

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**  
**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE SAAD DAHLAB –BLIDA 1**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE**

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention  
du diplôme de Master II en sciences de la nature et de la vie  
Spécialité: Biologie des interactions plantes-microorganismes

**RECHERCHE DES PUCERONS-VECTEURS DU CITRUS *TRISTEZA* VIRUS (CTV)**  
**SUR LES AGRUMES**

**Présenté par :**

BENM'HAMMED FATIMA

BENTAHAR IMENE

**Devant le jury composé de :**

Mme OUANIGHI H.	MAA	Présidente	USDB1
Mme BELKAHLA H.	Professeur	Promotrice	USDB1
Mme Mohamed BOUZIANE M.	MAA	Examinatrice	USDB1
Mell EBOUKAYA N.	Magister	Invitée	USDB1

**Soutenu :** 27 Juin 2016

## **REMERCIEMENTS**

*Au terme de ce travail*

*On expriment d'abord notre profond remerciement à notre Dieu qui nous a donné le courage et la volonté d'achever ce travail.*

*On fait devoir d'adresser le témoignage de notre gratitude à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à nous permettre de mener notre tâche à fin sans oublié Walid, Idir et mr haroune et Amina.*

*Nos remerciements s'adressent en premier lieu à Mme. BELKAHLA H. pour son encadrement scientifique et sa disponibilité. Sa direction judicieuse a permis de focaliser et de guider nos efforts dans un itinéraire précis afin d'aboutir aux objectifs recherchés.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Mme OUANIGHI H. « Présidente du Jury » et Melle. BOUKAYA N. « Examinatrice » et Mr. BOUZIANE M.*

*« Examineur » qui nous ont honorés en acceptant de juger notre travail. On tenait enfin à remercier tout le corps d'enseignements qui ont participés à notre formation et plus particulariser les enseignants de spécialité BIPM et spécialement au chef d'option.*

## **DEDICACES**

*nous dédions ce modeste travail,*

- ❖ *Aux Mes très chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de mes profondes et éternelle gratitude que nous leurs porte et notre reconnaissance pour leur soutien, Nous ne pouvons pas les remercier assez pour tout ce qu'ils ont fait pour nous.*
- ❖ *A mes très chères frères qui resteront toujours présent dans notre coeurs : Ahmed, Mustapha, oualid, abdrahim, youcef, marouane.*
- ❖ *A mes sœurs Siham, Amina, chimaa.*
- ❖ *A mes belles sœurs : Kaouther & Fatiha.*
- ❖ *A mes beaux frères : Abbes & Abed El Kader.*
- ❖ *A mes neveux : Moncef & Iyad.*
- ❖ *A toute la famille Ben M'Hammed & Ben Tahare.*
- ❖ *A mes amies : Hamida, Islam, Kamel, sarah, sofiane.*
- ❖ *A mes collègues de : BIPM pour leur soutien .*

### Liste des abréviations :

**OEPP:** Organisation Européenne de la protection des plantes

**ARN:** Acide ribonucléique

**Da:** Dalton

**KDa:** Kilodalton

**CP:** Protéine de la capsule

**RdRp:** ARN dépendant ARN polymérase

**ORF:** Open Reading frame

**HEL:** Hélicase :

**HSP:** Protéine de choc

**dcp:** la protéine de la couche de divergence

**Pro:** protéase

**HEL:** Helicase

**MT:** méthyltransférase

**CTV:** *Citrus Tristeza Virus*.

**Fig:** Figure

**ha :** Hectare.

**D.S.A :** la direction des services agricoles.

**P.N.D.A :** Programme National du Développement Agricole.

**MT:** Millions de tonnes

## Liste des figures :

<b>Figure 1:</b> Production mondiale des agrumes 2001-2007 .....	05
<b>Figure 2 :</b> Evolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007.....	05
<b>Figure 3 :</b> Particules de <i>CTV</i> sous microscope électronique.....	09
<b>Figure 4 :</b> Diagramme du génome du <i>CTV</i> montrant les cadres ouverts de lecture(ORF).....	10
<b>Figure 5:</b> Répartition géographique du <i>CTV</i> dans le monde.....	11
<b>Figure 6:</b> Symptôme du Déclin rapide causé par le <i>CTV</i> .....	12
<b>Figure 7:</b> Eclaircissement des nervures sur les feuilles de limettier .....	13
<b>Figure 8:</b> Striure de bois.....	14
<b>Figure 9:</b> Réduction du calibre des fruits .....	14
<b>Figure 10:</b> Subérification des nervures sur la lime mexicaine.....	15
<b>Figure 11:</b> Déformation sur les plantes indicatrices sur la lime mexicaine.....	15
<b>Figure 12:</b> Symptôme de jaunissement des feuilles.....	16
<b>Figure 13:</b> Symptômes de nid d'abeille.....	16
<b>Figure 14:</b> Photo électronique montrant l'ultra structure des cellules de <i>Lime</i> <i>mexicaine</i> infectées par <i>CTV</i> .....	17
<b>Figure15:</b> Cycle annuel de vie des pucerons.....	19
<b>Figure16:</b> Individus aptères d' <i>Aphis gossypii</i> .....	21
<b>Figure 17:</b> Individus aptères et ailés d' <i>Aphis spiraecola</i> .....	22
<b>Figure18:</b> Individus aptères de <i>Toxoptera aurantii</i> .....	23
<b>Figure 19:</b> individus ailés et aptères de <i>Toxoptera citricida</i> .....	24
<b>Figure 20:</b> Individus aptères et ailés de <i>Myzus persicae</i> .....	25
<b>Figure 21:</b> Transmission selon le mode semi persistant.....	26
<b>Figure 22:</b> Station expérimentale du département de Biotechnologie .....	27
<b>Figure 23 :</b> Exploitation 1 .....	28
<b>Figure 24:</b> Exploitation 2 .....	28
<b>Figure 25:</b> Exploitation 3.....	29
<b>Figure 26:</b> Schéma représentatif du protocole de la collecte des pucerons (La diagonale).....	30
<b>Figure 27:</b> Conservation des échantillons dans des sacs en plastiques.....	31
<b>Figure 28:</b> Etapes de montage des pucerons.....	32
<b>Figure 29:</b> Transmission du puceron-vecteurs sur pois.....	33

<b>Figure 30:</b> Symptôme de l'enroulement des feuilles.....	34
<b>Figure 31:</b> Symptôme de feuille en cuillère.....	34
<b>Figure 32:</b> Symptôme d'éclaircissement des nervures.....	35
<b>Figure 33:</b> Symptôme de jaunissement des feuilles.....	35
<b>Figure 34:</b> Symptôme de nanisme.....	36
<b>Figure 35:</b> Symptôme d'éclaircissement des nervures.....	36
<b>Figure 36:</b> Symptôme de jaunissement des feuilles.....	37
<b>Figure 37:</b> Symptôme de dessèchement des feuilles.....	37
<b>Figure 38:</b> Symptôme de dessèchement des branches.....	38
<b>Figure 39:</b> Symptôme d'enroulement des feuilles .....	38
<b>Figure 40:</b> Symptôme de feuille en cuillère.....	39
<b>Figure 41:</b> Symptôme de nanisme.....	39
<b>Figure 42:</b> Symptôme de feuille en cuillère.....	40
<b>Figure 43:</b> Symptôme de jaunissement des feuilles.....	40
<b>Figure 44:</b> Symptôme de dépérissement d'arbre.....	40
<b>Figure 45:</b> Symptôme de l'enroulement des feuilles .....	41
<b>Figure 46:</b> Symptômes d'enroulement .....	41
<b>Figure 47:</b> Symptômes de feuille en cuillère .....	42
<b>Figure 48:</b> Symptôme de jaunissement des feuilles .....	42
<b>Figure 49:</b> Symptôme de dessèchement des branches.....	42
<b>Figure 50:</b> Pucerons <i>Aphis spiraecola</i> et <i>Toxoptera aurantii</i> sous la loupe binoculaire Gr X 40.....	44
<b>Figure 51:</b> Individu aptère d' <i>Aphis spiraecola</i> observé sous la loupe binoculaire Gr X40.....	44
<b>Figure 52:</b> Individu aptère de <i>Toxoptera aurantii</i> observé sous la loupe binoculaire Gr X40.....	44
<b>Figure 53:</b> Taux d'infestation d' <i>Aphis spiraecola</i> dans les différents sites prospectés et <i>Toxoptera aurantii</i> dans l'exploitation de <i>Boulila</i> .....	45
<b>Figure 54:</b> symptôme d'enroulement des feuilles.....	46
<b>Figure 55:</b> Symptômes éclaircissement des nervures.....	47
<b>Figure 56:</b> Symptôme de jaunissement.....	47
<b>Figure 57:</b> Symptôme de feuille en cuillère.....	47
<b>Figure 58:</b> Symptôme de nanisme.....	48
<b>Figure 59:</b> Symptôme de dessèchement des feuilles.....	48

**Liste des tableaux :**

**Tableau 1** : Evolution du rendement, des superficies et de la production  
agrumicole dans la région de Blida ..... **06**

## Résumé

La *Tristeza* est la maladie de quarantaine la plus dangereuse sur *Citrus*, en raison de son impact sur la qualité des fruits et de son caractère épidémique. Sa transmission s'effectue par plusieurs pucerons-vecteurs selon le mode semi persistant particulièrement le genre *Toxoptera* et *Aphis*. La *Tristeza* s'est progressivement répandue en Europe et les pays méditerranéens. En Algérie elle a été signalée la première fois en 2001. L'objectif de notre travail était de rechercher et identifier les pucerons-vecteurs du CTV en Mitidja dans le but de réaliser un diagnostic phytopathologique par l'inventaire des pucerons vecteurs de cette maladie dans les wilayate de : Blida au niveau de la station expérimentale de département de Biotechnologie et exploitations de Oued El Alleug et de Tipaza au niveau de Boulila et Nador. L'étude symptomatologique a montré la présence des symptômes typiques du CTV : jaunissement des feuilles, éclaircissement des nervures, feuilles en forme de cuillère, nanisme, et le dépérissement de l'arbre. Deux vecteurs responsables de la transmission du virus ont été identifiés, il s'agit d'*Aphis spiraecola* et *Toxoptera aurantii*.

**Mots clés :** *Tristeza*, Citrus, puceron-vecteur, Mitidja.

## Abstract

### SEARCH OF APHIDS-CITRUS VECTORS TRISTEZA VIRUS ON CITRUS (CTV)

*The Tristeza* is the most dangerous quarantine diseases on *Citrus*, for its impact on the quality of fruit and its epidemic aspect. Its transmission by numerous aphids leaders in a semi-persistent mode particularly *Toxoptera* and *Aphis*. *The Tristeza* is expanded progressively in Europe and in the Mediterranean regions. In Algeria, it was discovered for the first time in 2001. The objective of our work was to investigate and identify aphid-vectors of *CTV*, the purpose is to make a diagnosis Phytopathological inventory of aphid vectors of this disease in Mitidja in the following stations: Blida :station of the Department of biotechnology, Oued El Allueg and Tipaza: Boulila et Nador. The symptomatology study showed us the presence of typical symptoms of *CTV*: leaf yellowing, vein clearing, spoon-shaped leaves, dwarfism plants, and wasting of the tree. tow vectors responsible for the transmission of the virus has been identified, *Aphis spiraecola* and *Toxoptera urantii*.

**Key words:** *Tristeza*, *Citrus* fruits, aphid-vectors, , Mitidja.

## المخلص

### بحث عن المن-الوسيط لفيروسات التريستيزا على الحمضيات (CTV)

التريستيزا هو مرض فيروسي و يعتبر من أخطر الأمراض التي تصيب الحمضيات و هذا لتأثيره على الثمار و كذلك لخصوصياته الوبائية, انتقاله يتم بواسطة عدة أنواع من حشرة المن الناقلة بطريقة شبه باقية *Aphis* و *Toxoptera* . التريستيزا انتشرت بشكل تدريجي في أوروبا و في دول المتوسط. اكتشفت أول مرة في الجزائر في 2001. الهدف المرجو من هذا العمل هو البحث و التعرف عن الحشرة الوسيطة التي تنقل مرض التريستيزا و كذلك القيام بتشخيص هذا المرض من اجل إيجاد حلول لتبيس السريع لأشجار الحمضيات الذي ظهر في الحقول المدروسة في ولايتين البلدية (المحطة التجريبية التابعة لكلية البيوتكنولوجيا، واد العلايق و تيبازة (بوليلة و ناضور ). دراسة أعراض مرض التريستيزا بينت لنا وجود الأعراض الخاصة لهذا المرض المتمثلة في: اصفرار الاوراق ,الأوراق علي شكل ملعقة ,تقزم الأشجار ,تفتح عروق الأوراق ,التبيس الكامل للشجرة . المن المسؤولان عن نقل هذا المرض التريستيزا هما : *Aphis spiraecola* و *Toxoptera aurantii*

الكلمات المفتاح : تريستيزا, الحمضيات, الوسيط, متيجة.

## Table des matières

### Introduction

### Chapitre I : synthèse Bibliographique

<b>1. Présentation de la plant hôte</b> .....	03
1.1. Origine et historique.....	03
1.2. Exigences climatiques.....	03
1. 3. Exigences édaphiques.....	3-4
1.4. Systématique.....	04
1.5. Production.....	04
1.5.1. Dans le monde.....	4-5
1.5.2. En Algérie.....	5-6
1.6 . Principales maladies des agrumes.....	07
1.6.1. Maladies cryptogamiques .....	07
1.6.2. Maladies bactériennes.....	07
1.6.3. Maladies à viroïde.....	08
1.6.4. Maladies virales.....	08
<b>2.Etude du CTV</b> .....	08
2.1. Impact du CTV.....	8-9
2.2.Classification.....	9-10
2.3.Synonymes.....	11
2.4. Répartition géographique.....	11
2.5. Gamme d'hôte.....	12
2.6. Symptôme.....	12
2.6.1. Symptômes macroscopiques.....	12-16
2.6.2. Symptômes microscopiques .....	16-17
2.7. Voies de transmission.....	17
2.7. a. Voie végétative.....	17-18
2.7. b. Contact.....	18
2.7. c. Pucerons.....	18
<b>3. Etude des pucerons-vecteurs</b> .....	18
3.1. Classification des pucerons-vecteurs.....	18
3.2. Cycle biologique.....	19-20

3.3. Dégâts causés par les pucerons.....	20
3.4. Principaux pucerons-vecteurs du CTV .....	20-25
3.5. Mécanisme de transmission.....	25-26

## **Chapitre II: Matériels et Méthodes**

<b>1. Prospection et échantillonnage.....</b>	<b>27</b>
1. 1. Présentation des sites prospectés.....	27-29
1. 2. Méthode d'échantillonnage.....	29-30
1.3. Méthode de prélèvement.....	30-31
1. 4. Conservation des échantillons.....	31
1. 5. Méthode d'identification.....	31
1. 5.1. Méthode de montage des pucerons.....	31-32
<b>2. Méthode biologique.....</b>	<b>32</b>
2. 1. Préparation des plantules tests.....	32-33
2. 2. Inoculation par pucerons.....	33

## **Chapitre III: Résultats et Discussion**

<b>1. Analyse symptomatologique sur terrain.....</b>	<b>34</b>
1. 1. Distribution des symptômes au niveau des sites prospectés.....	34-42
1. 2. Discussion de la distribution des symptômes.....	43
<b>2. Résultats de la collecte des populations aphidiennes.....</b>	<b>43</b>
2. 1. Identification des populations de pucerons-vecteurs du <i>CTV</i> .....	43-45
2. 2. Discussion de l'identification.....	45-46
<b>3. Test Biologique.....</b>	<b>46</b>
3. 1. Résultats du test biologique.....	46-48
3. 2. Discussion de résultats de test biologique.....	49

## **Conclusion et Perspectives**

## **Références bibliographiques**

# **INTRODUCTION**

**CHAPITRE 1 :**  
**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## Introduction

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en termes de valeur à faire l'objet d'un commerce international (**Aubert et Vullin, 1997**). Les agrumes sont essentiellement cultivés pour leurs fruits destinés à la consommation en frais ou à la transformation : extraction des jus et pour leur fleurs destinées à la fabrication des parfums.

