع القديمة مع دراسة الأعراض بناءً على الملاحظات المرئية للأعراض المرتبطة بالتريستزا على الأوراق والفروع والجذع فيما يتعلق بنوع البوابة المستخدمة. تم إجراء المسوحات الميدانية ابتداءً من الربيع ، وهي فترة موالية لظهور الأعراض ، خاصة على أوراق الشجر. بشكل عام ، وفي بساتين الجامعة الاربعة المنتظرة ، تبدو الحالة الصحية للأشجار متدهورة للغاية بعد ظهور العديد من الأعراض التي يمكن أن ترتبط بالعديد من الأمراض (مسببات الأمراض والآفات الحشرية) ، ولكن الأعراض التي جذبتنا إلى ظهرت هذه البساتين التي تمت زيارتها ، وفقاً لأصحاب هذه البساتين ، في السنوات الأخيرة (من 3 إلى 4 سنوات على الأكثر) ، قبل أن تكون الأشجار في حالة جيدة ، حيث لوحظ ظهور هذا الانخفاض في بعض الأحيان على فرع ، وأحياناً نصف الشجرة وأخيراً وجود الأشجار التي تظهر تدهوراً كاملاً. كل هذه الأعراض تذكرنا بالأعراض التي يسببها فيروس *tristeza*

(سلالة الانحدار السريع). ومع ذلك ، يمكن أيضًا أن تنتج هذه الأعراض عن أمراض أخرى (الديدان الخيطية ، والعفن) ، فقط التحليلات المعملية يمكنها تأكيد أو إبطال هذا التشخيص. بعد الإعلان الأخير عن وجود سلالات خبيثة من CTV في المنطقة الغربية في مدينة الشلف (2019) ، سيكون من المفيد السيطرة على الحمضيات في شرق البلاد من خلال المراقبة ، خاصة في المزارع الجديدة. من ناحية أخرى ، تم الحفاظ على المزارع الجديدة الأخرى التي تم تنفيذها على جذور أخرى بشكل جيد ، وقد لوحظت أعراض قليلة ، بشكل عام بسبب هجمات الحشرات. الصيانة هي مفتاح نوع الجذر المستخدم والسيطرة على الأمراض ، لذلك هي أهم النقاط في إدارة الأمراض مثل CTV.

الكلمات المفتاحية : بحث ، CTV ، أعراض ، مزارع جديدة ، طعوم ، حمضيات.