

جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية
République algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique.

Centre universitaire Jijel.

Institut des sciences et de la nature.

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme
d'études supérieures en biologie
moléculaire et cellulaire.

Option : Microbiologie

Thème



La lutte contre les ravageurs des agrumes.

Jury :

M. BOUMANSOUR A. Président .

M. BAÏBAH M. : Encadreur .

M. BOUASSAÏ O. : Examineur.

Présenté par :

*Boulmaiz Nawel

*Chekroud Zohra



Année universitaire: 2000/2001

N° d'ordre:



Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre plus grand remerciement, à monsieur Ruibah moad qui a suivi et dirigé notre travail avec patience et beaucoup d'intérêt. Nous lui exprimons vivement notre grande admiration.

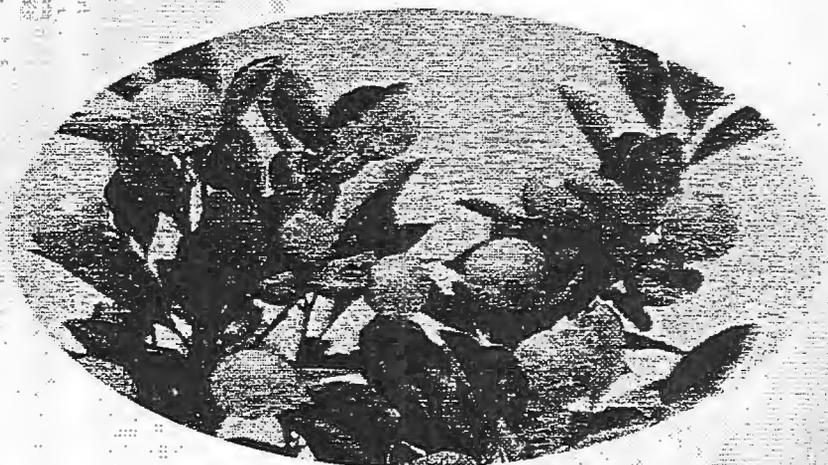
Notre remerciement s'adresse également à messieurs les membres de jury pour avoir accepté de critiquer notre travail.

Sans oublier le service de protection des végétaux, de la wilaya de Jijel, messieurs Betateche, Kalim, Elias et Mlle Boukhedenna, ingénieur de laboratoire à l'institut de la biologie.

Zohra et Narel



Partie n^o 101



Etude bibliographique

SOMMAIRE :

PARTIE N°I DONNES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction	1
Chapitre n°I :donnés bibliographiques sur les principaux Ravageurs des agrumes.....	2
11-les Lépidoptères.....	2
111- <i>phyllocnistis citrella</i>	2
1111-caractères morphologiques.....	2
1112caractères biologiques.....	3.
1113nature des dégâts.....	5
112- <i>Prays citri</i> Miller.....	5
1121-caractères morphologiques.....	5
1122- caractères biologiques.....	5
1123-nature des degats.....	6
113 - <i>Cryptoblabes gnidiella</i>	6
1131-caractères morphologiques.....	6
1132 -caractères biologiques.....	6.
1133-nature des dégâts6
12-Les Diptères.....	.7
121-caractères morphologiques.....	7..
122-caractères biologiques.....	7
123 - nature des dégâts.....	8

13 -les Homoptères.....	8
131-les cochenilles.....	9
1311- <i>Crysomphalis dictiospermi</i>	9.
13111- caractères morphologiques.....	.9.
13112 -caracteres biologiques.....	.9
13113- nature des dégâts.....	10
1312- <i>Parlatoria ziziphi</i>	10
13121 -caractères morphologiques.....	10
13122- caractères biologiques.....	11
13123-nature des dégâts.....	11
1313- <i>Saissetia olea Bernard</i>	11
13131 -caractères morphologiques.....	11
13132 -caractères biologiques.....	12.
13313-nature des dégâts.....	.12
1314- <i>Lepidosaphes beckii</i>	12
13141-caractères morphologiques.....	12
13142-caractères biologiques	13
13143 -nature des dégâts.....	13
1315- <i>Pseudococcus ctri</i>	13
13151- caractères morphologiques.....	13
13152-caractères biologiques.....	14
13153- nature des dégâts	14.

132- les pucerons.....	14
1321 - <i>Mysus persicae</i>	15
13211 -caractères morphologiques.....	15
13212- caractères biologiques.....	16.
13213-nature des dégâts	16
1322 - <i>Aphis gossypii</i>	17
13221- caractères morphologiques.....	17
13222 -caractères biologiques.....	17
13223-nature des dégâts	17.
1323 - <i>Toxoptera aurantii</i>	17
13231 -caractères morphologiques	18
13232- caractères biologiques.....	18
13233 -nature des dégâts.....	18
133-les aleurodes	18
1331 - <i>Aleurothrix floccosus</i>	18.
13311 -caractères morphologiques.....	19
13312- caractères biologiques.....	19
13313- nature des dégâts	20
1332- <i>Dialeurodes citri</i>	20
13321-caractères morphologiques.....	20
13322- caractères biologiques.....	20
13323- nature des dégâts	21

14-les acariens	21
141- caractères morphologiques	21
142- caractères biologiques.....	21
143- nature des dégâts.....	22
15- les ravageurs secondaires des agrumes ✕.....	22
151-les nématodes .. ✕.....	22
152- les mollusques ✕.....	23.
153- les oiseaux ... ✕.....	23
✕ Chapitre n°II la lutte contre les ravageurs des agrumes :	24
21-la lutte chimique ✕	24
211-classification des pesticides ✕.....	24
2111-les pesticides agissants par ingestion.....	24
2112-les pesticides agissants par contact.....	24
2113-les pesticides agissants par inhalation.....	25
212-quelques exemples de pesticides utilisés dans la lutte contre les ✕	
déprédateurs des agrumes en Algérie	25
2121la lutte contre la cératite. ✕.....	25
2122-la lutte contre les cochenilles ✕.....	26
2123- la lutte contre les acariens ✕.....	27
2124-la lutte contre les pucerons ✕.....	27
2125-la lutte contre les aleurodes	27
2126-la lutte contre la mineuse ✕.....	28
22-les façons culturales	30

23-les phéromones sexuelles	31
24-la stérilisation des mâles	31
Ⓧ 25-la lutte biologique	32
251-virus contre insecte	32
252-bactérie contre insecte	33
253-champignon contre insecte	34
254-nématode contre insecte	34
A - 2 255-insecte contre insecte	35
2551-les parasitoides	35
25511- les ooparasites	36
25512- les parasites larvaires	36
2552-les prédateurs	38
Chapitre n°III les biopesticides	39
31- définition des biopesticides	39
32- les différents types des biopesticides	39...
- 321- les biopesticides bactériens	39
3211-caractères généraux de <i>Bacillus thuringiensis</i>	40
3212- mode d'action	41
3213- méthode de production	42
322- les biofungicides	42
3221- caractères généraux des biofungicides	43
3222- mode d'action	43

3223- Méthode de production ..X.....	44
3231- Les biopesticides <u>virales</u> X.....	44
3232- Mode d' actionX.....	45
3233- Méthode de production X.....	46

PARTIE N° II : ETUDE PRATIQUE

I- Matériel et méthode	48
11- Matériel utilisé	48
12- Méthode employé	48
131- Identification des déprédateurs inventoriés	49
132- Lutte biologique contre la mineuse	49
1321- L' élevage	49
1322- Les lâchers	49
II- Résultats et discussion	50
21- Résultats	50
22- Discussion	55
III – Conclusion	61

Introduction :

Depuis longtemps, les agrumes ont occupé une place très importante dans l'économie algérienne. L'Algérie exportait même pendant l'époque coloniale les oranges vers l'Europe, si bien que la variété Tomson navel est connue à l'échelle mondiale. A cause des conditions naturelles favorables (fertilité du sol, climat) existant dans les régions Nord-Est du pays en plus de Mitidja, l'agrumiculture a bien réussi dans ces régions. Selon les statistiques de l'année agricole 1997-1998, la superficie occupée par les agrumes atteint les 41110 hectare pour une production globale de 3070910qx, répartie en plusieurs variétés orange:2803930 qx, clémentines : 253140 qx, pomélos : 13840 qx. (com.pers).

Le cycle de vie de ces variétés dure environ une année pour certaines ou six mois pour d'autres. Il commence avec la floraison au mois de mars se poursuit avec la nouaison au mois de mai et se termine avec la récolte des fruits vers le mois de janvier. Au cours de leur développement, les agrumes sont la cible de plusieurs attaques par les ravageurs portant ainsi un préjudice à l'ensemble de la production nationale. La mineuse, les acariens, les cochenilles entre autres sont les principaux déprédateurs pour l'agrumiculture. Ajouter à cela les maladies et autre mauvais entretien des vergers par les agrumiculteurs. Pour limiter les dégâts, et pour un meilleur rendement, les services de protection des végétaux emploient des méthodes de lutte adéquates allant de la lutte chimique vers la lutte biologique en passant par les pièges phéromones, la stérilisation des mâles, les façons culturales et ce après avoir bien déterminé les ravageurs mis en cause.

Le but de notre travail est d'inventorier dans un premier temps les principaux déprédateurs rencontrés au niveau des verges agrumicoles de la wilaya de Jijel et ce par le biais de sorties sur terrains, ensuite de choisir les méthodes de lutte convenables pour combattre les ravageurs en question en se basant sur l'emploi de biopesticides.

CHAPITRE I- DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DES AGRUMES:

Les principaux ravageurs des agrumes sont les Lépidoptères, les Homoptères , les Diptères , les Acariens , et des ravageurs secondaires.

11- Les Lépidoptères :

Les Lépidoptères appartiennent à l'Embranchement des Arthropodes, à la Classe des Insectes, à la Sous classe des Ptérygotes et au Super ordre des Mécoptéroïdes. Les principales espèces déprédatrices d'agrumes sont, *Phyllocnistis citrella* , *Prays citri* et *Cryptoblabes gnidiella* .

111- *Phyllocnistis citrella*:

Phyllocnistis citrella appelée aussi la mineuse est un micro-Lépidoptère, Gracillridae qui s'attaque aux jeunes pousses d'agrumes. Elle a été signalée pour la première fois en Algérie vers l'année 1994 à Oran et à Mostaganem (OUKACI.1998) .

1111-Caractères morphologiques:

L'adulte est un papillon de 4mm d'envergure , de couleur blanc brillant , avec des ailes étroites portants des bandes longitudinales jaune - orange et une tache noire à l'extrémité de chacune d'elles (BOUZOUANE et al.1994) .La larve est de couleur jaune - verdâtre et de forme aplatie , sa taille varie entre 1,5 mm pour la larve de premier stade L1 et 4,5 mm pour la larve de quatrième stade L4 .La chrysalide est de couleur marron - jaunâtre . A la fin du stade nymphale, elle tisse un cocon allongé avec des plages noires sur la partie dorsale (BOUZOUANE et al, 1994) . De couleur blanc- jaunâtre et de forme arquée, l'oeuf mesure

entre 0,2 et 0,3 mm .Lorsqu'il est fraîchement pondu ,il se trouve enveloppé dans un chorion transparent .

1112- Caractères biologiques :

Phyllocnistis citrella ,vit principalement au dépend des Rutaceae .Les adultes ont des mœurs nocturnes. Ils vivent 7 à 10 jours. Les larves se nourrissent des jeunes feuilles provoquant ainsi leur dessèchement . La disponibilité plus ou moins importante des jeunes feuilles ajoutées aux conditions climatiques favorables à partir de la fin mai jusqu'à la fin juin (température variant de 20 à 23 c°) permettant le développement de la mineuse (OUKACI,1998) . ces conditions climatiques ont une influence directe sur la période d'une génération (Fig. 1) , qui dure 15 jours à 29 °C , 23 jours à 35 c°,42 jours à 16 c° et 47 jours à 20 c° .

Les femelles pondent les oeufs sur la face inferieure de la feuille sous forme de masses contenant chacune 100 œufs environ .L'œuf éclos 3 jours après la ponte si les conditions sont favorables pour donner des L1 .Ces derniers pénètrent sous lacuticule et se nourrissent à partir des cellules du parenchyme qu'elles perforent grâce à leurs crochets mandibulaires en formant des mines, d'où le nom de mineuse .Ces larves creusent, au début, des galeries étroites, qui vont s'élargir progressivement tout en devenant plus sinueuse (BOUZOUANE et al, 1994) . Elles laissent une traînée sombre d'excrément dans la galerie larvaire . Les larves subissent quatre mues avant qu'elles ne tissent un cocon en enroulant la feuille sur elle même pour se transformer en chrysalides . Après la diapause , celle -ci donne naissance à des adultes.La mineuse effectue 3 à 4 générations par an . La première a lieu à partir du mois d'avril jusqu'au mois de mai . La deuxième entre juin et juillet, la troisième à la fin juillet et début août, la quatrième et dernière génération est effectuée entre septembre et novembre. (Bouzouane et al, 1994)

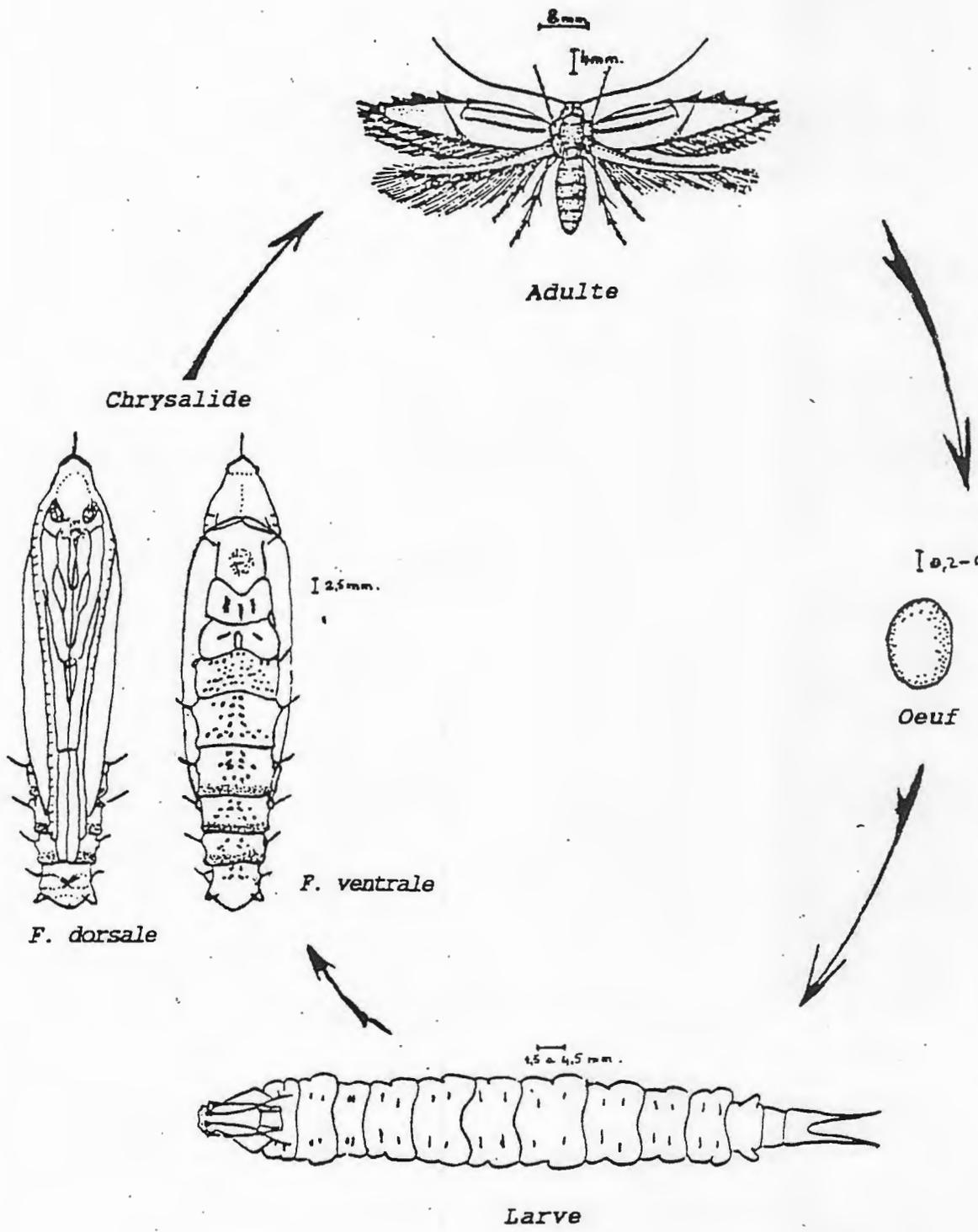


Figure n°1 : Cycle de vie de Phyllocnistis citrella
 (D'après BOUZOUANE et al, 1994).