En Algérie, l'agrumiculture occupe la 4<sup>ème</sup> place (8,9%) après l'olivier (35,9%), les espèces fruitières à noyaux et à pépins (29,9%) et le palmier dattier (21,7%). La production algérienne des agrumes a baissé pendant la dernière décennie par suite des conditions climatiques défavorables (sécheresse sévère), vieillissement des vergers mais le facteur limitant par excellence reste les maladies : bactériennes, fongiques et virales. Ces dernières peuvent se transmettre de diverses moyens : par greffage, par graine et par vecteurs (**Anonyme, 2006**).

Parmi les maladies virales : *Tristeza* qui est la maladie la plus destructrice sachant que la quasi totalité des portes greffes utilisés pour les agrumes algériens est le bigaradier qui est connu comme étant le plus sensible au *CTV* (**Khan, 2007**).

Le *CTV* a été détecté pour la première fois en Algérie par **Bayoud en (2001)**, et plusieurs, **Benazouz en (2002)**, **EI-Feran en (2003)**, **Kheddem en (2009)**, **Alloune en (2010)**, **Bouafia en (2011)**, **Guettouche en (2012 & 2013)**, **Seffar et Chanane en (2014 & 2015)**, et enfin (**Hamdani et Djellab en (2015)**).

A cet effet l'objectif de notre travail a consisté à la recherche et identification des pucerons-vecteurs du *CTV* qui sont : *Toxoptera aurantii*, *Toxoptera citricida*, *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*, dans différentes régions agrumicoles afin de mettre au point un moyen de lutte contre ces vecteurs de virus de dépérissement (*Tristeza*) qui apparait au sein des vergers agrumicoles chaque année.

## 1. Présentation de la plante-hôte

### 1.1. Origine et historique

Les agrumes sont originaires des pays du Sud-est asiatique (**Loussert, 1985**). Ils sont connus il y a un peu plus de 4000 ans et cultivés depuis environ 3000 ans. Ils sont cultivés d'abord pour leur parfum ensuite pour leurs fruits. La propagation de la culture a eu lieu dans les pays Sud-Est asiatiques: sud de Japon et archipel de Malaisie ensuite vers l'Inde.

Dans le bassin méditerranéen, le Liban est un des plus anciens pays à avoir pratiqué la culture des agrumes à grande échelle. Le cédrat fut le premier agrume cultivé en méditerranée au VII<sup>ème</sup> siècle avant notre ère (**Loussert, 1989**). Ce même auteur souligne aussi que c'est à partir du bassin méditerranéen et aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusées dans le monde. Dès le X<sup>ème</sup> siècle, les navigateurs arabes les propagent sur les côtes orientales de l'Afrique jusqu'au Mozambique. Christophe Colomb, à l'occasion de son second voyage (1493), les introduit en Haïti, à partir de laquelle la diffusion se fera vers le Mexique (1518), puis les États-Unis d'Amérique (1569 à 1890). Enfin, ce sont les navigateurs Anglo-hollandais en 1654 qui introduisent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du sud.

### 1.2. Exigences climatiques

Sur le plan climatique, les agrumes peuvent bien se produire sous toute une gamme de température allant de 13 à 39°C. Les agrumes ne supportent pas les zones trop pluvieuses car la floraison et le contrôle sanitaire y sont souvent difficiles. Inversement, les zones à longue période sèche devront pouvoir bénéficier d'une irrigation d'appoint. Leur exigence en eau est de 1.500 mm de pluie par an (**Grissa, 2010**).

### 1.3. Exigences édaphiques

Sur le plan édaphique, les terrains des agrumes devront répondre aux critères suivants : Sol meuble et aéré, à texture dominante grossière, homogène et profond (1 m au minimum), à drainage satisfaisant (absence de caractère d'hydromorphie) et

une nappe phréatique à plus d'un mètre. Les agrumes s'accommodent à des pH variant entre 6.5 à 7 légèrement acide et sont favorables à une bonne assimilation des éléments minéraux (**Grissa, 2010**).

#### 1.4. Systématique

Selon **Adjdir et Bensnoussi (2009)**, la classification des agrumes est comme suit : Règne Végétale ; Embranchement Angiospermes ; Classe *Eudicotes* ; Sous classe *Archichlomydeae* ; Ordre *Geniales* (Rutales) ; Famille *Rutaceae* ; Sous famille *Aurantoideae* ; Tribu *Citreae* ; Sous tribu *Citrineae* ; Genre *Citrus*.

#### 1.5. Production

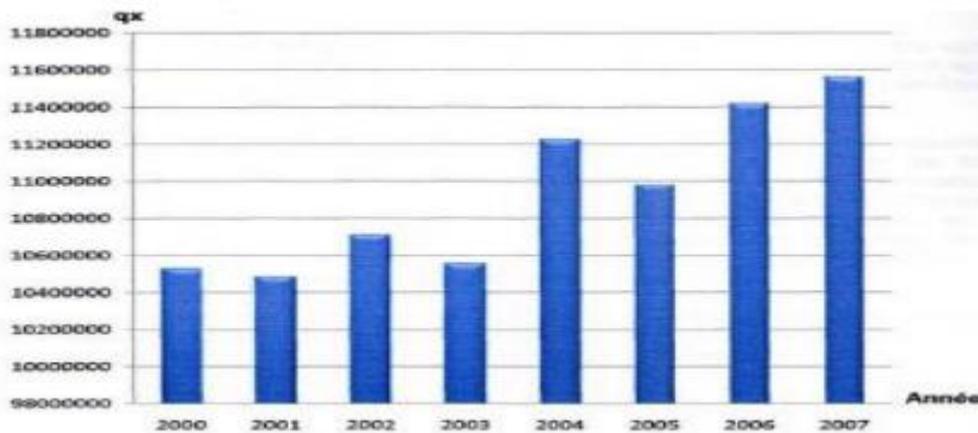
##### 1.5.1. Dans le monde

La production mondiale d'agrumes se situe autour de 100 Millions de tonnes (MT), dont 60 MT sont consommés en frais, 30 MT sont destinés à la transformation et 10 MT à l'exportation.

La production mondiale d'agrumes comprend 62 MT d'oranges 22 MT de petits fruits (Satusma, Clémentines, Mandarines...), 12 MT de limons (Citrons, Limes) et 12 MT de pamplemousses. Dans la région méditerranéenne, 16 à 17 MT sont produites par les 12 pays membres du Comité de Liaison des Agrumes Méditerranéens (**Grissa, 2010**).

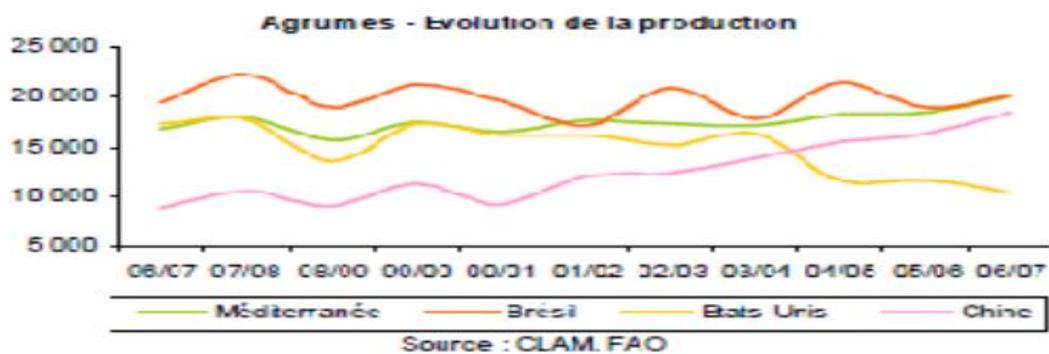
La croissance de la production mondiale des agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle. La production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 115 millions de tonnes sur la période 2000-2007 (**Anonyme, 2009**).

Les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de la moitié (58%) de celle-ci sur l'année 2004. Cette amélioration de la production est principalement due à la croissance des surfaces cultivées consacrées aux agrumes, mais également à un changement de comportement de la part des consommateurs dont le revenu progresse et dont les préférences s'orientent de plus en plus vers des produits sains et pratiques (**Figure 1**) (**Anonyme, 2009**).



**Figure 1** : Production mondiale des agrumes 2001- 2007(**Anonyme, 2009**).

Selon les données statistiques de la FAO, en 2004, plus de 140 pays produisaient des agrumes. Cependant, la plupart des agrumes sont cultivée dans l'Hémisphère Nord, comptant pour environ 70% de la production totale, les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin Méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis. Ces états comptent pour plus des deux tiers de la production totale d'agrumes (**Fig. 2**) (**Anonyme, 2004**).



**Figure 2:** Evolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007 (**Imbert, 2007**)

### 1.5.2. En Algérie

Comme pour de nombreux pays, en Algérie les agrumes présentent une importance économique considérable, du moment qu'ils constituent une source d'emploi et d'activité aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (Conditionnement, emballage, transformation, transport, ...etc.) (**Berkani, 1989**).

La surface agrumicole Algérienne a connu ces dernières années une progression, elle est passée de 44. 820 ha en 1997 à 52. 710 ha en 2002 **(Anonyme ,2004)**

Le Programme National du Développement Agricole (P.N.D.A) initié à partir de 2000/2001, a fortement encouragé les agriculteurs à s'intéresser de plus en plus à l'agrumiculture. Ainsi, la superficie agrumicole a évolué de plus de 8,5% durant la période 2000/2006; engendrant une nette augmentation dans le volume des productions **(Anonyme, 2008)**.

Les superficies agrumicoles de la wilaya de Blida **(Tableau 1)** représentent la grande partie de la plaine de la Mitidja, Selon les statistiques établies par la direction des services agricoles (D.S.A) pour la wilaya de Blida, la superficie agrumicole est de 16.583 ha assurant une production de 2.487.792 qx dont la production des oranges est la plus dominante. Dans cette région, une grande partie des vergers agrumicoles se trouvent concentrés dans les localités de Boufarik, Mouzaia, Oued El Alleug et Larbaa.

**Tableau 1:** Evolution du rendement, des superficies et de la production agrumicole dans la région de Blida. **(Anonyme, 2010)**.

Saisons	Superficie total (ha)	Production (qx)	Rendement (qx / ha)
2000/2001	11.522	1.465.500	127.19
2001/2002	11.637	1.772.000	152.00
2002/2003	12.026	1.847.400	153.62
2003/2004	11.955	1.848.540	154.62
2004/2005	12.100	2.097.460	206.50
2005/2006	12.219	2.055.110	174.00
2006/2007	12.506	2.475.863	155.48
2007/2008	13.470	2.342.348	173.89
2008/2009	16.970	2.152.355	126.83
2009/2010	16.583	2.487.792	150.02

## 1.6. Principales maladies des agrumes

Les agrumes sont exposés à une large gamme de maladies cryptogamiques, bactériennes et virales qui peuvent affecter les feuilles, les racines, les fruits, et le xylème **(Loussert, 1989)**.

### 1.6.1. Maladies cryptogamiques

Les maladies d'origine cryptogamique peuvent également provoquer de graves dégâts si aucune mesure ne vient limiter leur extension. Parmi ces maladies : la fumagine, la gombose à phytophthora **(Loussert, 1989)**.

#### a) Fumagine

La Fumagine causée par le champignon noir à la surface des feuilles et des tiges, suite à une attaque d'insectes piqueur suceurs tels les pucerons, les cochenilles, les aleurodes, les cicadelles qui provoquent des exsudats sucrés**(Loussert, 1989)**.

#### b) Gombose à *Phytophthora*

Le pourrissement des racines est causé par un champignon du genre *Phytophthora*, qui provoque la pourriture des racines. Cette maladie empêche l'absorption d'eau et de minéraux. Les feuilles jaunissent, flétrissent et tombent. A long terme, elle peut provoquer la mort de l'arbre **(Loussert, 1989)**.

### 1.6.2. Les maladies bactériennes

#### a) le chancre

Provoquée par la bactérie *Xanthomonas axonopodis* pv. Citri. Les symptômes de cette maladie se traduisent par des fentes sur les jeunes feuilles et les fruits. **(Swarup et al., 1991)**

### 1.6.3. Les maladies viroïdes

#### a) Exocortis

L'exocortis est une maladie qui cause des craquellements de l'écorce sur *Poncirus trifoliata* ses hybrides et sur diverses variétés telles que la lime Rangpur **(Praloran, 1971)**

#### b) Cachexie (Xyloporose)

Une maladie importance considérable, cause Un affaiblissement général de l'arbre atteint avec une nette diminution de la vigueur **(Anonyme, 2010)**.

### 1.6.4. Les maladies virales

#### a) la psorose

La psorose est l'une des maladies les plus diffuses dans le monde. Sont groupés sous cette appellation la psorose écailleuse de type A et B et le Ring spot (taches annulaires) **(Mhamdi, 2012)**.

#### b) Tristeza

Le virus *ctv* est l'un des agents pathogènes les plus virulents des agrumes car il est répandu dans toutes les régions productrices d'agrumes. Les symptômes sont fortement variés selon l'espèce, la variété, et les conditions environnantes. Croissance retardée, tiges trouées, feuilles abîmées, fruits jaunes avec une taille réduite, sont les symptômes communs de cette maladie **(Klotz, 1973)**.

## 2. Impact du CTV

### 2.1. Impact

Citrus Tristeza Virus (*CTV*) est l'agent pathogène le plus important sur le plan économique dans le monde entier **(Batuman et al. 2006)**, principalement pour les pays producteurs d'agrumes de la région OEPP (Espagne, Turquie, Algérie, Chypre, Egypte) **(Albiach-Marti et al. 2000)**. Cette maladie touche presque toutes les espèces du genre *Citrus*, les cultivars et l'hybrides inter-génériques **(Kim et al. 2000)**, cependant l'effet le plus dramatique est la mort des arbres greffés sur le bigaradier **(Iracheta-Cardenas et al. 2009)**.

