

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID -TLEMSEN

**INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**

67/02

Mémoire
DE MAGISTER

Option : Ecologie Animale

Présenté Par

HASSANI Faïçal

M 81

**Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes
par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied)
(Diptera :Tephritidae) dans la région de Tlemcen**

Inscrit dans le n° 2/1683
Date: 2007 26 09
Cote

Soutenu le 29 septembre 2003

Jury	Président	M. M. BOUAZZA	Professeur
	Rapporteur	Mme N. GAOUAR-BENYELLES	Maître de Conférence
	Examinatrice	Mme Y. GUENAOUI	Professeur
	Examineur	M. A. KHELLIL	Professeur
	Examineur	M. T. BOUHRAOUA	Chargé de cours

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID - TLEMCCEN

INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

مكتبة كلية العلوم
ملحقة البيولوجيا

Mémoire
DE MAGISTER

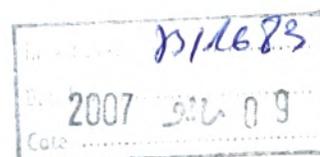
Option : **Ecologie Animale**

Présenté Par

HASSANI Faïçal



Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes
par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied)
(Diptera : Tephritidae) dans la région de Tlemcen



Soutenu le 29 septembre 2003

Jury	Président	M. M. BOUAZZA	Professeur
	Rapporteur	Mme N. GAOUAR-BENYELLES	Maître de Conférence
	Examinatrice	Mme Y. GUENAOUI	Professeur
	Examineur	M. A. KHELLIL	Professeur
	Examineur	M. T. BOUHRAOUA	Chargé de cours

Remerciements

J'exprime ma gratitude à Mme Gaouar Nassira d'avoir accepté de diriger ce travail et de s'être consacrée à une lecture attentive de mon manuscrit.

Je lui suis reconnaissant pour tout le temps qu'elle a passé à interpréter mes données, pour ses conseils et sa rigueur dans le travail.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur le Professeur Bouazza M., d'avoir accepté de présider le jury, et pour ses conseils judicieux.

Je remercie également Mme Guenaoui Y., Professeur à l'université de Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Ma reconnaissance va également à Monsieur khellil M.A., Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir accepté de juger ce mémoire.

Je remercie vivement Monsieur Bouhraoua T., chargé de cours à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Je remercie Monsieur Benabadji N., Professeur à l'université de Tlemcen, responsable du magister pour tous ces efforts durant l'année théorique.

Je remercie vivement Melle Taleb A., d'avoir bien voulu nous initier aux traitements statistiques des données et de nous avoir aidé à les réaliser.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur Oukil S., de la direction générale de l'I.N.P.V. d'El Harrach pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée en nous fournissant une partie de la bibliographie ainsi que les pièges et leurs appâts.

Nos remerciements Monsieur Gaouar A., pour les analyses pédologiques des sols de nos vergers.

Je tiens à remercier Monsieur Bouabdallah H., Monsieur Benaïssa, Mme Aouar A., ainsi que toute l'équipe de la ferme Belaidouni M., notamment Monsieur Ferouani H.

مكتبة كلية العلوم
ملحقه البيولوجيا

**Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes
par La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied)
(Diptera :Tephritidae) dans la région de Tlemcen**

Résumé

Pour lutter efficacement contre le phytophage *Ceratitis capitata* (Wied.) qui cause des dégâts très importants sur de nombreux fruits, dont principalement les agrumes, il est indispensable de connaître sa bio-écologie dans notre région ainsi que son parasitisme naturel, pour proposer une méthode de lutte optimisée, en parfaite adéquation avec son cycle de développement et sa dynamique des populations. L'importance des attaques de ce ravageur semble influencée par différents facteurs écologiques, biotiques et abiotiques, tels que la variété, la date d'observation, l'orientation et l'arbre, qui ont été testés pour en estimer l'impact . Les pièges d'adultes ont permis de connaître leur dynamique, élevages ont permis d'obtenir les adultes, d'en connaître le sex-ratio, la durée de développement, le taux de survie et la nature du parasite et son taux de parasitisme.

Mots clés : *Ceratitis capitata* (Wied.), *Citrus sinensis*, *Opius concolor*.

Abstract :

In order to struggle efficiently against the phytophag *Ceratitis capitata* (Wied) that is the cause of many important damages on several fruits which partially attacks the citrus fruits, it necessary to know its bio-ecology in our region as well as its natural parasitism, to propose a mean of an efficient struggle with a perfect correlation with its circle of development and its dynamic of population.

The importance of this spoiler attacks seem to be influenced by different ecological, biotic and abiotic factors, like the variety, the date of observation, the orientation and finally the tree which have been tested in order to estimate the impact.

The adult trappings have permitted to know their dynamics and their breeding which have permitted to obtain the adult to know the sex-ratio, the time of development, the amount of survival and the nature of parasite and its amount of parasitism.

Key words: Citrus – *Ceratitis capitata* – parasite.

ملخص

في صدد البحث عن طرق القضاء علي احد أهم أعداء الأشجار المثمرة وخاصة الحمضيات و المتمثل في دبابه الفاكهة أو ذباب البحر الأبيض المتوسط. حضرت هذه الفكرة من أجل دراسة مختلف سلوكياتها المعيشية. من الجدير معرفة الحياة الايكولوجية في منطقة المعاينة وكذلك الطفيليات التي تعيش على صالح هذه الحشرة الضارة (الذبابه) و هذا ما يسهل اقتراح عدة طرق للمعالجة و المحاربة و التي تكون معقولة و هادفة و التي تتماشى و دورة حياة هذه الذبابه و نشاط عشانرها في حقول الحمضيات. من المهم كذلك معرفة قدرة تأثير بعض العوامل مثل فصيلة الحمضيات تاريخ المعاينة موضع الفاكهة من حيث الاتجاه و أخيرا عامل الشجرة.

إن طريقة الفخ المعبى بالمواد التي تجتذب الذبابه البالغة سمحت لنا بمعرفة نشاطها و نسبة تواجدها. إن حضانه الثمار الحاملة لديدان دبابه الفاكهة في حاضنات داخل المخبر فسحت لنا المجال لدراسة نشاط مراحلها في فترات ما قبل البلوغ. نفس التقنيه سمحت لنا بمعرفة نسبة الذبابات البالغة المتحصل عليها و كذلك جنسهم و مدة دورتها المعيشية و نسبة الحياة في جميع الأطوار و في الأخير نسبة التطفل على هذه الذبابه و كذا نوع الطفيلي.

الكلمات المفتاحية: حمضيات – ذبابه الفاكهة - طفيلي

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I: Présentation de la plante hôte.....	4
1. Taxonomie:.....	5
2. Les principales variétés d'agrumes:.....	5
3. les portes greffes les plus utilisés:.....	8
4. Etude de la plante proprement dite:.....	8
4.1. La morphologie:.....	8
4.2. Le cycle phénologique annuel:.....	11
4.3. Exigences pédoclimatiques:.....	13
4.3.1. Exigences pédologiques:.....	13
4.3.1.1. Qualité physique:.....	13
4.3.1.2. Qualité chimique:.....	13
4.3.2 Exigences climatiques:.....	14
4.3.2.1 La température.....	14
4.3.2.2 La pluviosité:.....	14
4.3.2.3 L'évapotranspiration:.....	15
4.3.2.4 L'Humidité:.....	15
4.3.2.5 La durée du jour:.....	15
4.3.2.6 Le vent :.....	16
4.3.2.7 Autres facteurs climatiques:.....	16
5. Entretien des vergers d'agrumes:.....	16
5.1. La taille:.....	16
5.2. L'irrigation:.....	17
5.3. Le désherbage:.....	18
5.4. Lutte contre les parasites et les maladies:.....	18
5.4.1 Les insectes:.....	18
5.4.2 Les acariens:.....	20
5.4.3 Les nématodes :.....	21
5.4.4 Les maladies :.....	21
5.4.4.1. la carie (polyporus divers).....	21
5.4.4.2. Pourridié:.....	21
5.4.4.3. La gombose:.....	21
5.4.4.4. Anthracnose:.....	22
5.4.4.5. Mal secco:.....	22
5.4.4.6. Fumagine:.....	22
5.4.4.7. Tristéza:.....	22
Conclusion :.....	22
CHAPITRE II: Présentation du phytoparasite.....	23
1. Taxonomie:.....	25
2. Description de l'adulte:.....	25
3. L'œuf :.....	27
4. La larve:.....	27
5. La nymphe ou pupa:.....	27
6. Biologie et cycle de développement :.....	27
6.1. L'accouplement:.....	29
6.2. La ponte:.....	29
6.3. Le développement Lavaire:.....	30
6.4- La pupaison:.....	31

6.5- L'émergence des adultes:.....	32
6.6- Nombre de génération:.....	32
7- Infestation et plantes-hôtes:.....	33
8- Répartition spatio-temporelle des ravageurs:.....	35
9- Lutte contre la cératite:.....	36
9.1- Lutte chimique:.....	36
9.2- Lutte biotechnique:.....	37
9.3- Lutte par phéromones de marquage :.....	39
9.4- Lutte biogénétique :.....	39
9.5- Lutte biologique :.....	40
9.5.1- Lutte par prédateurs :.....	40
9.5.2- Lutte microbiologique :.....	40
9.5.3- Lutte parasitologique :.....	40
CHAPITRE III: Matériel et Méthodes.....	43
1. Présentation de la région d'étude:.....	44
1.1. Situation géographique de la wilaya:.....	44
1.2. Caractéristiques sommaires de la wilaya :.....	44
1.3. Les ressources hydriques:.....	47
2. Climat:.....	47
2.1. Station et ressources météorologiques:.....	47
2.2. Les précipitations:.....	47
2.3. Les températures:.....	49
2.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson:.....	50
2.5. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger:.....	51
3. Pédologie:.....	52
4. Situation et superficie de la daïra d'étude:.....	54
4.1. Description de la zone d'étude :.....	55
4.1.1 Les cultures existant dans la ferme:.....	55
4.1.2. Le choix des vergers à étudier:.....	55
4.1.3. Présentation des variétés étudiées:.....	57
4.1.3.1. Les oranges navels:.....	57
4.1.3.2 Les oranges blondes:.....	58
5. Matériels:.....	60
5.1. Matériels de piégeages:.....	60
5.2. Matériel pour élevage:.....	60
5.3. Matériels pour analyses pédologiques:.....	60
6. Méthodes utilisées:.....	60
6.1. Objectif expérimental:.....	60
6.2. Méthode d'échantillonnage et choix de parcelles:.....	61
6.3. Prélèvement et examen des fruits :.....	62
6.4. Mise en élevage:.....	63
6.5. Piégeage des adultes:.....	63
6.6. Méthodes d'analyse pédologique:.....	67
6.6.1. Le PH.....	67
6.6.2. La Granulométrie:.....	67
6.7. Méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation:.....	67
6.7.1. Le PH:.....	67
6.7.2. La salinité:.....	67

6.7.3. La conductivité:	68
7. Analyses statistiques des données:	68
7.1. Analyse de variance à un critère de classification:	68
7.2. Analyse de variance à deux critères de classification:	69
7.2.1- Modèles croisés:	70
7.2.2. Modèles hiérarchisés:	71
7.3- Corrélation et régression:	72
7.3.1- Coefficient de corrélation linéaire:	72
6.3.2- Droite de régression:	73
CHAPITRE IV: Résultats et Discussion.....	74
1- Etude de l'infestation des trois variétés en fonction des trous de ponte:	75
1.1- Variété "Valencia late":	75
1.1.1- Effet de l'orientation:	75
1.1.2- Effet de la date d'observation:	76
1.1.3- L'effet de l'arbre:	77
1.2- Variété Washington navel:	77
1.2.1- Effet de l'orientation:	77
1.2.2- L'effet de la date d'observation:	78
1.2.3- Effet de l'arbre:	78
1.3- Variété "Thomson navel":	79
1.3.1- Effet de l'orientation:	79
1.3.2- Effet de la date d'observation:	79
1.3.3- Effet de l'arbre.....	80
1. 4- Effet de la variété:	80
Conclusion:	81
2. Etude de l'infestation des trois variétés à partir des fruits chutés:	82
2.1- Variété Valencia late:	82
2.1.1- Effet de l'orientation:	82
2.1.2- Effet de la date de l'observation:	82
2.1.3- Effet de l'arbre échantillonné :	83
2.2- Variété Washington navel:	83
2.2.1- Effet de l'orientation:	83
2.2.2- Effet de la date:	84
2.2.3- Effet de l'arbre :	84
2.3- Variété Thomson navel	85
2.3.1- Effet de l'orientation:	85
2.3.2- Effet de la date d'observation:	85
2.3.3- Effet de l'arbre:	85
2. 4- Effet de la variété :	86
Conclusion:	86
3. Capture des adultes:	87
4. Biologie des populations de <i>Ceratitis capitata</i> à partir des élevages:	88
4.1- Cycle de développement:	88
4.1.1- Le développement larvaire:	88
4.1.2- La mortalité larvaire:	89
4.1.3- Le développement nymphale:	92
4.1.4- La mortalité pupale (Nymphale):	92
4.1.5- Emergence des adultes:	96
Conclusion.....	96

4.1.6- Le sex ratio:.....	98
4.2- Nombre de générations:	99
4.3- Estimation des dégâts occasionnés sur les trois variétés:.....	99
5. Le parasitisme de la mouche:.....	100
6. Résultats des analyses pédologiques :	102
6.1. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation.....	103
1- Etude de l'infestation des fruits par <i>Ceratitis capitata</i>	105
1.1. Effet de la variété :	105
1-2. Effet de la date d'observation.....	107
1-3. Effet de l'orientation :	107
1-4. Effet de l'arbre :	108
2. Évaluation des dégâts.....	109
3. Le parasitisme chez <i>Ceratitis capitata</i> (Wied).....	110
Conclusion.....	111
CONCLUSION GENERALE	112
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	114

INTRODUCTION

La création des systèmes agricoles occasionne un déséquilibre écologique et s'est souvent accompagnée de pullulation d'insectes phytophages. La lutte chimique couramment employée et constamment nécessaire, entraîne de gros investissements financiers pour un effet positif à court terme mais qui diminue rapidement par suite de l'apparition de résistances. De plus, à longue échéance, les substances employées risquent d'être néfastes pour l'environnement et l'homme. Aussi l'attention s'est tournée vers la lutte biologique qui met en œuvre et renforce les méthodes de régulation qui existent déjà dans la nature. Les insectes entomophages parasites font partie de ses moyens d'intervention. La technique consiste à réintroduire l'agent de lutte biologique dans la nature et à renforcer momentanément son action par un « lâcher », après multiplication au laboratoire. Cette technique a pour but de diminuer l'effectif de la population du ravageur pour réduire ses dégâts à un seuil économiquement acceptable (Nénon, 1981).

Ces techniques, associées à l'utilisation de substances chimiques, font que la lutte intégrée a souvent donné de bons résultats. Cependant, l'extension de ces méthodes est encore réduite en raison de la complexité du problème : diversité des agents de contrôle biologique, des ravageurs, des milieux à traiter, des objectifs à atteindre, ..etc.

La gestion rationnelle des agents de contrôle biologique nécessite une bonne connaissance du mode d'action des parasites ainsi que celle des ravageurs. Cette connaissance fait appel à des compétences diverses allant de l'éthologie à la génétique des populations en passant par la physiologie, l'écologie et la biologie des populations.

Dans le Bassin Méditerranéen, sur agrumes, nous avons la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied), qui fait l'objet de notre étude.

Ce diptère est le plus grand ennemi de l'arboriculture fruitière dans le monde (Naamani et al., 1997).

La mouche méditerranéenne des fruits est signalée dans presque tous les pays à climat tempéré dans le monde à cause de sa grande polyphagie. Bodenheimer,(1951); Mitchell (1977); Liquido et al., (1991) la signalent sur 200 à 350 espèces fruitières sauvages et cultivées .

En Afrique du Nord, la forêt d'arganiers est qualifiée comme étant le plus grand foyer de la cératite au Maroc et dans le monde (Scatanis, 1957 ; Debouzie et Mazih ,1999) .

Les informations sur la biologie et le comportement de la mouche méditerranéenne des fruits permet d'établir une stratégie de lutte efficace. Mais selon plusieurs chercheurs, l'utilisation fréquente des produits insecticides conduit à la raréfaction de la faune auxiliaire et à l'apparition de la résistance chez les nouvelles générations .

Elle doit être menée rationnellement en connaissance de cause, faute de quoi, elle risquerait d'aboutir au résultat inverse de celui pour lequel elle est conçue .

Pour le monitoring des populations de *Ceratitis capitata* (Wied), des pièges de différentes formes et couleurs sont utilisés, appâtés de substances attractives, (hydrolysât de protéine ou phéromones), et un poison pour les tuer (Papadopoulos et al.,2001) .

Le nombre de mouches capturés par piège et par semaine renseigne sur le déclenchement des traitements (Ortu ,1997) .

Actuellement, on assiste à une remise en cause de l'utilisation inconsidérée des parasites, non seulement pour des raisons écologiques, mais également pour des considérations financières .

Depuis quelques années, les recherches ont emprunté d'autres voies comme celles utilisant des mâles stériles (Féron ,1963) ou certaines bactéries (Neuenchwander et al., 1983).

Cette technique de mâles stériles a connu un grand développement, elle est expérimentée aux Iles Hawaii et dans le Bassin méditerranéen .

Les avantages de cette technique consistent en une spécificité absolue, en une absence de toxicité et en une efficacité considérable en cas de faibles niveaux de population.

Pour plus d'informations sur *Ceratitis capitata* (Wied) et ses parasites dans la région de Tlemcen, nous avons effectué une étude comparative sur l'infestation de trois variétés d'agrumes par le ravageur.

Chapitre I: Présentation de la plante hôte

1. Taxonomie:
2. Les principales variétés d'agrumes:
3. les portes greffes les plus utilisés:
4. Etude de la plante proprement dite:
 - 4.1. La morphologie:
 - 4.2. Le cycle phénologique annuel:
 - 4.3. Exigences pédoclimatiques:
 - 4.3.1. Exigences pédologiques:
 - 4.3.1.1. Qualité physique:
 - 4.3.1.2. Qualité chimique:
 - 4.3.2 Exigences climatiques:
 - 4.3.2.1 La température
 - 4.3.2.2 La pluviosité:
 - 4.3.2.3 L'évapotranspiration:
 - 4.3.2.4 L'Humidité:
 - 4.3.2.5 La durée du jour:
 - 4.3.2.6 Le vent :
 - 4.3.2.7 Autres facteurs climatiques:
5. Entretien des vergers d'agrumes:
 - 5.1. La taille:
 - 5.2. L'irrigation:
 - 5.3. Le désherbage:
 - 5.4. Lutte contre les parasites et les maladies:
 - 5.4.1 Les insectes:
 - 5.4.2 Les acariens:
 - 5.4.3 Les nématodes :
 - 5.4.4 Les maladies :
 - 5.4.4.1. la carie (polyporus divers)
 - 5.4.4.2. Pourridié:
 - 5.4.4.3. La gommose:
 - 5.4.4.4. Anthracnose:
 - 5.4.4.5. Mal secco:
 - 5.4.4.6. Fumagine:
 - 5.4.4.7. Tristéza:

Conclusion :

Chapitre I: Présentation de la plante hôte

En Afrique du Nord, l'agrumiculture commerciale est pratiquée sur des périmètres irrigués.

Les agrumes ou citrus sont de petits arbres des régions tempérées chaudes telles que les pays méditerranéens. Les feuilles sont trifoliées chez le *Citrus trifoliata*, et simples chez la plupart des espèces (oranger ...). Selon Rolli (1991) l'oranger doux *Citrus sinensis* et le citronnier *Citrus limon*, ainsi que le mandarinier *Citrus reticulata*, seraient originaires de l'Asie orientale vers l'an 1000, d'où ils ont été introduits dans la région méditerranéenne après l'an 1800.

Plusieurs recherches ont montré que toutes les espèces ont fait l'objet d'une sélection permanente, si bien que de très nombreuses variétés sont actuellement cultivées. La systématique des citrus à fruits comestibles est difficile, les espèces étant cultivées depuis une très haute antiquité; augmentant la diversité des caractères spécifiques ou, au contraire, les faisant disparaître (Crète, 1965).

1. Taxonomie:

La position taxonomique des agrumes, d'après Swingle (1948) se présente comme suit:

Ordre: Géraniales

Famille : Rutaceae

Sous/F: Aurantioïdea

Tribu : Citreae

Sous/T: Citrinae

Genre: Citrus

Paraloran (1971) divise les agrumes en trois principaux groupes selon les critères énumérés dans le Tableau 1 et suivant les caractéristiques morphologiques Emilien et Jocelyne (1975) les divisent en trois genres (Poncirus – Fortunella – Citrus) (Tableau 2).

2. Les principales variétés d'agrumes:

Pour le marché du fruit frais, la qualité du produit est en passe de devenir le critère essentiel. Le sélectionneur doit donc s'efforcer de développer une gamme variétale susceptible de répondre à la diversité de ces perceptions de la qualité organoleptique.

L'aspermie (pollen non fertile), la facilité d'épluchage, la coloration interne et externe du fruit et la régularité de l'écorce, participent à la définition de la qualité organoleptique (Ollitrault, 2002)

Dans la nature, la particularité très fréquente de mutation des bourgeons du genre citrus aboutit à de nouvelles variétés présentées en annexe.

Dosba (2002) affirme que toute nouvelle variété, doit subir un examen DHS: Distinction – Homogénéité – Stabilité, qui a pour but de la distinguer des autres variétés, connues par ses propres performances.