1113-Nature des dégâts :

Les jeunes feuilles de l'arbre attaquées par les larves de la mineuse s'enroulent, s'épuisent rapidement et se dessèchent, ce qui va influencer directement sur la Photosynthèse et favoriser par la même l'apparition du chancre citrique bacterien *Xanthomonas campestris*. En cas de forte pullulation, les arbres attaqués vont avoir un faible potentiel de mise à fruits pour l'avenir. (HEPP NER et al, 1995 ; BOUZOUANE et al, 1994).

112-Prays citri Miller :

Prays citri Miller appelée aussi Teigne des fleurs d'oranger est un Lépidoptère, Teignidae. Il s'agit d'une petite Teigne qui s'attaque à toutes les espèces de citrus.

1121- Caractères morphologiques :

Cette Teigne a 10mm d'envergure, les deux paires d'ailes sont de couleur grise claire, l'œuf mesure 0,2 mm, de forme elliptique et aplatie et ayant une couleur jaunâtre. La larve mesure entre 5,6 et 5,9 mm. Elle est de couleur verdâtre. Enfin, la chenille mesure entre 4,5 et 5,5mm. Elle est de couleur grise-brune, claire, presque transparente et possède 5 paires de fausses pattes. (BALASHOWSKY, 1935).

1122- Caractères biologiques :

Prays citri Miller se nourrit des fleurs d'arbres fruitiers notamment les agrumes. La femelle pond sur la surface des feuilles, des œufs qui éclosent 2 à 6 jours après la ponte pour donner ensuite naissance à des larves. Ces dernières passent par cinq stades pendant 7 à 25 jours. Les L1 creusent des galeries dans les feuilles ou les ovaires des fleurs, pour donner les L2. Celles-ci vont détruire les

fleurs . Les larves du dernier stade donnent naissance à des nymphes de couleur verte puis deviennent marron . Le stade nymphale dure 3 à 10 jours avant de se transformer en adultes . (HAMMED et ELMANSHAWI, 1986).

1123 Nature des dégâts :

Au cours des mois de mars et d'avril , la Teigne d'orange attaque les fleurs des agrumes et surtout celles du citronnier. Aussi , elle s'attaque aux jeunes pousses de ces arbres, en causant des dégâts considérables .(VINCENOT et QUILICI , 1993)

113-Cryptoblabes gnidiella :

Cryptoblabes gnidiella (Lépidoptère, Pyralidae) est un petit papillon qui vit au dépend de plusieurs hôtes , entre autre les agrumes.

1131- Caractères morphologiques :

D'après BALASHOW SKY (1935) ,l'adulte est un papillon mesurant environ 12mm d'envergure , il est de couleur grise . La larve a également une couleur grise ou brune , elle possède des traits sur la partie dorsale et latérale. La nymphe mesure 7 mm de longueur. Elle est de couleur brune ou rouge et elle tisse un cocon blanc Soyeux.

1132-Caractères biologiques :

Cryptoblabes gnidiella est un ravageur tri ou quadrivoltine .Au mois de juin , les femelles déposent leurs œufs sur les feuilles et les fruits. A la mi- juin, les larves pénètrent à l'intérieur des fruits et à la fin août, l'insecte atteint le dernier stade larvaire.(ELMANSHAWI et HAMMED , 1986).

1133- Nature des dégâts :

Les dégâts causés sont surtout mécaniques , provoqués par la pénétration des fruits. Le miellat sécrété par les pucerons et les cochenilles favorise beaucoup

l'attaque du Cryptoblabes. Selon **ELMANCHAWI et HAMMED (1986)**, pendant les derniers jours du mois d'août, une grande partie des fruits tombent par terre.

12-les Diptères :

La principale espèce de Diptères connue comme ravageur d'agrumes est celle appelée Ceratitis capitata ou la mouche méditerranéenne des fruits. C'est une Tryptidae, qui cause des dégâts considérables sur les agrumes et spécialement les orangers.

121-Caractères morphologiques:

La mouche des fruits ressemble à la mouche domestique *Musca domestica* mais elle est un peu plus petite. L'adulte est de couleur jaunâtre et noirâtre, il mesure 4,5 à 5 mm de longueur. La femelle se différencie du mâle par un effilement de l'abdomen appelé tarière, lui permettant ainsi d'inoculer les œufs à l'intérieur des oranges. La larve est de couleur blanchâtre, de forme effilée avec un aspect lisse. La nymphe aplatie latéralement est de couleur brune foncée. Les œufs ont une couleur blanche et mesurent 1 mm de longueur (**Hammed et Abdessalem, 1985**).

122- Caractères biologiques :

Ceratitis capitata a comme régime alimentaire la pulpe des fruits. Elle a un nombre de génération qui varie selon les conditions climatiques (cinq générations par exemple à Alger). La mouche peut se développer en 20 jours si la température est de 26 °C et une humidité de 70 %. A signaler que les mouches vieilles de 06 mois sont complètement stériles.

Une dizaine de jours après la nymphose, les femelles sont fécondées. Elles commencent à pondre leurs œufs à la mi-mai pour la première génération.

La tarière s'enfonce dans les régions de la peau les plus sensibles pour creuser des galeries où les œufs seront pondus. A cet effet, une femelle peut déposer entre 300 et 400 oeufs durant sa vie. Les œufs pondus éclosent après 2 à 5 jours d'incubation selon les conditions climatiques pour donner enfin des larves qui continuent à traverser des fruits pour se nourrir des pulpes. Après leur développement, les larves émergent à la surface et se recourbent en arc ou en cercle pour gagner le sol où elles vont effectuer la nymphose. C'est au cours du mois de juillet qu'aura lieu la mue imaginaire de la deuxième génération, par contre ceux de la troisième, quatrième et cinquième génération auront lieu respectivement aux mois d'août, de septembre et d'octobre; c'est cette dernière qui provoque les dégâts les plus importants. (HAMMAD et EL MANSRAWI, 1986; BALASHOWSKY, 1935).

123- Nature des dégâts :

L'attaque de la mouche se manifeste par une tache décolorée qui va s'agrandir avec le développement des larves et finit par devenir brune et molle. La pulpe pourrit et se décompose. Ce ci est dûe aux larves qui se nourrissent de cette Pulpe en la souillant par leurs excréments. Le pourrissement des oranges favorise l'installation de la moisissure bleue causée par *Penicillium italicum*. A noter que les oranges attaquées tombent généralement par terre (ANONYME, 1984; VINCENOT et QUILICI, 1993).

13- Les Homoptères :

Les Homoptères appartiennent au Super ordre des Hémiptéroïdes. Les principaux groupes inventoriés sont les cochenilles, les pucerons et les aleurodes.

131- Les cochenilles :

Les cochenilles appelés aussi pou des plantes sont des Homoptères, Coccidae qui attaquent tous les organes de l'arbre. Ils vivent comme des parasites sur les citronniers, les orangers entraînant par conséquent leur affaiblissement et même leur mort. La famille des Coccidae est caractérisée par un dimorphisme sexuel. Les mâles mesurent de 2 à 6 mm de longueur, possèdent une seule paire d'ailes, par contre les femelles sont aptères, souvent apodes et fixées aux plantes. L'appareil buccal est atrophié, ils ne peuvent donc s'alimenter et meurent directement après l'accouplement. Toutes les cochenilles ont la propriété de sécréter une matière cireuse et un miellat qui favorise le développement de la fumagine et l'installation des fourmies. Ils exercent une double action, mécanique et chimique à cause de la salive toxique qui provoque un jaunissement des feuilles (BEAUMONT, 1996).

Parmi les cochenilles déprédatrices des agrumes nous pouvons citer le pou rouge, le pou noir, la cochenille noire, la cochenille virgule et la cochenille blanche. (VINCENOT et QUILICI, 1993).

1331- *Chrysomphalus dictiospermi* :

Chrysomphalus dictiospermi s'appelle aussi le pou rouge. C'est un Coccidae qui s'attaque généralement aux feuilles des fruits.

133111- Caractères morphologiques :

Le pou rouge est caractérisé par la présence d'un follicule de forme ovale de couleur variant du brun rouge au rouge brique et ayant un diamètre de 1 à 8 mm. Chez les larves, la dépouille du follicule est centrale mais pointue. Ils sont mobiles au début, puis se fixe par la suite (BALASHOWSKY, 1935).

13112- Caractères biologiques :

En Algérie, le pou rouge peut supporter des températures dépassant les 42c°, par contre le froid peut ralentir sensiblement la reproduction des insectes.

C'est une espèce très exigeante en matières d'humidité.

Chrysomphalus dictiospermi est plurivoltine. Après la diapause, les larves sortent au Printemps pour donner naissance à des adultes dont les femelles déposent immédiatement leurs œufs dans le sol. L'éclosion de ces derniers s'effectue généralement en avril pour engendrer des larves mobiles qui en 24 heures se fixent sur les feuilles. Ces dernières se transforment par la suite en adultes. A signaler que les femelles de la dernière génération effectuent leur diapause à l'état larvaire jusqu'au Printemps. (EL MANSRAWI et HAMMED,1986 ;BALASHOWSKY.1935).

13113- Nature des dégâts :

Les feuilles attaquées jaunissent (surtout autour du point de fixation des cochenilles) et finissent par tomber par terre. Elles se développent mal, restent petites et perdent à la fin leur jus (ANONYME,1984).

1321-Parlatoria ziziphi Lucas; :

Cette cochenille appelée aussi le pou noir appartient également à la Famille des Diaspine. Elle affecte les feuilles et les fruits des citrus et surtout ceux d'orangés.

13121- Caractères morphologiques :

La femelle possède un bouclier de forme rectangulaire et de couleur noirâtre. La dépouille larvaire dont le bouclier mesure 1,5 mm de longueur est rejetée en avant. sous le bouclier, la femelle se présente sous forme globuleuse avec une

couleur violette . Le follicule du mâle est de forme irrégulière il a une couleur blanchâtre avec une dépouille larvaire noire rejetée en avant (BALASHOWSKY.1935) .

13122- Caractères biologiques :

Le pou noir se nourrit au dépend de la sève des feuilles . il est très répandu dans le bassin méditerranéen. Il effectue au moins deux générations par an. La femelle dépose une vingtaine d'œufs disposés dans le repli du voile ventrale le long du bouclier . les œufs pondus en automne passent tout l'Hiver sans éclore jusqu'au Printemps. Au cours de cette saison , les œufs éclosent pour donner des larves qui à leur tour se transforment en adultes .(ANONYME,2001).

13123- Nature des dégâts :

Bien que n'ayant qu'un impact faible sur la valeur commerciale des oranges, en cas de forte pullulation, les feuilles se recouvrent d'une couche noire , jaunissent et finissent par tomber par terre . Les fruits perdent leurs jus , l'arbre s'affaiblit et la production en fruits diminue . (VINCENOT . et QUILICI . 1993)

1313 *Saissetia olea* :

Saissetia olea est une Diaspine qui s'attaque surtout aux feuilles d'orangers .

13131- Caractères morphologiques :

la femelle a une forme globuleuse hémisphérique plus ou moins longue ayant une couleur brune foncée qui se rapproche du noir. L'œuf mesure 0,3 mm de diamètre, il a une forme elliptique et une couleur brune foncée. Les L1 possèdent une forme aplatie avec une couleur brune . les L2 ont une couleur brune claire avec un centre du corps très foncé. (ANONYME. 2001).

13132- Caractères biologiques :

Les larves ne supportent pas les températures très élevées et les climats secs. Dans ce cas là, le taux de mortalité peut atteindre 95% .

La reproduction est de type parthénogénétique si bien que l'existence des mâles est très rare. La cochenille noire est généralement monovoltine. La ponte des œufs a lieu au Printemps . La femelle peut déposer entre 200 et 300 œufs. L'éclosion de ces derniers se manifeste à partir de juin et se poursuit jusqu'à septembre . Les larves sont localisées sur les nervures des feuilles . En Hiver, les L1 se transforment en L2 , ces derniers abandonnent les feuilles au début du Printemps pour donner des femelles adultes qui acquièrent une forme bombée avec une couleur brune claire au début et brune foncée à la fin de leur maturation

(HAMMAD et EL MANSRAWI,1986).

13133-Nature des dégâts :

Les larves de type opophage, se nourrissent à partir de la sève des feuilles. Les adultes se localisent sur les rameaux, ce qui favorise le développement de la fumagine autour des exsudats, provoquant ainsi l'affaiblissement de l'arbre et la chute des feuilles .

1314 -*Lépidosaphes beckii*:

Cette espèce appelée aussi cochenille virgule est également une Diaspine qui s'attaque aux feuilles , fruits et rameaux.

13141- Caractères morphologiques :

La femelle mesure environ 1,6 mm de longueur , sa coquille ressemble à une virgule d'où son nom. Le follicule est de couleur brune, celui du mâle est court ,trapu et élargi postérieurement. (SOULEIMAN et HELLAL,2000;

BALASHOWSKY,1935).