Durant le siècle dernier, la maladie a détruit près de 70 millions d'arbres d'agrumes greffés sur bigaradier dans le monde. En Espagne, 21 millions arbres ont été détruits (**Moreno et al. 2008**). Au Maroc, plus de 95% des plantations d'agrumes sont greffées sur bigaradier, porte greffe plus sensible à la Tristeza (**Nadori et Zemzami, 1992**) .

## 2.2. Classification

Un virus est petit agent infectieux qui peut se répliquer uniquement à l'intérieur des cellules vivantes d'autres organismes (**Anonyme 2009**). Le CTV est une espèce de phytovirus du l'ordre des Nivirales, famille des *Closteroviridae* et de genre *Closterovirus* (**Nolasco et al, 2009 ; Wang et al, 2009**).

Ce virus apparait au microscope électronique sous forme de tige de longues particules flexueuses 2000 nm de long et 12 nm de large avec un ARN simple brin (**Fig.3**) (**Iracheta-Cardenas et al, 2002 ; folimonov et al, 2008 ; Iftikhar et al, 2009**).



**Figure 3** : Particule de CTV sous microscope électronique Gr x 2000 (**Cherry, 2004**)

Le CTV est constitué d'un brin d'ARN d'environ  $6,5 \cdot 10^6$ Da (**Bar-Joseph et al, 1989**) à sens positif. Le génome est formé de 193 nucléotides (**Price et al, 1996**) avec 2 protéines capsidiales (CP):

- CP couvrant 95% de la longueur de la particule et la protéine de la couche de Divergence.

- dCP couvrant 5% de la longueur de la particule (**Xiao-Feng et al., 2006**) présente à

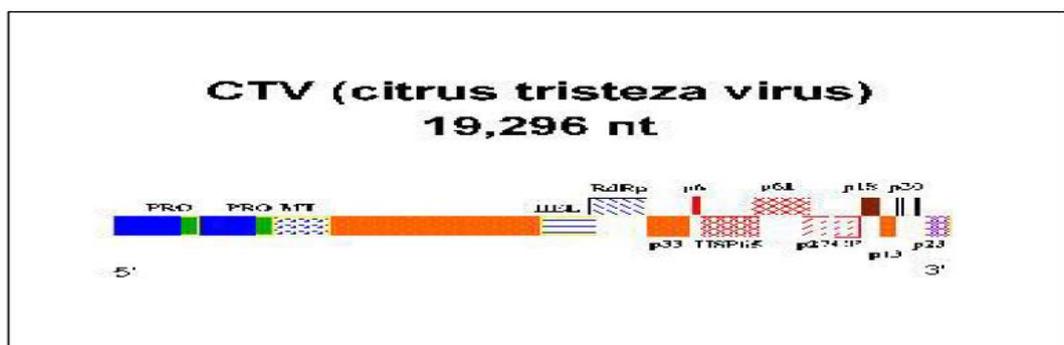
Une seule extrémité de la particule formant une structure en serpent (**Gargo-Zachert et al, 1999**).

- Entre les 2 protéines (CP et dCP) existe 4 régions de séquence de conservation (Domaine I, II, III, IV) (**Agranovsky et al., 1995**).

Le séquençage du CTV a été réalisé par (**Karasev et al, 1995**); en étudiant le T36 isolat de Floride; trois blocs de gènes sont identifiés (**Zhu et al, 1998**) (**Fig. 4**). Son génome est organisé en 12 cadres ouverts de lecture (Open Reading Frame «ORFs») codant pour la production de 17 protéines ; le bloc 5' est appelé «ORF1a» (ORF du début) situé au nucléotide 108 et comportant plusieurs polyprotéines du 5' au 3' dont 2 papain-like protéase (P-Pro), Methyltransferase (MT) et l'Helicase (HEL). L' «ORF1b » d'arrêt est formé de 57 KDa de RNA putatif-RNA polymérase-dépendant « RdRp », qui est probablement exprimé grâce à une lecture inverse au niveau de plusieurs ribosomes et cela à cause du codon CGG (arginine) (**Fig.4**) (**Karasev et al, 1995 ; Yang et al, 1999; Lbida et al, 2004**).

Le deuxième bloc contient 5 ORFs; 3-7 conservant le CTV parmi les *Closterovirus*, et renfermant les gènes du CTV homologue de HSP70 protéines, et la duplication des gènes de la protéine capsidiale (**Fig.4**) (**Price et al, 1996**).

Le troisième bloc contient l'ORF 8 et 11 terminaux codant pour le RNA-protéine agglomérant (attachante) ORF11 et 3 protéines à fonction indéterminée (**Fig.4**) (**Karasev et al, 1995**).



**Figure 4:** Diagramme du génome du CTV montrant les cadres ouverts de lecture (ORF) (**Lee et al, 1994**).

**Légendes:** CP: protéine de la capside ; HEL: hélicase ; HSP: protéines du choc par la chaleur ; MT: méthyltransférase ; PRO : protéase ; RdRp: ARN dépendant d'ARN polymérase.

### 2.3. Synonymes

Citrus quick decline virus (**Fawcett & Wallace**).

Citrus Seedlings yellow virus (**Fraser, 1952**)

.Grapefruit stem pitting virus (**Oberholzer et al., 1949**).

Lime die-back virus (**Huges & List' 1949**)

### 2.4. Répartition géographique

Le CTV est présent dans le monde entier dans les régions tropicales et subtropicales. À l'heure actuelle, il se trouve en Amérique du Nord , en Amérique centrale et dans les Caraïbes , Amérique du Sud (**Gottwald et al., 1994**) , l'Australie (**Broadbent et al., 1996**), Océanie (**Ghorbel., et al 2000**), Asie, l'Afrique , et certains pays méditerranéens (**Lee., et al 1992**).(FIG5).



**Figure 5** : Répartition géographique du CTV dans le monde (**Benidicte et Bachés, 2001**)

## 2.5. Gamme d'hôte

Le *CTV* infecte toutes les espèces, les cultivars et hybrides d'agrumes. Il infecte également des parents d'agrumes tels qu'*Aeglopsis*, *Afraegle*, *Fortunella* et *Pamburus* et quelques hybrides inters génériques (**Smith et al, 1992**).

Dans la région méditerranéenne, pratiquement toutes les espèces d'agrumes sont hôtes (**Bertin et al, 2000**).

## 2.6. Symptômes

Les symptômes causés par le virus du *CTV* sont différents par leur sévérité, la spécificité du vecteur et de la gamme d'hôte et peuvent être décrits de la manière suivante :

### 2.6.1. Symptômes macroscopiques :

Les symptômes du *CTV* sont extrêmement variables et dépendent de l'isolat du virus, de l'hôte, d'environnement, et du rapport de greffon / porte greffe (**Olsen et al, 2000**).

Le *CTV* cause deux symptômes importants : déclin rapide et bois strié (**Bar-Joseph et al, 2002**).

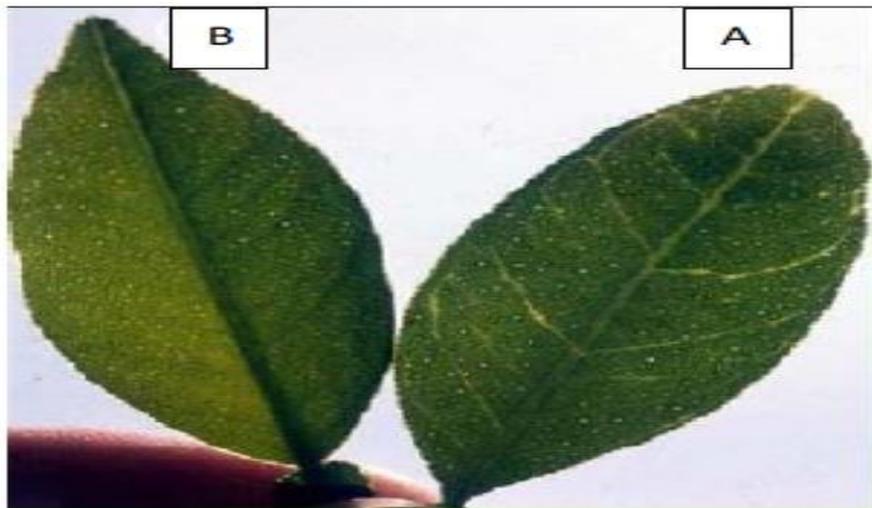
Le symptôme le plus foudroyant du *CTV* est le « déclin rapide » ou mort brutale affectant l'oranger, mandarinier et pomelo greffés sur bigaradier. Le virus présent dans la sève du greffon, cause rapidement une occlusion (nécrose) du phloème du porte-greffe au niveau du point de greffe, le flux de sève est bloqué et un rapide déclin de l'arbre est observé, il est possible d'observer une décoloration jaune brun au niveau du point de greffe (**Fig.A6**) (**Fig.B6**) (**Leblanc et al, 2005**).



**Figure6:** Symptôme du Déclin rapide causé par le *CTV* (**Leblanc et al, 2005**).

**Légende:** A : arbre malade ; B : arbre sain

Sur limettier (en particulier la *Lime mexicaine*), le CTV est caractérisé par des symptômes foliaires typiques, dénommés « éclaircissement des nervures ». Ces symptômes qui apparaissent tardivement consistent en l'éclaircissement en tiret des nervures foliaires, lorsqu'on observe les feuilles à contre-jour (Fig. A7) (Fig.B7) (Leblanc et al., 2005).



**Figure 7:** Eclaircissement des nervures sur les feuilles de limettier (Zemzami, 2008)

**Légende:** A : Feuille malade ; B : Feuille saine.

La striure de bois est le symptôme typique de la maladie, il est observé généralement sur limettiers, pomelos et certaines variétés d'orangers, en soulevant l'écorce au niveau du point de greffe, on observe de fines et longues cavités qui sont le résultat de la destruction d'îlots de cambium (assise génératrice du bois).

Pour des cas sévères de striure de bois, il apparaît des cannelures plus ou moins régulières et plus ou moins profondes correspondant à des dépressions du bois sous-jacent (Fig. A8) (Fig. B8) (Leblanc et al, 2005).



**Figure 8: Striure du bois (Zemzami, 2009)**

**Légende:** A: plant malade; B: plant sain.

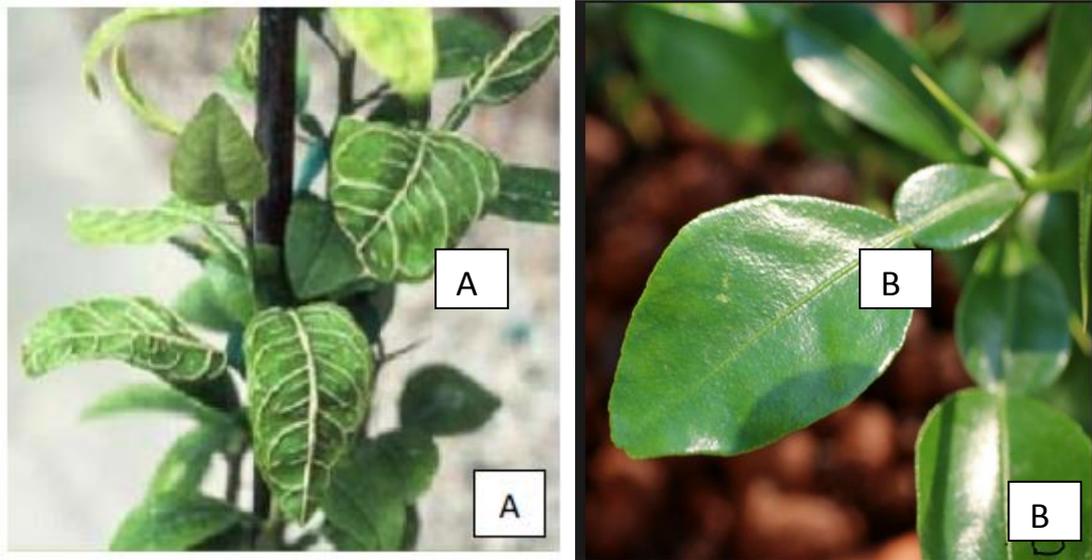
Les fruits des arbres affectés sont souvent petits et de mauvaise qualité **(Fig.9)** **(Anonyme, 1978)**.



**Figure 9: Réduction du calibre des fruits (Navaro, 2004)**

**Légende:** A :Fruits malade ; B : Fruit sain.

Le CTV se caractérise également par la présence des symptômes typiques chez certaines espèces, qui consiste à des subérifications des nervures **(Fig. 10)** suivis de jaunissements **(Fig. 10)** et des déformations des feuilles de limiers en forme de cuillère **(Fig. 10)** **(Bar-Joseph et al, 1989 ; Guerri et al, 1990 ; Ghorbel et al, 2001 ; Bar-Joseph et al, 2010)**.



**Figure 10:** Subérification des nervures sur la lime mexicaine (Zemzami, 2009)



**Figure 11:** Déformation sur des feuilles indicatrices sur la lime mexicaine (Roistacher, 1991).

**Légende:** A: Feuilles malade ; B: Feuilles saine



**Figure 12:** Symptôme de jaunissement des feuilles (Roistacher, 1991)

**Légende:** A : Feuilles malades (jaunissement); B : Feuilles saine.



**Figure 13:** Symptômes de nid d'abeille (Zemzami, 2009)

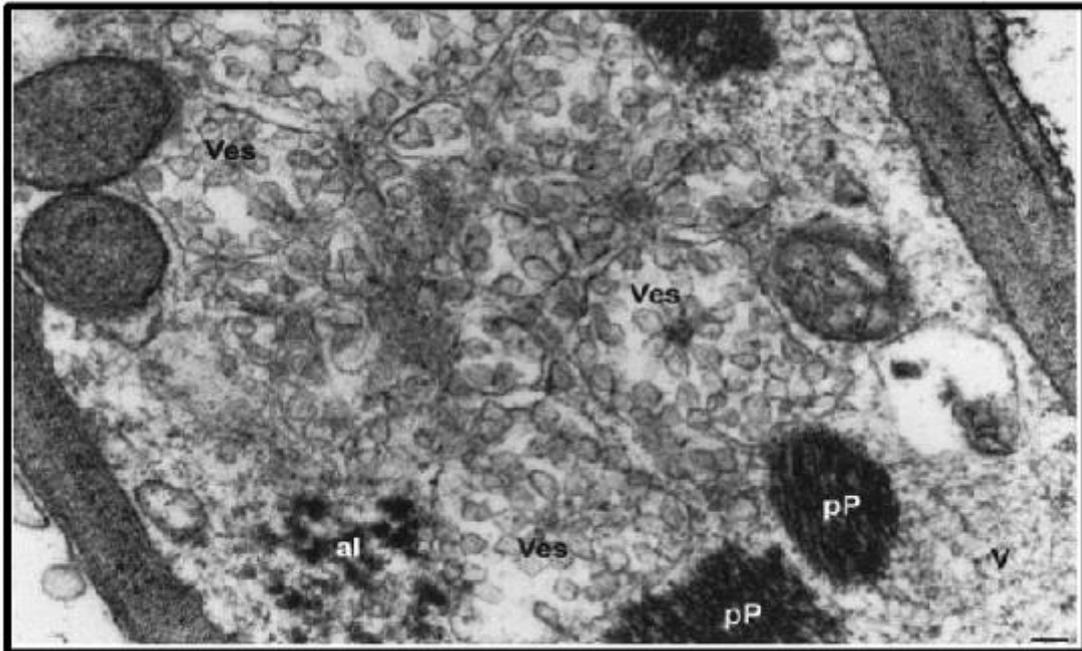
**Légende:** A: plant malade; B: plant sain.