Tableau 1 : Critères de classification botanique des agrumes:

Groupe	Espèce	Jeunes pousses	Fleurs	Feuilles	Fruits
Groupe A: Orange amère: Orange douce: Mandarinier: Clémentinier: Pamplemoussier: Pomelo	<i>Citrus aurantium</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Citrus reticulata</i> <i>Citrus clementina</i> <i>Citrus grandis</i> <i>Citrus paradisi</i>	Vertes	Blanches	Simple Persistantes	Sphériques -Jaune -Orange
Groupe B: Citronnier: Limettier Cédratier:	<i>Citrus limon</i> <i>Citrus latifolia</i> <i>Citrus medica</i>	Violacées	-Blanches -Roses violacées	Simple persistantes	-Allongés -Ecorce adhérente à la pulpe -jaune pâle
Groupe C: Oranger trifolié: Kumquat :	<i>Citrus trifoliata</i> <i>Citrus japonica</i> <i>Fortunella japonica</i>	Vertes	Blanches	Trifoliées Caduques	Sphériques Petits non comestible Ecorce ligneuse

(Praloràn ,1971)

Tableau 2: Caractéristiques morphologiques des trois genres poncirus-fortunella- citrus:

Genre	Arbre	Feuille	Fleur	Fruit	Graine
1-Poncirus	-Petit arbre buissonneux . -Rameaux fortement anguleux, épineux .	03 folioles palmées veine faiblement saillante sur les deux faces .	-Solitaire . -Pentamère .	-Globuleux, Ovoïde ou légèrement piriforme, 3à5 cm de Ø -jaune citron terne, odorant	-Ovoïde ou arrondie -Très nombreuses
2- Fortunella	-Petit arbre -Jeune branche anguleuse, épineux	01 seule foliole assez épaisse veine apparaissant en relief à la face super. Face inférieure vert pâle	-Solitaire ou en petit bouquet -Pentamère Hermaphrodite	-Petit, Ovoïde ou globuleux Charnu et aromatique -Jus acide	-Ovale, lisse Embryon vert pistache -Cotyledora Germination hypogée
3.Citrus	-Petit arbre -Jeunes rameaux devient rapidement cylindrique épineux Branches âgées fréquemment inertes	-Une foliole mince non coriace -Veines principales sont nombreuses	Solitaire Petites grappes Corymbiformes, Parfaites.	Formé de segments Jaune orange à maturité	-Obovale, aplatie, -Un ou plusieurs embryons de couleur vert ou blanc

(Emilien et Jocelyne, 1975)

3. les portes greffes les plus utilisés:

Durant une longue période, le bigaradier ou oranger amer (*Citrus aurantium*) fut le porte greffe le plus utilisé dans le monde.

Selon Roberto (1982); Bonnier et Douin (1990), c'est un arbre de 3 à 12 mètres, à port ovale, tronc peu élevé, de couleur tirant sur le vert.

Rebour (1966) le désigne comme un bon porte-greffe, résistant à la gommose, avec une grande compatibilité avec les différents cultivars, facile à semer et à greffer.

Mais d'après Jaquemond et al. (2002), sur le plan phytosanitaire, la Tristeza (maladie virale) déjà présente en méditerranée, constitue une menace grandissante du fait de l'utilisation massive du bigaradier (*Citrus aurantium* L.) comme porte greffe.

Selon Ezzoubir (2002), l'importance du bigaradier au niveau des nouvelles plantations va en diminuant.

Actuellement, le bigaradier est remplacé par le poncirus (*Poncirus trifoliata*) ou ses hybrides, vu leur grande résistance aux maladies (exemple de la Tristeza) et aux nématodes, (Lo guicide et Inserra, 1980; Darekar et al., 1982).

4. Etude de la plante proprement dite:

Les agrumes sont des arbres fruitiers productifs englobant plusieurs variétés à forme, taille et couleur très variables. Ils sont pérennes, généralement caractérisés par une forme sphérique.

4.1. La morphologie:

Les Citrus sont de petits arbres caractérisés par une hauteur de 6 à 15 mètres, souvent épineux, à feuilles persistantes sauf pour le poncirus (*Poncirus trifoliata*) (Bonnier et Douin, 1990). La frondaison est dense, active par trois flux négatifs par an; un flux au printemps, un autre en été et le dernier au début de l'automne.

Les rameaux sont épineux, portant les feuilles, les fleurs et les bourgeons qui sont dotés d'une instabilité génétique, notamment le groupe à variété navel qui, par mutation des bourgeons, aboutit à de nouvelles variétés dont la qualité économique est remarquable.

Le tronc est cylindrique, généralement court, suivant la taille pratiquée.

Selon Praloran (1971) et Roberto (1982), les agrumes sont de petits arbres vivaces, avec la présence de sujets âgés de 200 à 300 ans, munis d'un enracinement puissant et pivotant (figure 1).

Les fleurs apparaissent au printemps pour la plupart des variétés, séparées ou groupées en grappes, chaque fleur se compose d'un calice de 3 à 5 sépales soudées, d'une corolle de 5 à 8 pétales libres, 20 étamines ou plus, presque soudées, un ovaire surmonté d'un stigmate en masse (Somon, 1987).

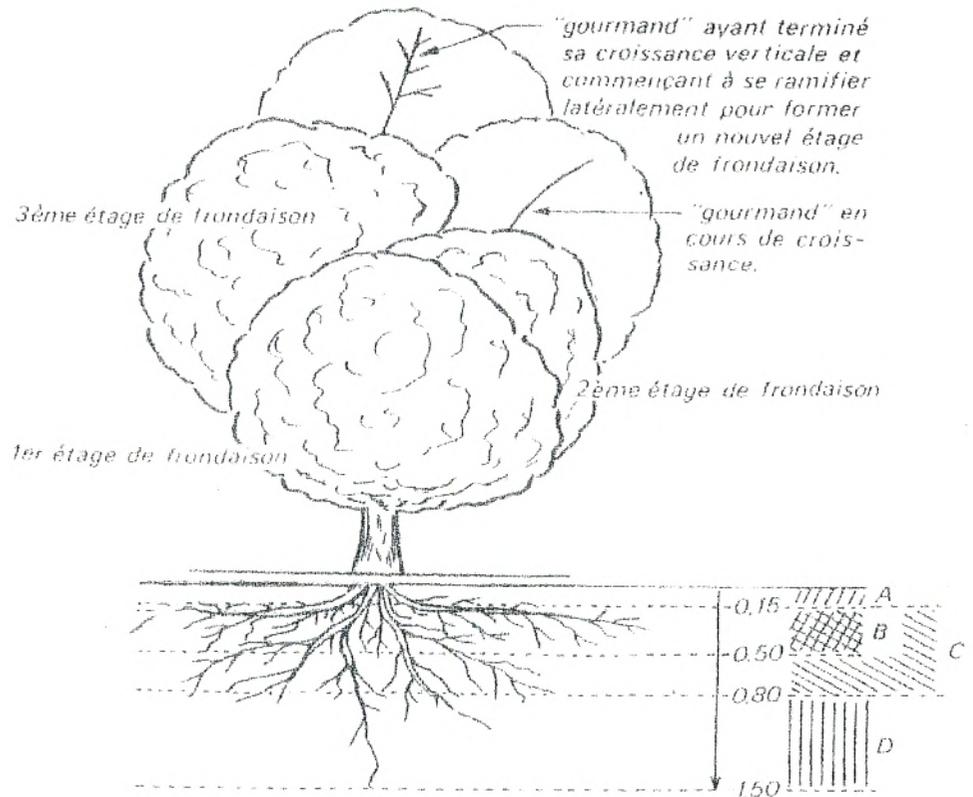


Schéma du mode d'enracinement type des agrumes

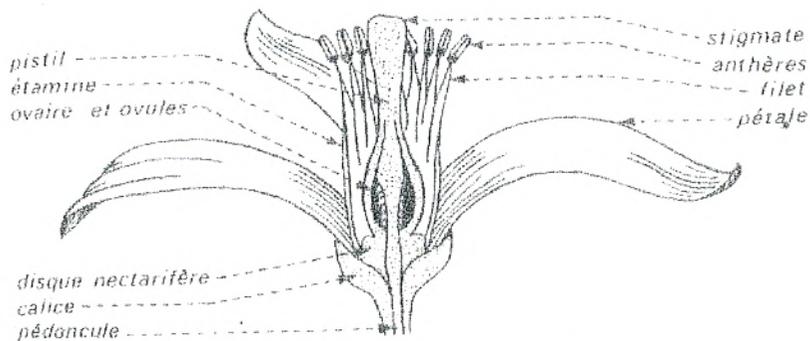
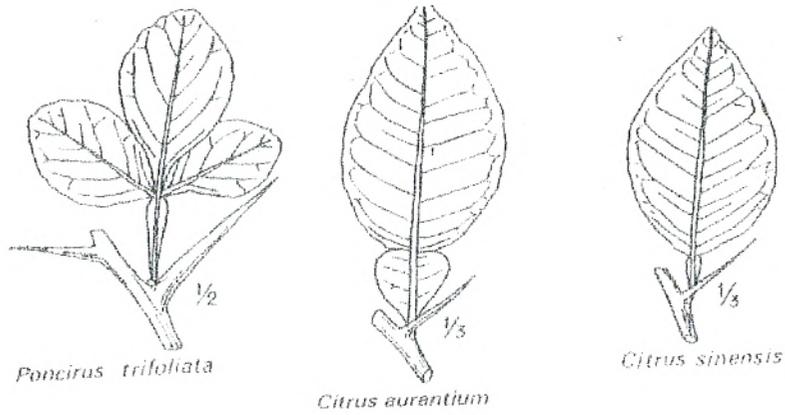


Figure 1 : Les différentes parties de l'arbre d'agrumes (Raymond, 1987)

Le fruit est de forme et de couleur très variables, oblongue à sphérique, du jaune-verdâtre terne à l'orange foncé brillant, à maturité. A l'intérieur, le fruit est divisé en plusieurs segments dont le nombre et la forme varient suivant la variété.

Dans les segments, se trouvent les graines qui ont une importance majeure pour la détermination et la classification de la variété (Figure 2).

4.2. Le cycle phénologique annuel:

D'après Praloran (1971); Emilien et Jocelyne (1975), le cycle annuel des agrumes se caractérise par trois phases négatives, la première au printemps, la deuxième en été et la troisième en automne, avec une phase de repos en hiver.

A la fin de la mauvaise période, la floraison se déclenche dans de bonnes conditions du milieu, en même temps que la poussée de printemps.

Une seule floraison pour la majorité des variétés sauf pour le citronnier à quatre saisons et le cédratier.

Cette floraison est suivie par la formation des fruits, soit par fécondation (présence de pollen fonctionnel), ou par parthénogénèse (aspermie); avec une croissance qui s'étend sur le trois quart de l'année. Après le développement du fruit, ce dernier entre en maturité, dès la fin de l'automne pour les variétés précoces, et au printemps pour les variétés tardives.

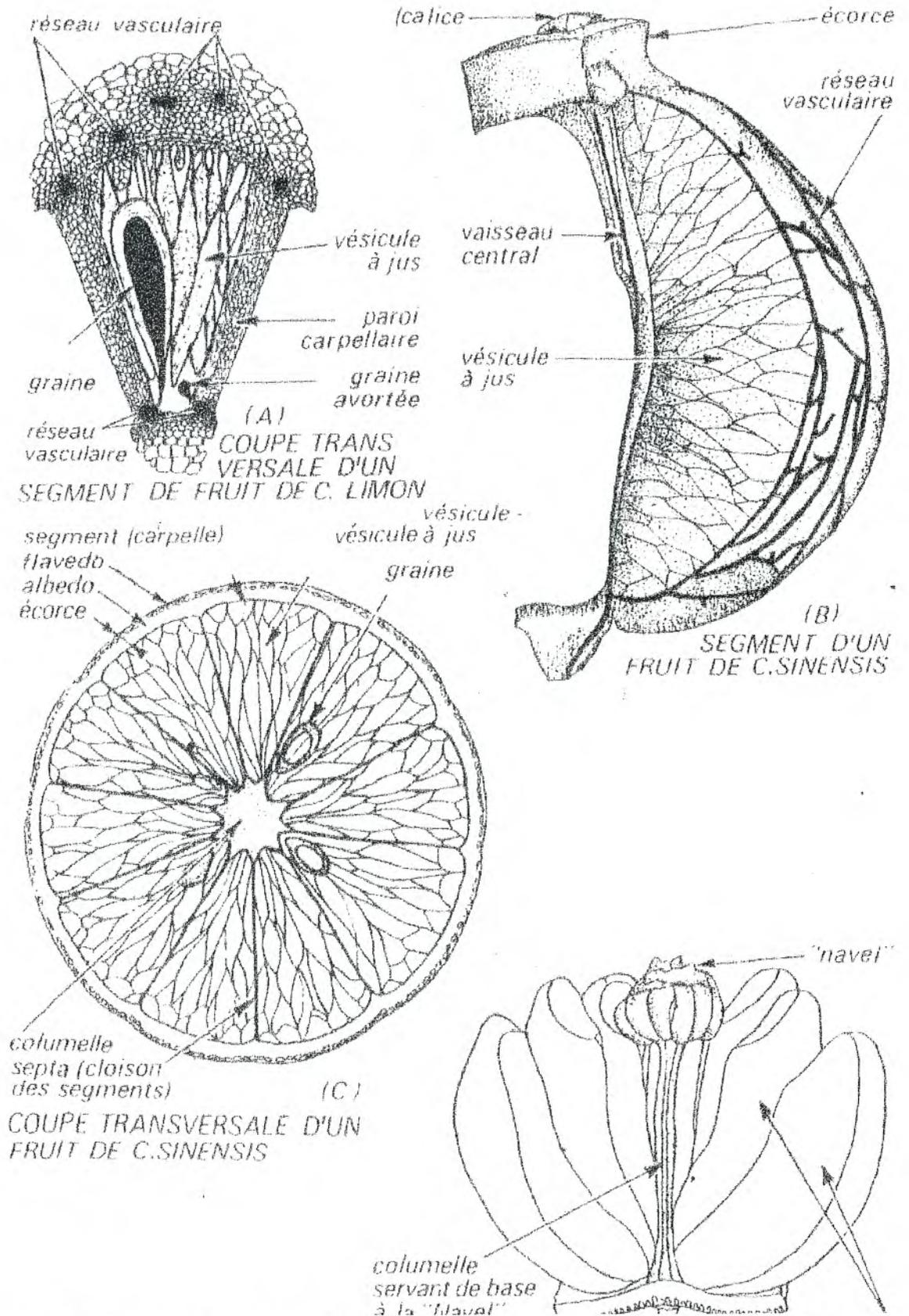


Figure 2-Structure-type d'un fruit d'agrumes (d'après Emilien et Jocelyne, 1975)

4.3. Exigences pédoclimatiques:

Il existe une très bonne répartition des citrus en Méditerranée où le climat est doux (pluvieux en hiver et chaud et sec en été) ainsi que des sols très convenables à leur développement et leur fructification.

4.3.1. Exigences pédologiques:

Les orangeries dont le sol est de texture convenable et riche en minéraux permet un bon développement de l'arbre, Praloran (1971) et Emilien et Jocelyne (1975) résument les qualités physiques et chimiques de ce type de sol comme suit:

4.3.1.1. Qualité physique:

En règle générale, les divers spécialistes soulignent le danger des sols trop lourds.

Dans les sols limoneux et dans les sols lourds, les oranges sont de moins bonne qualité, plus petites, à épiderme plus grossier, moins juteuses et moins sucrées qu'en sol sableux; alors que les sols rouges profonds ou limono-sableux contenant suffisamment de colloïdes représentent l'idéal pour les agrumes. Donc les sols les plus aptes à l'agrumiculture doivent comporter les proportions suivantes: Argile 15 à 20% - Limon 15 à 20 % - Sable fin 20 à 30% - Sable grossier 30 à 50 %.

Rebour (1966) donne une autre composition qu'il juge meilleure pour les terres agrumicoles: au moins 5% d'Argile – 50% de Sable grossier – 5 à 10% de calcaire (sans dépasser les 40%) et 20% de limon.

4.3.1.2. Qualité chimique:

Pour la plupart des études sur la nutrition minérale, le diagnostic foliaire est un outil très précieux. La satisfaction des besoins de la plante doit être considérée en rapport avec la fertilité naturelle du sol et sa vitesse d'épuisement.

Une fertilisation économique rentable conduit à une amélioration quantitative et qualitative de la production. Emilien et Jocelyne (1975) quantifient les besoins en éléments nutritifs fournis par le sol à la plante de la manière suivante:

L'Azote : variable - P_2O_5 : 0,6‰ - K_2O : 0,4% - PH : 6,5 à 7.

4.3.2 Exigences climatiques:

Les agrumes sont considérés comme des arbres de climat chaud; en effet, ils craignent les gelées, et leur culture se trouve de ce fait limitée au 40° parallèle nord et sud (Raymond, 1987)

Les principaux facteurs climatiques sont: température, pluviosité, humidité relative, durée du jour et luminosité.

4.3.2.1 La température

La culture des agrumes, selon Praloran (1971), est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C.

Dans les régions chaudes ou très chaudes, il faut apporter un soin tout particulier à la forme des arbres: en sphère surbaissée, protéger les jeunes troncs des sujets nouvellement plantés et éviter la formation d'un tronc dans la floraison, lors de la taille de fructification.

Le seuil de résistance des agrumes au froid dépend à la fois de l'époque à laquelle le gel se produit, de l'état physiologique des arbres à ce moment, de l'organe considéré, de l'espèce et même de la variété, enfin de la durée du froid.

4.3.2.2 La pluviosité:

Dans l'aire de répartition naturelle des agrumes, les pluies se répartissent tout au long de l'année, il n'existe pas de mois entièrement sec.

Au nord de la Chine, le pays originaire des agrumes, il existe une intensité pluviale mensuelle en harmonie avec la température.

En effet, les plus fortes chutes de pluies ont lieu durant la saison chaude, un maximum de pluie en période d'activité végétative, et plus faible en hiver.

Au contraire, dans les pays à climat méditerranéen, les pluies sont hivernales et l'irrigation doit suppléer le manque, en saison chaude (Rebour, 1966).

4.3.2.3 L'évapotranspiration:

La satisfaction des besoins hydriques des agrumes dépend, non seulement de la quantité totale des pluies, mais de leur répartition et de l'abondance des précipitations mensuelles, et plus encore de la température, facteur principal de l'évapotranspiration.

4.3.2.4 L'Humidité:

Le facteur climatique n'a pas une forte influence sur le comportement des agrumes, absolument sans action sur la végétation.

Dans le cas où l'humidité atmosphérique est importante pendant la saison chaude, elle favorise l'attaque de phytophthora. En plus, le climat humide offre aux parasites leurs meilleures pullulations. Praloran (1971) ajoute que l'atmosphère humide en saison froide amplifie les dégâts dus au gel, mais d'un autre côté elle influe favorablement sur la qualité des fruits, du fait que dans un même arbre, on observe une différence entre les fruits de l'intérieur et ceux de l'extérieur de la frondaison.

4.3.2.5 La durée du jour:

La durée du jour et la luminosité influent sur les agrumes pour deux époques de repos végétatifs: repos estival qui a lieu en jours longs et chauds tandis que le repos hivernal se manifeste en jours courts et froids.

4.3.2.6 Le vent :

Rebour (1966) considère le vent comme l'ennemi primordial des agrumes. Il est évident que ce jugement ne porte que sur les vents atteignant une certaine force.

Selon Praloran (1971), les vents ont des effets très différents, leur action change en fonction de leur force:

- s'ils sont faibles, ils tempèrent la chaleur et le froid par le brassage d'air et sont alors bénéfiques, dans la mesure où ils sont suffisamment chargés d'humidité, pour ne pas contribuer à un dessèchement de l'atmosphère.
- Forts, ils provoquent des lésions sur les fruits par frottement et une défoliation, les mandariniers et les clémentiniers étant les plus sensibles aux fortes vitesses des vents.

4.3.2.7 Autres facteurs climatiques:

* La grêle: c'est un accident météorologique grave car les grêlons provoquent des blessures sur les fruits, réduisant fortement ainsi leurs valeur marchande.

*Le brouillard : il n'a aucun effet sur les agrumes, sauf s'il est très condensé, il favorise l'installation des maladies.

*La neige : il faut noter que la neige séjournant sur les fruits provoque un gel, limité à la surface supérieure des fruits, il les rend commercialement inutilisables.

5. Entretien des vergers d'agrumes:

Les agrumes sont des espèces très sensibles au stress hydrique, aux attaques des ennemis naturels et à la malnutrition, d'où la nécessité d'un entretien et d'un suivi très régulier durant tout le cycle phénologique annuel de la plante.

5.1. La taille:

C'est une opération très délicate, nécessaire pour améliorer la qualité économique du fruit. Suivant le climat, l'âge et la variété d'agrumes, la taille est différente :

a- Taille de formation:

Elle forme une charpente vigoureuse, solide, bien équilibrée, aérée, avec des branches convenablement disposées pour faciliter les soins culturaux, les traitements antiparasitaires et pour résister aux effets du vent et de l'insolation.

b- Taille de fructification :

Elle constitue des rameaux fruitiers, jeunes, bien alimentés mais sans excès (vigueur moyenne) et dont le nombre est en rapport avec la puissance végétative et la fertilité de l'arbre. Cette taille doit réaliser un équilibre harmonieux entre la végétation et la fructification.

c- Taille de rajeunissement :

Elle permet de remplacer des rameaux arrivés au terme de leur production par du bois plus jeune.

5.2. L'irrigation:

L'insuffisance des pluies dans les pays méditerranéens et dans d'autres régions agrumicoles du monde fait appel à l'irrigation qui devient une nécessité, avec plusieurs techniques.

Tableau 3 : les différents types d'irrigation

Type d'irrigation	Observation
<ul style="list-style-type: none"> • irrigation par submersion • irrigation par aspersion • irrigation par rigoles • irrigation par tuyaux • irrigation par goutte à goutte 	<ul style="list-style-type: none"> • nécessite un sol peu perméable • sur fondation : haute pression • sous fondation: basse pression • simples ou croisés • application dans les jeunes plantations • récemment appliquée, elle est très économique

(Anonyme 1991,1997)

5.3. Le désherbage:

Dans les vergers d'agrumes, on note une présence inquiétante de mauvaises herbes, assez bien connues par leur concurrence exercée sur les arbres fruitiers.

La lutte mécanique et manuelle contre les mauvaises herbes à un stade avancé ne suffisent pas à elles seules pour assurer convenablement un nettoyage du sol, car leur pouvoir de multiplication très rapide est favorisé par les irrigations fréquentes des vergers.

Dans les jeunes plantations, le désherbage est obligatoire afin d'éviter la compétition, ce dernier doit être mécanique pour protéger les jeunes pousses.

En ce qui concerne les vieilles plantations, le désherbage chimique par herbicide est possible car les plantes ont développé une certaine résistance.

Si l'infestation en mauvaises herbes est importante sur tout le verger, il faut procéder à un traitement intégral. Dans le cas d'une infestation partielle, effectuer un traitement localisé (Bulletin phytosanitaire, 1984).

5.4. Lutte contre les parasites et les maladies:

Les vergers d'agrumes du Bassin méditerranéen sont sujettes aux attaques de nombreuses espèces de ravageurs animaux (Quilici, 2002). La très grande diffusion de cette plante-hôte dans le monde, de l'est à l'ouest, du nord au sud, sous des climats extrêmement différents, chauds et humides sous les tropiques, chauds et secs en Californie, et au Proche Orient, ou encore tempérés en Espagne, fait que le nombre d'espèces animales se développant et se nourrissant au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées, comme les présente Praloran (1971):

- 5 espèces de gastéropodes;
- 12 espèces d'acariens;
- 352 espèces d'insectes;
- 11 espèces de mammifères;
- 186 espèces de nématodes.

