

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
المعهد الوطني للعلوم الفلاحية الحراش – الجزائر  
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL HARRACH – ALGER

# THESE

*En vue de l'obtention du Doctorat d'état en Sciences Agronomiques  
Sur la*



BIOECOLOGIE DE DEUX ALEURODES DES CULTURES  
LEGUMIERES :

*Bemisia tabaci* Gennadius (1889)

et de

*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856)

(Homoptera-Aleyrodidae)

en ALGERIE

Par :

Mme BENMESSAOUD-BOUKHALFA HASSINA

Soutenue devant le jury composé de :

Monsieur G. AYAD

Monsieur J.P. NENON

Mme B. DOUMANDJI MITICHE

Monsieur B. AZZOUT

Monsieur A. BERKANI

Président

Directeur de thèse

Co-directeur de thèse

Examineur

Examineur

Année universitaire 2004-2005

Introduction générale

PREMIÈRE PARTIE. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

A - Introduction de l'écologie de développement de chez les végétaux

B - Les interactions biotiques

1 - Les interactions biotiques de premier ordre

2 - Les interactions biotiques de deuxième ordre

3 - Les interactions biotiques de troisième ordre

4 - Les interactions biotiques de quatrième ordre

5 - Les interactions biotiques de cinquième ordre

B - Introduction Plantes-Phytophages

1 - Les écosystèmes

2 - Les communautés

3 - Les interactions

4 - Les prédateurs

# SOMMAIRE.

9

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## PREMIERE PARTIE : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

A- Description du cycle de développement de deux aleurodes : <i>Bemisia tabaci</i> et <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	11
I- Généralités sur la terminologie.....	11
II- Généralités sur le cycle de développement.....	11
1. L'œuf.....	12
2. La larve néonate ou la larve de premier stade.....	12
3. Les larves de deuxième et de troisième stade.....	12
4. La larve de quatrième stade : Phase prénymphe et Phase nymphe.....	12
5. L'adulte mâle et l'adulte femelle.....	16
a- La tête.....	16
• Les yeux composés.....	16
• Les ocelles.....	17
• Les antennes.....	17
• L'appareil buccal opophage.....	17
b- Le thorax.....	18
• Les ailes.....	18
• Les pattes.....	19
c- L'abdomen.....	19
• Les <i>genitalia</i> .....	19
B- Interrelation Plantes-Phytophages.....	21
I- L'échantillonnage.....	21
II- L'estimation de la surface foliaire.....	22
III- Populations et paramètres de distribution.....	23
1. La distribution spatiale.....	23
2. Les fluctuations temporelles.....	24
IV- La compétition interspécifique.....	24
C- Interactions Phytophages/Entomophages.....	25
I- Les parasitoïdes.....	26
II- Les prédateurs.....	28

## DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

A- Matériels.....	31
1. Le matériel animal.....	31
a- Les souches d'aleurodes pour l'élevage et l'infestation.....	31
b- La souche du parasitoïde pour les introductions.....	31
2. Le matériel végétal.....	31
a- La culture de tomate.....	31
b- La culture d'aubergine.....	31
c- Les cultures de piment et de poivron.....	32
d- La polyculture.....	32
3. Le microscope électronique à balayage.....	32
4. Le tunnel plastique.....	32
5. Les cellules d'essais.....	33
6. La parcelle de terrain.....	33
B- Méthodes.....	33
1. La préparation des échantillons pour observations sous microscope électronique à balayage.....	33
2. La biométrie.....	33
3. Les observations.....	33
4. L'infestation des cultures.....	34
5. L'échantillonnage et le dénombrement des différents stades de développement des populations d'aleurodes.....	34
6. Le calcul de la surface foliaire.....	34
7. Le traitement statistique et les analyses de données.....	35
a- La distribution des fréquences.....	35
b- Les paramètres de répartition des populations.....	36
• L'indice de la régression de la moyenne d'Iwao (1968).....	36
• La loi de puissance de Taylor (1961).....	37
8. La compétition interspécifique.....	37
9. Les interactions Phytophages/Entomophages.....	38
a- Les essais de parasitoïde.....	38
b- L'inventaire et les observations des prédateurs.....	39

## TROISIEME PARTIE : RESULTATS

Chapitre.1 : Description des stades du cycle de développement  
de deux aleurodes :*Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*