### 2.6.2. Symptômes microscopiques :

Les expériences réalisées ont montré que l'infection des plantes indicatrices *Lime mexicaine* (*Citrus aurantifolia* (L.) Swingle) et « Madame Vinous » (*Citrus*

*sinensis* (L.) Osbeck) par le CTV est courante dans le phloème et dans les cellules voisines et moindre dans les éléments de vaisseaux criblés matures.

Donc la plupart des effets s'observent dans les cellules du phloème, incluant : la dégradation des plastes, la vésiculation des mitochondries et l'invagination des membranes nucléaires (**Fig. 14**) (Zhou et al, 2002).



**Figure 14:** Photo électronique montrant l'ultra structure des cellules de *Lime mexicaine* infectées par CTV Gr x 80000 (Satyanarayana et al, 2001).

**Légende :** V: accumulation des grandes particules du virus, pp: des agrégats de protéines, al: des corps d'inclusions amorphes, Ves: vésicules typiques dans une cellule de parenchyme de phloème (Bar=100nm).

### 2.7. Voies de transmission :

Le *Trestiza* est une maladie très épidémique, dont la transmission peut se faire par plusieurs voies :

#### a) Voie végétative :

Le virus se propage de région en région à la faveur des transports de matériel de multiplication infecté (greffon, porte-greffes ou jeunes arbres). Des morceaux de plantes infectées peuvent parcourir ainsi de longues distances et franchir des

barrières naturelles comme des chaînes de montagnes, des forêts et des océans **(Celetti et al, 2002)**.

b) Contact :

Il arrive souvent que les racines d'arbres qui se touchent dans le sol se fusionnent spontanément et acquièrent des tissus communs. Mais ce mode de propagation serait de faible importance **(Celetti et al., 2002)**.

c) Puceron

Le CTV utilise ces fabuleux moyens de transport que sont les pucerons vecteur pour se maintenir dans la nature et se propager de plante à plante. Bien que les processus d'acquisitions des virus dans une plante infectée et de transmission à une plante saine soient liés au comportement alimentaire commun à tous les pucerons, les virions, une fois ingérés, vont suivre des routes variées et utiliser des mécanismes différents pour se maintenir dans le puceron. Le devenir des virions dans le vecteur dépend d'interactions intimes qui s'établissent entre des protéines du puceron (récepteur) et les composants des particules virales **(Brault et al., 2009)**.

### 3. Pucerons- vecteur du CTV

Les pucerons ou les aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde. On connaît actuellement plus de 4500 espèces dans le monde dont 900 environ en Europe. Les pucerons sont des insectes piqueurs suceurs très communs, ils se caractérisent par leur apparition massive sous forme de colonies denses et serrées. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs mais on les observe le plus fréquemment sur le feuillage et les jeunes pousses **(Djoudi et al, 2004)**.

#### 3.1. Classification des pucerons vecteurs du CTV

D'après **Cambrat et al, 2000** les pucerons sont classés comme suit : Règne *Animalia* ; Embranchement *Arthropoda* ; Sous-embr. *Hexapoda* ; Classe *Insecta* ; Sous-classe *Pterygota* ; Infra-classe *Neoptera* ; Super-ordre *Hemipteroidea* ; Ordre *Hemiptera* ; Sous-ordre *Sternorrhyncha*

### 3.2. Cycle biologique

Les pucerons peuvent être divisés en 2 groupes en fonction de leur cycle de vie :

1. Les espèces dites monoeciques qui se nourrissent sur les mêmes espèces de plantes vivaces ou herbacées tout au long de l'année (**Fig. 15**).
2. Les espèces dites dioeciques ou hétéroeciques qui, au cours de leur cycle biologique, changent d'hôte et migrent d'un hôte primaire (souvent des plantes ligneuses, en hiver) vers une ou plusieurs espèces secondaires (telles des plantes herbacées durant l'été) (**Fig. B15**) (**Rabatel, 2011**).

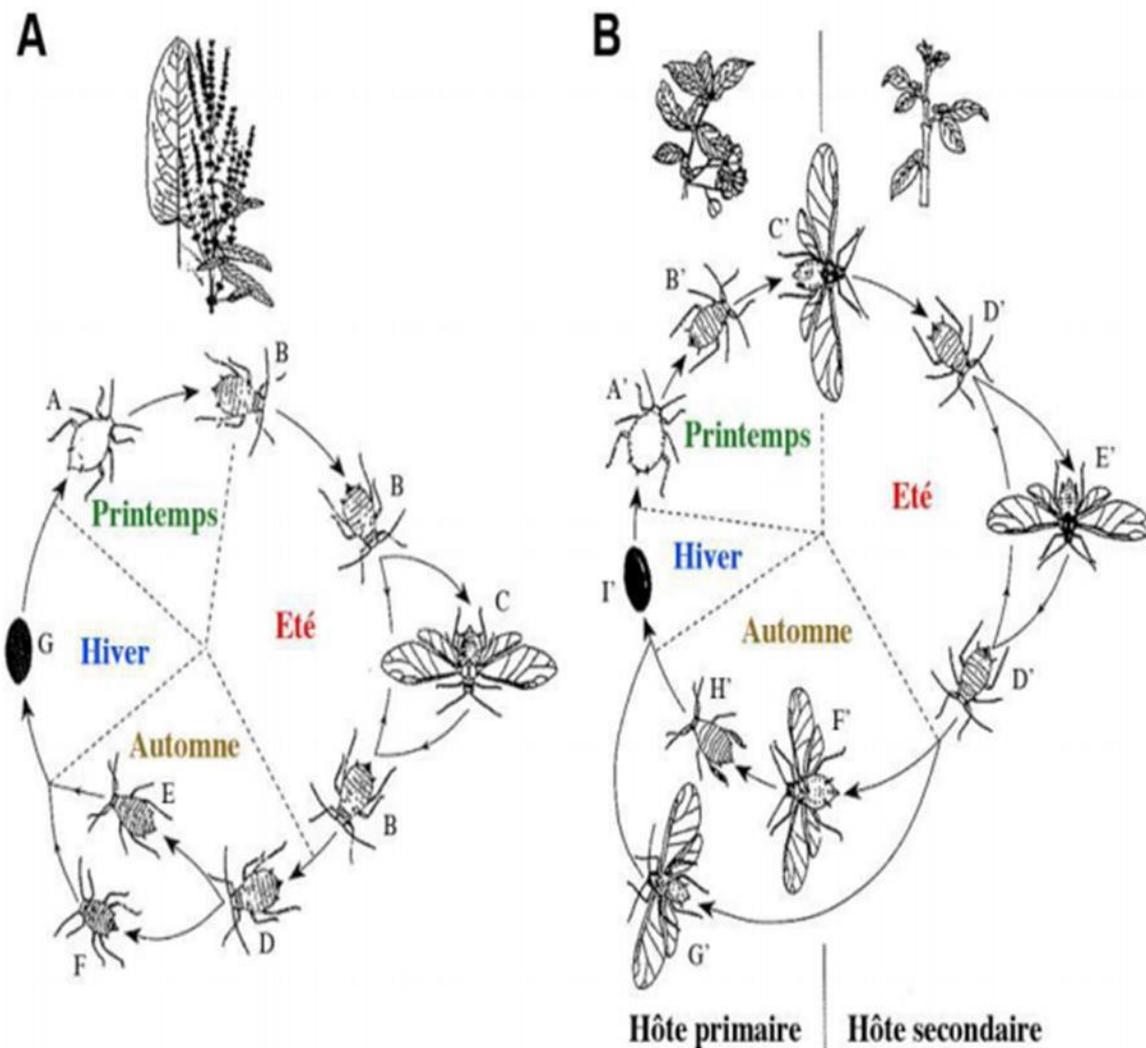


figure 15: Cycle annuel de vie des pucerons (**Rabatel, 2011**)

## Légende :

### (A) Cycle monoecique du puceron :

(A) la femelle fondatrice, (B) les formes aptères parthénogénétiques, (C) la forme ailée parthénogénétique, (D) la sexupare, (E) la femelle sexuée, (F) le mâle, et (G) l'oeuf.

### (B) Cycle dioecique du puceron :

(A') la femelle fondatrice, (B') la fondatrigrène, (C') la forme ailée migrante de printemps, (D') les formes aptères parthénogénétiques, (E') la forme ailée parthénogénétique, (F') la forme gynopare migrante d'automne, (G') la femelle sexuée, (H') le mâle, (I') l'oeuf.

### 3.3. Dégâts causés par les pucerons :

Les pucerons causent des dégâts directs qui sont dus à la ponction de la sève entraînant l'enroulement et la crispation des jeunes feuilles et par la suite, la réduction du développement des pousses. Ils peuvent, également, entraîner la chute des fleurs et des jeunes fruits. Les dégâts indirects sont dus essentiellement à la transmission des virus (**Grissa, 2010**) et la sécrétion du miellat qui forme un enduit visqueux et luisant qui gêne la photosynthèse et provoque la déshydratation, le dessèchement et la chute prématurée des feuilles (**Assabah, 2011**).

### 3.4. Principaux pucerons-vecteurs du CTV :

D'après (**Moreno et al, 2008**) : les principaux pucerons vecteurs du CTV sont: *Aphis gossypii* (Clover), *Aphis spiraecola* (Patch), *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe), *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), *Myzus persicae* (Sulzer).

#### 3.4.1. *Aphis gossypii*

##### a) Morphologie

*Aphis gossypii*, aussi appelé puceron du cotonnier et du melon, est le principal Ravageur du melon, ses piqûres entraînent une crispation des feuilles et un arrêt de croissance. Ses attaques précoces peuvent entraîner la mort des jeunes plants. Il s'agit d'une espèce anholocyclique qui se multiplie par parthénogénèse essentiellement. Les ailés assurent la dissémination de virus d'une plante hôte à une autre.

a) Biologie

Il est très polyphage, mais a une préférence pour les cucurbitacées (melon, concombre, courgette...), les malvacées (cotonnier, hibiscus...) et les rutacées (citrus). Il est capable de transmettre un grand nombre de virus, persistant ou non (Hullé et al, 1999 ; Blackman & Eastop, 2000).



**Figure 16:** pucerons *A. gossypii* aptères (Source : Encyclop'aphid, Chaubet, 2013)

3.4.2. .Myzus persicae

Le puceron vert du pêcher est un parasite majeur et potentiellement très dangereux (Frantantuono, 2011). Il attaque le plus grande nombre des plantes cultivées (Blackman et Eastop, 2000).

a) Morphologie :

Le puceron vert du pêcher est un petit puceron qui mesure 1.4 à 2.6 mm, d'une couleur vert jaunâtre et rose chez les nymphes. Les cornicules et les pattes sont assez courtes. Les antennes sont à peu près égales au corps. La queue est petite et de forme triangulaire (Irbab et al, 2005).

b) Biologie :

Ce puceron est le plus répandu en vergers de pêcher et amandier. Ce dernier est une espèce migrant vers les plantes herbacées. Il hiverne au stade œufs pondus

à la base des bourgeons. Sous climat méditerranéen, les éclosions ont lieu de fin Janvier à fin Février. La larve évolue en femelle adulte fondatrice une semaine plus tard. Elle pénètre dans les boutons floraux où elle donne la première descendance de virginipares. Le maximum des infestations a lieu en Mai. Les premiers individus ailés apparaissent dès la deuxième génération et migrent vers des plantes basses, en particulier les solanacées. Cette migration est complète à partir de début de Juillet. A l'automne, des sexupares ailées issues des plantes basses retournent sur les pêchers (**Fratantuono, 2011**) (**Fig17**).



**Figure 17:** Individus aptères et ailés de *Myzus persicae* (**Bejan, 2007**).

#### 3.4.3. *Aphis spiraecola* Patch (1914) :

##### a) Morphologie :

Ce puceron est appelé le puceron vert des *Citrus*. Les individus sont de petite taille d'une longueur de 1.2 à 2.2mm d'une couleur verte. Les antennes sont pâles et courtes (Fig. 18) (**Hullé et al, 1998**).

##### b) Biologie :

Le puceron est holocyclique en Amérique et Japon, et anholocyclique en Europe (Hullé et al., 1998) (Fig. 18). Plusieurs générations se développent au cours de l'année sur les *Citrus* où l'on dénombre plus de 40 générations par an. Les femelles aptères sont présentes surtout au début de la saison et pendant la période froide ; elles sont les fondatrices de nombreuses colonies larvaires au printemps. Les femelles ailées sont observées particulièrement pendant les périodes plus chaudes de l'année (**Djoudi et al., 2004**).



**Figure18** : Individus aptères et ailés d'*Aphis spiraecola* (Djoudi et al, 2004)

3.4.4. *Toxoptera aurantii* B.D.F. (1841) :

a) Morphologie :

Ce puceron a un corps de couleur foncée. Les adultes aptères sont noirs brillant. Les antennes et les pattes sont de couleur alternativement claire et foncée, rosâtre et brunâtre le plus souvent. Le puceron adulte mesure 2 mm de long d'environ (Fig. 19). (Andriantianarivo, 2002).

b) Biologie :

Cette espèce évolue en plusieurs générations qui se chevauchent au cours de l'année. Elle se reproduit sans interruption pendant toute l'année. Les deux périodes de grandes pullulations se distinguent nettement ; l'une se situe au printemps, l'autre à l'automne. La durée du développement complet d'une génération, sous les conditions optimales (20 à 25°C), s'élève à une semaine environ. En hiver, l'évolution se poursuit normalement mais au ralenti. Par contre les températures élevées (plus de 30°C) et les vents chauds d'été provoquent sa mort.

Les zones littorales offrent des conditions particulièrement favorables au développement de cette espèce. Un adulte peut donner naissance à une cinquantaine de larves (Fig. 19) (Halbert et al, 2004).



**Figure19** : Individus de *Toxoptera aurantii* (Anonyme, 2013)

### 3.4.5. Toxoptera citricida Kirkaldy (1907):

#### a) Morphologie :

Les adultes aptères sont de taille moyenne de 1,5 à 2,8mm de long. Ils sont brillants, brun très foncé à noir. La queue est épaisse et arrondi au sommet (**Fig. 20**) (Anonyme, 2006).