5.4.1 Les insectes:

Ils constituent le groupe le plus important du point de vue nombre et dommages causés:

• les cochenilles : (coccines)

- | | | |
|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| 1. <i>Aonidiella aurantii</i> | —————→ | pou rouge de Californie |
| 2. <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> | —————→ | pou rouge |
| 3. <i>Chrysomphalus aonidium</i> | —————→ | pou rouge de Floride |
| 4. <i>Mytilococcus beckii</i> | —————→ | cochenille virgule |
| 5. <i>Mytilococcus gloverii</i> | —————→ | cochenille serpette |
| 6. <i>Parlatoria ziziphi</i> | —————→ | cochenille noire |
| 7. <i>Unaspis Citri</i> | | |
| 8. <i>Icerya puchasi</i> | —————→ | cochenille australienne |
| 9. <i>Pseudococcus spp</i> | —————→ | cochenille farineuse |
| 10. <i>Coccus hesperidum</i> | —————→ | cochenille lecamine |
| 11. <i>Saissetia oleae</i> | —————→ | cochenille tortue |
| 12. <i>Ceroplaste sinensis</i> | —————→ | cochenille lecamine |

• Les aphides : (Aphididés)

Les principales espèces s'alimentant aux dépens des agrumes sont:

- | | | |
|------------------------------|--------|---------------------------|
| 1. <i>Toxoptera aurantii</i> | —————→ | puceron noir de l'oranger |
| 2. <i>Aphis citricidus</i> | —————→ | puceron du cotonnier |
| 3. <i>Aphis gossypii</i> | —————→ | puceron du cotonnier |
| 4. <i>Aphis spiraecola</i> | —————→ | puceron vert de l'oranger |
| 5. <i>Myzus persicae</i> | —————→ | puceron vert du pêcher |

• Les aleurodes: (Aleurodes)

- | | | |
|---------------------------------|--------|----------------|
| 1. <i>Dialeurode citri</i> | —————→ | mouche blanche |
| 2. <i>Aleurocanthus woglumi</i> | | |
| 3. <i>Aleurothrixus howardi</i> | | |

Rebour (1966); Leclant (1970) et Praloran (1971), signalent que les cochenilles, les aphides et les aleurodes favorisent l'installation de la fumagine par la sécrétion du miellat sur les feuilles, les rameaux et les fruits, d'où la nécessité d'une lutte biologique et chimique.

- Les thrips (thysanoptères) :

Ils sont largement répandus dans les zones tropicales et subtropicales, ainsi qu'en pays tempérés, notamment en serres.

Ex: *Helio-thrips haemorrhoidalis* —————→ Thrips des serres

- Les fourmis (Hyménoptères)

Leur présence sur les plantes peut être nuisible directement ou indirectement, à cause du rapport symbiotique que ces insectes établissent avec les aphidés et les cochenilles (Ortu, 1997).

- Les lépidoptères:

Selon Rebour (1966) et Ortu (1997), ces insectes attaquent les organes floraux, les fruits au niveau de l'ombilic, les bourgeons, les jeunes rameaux et les feuilles;

- | | | |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| 1. <i>Prays citri</i> | —————→ | teigne des citronniers |
| 2. <i>Ephestia vapidella</i> | —————→ | pyrale des greffons |
| 3. <i>Myelois ceratoniae</i> | —————→ | pyrale des caroubes |
| 4. <i>Phyllocnistis citrella</i> | —————→ | lamineuse des feuilles d'agrumes |

- Les mouches : (Diptères)

Deux diptères les plus connus sur agrumes sont:

- | | | |
|-------------------------------------|--------|------------------------------------|
| 1. <i>Contarinia citri</i> | —————→ | cécidomie des agrumes (des fleurs) |
| 2. <i>Ceratitis capitata</i> (Wied) | —————→ | mouche méditerranéenne des fruits |

Ils représentent, la plupart du temps, une source de dégâts directe sur de nombreuses espèces fruitières et les variétés d'agrumes d'où leur nom "mouches des agrumes" (Quilici, 2002; Cayol et al., 2002).

5.4.2 Les acariens:

Ils causent de graves dommages sur l'arbre, provoquant des piqûres et décolorations, ainsi qu'une déformation des feuilles, parmi lesquels on cite:

- | | | |
|-------------------------------|--------|-----------------------|
| 1. <i>Eriophies sheldoni</i> | —————→ | acarien des bourgeons |
| 2. <i>Tetranychus urticae</i> | —————→ | acarien jaune commun |

3. *Panonychus citri* —————→ araignée rouge

5.4.3 Les nématodes :

189 espèces ont été signalées dans la rhizosphère des agrumes. Pour onze seulement d'entre elles, le parasitisme a été prouvé, parmi celles-ci, six sont réellement pathogènes dont deux ont une importance économique certaine:

1. *Radopholus similis* ;

2. *Tylenchulus semipenetrans*: Sweellam et Abou-Taka (1989) le rendent responsable de la maladie dite "slow decline" des citrus.

5.4.4 Les maladies :

En plus des attaques des parasites, les agrumes font ainsi l'objet d'infestation par les maladies cryptogamiques, bactériennes et virales; à titre d'exemple:

5.4.4.1. la carie (*polyporus divers*)

C'est une maladie fongique s'attaquant au vieux bois à travers les plaies non cicatrisées; l'emploi des produits désinfectants et protecteurs prévient facilement les ravages de cette maladie.

5.4.4.2. Pourridié:

(*Armellaria, Dematophora, Rhizoctonia, Rosellinia, Clitocybe*)

Cette maladie se déclenche dans les milieux très humides, le mycelium envahit toute la zone cambiale, arrêtant le flux de la sève, puis la mort de l'arbre.

5.4.4.3. La gommose:

Due à (*Phytophthora citrophthora – P. parasitica – P. palmivora*)

Elle est causée par un champignon du genre mildiou, qui provoque la pourriture de l'écorce et du cambium.

Christien et al. (2002) ajoutent que les maladies fongiques (gommose ...) peuvent entraîner des pertes de récolte importantes ainsi que le dépérissement de l'arbre.

5.4.4.4. Anthracnose:

Due à *Colletotrichum gloeosporioides* et *Gleoporum limeticolum*

La maladie sévit surtout sur les sujets affaiblis ou carencés. Les attaques de l'antracnose s'observent par la mort des jeunes branches, feuilles et fleurs, alors que les autres parties de la plante restent en bonne santé.

5.4.4.5. Mal secco:

Dû à *Deutrophoma tradreiphila*

On reconnaît le mal secco par une coupe axiale des rameaux atteints: le jeune bois présente une zone orangée caractéristique des symptômes visibles à l'œil dont le dessèchement des rameaux, arrivant aux grosses branches puis la mort qui s'ensuit.

5.4.4.6. Fumagine:

Due à *Pleosphaera citri* (Ana)

Elle est due à un champignon qui vit sur les matières sucrées exudées par les feuilles, les cochenilles ou pucerons. L'action nuisible se produit par une asphyxie des parties recouvertes.

5.4.4.7. Tristéza:

C'est une maladie virale transmise par des insectes vecteurs tel que les pucerons, d'où la nécessité d'un porte greffe tolérant.

Conclusion :

On peut conclure que, actuellement la lutte chimique est la seule qui peut donner la satisfaction aux producteurs du fait que les phytoparasites sont faiblement contrôlés biologiquement par les auxiliaires.

Le traitement chimique par insecticides ou par fongicides doit viser le stade le plus sensible du phytoparasite, pendant le repos végétatif de la plante-hôte.

Pour qu'il soit efficace, le produit pulvérisé doit mouiller l'arbre complètement du tronc jusqu'à la dernière brindille.

Chapitre II :Présentation du phytoparasite

1. Taxonomie:
2. Description de l'adulte:
3. L'œuf :
4. La larve:
5. La nymphe ou pupe:
6. Biologie et cycle de développement :
 - 6.1. L'accouplement:
 - 6.2. La ponte:
 - 6.3. Le développement Lavaire:
 - 6.4- La pupaison:
 - 6.5- L'émergence des adultes:
 - 6.6- Nombre de génération:
- 7- Infestation et plantes-hôtes:
- 8- Répartition spatio-temporelle des ravageurs:
- 9- Lutte contre la cératite:
 - 9.1- Lutte chimique:
 - 9.2- Lutte biotechnique:
 - 9.3- Lutte par phéromones de marquage :
 - 9.4- Lutte biogénétique :
 - 9.5- Lutte biologique :
 - 9.5.1- Lutte par prédateurs :
 - 9.5.2- Lutte microbiologique :
 - 9.5.3- Lutte parasitologique :

Chapitre II : Présentation du phytoparasite

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied), très polyphage, est originaire de la Méditerranée et le nord de l'Afrique. Depuis le siècle dernier, cette mouche a considérablement étendu son aire d'habitat puisqu'on la retrouve dans presque tous les pays subtropicaux et tropicaux, y compris les îles du Pacifique.

Piguet en 1960, montre que son invasion dans la région méditerranéenne est assez bien jalonnée et datée. On la trouve d'abord en Espagne peu après 1840, elle est ensuite découverte aux environs d'Alger et en Italie vers 1860, on commence à parler d'elle en 1885 en Tunisie et pour la première fois en 1899 aux environs de Paris.

Sa propagation et sa conquête du Bassin méditerranéen sont donc relativement récentes, à peine historique, montrant comment est peu justifiée son appellation de "mouche méditerranéenne".

Dès 1920-1930, ce phytoparasite a conquis la quasi-totalité de son territoire mondiale d'extension possible.

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied), est le plus grand ennemi de l'arboriculture et notamment de l'agrumiculture.

Dans le monde, ce diptère peut s'attaquer à une gamme de 350 espèces fruitières cultivées et sauvages (Liquidó et al., 1991).

Sacantani (1957) et (Naamani et al., 1997) qualifient la forêt d'arganier au Maroc comme étant le plus grand foyer de la cératite dans le monde, dont la superficie occupée est de près de 700 000 ha.

Ce phytoparasite a fait l'objet de nombreux travaux qui ont permis de mieux connaître sa taxonomie, sa bio-écologie et sa virulence pour optimiser la lutte contre les dégâts qu'il provoque.

1. Taxonomie:

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wiedmann) appartient à la classe des insectes, ordre des diptères, la famille des *Tephritidae*, qui compte dans le monde environ 4 000 espèces dont 250 sont d'importance économique.

L'espèce est classée dans la sous famille des *Dacinae* et la tribu des *Ceratitini*.

Dans la sous famille des *Dacinae*, Perkins (1937) distingue 21 genres où il classe 134 espèces, mais 13 genres comportent de une à trois espèces seulement. Plus récemment, May (1962) considère que la tribu des *Dacini* comprend actuellement, en Afrique, Asie et Australie, de 350 à 400 espèces.

2. Description de l'adulte:

Ceratitis capitata (Wied) (Diptera: Tephritidae)

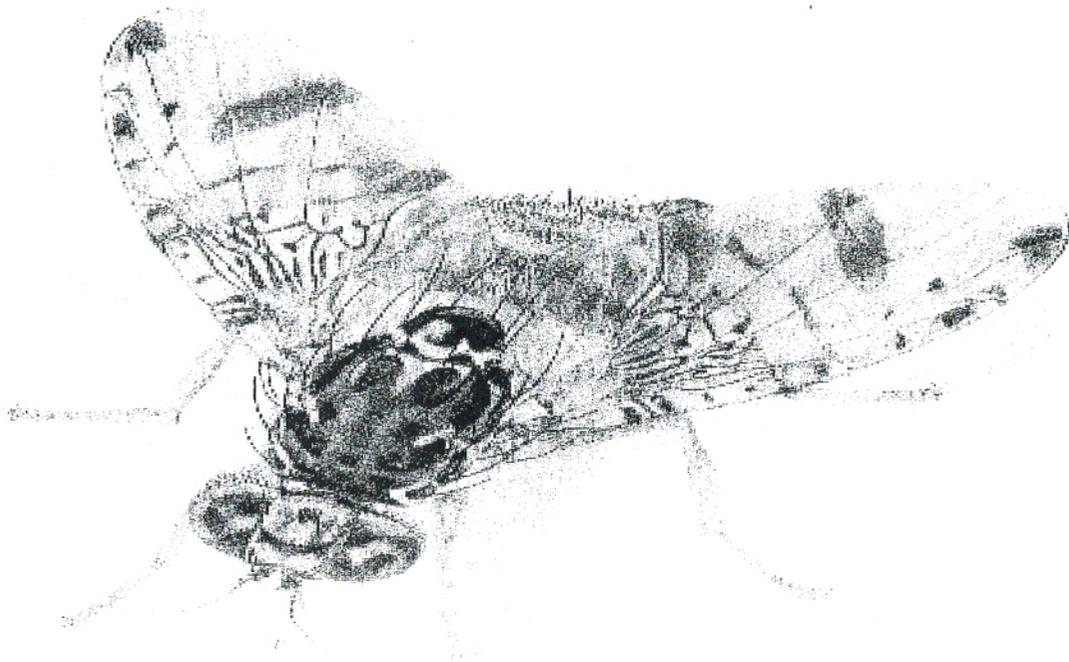
Nom commun français: mouche méditerranéenne des fruits

Nom anglais : the mediterranean fruit fly

La tête, jaunâtre chez le mâle, porte des soies orbitales très caractéristiques, yeux vert émeraude; au niveau du thorax le scutellum est noir, portant des dessins et muni à sa partie antérieure d'une bande transversale sinueuse, de couleur jaunâtre (Figure 3).

Pour Bodenheimer (1951), cette espèce est caractérisée par la couleur noire et jaune du corps.

La longueur du corps varie entre 3,5 à 5 mm. Les ailes sont transparentes avec des bandes jaune-orange. L'abdomen, brun jaunâtre, portant des bandes transversales grises, se termine chez la femelle par un oviscapte. Lors de l'oviposition, les femelles piquent le fruit-hôte par l'oviscapte qui s'allonge à 1,2 mm de long (Back, 1918).



Ceratitis capitata Wied.

Figure 3 : L'adulte de *Ceratitis capitata* (Wied) (Michael et Thomas ,1981)

3. L'œuf :

L'œuf de ce diptère est blanc, allongé, légèrement arqué ou bien fuselé avec une longueur de 1 mm.

4. La larve:

La larve de la cératite est un asticot typique, de couleur variant du blanc au blanc-jaunâtre.

La partie antérieure, effilée, est munie de crochets buccaux noirâtres, alors que la partie postérieure est tronquée.

Comme tous les diptères phytoparasites, cette larve passe par trois stades larvaires séparés par des mues (L₁, L₂ et L₃).

Les trois stades larvaires sont caractérisés par la forme, la dimension de l'armature buccale et la disposition des stigmates; la larve L₁ est de type métapneustique: absence de stigmates thoraciques, les larves L₂ et L₃ sont de type amphipneustique: présence de stigmates prothoraciques; selon leur forme, on distingue la larve L₂ de la larve L₃.

5. La nymphe ou puppe:

La puppe est de couleur brun foncé à maron-rougeâtre, elle a une longueur de 4 à 5 mm.

Selon Piguet (1960), la nymphe de ce diptère est très caractéristique, il s'agit d'une sorte de chrysalide très condensée dont la paroi extérieure est constituée en partie par la mue larvaire et l'ensemble prend l'aspect d'un petit tonneau auquel est réservé l'appellation de puppe.

6. Biologie et cycle de développement :

La cératite, mouche méditerranéenne des fruits, est répandue dans toutes les régions à climat tempéré-chaud de type méditerranéen.

Ce diptère, probablement originaire de l'Afrique occidentale, est extrêmement polyphage, attaquant jusqu'à 200 espèces fruitières (Ortu, 1997).

Fellah et Dhouibi (1997) montrent que l'été offre à la mouche méditerranéenne des périodes de réceptivité chevauchantes tout au long de cette saison estivale, ils ajoutent que la fin de cette période pousse la cératite à continuer son développement sur les agrumes, ce qui explique qu'elle soit plus connue sur les agrumes que sur les autres espèces fruitières.

Les imagos de la mouche méditerranéenne récemment émergés se nourrissent de substrats sucrés tels que les miellats d'homoptères, ils ont également besoin de protéines afin d'achever leur maturation sexuelle et cela durant 4 à 10 jours au maximum (Bateman, 1972).

Arrivant au stade adulte, les mâles et les femelles procèdent à la communication chimique à l'aide des phéromones sexuelles, peu après, le cycle redémarre par l'accouplement.

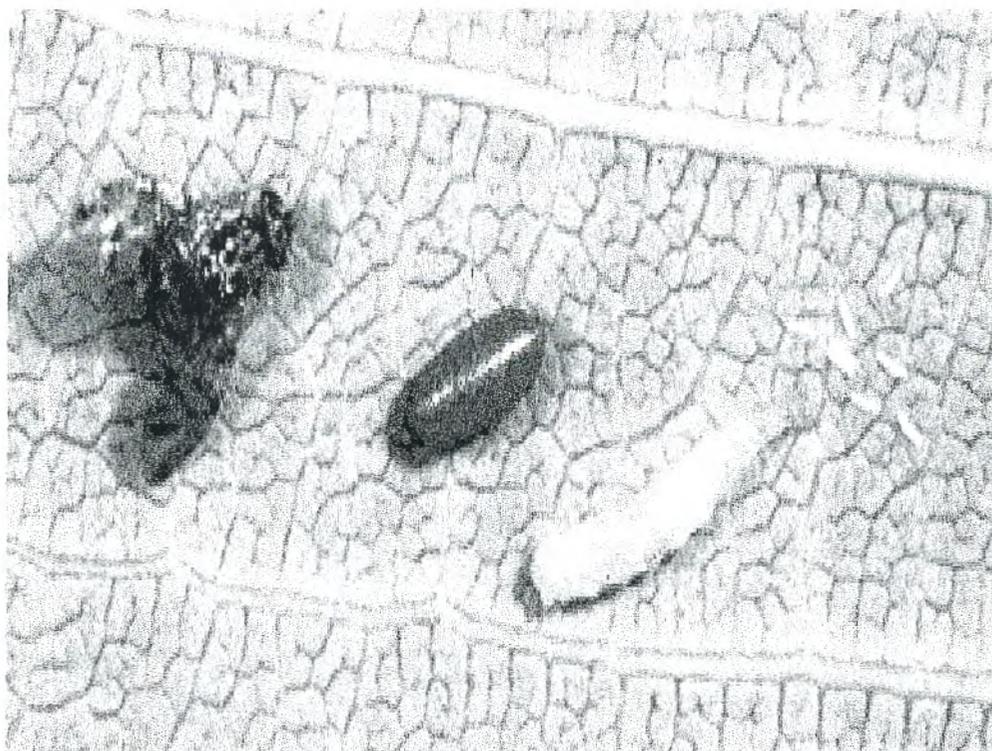


Figure 3 : Le cycle de développement de *Ceratitis capitata* (Wied) (Michael et Thomas ,1981)

6.1. L'accouplement:

Les mâles se rassemblent en groupe (leks) sur les plantes, où ils émettent ensemble une phéromone sexuelle distribuée par les ailes, ainsi qu'une stridulation attirant les femelles mûres (Bateman, 1972).

Plusieurs études ont montré que les mâles sont polygames alors que les femelles sont oligogames. Selon Briceno et al. (1996); Briceno et Eberhard (2002), au moment de l'accouplement, le mâle produit deux types de vibration d'ailes pour attirer les femelles mûres. Marot (1968), montre qu'il n'y a pas un effectif constant de spermatozoïdes émis lors de chaque éjaculation, suivi par une faible diminution de la capacité reproductrice.

Zapien et al. (1983), ont estimé qu'il n'y a pas de différence entre le comportement sexuel des mouches sauvages et celles élevées au laboratoire avec le maintien de visite des femelles aux mâles.

Jang (1995) a trouvé que l'accouplement a un effet sur des réponses olfactives, l'exemple de la mouche des fruits *Ceratitis capitata* (wied) dont la préférence entre la phéromone sexuelle mâle et l'odeur de fruits s'inverse après l'accouplement. Cette inversion résulte de l'injection du fluide de la glande accessoire mâle lors de l'accouplement.

Metclaf (1990), précise qu'il y a deux phéromones, l'une sécrétée par les mâles : N-alkyl-acylamide ; aphrodisiaque de faible attirance pour les femelles; l'autre produite par ces dernières, de type spiroacétale est fortement attractive pour les mâles.

Drew (1989), ajoute que la combinaison des kairomones des plantes-hôtes et des phéromones mâles est considérée comme un système spécifique d'accouplement.

6.2. La ponte:

L'oviposition est fortement influencée par l'intensité lumineuse, et a lieu de préférence dans une zone ombragée.

Par des mouvements rotatifs de l'ovipositeur, la femelle construit une petite chambre où elle pond ses œufs dans le fruit-hôte (Ortu, 1997; Tindo et Tamo, 1999), ils ajoutent qu'elle devient très saisissable en pleine ponte.

Il existe des cas où les femelles profitent parfois d'une blessure de l'épiderme ou d'un trou de ponte d'une autre femelle pour pondre leurs œufs; durant sa vie, la fertilité moyenne d'une femelle est de 500 à 600 œufs avec un maximum de 800 à 1000 œufs.

Si les œufs sont maintenus à un $\text{PH} = 6$, il y aura une forte éclosion avec une bonne survie des larves (Karsavuran et al., 1988).

Pour qu'il y ait une bonne protection des œufs, la femelle dépose autour des points de piqûre une phéromone de marquage afin d'écartier les autres femelles qui sont à la recherche d'un site de ponte, en évitant la surcharge (Prokopy, 1981; Dhouibi et Fellah, 1997).

Concernant l'hôte de ponte, Zuccoloto (1987) affirme que la cératite femelle est la seule responsable du choix des conditions nutritives des stades immatures; Crnjar et Prokopy (1982) montrent qu'elle peut évaluer la valeur nutritive d'un fruit grâce aux sensibiles gustatives localisées au niveau de son ovipositeur. D'autre part, la cératite est capable de réguler sa ponte en fonction des caractéristiques nutritives de l'hôte (Zuccoloto, 1987 et 1991; Waldbauer et Friedman, 1991).

6.3. Le développement Linaire:

Les œufs éclosent après deux à cinq jours de la date de ponte, les larves émergées s'enfoncent dans la pulpe où le cycle larvaire qui comprend trois stades, dure de neuf à quinze jours (Figure 4).

Généralement, la mortalité larvaire augmente aux températures supérieures à 30°C , les larves les plus jeunes étant les plus sensibles (Fletcher, 1987; Kapatos, 1989).