I-	L'étude des stades successifs de développement des deux aleurodes.....	40
1.	L'œuf.....	40
2-	La larve de 1 <sup>er</sup> stade.....	43
3-	La larve de 2 <sup>ème</sup> stade.....	46
4-	La larve de 3 <sup>ème</sup> stade.....	50
5-	La larve de 4 <sup>ème</sup> stade : prénymphé et nymphe.....	53
6-	L'adulte mâle et l'adulte femelle.....	60
II-	L'étude des segments génitaux des deux aleurodes.....	60
1.	Les <i>genitalia</i> femelles.....	60
2.	Les <i>genitalia</i> mâles.....	60
III-	L'étude de l'orifice vasiforme des deux aleurodes.....	63
1.	<i>Bemisia tabaci</i> .....	63
2.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	66
IV-	L'étude des organes sécréteurs de cire des deux aleurodes.....	69
1.	<i>Bemisia tabaci</i> .....	69
2.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	69
a-	Le stade adulte.....	69
b-	Les stades larvaires.....	72

## Chapitre.2 : Interrelation Plantes-Phytophages

A-Etude des populations de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius).....	76
<i>A.1 Sous tunnel plastique</i> .....	76
I- Sur une culture de tomate de la variété « Agora » pendant 4 années consécutives.....	76
1. La distribution spatiale.....	76
a- Des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade entre les plants.....	76
• La distribution des fréquences de la population imaginale.....	76
• La distribution des fréquences de la population larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade.....	77
• Le test d'ajustement des distributions des populations imaginale et larvaires du quatrième stade par plant de tomate.....	78
• Les paramètres de distribution.....	79
b- La distribution verticale et la comparaison de l'évolution des populations des différents stades sur les feuilles de tomate.....	80
• La population imaginale.....	82
• La population embryonnaire.....	84
• La population larvaire de 1 <sup>er</sup> stade.....	85
• Les populations larvaires de 2 <sup>ème</sup> et de 3 <sup>ème</sup> stades.....	88
• La population larvaire de 4 <sup>ème</sup> stade.....	89
c- Les paramètres de répartition.....	90
2. La distribution temporelle.....	92
a- Par plant de tomate sur les quatre années d'observation.....	92
• La population imaginale.....	93
• La population larvaire de 4 <sup>ème</sup> stade.....	93
b- suivant l'âge des feuilles sur les quatre années d'observation.....	93
• La population imaginale.....	93
• La population embryonnaire.....	95
• La population larvaire de 1 <sup>er</sup> stade.....	96
• La population larvaire de 2 <sup>ème</sup> stade.....	98
• La population larvaire de 3 <sup>ème</sup> stade.....	99
• La population larvaire de 4 <sup>ème</sup> stade.....	100

II-	Sur les six variétés d'aubergine durant une saison de culture.....	102
1.	La distribution spatiale.....	102
a-	La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade entre plant et par variété testée.....	102
b-	La distribution verticale et la comparaison de l'évolution des populations des stades immatures sur les feuilles des plants des six variétés testées.....	103
•	La population embryonnaire.....	104
•	La population larvaire de 1 <sup>er</sup> stade.....	106
•	Les populations larvaires de 2 <sup>ème</sup> et de 3 <sup>ème</sup> stades.....	108
•	La population larvaire de 4 <sup>ème</sup> stade.....	110
c-	Les paramètres de distributions des populations de <i>Bemisia tabaci</i> sur les feuilles d'aubergine.....	111
III-	Sur trois variétés de piments et trois variétés de poivrons durant une saison de culture.....	113
1.	La distribution spatiale.....	113
a-	La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade sur les plants de trois variétés de piment et de trois variétés de poivrons.....	113
•	La population imaginale.....	113
•	La population larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade.....	115
•	Le test d'ajustement des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade sur les plants de piment et de poivron.....	116
•	Les paramètres de distribution des deux populations.....	116
b-	La distribution verticale des différents stades de développement sur les feuilles des plants des trois variétés de piments et les trois variétés de poivrons.....	117
•	La population embryonnaire.....	117
•	La population larvaire de 1 <sup>er</sup> stade.....	120
•	La population larvaire de 4 <sup>ème</sup> stade.....	122
•	Les paramètres de répartition des populations embryonnaire et larvaires du 1 <sup>er</sup> et 4 <sup>ème</sup> stades.....	125