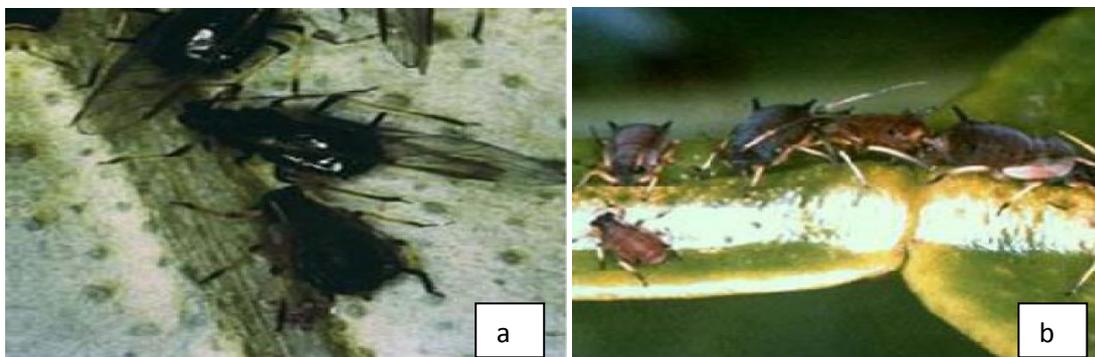
Les adultes ailés sont distinctifs. Ils peuvent être reconnus par des segments noirs antennaires remarquables I, II et III (Halbert et al., 2000). Le 3<sup>ième</sup> segment antennaire est totalement noir suivi d'un 4<sup>ième</sup> segment pâle. La nervure médiane des ailes antérieures est normalement ramifiée. Les siphoncules mesurent environ 1/6 de la longueur du corps et sont fortement sculptés, la partie caudale est arrondie en forme de bulbe à son extrémité (**Fig. 20**) (Stoetzel, 1994).

#### b) Biologie :

Le cycle de vie de ce puceron est beaucoup moins complexe que les autres aphides et diffère selon les régions (Halbert et Brown, 1998). Ce puceron est anholocyclique pendant la majeure partie de sa vie, préférant les climats chauds. Il peut cependant tolérer les régions froides comme le sud du Japon en développant une étape holocyclique et d'hivernage pour les œufs (Yokomi, 2009).

Les larves ou nymphes se développent rapidement à température de 20°C. Les femelles sont parthénogénétiques et une génération se développe en 6-8 jours.

On ne lui connaît pas de reproduction sexuelle fertile. Le potentiel de reproduction dépend plutôt de l'abondance de sève; il est compris entre plus de 47 larves pondues en 12 jours à moins de 22 larves pondues en 20 jours (**Yokomi, 2009**).



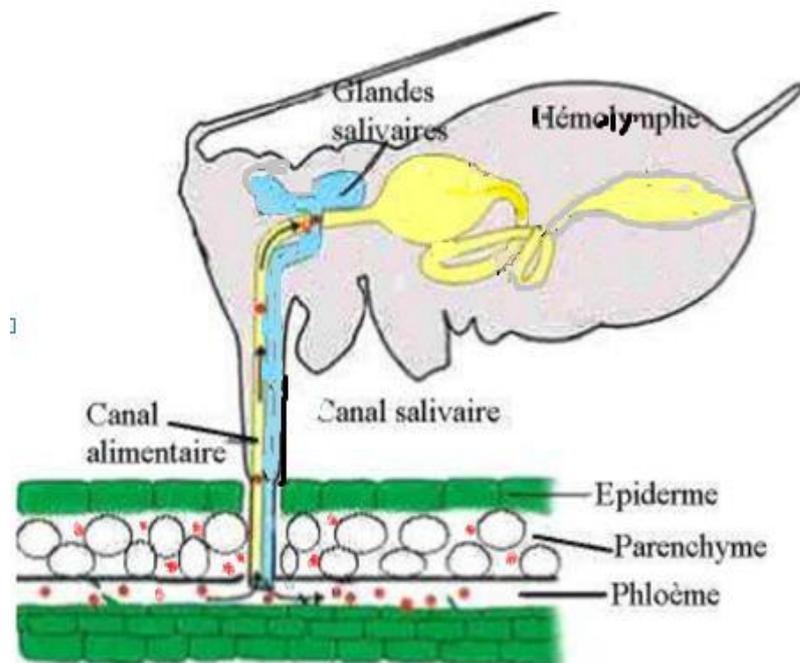
**Figure20** :individus ailés et aptères de *Toxoptera citricida* (**Anonyme, 2013**)

Légende

a ; individus ailés de *Toxoptera citricida* , b ; individus aptères de *Toxoptera citricida*

### 3.5. Mécanisme de transmission

La transmission du CTV s'effectue selon le mode semi-persistant (**Fig. 21**). Le puceron pratique une pique d'essai, c'est-à-dire il enfonce son stylet dans les cellules épidermiques (superficielles) de la plante et aspire une petite quantité du contenu des cellules (acquisition du virus). Ses récepteurs du goût indiquent si la plante lui convient pour la nutrition et la colonisation. Si la plante s'avère lui convenir, le puceron commence alors ses piques d'alimentation (acquisition du virus). Quelques secondes après avoir fait une ponction d'essai chez une plante infectée, il pique une plante saine (inoculation du virus) et il lui transmet le virus par la même occasion (**Gottwald et al, 2000**). En général, les pucerons ne gardent pas le virus plus d'une heure. Ils perdent rapidement les particules virales après la pique d'essai ou d'alimentation suivante et doivent de nouveau visiter une plante infectée pour continuer à transmettre le virus (**Celetti et al, 2001**).



**Figure 21** : Transmission selon le mode semi persistant (Sekkat, 2007)

**CHAPITRE 2 :**  
**MATERIELS**  
**ET**  
**METHODES**

## 1. Matériels Végétale

### 1.1. Présentation des sites prospectés :

Les prospections sur terrain ont été effectuées dans les wilayates de Blida au niveau de: la station expérimentale de département de Biotechnologie, exploitations de Oued El Alleug et de Tipaza au niveau de Boulila et Nador.

#### 1.1.1. La station expérimentale de département de Biotechnologies :

La superficie du verger d'agrumes est de 0,25 ha, comportant des arbres d'orangers variétés *Thomson*, plantés en ligne greffés sur bigaradier, âgés de 13 ans. L'irrigation est basée uniquement sur les eaux des pluies et aucun traitement n'a été effectué (**Fig. 22**).



**Figure 22:** Station expérimentale du département de Biotechnologie (**Google – Earth, 2016**).

#### 1.1.2. Exploitation 1 :

C'est une plantation située à Oued El Alleug ne superficie de 6 ha, comportant 2000 arbres d'orangers variétés du *Thomson*, plantés en ligne de manière alternée, greffés sur bigaradier. Dans cette station, l'olivier est utilisé comme brise vent. L'irrigation est basée sur le système traditionnel et aucun

traitement n'a été effectué (Fig. 23).



**Figure 23:** Station d' Oued El Alleug (Google – Earth, 2016).

#### 1.1.3. Exploitation 2 :

Ce verger d'agrumes est situé à Nador, avec une superficie de 0.5 ha, comportant 230 arbres de citronniers, plantés en ligne de manière alternée, greffés sur bigaradier. L'irrigation est basée sur le système traditionnel et un seul traitement a été effectué (Fig. 24).



**Figure 24:** Station de Nador (Google – Earth, 2016).

#### 1.1.4. Exploitation 3 :

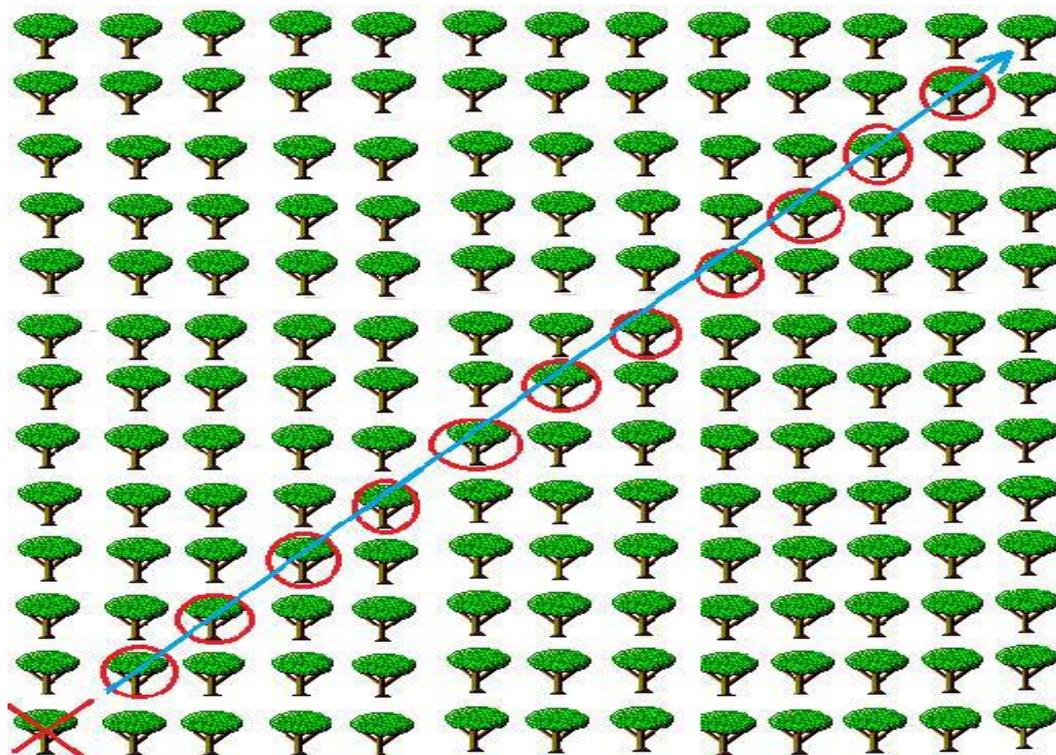
C'est une plantation située à Boulila, avec une superficie de 7 ha, comportant environ 2500 arbres d'oranger variétés du, plantés en ligne de manière alternée, greffées sur bigaradier. Les arbres de cette station sont protégés contre les vents par des pins. L'irrigation est basée sur le système traditionnel et aucun traitement n'a été effectué (Fig. 25).



**Figure 25:** Station de Boulila (Google – Earth, 2016).

#### 1.2. Méthode d'échantillonnage :

Dans la méthode d'échantillonnage, au niveau d'un site prospecté d'agrumes les prélèvements ont porté uniquement sur 10 arbres se trouvant sur la diagonale or les arbres de la périphérie du verger n'étaient pas concernés par cet échantillonnage. Ce dernier nous a permis de rassembler environ 250 échantillons au niveau des stations prospectées (Fig. 26).



**Figure 26:** Schéma représentatif du protocole de collecte des pucerons (La diagonale) (personnelle,2016)

**Légende :**



Arbre non échantillonné



Arbre échantillonné



Direction du prélèvement

### 1.3. . Méthode de prélèvement (échantillons) :

Les prélèvements des échantillons ont été effectués durant le mois de Mai de la campagne agrumicole 2015-2016. Dans un premier temps le travail a consisté à observer des plants malades présentant des symptômes décelables à l'œil nu, attribuables à une origine virale par comparaison aux données bibliographiques. Pour cela les symptômes recherchés étaient des éclaircissements des nervures des feuilles, feuilles en cuillère, nanisme des plants, raccourcissement des entre nœuds (balais de sorcière), dépérissement, déformation des feuilles, nid d'abeille au niveau du tronc, bois strié, subérification des feuille, flétrissement des rameaux, réduction du calibre du fruit.

Seules les jeunes pousses qui contiennent des pucerons au niveau des quatre points cardinaux de l'arbre et ceux du milieu ont été prélevées.

#### 1.4. Conservation des échantillons :

Les échantillons prélevés sont emballés dans des sacs en plastique (fig27) dans une température de 4°C .



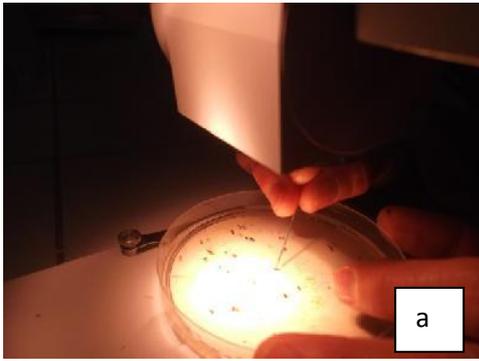
**Figure 27:** Conservation des échantillons dans des sacs en plastiques (Personnelle, 2016)

#### 1.5.1. Méthodes d'identification des pucerons :

L'identification a été faite au niveau du laboratoire de Zoologie département des biotechnologies de Blida1 par Docteur Aroun après le montage des pucerons.

#### 1.5.2. Méthode de montage

- a) Après avoir piqué les pucerons à l'aide d'une épingle entomologique sur la face abdominale, entre le 4<sup>ième</sup> et le 6<sup>ième</sup> sternite abdominal, les pucerons sont plongés dans une solution de potasse à 10 % à chaud pendant 3 à 4 mn.
- b) Nettoyage ou dégraissage des pucerons avec de l'eau distillée.
- c) Remise à nouveau dans une solution de chloral phénol à chaud pendant 3 à 4mn.
- d) Montage des pucerons dans une lame contenant le milieu de montage, et à l'aide d'une épingle étalage du puceron sur la face ventrale.



**Figure 28:** Etapes de montage des pucerons (Personnelle, 2016)

**Légende :** **a :** piquer les pucerons à l'aide d'une épingle **b :** plonger les pucerons dans une solution de potasse à 10 % ; **c :** Nettoyage des pucerons avec de l'eau distillée ; **d :** mettre les pucerons dans une solution de chloral phénol à chaud ; **e :** montage des pucerons dans une lame .