13142- Caractères biologiques :

Ces insectes sont très redoutés pour les orangers , surtout dans les régions fortement humides. La cochenille virgule est plurivoltine, on peut la trouver pendant toutes les saisons et à tous les stades . Après l'accouplement, la femelle pond de 40 à 80 œufs de couleur blanchâtre et de forme ovale . L'éclosion de ces œufs a lieu après un certain temps pour donner naissance à des larves (les œufs peuvent rester longtemps en diapause) qui se transforment elles mêmes en adultes

(SOULEIMAN et HELLAL,2000)

13143- Nature des dégâts :

Ce ravageur colonise les rameaux , les fruits et les feuilles . Les arbres attaqués peuvent perdre complètement leur feuillage. Autour du point de fixation , la cuticule jaunit et la feuille perd sa coloration. Les fruits peuvent être complètement recouvertes de follicules d'où l'apparition d'une couche à leur surface.

(BALASHOWSKY , 1935)

1315- *Pseudococcus citri* :

Selon BALASHOWSKY (1935) , *Pseudococcus citri* ou cochenille blanche est une Coccidae, Pseudococcine. Elle se différencie des autre par son tégument qui est mou et recouvert d'une matière cireuse d'aspect blanchâtre et farineux.

13151 Caractères morphologiques :

La cochenille blanche mesure entre 3 et 6 mm de longueur. Elle est recouverte d'une sécrétion cireuse blanchâtre sous forme de poussière. Les œufs sont jaunes, lisses , brillantes et de forme elliptique. Ils mesurent 0,3 mm de large.

Les larves sont très mobiles et excrètent un miellat qui favorise l'installation de la fumagine et l'installation des fourmies.

13152- Caractères biologiques :

Pseudococcus citri vit en colonies sur les rameaux, sous les feuilles et dans les insertions des fruits. Leur développement est fonction des conditions climatiques. Soumis à une température de 28 °C avec une humidité relative de 25%, leur cycle de vie s'effectue en 30 jours, par contre elles ne supportent pas une atmosphère sèche, et meurent rapidement. (BALASHOWSKY, 1935).

Si les conditions sont favorables, la cochenille blanche effectue 4 générations durant le Printemps. La femelle dépose ses œufs dans des masses ovigères contenant chacune d'elles 100 à 150 œufs. La période de ponte s'étale du Printemps jusqu'à l'Hiver. Si les conditions sont idéales, les larves qui sont très mobiles se développent rapidement. À partir de décembre, cet insecte se fixe sur les tiges, la diapause s'effectue à tous les stades. (SOULAIMAN et HELLAL, 2000).

13153-Nature des dégâts :

Le miellat déposé sur les feuilles et les fruits par les larves favorise le développement de la fumagine, et provoque la détérioration des fruits qui se développent mal et tombent par terre.

132- Les Pucerons :

Les pucerons, appelés aussi aphides sont de petits insectes de 0,5 à 0,6 mm de longueur, opophage et causent des dégâts aussi importants que les cochenilles. Les pucerons sont de couleur variables (jaune, vert, rouge, grise, ...), de forme globuleuse, aplatie, ovale ou sphérique. Ils sécrètent souvent une matière

cireuse qui couvre entièrement leur corps. Ils peuvent être ailés ou aptères. Ces aphides sécrètent souvent un miéllat qui attire beaucoup les fourmis et favorise l'installation de la fumagine. Les pucerons effectuent 5 à 10 générations par an. A l'Automne, la femelle dépose des œufs qui n'éclorent que pendant le Printemps suivant, donnant ainsi naissance à des virginies qui peuvent eux même engendrer d'autres virginies. A la fin du Printemps, il apparaît dans les colonies des ailés, des individus qui engendrent des mâles et des femelles qui deviennent par la suite des sexupares. Les pucerons se nourrissent à partir de la sève des feuilles et des tiges, ce qui provoque le dépérissement de ces dernières. (ANONYME, 1984 ;

HAMMAD et EL MANSRAWI, 1986)

Les pucerons appartiennent à l'Ordre des Homoptères, et à la Famille des Aphidae. Les principales espèces rencontrées sont le puceron vert du pêcher, le puceron du cotonnier et le puceron noir.

1321- *Myzus persicae* :

Myzus persicae appelé également le puceron vert du pêcher est un ravageur potentiel pour le pêcher mais également pour les agrumes.

13211- Caractères morphologiques :

L'adulte aptère mesure de 1,4 à 2,5 mm de longueur, avec un corps ovale, allongé et une couleur verte. Il possède des antennes qui peuvent atteindre la moitié du corps. Pour les ailés, ils ont un abdomen vert, la tête et le thorax sont de couleur noire. Ils possèdent deux paires d'ailes identiques longues et transparentes.

(HAMMED et ABD ESSALEM, 1985 ; BALASHOWSKY, 1935).

13212- Caractères biologiques :

Myzus persicae est un puceron polyxène. L'hôte primaire est le pêcher tandis que l'hôte secondaire et tertiaires sont des espèces différentes de citrus. Il se nourrit à partir de la sève des feuilles et des fruits. Le Printemps est la saison préférable pour son développement. La biologie de *Myzus persicae* a une relation très étroite avec les conditions climatiques surtout la température. Le taux de fécondité chute rapidement lorsque celle-ci est supérieure 30°C.

(ANONYME, 2001).

Au mois de mars ou ~~A~~ avril, l'œuf pondu en Automne et ayant passé l'Hiver sans éclosion donne naissance à une femelle fondatrice qui se localise à la base des boutons de l'hôte primaire. Cette fondatrice atteint son développement maximale à la fin du mois d'avril. De nombreux individus migrent par la suite vers l'hôte secondaire pour donner des virgines. Les sexupares retournent vers l'hôte primaire et déposent leurs œufs au mois d'octobre. Ils hivernent à l'état embryonnaire jusqu'à la belle saison. (EL MANCHAWI et HAMMED, 1986)

HAMMED et ABD ESSALEM.1985).

13213- Nature des dégâts :

Le puceron vert du pêcher a une double action, mécanique et chimique. L'action mécanique consiste en un enroulement des feuilles qui s'épaississent, se décolorent et chutent en plus d'une atrophie des fruits et un dessèchement des rameaux. L'action chimique consiste à transmettre à travers la salive toxique des éventuels agents pathogènes comme les virus et les bactéries. (ANONYME, 2001).

1322-Aphis gossypii

Ce puceron est appelé également puceron du cotonnier . Il provoque des dégâts sur les agrumes mais surtout sur le cotonnier.

13221-Caractères morphologiques :

L'adulte virginipare ailé mesure environ 2mm de longueur . Son abdomen est de couleur variable , la tête et le thorax sont noirs . L'aptère est de couleur jaune-verdâtre, quelque fois noirâtre. La larve a une couleur variable du jaune au vert. (ANONYME,2001).

13222-Caractères biologiques :

Cet aphide est une espèce polyphage, il attaque le cotonnier , les agrumes et d'autres plantes . Il est très résistant à la chaleur . Il s'agit d'une espèce pluri-voltine.En avril , il apparaît sur les plantes des individus ailés ou aptères qui sont tous ovo-vivipares. En Eté , il apparaît d'autres individus ailés ou aptères , mais de taille plus petite . Leur nombre diminue à partir de la mi-juillet jusqu'à à la mi-août d'où leur nombre élevé en septembre et octobre . L'hivernation a lieu à la fin octobre jusqu'au mois d'avril et le cycle recommence (AWAD ELLAH et ESSMAIL,1993).

13223-Nature des dégâts :

Comme les autres pucerons, *Aphis gossypii* suce la sève des feuilles et secrète le miellat provoquant ainsi le développement de la fumagine.

1323- Toxoptera aurantii :

Toxoptera aurantii ou le puceron noir attaque surtout les citronniers.



13231- Caractères morphologiques :

Selon BALASHOWSKY (1935), le puceron noir des agrumes mesure 2 mm de longueur. Il est de couleur marron ou vert noirâtre.

13232-Caractères biologiques :

Toxoptera aurantii est très sensible à la chaleur si bien qu'il ne peut se développer à une température supérieure à 30 c°. Son cycle de vie dure environ 6 jours à une température de 20c° et 20 jours à une température de 15c°.

La reproduction est de type parthénogénétique, les mâles sont par conséquent très rare. Les femelles déposent entre 50 et 60 œufs, elles peuvent vivre environ trois semaines ou un mois. (SOULAIMAN et BELLAL,2000).

13233- Nature des dégâts :

Le puceron noir attaque généralement les jeunes pousses de Printemps, mais il peut attaquer les fruits, les feuilles et même les rameaux provoquant ainsi la chute des fruits et des fleurs.

133- Les Aleurodes :

Les aleurodes appartiennent à l'Ordre des Homoptères et à la Famille des Aleurodidae. Ils sont appelés communément les mouches blanches. Les aleurodes sont très fréquent au niveau des vergers notamment l'aleurode des serres et l'aleurode floconneuse.

1331- *Aleurothrixus floccosus* :

Aleurothrixus floccosus ou l'aleurode floconneuse est strictement inféodé aux agrumes particulièrement les mandariniers.

13311- Caractères morphologiques :

L'adulte mesure 1,5 mm de longueur et ressemble à une petite mouche. Les ailes sont étroites et recouvertes d'une fine couche de poudre blanchâtre, ou jaunâtre. La tête et le thorax sont de couleur brune foncée, aussi bien chez les mâles que chez les femelles ; cependant, les mâles sont plus petits que les femelles. Les œufs sont de couleur blanchâtre au début puis virent au rouge à la fin d'incubation. Ils sont pédonculés et ovalaires. Les larves sont fixées, plates et ovales. Elles sont protégées par un ensemble de filaments cireux donnant un aspect de flocon de neige d'où le nom d'aleurode floconneuse. (ANONYME, 2001).

13312- Caractères biologiques :

Les adultes et les larves se nourrissent de la sève des feuilles, le miellat produit sous forme de gouttelettes reste adhérent à l'insecte. Ce dernier préfère les temps chauds car le froid provoque un ralentissement de sa croissance.

Aleurothrixus floccosus effectue 4 à 5 générations par an. Les œufs pondus en novembre passent l'hiver sans éclosion, pour donner naissance à des larves en février et mars, ce qui explique l'apparition de la première génération au cours de cette période. La deuxième génération est annoncée au début août alors que la troisième et la quatrième génération apparaissent respectivement en automne. Selon les conditions climatiques, on peut avoir une génération supplémentaire en octobre. (ANONYME, 2001).

13313- Nature des dégâts :

Les dégâts occasionnés sont dûe essentiellement aux larves qui sucent la sève . Le miellat et les filaments sécrétés forment une couche épaisse sur la partie inférieure de la feuille ce qui va influencer considérablement sur le déroulement de la photosynthèse. (ANONYME_E, 1984).

1332-Dialeurodes citri :

Appelée aussi aleurode des serre , *Dialeurodes citri* est une espèce polyphage particulièrement sur les agrumes.

13321- Caractères morphologiques :

L'adulte mesure 1,4 mm de longueur . Il est de couleur jaune claire et recouvert d'une cire blanchâtre. Les œufs mesurant 0,2 à 0,4 mm de diamètre et sont pédonculés , ovales et de couleur jaunâtre. La larve vert jaunâtre est de forme plate. Au quatrième stade , elle atteint 1,5 mm. (ANONYME_E, 2001).

13322- Caractères biologiques :

Dialeurodes citri préfère beaucoup les temps chauds. elle effectue 2 à 4 générations par an . En conditions optimales, une génération peut être achevée en 7 à 8 semaines. Par contre si les conditions ne sont pas satisfaisantes, elle peut aller jusqu'à 7 mois. Les œufs sont pondus la plus part du temps à la face inférieure des jeunes feuilles, pour donner naissance à des larves qui y vivent aussi . Les premiers adultes apparaissent en avril et mai , la seconde et troisième génération peuvent s'observer respectivement au cours du mois d'août et à la fin d'Automne.

(ANONYME_E, 2001).

13323- Nature des dégâts :

Comme les autres Homoptères, les dégâts sont causés par la production du miellat sur les feuilles , et le développement de la fumagine surtout sur les fruits..

14- Les acariens :

Les acariens appartiennent à l'Embranchement des Arthropodes , au Sous embranchement des Chélicérates et à la Classe des Arachnides. Ils sont des ravageurs potentiels des agrumes sur **lesquelles** ils causent des dégâts considérables , surtout sur les fleurs qui vont produire ultérieurement de mauvais fruits. Les acariens sont des organismes presque microscopiques , leur corps globuleux est divisé en 02 parties : le prosome et l'opisthosome. Ils sont ovipares, la reproduction est biparentale (ANONYME.2001) . Parmi ces Arachnides , l'acarien des bourgeons appelé aussi *Aceria sheldoni* est le plus fréquent sur les agrumes .Celui ci appartient à la Famille des Eriophidae.

141- Caractères morphologiques :

L'adulte est vermiforme ayant une couleur jaunâtre ou légèrement rosâtre. Il atteint 0,16 mm de diamètre. Il est caractérisé par une cuticule striée sur la partie postérieure. Les œufs sont de forme subsphérique. Ils mesurent 0,05 mm environ de diamètre. (HAMMADE et EL MANSRAWI, 1986).

142- Caractères biologiques :

Aceria sheldoni est spécifique aux agrumes. Il vit sur les bourgeons entre les écailles, son cycle de développement est influencé par la température .La durée d'une génération est d'une dizaine de jours en Eté et de trois semaines en

Hiver. (HAMMAD et ABD ESSALEM , 1985 ; ANONYME , 2001). Il existe deux stades larvaires actives protonymphe et deutéronymphe ainsi que deux stades larvaires inactifs nymphochrysalide et immagochrysalide (ANONYME , 2001).

143- Nature des dégâts :

Les organes attaqués jaunissent ou prennent un aspect bronzé. En cas de forte pullulation , on observe une défoliation partielle des organes attaqués surtout les fruits.

15- Les ravageurs secondaires des agrumes :

Les dégâts causés par les ravageurs secondaires n'ont pas une grande importance économique par rapport aux autres déprédateurs déjà cités . Néanmoins, il est nécessaire d'en parler , parmi ces ravageurs nous pouvons citer les nématodes, les mollusques et les oiseaux.