Aux conditions naturelles, les larves sont aussi sensibles à d'autres facteurs de mortalité comme les parasitoïdes, les prédateurs animaux et la compétition larvaire due au surnombre (Manoukas, 1980; Debouzie, 1989). A l'opposé, Prokopy (1977) trouve que les larves L_3 nymphosent dans le sol afin d'assurer la protection contre les ennemis et la dessiccation due aux variations de températures. Selon Santiago et Sarasua (1983), les stades larvaires L_3 sont les plus propices pour le traitement par le diflubenzuron (D.F.B) qui provoque leur mortalité ou alors une malformation des pupes qui ont pu survivre.

Une comparaison faite par Muniz (1987) entre une population d'une colonie élevée au laboratoire et d'une colonie sauvage de *Ceratitits capitata* (Wied), montre qu'en général, ces populations ne diffèrent pas significativement quant à la croissance larvaire.

Piguet (1960), ajoute que l'évolution des larves est très rapide et en fin de croissance, elles abandonnent le plus souvent leur milieu nutritif qu'elles ont transformé en masse de pourriture, puis gagnent le sol pour la pupaison.

6.4- La pupaison:

En fin de développement, les asticots quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer à faible profondeur dans le sol, où s'effectue la nymphose; celle-ci présente une durée variable selon les conditions climatiques, en Europe elle est de 10 à 11 jours en été, et de 18 à 20 jours en automne.

Arrivant au troisième stade larvaire, les larves L₃ prennent une couleur jaunâtre et sont capables de sauter sur quelques centimètres de distance, arrivant à l'endroit choisi pour déclencher la nymphose qui varie de 11 à 15 jours (Tindo et Tamo, 1999).

Kazimirova et al. (1992), signalent que les pupes de quatre à six jours de *Ceratitits capitata* (wied) semblent être les meilleurs hôtes pour le développement de *Coptera occidentalis* (Hymenoptera).

Manoukas et Tsiropoulos (1977) ont constaté que la grande densité des larves influe sur leur taille et celle des pupes ainsi que sur leur temps de développement et de pupaison.

Tsitsipis et Papanicolaou (1979) et Del Pino et al. (1997), insistent sur l'importance de la nature du substrat et de la température qui influent sur la profondeur et la survie des futurs diptères.

Meats (1989) signale que chez les mouches de fruits, seuls les stades pupaux et adultes sont affectés par l'humidité, cette dernière n'alter pas la survie pupale tant que les températures se situent dans l'intervalle de survie.

Aux conditions de température favorable, le cycle de développement dure une quinzaine à une vingtaine de jours [respectivement à 32° et 26° C], mais si la température est maintenue une semaine à t = 2°C, les pupes n'émergent jamais.

Aux conditions de laboratoire, les pupes sont très utiles pour la production des adultes, notamment les mâles afin de les stériliser et les lâcher dans la nature dans le cadre de la lutte autocide (Nadel et Peleg, 1968).

6.5- L'émergence des adultes:

Dès le deuxième jour qui suit l'émergence, les femelles produisent les phénomènes qui induisent une réponse des mâles matures, au troisième jour.

Fletcher (1987) signale que le développement ovarien commence immédiatement après l'émergence des jeunes femelles, qui requièrent du matériel protéique pour achever la maturation des œufs.

De son côté, la plante-hôte peut affecter le taux d'émergence par ses caractéristiques nutritives, sans pour autant perturber le sex-ratio, la durée et la période d'émergence des pupes issues de ses fruits (Fellah et Dhouibi, 1997).

6.6- Nombre de génération:

La multitude des espèces fruitières sauvages dont les fructifications sont échelonnées dans le temps, assure une succession ininterrompue de générations considérables (Etienne, 1972).

Les travaux menés par Lekchiri (1983) sur l'infestation des agrumes par la mouche méditerranéenne des fruits indiquent que l'invasion annuelle de ce diptère dans les vergers d'agrumes a lieu à la mi-septembre, avec des piqûres et pontes et un nombre de trois à cinq générations par an.

Sur les fruits à noyaux, Bodenheimer (1951) montre que les pêches permettent le développement de deux à trois générations de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied). Gahbiche, (1993); Fellah, (1996) ; Fellah et Dhouibi (1997), confirment que la cératite est un diptère polyvoltine très polyphage, se développant dans le nord de la Tunisie en sept à huit générations successives dont cinq sont estivales. Bernstein (1985) ajoute que la taille et la croissance des populations de mouches de fruits *Ceratitis capitata* (wied) sont influencées par les facteurs de l'environnement.

7- Infestation et plantes-hôtes:

Les dégâts de la cératite sont très importants; surtout en période estivale sur pêcher, abricotier ... et en automne sur les agrumes. Cette infestation sur les fruits de citrus se présente par une petite tâche entourant la piqûre, elle s'agrandit, une dépression se creuse en dessous suivie par une pourriture et la chute du fruit à l'état prématuré (Figure 5). Au Brésil, Malioli et al., (1988) signalent que cette infestation de la cératite débute au mois d'octobre à février avec un pic des populations à la fin de décembre.

D'après Quillici (1999); Muniz et Zalon (1997), la gamme connue de plantes-hôtes comprend plus de 250 espèces végétales, avec 200 variétés de fruits cultivés ou sauvages, selon Bonnemaïson (1962) et Mitchel et al., (1977) et Liquido et al. (1991) signalent 353 espèces de fruits. De nombreuses espèces fruitières peuvent être attaquées: agrumes, manguiier, pêcher, goyave, goyave de chine, bibassier, annones, avocatiers, figuier, kaki, pommier, vigne, poirier... ; mais également certaines cultures maraîchères telles que le piment, poivron, tomate... que Naamani et al., (1997) trouvent comme hôtes de relais pour la cératite, en dehors de la période fruitière de l'arganier.

Selon Etienne (1972), certains *Tephritidae* introduits accidentellement dans l'île de la réunion occupent de nouvelles niches écologiques dans lesquelles ils ont trouvé des conditions favorables à leur développement durant toute l'année.

Martin (1951) signale que dans la région d'Arles et de Sarlon (France), l'infestation débute sur une variété précoce de pêches puis des variétés tardives, suivie par l'abricotier.

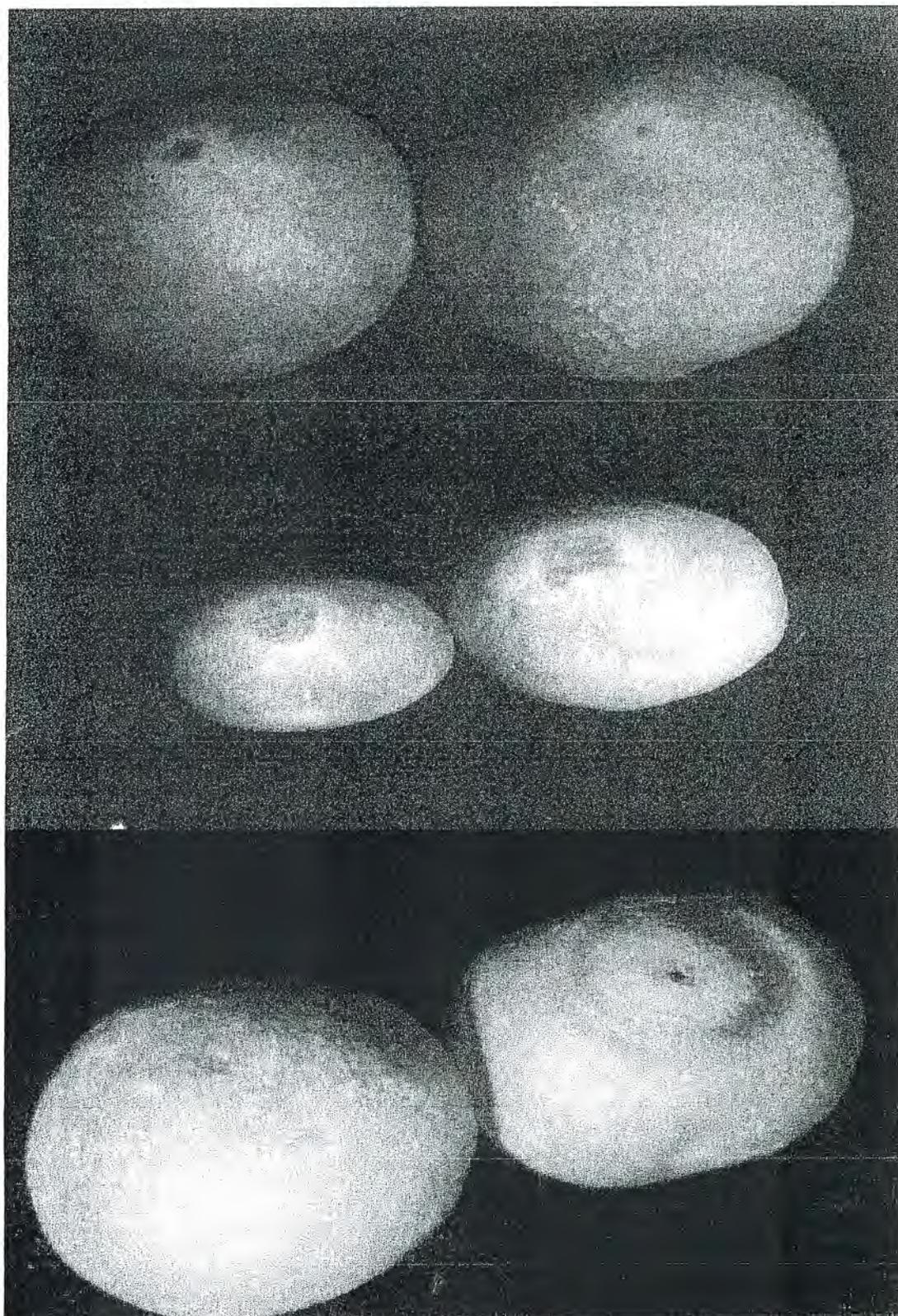


Figure 5 : L'évolution de l'infestation sur les agrumes (*Citrus clementina*)

Les figuiers mûrs constituent une source alimentaire énergétique importante pour la cécidomyie et la mouche de l'olive (Katsoyannos, 1983).

En plus du figuier, Lekcheri (1983); Bakri et Hardis (1997) et Naamani et al. (1997) ajoutent que les agrumes, figuier de barbarie et l'abricotier sont les plantes-hôtes principales au Maroc avec un foyer d'infestation qui est la forêt d'arganier.

Les mouches de fruits attaquent les citrus et les espèces tropicales et subtropicales (Delrio, 1986; Eskafi et Kolbe, 1990). L'étude des fluctuations saisonnières montre que les populations sont faibles en hiver et sont maximales en été et en automne sur les citrus, ainsi que sur les cerises de caféier (Eskafi et Kolbe, 1990).

89 espèces d'arbres fruitiers, les plus attaqués par les mouches de fruits, sont localisés dans 321 stations à différentes altitudes au Guatemala (Eskafi et Eunningman, 1987).

Au laboratoire, Papaj et al. (1987) ont étudié l'effet de l'accoutumance à une espèce de fruit, sur l'acceptation ultérieure des fruits d'une espèce déterminée, elle n'était pas la même pour les mouches sauvages que pour les mouches élevées au laboratoire.

Toujours à l'échelle expérimentale, des populations de *Ceratitidis capitata* (Wied) élevées au laboratoire ont été préexposées à des oranges amères et des oranges douces pour l'oviposition, comparées à des populations non exposées, toutes ces populations ont montré une préférence pour leurs hôtes préexposés, quand on leur offre le choix pendant 24 heures. Au bout de 48 heures, les trois populations ont pondu leurs œufs exclusivement sur les oranges douces (Dias et Arthur, 1997).

Les résultats de Harris et Lee (1987) indiquent que les plantes hôtes de la cécidomyie sont hautement variables en distribution, en abondance et en cycle fruitier durant les saisons et les années, à cause des facteurs climatiques notamment la pluviométrie.

8- Répartition spatio-temporelle des ravageurs:

La répartition spatiale des espèces animales ou végétales dans un habitat donné est utile à connaître lors d'inventaire d'espèces et d'estimation des dégâts, de mise au point de pratiques culturales et traitements phytosanitaires (Debouzie et al., 1986), (Gaouar et Debouzie, 1995) et (Gaouar, 1999). En biologie des populations, il est important de savoir comment les espèces sont distribuées dans leur habitat (Legay et Debouzie, 1985); (Debouzie et Thioulouze, 1986). Selon Debouzie et Pallen (1987), les interactions entre les insectes phytophages attaquant les mêmes espèces de plantes doivent être étudiées puisque le comportement d'un insecte ne peut être séparé de son environnement, alors que

Legay et Chessel (1977) estiment que la structure de la population animale étudiée ne dépend pas seulement de ses relations avec le support mais aussi des relations entre individus de la même espèce.

Il est généralement accepté que les propriétés physiologiques de la plante-hôte sont significatives pour la dynamique des populations des insectes phytophages (Southwood, 1978; Mustapha, 1984).

Par ailleurs, Harris et Lee (1989) concluent que *Ceratitis capitata* (Wied) et *Dacus dorsalis* ont une distribution et une abondance qui sont directement affectées par l'élimination de leurs fruits-hôtes préférés et indirectement par les facteurs climatiques.

9- Lutte contre la cémentite:

La cémentite est un ravageur beaucoup plus connu sur les agrumes que sur les autres espèces fruitières, elle peut être très nuisible aussi bien sur abricotier et pêcher que sur poivrier et pommier causant des dégâts importants aux récoltes.

L'infestation est plus importante dans les fruits chutés, mûrs ou mûrissants, alors qu'elle reste faible dans ceux verts, non chutés (Naamani et al., 1997).

Tous les fruits attaqués par *Ceratitis capitata* (Wied) et qui ont subi une oviposition deviennent véreux, pourrissent rapidement et chutent en grand nombre par terre, perdant ainsi toute valeur commerciale.

Afin de limiter les infestations, on doit procéder à un traitement insecticide dès que les fruits commencent à virer, complété par différentes méthodes de lutte.

9.1- Lutte chimique:

Une connaissance sur la dispersion des insectes dans une région, est très importante pour définir les points chauds de l'infestation afin de moduler la dose des pesticides (Debouzie et Thioulouse, 1986).

Ehler et al. (1987) ont dû minimiser les effets négatifs sur les espèces non visées, tout en assurant la suppression ou l'éradication de la cémentite.

Iperti (1983) précise qu'en lutte chimique, on doit respecter des règles sur les modalités d'application des insecticides. L'application du diflubenzuron (DFB) donne de bons résultats avec la dose à appliquer sur le troisième stade larvaire, pour provoquer une mortalité larvaire, une malformation des pupes et une réduction de fécondité des adultes avec une faible éclosion d'œufs (Santiago et al., 1983).

Bonnemaison (1962) précise que le développement larvaire se fait en trois semaines avant la récolte; il est nécessaire de traiter à deux reprises; respectivement vingt et dix jours avant la récolte (cueillette) avec du diméthoate.

Concernant les traitements au malathion, le résultat est une mortalité différente selon le sexe et l'espèce de mouche de fruits.

Melia (1989) signale que le contrôle chimique est le plus efficace en lutte contre la cératite. L'insecticide utilisé avec l'hydrolysate de protéine non dilué, donne de meilleurs résultats dans une proportion de 4 pour 1 (4 fois plus efficace).

Selon Ros (1997), la lutte chimique a des conséquences sur la toxicité des fruits ainsi que sur la destruction de la faune utile d'où la nécessité d'utiliser des attractifs spécifiques.

9.2- Lutte biotechnique:

Actuellement, il existe différents types de pièges en plexiglas, carton, bois, plastique..., d'environ 15x20 centimètres (Ortu, 1997).

Le contrôle du vol des adultes dans les vergers d'agrumes en Sicile a été effectué à l'aide de pièges chromatiques appâtés au Trimédlure. Les captures les plus élevées sont obtenues au cours du mois d'août à octobre (Benfatto et Longo, 1983).

D'après Cochereau (1970), le Trimédlure reste un bon attractif synthétique de *Ceratitis capitata* (Wied) sauvage ou celle de laboratoire, mais à de fortes doses, le Trimédlure devient une substance répulsive.

Ortu (1997) précise que les pièges olfactifs ou chimiotropiques peuvent être englués avec une substance attractive pour les femelles (protéines hydrolysées, sels d'ammonium...), avec du Trimédlure pour les mâles.

Prokopy et al., (1992) concluent que l'efficacité des pulvérisations d'insecticides s'améliore par l'administration d'un attractif. Les mesures des taux de captures montrent que le coton imbibé de 2g de Trimédure n'est plus efficace au bout de deux à quatre semaines d'exposition, alors qu'une dose de 4 g de Trimédure accroît la longévité mais non l'activité biologique de la mouche.

Selon Costilla et Basco (1977), les pulvérisations de molasse et malathion ont causé plus de mortalité que celles avec du malathion additionné d'hydrolysate de protéine; les deux sont plus efficaces que le malathion seul.

Dans les pièges chargés d'une solution d'ammoniaque 0,01 M ayant une vitesse de diffusion de 5,28/ $\mu\text{g}/\text{cc}/\text{h}$; Mazor (1987) constate que l'ammoniaque (1 cc/piège) s'avère être un attractif très efficace.

Katsoyannos (1983), assure que le nombre d'adultes de *Ceratitis capitata* (Wied) capturés par les pièges MC Phail a été de 4,2 à 46,3 fois plus élevé et celui de *Bactrocera (Dacus) oleae*, 2,4 à 16,7 fois plus élevé que par les pièges Rebell.

L'étude comparative de l'attractivité de différents types de pièges sexuels à Trimédure vis à vis de *Pterandus rosa* (K) et *Ceratitis capitata* (Wied), a prouvé que le piège Rebell (à glue jaune vif) et le type Procida sont les gobe-mouches les plus intéressants pour la capture des mâles des deux espèces de ravageurs (Quilici et al., 1987).

Au Maroc, Lekchiri (1983) signale que le contrôle de la mouche se fait par les pièges attractifs et sexuels d'un traitement insecticide localisé. Si l'invasion est forte, il est nécessaire de recourir à des traitements généralisés.

Selon Bakri et Hadis (1997), les pièges Jackson ne capturent presque exclusivement que les mâles, alors que les pièges secs et pièges Mc Phail capturent aussi bien les mâles que les femelles. Ajoutent que ces captures ont été influencées par les variations climatiques. Katsoyannos (1983) précise que les pièges Mc Phail sont moins destructifs pour la faune utile que les pièges Rebell.

Wong et al. (1985) montrent que les plantes hôtes sont plus attractives que les pièges appâtés d'attractifs.

En Nouvelle Zélande, le contrôle et la surveillance des populations se fait à l'aide des pièges Jackson, appâtés à la Capilure et au méthyl-Eugénol (Somerfield, 1989).

Baker et al., (1988) définit la Capilure comme une substance plus lente d'évaporation et moins attractive que le Trimédure.

La combinaison de l'acétate d'ammonium et de l'hydrolysate de protéine montrent une plus grande attractivité que pour chacun seul ; en y ajoutant le Trimédure, seules les femelles ont été plus attirées (Delrio et Ortu, 1988).

9.3- Lutte par phéromones de marquage :

Les études de Dhouibi et Fellah (1997) sur l'efficacité de la phéromone de marquage, extraite à partir des fèces de la cécidite, ont montré une régression du taux d'infestation sur pêcher, figuier, vigne et mandarinier.

Selon Boller (1981), cette phéromone est très efficace et peut être utilisée comme tout produit de lutte avec les mêmes techniques, sur de grandes superficies.

9.4- Lutte biogénétique :

Récemment, la technique du mâle stérile a connu un grand développement.

La méthode de « flushing » consiste à diminuer progressivement le pouvoir de multiplication du ravageur en libérant de façon répétée dans la nature des populations importantes de mouches stériles, celles-ci s'accouplent avec les populations sauvages (naturelles) et amènent de façon discrète une élimination progressive de ces dernières (La Brecque et Keller, 1964 ; Keiser et al., 1965 ; Steiner et al., 1965).

Cette technique consiste à élever artificiellement, au laboratoire, de grandes quantités de mouches ; à stériliser les insectes par radiations ionisantes et à les lâcher périodiquement dans des zones géographiquement et écologiquement bien définies (Ortu, 1997).

Zapien et al., (1983) précisent que dans 1380 observations de copulation, 51,5% furent réalisées par des mâles de laboratoire et 48,5% par des mâles sauvages. Il n'y a pas eu de différence entre les visites des femelles aux mâles.

Piedade et al. (1997) indiquent que l'application des radiations gamma cobalt-60, à un volume très élevé, sur les pupes de mouches de fruits *Ceratitis capitata* (Wied), provoque leur stérilité.

9.5- Lutte biologique :

Cette technique de lutte a pour objet de contrôler l'abondance d'une population cible, jugée nuisible ou indésirable, par introduction d'un prédateur, d'un parasite ou d'un compétiteur, sans modification du milieu.

9.5.1- Lutte par prédateurs :

L'utilisation de la fourmi *Iridomyrmex humilis* par Wong et al. (1984) au laboratoire, a donné 50% de mortalité au bout de dix minutes d'attaque pour 7 fourmis/larve.

Dans la nature, la mortalité est importante dans la partie sud de l'arbre avec 3,9% et 2,3% pour le nord ; si la pupaison s'effectue au sol, la mortalité des imagos est de 98,8% dont la majeure partie est provoquée par la fourmi.

Eskafi et Kolbe (1990) signalent la prédation par la fourmi *Solanopsis geminata* qui consomme 7 à 25% des larves de *Ceratitis capitata* dans les vergers de caféiers et d'orangers ; aux conditions naturelle cette prédation est influencée par la température et l'heure de la journée.

Par ailleurs, la périodicité des émergences des larves à partir des fruits coïncide avec l'activité des fourmis, la prédation des pupes par les fourmis ou autres insectes peut être plus importante que pour les larves.

9.5.2- Lutte microbiologique :

La microsporidie *Octospora muscae domesticae* est à l'origine d'une grande mortalité de *Ceratitis capitata* et *Bactrocera oleae* au laboratoire, mais son application dans les conditions naturelles reste hypothétique (Ormières et al., 1977)

Il ajoute que cette microsporidie contamine les stades larvaires du phytoparasite et les tue cinq à sept jours après l'infestation.

9.5.3- Lutte parasitologique :

En lutte biologique, il est important d'utiliser les insectes parasitoïdes définis par Boulétreau (1988) comme des insectes parasites d'insectes, qui ne vivent pas en harmonie avec leur hôte, car le résultat est la mort de ce dernier qui les a hébergé.