## 2. Méthode biologique :

### 2.1. Préparation des plantules tests :

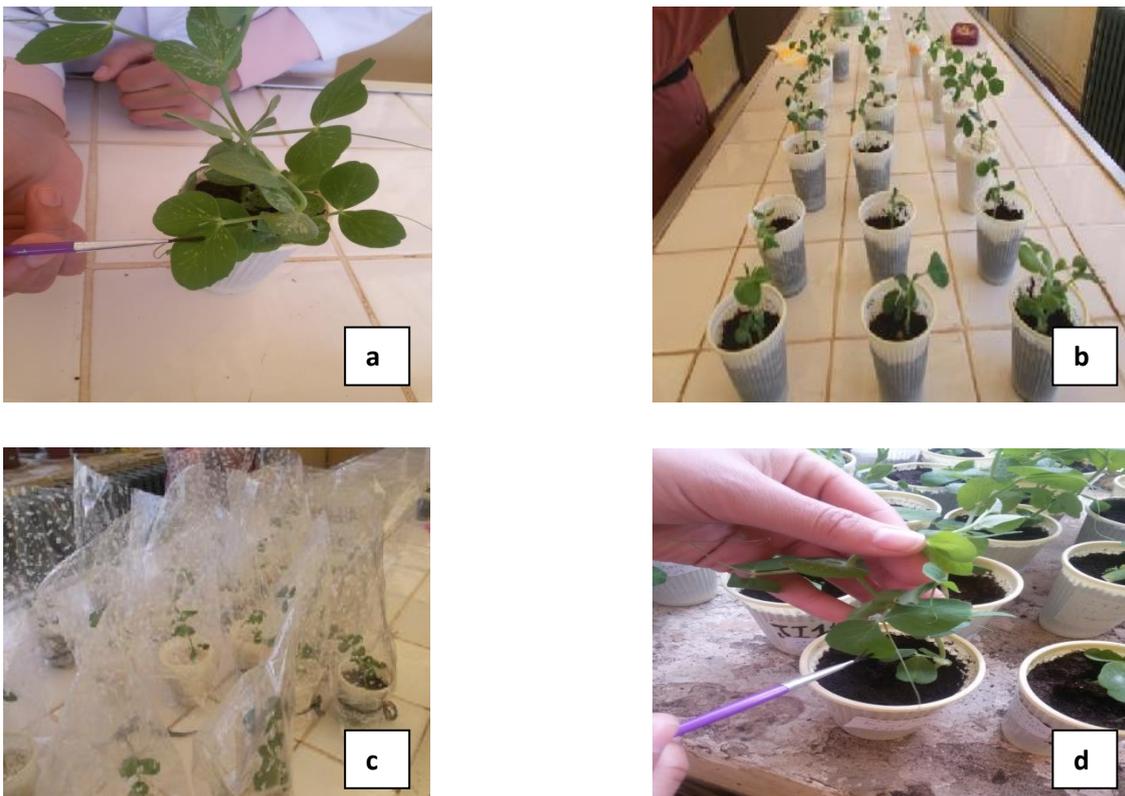
Des plantules de pois ont été utilisées comme plantes indicatrice du CTV. Pour cela, nous avons procédé au semis. Dans un premier temps, nous avons préparé les semences. Ces dernières sont trempées dans l'eau une nuit, pour stimuler leur germination.

Dans un deuxième temps, nous avons mis un grain par pot, contenant un mélange de tourbe. Les plantules sont élevées en serre à une température de 25° à 35°C à la serre de la virologie, l'irrigation des plantules a été effectuée tous les jours.

## 2.2. Inoculation par pucerons :

Les pucerons aptères collectés sont mis au contact avec des plantules de pois au stade de 2 à 3 feuilles à l'aide d'un pinceau humide, à raison de 6 individus de pucerons/plantule. Par la suite les plantules sont recouvertes de bonnettes. Ainsi pour chaque espèce et station l'expérience a été répétée 5 fois.

Après 30 minutes d'inoculation, les bonnettes sont retirées et les pucerons ont été éliminés mécaniquement. Les plantules inoculées sont maintenues en serre à température de 25 à 35°C.



**Figure 29:** Transmission du virus par puceron-vecteurs sur pois (**Personnelle, 2016**)

**Légende:** a: mise en contact le puceron avec la plantule ; b: répétition des plants inoculés par station; c : Plantules de pois recouvertes de bonnettes ; d : Elimination mécanique du puceron-vecteurs



**CHAPITRE 3 :**  
**RÉSULTATS**  
**ET**  
**DISCUSSION**

## 1. Analyse symptomatologique sur terrain :

### 1.1. Distribution des symptômes au niveau des sites prospectés :

Le diagnostic visuel qui a été effectuée au niveau des 4 stations sur les agrumes pendant le mois de Mai 2016 a permis l'observation des principaux symptômes pouvant être provoqués par le CTV. Il en ressort la dominance du symptôme d'enroulement des feuilles qui est un symptôme typique d'attaque aphidienne suivi de la feuille en cuillère, jaunissement, éclaircissement des nervures, dessèchements des feuilles et branches, dépérissement des arbres.

#### 1.1.1. Station expérimentale de département de Biotechnologie :

Les symptômes sont de type enroulement (**Fig.30**) qui est le plus fréquent, feuille en cuillère (**Fig. 31**), éclaircissement des nervures (**Fig. 32**), jaunissement des feuilles (**Fig. 33**), nanismes (**Fig. 34**).



**Figure 30:** Symptôme de l'enroulement des feuilles (Personnelle, 2016).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 31:** Symptôme de feuille en cuillère (Personnelle, 2016).

Légende : A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 32:** Symptôme d'éclaircissement des nervures (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 33:** Symptôme de jaunissement des feuilles (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 34:** Symptôme de nanisme (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : arbre saine ; b :arbre malade

#### 1.1.2. Exploitation de Oued El Alleug:

Les symptômes les plus fréquents dans ce verger sont : l'éclaircissement des nervures (**Fig.35**), jaunissement (**Fig. 36**), dessèchement des feuilles (**Fig.37**) suivi d'un dessèchement des branches (**Fig.38**) enroulement (**Fig. 39**) qui est le plus fréquent, feuille en cuillère (**Fig. 40**) et nanismes ( **fig41**).



**Figure 35:** Symptôme d'éclaircissement des nervures (**Personnelle, 2016**)

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 36:** Symptôme de jaunissement (**Personnelle, 2016**).

Légende :

a: feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 37:** Symptôme de dessèchement des feuilles (**Personnelle, 2016**)

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 38:** Symptôme de dessèchement des branches (**Personnelle, 2016**)

Légende :

A : arbre saine ; b :arbre malade



**Figure 39:** Symptôme d'enroulement des feuilles (**Personnelle, 2016**)

Légende :

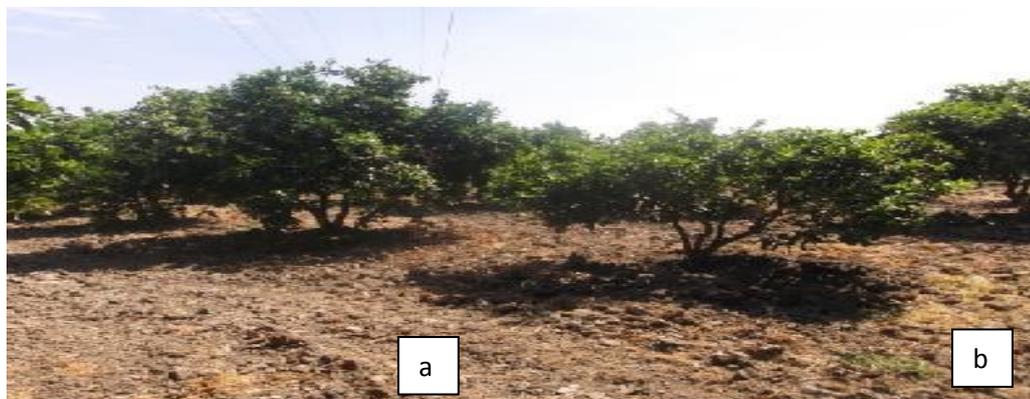
A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 40:** Symptôme de feuille en cuillère (**Personnelle, 2016**)

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 41:** Symptôme de nanisme (**Personnelle, 2016**)

Légende :

A : arbre saine ; b : arbre malade

### 1.1.3. Exploitation de Boulila:

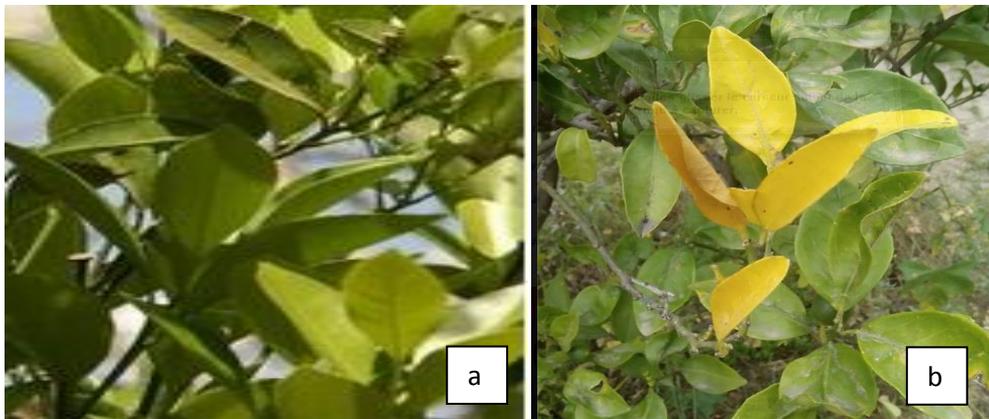
Des symptômes du CTV ont été observés également dans ce verger, ils étaient de type feuilles en cuillère (Fig. 42), jaunissement (Fig. 43), dessèchement des arbres (Fig. 44) enroulement (Fig. 45) qui est le symptôme typique du CTV



**Figure 42:** Symptôme de feuille en cuillère (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 43:** Symptôme de jaunissement des feuilles (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 44:** Symptôme de dépérissement d'arbre (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : arbre saine ; b :arbre malade



**Figure 45:** Symptôme de l'enroulement des feuilles (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade

#### 1.1.4. Exploitation de Nador :

Un ensemble de symptômes a été observé dont le plus remarquable était l'enroulement des feuilles (fig.46), et feuilles en cuillère (Fig. 47) jaunissement (Fig. 48), dessèchement des branches (Fig. 49).



**Figure46:** Symptômes d'enroulement (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 47:** Symptômes de feuille en cuillère (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 48:** Symptôme de jaunissement des feuilles (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : feuille saine ; b :feuille malade



**Figure 49 :** Symptôme de dessèchement des branches (**Personnelle, 2016**).

Légende :

A : arbre saine ; b :arbre malade

## 1.2. Discussion :

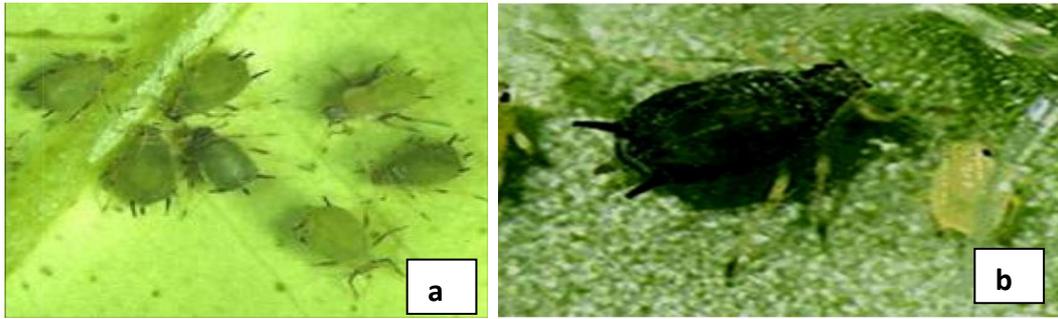
Au cours de nos prospections à travers les différentes exploitations de willaya de Blida et de Tipaza, on a remarqué une grande diversité de symptômes. Ces derniers étaient l'enroulement, jaunissement, dessèchement, éclaircissement des nervures, nanisme et le dépérissement des feuilles et branches.

L'extériorisation de ces symptômes par les arbres des différents vergers prospectés rappellent ceux causés par le CTV, car ils sont typiques et surtout dans les exploitations de Oued El Alleug ued et Nador. Ces symptômes sont déclarés comme signes de présence du CTV (**Bar-Joseph et al., 1989 ; Bové et Vogel, 1964; Bar-Joseph et al., 2000 ; Bar-Joseph et al., 2010 ; Olsen et al., 2000 ; Roistacher, 1991**). Les mêmes symptômes ont été observés par (**Alloune, 2011 ; Bouafia, 2011; Moudoud, 2012 ; Bouzidi et Guettouche, 2012 ; Belkahla et al., 2013 ; Merouane, 2013 ; Sadouki, 2013 ; Chanane et Seffar, 2014**) au niveau des différentes stations agrumicoles de la Mitidja.

## 2. Résultats de la collecte des populations aphidiennes

### 2.1. Identification des populations de pucerons vecteurs du CTV:

Les résultats de l'identification obtenu par le laboratoire de zoologie du département de Biotechnologie de Blida (Département de Biotechnologie, oued el aullaigue,) et Tipaza (boulila et nadour); ont montré la présence de deux espèces vectrice du CTV (**Fig. 50**). Il s'agit du puceron d'*Aphis spiraecola* (**Fig. 51**). Celui-ci a été identifié dans tous les vergers prospectés et sur toutes les variétés confondues avec des fréquences variables selon les régions, et *Toxoptera aurantii* (fig50) qui a été identifié seulement dans le verger d'Oued el-aullaigue (**Fig. 52**).



**Figure 50:** Pucerons *Aphis spiraecola* et *Toxoptera aurantii* sous loupe binoculaire Gr X 40 (Personnelle, 2016)

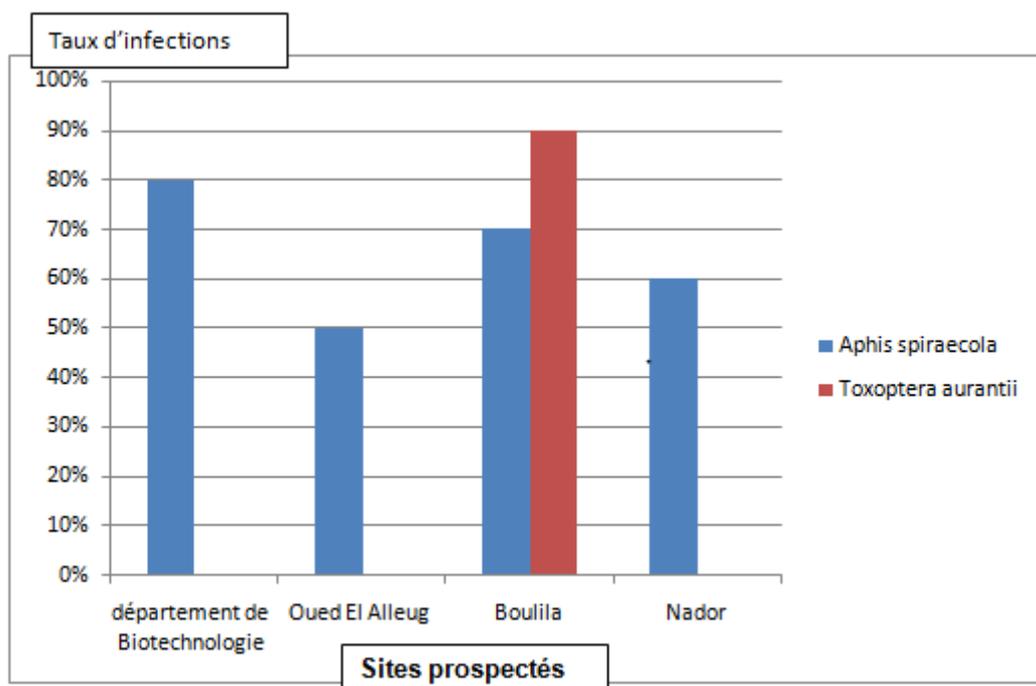
**Légende:** a : *Aphis spiraecola*; b : *Toxoptera aurantii*.