151- les nématodes :

Les nématodes appartiennent à l'Embranchement des Némathelminthes. Ils sont presque tous parasites. Ils vivent sur l'homme, les animaux, mais aussi sur les plantes entre autres les agrumes . La plupart des nématodes phytophages appartiennent à deux Ordres principaux à savoir les Deurylaimidae et les Tylenchidae. Il existe deux catégories de nématodes phytophages , ceux qui s'attaquent à la Partie aérienne de la plante en provoquant des galles comme le genre Dytlenchus et ceux qui colonisent le système racinaire en causant des nodosités comme Tylenchus et Paratylenchus engendrant ainsi un affaiblissement et une décoloration des jeunes arbres dûes à l'aspiration de la sève. En outre, les nématodes peuvent véhiculer des agents pathogènes comme les virus et les bactéries entraînent par fois la mort de l'arbre. (HAMMED et ABD ESSALEM , 1985; ELBAROUNI et HADJAZI , 1994).



152- Les Mollusques : limaces et escargots :

Les mollusques sont des gastéropodes terrestres ou aquatiques possédant un seul pied appelé Patte ventrale qui leur permet de ramper. La bouche est munie d'une radula qui assure le broyage des aliments, à la différence des escargots qui sont dépourvus de coquille. Les mollusques sont nuisibles pour les plantes cultivées comme les agrumes car ils attaquent généralement les feuilles de ces plantes. (HAMMAD et ABD ESSALEM, 1985).

153- Les oiseaux :

selon HAMMAD et ABD ESSALEM (1985), les oiseaux peuvent attaquer les fruits des agrumes pour s'alimenter provoquant ainsi l'augmentation du taux d'acidité, le dessèchement et enfin la chute de ces fruits ; et parfois la détérioration de leur valeur commerciale. Les oiseaux attaquent aussi les arbres au moment de la floraison portant ainsi préjudice à la production.

CHAPITRE II : LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS DES

AGRUMES :

La lutte contre les ravageurs est un ensemble de moyen employés pour protéger au maximum les cultures . En Algérie les principaux moyens utilisés sont la lutte chimique , les façons culturales , la stérilisation des mâles, les phéromones sexuelles et la lutte biologique.

21-La lutte chimique :

La lutte chimique est l'usage de produits chimiques afin de tuer ou d'arrêter la croissance des insectes et aussi d'autres ravageurs nuisibles aux cultures.

(HAMMAD et ABDESSALAM , 1985)

211-Classification des pesticides :

Selon leur mode d'action les pesticides sont classés en trois catégories essentielles à savoir les pesticides agissants par ingestion, par contact et par inhalation.

2111- Pesticides agissants par ingestion :

D'après HAMMAD et ABD ESSALAM (1985) , ces produits sont efficaces surtout contre les insectes ayant un appareil buccal de type broyeur. Une fois ingéré ils provoquent la mort des déprédateurs.

2112- pesticides agissants par contact :

Ils sont efficaces contre les insectes opophages possédant un appareil buccal de type piqueur suceur, comme les cochenilles et les pucerons .(HAMMAD et ABD ESSALAM , 1985) . Ces produits provoquent la mort de l'insecte lorsqu'ils pénètrent la paroi du corps. Aussi, ils peuvent bloquer les branches pulmonaires ou influencer les organes sensorielles .

2113- pesticides agissants par inhalation :

Ce genre de pesticide est utilisé surtout pour protéger les denrées stockées. Ils sont exploités sous forme de gaz d'où leur capacité à traverser les petites distances entre les fruits stockés, et donc leur pénétration dans le corps de l'insecte à travers les orifices respiratoires. (HAMMAD et ABD ESSALAM, 1985).

212-Quelques exemples de pesticides utilisés dans la lutte contre les déprédateurs des agrumes en Algérie :

En Algérie, les pesticides sont utilisés pour la lutte contre les cochenilles, la cécidie, les pucerons, les aleurodes, les acariens et la mineuse.

2121- Lutte contre la cécidie :

Deux méthodes sont appliquées pour lutter contre la cécidie : la voie aérienne et la voie terrestre. (ANONYME, 1984). La voie terrestre est la plus utilisée dans les wilayas de Jijel et de Bejaia. Elle consiste à traiter les variétés précoces d'oranges comme la *Tomson navel* et la *Washington navel*, avec des pulvérisateurs à dos ou mécanique. La voie aérienne est réservée pour le traitement des variétés tardives d'oranges, ainsi que les mandariniers et les clémentiniers. Les principaux insecticides employés pour le traitement contre Ceratitis capitata sont regroupés dans le tableau n°1 suivant :

Tableau n°1 : Principaux insecticides utilisés en Algérie pour le traitement des agrumes contre la cécidie .

Matière active	Dose (l/ha)	Concentration (%)
Chlorpyrifos	0,6	50
Phosphamide	0,6	100
Formothion	1,0	30
Malathion	1,0	50

D'après (ANONYME ,1984)
B

En cas d'utilisation de vireux stockes , il faut impérativement augmenter de dose .

2122- Lutte contre les cochenilles :

Les pesticides les plus couramment utilisés dans la lutte chimique contre les cochenilles sont mentionnés dans le tableau n°2 suivant :

Tableau n°2 : Pesticides employés en Algérie pour le traitement des agrumes contre les cochenilles

Matière active	Dose (ml/hl d'eau)	Concentration (%)
Chlorpyrifos	150	48
Méthidathion	150	40
Ométhoate	140	59
Penthoate	120	56

D'après (ANONYME ,1984)
C

A noter que les produits cités précédemment doivent être pulvérisés de façon très abondante.

2123- Lutte contre les acariens :

Les produits chimiques employés en Algérie contre les acariens, appelé acaricides sont résumés dans le tableau n°3 suivant :

Tableau n° 3 : Acaricides employés pour le traitement des agrumes en

Algérie

Matière active	Dose (ml/hl d'eau)	Concentration (%)
Benzoximate	200	20
Dicofel	100	48
Diméthoate	75	40
Ométhoate	100	58
Propargyte	100	57
Vamidotion	125	40
Binoparcyl	100	50

D'après (ANONYME,1984)

2124- Lutte contre les pucerons :

Au début de l'attaque, on traite seulement le foyer infesté, mais si l'attaque est généralisée, il faut alors traiter toute la culture. Les produits chimiques employés pour lutter contre le puceron sont regroupés dans le tableau n°4 suivant :

Tableaux n°4 : Principaux produits exploités dans la lutte contre les

Pucerons .

Matière active	Dose (ml ou g / hl d'eau)	Concentration (%)
Bromophos	100	40
Chlopyriphos	125	48
Dichlorvos	200	50
Fenthrothion	100	50
Pyrimicarbe	75 g	50

D'après (ANONYME, 1984)

Le bromophos et le chlorpyriphos, sont utilisés 7 jours avant la récolte, le dichlorvos 5 jours et le pyrimicarbes 14 jours.

2125- Lutte contre les aleurodes :

Les produits chimiques utilisés pour traiter les agrumes contre les aleurodes sont mentionnés dans le tableau n°5 suivant :

Tableaux n°5 : Principaux insecticides utilisés pour le traitement des agrumes contre les aleurodes en Algérie

Matière active	Dose(ml / hl d'eau)	Concentration
Methidathion	150	40
Ométhoate	140	58
Chloropyriphos	150	48
Delthaméthrine	50	50
Cyperméthine	100	5
Mévinphos	500	10
Vamidathion	125	40

D'après (ANONYME, 1984)

)

2126- Lutte contre la mineuse :

Selon **BOUZOUANE et al (1994)**, la lutte chimique est indispensable pour protéger les pousses du Printemps et Automne. Elle doit viser les larves avant la dernière mue. Trois traitements sont nécessaires : le premier au Printemps, le second en Eté et le troisième en Automne. Les pulvérisations doivent être appliquées dès l'ouverture des bourgeons et avant que les feuilles tendres ne dépassent les 3 cm de longueur. Si la mineuse est au stade chrysalide, il faut attendre alors la prochaine poussée de sève. Les principaux insecticides employés contre la mineuse sont inscrits dans le tableau n°6 suivant :

Tableau n°6 : Principaux insecticides employés pour le traitement des agrumes contre la mineuse en Algérie .

Matière active	Dose (ml ou g /hl d'eau)	Concentration
Ométhoate	100 ml	50%
Thrichlorfon	400 g	80%
Diméthoate	75 ml	40%
Formothion	100 ml	33%

D'après (**BOUZOUAN et al ,1994**).

En fin, il faut noter que depuis la seconde guerre mondiale, les pesticides ont été considérés comme le moyen le plus efficace pour contrôler les organismes nuisibles pour l'agriculture. Cependant, plusieurs inconvénients ont été remarqués à savoir la pollution de l'environnement et la présence de résidus toxiques dans les récoltes ce qui constitue un danger pour la santé humaine (**VINCENT, 1992**). Pour cela d'autres méthodes de luttés basées sur les concepts écologiques ont été proposés pour remédier à la lutte chimique, parmi ces méthodes nous pouvons citer entre

autre les façons culturales, les phéromones sexuelles, la stérilisation des mâles, mais surtout la lutte biologique.

22- Les Façons culturales :

Cette méthode consiste à effectuer un changement dans l'environnement cultural de la plante afin d'améliorer sa production et de rendre le milieu défavorable pour le développement des déprédateurs. Parmi les méthodes employées, nous pouvons citer entre autre :

-Destruction et incinération des rameaux attaqués, puis la peinture à la chaux des plaies qui en résultent.

- Incinération des feuilles et fruits tombant par terre.

- Arrachage des mauvaises herbes pour interrompre le cycle de développement des ravageurs ayant besoin d'un hôte secondaire.

- Laisser une distance suffisante entre les arbres lors de leur plantation afin d'assurer une bonne aération.

-La méthode suivante est appliquée surtout pour lutter contre la mineuse.

Selon **MEZIH (2001)** et **HEPP NER (1995)**, l'utilisation des fertilisants en fin d'Hiver a pour but d'avoir une poussée de sève massive au Printemps. Cette poussée échappe surtout aux attaques de la mineuse. Des recherches faites en Espagne (**MEZIH,2001**), ont montré qu'il serait possible de régler les émissions des pousses d'Été par le biais de l'irrigation. Des arbres ayant subi une diminution dans l'irrigation de 20 à 30 jours en juillet n'émettent plus de pousses à cette période. Cependant un rattrapage a eu lieu durant la seconde moitié du mois d'août par le biais d'une irrigation normale. Nous pouvons ainsi empêcher les attaques de la mineuse contre les jeunes pousses d'agrumes.

23- Les phéromones sexuelles :

Au moment de l'accouplement, les femelles sécrètent des substances chimiques en quantités très faible (de l'ordre du nanogramme) pour attirer les mâles (VINCENOT et QUILICI , 1993). Ces substances sont actuellement synthétisées industriellement pour piéger les mâles . Elles sont placées dans des pièges en carton ou en verre, de façon que les mâles y pénètrent et ne sortent jamais . Selon HAWLITZKY et ZAGATTI (1987) ; les phéromones sexuelles ont trois rôles Principales , d'abord ,ils nous renseignent sur l'absence ou la présence du ravageur , ce qui va nous permettre d'éviter les traitement chimiques inutiles , aussi ils précisent la date d'apparition des premiers adultes et donc les premiers œufs et larve , ce qui est important pour s'en débarrasser avant qu'elles ne causent de dégâts et en fin d'empêcher les accouplements avec les femelles et donc de réduire le nombre de générations.

24-La stérilisation des mâles :

Le but de cette stérilisation est d'éviter la fécondation des œufs et par conséquent leur éclosions et ce par le biais d'accouplement entre des mâles stériles et des femelles fertiles . Cette méthode consiste à utiliser les rayons X , surtout contre *Ceratitis capitata* . Une fois stérilisés les mâles seront lâchés dans la nature. Après l'accouplement, les femelles vont pondre des œufs non fécondés qui ne peuvent donc plus donner d'individus. Ceci nous permet d'avoir un nombre limité d'individus. (HAMMAD et ABD ESSALEM , 1985).

25- La lutte biologique :

La lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants appelé également auxiliaires ou ennemis naturels ou encore des produits dérivés d'organismes vivants et ce pour diminuer l'activité des organismes nuisibles et limiter leur propagation (VINCENT, 1992 ; HAWLETTZKY et ZAGATTI, 1987) . Actuellement c'est la méthode la plus utilisée après la méthode chimique et les façons culturales. Il existe deux catégories de lutte biologique : l'emploi de pesticides élaborés à base de micro-organismes et l'emploi direct d'organismes entomopathogènes . L'utilisation des pesticides à base de micro-organismes a les memes principes de base que la lutte chimique sauf que la matière active du pesticide est d'origine biologique . Cette méthode sera développée ultérieurement dans un chapitre à part. Pour l'utilisation d'organismes entomopathogènes , Chaque ^{مستفيد} prédateur possède un grand nombre d'^{مضاد} antagonistes qui peuvent être des virus , des bactéries , des champignons, des nématodes , des acariens et le plus souvent des insectes.(VINCENT, 1992 : EL BAROUNI et HADJAZI, 1994).

② Il existe différentes ^{تراكيب} combinaisons en lutte biologique , les plus communes sont les virus contre insecte , les bactérie contre insecte , les champignons contre insecte , les nématodes contre insectes et les insectes contre insecte.

251-Virus contre insecte :

Les expériences ont montré depuis l'année 1808(ELBAROUNI et HADJAZI,1994) que les insectes sont sensibles à des éléments qui peuvent passer à travers les filtres des bactéries . Ces éléments sont appelé virus . Les virus sont des organismes pathogènes de forme géométrique contenant un acide nucléique (ADN ou ARN) et qui ne peuvent se multiplier qu'en colonisant l'acide nucléique d'un

autre organisme vivant , dont les insecte . La contamination de ces derniers se manifeste par l'ingestion des virus qui incluent leur acide nucléique dans les cellules des insectes et détournent ainsi à leur profit les différents métabolismes cellulaire , provoquant ainsi la mort de l'insecte . Les virus actuellement commercialisé sont surtout les baculovirus . Il s'agit de virus à ADN double brin enveloppé . Certains sont inclus dans un corps polyédrique comme c'est le cas des polyédroses . Ils attaquent généralement les insectes de l'Ordre des Lépidoptères et des Hyménoptères . Ces virus sont utilisés soit comme des pesticides par pulvérisation, soit mélangés avec des phéromones sexuelles ou enfin par des lâchés d'adultes contaminés , ceux ci vont se reproduire avec des individus non contaminés et engendrent par conséquent des descendants virosés. Cependant l'utilisation des virus est très limité , leur efficacité contre les ravageurs n'est pas encore déterminée. (VINCENT, 1992 ; ELBAROUNI et HADJAZI, 1994).

252 Bactérie contre insecte :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires mesurants entre 0,2 et 5 μm . (ELBAROUNI et HADJAZI , 1994). Certaines d'entre elles sont des entomopathogènes potentiels , notamment les bacilles sporulés ; la spore étant une forme de résistance qui assure la dispersion et donc l'infection des organismes. *Bacillus thuringiensis* est l'agent pathogène le plus utilisé comme biopesticide. Il secrète une endotoxine lors de la sporulation sous forme d'un cristal en provoquant une paralysie stomacale de l'insecte, entraînant par conséquent une septicémie. Le bacille de thuringe est efficace surtout contre les Lépidoptères mais aussi contre les Diptères et les Coléoptères . La contamination se fait par l'ingestion des spores .