<i>A.2 Bemisia tabaci en plein champ</i> .....	126
I- Sur une culture de tomate de la variété « Aïcha » durant une saison de culture.....	126
1. La distribution spatiale.....	126
a- La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade entre les plants.....	126
b- La distribution verticale et la comparaison de l'évolution des populations des différents stades sur les feuilles de tomate.....	127
• La population imaginale et la population embryonnaire.....	127
• Les populations larvaires.....	128
c- Le test d'ajustement des populations.....	129
d- Les paramètres de répartition des populations.....	130
2. La distribution temporelle.....	131
a- Les populations imaginale et embryonnaire sur les feuilles de tomate....	131
b- Les populations larvaires.....	132
B- Etude des populations de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood.....	134
<i>B.1 Sous tunnel plastique</i> .....	134
I- Sur une culture de tomate de la variété « Agora » durant une saison de culture.....	134
1. La distribution spatiale.....	134
a- La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade entre les plants.....	134
b- La distribution verticale et la comparaison de l'évolution des populations des différents stades en fonction de l'âge des feuilles.....	135
• La distribution des fréquences des populations embryonnaire et larvaires.....	135
• Les paramètres de répartition des populations embryonnaire et larvaires.....	137
2. La distribution temporelle.....	137
a- Les populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade par plant de tomate.....	137
b- L'évolution temporelle des populations sur les feuilles de tomate.....	138
• La population embryonnaire.....	139
• Les populations larvaires.....	139



B.2 En plein champ.....	141
I- Sur une culture de tomate de la variété « Aïcha » durant une saison de culture.....	141
1. La distribution spatiale.....	141
a- La distribution horizontale des populations imaginaire et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood) par plant de tomate de la variété « Aïcha ».....	141
b- La distribution des stades de développement immatures de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood) sur les feuilles de tomate de la variété « Aïcha ».....	142
• La distribution des fréquences des populations des différents stades de développement de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood).....	142
• Les paramètres de répartition.....	144
2. Les fluctuations temporelles.....	145
a- Les populations imaginaire et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> par plant de tomate.....	145
b- Fluctuations temporelle de la population embryonnaire et des populations larvaires de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> sur les feuilles de tomate de la variété « Aïcha ».....	146
• La population embryonnaire.....	146
• Les populations larvaires.....	146
II- Sur une culture d'aubergine de la variété « Black beauty » en plein champ durant deux saisons de cultures.....	148
1. La distribution spatiale.....	148
a- La distribution horizontale des populations imaginaire et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade entre les plants.....	148
b- La distribution verticale et la comparaison de l'évolution des populations des différents stades en fonction de l'âge des feuilles.....	149
• La distribution des fréquences des populations embryonnaire et larvaires.....	149
• Le test d'ajustement des distributions des populations.....	152
• Les paramètres de distribution des populations.....	152
2. La distribution temporelle.....	154
a- par plant d'aubergine.....	154
b- sur les feuilles des plants d'aubergine.....	155
• La population embryonnaire.....	155
• Les populations larvaires.....	155

C- La compétition interspécifique entre <i>Bemisia tabaci</i> et <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	158
I- Sur une monoculture de tomate durant une saison de culture.....	158
1. La distribution spatiale.....	158
a- La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes entre les plants.....	158
b- La distribution verticale des populations des différents stades sur les feuilles.....	159
• Les distributions de fréquences.....	160
• Le test du « $\chi^2$ » pour les deux populations d'aleurodes.....	163
• Les paramètres de distribution des deux populations d'aleurodes...	164
2. La distribution temporelle.....	165
a- Les populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes sur les plants de tomate.....	165
b- Les populations imaginale, embryonnaire et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes sur les feuilles.....	166
• La population imaginale.....	166
• La population embryonnaire.....	167
• La population larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade.....	167
II- Sur une polyculture de tomate, d'aubergine, de poivron, de courgette, de concombre et de haricot durant une saison de culture sous abri plastique.....	168
1. La distribution spatiale.....	168
a- La distribution horizontale des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes entre les plants des six cultures testées.....	168
• La répartition des deux populations.....	168
• La distribution de fréquences des deux populations.....	169
• Le test d'ajustement des distributions des deux populations .....	172
• Les paramètres de distributions des deux populations imaginale et larvaires du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes.....	173
b- La distribution verticale des populations des différents stades des deux aleurodes sur les feuilles des plants des six cultures.....	174
• La distribution des fréquences des populations imaginale, embryonnaire et larvaires des deux aleurodes sur les feuilles.....	175
• Les tests d'ajustement des populations imaginale, embryonnaire et larvaire des deux aleurodes.....	176
• Les paramètres de répartition des populations .....	179
2. La distribution temporelle des populations imaginale et larvaire du 4 <sup>ème</sup> stade des deux aleurodes par plant des six cultures.....	181