**Figure 51:** Individu aptère d'*Aphis spiraecola* observé sous la loupe binoculaire Gr X 40 (après montage) (Personnelle, 2016).



**Figure 52:** Individu aptère de *Toxoptera aurantii* observé sous loupe binoculaire Gr X40 (Personnelle, 2016).



**Figure 53:** Taux d'infestation d'*Aphis spiraecola* dans les différents sites prospectés et *Toxoptera aurantii* dans l'exploitation d'Oued el-aullaigue.

## 2.2. Discussion :

Les résultats d'identification ont montré la présence de deux espèces vectrices du CTV : Il s'agit d'*A. spiraecola* et *T. aurantii*. Ces mêmes vecteurs ont été déjà observé par (Hullé et al., 1998 ; Djoudi et al., 2004) ; (Bouafia, 2011) et (Alloune, 2011); (Moudoud, 2012) ; (Chanane et Seffar, 2014). La présence d'une seule espèce *Aphis spiraecola* a été observée dans les vergers prospectés de Blida et de Tipaza et sur toutes les variétés confondues. Sauf dans le verger de Boulila deux espèces *A. spiraecola* et *T. aurantii* sont présente, et l'absence des autres espèces vectrices du CTV à savoir *T. citricida*, *A. gossypi* et *Myzus persicae* déjà identifiés (Halbert et al., 2000 ; Adriantianarivo, 2002) et (Blackman et Eastop, 1984 ; Aroun, 1985 ; Irbab et al., 2005 ; Bejan, 2007 ; Frantantuono, 2011) et (Hullé et al., 1999 ; Halbert et al., 2000 ; Celini, 2001 ; Sekkat, 2007) . Bien que les prélèvements des échantillons ont coïncidés avec la poussée de sève printanière (Avril-Mai 2016) ce qui correspond à la période de forte pullulation de puceron. Cette absence peut être expliqué par :

- L'impact des changements de températures enregistrées ce printemps (Wang, 2000).

- L'absence des plantes adventices qui constituent des plantes hôtes secondaires (**Komazaki, 1991 ; Franco et al., 2006**).
- La raréfaction des prédateurs aphidiphages dans les sites prospectés (**Saharaoui et al., 2001**).

### 3. Test Biologique :

#### 3.1. Résultats de test biologique :

Les plantules de pois inoculées par *A. spiraecola* ont extériorisés des symptômes sous formes :

- Enroulement des feuilles
- Eclaircissement des nervures
- Jaunissement des feuilles
- Forme en cuillère
- Nanisme
- Dessèchement des feuilles



**Figure 54:** symptôme d'enroulement des feuilles (**Personnelle, 2016**)

**Légende :** **A:** plantule malade ; **B:** plantule saine.



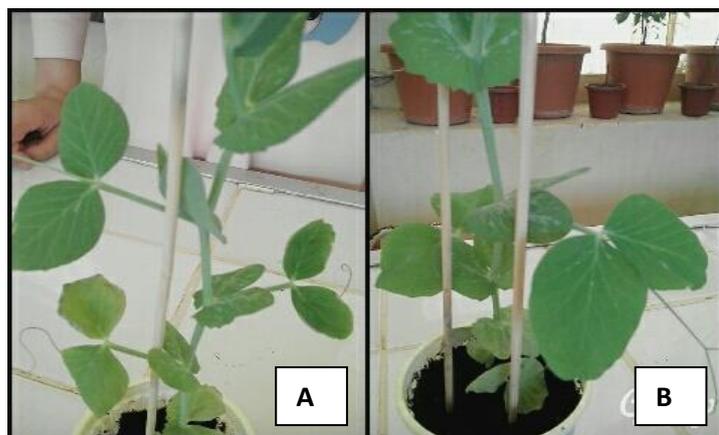
**Figure 55:** Symptômes éclaircissement des nervures (**Personnelle, 2016**)

**Légende :** A : plantule malade ; B : plantule saine.



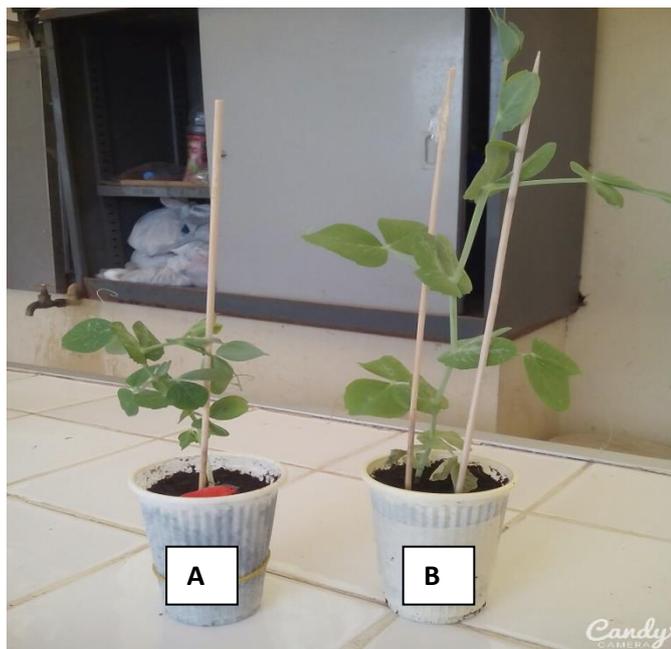
**Figure 56:** Symptôme de jaunissement (**Personnelle, 2016**)

**Légende :** A : plantule malade ; B : plantule saine.



**Figure 57 :** Symptôme de feuille en cuillère (**Personnelle, 2016**)

**Légende :** A : plantule malade ; B : plantule saine



**Figure 58:** Symptôme de nanisme (Personnelle, 2016)

Légende : A : plantule malade ; B : plantule saine.



**Figure 59:** Symptôme de dépérissement de la plantule (Personnelle, 2016)

Légende : A: plantule dépérit ; B: plantule saine

### 3.2. Discussion :

Les résultats obtenus ont confirmé que les pucerons *Aphis spiraecola* et *Toxoptera aurantii* collectés lors des prospections effectuées dans les différents sites visités était virulifères et par conséquent porteur du CTV. Les plantes indicatrices ont extériorisée des symptômes d'éclaircissement des nervures, enroulement des feuilles, déformation des feuilles, dépérissement des plantules de pois. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par: **(Bar-Joseph en 1989 ; Gueri et al en 1990 ; Roistacher en 1991 ; D'onghia en 1998 ; Yang et al en 1999 ; Ghorbel et al en 2001 ; Herron en 2003 ; Lbida et al en 2004 ; Zemzami en 2009, Bar-Joseph en 2010 ; Bouafia en 2011 ; Bouzidi et Guettouche en 2012 ; Moudoud en 2012 ; Sadouki en 2013 ; Chanane et Seffar en 2014).**

## Conclusion et perspectives :

Les agrumes sont produits dans différents pays à travers le monde, bien que la production soit principalement concentrée dans certaines zones géographiques. Les pays du bassin méditerranéen constituent la première région productrice de fruits frais. En Algérie, la Mitidja est classée comme première région agrumicole au niveau national.

Le Tristeza est la principale virose des agrumes, il est considéré comme une maladie de quarantaine, car il possède un caractère épidémique très vaste sur une large gamme des plantes de genre *Citrus*.

Dans cette étude, nous avons essayé de rechercher et identifier les pucerons-vecteurs du CTV (*T. aurantii*, *T. citricida*, *A. Spiraecola*,) afin de mettre en place, au plus vite, des mesures visant à limiter sa transmission et à améliorer la production nationale tant sur le plan qualitative que quantitative.

L'analyse symptomatologique sur terrain dans les deux willayate Blida et Tipaza, a montré la présence des symptômes typiques du CTV comme l'éclaircissement des nervures, le jaunissement, les feuilles en forme de cuillère, nanisme et dessèchement des feuilles qui est le symptôme typique du CTV.

L'inventaire des différents pucerons vecteurs du CTV a été fait dans toutes les stations visitées, il ressort que deux espèces *A. Spiraecola* et *T. aurantii* étaient collectées, alors que les autres espèces vectrices (*T. citricida*, *A. gossypii*, *M. persicae*) étaient absentes.

Cette maladie est extrêmement dangereuse est dommageable non seulement pour les différentes espèces cultivées, mais aussi bien pour l'économie du pays. Pour cela il faut appliquer une stratégie de lutte, dans le but de minimiser les dégâts et les pertes en évitant la dissémination de l'épidémie.

### 1. La lutte contre le vecteur :

Il existe plusieurs méthodes de lutte contre le vecteur : lutte chimique, lutte biologique et la lutte biotechnologique.

Actuellement, les moyens de lutte utilisés contre le vecteur de CTV sont :

➤ La lutte biologique: c'est l'utilisation d'ennemis naturels de vecteur du CTV. Généralement, les coccinelles sont prédatrices de pucerons ; les bactéries telle que le *Bacillus thuringiensis* (**Balachowsky, 1951**).

- La lutte biotechnologique : c'est le contrôle de la transmission des maladies ou l'expression de certains gènes de bactéries symbiotiques peut rendre un puceron incapable de transmettre un deuxième micro-organisme pathogène. Donc, c'est la prévention des maladies causées par les pucerons en utilisant des bactéries symbiotique telle que *Buchenra* (Khedam, 2009).

## 2. La lutte vecteur :

Pour toutes les maladies virales, la lutte est beaucoup plus préventive que curative, c'est dans ce contexte il faut combiner tous les moyens de lutte contre ce virus, donc, il serait important de procéder au:

- Désherbage des vergers pour diminuer ou bien éliminer les plantes adventices qui représentent un foyer d'infection.
- Désinfection des outils de travail.
- Dresser un schéma de certification des plants.
- Utilisation des porte-greffes tolérants telle que *Citrange carrizo*.
- L'arrachage des arbres malades pour minimiser les réservoirs d'inoculum.
- Mise en quarantaine des vergers contenant des arbres contaminés par la CTV.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

**ADJDIR Z. et BENSNOUCI A., 2009** ; Bilan d'une Agrumeraie, cas de la ferme pilote Moussadek Abdalkader (Remchi Wilaya de Tlemcen). Mémoire d'ingénieur, Univ. Tlemcen, 81 p

**Agranovsky J.P., Bar-Joseph M., Gumpf D.J., Dodds J.A., Rosner, A., and Ginsberg I., 1995** ; Transcriptional strategy of Closteroviruses mapping the 5' terminal of the *Citrus Tristeza Virus* subgenome RNAs. J. Virol. 71(8). Pp 6233-6236.

**Albiach-Marti M.R., Guerri J., Cambra M., Garnsey S.M., Moreno P., 2000** ; Differentiation of *Citrus Tristeza Virus* isolates by serological analysis of p25 coat protein peptide maps. J. Virol. Meth. 88. Pp 25-34.

**Alloune A., 2011.** Etude de virus de la *Tristeza* des agrumes (*Citrus Tristeza Virus*) dans la plaine de la Mitidja: Identification serologique et inventaire des vecteurs. Mem. Ing. Agro. Blida. Pp 60.

**Andriantiantanarivo S., 2002** ; Impacts du traitement phytosanitaire des arbres fruitiers sur les abeilles: Cas de l'agrumiculture dans les regions d'Ambositra. Mem. Ing. Univ. Antananarivo. Pp 31.

**ANONYME 1978** ; Fiches informatives sur les organismes de quarantaine (93), *Citrus Tristeza Virus*. Bulletin OEPP/EPPO. Pp 8.

**ANONYME 2004** ; Données statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural M.A.D.R.E, 6p.

**ANONYME, 2006** ; *Toxoptera citricida*. Bulletin 36. OEPP/EPPO. Pp 5.

**ANONYME, 2008b**; Food and Agriculture Organisation of United Nations.Division de la statistique (FAOSTAT). 3P.

**ANONYME, 2008a** ; Données statistiques de la direction des services agricoles (DSA) ; dans la wilaya da Blida.12p.

**ANONYME, 2008** ; Statistiques agricoles. Série A, B. Ministère de l'Agriculture et de la pêche. 3p.

- **ANONYME, 2009** ; Food and Agriculture Organisation of United Nations.Division de la statistique (FAOSTAT). 4P.

**ANONYME, 2010** ; Statistiques annuelles. **ITAFV**. Pp 3.

**ANONYME, 2013** ; *Toxoptera citricida*. Bulletin. **OEPP**. Pp 1.

**Assabah M., 2011** ; Evolution du peuplement aphidien et de ses ennemis naturels sur une culture de blé dur (var. Vitron) dans la station d'Oued Smar (El-Harrach Alger). Mem. Master. INA El- Harrach. Pp104.

**Aubert B., et Vullin G., 1997**: Pepinieres et plantations d'agrumes. Montpellier: CIRAD. Pp184.

**Balachowsky A., 1951**: La lutte contre les insectes. Inst. Pasteur. France. Ed. Payot. Pp 380.

**Bar-Joseph M., Marcus R., Lee R.F., 1989** ; The continuous challenge of *Citrus Tristeza Virus* control, A. Rew. Phytopathol. (27). Pp 291-316.

**Bar-Joseph M., Che X., Mawassi M., Gowda S., Sayanarayana T., Ayllon M.A., 2002** ; The continous challenge of *Citrus Tristeza Virus* Molecular research. IOCV Conference. Pp 7.

**Bar-Joseph M., and Dawson W.O., 2010** ; *Citrus Tristeza Virus*: In Mahy, B.W.J and Vanregenmortel, M.H.V, Desk Encyclopedia of Plant and Fungal Virology, Elsevier, USA. Pp 160-170.

**Batuman, O., Mawassi, M., and Bar-Joseph, M. 2006**; Transgenes consisting of a dsRNA of an RNAi suppressor plus the 3'UTR provide resistance to Citrus tristeza virus sequences in *Nicotiana benthamiana* but not in citrus. Virus Genes Pp327.

**Bayoud H.Y., 2001**: Serodetection du virus de la *Tristeza* des *Citrus* et du phytoplasme *Spiroplasma citri* sur les parcs a bois et la cage d'isolement des agrumes de l'ITAFV. Mem. Ing. Agro. Blida. Pp 112.

**Bénidicte A., Bachés M., 2001** ; La culture des agrumes homme et plantes (revue de conversation des collections végétales spécialisées) 37. Pp 30-34.

**Bejan M., 2007** ; Etudes sur la résistance d'accessions de *Solanum* sauvages envers le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) et le puceron vert du pecher *Myzus Persicae* (Sulzer) (Aphidae). Mém. Ing . 78 p.

**BERKANI A, 1989** ;possibilités de régulation d'*Aleurothrixusflocosus* MASK (Hom.Aleurodidae) en Algérie.Thèse.Doc.Sci.3ème cycle,Univ.Mrseille, 140p

**Bertin Y., Goudin R., Coranson R., Pancarte C., Poliakoff F., 2000** ;La *Tristeza* des agrumes dans les Caraïbes: Cas particulier de la Martinique. Atelier régional d'information sur la situation phytosanitaire des agrumes dans les Caraïbes, Pointe-a-Pitre, Guadeloupe. Pp 12.