253-Champignon contre insecte :

Selon ELBAROUNI et HADJAZI (1994), les champignons sont des organismes ayants en majorité un mode de vie parasitique, capables de se disséminer dans la nature par la production de spores sexués ou asexué. Ils ont un spectre de contamination très large à savoir les lépidoptères, les Hyménoptères, les Diptères mais surtout les Homoptères. C'est ainsi que *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisoplae* et *Verticilium lecanii* entre autres peuvent affecter presque l'ensemble des insectes, surtout ceux qui sont fixés comme les cochenilles. Le début de l'infection se manifeste par l'adhésion de la spore à la cuticule, la germination de celle-ci s'ensuit **immédiatement** après, donnant naissance à des hyphes qui pénètrent à l'intérieur de l'insecte. Ces hyphes se segmentent pour donner des blastospores qui vont se disséminer dans l'hémolymphe conduisant à la mort de l'insecte. La formation de spores sexuées et asexuées assure la contamination d'autres insectes.

254- Nématode contre insecte :

D'après VINCENT (1992), on connaît plus de 3000 associations insecte-nématode. Les invertébrés sont presque tous des parasites, entre autre les nématodes entomoparasites. Nous pouvons les classer en deux groupes en l'occurrence les parasites obligatoires et les parasites facultatifs. Cependant, en lutte biologique, les nématodes les plus couramment utilisés agissent au début comme parasites puis finissent par tuer l'hôte, à la manière d'un prédateur, pour assurer leur développement ou même leur multiplication avant qu'ils ne se dispersent dans le milieu extérieur. Ces nématodes infectent tous les stades de l'hôte sauf les œufs. L'infection débute par leur pénétration dans le corps de l'hôte à travers les orifices

naturelles, elle est suivie par un envahissement total des tissus. Les espèces les plus prometteuses, comme auxiliaires, infectent indirectement l'hôte en coopération avec les bactéries symbiotiques du genre *Xenorhabdus*. Une fois à l'intérieur, ces dernières seront libérées par le nématode en provoquant une septicémie mortelle pour l'hôte. Le stade infectieux est assuré par les larves de deuxième stade qui sont résistantes et durables. C'est le cas de l'espèce *Paratylenchus diplogenus* qui affecte la cératite (*cératitis capitata*).

255- Insecte contre insecte :

Cette méthode est la plus fréquente en lutte biologique. Certains insectes auxiliaires agissent comme parasitoïdes ou comme prédateurs contre d'autres insectes.

2551- Les parasitoïdes :

Selon VINCENT (1992), un parasitoïde est un entomophage intermédiaire entre le parasite et le prédateur, car il exploite son hôte comme un vrai parasite puis finit par le tuer comme un prédateur. Les parasitoïdes sont les plus efficaces car les insectes sont très mobiles, ils ont une grande capacité de nuisance contre leur hôte, en plus, il s'agit du moyen le plus sûr pour la santé de l'homme et pour l'environnement car ne laissant aucun résidu sur les récoltes, de même qu'ils ont une spécificité parasitaire, sans effet donc sur les espèces utiles comme les agents pollinisateurs. La plupart des insectes parasitoïdes sont concentrés au niveau de trois ordres principaux à savoir les Hyménoptères Chalcidoïdes et Ichnémonoïdes, les Diptères, Tachinoïdes et enfin certains Coléoptères. Certains adultes parasitoïdes agissent comme ectoparasites en déposant leurs œufs à la surface de l'hôte comme le cas pour les Tachines d'autres agissent par contre comme des

endoparasites à l'instar de la plupart des Hyménoptères. Pour se développer, les larves se nourrissent à partir d'insectes parasités en provoquant leur mort, par contre les nymphes se développent généralement indépendamment de leur hôte, mais parfois elles peuvent s'accroître au dépend du reste des insectes. (HADJAZI, 1990). Il existe deux types d'insectes parasites : les ooparasites et les parasites larvaires.

25511-Les ooparasites :

Dans ce type de parasitisme, la femelle pond ses œufs à l'intérieur de l'œuf, des larves, des nymphes ou des adultes. Dans la plus part des cas, les œufs parasités meurent et ne donnent pas de larves, mais parfois, l'œuf de l'hôte ne meurt pas, et continue son développement jusqu'au stade larvaire. On parlera alors de parasitisme ovolarvaire, c'est le cas notamment d'*Aphidius testaceipes* (Hyménoptère : Aphidae) qui est un ooparasite des pucerons. (HADJAZI, 1990).

25512-Les parasites larvaires :

Chez les parasites larvaires, les œufs sont pondus par la femelle loin de l'hôte qu'il ne le rejoignent qu'après l'éclosion. Les larves parasites peuvent s'installer aussi bien sur la larve, sur la nymphe ou sur l'adulte hôte. (HADJAZI, 1990). Comme exemples, nous pouvons citer *Bonnetia conta* (Diptère; Tachinidae) et *Ernestia rudis* (Diptère; Tachinidae), dont les larves sont des parasites des Lépidoptères.

Il existe un autre type de parasitisme particulier appelé hyperparasitisme, dans lequel le parasitoïde vit au dépend d'un premier hôte lui même vivant au dépend d'un autre hôte. La plus part des expériences de ce genre ont

été réalisées sur des parasites hyménoptères contre des hôtes Homoptères Aphidae .
(HADJAZI,1990). Comme décrit précédemment , les Hyperparasitoides sont également classés en deux catégories : les endohyperparasitoides et les ectohyperparasitoides .

Dans le cas des endohyperparasitoides, la femelle pond ses œufs dans la larve du premier hôte qui se trouve lui même à l'intérieur d'un autre hôte. (Fig. 2). l'œuf de l'hyperparasite n'éclore pas jusqu'à la mort de l'hôte secondaire. C'est l'exemple d'*Alloxystra victris* (Hyménoptère : Cynipidae) qui vit au dépend des pucerons.

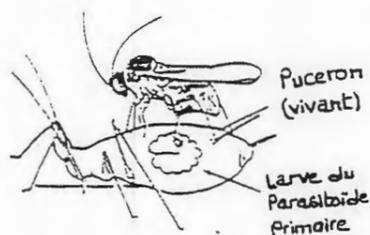


Figure n°2 = Endohyperparasitoïde *Alloxystra victris* (D'après HADJAZI ,1990).

D'après HADJAZI (1990), pour Les ectohyperparasitoides , la femelle pond ses œufs à la surface de la larve du premier hôte qui lui même se trouve dans un autre hôte (Fig.3). la ponte des œufs ne s'effectue qu'après la mort de l'hôte secondaire qui devient une momie . C'est le cas d' *Asaphes californicus* ,(Hyménoptère : Pteromalidae) qui parasite les pucerons.



Figure n° 3: : Ectohyperparasitoïde Asaphes californicus (D'après Hadjazi, 1990)

2552-Les prédateurs :

Contrairement aux parasites qui affaiblissent leur hôte ou à la rigueur qui entraînent une mort lente, les prédateurs dévorent directement leurs proies. Ce type de lutte biologique est le plus fréquent dans la nature. Contrairement aux parasitoïdes qui sont généralement sélectifs, les prédateurs peuvent éliminer un nombre considérable de proies. (VINCENT, 1992). La majorité des prédateurs entomophages (Tab .7) employés en lutte biologique appartiennent à l'ordre des Coléoptères (Coccinellidae), les Hétéroptères ainsi que les Diptères. (HAWLITZKY et ZAGATTI, 1987).

Tableau n°7 : quelques exemples de prédateurs exploités en lutte biologique

Prédateur	Ordre	Proie
<i>Adalia bipunctata</i>	Coleoptères	<i>Mysus persicae</i>
<i>Cyclona limbirer</i>		
<i>Coccinella septempunctata</i>		
<i>Novius cardinalis</i>	=	<i>Iceria purchasi</i>
<i>Aphedoletes aphidimyza</i>	Diptères	<i>Myzus persicae</i>

D'après VINCENT (1992)

CHAPITRE III- LES BIOPESTICIDES :

Les besoins de sauver la nature des dangers causés par les produits chimiques d'un côté et de protéger la nourriture de l'homme contre les insectes nuisibles d'un autre côté, ont poussé les savants à orienter leurs recherches vers l'exploitation d'éléments biologiques dans les programmes de lutte contre les insectes nuisibles.

Nous avons vu au cours des chapitres précédents que les bactéries, les virus et les champignons sont des agents pathogènes pour les insectes; l'utilisation de ces éléments avec le développement des techniques biotechnologiques a permis de produire ce que nous appelons communément les biopesticides.

31- Définition d'un biopesticide :

Selon HULTON et REILLY (2001); VINCENT (1992), les biopesticides sont des pesticides dérivés d'organismes vivants comme les bactéries, les champignons ou les virus. Ils ont les mêmes principes de base que les pesticides chimiques sauf que l'agent biocide est un organisme vivant ou sa toxine. A la fin de l'année 1998, 175 biopesticides actifs ont été homologués (HULTON et REILLY, 2001).

32-Différents types de biopesticides :

Ils sont répartis en 03 classes principales à savoir : les biopesticides bactériens, les biopesticides fongiques et les biopesticides viraux.

321-Les biopesticides bactériens :

D'après SILVY et RIBA (2001), la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* a été le premier micro-organisme homologué dans le monde comme biopesticide. Elle a été découverte pour la première fois au Japon en 1902 dans

un élevage de ver à soie (*Bombyx mori*), ensuite elle a été isolée en 1911 à Thuringe en Allemagne à partir de la pyralle de farine *Ephestia kuehniella* (Lépidoptère).

3211-Caractères généraux de *Bacillus thuringiensis* :

Bacillus thuringiensis est une bactérie gram positif, aérobie. Elle se développe à une température qui varie de 15 °C à 40 °C avec un optimum de 30 °C (EL BAROUNI et HADJAZI, 1994). La classification de cette bactérie est basée sur le sérotypage de l'antigène H, dont nous pouvons compter plus de 55 sérotypes H (Tab. 8). (SILVY et RIBA, 2001). A sa forme végétative *Bacillus thuringiensis* n'est que faiblement toxique, mais lors de la sporulation ces différents sérotypes produisent un cristal protéique toxique (CHAUFAUX, 1993)

Tableau n°8 : liste des principaux sérotypes de *Bacillus turingiensis*.

Sérotype	Sérovariété
1	thuringien
2	finiti
3	alesti
3a,3c	kurstaki
3a,3b,3c	dakota
15	indiana
16	tohokuensis
18a,18b	kumamotoensis
35	séolinsis
36	malaysiensis
37	Andalusiensis

D'après SILVY et RIBA, 2001.

3212 -Mode d'action:

Les biopesticides bactériens à base de *Bacillus thuringiensis* (Tab. 9) ont une activité larvicide sur les espèces de Lépidoptères comme *Phyllocnistis citrella*, les Diptères telle que *Ceratitis capitata* ou les Coléoptères à l'image des cétoines. Les spores de *Bacillus thuringiensis* ingérées par les larves d'insectes sécrètent des cristaux qui sont constitués de protoxine. Une fois arrivé au mésogastre de l'insecte, le protoxine grâce aux protéases digestives est transformée en toxine polypeptidiques active. Il faut noter que seuls les insectes possédants un PH élevé sont capables de solubiliser le cristal et de libérer la toxine. Une heure environ après l'ingestion des spores, les deltas endotoxines activées dans le mésogastre sont capables de solubiliser le cristal et de libérer la toxine. les protéases de l'insecte se fixent sur les récepteurs situés sur les cellules épithéliales, provoquant ainsi des lésions au niveau de l'intestin et une paralysie du tube digestif. ce qui entraîne un arrêt de l'alimentation et donc la mort de l'insecte. (SILVY et RYBA, 2001 ;

EL BAROUNI et HADJAZI, 1994; CHAUFAX, 1993)

Tableau n° 9 : Quelques biopesticides commercialisés à base de *Bacillus thuringiensis*.

Variété	Insectes cibles	Nom commercial
Aizawi	Lépidoptères	Matceh
Israelensus	Larves des Diptères	Bactimos Vectobac Gnatol Skeetal
Japonesis	Coléoptères	M-press
Kurstaki	Lépidoptères Coléoptères	MVP, M-peril
Tenebrionis	Coléoptères	NovodoR

D'après SILVY et RIBA(2001).

3213 -Méthode de production :

Bacillus thuringiensis se cultive en fermentation dans un milieu liquide contenant les mélasses comme source de carbone et d'énergie, la farine de soja comme source d'azote, les préparations brutes de produits végétaux ou animaux comme source de vitamines, et enfin les dérivées chimiques inorganiques brutes comme source de fer et d'oligo-éléments. La température du fermenteur est réglée dans le milieu de culture. Après la centrifugation, le milieu est séché jusqu'à l'obtention d'une poudre ou d'une poussière prête à être humidifiée et donc à produire le biopesticide qui est commercialisé sous forme liquide ou en poudre. Les recherches récentes sont orientées vers la production du cristal directement à 30 c°. Lors de la lyse cellulaire, les spores et les cristaux sont libérés à partir des gènes placés sur le plasmide. (HADJAZI,et EL BAROUNI, 1994). Ces biopesticides sont utilisés par pulvérisation sur les arbres attaqués tout comme les pesticides chimiques .

322- Les biofongicides :

Selon SILVY et RIBA (2001) ; ELBAROUNI et HADJAZI(1994),l'utilisation des champignons dans l'élimination de nombreux insectes nuisible n'a pas connu la même réussite que Bacillus thuringiensis . Les champignons infectent les insectes à travers la cuticule et non pas le tube digestif, ils sont donc très sensibles aux conditions climatiques et nécessitent une humidité très élevée surtout au début de l'infection . Pour cela, leur emploi n'a pas connu beaucoup de développement . Cependant, et malgré ces difficultés, il était possible d'utiliser quelques genres à une échelle industrielle . Il s'agit de *Beauveria* ,*Metarhizium* et *Verticillium* tous les trois appartenant à la classe des Deuteromycètes.

3221-Caractères généraux des biofongicides :

Comme tous les champignons , il s'agit d'organismes Eucaryotes incapables de réaliser la biosynthèse . il se développent sous forme d' hyphes mycéliens dans les milieux solides et sous forme de blastospores dans les milieux liquides.Ils se reproduisent d'une façon sexuée ou asexuée par la production de spores qui sont l'unité principale de la contamination . La température optimale de leur développement est située entre 20 et 25c°. (ELBAROUNI et HADJAZI , 1994).