Cette préférence est due probablement au caractère adaptatif de l'apprentissage associatif qui a été bien décrit par Vet et al. (1995) chez les Hyménoptères parasitoïdes : les femelles mémorisent l'odeur du substrat de l'insecte hôte pendant qu'elles l'infestent et sont alors par la suite attirées par cette odeur.

En Tchécoslovaquie, l'endoparasite exotique *Coptera occidentalis* a été importé des USA pour contrôler la cératite, au laboratoire la quantité de parasites obtenues est influencée par plusieurs facteurs tels que la compétition intraspécifique entre les larves de *Ceratitis capitata* qui la rend moins importante, la taille et l'âge de l'hôte influent également sur l'oviposition des parasitoïdes, sur le pourcentage de parasitisme, la viabilité et le sex-ratio (Kazimirova et al., 1992).

Ces mêmes chercheurs trouvent que les pupes de quatre à six jours de *Ceratitis capitata* semblent être les meilleurs hôtes pour le développement de *Coptera occidentalis* (Hyménoptera, Proctotrupeïdea, Diapriidae).

Alors que les résultats obtenus par Allemand et al., (1999) sur les drosophiles montrent qu'une pression parasitaire très forte provoque une certaine mortalité.

Concernant l'influence des facteurs édaphiques, Delanue et Pralavorio (1977) trouvent certaines fluctuations des populations du parasite, lorsque les pupes de l'hôte se forment dans le sol, à une époque où l'hygrométrie est faible.

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude:
 - 1.1. Situation géographique de la wilaya:
 - 1.2. Caractéristiques sommaires de la wilaya :
 - 1.3. Les ressources hydriques:
2. Climat:
 - 2.1. Station et ressources météorologiques:
 - 2.2. Les précipitations:
 - 2.3. Les températures:
 - 2.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen:
 - 2.5. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger:
3. Pédologie:
4. Situation et superficie de la daïra d'étude:
 - 4.1. Description de la zone d'étude :
 - 4.1.1 Les cultures existant dans la ferme:
 - 4.1.2. Le choix des vergers à étudier:
 - 4.1.3. Présentation des variétés étudiées:
 - 4.1.3.1. Les oranges navels:
 - 4.1.3.2 Les oranges blondes:
5. Matériels:
 - 5.1. Matériels de piégeages:
 - 5.2. Matériel pour élevage:
 - 5.3. Matériels pour analyses pédologiques:
6. Méthodes utilisées:
 - 6.1. Objectif expérimental:
 - 6.2. Méthode d'échantillonnage et choix de parcelles:
 - 6.3. Prélèvement et examen des fruits :
 - 6.4. Mise en élevage:
 - 6.5. Piégeage des adultes:
 - 6.6. Méthodes d'analyse pédologique:
 - 6.6.1. Le PH
 - 6.6.2. La Granulométrie:
 - 6.7. Méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation:
 - 6.7.1. Le PH:
 - 6.7.2. La salinité:
 - 6.7.3. La conductivité:
7. Analyses statistiques des données:
 - 7.1. Analyse de variance à un critère de classification:
 - 7.2 Analyse de variance à deux critères de classification:
 - 7.2.1- Modèles croisés:
 - 7.2.2. Modèles hiérarchisés:
 - 7.3- Corrélation et régression:
 - 7.3.1- Coefficient de corrélation linéaire:
 - 6.3.2- Droite de régression:

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude:

1.1. Situation géographique de la wilaya:

La wilaya de Tlemcen se situe dans l'ouest Algérien, entre 34° et 35°21 de latitude nord et 0°12 de longitude ouest. Elle est limitée au nord par la Mer Méditerranéenne, au sud par la wilaya de Naâma, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbes et à l'ouest par le Maroc (Figure 6).

1.2. Caractéristiques sommaires de la wilaya :

C'est une région essentiellement agricole, avec une production très variée (légumes, légumes secs, fruits, céréales etc...) et une production animale, principalement avicole.

L'agriculture dans cette région est assurée par une superficie totale de 350 000 ha dont 14 000 ha sont irrigués, soit 4% de la superficie totale.

La wilaya de Tlemcen est caractérisée par la production des agrumes dont les superficies occupées se présentent comme suit (Anonyme 2003) :

1- Citronnier :		
- Total wilaya ferme pilote	→ 02 ha	→ production 100 Qx
- Total wilaya secteur privé	→ 150 ha	→ production 7700 Qx
- Total Général	→ 152 ha	→ production 7800 Qx
2- Oranger :		
- Total wilaya ferme pilote	→ 43 ha	→ production 900 Qx
- Total wilaya secteur privé	→ 1430 ha	→ production 88600 Qx
- Total Général	→ 1473 ha	→ production 90500 Qx
3- Mandarinier :		
- Total wilaya ferme pilote	→ 00 ha	→ production 00 Qx
- Total wilaya secteur privé	→ 23 ha	→ production 1450 Qx
- Total Général	→ 23 ha	→ production 1450 Qx

4- **Clémentinier :**

- Total wilaya ferme pilote —→ 08 ha —→ production 350 Qx
- Total wilaya secteur privé —→ 304 ha —→ production 20900Qx
- Total Général —→ 312 ha —→ production 21250 Qx

5- **Total agrumes:**

- Total wilaya ferme pilote —→ 53 ha —→ production 2350 Qx
- Total wilaya secteur privé —→ 1907 ha —→ production 118650 Qx
- Total Général —→ 1960 ha —→ production 121000 Qx

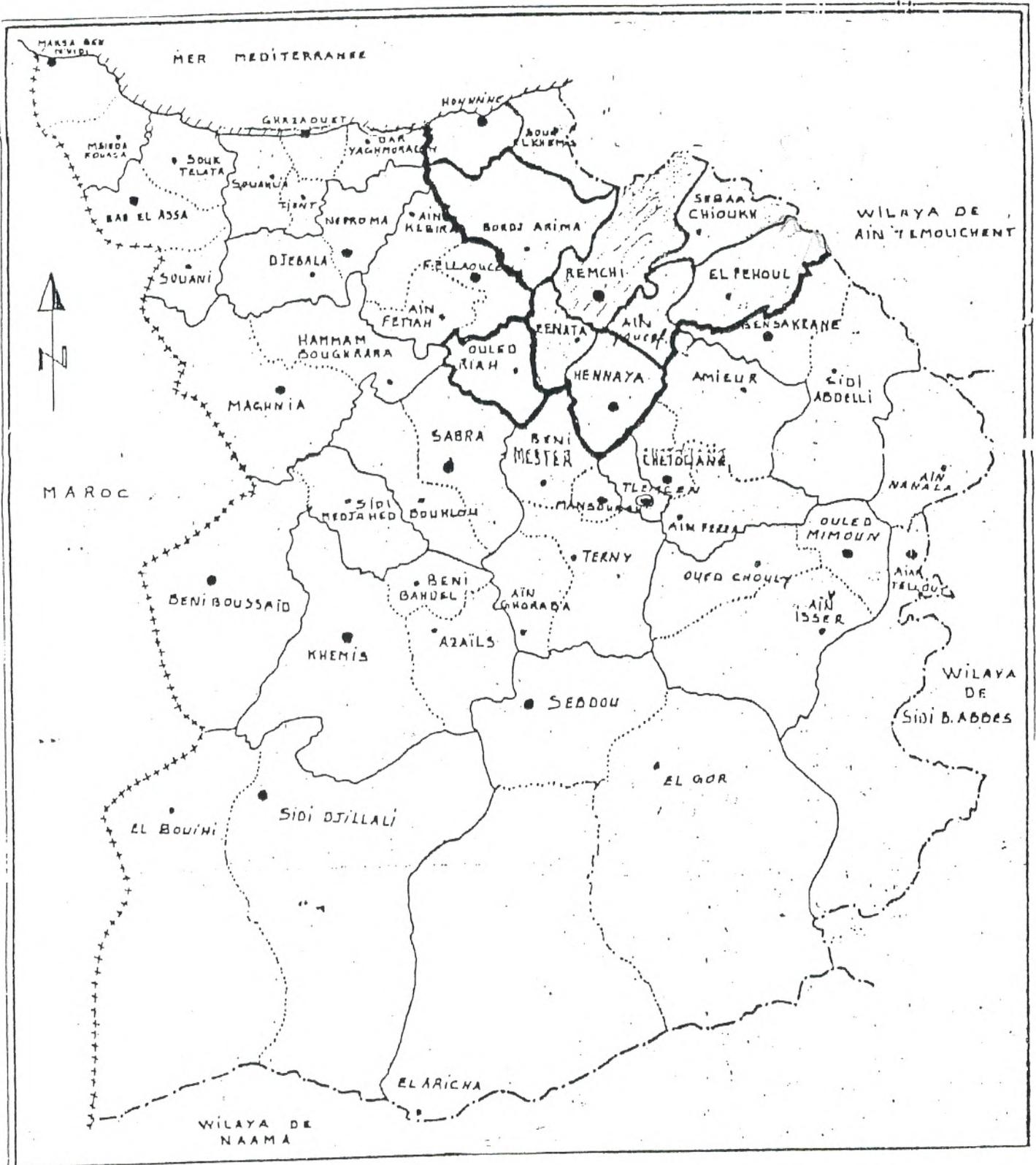


Figure 6 : la carte de la wilaya de Tlemcen

1.3. Les ressources hydriques:

Les ressources hydriques sont assurées par deux oueds, Oued Tafna et Oued Isser et cinq barages: El Mafrouch, El Abdelli, Beni Bahdel, Boughrara et Sekkak

2. Climat:

Le climat de la région d'étude, de type méditerranéen, est caractérisé par une saison estivale longue et sèche, à température élevée et une saison hivernale froide et humide, à précipitations très irrégulières.

La période sèche et la période humide sont représentées par le diagramme de Bagnouls et Gausson (1953) (figure 9). L'étude climatique est basée essentiellement sur les données climatiques des précipitations, des températures (maximales, minimales, moyennes) et l'humidité.

Ces données climatiques ont été gracieusement fournies par la station météorologique de Zenata, qui est la station de référence.

2.1. Station et ressources météorologiques:

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Période	Station extrapolée
Zenata	1°27' W	35°00'N	249	1982-2002	El Fehoul

2.2. Les précipitations:

Les précipitations sont très irrégulières, caractéristiques de la wilaya de Tlemcen. En examinant le tableau 4, on constate qu'elles sont mal réparties durant les mois de l'année. Les précipitations moyennes mensuelles de 1982 à 2002 (Tableau5) montrent que les mois de janvier, février et mars sont les mois les plus pluvieux (39,39 mm ; 44,08 mm et 42,50 mm respectivement), alors que juin, juillet et août sont les plus secs (3,49 mm; 1,32mm et 4,37 mm respectivement)

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles de 1982 à 2002

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	39,39	44,08	42,50	31,25	28,90	3,49	1,32	4,37	12,79	18,36	48,48	30,53

Tableau 5 : Somme des précipitations annuelles de 1982 à 2002

(ΣP : somme des précipitations)

Année	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ΣP	334	148,3	324	294,1	478,7	256,5	195,6	213,3	360,5	328,8	351,1	322,5
Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Moyenne		
ΣP	317,6	311,1	332,3	334,4	274,7	409	226,8	333,7	326,5	308,26		

Précipitation en(mm)

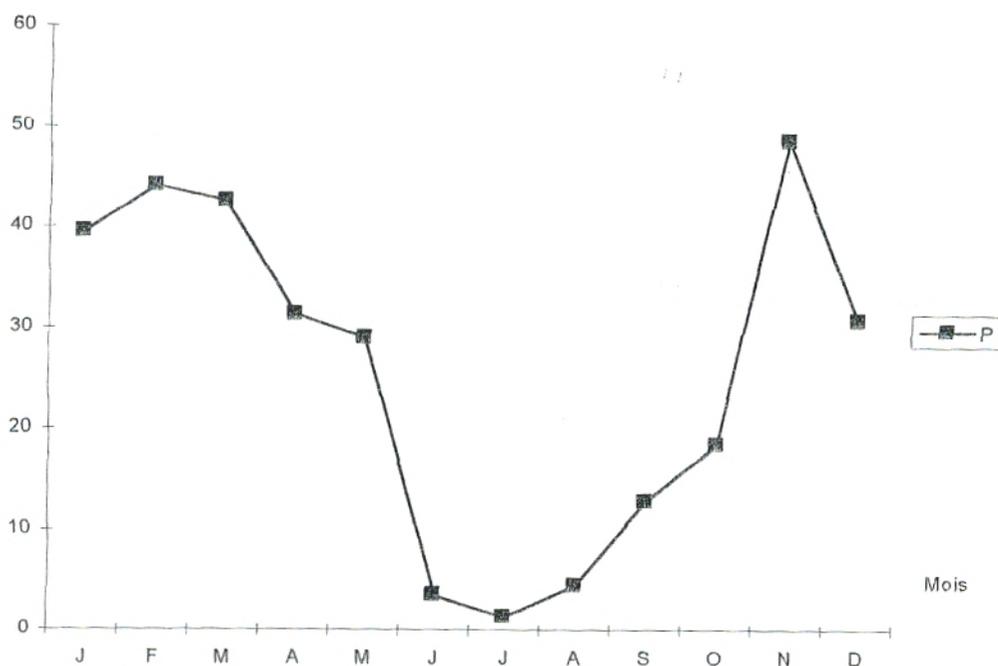


Figure 7 Précipitation moyenne mensuelle de la période de 1982 à 2002

2.3. Les températures:

C'est un facteur abiotique influant directement sur la biologie et la croissance des êtres vivants.

Lamy(1997) précise que les insectes étant des poikilothermes, ma température est pour eux le facteur écologique le plus important.

Durant la période oscillant entre 1982 et 2002, les températures moyennes les plus élevées marquant les mois les plus chauds qui sont juillet, août et septembre sont 26,03 °C; 26,37 °C et 24,06°C respectivement, (Tableau 6).

En fait, la température moyenne est représentée par deux valeurs: une maximale et une minimale.

La température la plus élevée correspond au mois de juillet avec une valeur de 36,5°C.

La température la plus basse correspond au mois de janvier avec une valeur de 02°C.

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles de 1982 à 2002

(M: Maximales, m: minimales, $T = \frac{M + m}{2}$: moyenne, M – m: amplitude)

Période	Station	Temp °C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1982	El Fehoul	M	16,61	17,85	20,12	21,90	24,71	28,81	32,77	32,58	29,96	25,64	20,89	17,61
		m	5,63	6,62	7,5	9,20	12,60	16,26	19,30	20,16	18,26	19,97	10,07	6,97
		T	11,12	12,23	13,81	15,55	18,65	22,53	26,03	26,37	24,06	22,80	15,48	12,29
2002		M-m	10,98	11,23	12,62	12,7	12,11	12,55	13,47	12,42	11,8	5,67	10,82	10,64

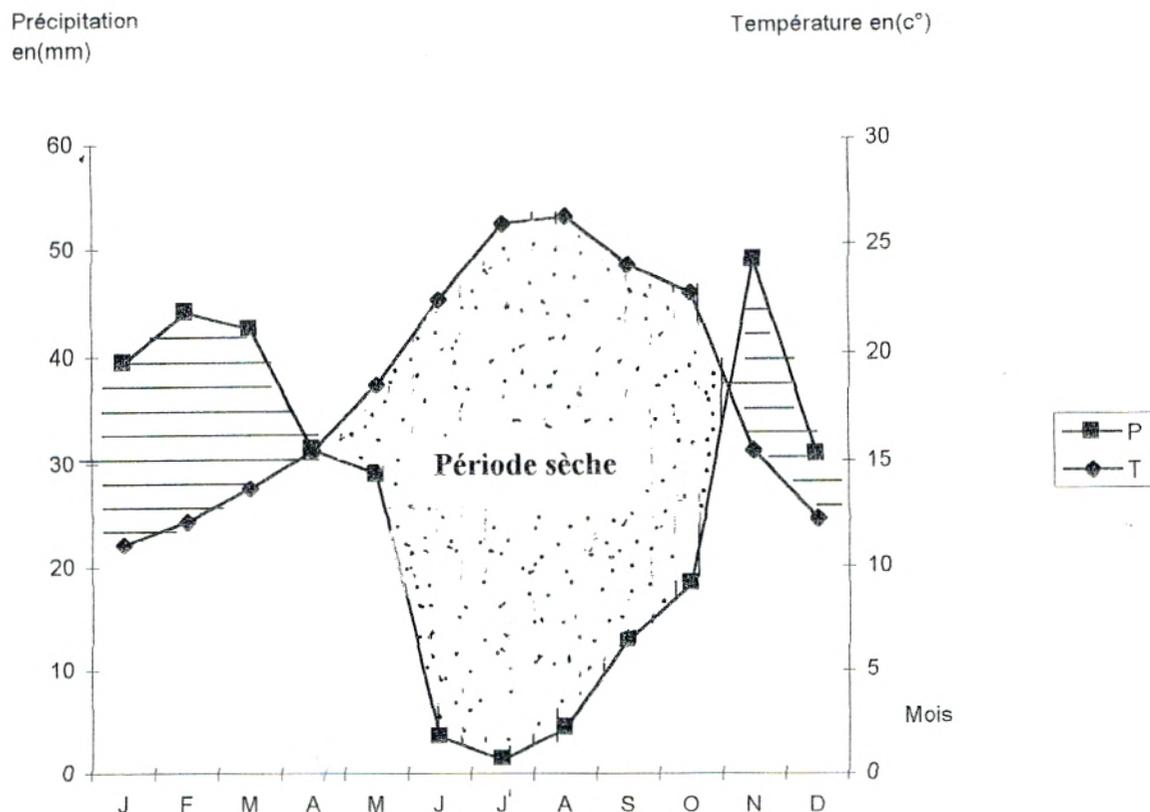


Figure9 Diagramme ombrothermique de la période de 1982 à 2002

2.5. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger:

La moyenne M des maxima du mois le plus chaud et la moyenne m des minima du mois le plus froid, illustrent les variations et les changements des températures.

La moyenne M du mois le plus chaud est de 32,77°C au mois de juillet.

La moyenne m du mois le plus froid est de 5,63 °C au mois de janvier.

Le coefficient pluviothermique Q_2 , utilisé dans tous les pays méditerranéens, permet de tracer les diagrammes qui déterminent l'aire bioclimatique d'une espèce donnée.

La formule du quotient d'EMBERGER s'exprime comme suit:

$$Q_2 = \frac{1000 \times P}{\frac{M + m}{2} (M - m)} \quad \text{ou} \quad Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)}$$

P: Pluviométrie en mm

M: moyenne des maximums du mois le plus chaud

m: moyenne des minimums du mois le plus froid.

M-m : Amplitude thermique extrême moyenne.

$\frac{M + m}{2}$: Température moyenne

Les température sont exprimées en degré absolu.

$$t^{\circ} \text{ k} = t^{\circ} \text{ C} + 273,2 \text{ } ^{\circ} \text{ C}$$

$$P = 308,26$$

$$M = 32,77 + 273,2 = 305,97 \text{ } ^{\circ} \text{ C} \quad M^2 = 93617,64$$

$$m = 5,63 + 273,2 = 278,83 \text{ } ^{\circ} \text{ C} \quad m^2 = 77746,168$$

$$P \cdot 2000 = 615620$$

$$M^2 - m^2 = 15871,412$$

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)} = \frac{616520}{15871,472}$$

$$Q_2 = 38,84$$

Q_2 calculé pour El Fehoul durant la période allant de 1982 à 2002

Station	P _{mm}	M °C	m °C	Q ₂
Fehoul	308,26	32,77	5,63	38,84

Selon le climagramme d'Emberger (Figure10), la station d'El Fehoul appartient au semi- aride inférieur.

3. Pédologie:

Dans les morts de Tlemcen, les sols fersiallitiques développés sur substrats gréseux et dolomiques prédominent; ils sont interrompus par endroits par des sols calcaires dérivés de substrats calcaires ou marneux (Gaouar A., 1980)

Cette description est en accord avec celle de Dahmani (1984), qui définit trois classes.

- Les sols fersiallitiques : dans les endroits les plus arrosés
- Les sols calcimagnésiques: se limitent essentiellement aux marnes carbonatées qui assurent leur approvisionnement en ions calcium et magnésium.
- Les sols évolués: caractéristiques des pentes.

Selon (Gaouar A., 1989), la région de Remchi (région d'étude) possède un sol rouge fersiallitique sur calcaire.

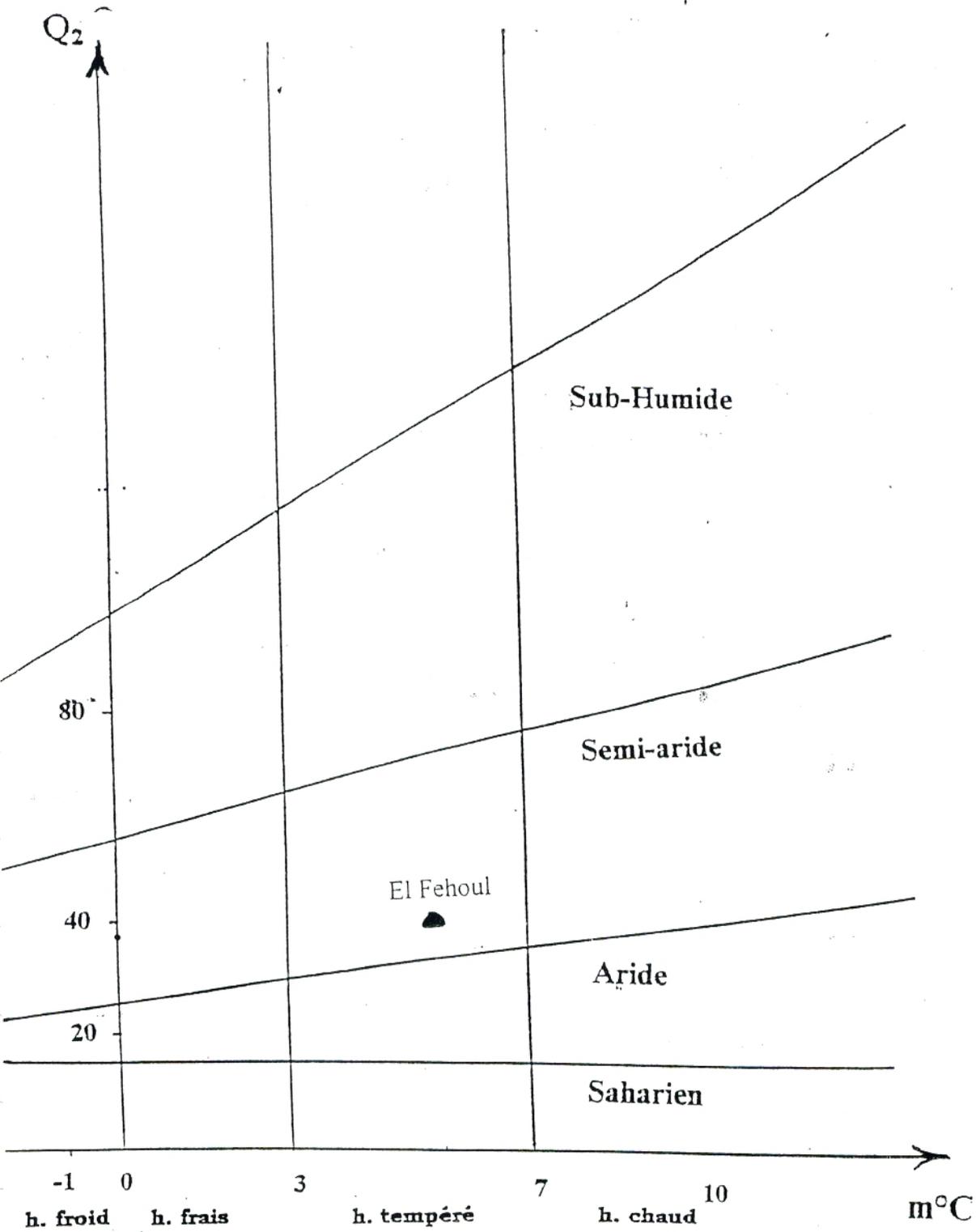


Figure 10: le climagramme d'Emberger (1952).