## Chapitre.3 : Interactions Phytophages/Entomophages

I- Interaction <i>Encarsia formosa/Bemisia tabaci</i> sur une culture de tomate.....	184
1- Premier essai sur des plants de tomate élevés en pots.....	184
a- Evolution temporelle des populations de <i>Bemisia tabaci</i> saines et parasitées.....	184
• Les premiers lots : 25 unités.....	184
• Les deuxièmes lots : 50 unités.....	185
• Les troisièmes lots : 75 unités.....	185
• Les quatrièmes lots : 100 unités.....	185
• Les cinquièmes lots : 125 unités.....	185
b- Les taux de parasitisme.....	187
c- Les comparaisons entre les deux traitements.....	187
2- Second essai sur des plants de tomate élevés en terre sous abri serre.....	188
a- L'évolution temporelle des populations larvaires du 4 <sup>ème</sup> stade et imaginale de <i>Bemisia tabaci</i> .....	188
b- Distribution des populations imaginale et larvaires saines et parasitées de <i>Bemisia tabaci</i> sur les plants de tomate.....	189
c- La comparaison entre les populations parasitées et saines de <i>Bemisia tabaci</i> .....	190
II- Interaction Aleurodes/Prédateurs.....	191
1. La distribution des densités moyennes des populations.....	191
2. L'évolution temporelle des densités moyennes des populations des deux aleurodes et leurs deux antagonistes.....	191
Discussion et Conclusion générale.....	193
Proposition de programme de lutte intégrée.....	204
Références bibliographiques.....	207
Annexes	

**Titre :** BIOECOLOGIE DE DEUX ALEURODES DES CULTURES LEGUMIERES : *Bemisia tabaci* Gemadius (1889) et de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856) (Homoptera- Aleyrodidae) en ALGERIE

**Mots clés :** *Trialeurodes vaporariorum* - *Bemisia tabaci* - ultra structure - dynamique des populations - inter action - parasitoïdes - prédateurs.

**Résumé :**

L'étude de l'ultra structure a conforté et précisé les détails non visibles par les moyens classiques. La longueur des plaques cirières et le nombre de soies par peigne sont différents. Les soies des larves sont longues et réparties indifféremment à la surface du corps de *B. tabaci*, et sont courtes et réparties à égale distance chez *T. vaporariorum*. La crête médiane, inexistante au stade 1 et 2 chez *B. tabaci*, est bien apparente chez *T. vaporariorum*. L'observation des bordures marginales et des stylets mandibulaires et maxillaires des larves de 4<sup>ème</sup> stade permet de distinguer les deux phases. Il n'y a pas de bordure marginale à la phase nymphale et les stylets sont collés entre eux.

La dynamique des populations nous a permis de déterminer 3 générations annuelles pour *B. tabaci* et 4 pour *T. vaporariorum*. Le rapprochement entre les années d'observation indique une périodicité dans les apparitions des populations. Les populations des deux aleurodes montrent une augmentation exponentielle sur tous les plants. La distribution spatiale a graduellement changé de l'agrégation extrême à l'apparition d'un modèle adaptant la distribution binomiale négative, puis l'agrégation s'est stabilisée. La détection précoce des densités minimales de l'Aleurode permet l'évaluation des mesures de contrôle.

L'étude de la sensibilité des variétés de cultures, a permis de définir le choix de l'insecte et de dégager les variétés les plus et les moins attrayantes à son infestation. *B. tabaci* a produit plus de progéniture sur la culture de tomate de plein champ que sur celle sous tunnel plastique. Malgré la distribution sélective de l'Aleurode des serres concernant les cultures, *B. tabaci* présente une distribution assez régulière avec de légères différences entre celles-ci. La polyphagie de *B. tabaci* est plus prononcée que celle de *T. vaporariorum*. Les deux aleurodes coexistent sur la même culture pendant au moins deux ou trois générations. *T. vaporariorum* s'installe plus rapidement sur les cultures que *B. tabaci*. L'emploi d'*Encarsia formosa*, diffère dans son exécution sur *B. tabaci*. La possibilité que le parasitoïde a sur des hôtes particuliers peut affecter l'utilisation de cette espèce comme agent de lutte biologique. L'introduction fractionnée des pupes noires a donné un bon taux de parasitisme. La forme imaginaire reste appréciable mais d'une application difficile. Les prédateurs ont présenté un effectif réduit.

**Title:** BIOLOGY AND ECOLOGY OF TWO WHITEFLIES: *Bemisia tabaci* Gemadius (1889) and *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856) (Homoptera- Aleyrodidae) in ALGERIA

**Key words** *Trialeurodes vaporariorum* - *Bemisia tabaci* - whiteflies-Morphology- Dynamics - structure of the populations - Biological control - parasitoids - predators.