3222- Mode d'action :

Les biofongicides à base de *Beauveria* , de *Metharizium* , de *Verticillium* (Tab.10) sont très efficaces contre les Homoptères (cochenilles et pucerons), les Lépidoptères en plus des Hyménoptères et des Coléoptères .Leur action commence par l'adhésion des spores à la cuticule de l'insecte. La germination de ceux - ci donne naissance à des hyphes qui pénètrent le corps à travers la cuticule . Le champignon croit rapidement dans l'hémocèle. Les insectes meurent alors dans un délais de 03 à 10 jours. Après la mort de l'insecte , les hyphes colonisent tous les organes internes, puis sporulent à la surface du corps .

(EL BAROUNI et HADJAZI, 1994 ; SILVY et RIBA, 2001).

Tableau n°10 : Quelques pesticides commercialisés à base de champignons

Champignon	insectes cibles	Nom commercialisé
<u>Beauveria bassiana</u>	aleurode , *pucceron ,*cochenille	Mycotrol GH Mycotrol WP
<u>Métarhizium anisoplie</u> <u>Verticillium lecanii</u>	termites *aleurodes , thrips,	Bioplast Mycotal
<u>Metarhizium anisopliae</u>	* Cochenilles,* Pucerons blattes	Vertalec Ecoscience

* Ravageur d' agrumes

D'après SILVY et RIBA (2001)

3223- Méthode de production :

Les champignons entomopathogènes peuvent être produits de différentes façons. La fermentation en milieu solide est la méthode la plus efficace, c'est à cause des spores qui sont plus stables comme préparation sèche. le milieu peut être constitué par des résidus de faible valeur marchande comme les déchets de la canne à sucre, paille haché, pulpe de betterave, il est humidifié par une solution contenant de l'azote. Cependant de nombreux inconvénients techniques et économiques peuvent apparaître (problèmes de stérilisation, échange de gaz, contrôle de la température et du PH, récupération du substrat). Actuellement, la fermentation liquide est la méthode la plus efficace, elle assure un environnement nutritionnel homogène, La température qui doit rester entre 20 et 25°C, et le PH acide sont facilement contrôlables. Les formulations granulées peuvent être obtenues soit par enrobage des spores préalablement obtenues, soit par la sporulation du germe à la surface d'un support nutritif granulé.

Différentes stratégies d'utilisation de biofongicides sont étudiées expérimentalement. Parmi celle-ci, les traitements par pulvérisation comme ceux utilisés pour les insecticides chimiques sont les plus connus. C'est une méthode efficace et facile surtout pour la lutte contre les cochenilles qui sont des prédateurs immobiles. (SILVY ET RIBA.2001).

323- Les biopesticides virales :

L'étude des virus comme agents entomopathogènes a commencé à partir de l'année 1808 sur *Bombyx mori* (ver à soi) qui a été affecté par une maladie appelée Jaudice. l'agent pathogène est défini au début comme une bactérie et c'est jusqu'aux années 1918 et 1919 que ACQUI a pu démontrer que cet agent est un

virus capable de traverser les filtres bactériens . A partir de cette année là , les recherches ont commencés pour exploiter les virus dans la lutte contre les insectes ravageurs . Le premier virus enregistré comme biopesticide est mis en évidence en 1975 , pour lutter contre le ver de l'amande (*Heliothis zea*) . Actuellement les virus utilisés sont les baculovirus , encore appelés les polyhédroses nucléaires.

(ELBAROUNI et HADJAZI , 1994).

3231- Caractères généraux des baculovirus :

D'après SILVY et RIBA (2001) ; ELBAROUNI et HADJAZI (1994) , les baculovirus ont été isolés à partir des Lépidoptères , des Diptères et des Hyménoptères. Ce sont des virus ayant une forme de bâtonnet . Le génome est constitué d'une molécule circulaire bicaténaire ,de poids moléculaire variant de 70 à 85x10 D.A . Leur caractéristique essentielles est l'aptitude a former au cours de l'infection , dans le noyaux des cellules , des corps d'inclusion appelés polyédres. Le polyédre inclu plusieurs particules virales entourées d'une protéine constituée de péptide appelée polydrine.

3232- Mode d'action :

Les biopesticides à base de Baculovirus (Tab. 11) commencent leur action par l'ingestion des polyédres.La période d'incubation dans le corps de l'insecte contaminé varie selon la température .Les polyédres sont ensuite dégradés par les protéases du tube digestif . Les virions libérés (Fig. 4) , traversent les cellules intestinales pour se multiplier dans les cellule adipeuses . Les virions sont transmis d'une cellule à une autre par exocytose .Le virus attaque seulement le mésogastre. Le tube digestif affecté présenteun aspect blanchâtre ,avec un nombre élevé de virions

dans les cellules, ces dernières vont se lyser pour libérer les virions dans le reste du corps de l'insecte. L'hémolymphe de l'insecte malade change de couleur et devient blanc, la diminution de la nourriture avec un affaiblissement de la croissance sont les principaux symptômes caractéristiques de l'insecte malade. (EL BAROUNI et HADJAZI ,1994 ; SILVY et RIBA , 2001) .

Tableau n°11 : Quelques biopesticides commercialisés à base de baculovirus .

Type de virus	Insecte de l'élevage	Nom commerciale	ordre visé
Baculovirus (NPV)	<i>Neodiprion sertifer</i>	Minosarmio-virus	Lépidoptères
	<i>Cydia pomella</i>	Viros TM	
	<i>Mamestra brassicae</i>	preserve TM	
	<i>Autographa californica</i>	Spodoterin	
	<i>Spodoptera sunia</i>	VPN 12	

d'après (EL BAROUNI et HADJAZI ,1994).

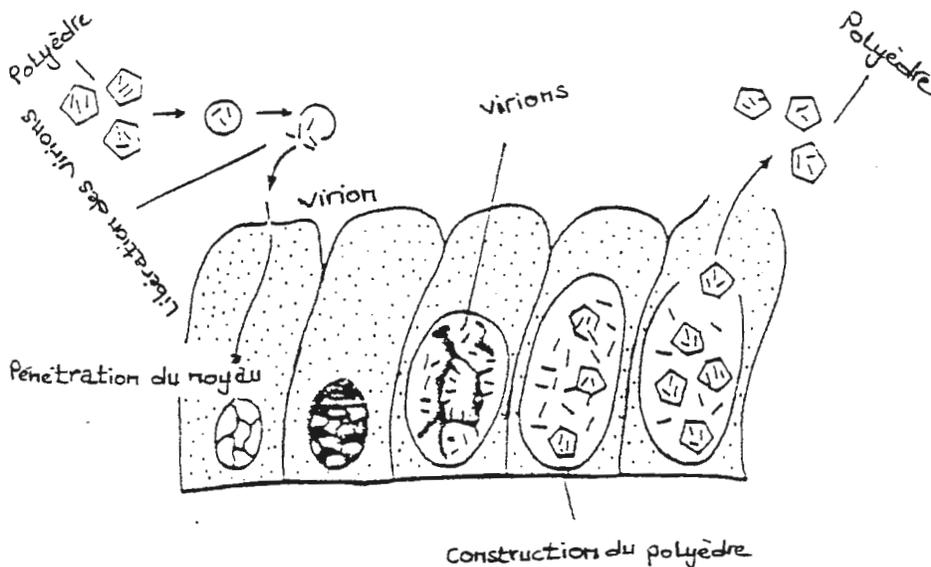


Fig.4 : Etapes de multiplication des virions.

dans les cellules, ces dernières vont se lyser pour libérer les virions dans le reste du corps de l'insecte. L'hémolymphe de l'insecte malade change de couleur et devient blanc, la diminution de la nourriture avec un affaiblissement de la croissance sont les principaux symptômes caractéristiques de l'insecte malade. (EL BAROUNI et HADJAZI ,1994 ; SILVY et RIBA , 2001) .

Tableau n°11 : Quelques biopesticides commercialisés à base de baculovirus .

Type de virus	Insecte de l'élevage	Nom commerciale	ordre visé
Baculovirus (NPV)	<i>Neodiprion sertifer</i>	Minosarmio-virus	Lépidoptères
	<i>Cydia pomella</i>	Viros TM	
	<i>Mamestra brassicae</i>	preserve TM	
	<i>Autographa californica</i>	Spodoterin	
	<i>Spodoptera sunia</i>	VPN 12	

d'après (EL BAROUNI et HADJAZI ,1994).

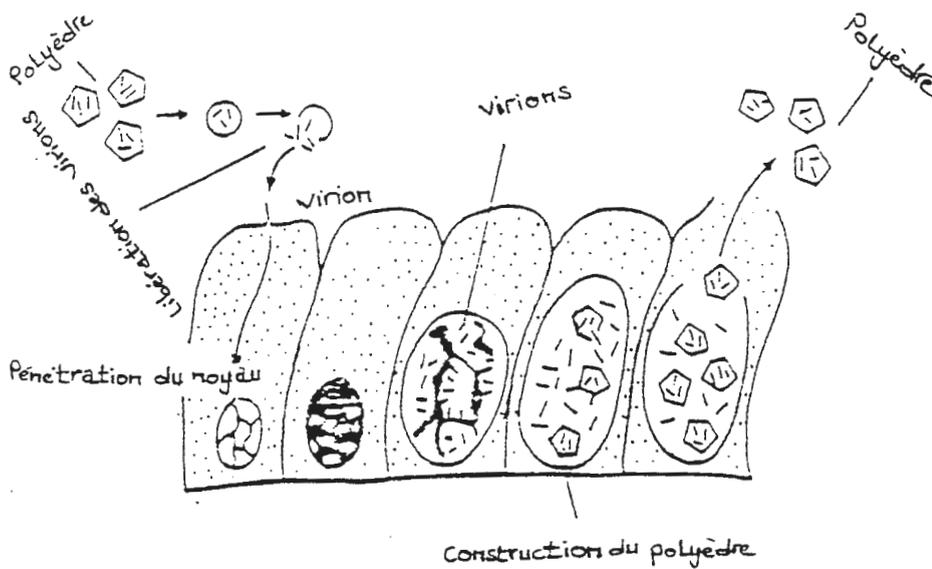


Figure n°4 : Etapes de multiplication des virions (D'après ELBAROUNI et HADJAZI ,19

3233- Méthode de production:

Contrairement au biopesticides bactériens ou fongiques, la production de masse de virus sous forme de polyèdres ne peuvent être assuré qu'à partir des cellules hôtes vivantes. Le procédé consiste à élever les insectes hôtes sur milieu nutritif artificiel, puis à faire la contamination de ces insectes par les baculovirus, pour qu'ils puissent se multiplier. A titre d'exemple, pour traiter un hectare de culture il faut en moyenne 10^{12} à 10^{13} polyèdres. Des recherches récentes sont en cours pour optimiser l'efficacité des baculovirus et améliorer ainsi les souches par la méthode de l'ADN recombinante. Faire échanger une partie de l'information génétique entre deux virus est l'une des méthodes appliquées. Les recombinants vont alors acquérir de nouvelles propriétés, les insectes affectés cesseront de s'alimenter rapidement et le délai de mortalité sera plus rapide.

Malgré tous les recherches, la lutte biologique par le biais de virus n'a pas pu remplacer l'emploi d'insecticides chimiques, ceci est dû au coût économique très élevé de leur production en masse. cependant leur utilisation reste probable dans les année à venir. (SILVY et RIBA, 2001).

I-Matériel et méthode :

Dans le but de réaliser notre étude sur les ravageurs des agrumes, nous avons effectué des sorties au niveau de certains vergers agrumicoles de la wilaya de Jijel, où malheureusement la lutte biologique est appliquée presque seulement contre la mineuse *Phyllocnistis citrella*.

11- Description des stations :

La première station visitée est une ferme pilote Bouzetiet, située à Taher (15Km à l'Est de Jijel). Elle s'étend sur une superficie totale de 27 ha. Les principales variétés d'agrumes cultivées sont : *Washington navel*, *Thomson navel*, le clémentinier et le mandarinier.

La deuxième station prospectée est une ferme privée localisée dans la commune de Djimar (30 Km à l'Est de Jijel). La seule variété cultivée au niveau de ce verger est le citronnier.

Enfin, le troisième site visité est un jardin potager, où il est planté un oranger et trois citronniers. Ce jardin est situé au chef lieu Jijel.

12- Matériel utilisé :

Le matériel ayant servi à la recherche des ravageurs consiste en un véhicule pour le transport, un appareil pour les prises de photos, des sachets en plastiques pour ramasser les échantillons, ainsi que des boîtes de pétrie, des pinces et une loupe binoculaire pour la détermination des espèces.

13- Méthode employée :

Pour réaliser ce travail, nous avons passé par deux étapes essentielles à savoir la reconnaissance et l'inventaire des ravageurs rencontrés au niveau des trois stations sus-citées, ensuite la lutte biologique contre le principal ravageur des agrumes en l'occurrence la mineuse *Phyllocnistis citrella*.

l'année 1995. Au cours de l'année agricole (1995-1996) ,les lâchers concernaient seulement une seule espèce , mais à partir de l'année suivante (1997) et jusqu' en l'an 2000 , les lâchers sont réalisés selon un complexe d'auxiliaires . Concernant l'année en cours , ils sont programmés pour le mois d'octobre prochain.