4. Situation et superficie de la daïra d'étude:

La daïra de Remchi est située à 25 km de la ville de Tlemcen. Elle se trouve au nord-ouest de la wilaya, ses limites géographiques sont:

- Nord: Béni Ouarsous
- Ouest: Maghnia
- Est : Ain Youcef
- Sud : Tlemcen

La commune de Remchi s'étend sur une superficie totale de 13600 ha dont 9898 ha sont occupés par l'agriculture.

Tableau 7: Principales variétés d'agrumes et leurs superficies dans la wilaya

Commune ou Daïra	Variétés d'agrumes			
	Citronnier	Oranger	Mandarinier	Clémentinier
- Tlemcen	/	08 ha	/	02 ha
- Mansourah	06 ha	08 ha	/	02 ha
- Chetouane	28 ha	226 ha	07 ha	30 ha
- O/ Mimoun	03 ha	02 ha	/ ²²	03 ha
- Bensekrane	07 ha	98 ha	08 ha	10 ha
- Hennaya	19 ha	265 ha	02 ha	50 ha
- Remchi	61 ha	541 ha	03 ha	112 ha
- Fellaoucene	03 ha	52 ha	02 ha	13 ha
- Honaine	01 ha	01 ha	/	/
- Maghnia	14 ha	255 ha	/	79 ha
- Nédroma	02 ha	05 ha	/	02 ha
- Ghazaouet	08 ha	12 ha	01 ha	09 ha
Total wilaya	152 ha	1473 ha	23 ha	312 ha

4.1. Description de la zone d'étude :

Située à une altitude moyenne de 170 mètres, la ferme "BELAIDOUNI Med" s'étend sur une superficie totale de 205 ha dont 203 ha sont cultivés et 02 ha sont incultes. Parmi les terres cultivées, 105 ha sont irriguées et 100 ha sont à sec.

La ferme "BELAIDOUNI Med" est située entre la commune de "Ain Youcef" et la commune El Fehoul, dans la daïra de Remchi, Wilaya de Tlemcen (Figure 11).

4.1.1 Les cultures existant dans la ferme:

La ferme "BELAIDOUNI Med" est spécialisée en arboriculture fruitière, produisant de jeunes plants en pépinière dans les années précédentes, ainsi qu'en cultures annuelles et saisonnières telles que les céréales et la pomme de terre.

En plus de la production végétale, la ferme "BELAIDOUNI" s'intéresse à la production animale par l'apiculture pour la pollinisations des arbres fruitières et la production de miel, qui est de très bonne qualité (Tableau 8).

4.1.2. Le choix des vergers à étudier:

Dans notre lieu expérimental, la viticulture s'étale sur une superficie de 95 ha, soit 46,80% de la superficie totale, suivie par l'agrumiculture occupant 43,50 ha soit 21,43% de la superficie.

Une multitude de variétés d'agrumes existe au niveau de l'exploitation agricole: clémentines, citrons, oranges portugaises représentées par les variétés fine, thomson navel, valencia late, washington navel ainsi que des pamplemouises et quelques plants de mandarinier.

Cette diversité variétale nous a permis de choisir trois types d'agrumes pour faire une étude comparative de leur infestation par le ravageur *Ceratitis capitata*.

- 1- Verger I: variété de la Valencia late
- 2- Verger II: variété de la Washington navel
- 3- Verger III: variété de la Thomson navel

Au niveau de la station d'étude, les vergers sont entourés par un brise vent à base de :

- cyprès de Dupreg: *Cupressus duprisiana* → Cupressacées
- cyprès toujours vert: *Cupressus sempervirens* → Cupressacées

مكتبة كلية العلوم
ملحقة البيولوجيا



Figure 11 : Situation géographique de la zone d'étude (la ferme Bel Aidouni)

4.1.3. Présentation des variétés étudiées:

Ces trois variétés sont des orangers appartenant à l'espèce *Citrus sinensis*, qui est de loin la plus importante du genre citrus.

La classification horticole des orangers peut se faire sur la base de différents types de caractères, choix toujours arbitraires et par conséquent discutables; généralement on distingue quatre groupes:

- oranges navels
- oranges blondes
- oranges sanguines
- oranges sans acidité

Selon Somon (1987), *Citrus sinensis*, originaire de Chine et du sud est de l'Asie, est abondamment cultivé en région méditerranéenne.

4.1.3.1. Les oranges navels:

Ce groupe se différencie des autres par deux caractéristiques bien distinctes:

- Présence au sein de l'apex d'un petit fruit rudimentaire appelé "navel"
- L'aspermie très fréquente du fait de la non viabilité de la plupart des ovules et de l'absence de pollen fonctionnel.

D'autres aspects caractéristiques:

- Les oranges navel sont remarquables par leur précocité;
- Leur excellente qualité gustative;
- La texture croquante de leur chair

Par ailleurs, l'instabilité génétique des oranges navel a donné naissance à de nombreuses mutations de bourgeons dont sont issues la plupart des variétés cultivées de ce groupe, qui ont probablement comme parent commun, la Washington. Ce groupe est mal adapté aux régions tropicales, semi tropicales humides et aux climats désertiques trop chauds (Praloran, 1971).

a-Washington Navel:

C'est une variété précoce dont l'arbre est de taille et de vigueur moyennes, avec un port arrondi. Il craint les climats chauds et secs pendant les périodes de floraison et de nouaison. Le fruit est gros, de forme sphérique plus au moins allongé, il est piqueté et bien coloré, la chair est croquante, modérément juteuse, avec une saveur très agréable.

b-Thomson navel:

C'est une mutation des bourgeons de la Washington navel; peu lisse, moins juteuse et perdant plus rapidement ses qualités; sa culture dans le monde est en régression.

4.1.3.2 Les oranges blondes:

Les variétés blondes se multiplient par semis, elles sont vigoureuses, productives, épineuses, à fruits spermes et à chair habituellement grossière.

Ce groupe contient plusieurs variétés dont la valencia late qui fait partie de notre étude.

Cette variété d'oranger est la plus tardive, avec une grande faculté d'adaptation. Sa culture est réussie dans une gamme très variée de climats qui comprend ceux des zones côtières, intérieures et désertiques des régions subtropicales, semi tropicales et tropicales.

Vu ses qualités exceptionnelles, cette variété est la plus représentée des orangers.

L'arbre est de grande taille, vigoureux; le fruit plus au moins sphérique est de grosseur moyenne; la peau bien colorée est lisse et moyennement épaisse.

La pulpe est juteuse, acidulée et pratiquement sans pépins. L'orange "Valencia" peut être maintenue sur arbre une longue durée et se conserve très bien, ce qui explique son importance en industrie agro-alimentaire.

Tableau 12 : Plan de production campagne 2002/2003

Spéculation	Superficie ha	Rendement (Qx/ha)	Production (Qx)
Thomson navel	07	30	210
Thomson n. W navel.	10	50	500
Valencia late	8	25	200
Portugaise	02,50	30	75
Clémentine	04	20	80
Citronnier	1,75	50	87,50
Verger étalon	1,50	15	22,50
Total agrumes	34,75	/	1175
Olivier isolé	537 arbres	20	107,40
Olivier masse	5,30	15	79,50
Vigne de table	1,00	25	25
Vigne de cuve	28,50	20	570
Total culture perenne	34,80	80	781,90
Maraîchage pomme de terre	05	150	750
Total maraîchage	05	150	750
Production d'essaims (ruche pleine)	Quantité		
Production de miel	08 Qx		
Production d'essaim (ruche pleine)	200		

5. Matériels:

5.1. Matériels de piégeages:

- Dix pièges Jackson
- Des boîtes de Pétri

5.2. Matériel pour élevage:

- 27 cuvettes en plastiques (figure 12)
- sable sec ;
- éponge mouillée ;
- tulle ;
- subsance sucrée ;
- une loupe binoculaire ;
- des boîtes de pétri ;

5.3. Matériels pour analyses pédologiques:

- PH mètre
- Conductivimètre
- Multiline P4
- Tamis
- Pissette
- Une balance
- Eau distillée

6. Méthodes utilisées:

6.1. Objectif expérimental:

Nous nous sommes intéressés à l'étude du ravageur le plus notoire des agrumes *Ceratitis capitata* (Wied), en raison des dégâts importants qu'il provoque, particulièrement dans la région de Tlemcen où l'arboriculture occupe une place majeure avec une superficie de 1960 ha d'agrumes. Ce phytoparasite est étudié dans la région "d'El Fehoul" en suivant sur terrain ses attaques sur trois variétés d'agrumes en fonction de:

- *la variété d'agrumes considérée ;

- *la date d'échantillonnage, ce qui nous donne la répartition temporelle des attaques;
- *la répartition spatiale des attaques du ravageur sur les arbres;
- *l'influence de l'orientation sur les attaques;

Par ailleurs des élevages effectués au laboratoire nous permettent d'estimer les taux d'émergence des adultes, leur sex-ratio, les durées de développement des différents stades ainsi que leur taux de survie et de mortalité; le taux de parasitisme de l'insecte et la nature du parasite pour savoir s'il existe un contrôle biologique exercé par ses ennemis naturels.

6.2. Méthode d'échantillonnage et choix de parcelles:

L'étude de l'infestation a été suivie du mois de novembre 2002 jusqu'à la fin de janvier 2003.

Trois variétés d'oranges ont été choisies pour la disponibilité en grand nombre de leurs fruits durant toute la période nécessaire à la réalisation des prélèvements:

Les oranges étant récoltées à la fin janvier, nous ne pouvions effectuer qu'un échantillonnage par semaine donc le nombre de sorties sur le terrain ne pouvait pas excéder la dizaine.

Nous avons donc choisi une grille de 3 arbres sur 3 pour effectuer notre échantillonnage systématique, ce qui nous a permis de réaliser nos neuf échantillonnages.

Selon Debouzie et al.,(1987); Gaouar et Debouzie (1995); et Gaouar (1997), l'échantillonnage systématique est plus apte à détecter les structures spatiales et temporelles des attaques des ravageurs.

Chessel (1978) a proposé d'abandonner l'échantillonnage au hasard et de le remplacer par un échantillonnage systématique vu son importance de point de vue résultats et précision.

De plus, l'échantillonnage systématique possède de nombreux avantages, tant pratiques que théoriques.

Il est plus précis que l'échantillonnage aléatoire dès que la variance intra échantillon est supérieure à la variance de la population, et donne en moyenne les mêmes résultats lorsque la population est aléatoire. Il est plus précis que l'échantillonnage aléatoire, dans le cas d'une tendance linéaire par exemple (Thioulouse, 1985). Sa mise en place sur le terrain est relativement facile, la principale difficulté réside dans le choix du point initial et de l'intensité de l'échantillonnage. Cette méthode est parfaitement adaptée à la recherche des structures spatiales présentes.

Pallen (1989) montre que l'échantillonnage systématique est largement utilisé depuis des années, notamment en phytosociologie. Tous les points d'échantillonnage ont une position définie et identifiée dans une figure géométrique ou sur une carte de l'espace étudié.

6.3. Prélèvement et examen des fruits :

Les prélèvements sont effectués selon un échantillonnage systématique de façon à pouvoir évaluer l'incidence de certains facteurs sur le taux d'infestation des trois variétés de citrus :

- La variété ;
- La date ;
- L'orientation;
- l'arbre échantillonné .

Chacun des trois vergers a été échantillonné neuf fois durant la période d'étude, ce qui nous a permis d'obtenir un total de vingt sept échantillonnages de novembre à février.

Chaque échantillonnage a une date et aussi un nombre précis d'arbres à étudier.

Tableau 9 : Répartition des différents échantillonnage

Date	Valencia late arbre	Washington navel arbre	Thomson navel arbre	total
1- 30/11/2002	18	35	14	67
2- 07/12/2002	18	35	13	66
3- 14/12/2002	15	30	15	60
4- 21/12/2002	15	30	15	60
5- 28/12/2002	24	34	13	71
6- 04/01/2003	20	30	13	63
7- 11/01/2003	18	35	14	67
8- 18/01/2003	17	35	15	67
9- 25/01/2003	23	34	13	70
Total	168	298	125	591

Au niveau de chaque arbre, les fruits sont examinés et les piqûres dénombrées pour les quatre orientations (nord, sud, est et ouest). Cet examen est pratiqué sur cinq fruits infestés non chutés par orientation pour chacun des arbres ; un total de vingt fruits non chutés par arbre est échantillonné.

Ceux trouvés par terre, sont mis dans des sachets et transportés au laboratoire pour être mis en élevage.

6.4. Mise en élevage:

Pour connaître le type de parasitoïde qui existe au sein des trois vergers (Valencia late, Washington navel et Thomson navel) nous nous sommes limités à l'étude des fruits chutés puisqu'ils ont perdu leur valeur marchande, les fruits non chutés étant destinés à la commercialisation. La méthode d'élevage au laboratoire est simple, elle consiste à mettre des oranges dans des cuvettes contenant du sable pour permettre l'enfouissement des nymphes et des larves issues de ces fruits. Une éponge mouillée assure l'hygrométrie nécessaire au développement de ces stades de l'insecte (Figure 12).

Ces fruits sont préalablement observés pour dénombrer le total des larves qui va nous informer sur le taux de mortalité larvaire et pupale, ainsi que sur les taux d'infestation relatifs à ces stades.

On peut estimer les taux d'infestation à partir des trous de ponte, des larves ou larves plus pupes plus trous de sortie, représentant le total des larves.

Chaque cuvette est recouverte de tulle pour éviter toute perturbation externe et empêcher les futures diptères ou parasitoïdes de s'envoler. L'émergence des imagos est contrôlée quotidiennement pour les dénombrer et les nourrir par une substance sucrée (miel industriel ou sucre + citron + eau) pour les maintenir en vie un maximum de temps.

6.5. Piégeage des adultes:

Notre étude de l'infestation des agrumes dans les trois vergers a débuté le 23/11/2002, alors que les variétés précoces d'agrumes telles que les clémentines sont déjà au marché. La date d'apparition des premiers adultes au niveau de la station est connue car elle coïncide avec le mûrissement des oranges qui se traduit par la couleur jaune du fruit d'où le déclenchement du traitement chimique par l'Ultracide EC40.

6.6. Méthodes d'analyse pédologique:

6.6.1. Le PH

A l'aide d'un PH mètre, on mesure le PH par la méthode électrométrique à cathode de verre, sur une suspension de terre fine. Le PH mètre doit être étalonné au préalable par une solution à PH connu.

6.6.2. La Granulométrie:

C'est une opération de laboratoire qui nécessite la suppression de l'action des ciments. Cette analyse permet de connaître la répartition des particules minérales inférieures à 2 mm selon des classes de grosseur. L'analyse granulométrique s'effectue par la méthode internationale: prélèvement des éléments fins (argiles – limons) par la pipette de "Robinson" : et les éléments gros (sables grossiers – sables fins) par le tamisage. Les prises d'échantillons ont été faites entre 0 et 30 cm de profondeur sur trois points pris au hasard au niveau de chaque verger.

6.7. Méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation:

Au laboratoire, des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur l'échantillon d'eau brute d'irrigation de Oued Isser. Parmi les analyses effectuées on a: la température, le PH, la salinité et la conductivité électrique.

6.7.1.Le PH:

Un PH entre 5 et 9 est toléré par la plupart des espèces. Les mesures de PH sont effectuées par électrode.

6.7.2.La salinité:

Cette grandeur représente la proportion des sels minéraux dissous dans l'eau. La quantité des sels dissous intervient dans le métabolisme aquatique en raison de la pression osmotique qu'elle entretient. Elle est mesurée à l'aide d'un appareil type "multiline p4" et elle est exprimés en g/l.

6.7.3. La conductivité:

La conductivité qui est l'inverse de la résistivité est liée à la teneur en sels minéraux dissous dans l'eau. Elle varie selon la conductivité ionique de l'eau, mesurée par un conductimètre.

7. Analyses statistiques des données:

7.1. Analyse de variance à un critère de classification:

Le protocole expérimental a été construit pour tester l'influence de divers facteurs (variétés, dates, arbres et orientations).

La technique statistique adoptée est l'analyse de variance: compte tenu de l'absence de certaines combinaisons des facteurs nous avons décomposé l'analyse en plusieurs parties avec des analyses de variances à un ou deux facteurs.

Par exemple, l'analyse de variance à un facteur a été utilisée pour tester l'influence de la variété et les résultats des piègeages.

Principe: L'analyse de variance à un facteur a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simples indépendants les uns des autres.

Le calcul des moyennes permet de définir deux types de variations:

- la variation entre les échantillons ou variation inter s_A^{12}
- la variation à l'intérieur des échantillons mesurée par la variance résiduelle s_E^{12} ou variance intra.

Le rapport entre les deux quantités $\frac{s_A^{12}}{s_E^{12}}$ définit la variable F de Snédécour.

L'hypothèse nulle est acceptée si F observé < F théorique, lu dans la table pour (P-1), p(n-1) degrés de liberté et un risque d'erreur α (5%) (Tableau 12). Elle est rejetée dans le cas contraire avec un risque d'erreur α .

Tableau 10 : Analyse de variance à 1 facteur (Dagnélie, 1970)

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Variances	F
Entre populations (facteur contrôlé)	p-1	SC A	$s_A^{1/2}$	Fobs
entre observations (erreur résiduelle)	p (n-1)	SC E	$s_E^{1/2}$	
Totaux	PN - 1	SC T		

Avec: $SC A = \sum_{ij} (\bar{x}_i - \bar{x})^2$

$SC E = \sum_{ij} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2$

$SC T = \sum_{ij} (\bar{x}_{ij} - \bar{x})^2$

Et $s_A^{1/2} = SC A / (p-1)$

$s_E^{1/2} = SC E / [p (p-1)]$

$F_{obs} = \frac{s_A^{1/2}}{s_E^{1/2}}$

7.2 Analyse de variance à deux critères de classification:

Nous sommes confrontés à deux types de situations:

- deux facteurs peuvent être croisés, c'est-à-dire que toutes les modalités de l'un peuvent être appliquées à l'autre. C'est le cas des stations, des variétés et de l'orientation. Une interaction entre les deux facteurs peut alors être calculée.
- Deux facteurs ne peuvent pas être croisés car l'un des deux est subordonné à l'autre. Ainsi, le facteur "arbre" est nécessairement subordonnée aux autres (stations, variétés, date). Aucune interaction n'est alors calculable.

7.2.1- Modèles croisés:

Nous avons utilisé ce type d'analyse pour tester l'effet de la variété et de l'orientation sur le nombre de piqûres d'une part, et l'effet de la date et de l'orientation sur le nombre de larves d'autre part.

Principe : L'analyse décompose la somme des carrés totale (SCT) en 4 termes:

- la somme des carrés due au facteur A (SCA)
- celle due au facteur B (SCB)
- celle due à l'interaction des deux facteurs (SCI)
- la somme des carrés résiduels (SCE)

Les termes d'interaction sont nuls lorsque les différences liées à l'action d'un des deux facteurs contrôlés sont indépendantes de l'action de l'autre.

Tableau 11 : Analyse de variance d'un modèle croisé (Dagnélie, 1970) cas où n répétitions sont disponibles par case. Modèle fixe.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Variances	F
Facteur A	P - 1	SC A	$s_A^{1/2}$	FA
Facteur B	Q - 1	SC B	$s_B^{1/2}$	FB
Interaction	N (P-1) (Q-1)	SC I	$s_I^{1/2}$	FAB
Résiduelle	PQ(N-1)	SC E	$s_E^{1/2}$	
Totaux	NPQ - 1	SC T		

Avec: $SC A = n \sum_{ij} (\bar{x}_i - \bar{x})^2$ $s_A^{1/2} = SC A / (p-1)$

$SC B = n \sum_{ij} (\bar{x}_j - \bar{x})^2$ $s_B^{1/2} = SC B / (q-1)$

$SC I = n \sum_{ij} (\bar{x}_{ij} - \bar{x})^2$ $s_I^{1/2} = SC I / (p-1) (q-1)$

$$SC E = \sum_{ijk} (\overline{x_{ijk}} - \overline{x_{ij}})^2 \quad s_E^{l_2} = SC E / pq (n-1)$$

$$SC T = \sum_{ijk} (x_{ijk} - \overline{x})^2$$

Et

$$F_A = \frac{s_A^{l_2}}{s_E^{l_2}}$$

$$F_B = \frac{s_B^{l_2}}{s_E^{l_2}} \quad F_{AB} = \frac{s_I^{l_2}}{s_E^{l_2}}$$

7.2.2. Modèles hiérarchisés:

Nous avons testé les effets de la variété, de la date et de la station, pris comme facteurs principaux, et de l'arbre comme facteur subordonné, sur les nombres de piqûres puis de fruits chutés.

Principe: Le facteur subordonné, l'arbre dans notre cas, est aléatoire en ce sens que nous avons tiré au hasard deux arbres dans un verger. L'autre facteur, quel qu'il soit, est appelé fixe car aucun tirage n'a été effectué; les stations, les variétés et les dates sont fixées dès l'origine du travail. Les conclusions tirées ne s'appliqueront qu'aux stations et aux variétés considérées. Le modèle statistique est appelé modèle mixte (Dagnélie, 1970), puisqu'il associe un facteur fixe et un facteur subordonné aléatoire.