**Summary:**

The study of the ultra structure consolidated and specified the nonvisible details by the traditional means. The length of the wax-producing plates and the number of silks per comb are different. Silks of the larvae long and are distributed indifferently on the surface of the body of *B. tabaci* and short and are distributed at equal distance at *T. vaporariorum*. The median, non-existent peak at the stage 1 and 2 at *B. tabaci*, is quite apparent at *T. vaporariorum*. The observation of the marginal edges and the mandibulars stylets and maxillars of the larvae of 4<sup>th</sup> stage makes it possible to distinguish the two phases. There is no marginal edge in the nymphal phase and the stylets are stuck between them.

Dynamic study of populations presented 3 generation for *B. tabaci* and 4 for *T. vaporariorum* were founded. The bringing together between the years of observation indicate a probable periodicity in the appearances of the populations to more significant densities. The populations of both whiteflies show an exponential increase. The spatial distribution of the two predators on the plants gradually changed extreme aggregation with the appearance of a model adapting the negative binomial distribution. The early detection of the minimal densities of whitefly allows the evaluation of measurements of control.

The study of the sensitivity of the varieties of cultures, made it possible to draw the first assumptions concerning the choice from the insect to ensure its development and to release the least attractive varieties more and with its infestation. *B. tabaci* produced more offspring on the tomato culture open-grown than on that under plastic tunnel. In spite of the selective distribution of greenhouse whitefly of the concerning the cultures, *B. tabaci* presents a rather regular distribution with light differences between those. The polyphagous of *B. tabaci* is more marked than *T. vaporariorum*. The capacity of a species to survive or dominate its antagonist was also given. Both whiteflies coexist on the same culture during at least two or three generations. *T. vaporariorum* is installed more quickly on the cultures than *B. tabaci*. The use of *Encarsia formosa* differs in its execution on *B. tabaci*. The possibility that the parasitoid has on particular hosts can affect the use of this species like biological agent of fight. The split introduction of the black pupa gave a good rate of parasitism. The adult form remains appreciable but of a difficult application. The predators presented a reduced manpower.

بيولوجيا وبيولوجيا النباتات البيضاء للخضرا في الجزائر

كلمات مفتاح : - دراسة فوق بنية - دراسة ديناميكية - - العنصر البيولوجي .

ملخص

دراسة فوق بنية هذه الحشرات أكدت و حددت الخصائص الغير مرئية بالوسائل العادية . طول الصفائح الشمعية و عدد الأوبار في كل مشط مختلفة . أوبار اليرقات طويلة و

موزعة عشوائيا على سطح الجسم لـ *B. tabaci* و هي قصيرة و توزع على مسافات متساوية بينها عند *T. vaporariorum*

ملاحظة الحواف الهامشية و الزائد الفكية لليرقات من الصف الرابع يمكن من تفرقة بين مرحلتي هذا الصف : عدم وجود حواف هامشية للحزاء و الزائد الفكية ملتصقة فيما بينها .

دراسة ديناميكية هذه الحشرات بينت وجود 3 أجيال في السنة بالنسبة لـ *B. tabaci* و 4 أجيال لـ *T. vaporariorum* التقارب بين السنوات التي تمت فيها هذه الدراسة أكدت

أن ظهورها يتم بصفة حوائية و كانت أعدادها تتزايد بصفة تصاعديّة على جميع النباتات .

كما تغير التوزيع القضائي من التجمع الأقصى إلى ظهور نموذج ذو توزيع ثنائي سالب ثم توازن للتجمع .

يسمح الكشف المبكر للكثافات الأقلية معاينة طرق المكافحة

بينت دراسة حساسية أنواع الخضروات لاختيار الحشرة و أنواع الأكثر و الأقل جاذبية . تكاثرت *B. tabaci* بصفة أكبر على اللطاطم الحقلية بالمقارنة مع اللطاطم تحت البيوت

البلاستيكية .

*B. tabaci* تتغذى على عدد أكبر من الأنواع النباتية بالمقارنة مع *T. vaporariorum* تتعايش النباتين على نفس الزرع لمدة جيلين أو ثلاثة على الأقل .

تتأثر النباتات من طرف *T. vaporariorum* بصفة أسرع من *B. tabaci*

نه يتعامل مع الحشريتين بصفة مختلفة فالإدخال التدريجي لهذا العضو البيولوجي في مرحلة عزاء سوداء أعطى *B. tabaci* ضد *Encarsia formosa* يختلف إستعمال

حصنة و إدخاله على هيئة حشرات بالمغة أعطى نتائج معتبرة لكن يبقى صعب التطبيق - وجدت الحشرات المفترسة بأعداد قليلة.