II- Résultats et discussion :

21-Résultats :

Pour la ferme Bouzetiet, le principal ravageur rencontré est la mineuse (Fig. 5) mais ses dégâts sont sans importance, car nous avons dénombré seulement quelques jeunes pousses attaquées parmi l'ensemble des échantillons récoltés . Ces feuilles sont caractérisées par la présence de galeries (Fig . 6) creusées par les larves (Fig .7) , ou par l'enroulement de la feuille dû à la chenille (Fig.8) . En plus de la mineuse , nous avons inventorié d'autres déprédateurs. Ceux-ci sont mentionnés dans le tableau n°12 suivant :

Tableau n°12 : Inventaire et taux d'attaque des déprédateurs agrumicoles dans la station n°1

Espèce	Ordre	Taux moyen d'attaque par arbre en%
<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptères	20
<i>Myzus persicae</i>	=	25
<i>Parlatoria ziziphi</i>	=	15
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Lépidoptères	10

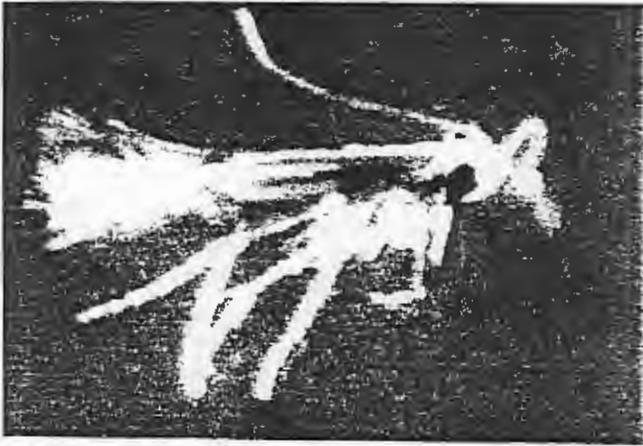


Figure n° 5 : La mineuse Phyllocnistis citrella

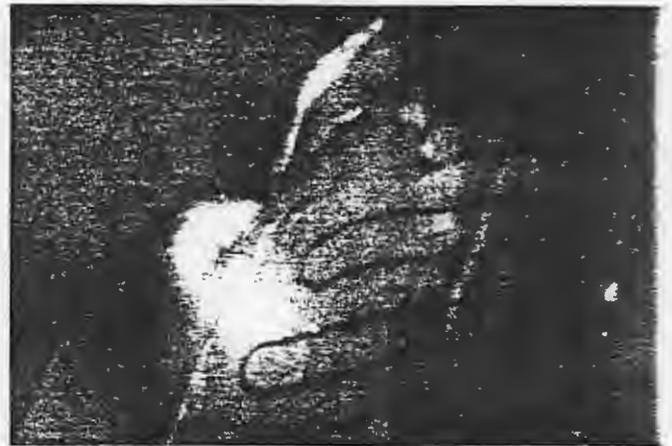


Figure n° 6 : Les mines creusées par les larves de la mineuse



Figure n° 7 : Larve de Phyllocnistis citrella



Figure n° 8 : Chenille de Phyllocnistis citrella

Dans la station n°2, le taux d'attaque des arbres est presque de 100% pour chacun des arbres (Tab. 13). Les dégâts occasionnés sont considérables si bien que ce verger semble mourir à petit feu. Comme déprédateurs inventoriés, la mineuse, *Phyllocnistis citrella* vient à la tête. Elle est souvent accompagnée, sur le même arbre, du puceron noir, *Toxoptera aurantii* (fig.9), du puceron vert *Myzus persicae* (Fig. 10) et de l'acarien des bourgeons.

Tableau n°13 : Inventaire et taux d'attaque des déprédateurs agrumicoles dans la station n°2

Espèce	Ordre	Taux moyen d'attaque par arbre en%
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Lépidoptères	90
<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptères	85
<i>Myzus persicae</i>	=	80
Pseudococcus citri	=	50
Coccus hesperidum	=	50
<i>Aceria sheldoni</i>	Acarien	70

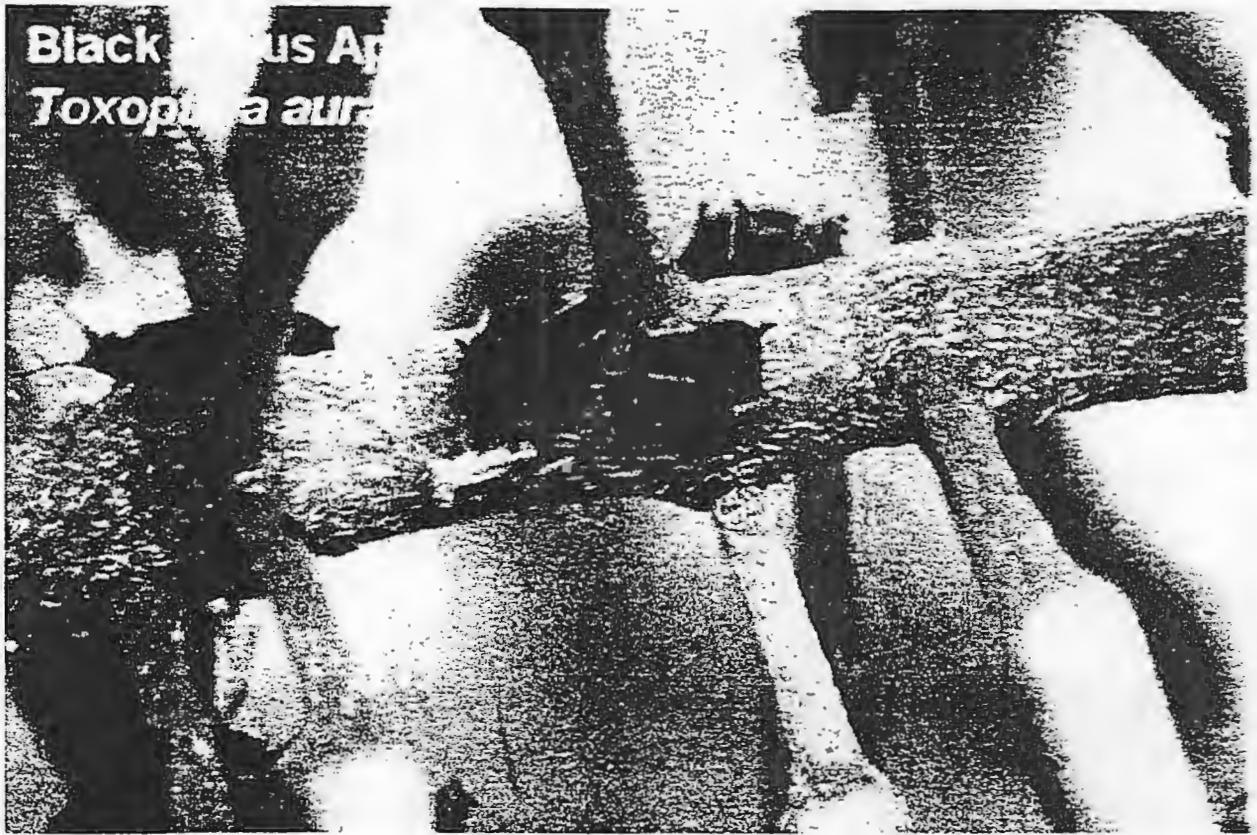


Figure n° 09 : Le Puceron noir *Toxoptera aurantii*

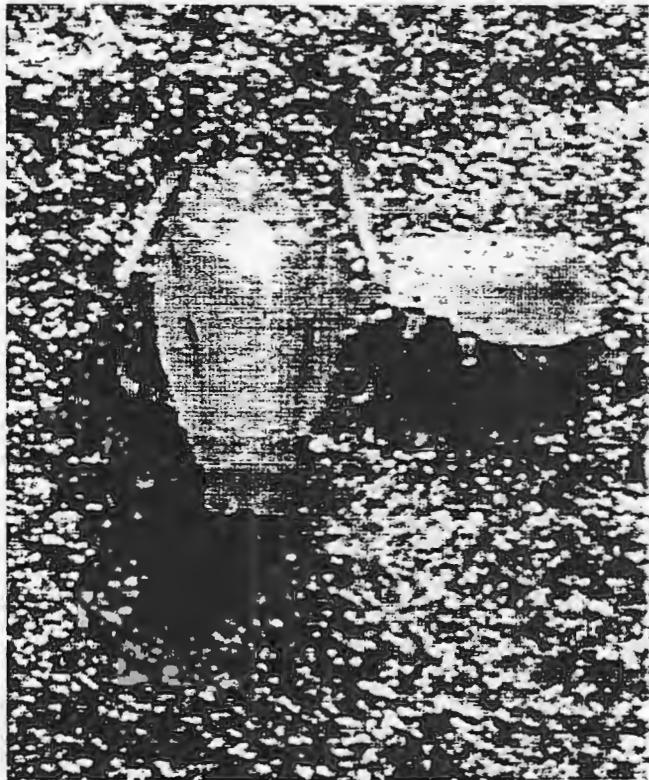


Figure n° 10: Le Puceron vert du pêcher *Myzus persicae*

Les dégâts provoqués consistent en un jaunissement des feuilles qui chutent généralement par terre . l'installation de la fumagine favorisée par l'exudat des cochenilles et des pucerons empêche la réalisation de la photosynthèse . Enfin , l'acarien des bourgeons provoque l'avortement des fleurs et par la suite la mal formation des fruits (Fig. 11) .



Figure n° 11 .: Malformation d'une citronnier causé par *Aceria sheldoni*

Enfin, concernant la station n°3 (Jijel) , les mêmes résultats enregistrés dans la station précédente sont presque obtenus (Tab.14)

Tableau n°14 : Inventaire et taux d'attaque des déprédateurs agrumicoles dans la Station n°3.

Espèce	Ordre	Taux moyen d'attaque par arbre en%
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Lépidoptères	50
<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptères	20
<i>Myzus persicae</i>	=	15
Aphis gossypii	=	10
Coccus hesperidum	=	30
<i>Pseudococcus citri</i>	=	60
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	=	5

22- Discussion :

A la lumière des résultats obtenus , nous pouvons dire que la mineuse est le ravageur qui cause le plus de dégâts avec un taux d'attaque de 90% dans la station n° 2 (Fig.12) et vient à la seconde place après la cochenille blanche , *Pseudococcus citri* avec un taux d'attaque avoisinant les 50% dans la station n°3 (Fig.13) C'est pour cette raison qu'il est considéré comme le déprédateur agrumicole le plus recherché actuellement par les agents de l'inspection phytosanitaire de la wilaya de Jijel. Même les simples agrumiculteurs connaissent cette espèce par son nom commun comme nous l'avons pu le constater dans la ferme privée de Djimar . En plus de *Phyllocnistis citrella* , nous avons remarqué également la présence par fois avec des taux d'attaques très élevés , d'autres ravageurs agrumicoles potentiels que se soit au niveau de la station n°2 ou la station n°3 . il s'agit par ordre d'importance de *Toxoptera aurantii* . et *Myzus persicae* avec des taux d'attaques respectifs de 85% et 80% enregistrés à Djimar . Ainsi que *Aceria sheldoni* (70% à Djimar) ou encore *Pseudococcus citri* qui a causé des dégâts allant de 50% à Jijel jusqu'à 60% à Djimar.

Pourcentage moyen d'attaque du feuillage par arbre en %

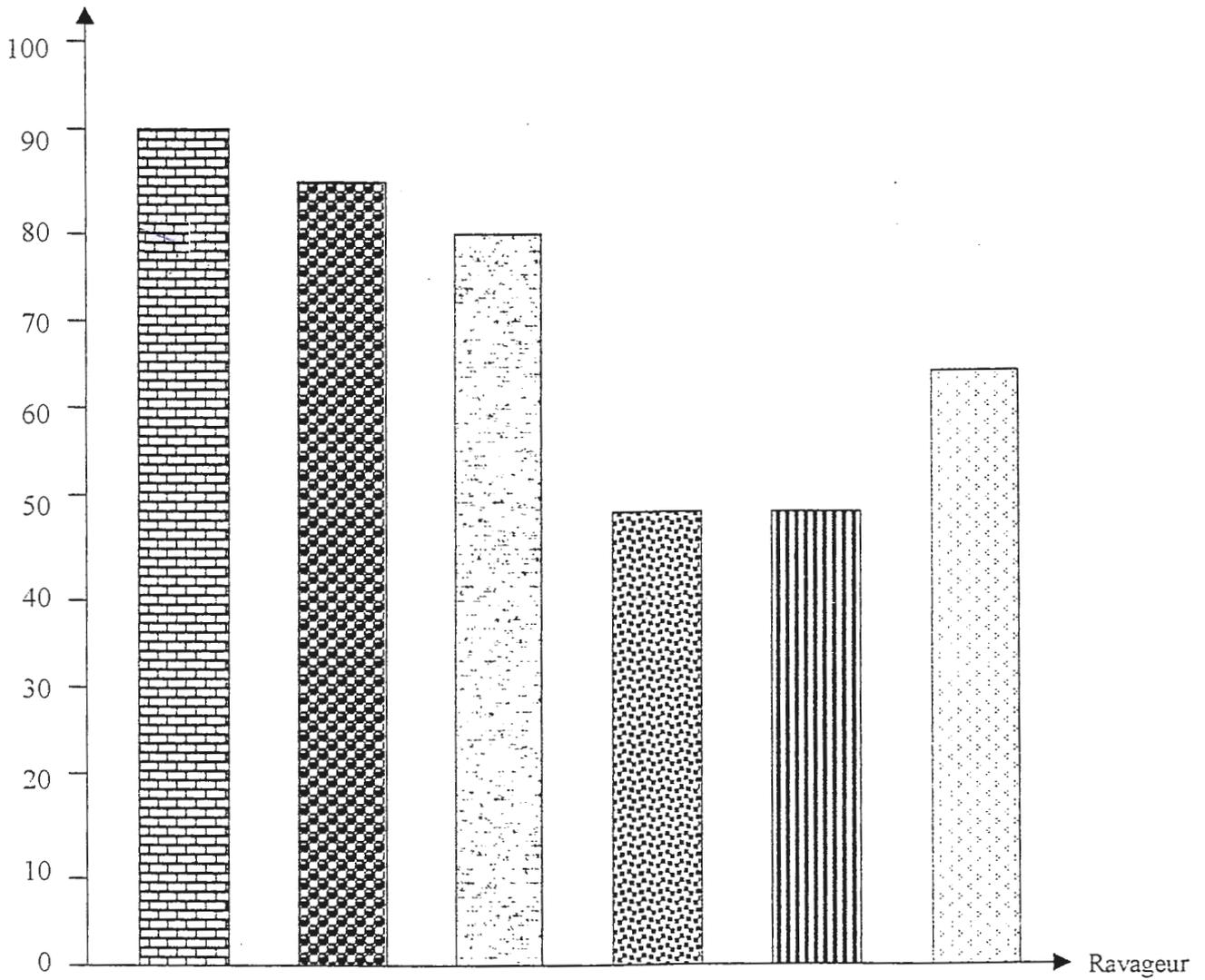
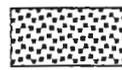


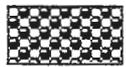
Figure n° 12 : Estimation du taux d'attaque du feuillage pour chacun des ravageurs dans la station n° 2