Tableau 12 : Analyse de variance d'un modèle hiérarchisé (Dagnélie, 1970) cas où n répétitions sont disponibles par case. Modèle mixte

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Variances	F
Facteur A	P - 1	SC A	$s_A^{l_2}$	F_A
Facteur B (dans A)	P (Q - 1)	SC B/A	$s_{B/A}^{l_2}$	$F_{B/A}$
Variation Résiduelle	PQ(N-1)	SC E	$s_E^{l_2}$	
Totaux	PQN - 1	SC T		

Décomposition de la variance totale SCT:

$$SCT = SCA + SCB/A + SCE$$

$$\text{Avec: } SC A = n \sum_{ij} (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad s_A^{1/2} = SC A / (p-1)$$

$$SC B/A = n \sum_{ij} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad s_{B/A}^{1/2} = SC B / [p(q-1)]$$

$$SC E = \sum_{ijk} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2 \quad s_E^{1/2} = SC E / [pq (n-1)]$$

$$SC T = \sum_{ijk} (x_{ijk} - \bar{x})^2$$

$$F_A = \frac{s_A^{1/2}}{s_E^{1/2}} \text{ à comparer à } F[(p-1), p(q-1), \alpha]$$

$$F_B = \frac{s_{B/A}^{1/2}}{s_E^{1/2}} \text{ à comparer à } F[p(q-1), pq(n-1), \alpha]$$

7.3- Corrélation et régression:

7.3.1- Coefficient de corrélation linéaire:

Pour savoir s'il existe une dépendance entre les nombres de piqûres et de larves nous avons calculé les coefficient de corrélation linéaire.

Principe: pour établir une relation d'interdépendances X et Y, il suffit de calculer le coefficient de corrélation:

$$Z = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{n\sigma_x\sigma_y} = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x\sigma_y}$$

R est compris entre -1 et +1

- Si $r=0$ il n'y a pas de corrélation linéaire entre les variables X et Y
- Si $r>0$ il existe une liaison positive entre les deux variables
- Si $r<0$ il existe une liaison négative entre les variables.

Si les deux variables suivent une loi normale, on peut tester le coefficient de corrélation par rapport à zéro en calculant la quantité:

$$T = r\sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2} \text{ qui est distribuée, sous l'hypothèse.}$$

HO: $r=0$ selon une loi de Student à $(n-2)$ ddl.

Si $t >$ théorique, la corrélation entre les deux variables est jugée significative; il existe alors une dépendance statistique entre elles.

6.3.2- Droite de régression:

S'il existe une corrélation significative entre les variables X et Y, on peut établir une droite de régression calculée comme suit:

$$Y - \bar{Y} = b(X - \bar{X})$$

Le paramètre b est le coefficient de régression de Y par rapport à X; il mesure la pente de la droite et est calculé par:

$$b = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x^2}$$

La droite de régression permet d'estimer des valeurs de Y connaissant certaines de X.

Chapitre IV – Résultats et discussion

A/ Résultats

1- Etude de l'infestation des trois variétés en fonction des trous de ponte:

1.1- Variété "Valencia late":

1.1.1- Effet de l'orientation:

1.1.2- Effet de la date d'observation:

1.1.3- L'effet de l'arbre:

1.2- Variété Washington navel:

1.2.1- Effet de l'orientation:

1.2.2- L'effet de la date d'observation:

1.2.3- Effet de l'arbre:

1.3- Variété "Thomson navel":

1.3.1- Effet de l'orientation:

1.3.2- Effet de la date d'observation:

1.3.3- Effet de l'arbre

1. 4- Effet de la variété:

Conclusion:

2. Etude de l'infestation des trois variétés à partir des fruits chutés:

2.1- Variété Valencia late:

2.1.1- Effet de l'orientation:

2.1.2- Effet de la date de l'observation:

2.1.3- Effet de l'arbre échantillonné :

2.2- Variété Washington navel:

2.2.1- Effet de l'orientation:

2.2.2- Effet de la date:

2.2.3- Effet de l'arbre :

2.3- Variété Thomson navel

2.3.1- Effet de l'orientation:

2.3.2- Effet de la date d'observation:

2.3.3- Effet de l'arbre:

2. 4- Effet de la variété :

Conclusion:

3. Capture des adultes:

4. Biologie des populations de *Ceratitis capitata* (Wied) à partir des élevages:

4.1- Cycle de développement:

4.1.1- Le développement larvaire:

4.1.2- La mortalité larvaire:

4.1.3- Le développement nymphale:

4.1.4- La mortalité pupale (Nymphale):

4.1.5- Emergence des adultes:

Conclusion

4.1.6- Le sex ratio:

4.2- Nombre de générations:

4.3- Estimation des dégâts occasionnés sur les trois variétés:

5. Le parasitisme de la mouche:

6. Résultats des analyses pédologiques :

6.1. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation

Chapitre IV – Résultats et discussion

A/ Résultats

Nous avons évalué l'impact des attaques de *Ceratitis capitata* en fonction de la variété de chaque verger étudié, de l'orientation, de la date d'observation, de l'arbre échantillonné. L'estimation du taux d'infestation est faite à partir des nombres de trous de ponte, puis à partir des fruits chutés.

Des élevages sont effectués chaque semaine à partir des fruits chutés ramassés sous les arbres échantillonnés. Ces élevages ont pour but de connaître le cycle de développement de la mouche, la nature de son parasite et son effectif afin de savoir s'il existe un contrôle biologique naturel dans les trois orangeries étudiées, appartenant aux variétés Valencia late, Washington navel et Thomson navel.

Les piégeages effectués dans les trois vergers de la ferme "Belaidouni" permettent de récolter des mouches adultes pour en connaître la cinétique en fonction de la date, et des variétés considérées.

1- Etude de l'infestation des trois variétés en fonction des trous de ponte:

Les taux d'infestation des fruits sont estimés à partir du nombre de trous de ponte comptabilisés sur les oranges, in situ.

1.1- Variété "Valencia late":

1.1.1- Effet de l'orientation:

On a remarqué que chez la variété Valencia late, l'infestation par orientation n'a pas donné une grande différence puisque les taux moyen de piqûres par fruit étaient de:

Nord ———→ 2,38

Sud ———→ 2,51

Est ———→ 2,37

Ouest ———→ 2,16

Nous pouvons dire que les infestations estimées à partir du nombre de trous de ponte ne varient pas d'une manière significative selon les orientations car $F_{obs} = 0,38$ pour $P = 0,767$.

Source	SC	CM	F	P
Orientation	8,37	2,79	0,38	0,767

1.1.2- Effet de la date d'observation:

Les variations inter-dates sont très significatives avec $F_{obs} = 5,99$ pour $P = 0,000$ comme nous pouvons le constater :

Source	SC	CM	F	P
Orientation	351,33	43,92	5,99	0,000

Il existe une variation du nombre de trous de ponte par mois et par date d'échantillonnage. Elle est très irrégulière durant les neuf prélèvements réalisés.

Dans le verger de Valencia late, l'infestation atteint son maximum au mois de décembre, et commence à diminuer dès le mois de janvier pour atteindre son taux le plus faible pour les quatre orientations le 25 janvier 2003.

La cinétique des infestations par date présente deux pics (Figure14) l'un au 14 décembre et le deuxième au 4 janvier.

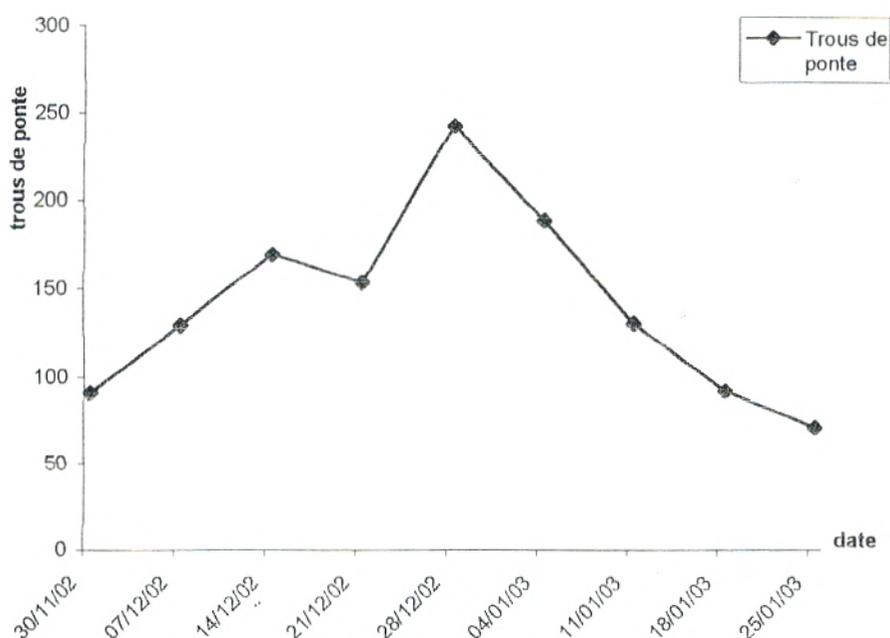


Figure 14 Répartition temporelle des infestations chez la variété Valencia late

1.1.3- L'effet de l'arbre:

Les résultats obtenus sont représentés comme suit:

Source	SC	CM	F	P
Orientation	388,18	24,26	3,48	0,000

En ce qui concerne l'arbre, on a remarqué une différence significative des moyennes, avec $F_{\text{obs}} = 3,48$ pour $P = 0,000$, donc l'arbre a une grande incidence sur les attaques de *Ceratitis capitata* Wied.

L'infestation des fruits de la variété valencia late, semble soumise à l'effet de l'arbre, dû principalement à la phénologie, aux facteurs intrinsèques tels que les substances volatiles qu'il dégage ainsi qu'à sa position spatiale dans le verger puisque souvent les arbres situés aux bords du verger sont les plus attaqués car c'est les premiers qui interceptent les mouches provenant des vergers voisins.

1.2- Variété Washington navel:

1.2.1- Effet de l'orientation:

Les taux moyens d'infestation varient d'une orientation à l'autre :

Nord ———→ 2,26

Sud ———→ 3,12

Est ———→ 1,29

Ouest ———→ 4,28

Les analyses de variance confirment ces variations puisque pour cette variété, l'orientation a une incidence hautement significative avec $F_{\text{obs}} = 71,90$ pour $P = 0,000$.

Source	SC	CM	F	P
Orientation	1311,85	437,32	71,90	0,000

La variété Washington navel montre une préférence d'attaque par la mouche d'une orientation à l'autre.

Une infestation plus importante est notée à l'exposition ouest, puis sud, ensuite nord et enfin est comme le justifient les moyennes obtenues.

1.2.2- L'effet de la date d'observation:

La date influence significativement les infestations avec $F_{obs} = 5.76$ pour $P = 0.000$ comme le prouve le tableau suivant :

Source	SC	CM	F	P
Orientation	280,39	35,05	5,76	0,000

La variété Washington navel présente une variation très irrégulière des trous de ponte tout au long de la période d'étude, mais toujours avec une valeur plus faible pour la dernière date d'échantillonnage.

La cinétique des infestations par date montre qu'il y a deux pics le premier à la date du 4 janvier et le second à la date du 18 janvier (Figure 15).

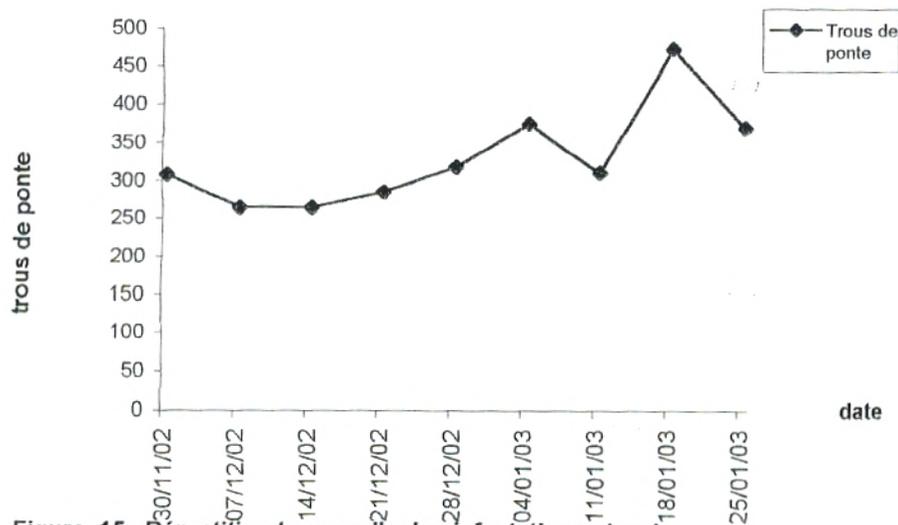


Figure 15 Répartition temporelle des infestations chez la variété Washington navel

1.2.3- Effet de l'arbre:

Il existe une différence hautement significative des moyennes pour le facteur "arbre" avec $F_{obs} = 4,56$ pour $P = 0,000$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	532,65	28,03	4,56	0,000

Les résultats obtenus montrent que l'arbre a un grand effet sur l'infestation des fruits de Washington navel, qui est une variété caractérisée par son odeur puissante et la grosseur de ses fruits, attirant ainsi les mouches de fruits, notamment *Ceratitis capitata* (Wied).

1.3- Variété "Thomson navel":

1.3.1- Effet de l'orientation:

L'étude de l'infestation chez la variété Thomson navel montre que l'orientation influence significativement sur les attaques de la mouche méditerranéenne des fruits.

$$F_{\text{obs}} = 3,12 \text{ pour } P = 0,026$$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	27,72	9,24	3,12	0,026

Les taux moyens d'infestation confirment ces résultats avec, cette fois-ci, le nord comme orientation la plus attaquée et l'est comme celle qui est la moins infestée.

Nord ———→ 1,32

Sud ———→ 1,03

Est ———→ 0,68

Ouest ———→ 1,23

1.3.2- Effet de la date d'observation:

Les analyses de variance à deux critères de classification montrent que la date a encore une fois une incidence significative avec $F_{\text{obs}} = 2,26$ pour $P = 0,022$

Ce facteur a une relation étroite avec les changements climatiques ce qui induit les fluctuations des taux des infestations.

La cinétique des infestations par date indique deux pics également, l'un au 21 décembre et l'autre au 4 janvier (Figure16).

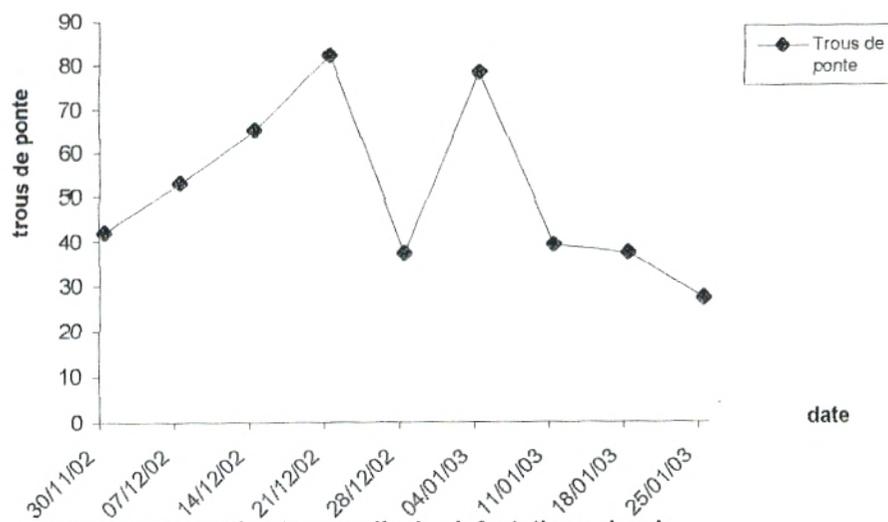


Figure 16 Répartition temporelle des infestations chez la variété Thomson navel

1.3.3- Effet de l'arbre

Les tests statistiques montrent des variations significatives entre les différents arbres échantillonnés puisque: $F_{obs} = 2,26$ pour $P = 0,007$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	77,88	9,74	2,66	0,007

C'est une variété précoce des groupes navel dont les fruits mûrissent assez tôt en dégageant des odeurs au début de la saison, ce qui attire toutes les espèces inféodées au agrumes dont principalement la cératite.

1. 4- Effet de la variété:

Pour démontrer l'impact de ce facteur, nous avons réalisé une analyse de variance à un facteur contrôlé, englobant les trois variétés à étudier.

Cette analyse révèle une différence hautement significative qui confirme l'incidence de ce facteur sur l'infestation des fruits par *Ceratitis capitata* (Wied) chez les trois variétés, Valencia late, Washington navel et Thomson navel avec $F_{obs} = 2,26$ pour $P = 0,000$.

L'étude du verger de Thomson navel nous montre qu'il est le moins infesté en le comparant avec les vergers de Valencia late et de Washington navel (Figure17).

Tableau 13 : Résultats de l'effet de la date d'observation:

Date	Valencia late	Washington navel	Thomson navel
30/11/2002	1,52	2,56	0.70
07/12/2002	2,10	2,21	0.88
14/12/2002	2,82	2,19	1.08
21/12/2002	2,72	2,41	1.36
28/12/2002	3,92	2,62	1.07
04/01/2003	3,07	3,12	1.2
11/01/2003	2,17	2,57	0.67
18/01/2003	1,70	3,88	0.61
25/01/2003	1,20	3,08	1.72

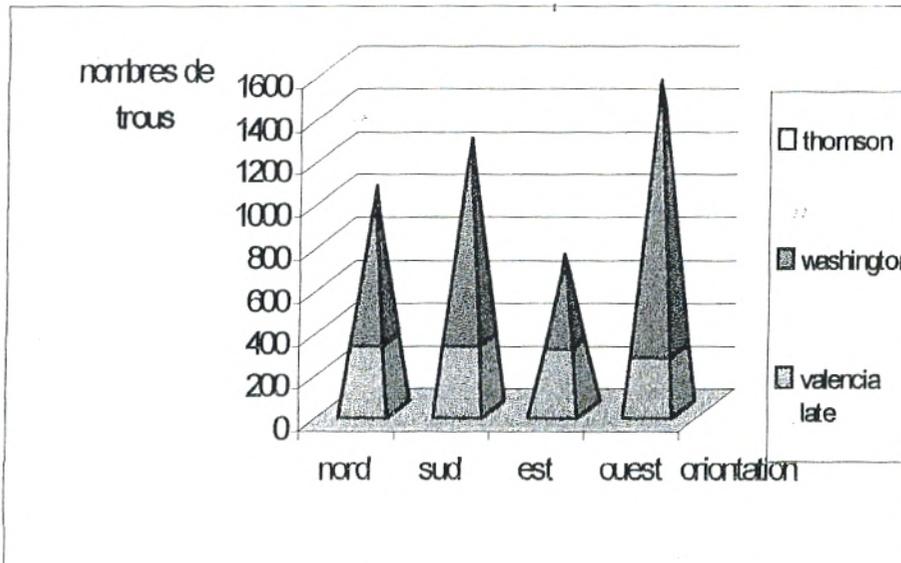


Figure 17 Répartition spatiale des infestations chez les trois variétés

Conclusion:

En observant les résultats obtenus concernant l'impact de chaque facteur écologique testé, on peut dire que:

-chez la variété Valencia late, l'orientation n'a pas une grande incidence sur les infestations provoquées par les trous de ponte, alors que les variations temporelles sont très

significatives. En effet, la date influe directement sur les attaques de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied) puisqu'elle correspond d'une part à un stade de développement particulier de la mouche et à un degré de maturation, donc de réceptivité du fruit

Avec sa position au niveau du verger, l'arbre a également un grand impact sur les infestations, ce qui explique que la répartition spatiale des attaques varie significativement (figure 17).

-chez la variété Washington navel on a prouvé que les trois facteurs écologiques testés ont une incidence significative sur les infestations ;

-chez la variété Thomson navel l'analyse des infestations marque l'impact des facteurs écologiques considérés, qui sont l'orientation, la date et l'arbre.

Les analyses statistiques ont montré que le facteur variété a une incidence hautement significative sur les attaques du ravageur, les variétés à peau fine et à pulpe sucrée étant les plus infestées.

2. Etude de l'infestation des trois variétés à partir des fruits chutés:

Les fruits chutés, ce sont des oranges fortement infestées par la mouche, trouvées par terre, au niveau des quatre orientations.

Ces fruits chutés sont dénombrés puis acheminés vers le laboratoire où ils servent à effectuer les élevages de la mouche.

2.1- Variété Valencia late:

2.1.1- Effet de l'orientation:

Les analyses de variance révèlent une différence significative de l'infestation des fruits selon l'orientation avec $F_{obs} = 4,73$ pour $P = 0,003$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	105,43	35,14	4,73	0,003
Date	194,76	2,34	3,28	0,001

2.1.2- Effet de la date de l'observation:

Avec $F_{obs} = 3,28$ pour $P = 0,001$ les attaques du ravageur varient significativement en fonction des dates d'observations.

La cinétique des fruits chutés représente quatre pics importants (Figure 18).

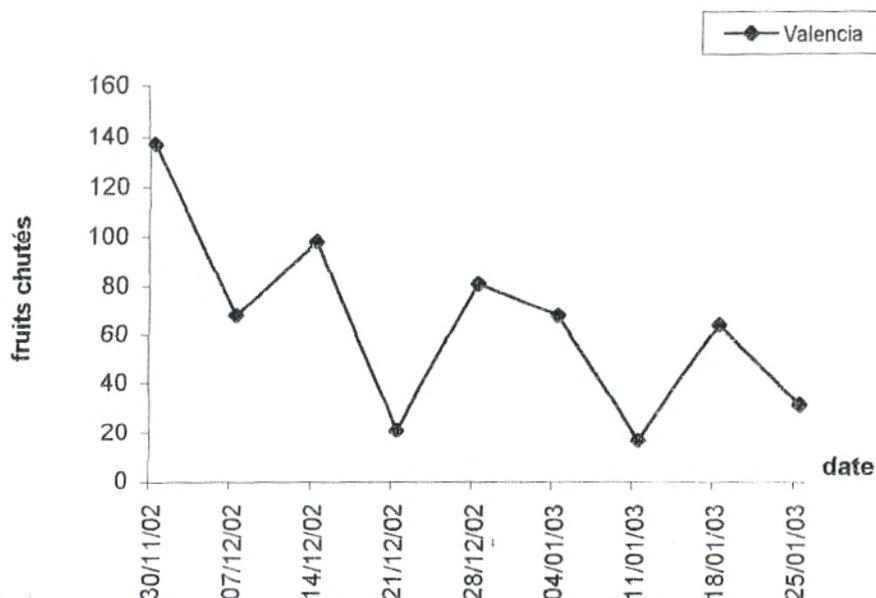


Figure 18 Répartition temporelle des fruits chutés chez la variété Valencia late

Nous constatons que la cinétique présente quatre pics importants, ce qui explique que ces fruits ont du chuter en raison de leur très forte infestation.