**Broadbent P., Brlansky, R.H., and Indsto, J. 1996**;Biological characterization of Australian isolates of citrus tristeza virus and separation of subisolates by single aphid transmissions. Plant Dis. pP333.

**Blackman R.L., and Eastop V.F., 2000** ; Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. Ed. Wiley. NY. Pp 324

**Bouafia L.F., 2011** : Etude de virus de la *Tristeza* des agrumes (*Citrus Tristeza Virus*) en Algerie. Mem. Mag. Agro. Blida. Pp 87.

**Bralut V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E., Blanc S., 2009** ; Les maladies virales causées par les pucerons: mécanismes de transmission des virus. Académie d'agriculture de France. Pp1.

**Cambra M., and Moreno P., 2000** ;*Tristeza* In Enfermedades de los citricos. Ediciones. Mundi-Prensa. Madrid. Pp 77-81.

**Celetti M., 2001** ; Globale distribution, strains symptoms, horst range, spread and transmission. Ed. Horticulture corps. OMAF. Pp 15.

**Celetti M.H., Fraser N., Carter J., 2002** ; Le virus de la sharka des especes fruitieres et ornementales du genre *Prunus* Ed. Onario, Canada. [www.Omafra.Gov](http://www.Omafra.Gov).

**Chanane B., Seffar M.L., 2014** : Recherche et identification des pucerons vecteurs du *Citrus Tristeza Virus* sur agrumes. Mem. Ing. Biotech. Blida. Pp 64.

**Cherry C., 2004** ; *Citrus Tristeza Virus*, Symptoms and Control. Pathology Laboratory. Research Station Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Okitsu, Shimizu, Shizuoka, Japan. Pp 55

**Djoudi A., Bahia H., Yahiaoui GH., 2004**: Les ravageurs des agrumes. majester Univ. Ibn-Khaldoun Tiaret. 63 p.

**El-Ferran A., 2003**: Etude du virus de *Tristeza* des agrumes (*Citrus Tristeza Virus*) en Algerie: Sero et Biodetection, Efficacite de la transmission par differents vecteurs inventories. Mem. Mag. Agro. Blida. Pp 90.

**Fawcett H.S., Wallace J.M. 1946** ; Evidence of virus nature of citrus quick decline. California Citrograph. 32: Pp 88-89.

**Folimonov Y.S., Alexy S.F., Satyanarayana T., and Dawson W.O., 2008** ; *Citrus Tristeza Virus*: Survival at the edge of the movement continuum. J. Virol. (82). Pp 13

**Fraser L., 1952** ; Seedling yellows, an unreported virus disease of citrus. Agricultural Gazette of New South Wales 63. Pp 125-131.

**Fratantuono M., 2011** ; Le contrôle du puceron vert du pécher (*Myzus persicae* sulz.).Fiche 86. Pp 2.

**Gargo-Zachert S.P., Costa N.B., Semorille L., and Grau O., 1999** ; Sequence variability in gene of *Citrus Tristeza Virus* (CTV) revealed by SSCP analysis. Elec.J. Biotech. 1 (2): 41-50.

**Ghorbel, R., Dominguez, A., Navarro, L., and Peña, L. 2000**; High efficiency genetic transformation of sour orange (*Citrus aurantium*) and production of

transgenic trees containing the coat protein gene of citrus tristeza virus. Tree Physiol. Pp126

**Ghorbel R., Lopez C., Moreno P., Navarro L., Flores R., Penal L., 2001 ;** Transgenic citrus plant expressing the *Citrus Tristeza Virus* p23 protein exhibit virallike symptoms. Mol. Plant Pathol. 2. Pp 27-36.

**Gottwald, T.R., Garnsey, S.M., et Yokomi, R.K. 1994;** Present distribution of Citrus tristeza virus and its vector, the brown citrus aphid, and the potential for further spread .Pp 64

**Gottwald T.R., Hughes G., 2000 ;** A new survey method for *Citrus Tristeza Virus* disease assessment, Fourteenth IOCV Conference. Pp 77-87.

**Grissa K.L., 2010 ;** Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie. Consultation nationale. Pp 92.

**Guerri J., Moreno P., Lee R.F. 1990 ;** Identification of *Citrus Tristeza Virus* strains by peptide maps of virion coat protein. Phytopathology, 80. Pp 692.

**Halbert S.E., and Brown L.G., 1998 ;** *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), Brown Citrus aphid-identification, Biology and management strategies. Entomol. Circular 374. Pp 3-6.

**Halbert S.E., Remandiere G., and Webber S.E., 2000 ;** Newly established and rarely collected Aphids (Homopetera: Aphididea) In Florida and the South Eastern United States. Florida Entomol. 83. Pp 79-91.

**Halbert S.E., GencH., Cevik B., Brown L.G., Rosales I.M., Munjunath K.L., Pomerinke M., Davison D.A., Lee F.R., and Niblett C.L, 2004 ;** Distribution and

characterization of *Citrus Tristeza Virus* in South Florida following establishment of *Toxoptera citricida*. Plant Dis.935-941. Pp 88.

**Hughes W.A., Lister C.A., 1949** ; Lime disease in the Gold Coast. Nature. Pp 164.

**Hullé M., Turpeau E., Leclant F., et Rahn M.J., 1998** ; les pucerons des arbres fruitiers: cycles biologique et activités de vol. Ed. INRA, Paris. Pp78.

**Hullé M., Ighil E.T., Yvon R., et Yves M., 1999** ; Les pucerons des cultures Maraicheres. Cycle biologique et activites de vol. Paris. Ed. INRA. Pp 136.

**Iftikhar y., Aslam K., Rashid A., Mughal S.M., Iqbal Z., Batool A., Abbas M., Khan M.M., Muhammad S., and Jaskani M.J., 2009** ; Occurrence and distribution of *Citrus Tristeza Closterovirus* in the Punjab and NwFf, Pakistan. Pak. J. Bot. (41)1. Pp 373-380.

**IMBERT, 2007** ; Agrumes.Les dossiers de fruitrop.no 150.ed science.34p.

**Iracheta-Cardenas M.M., Almeyda-Lion I.H., Manjunath K., Cevik B., Niblett Ch., Lee, R., and Rocha-Peria M.A. 2002** ; Molecular cloning and expression of the gene of two Mexican isolates of *Citrus Tristeza Virus*. Revis. Mexi. phytopathol.20. Pp 174-181.

**Iracheta-Cardenas M.M., Metheney P., Polek M.L., Manjunath K.L., Lee R.F., and Rocha-Penna M.A., 2009** ; Serological detection of *citrus Tristeza Virus* with antibodies developed to the recombinant Coat protein. Plant Dis. 93. Pp 11-16.

**Irbab M., et Laanen A., 2005** ; Identifications des principaux pucerons de la betterave. Centre Agricole Chicori. Belgique. Pp 7-8.

**Karasev A.V., Boyko V.P., Gowda S., Nikolaeva O.V., Hilf M.E., Koonin E.V., Niblett C.L., Cline K., Gumpf D.J., Lee R.F., Garnsey S.M., Lewandowsky D.J., Dowson W.O., 1995** ; Complete sequence of the *Citrus Tristeza Virus* RNA genome. Virology 208. Pp 511-520.

**Kim D., Hyun J., Hwang H., and Lee S., 2000** ; RT-PCR detection of *Citrus Tristeza virus* from early Satsuma mandarin and Yuzu in Cheju Island. Plant Pathol. J.16 (1). Pp 48-51.

**Klotz L., 1973** ; Color Handbook of Citrus Diseases. University of California. Riverside. California. Pp 122.

**Komazaki S., 1991**: Studies on the biology of the spirea aphid, *Aphis spiraecola* Patch, with special reference to biotypic differences. Bulletin of the Fruit Tree Research Station. Extra No. 2. Pp 60.

**Lebdi GRISSA K., 2010** ;Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates En Tunisie, 93p.

**Lbida B., Fonseca F., Santos C., Zemzami M., Bennani A., and Nolasco G., 2004** ; Genomic variability of *Citrus Tristeza Virus (CTV)* isolates introduced into Marocco. Phytopathol. Medit. Pp 205-210.

**Leblanc F., Fournier P., Etienne J., 2005** ;*Tristeza (Citrus Tristeza Virus)*.  
[http://caribfruits.cirad.fr/production\\_fruitiere\\_integree/protection\\_raisonnee\\_des\\_vergers\\_maladies\\_ravageurs\\_et\\_auxiliaires/tristeza](http://caribfruits.cirad.fr/production_fruitiere_integree/protection_raisonnee_des_vergers_maladies_ravageurs_et_auxiliaires/tristeza).

**Lee, R.F., and Rocha-Pena, M.A. 1992**; Citrus tristeza virus. Plant Diseases of International Importance: Volume III Diseases of Fruit Crops. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. Pp. 226

**Lee RF., Baker P.S., Rocha-Pena M.A. 1994** ; *Citrus Tristeza Virus (CTV)*, introduction to current priority, with special reference to the worsening situation in Central America and the Cariebean International institute of biological control center for FAO. UK. Pp 179.

**Loussert R., 1985** ; Les agrumes. Ed. Bailliere. Paris. Pp136.

**Loussert R., 1989** ; Les agrumes, production. Ed. Sci. (2), Liban. Pp 289.

**Mhamdi H., 2012** ; Psorose des agrumes. Tunisie.

<http://www.techagrumes.educagri.fr/fiches-dinformation/maladies-virales/la-psorose>

**Moreno P., Ambros S., Albiach-Marti M.R., Guerri J., and Pena L., 2008** ; *Citrus Tristeza Virus*. A pathogen that changed the course of the *Citrus* industry. Mol. Plant Pathol 9. Pp 251-268.

**Nadori D., et Zemzami M., 1992** ; Historical review of Citrus Tristeza in Morocco. Options Mediterraneennes : Serie B. Etudes et Recherches. N° 65. Pp 101.

**Navarro L., 2004** ; *Citrus Tristeza Virus* Symptoms. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Spain Anne-Sophie Roy. Euro. Mediter. Plant Protec. Organ. Pp 365-370.

**Nolasco G., Santos C., Silva G., and Fonseca F., 2009** ; Development of an asymmetric PCR-ELISA typing method for *Citrus Tristeza Virus* based on the Coat protein gene. J. Virol. Methods 155. Pp 97-108.

**Oberholzer P.C.J., Matthews I., Stiemie S.F., 1949** ; The decline of grapefruit trees in South Africa. A preliminary report on so-called 'stem pitting'. Science Bulletin of the Department of Agriculture South Africa. Pp 297.

**Olsen M., Mike M., Mike Mc., Zhongguo X., 2000** ; Diseases of Citrus in Arizona; Plant Disease Publications. Cooperative Extension, College of Agriculture & Life Sciences. Univ. Arizona. Pp 925.

**Praloran J.C., 1971** ; Les agrumes. Techniques agricoles et production tropicale. (21-22). Pub. G-P. Maisonneuve et Larousse, France. Pp 516.

**Price M., Schell J., Grosser S.S., Pappu H.R., Papu V., Manjunath K.L., Niblett C.L., Derrick K.S., et Lee R.F., 1996** ; Replication Of *Citrus Tristeza Closterovirus* In *Citrus* Protoplastes. Phytopathol. 86 (8). Pp 830-833.

**Rabatel A., 2011** ; Developpement embryonnaire du puceron *Acyrtosiphon pisum* : caracterisation de voies metaboliques et genes cle dans les interactions trophiques avec *Buchnera aphidicola*. Pp 35-36.

**Roistacher C.N., 1991** ; Transmissible disease of *Citrus*. In handbook for detection and Diagnosis. F.A.O, Rome. Pp 286.

**Saharaoui L., Gourreau J.M., Iperti I., 2001**: Gabriel Etude des parametres bioecologiques de quelques coccinelles aphidophages d'Algerie (Coleoptera, Coccinellidae) = Bioecological parameters of some aphidophagous coccinellids in Algeria (Coleoptera, Coccinellidae). Bulletin de la Societe zoologique de France. Vol. (126)4. Pp 351-373.

**Satyanarayana T., Bar-Joseph M., Mawassi M., Albiach-Marti M.R., Ayllon M.A., Gowda S., Hilf M.E., Moreno P., Garnsey S.M., and Dawson W.O., 2001** ; Amplification of *Citrus Tristeza Virus* from a cDNA clone and infection of citrus trees. J. Virol. 280. Pp 87-96.

**Sekkat A., 2007** ; Les pucerons des agrumes au Maroc. Mem. Ing. INA. Maroc. Pp 126.

**Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Harris K.M., 1992** ; Quarantine pests for Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Communities and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. Pub. CAB International. UK. Pp 10-41.

**Stoetzel M.B., 1994** ; Aphides (Homoptera: Aphinidae) of potential importance on *Citrus* in the united states with illustrated keys species. Proc. Entomol. Soc. Wath. Pp 74-90.

**Wang J.J., and Tsai J.H., 2000**: Effect of temperature on the biology of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). A. Entomol. Soc. America 93. Pp 874-883.

**Wang C.X., Hong N., Wang G.P., Jiang B., and Fan X.D., 2009** ;Effects of *Citrus Tristeza Virus* the growth of in vitro-cultured *Citrus*. J. Pathol. 91(2). Pp 357-363.

**Xiao-Feng X., Chang-Yong Z., Zhen S., And Fang-Yng Y., 2006** ; Preliminary studies on CPG/Hinf I RFLP groupe of *Citrus Tristeza Virus* infected Sweet oranges in China. *Agricul. Sci. China* 5 (1). Pp 39-44.

**Yang Z.N., Mathewas D.M., Dodds J.A and Mirkov T.E., 1999** ; Molecular characterization of an isolate of *Citrus Tristeza Virus* that causes severe symptoms in sweet orange, *Virus Genes*.19(2). Pp 131-142.

**Yokomi R.K., 2009** ; The brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*. Pp 35- 46.

**Zemzami M., 2008** ; Situation actuelle des maladies dévastatrices menaçant les agrumes au Maroc et mesures a prendre .Ed. Euro Med Citrus Net: conférence régionale, Agadir. Maroc. Pp 26.

**Zemzami M., 2009** ; La *Tristeza* un fleau qui menace l'agrumiculture mediterraneenne. Colloque international, gestion des risques phytosanitaire Marrakech. Pp 40.

**Zhu H.Y., Ling K.S., Goszozynski D.E., McFerson J.R., and Gonsalvers D., 1998** ; Nucleotide sequence and genome organization of grapevine leafroll-associated virus-2 are similar to beet yellow virus, the *Closterovirus* type member. *J. Gen. Virol.* Pp 79.

**Zhou C.L.E., El-Desouk A., Sheta H., Kelley S., Polek M., Ullman D.E., 2002** ; *Citrus Tristeza Virus* ultra structure and associated cytopathology in *Citrus sinensis* and *Citrus aurantifolia*. (80)5. Pp 512-525.