Phyllocnistis citrella



Pseudococcus citri



Toxoptera aurantii



Coccus hesperidum



Myzus Persicae



Aceria sheldoni

Pourcentage moyen d'attaque du feuillage par arbre en %

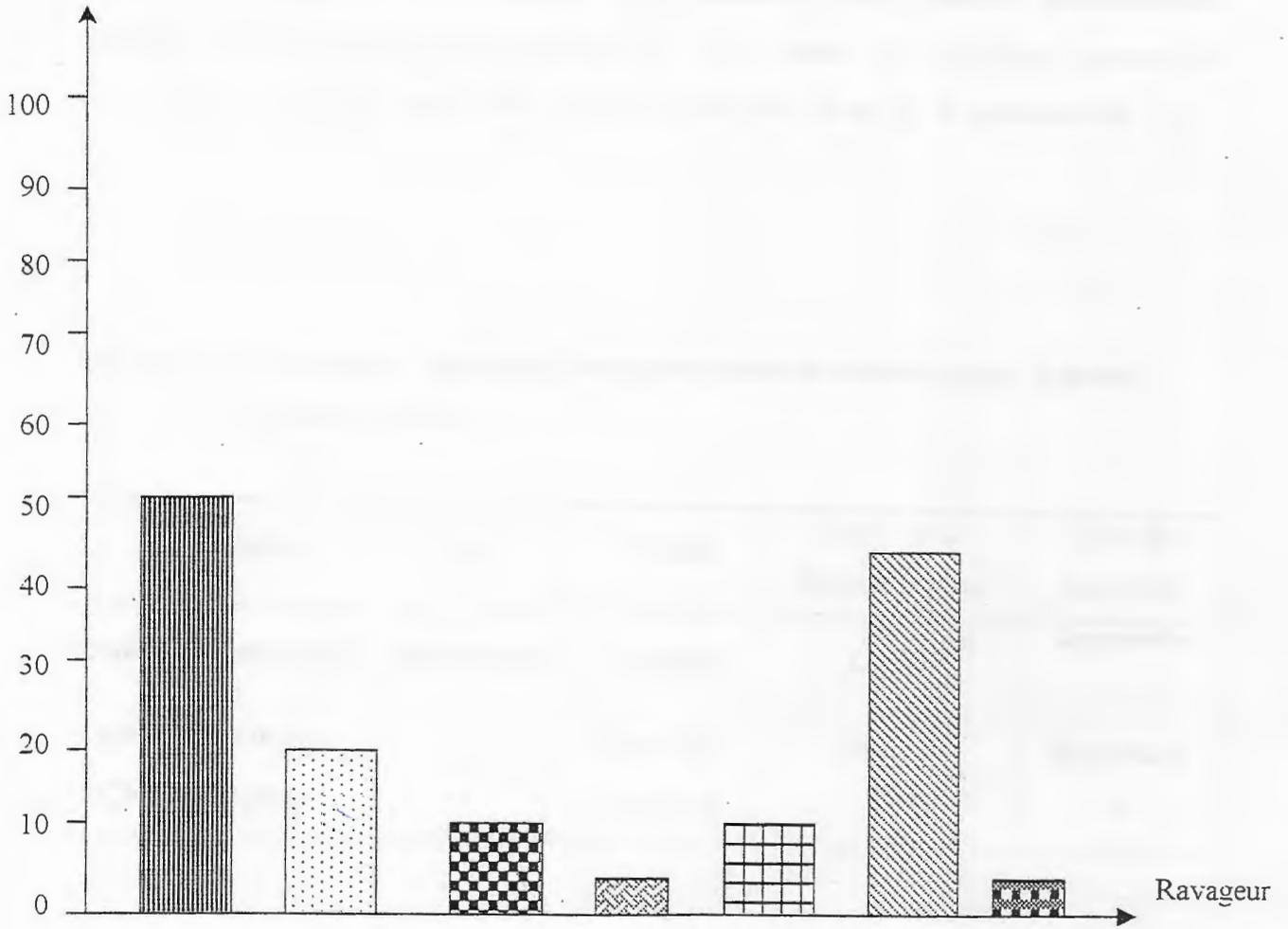


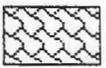
Figure n°13.: Estimation du taux d'attaque du feuillage pour chacun des ravageurs dans la station n°3.

- | | | | |
|--|-------------------------------|---|--------------------------------|
|  | <i>Phyllocnistis citrella</i> |  | <i>Aphis gossypii</i> |
|  | <i>Toxoptera aurantii</i> |  | <i>Aleurothrixus floccosus</i> |
|  | <i>Myzus persicae</i> |  | <i>Coccus hesperidum</i> |
| | |  | <i>Pseudococcus citri</i> |

Pourcentage moyen d'attaque du feuillage par arbre en %.



Figure n° 14 : Estimation du taux d'attaque du feuillage pour chacun des ravageurs dans la station n° 1.



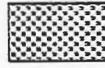
*Toxoptera
aurantii*



*Parlatoria
ziziphi*



Myzus persicae



*Phyllocnistis
citrella*

Selon BOUZOUANE et al (1994), le parasitoïde *Ageniaspis citricol* (Hyménoptère : Eulophidae) peut infester jusqu'à 80% de larves de *Phyllocnistis citrella*. Quand il est introduit au mois d'octobre de chaque année, ce parasitoïde peut se multiplier dans au moins 11 sites (HEPPNER et al, 1995), et lorsque le taux de parasitisme dépasse les 30% pendant deux saisons favorables par année, *Ageniaspis citricola* devient alors intéressant pour être introduit en vue de réduire les populations de la mineuse

(ABABSIA et al, 1998).

Au cours de nos prospections, nous avons pu constater également que la pratique de la lutte biologique contre la mineuse est presque inexistante au niveau des stations n°2 et n°3 (fermes privées), ce qui explique peut être l'ampleur des dégâts au niveau de ces deux stations. Pour les autres ravageurs surtout les pucerons et les cochenilles, ils sont traités presque exclusivement par la méthode chimique, même les façons culturales ne sont pas appliquées malheureusement. Cependant, d'après l'inspection phytosanitaire et suite à l'introduction de *Cales noacki* (Hyménoptère : Aphelinidae), la lutte biologique contre l'aleurode floconeuse, *Aleurothrixus floccosus* a été appliquée avec succès au cours des dernières décennies, si bien qu'actuellement, ce dernier ravageur ne cause plus de dégâts malgré sa présence à l'état sporadique au niveau des vergers grumicoles visités. Selon HAWLITZKY et ZAGATTI (1987), le taux de réussite de *Cales noacki* contre *Aleurothrixus floccosus* est d'environ 99,5%.

III. Conclusion :

A la suite de nos prospections dans les vergers de la wilaya de Jijel nous avons constaté que la lutte biologique n'est pratiquée qu'au niveau de la ferme pilote Bouzetiet et sûrement dans les autres fermes pilotes de la wilaya ,tandis qu' au niveau des fermes privées visitées et sûrement dans d'autres , il a été constaté que ces derniers sont généralement très abandonnées . La lutte est presque exclusivement chimique avec les dégâts occasionnés à l'environnement que tout le monde sait . Concernant les déprédateurs agrumicoles rencontrés, nous avons trouvé que les vergers de la région de Jijel sont attaqués , à des taux variants de 5 à 90% , par un ensemble de ravageurs à savoir les cochenilles, les pucerons , les acariens mais surtout la mineuse qui vient à la tête des déprédateurs agrumicoles.

Au vu des résultats positifs obtenus dans la ferme pilote Bouzetiet suite à l'anéantissement presque total de la mineuse, nous préconisons la généralisation de la pratique de la lutte biologique par l'usage de parasitoides, non seulement aux autres fermes privées, mais aussi contre les autres ravageurs, et ce dans le but de préserver la production agrumicole ainsi que l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

- ABABSIA A., KEHAL S., CHETOUANE H., 1997 - Elevage et production en masse de parasitoïdes de la mineuse des feuilles de citrus. Deuxièmes journées techniques phytosanitaires 24-25 novembre 1997. station régionale de la protection des végétaux de Hamma Bouziane. PP.9 –43
- ANONYME A ,1984- les pucerons. Bulletins phytosanitaires (avertissements agricoles publiés en 1984), n° 30 , PP.35-36.
- ANONYME B ,1984- la cératite des agrumes (cératitis capitata). Bulletins phytosanitaires (avertissements agricoles publiés en 1984), n°38 , PP.50-52.
- ANONYME C ,1984- les cochenilles des agrumes. Bulletins phytosanitaires(avertissements agricoles publiés en 1984), n°41, PP.61-62.
- ANONYME D ,1984- les araignées des arbres fruitiers. Bulletins phytosanitaires (avertissements agricoles publiés en 1984), n° 51, PP.73-74.
- ANONYME E ,1984- les Aleurodes. Bulletins phytosanitaires (avertissements agricoles publiés en 1984), n°58, PP.85-87.
- BALACHOWSKY A., 1935 – les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed. Paris. 1137P.
- BEAUMONT A., 1996 - Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens. Tome II. Ed. Dunod, Paris, 969 P.
- BOUZOUANE R.,DAWDI Y.,GRABA A.,MADAGH A.,1994- la mineuse des feuilles des citrus, phyllocnistis citrella. Institut nationale de la protection des végétaux. Alger, 10 P.
- CHAUFAUX J.,1993 - les méthodes alternatives de lutte contre les ravageurs des cultures. Le cas du Bacillus thuringiensis. Phytoma, n° 456, PP. 18-21.

HAWLITZKY N. et ZAGATTI P., 1987- concepts et méthodes de la lutte
biologique. Fabuleux insectes, n° hors série, PP. 70-73.

HEPPNER J., KNAPP J., ALBRIGO L., BROWNING H., BULLOK R., HALL D.,
HOY M., NGUGEN R., PENA J., STANSLY P., 1995–Citrus leafminer,
Phyllocnistis citrella stainton. University of florida. 35P.



OUKACI G., 1998- Présentation de quelques données sur les fluctuations des
Populations de Phyllocnistis citrella St et son cortège dans la
régions de Misserghine. Deuxième journée technique
phytosanitaires. 25-27 novembre 1997. Station régionale de la
protection des végétaux de HAMMA BOUZIANE.
PP.7-9.

VINCENOT D. et QUILICI S., 1993- Développement de la lutte intégrée en vergers
d'agrumes. Phytoma, n° 456, PP. 43-45.

VINCENT C., 1992 – La lutte biologique. Ed . Gaëtane morin éditeur. 671 P.

Internet :

ANONYME F, 2001 – le puceron noir.

<http://www.inra.fr/internet/produits/hyppz/ravageur/3diacit.htm> .

ANONYME G, 2001 – la cochenille noire.

<http://www.inra.fr/internet/produits/hyppz/ravageur/3diacit.htm> .

ANONYME H, 2001 – le puceron vert.

<http://www.inra.fr/internet/produits/ravageur/3erish.htm> .

ANONYME I, 2001 – les aleurodes.

<http://www.inra.fr/internet/produits/ravageur/3erish.htm> .

ANONYME J, 2001 – les acariens.

<http://www.inra.fr/internet/produits/ravageur/3erish.htm> .

HULTON et REILLY, 2001 –what are biopesticides ?

FLLE://A: what are biopesticides.htm .

MAZIH., 2001 – la mineuse des feuilles des agrumes.

<http://www.ensam.inra.fr/CBGP/hispub> :

SILVY C. et RIBA G.,2001- les biopesticides.

FLLE://A :Biopestricides.htm .

- إبراهيم سليمان عيسى و هلال أحمد هلال، 2000 – الإتجاهات الحديثة في دراسة آفات
محاصيل الفاكهة و مكافحتها في العالم العربي. منشورات
دار الكتاب. 570ص.
- شاكر محمد حماد و أحمد لطفي عبد السلام، 1985 – الحشرات الإقتصادية في مصر و العالم
العربي. منشورات دار المريخ، الرياض. 555 ص.
- شاكر محمد حماد و عبد العزيز المنشاوي، 1986 – الحشرات الإقتصادية .
منشورات دار المريخ، الرياض. 561 ص.
- عصمت محمد حجازي، 1990 – المكافحة الحيوية: الحشرات آكلات الحشرات.
منشورات جامعة عمر المختار. 547 ص.
- كمال توفيق عوض الله و اسماعيل اسماعيل، 1993 – الحشرات الإقتصادية.
منشورات جامعة عمر المختار. 565 ص.
- محمد أبو مرداس الباروني و عصمت محمد حجازي، 1994 – المكافحة الحيوية:
ممرضات الحشرات. منشورات جامعة عمر المختار.
635 ص.

Résumé :

Ce travail est une contribution à l'étude des ravageurs agrumicoles dans la wilaya de Jijel et à leur tête la mineuse phyllocnistis citrella (Lépidoptères : Gracilaridae), mais aussi les autres déprédateurs comme les cochenilles, les pucerons, les acariens, la cératite, en plus des nématodes, des mollusques et des oiseaux.

Cette recherche traite également la lutte biologique notamment contre la mineuse dont le taux d'attaques est le plus élevé.

A la suite des prospections effectuées dans trois stations, une ferme pilote (Bouzetiet), une ferme privée (Djimar) et un jardin potager (Jijel), il s'est avéré que la lutte biologique n'est pratiquée qu'au niveau de la ferme pilote, par contre au niveau des fermes privées, les agriculteurs continuent à traiter presque exclusivement avec les moyens chimiques.

A la fin, il est préconisé, suite aux résultats positifs enregistrés dans la ferme pilote, de généraliser l'emploi de la lutte biologique à toutes les fermes et à tous les ravageurs.

Mots clés : Agrumes, déprédateur, lutte biologique, mineuse, biopesticides.

Summary :

This work is a contribution to the devastating agrumicoles survey in the wilaya of Jijel and to their head the mineuse phyllocnistis citrella (lépidoptères : Gracilaridae), but also the other embezzlers as cochineals, aphids, acarienses, the cératite, in addition of nematodes, mollusks and birds.

This research also treats the biologic struggle notably against the mineuse of which the rate of attacks is most elevated.

To the continuation of prospectings done in three stations, a pilot farm (Bouzetiet), a private farm (Djimar) and an edible garden (Jijel), he/it proved to be that the biologic struggle is only exercised to the level of the pilot farm. of the private farms agriculturists continue on the other hand at the level to nearly deal exclusively with the chemical means.

At the end, it is recommended to generalize the use of the biologic struggle, following the positive results recorded in the pilot farm. to all farms and all devastating.

KEY Words : Citrus fruits, embezzler, biologic struggle, mineuse, biopesticides.

ملخص :

هذا العمل يتم بدراسة آفات الحوامض في ولاية جيجل وعلى رأسها حافرة الأنفاق phyllocnistis citrella (lépidoptères : Gracilaridae) و أيضا الآفات الأخرى مثل البق، المن، العنكبوتيات، ذبابة البحر الأبيض المتوسط بالإضافة إلى الديدان، الحلزونيان و الضيور .

هذه الدراسة تعالج أيضا المكافحة الحيوية خاصة ضد حافرات الأنفاق حيث نسبة الإصابة تكون الأكثر ارتفاعا. تبعا للزيارات الميدانية التي قمنا بها إلى ثلاثة مزارع، مزرعة نموذجية (بوزطيط)، مزرعة خاصة (جيمار) وحديقة منزلية (جيجل)، اتضح لنا أن المكافحة الحيوية ليست مطبقة إلا على مستوى المزرعة النموذجية، عكس المزارع الخاصة حيث لازال المزارعون يستعملون تقريبا الوسائل الكيميائية.

في الأخير، ينصح بتعميم استعمال المكافحة الحيوية، استنادا للنتائج الإيجابية المتحصل عليها في المزرعة النموذجية، في جميع المزارع و ضد جميع الآفات .

كلمات المفاتيح : الحوامض، الآفات، المكافحة الحيوية، حافرة الأنفاق، المبيدات الحيوية .