2.1.3- Effet de l'arbre échantillonné :

Chez la variété Valencia late aucun effet de l'arbre n'est observé sur les infestations, ce qui est justifié par $F_{obs} = 1.41$ pour $P = 0.130$.

Source	SC	CM	F	P
arbre	374,2	23.4	1.41	0.130

Il ne semble pas y avoir de différence entre les arbres chez la variété Valencia late, concernant les fruits chutés car tous les arbres ont subi de grands dégâts occasionnés par la cératite.

2.2- Variété Washington navel:

2.2.1- Effet de l'orientation:

La variété Washington navel a montré une différence hautement significative des moyennes pour l'orientation justifié par $F_{obs} = 14,18$ pour $P = 0,000$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	156,00	52,00	14,18	0,000
Date	148,31	18,54	5,06	0,000

Les orientations Ouest et Sud sont les plus attaquées avec un taux élevé des fruits chutés, cela s'explique par le fait que c'est la partie de l'arbre dont les fruits mûrissent le plus tôt, donc ils sont attaqués précocement, d'où leur chute importante.

2.2.2- Effet de la date:

Il existe une variation très importante des nombres de fruits chutés durant les neuf dates d'observation.

Les résultats de l'analyse de la variance montre que $F_{obs} = 5,06$ pour $P = 0,000$ ce qui représente une différence hautement significative des moyennes de fruits chutés.

La cinétique des fruits chutés par date montre trois pics (Figure 19).

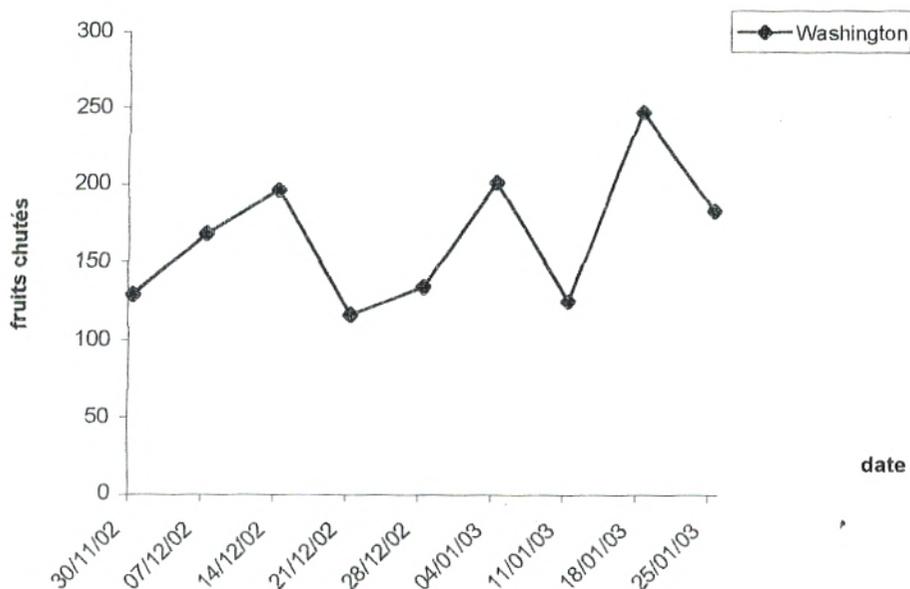


Figure 19 Répartition temporelle des fruits chuteés chez la variété Washington navel

2.2.3- Effet de l'arbre :

Cette variété n'a pas montré une différence significative entre les moyennes, en fonction de l'arbre justifiée par $F_{obs} = 0.37$ pour $P = 0.993$

Source	SC	CM	F	P
Arbre	303.7	16.0	0.37	0.993

2.3- Variété Thomson navel

2.3.1- Effet de l'orientation:

Chez la variété Thomson navel, après analyse statistique, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes pour le facteur orientation avec $F_{obs} = 0,32$ pour $P = 0,810$

Source	SC	CM	F	P
Orientation	0,120	0,040	0,32	0,810
Date	0,543	0,068	0,55	0,822

2.3.2- Effet de la date d'observation:

Dans la nature, les variétés du groupe des "navel" sont plus attaquées par les mouches, mais les piqûres sont souvent stériles.

Les résultats de l'analyse de variance montrent qu'il n'y a pas une relation significative entre la date et les fruits chutés chez cette variété, justifié par : $F_{obs} = 0,55$ pour $P = 0,822$.

La cinétique des fruits chutés par date montre qu'il y a deux pics bien nets (Figure 20)

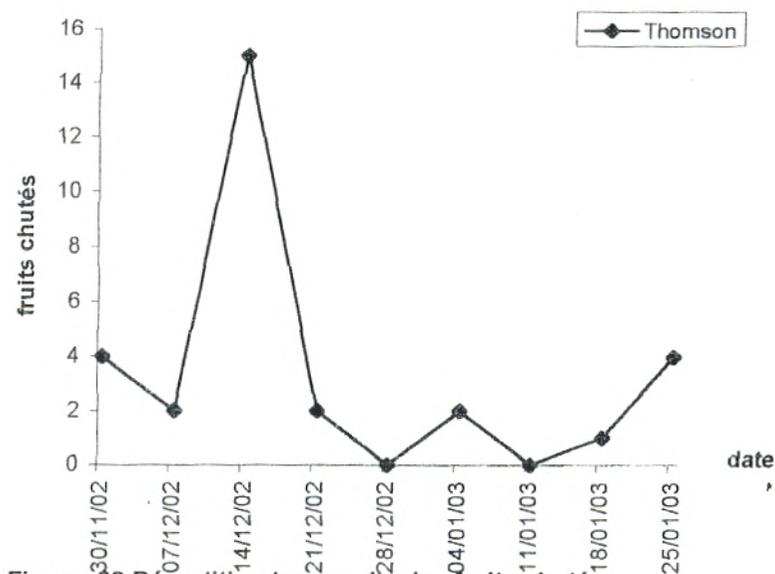


Figure 20 Répartition temporelle des fruits chutés chez la variété Thomson navel

2.3.3- Effet de l'arbre:

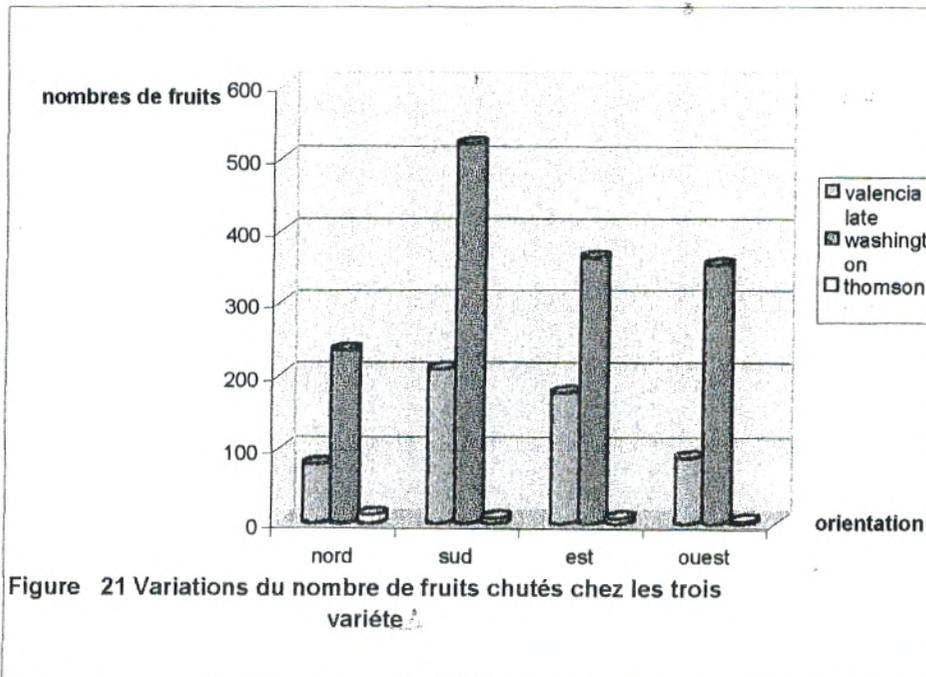
L'étude statistique réalisée par une analyse de variance hiérarchisée montre qu'il n'y a pas de relation significative entre le facteur arbre et le nombre d'oranges chutées avec $F_{obs} = 0.93$ pour $P = 0,490$.

Source	SC	CM	F	P
Arbre	1.074	0.134	0.93	0.490

2. 4- Effet de la variété :

En ce qui concerne l'influence du facteur « variété » sur le nombre de fruits chutés par l'action des attaques du phytophage *Ceratitis capitata* (Wied) les variations sont hautement significatives avec $F_{obs} = 68,80$ pour $P = 0,000$

Le facteur variété semble être celui qui a le plus d'impact sur le nombre de fruits chutés (Figure21).



Conclusion:

Les analyses statistiques effectuées sur les trois variétés pour tester l'incidence de l'orientation, de la date de prélèvement et de l'arbre sur le nombre de fruits chutés par l'attaque de *Ceratitis capitata* montrent que les trois variables testées ont un grand impact pour les variétés Valencia late et Washington navel alors qu'ils n'ont aucun effet sur la variété Thomson navel.

Par ailleurs l'analyse de variance à un facteur de classification montre qu'il y a une forte influence du facteur variété sur les infestations de *Ceratitis capitata* (Wied.) qui sont à l'origine de la chute des fruits fortement attaqués.

3. Capture des adultes:

Le piégeage des adultes au moyen de pièges attractifs, est un outil essentiel pour la surveillance et la détection de la population.

L'analyse de variance à un facteur contrôlé chez les trois variétés (Valencia late, Washington navel et Thomson navel) a montré que les captures de mouches durant la période d'étude montre une différence significative avec $F = 12.10$ pour $P = 0,009$, malgré un faible taux de captures.

La connaissance de la date d'apparition des premiers adultes d'une génération permet de rationaliser les traitements insecticides et donc d'en réduire le coût en effectuant des pulvérisations dès que la population des mouches atteint un certain seuil.

Ainsi le lâcher des prédateurs serait fait au moment exact où la population du ravageur atteint son optimum, pour permettre une meilleure efficacité.

L'utilisation des pièges sexuels appâtés au Trimédure permet la capture des mâles adultes de la mouche, ce qui nous renseigne sur la cinétique des attaques du ravageur, de la date d'émergence où d'apparition d'une nouvelle génération, représentée par un pic d'infestation, ce qui permet d'estimer le nombre de générations durant la période d'étude; en extrapolant nous pouvons en déduire approximativement le nombre de générations par an de la cératite dans la région. Vu les faibles captures des piégeages (figure22), nous pouvons dire que le climat a joué son rôle dans la diminution de la population de la cératite, puisque son

activité est minimale durant la saison hivernale pendant laquelle nous avons effectué les piégeages.

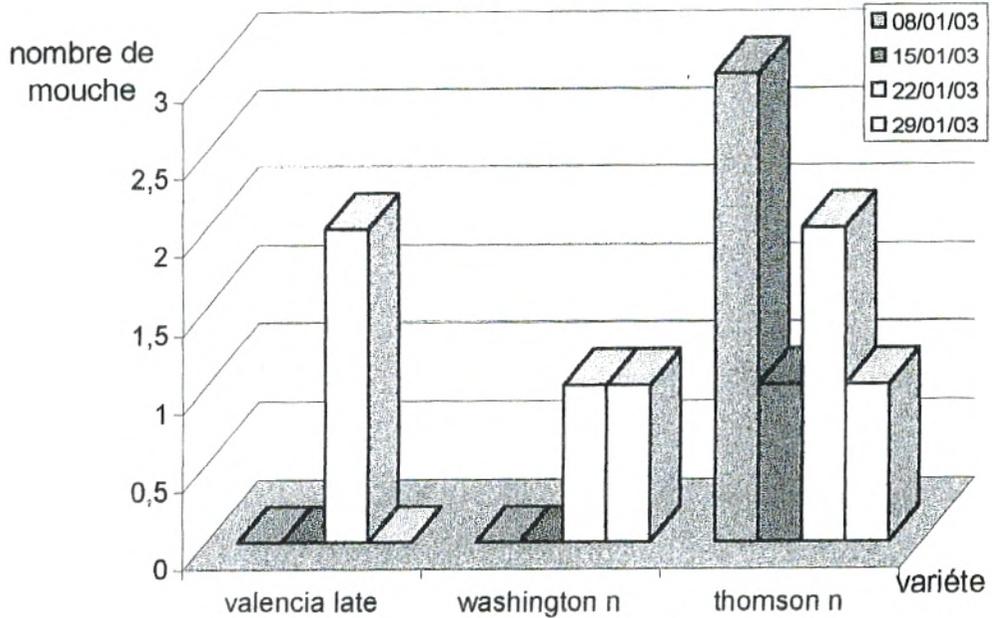


Figure 22 : Résultats de piégeages chez les trois variétés d'agrumes

4. Biologie des populations de Ceratitis capitata (Wied) à partir des élevages:

4.1- Cycle de développement:

L'intérêt majeur des élevages c'est qu'il permet de connaître les durées de développement larvaire, et nymphal de la cératite ainsi que les dates d'émergence des adultes, leur sex-ratio et la durée de leur survie en conditions de laboratoire.

Les résultats ont permis de constater qu'il existe une différence du cycle biologique de la mouche, qui était très variable en fonction de la variété.

4.1.1- Le développement larvaire:

Quelle que soit la variable considérée, le taux d'infestation change à chaque fois avec la variété étudiée.

Le nombre de larves donne également une idée pour l'estimation du taux d'infestation.

Les deux variétés Washington navel et Valencia late constituent des hôtes favorables pour le développement des larves, durant les mois les plus froids, alors que la variété Thomson navel semble moins favorable, cela est probablement dû aux piqûres stériles sur les oranges de cette variété à cause de l'épaisseur de la peau ou de la composition chimique. On a pu observer également, que le développement larvaire sur la Valencia late est plus long que sur la Washington navel.

Les résultats des corrélations linéaires (figure 23) montre qu'il existe une relation significative entre les nombres de larves et des adultes obtenus puisque le coefficient de la droite de régression r^2 est de :

- $r^2 = 70.7\%$ chez la variété Valencia late ;
- $r^2 = 78.5\%$ chez la variété Washington navel ;
- $r^2 = 93.5\%$ chez la variété Thomson navel.

4.1.2- La mortalité larvaire:

La pression larvaire dans un fruit induit une compétition intraspécifique, les larves les plus actives et les plus grosses vont entraîner la mort des plus faibles et des plus jeunes (sélection naturelle).

Aussi, cette compétition larvaire attire les ennemis naturels qui trouvent le milieu le plus favorable pour leur future génération tel que le genre opius.

Pour la variété Valencia late on a 21,77% de mortalité larvaire. Pour la Washington navel 14,28% et la variété de Thomson navel 25% de mortalité larvaire (figure 24).

Durant cette période, les variétés Valencia late et Washington navel constituent des hôtes très favorables pour le développement des larves de *Ceratitis capitata* (Wied) alors que la variété Thomson navel lui semble beaucoup moins favorable probablement à cause des caractéristique biochimique des oranges de cette variété.

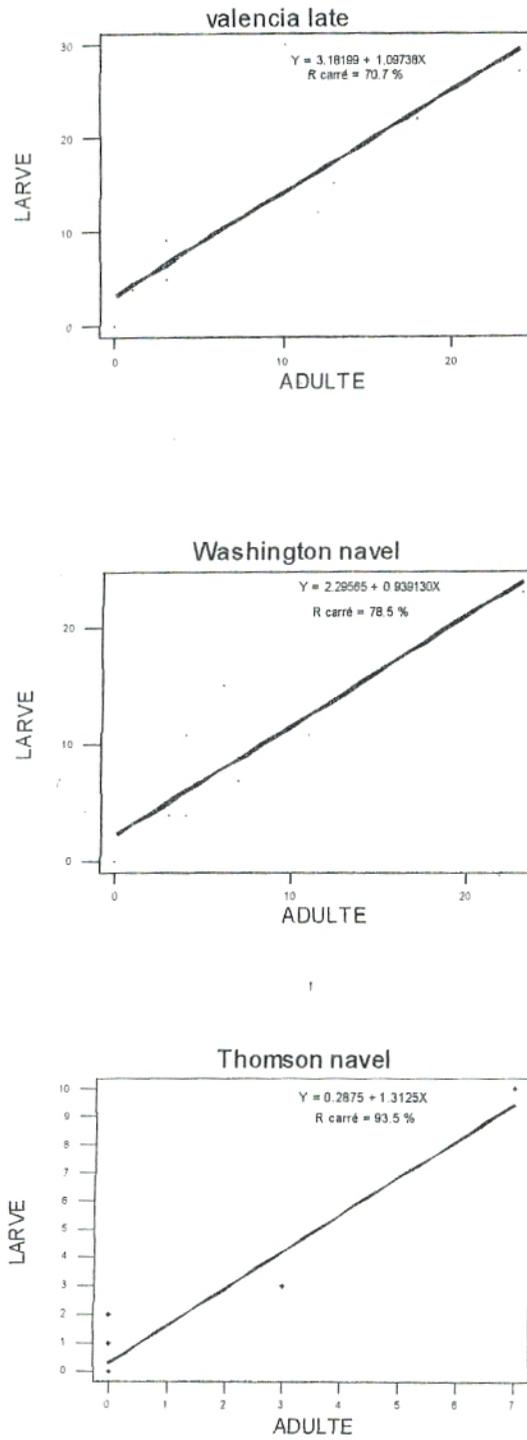


Figure 23 : Corrélation entre les larves et les adultes chez les trois variétés.

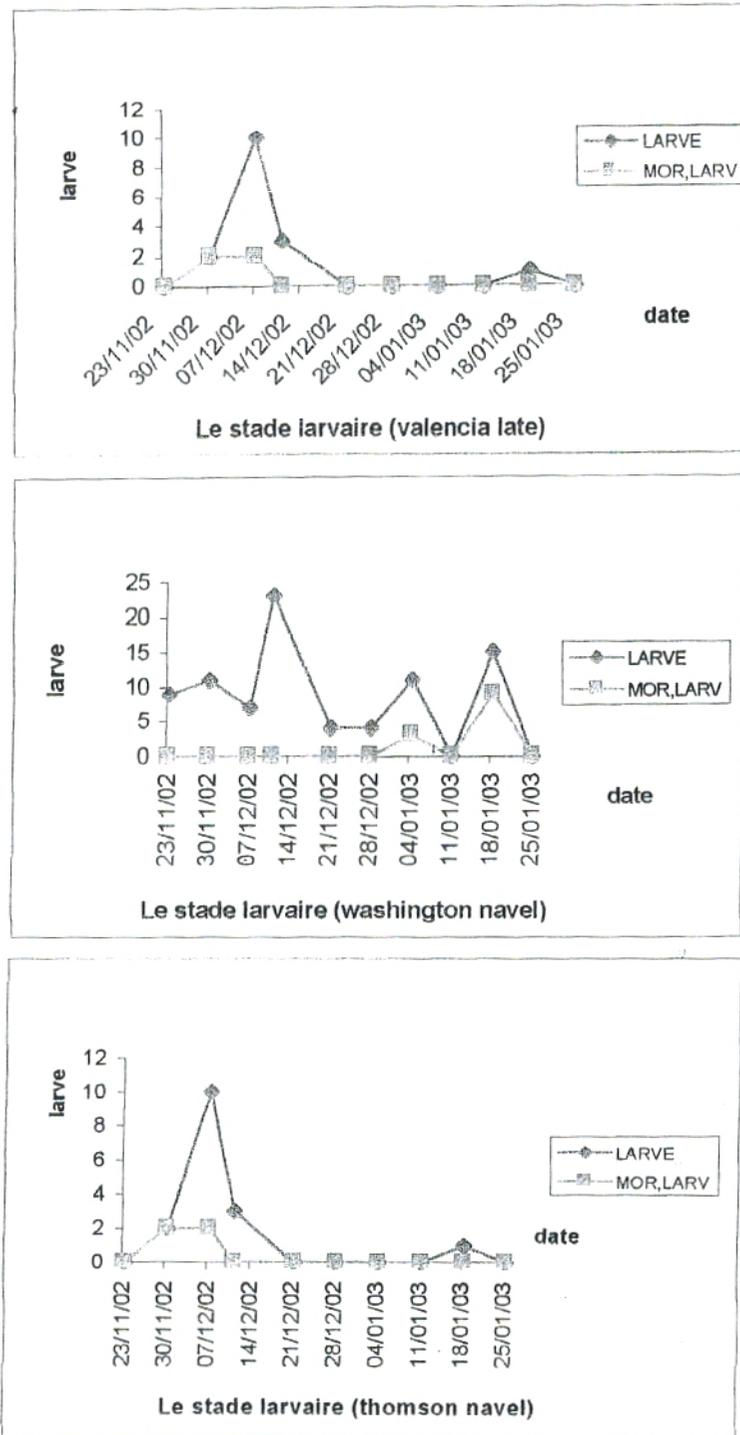


Figure 24 : Variations temporelles des larves chez les trois variétés .

4.1.3- Le développement nymphal :

Les élevages menés au laboratoire ont permis de connaître la durée de la nymphose qui varie selon la date de mise en élevage, et d'obtenir des jeunes mouches (Imagos) de *Ceratitis capitata* (Wied) (Tableau 13).

Chez la variété Valencia late, la pupaison dure 26 jours en moyenne au mois de Novembre, 30 jours au mois de décembre, et 34 jours au mois de janvier.

Chez la variété Washington navel 23 jours en moyenne au mois de Novembre, 26 jours au mois de décembre et 29 jours au mois de janvier.

Chez la variété Thomson navel, le nombre de pupes était faible, puisque le nombre de larves l'était aussi. La pupaison dure environ 29 jours au mois de décembre

L'étude des corrélations linéaires (figure25) montre qu'il existe une relation significative entre les nombres de pupes et de larves puisque le coefficient de la droite de régression r^2 est de :

- $r^2 = 47.3\%$ chez la variété Valencia late ;
- $r^2 = 83.3\%$ chez la variété Washington navel ;
- $r^2 = 95.1\%$ chez la variété Thomson navel.

4.1.4- La mortalité pupale:

La mortalité Nymphale chez les trois variétés était très faible (Figure 26), elle est de:

9,27 % chez la variété valencia late

9,72 % chez la variété Washington navel

16,66 % chez la variété Thomson navel

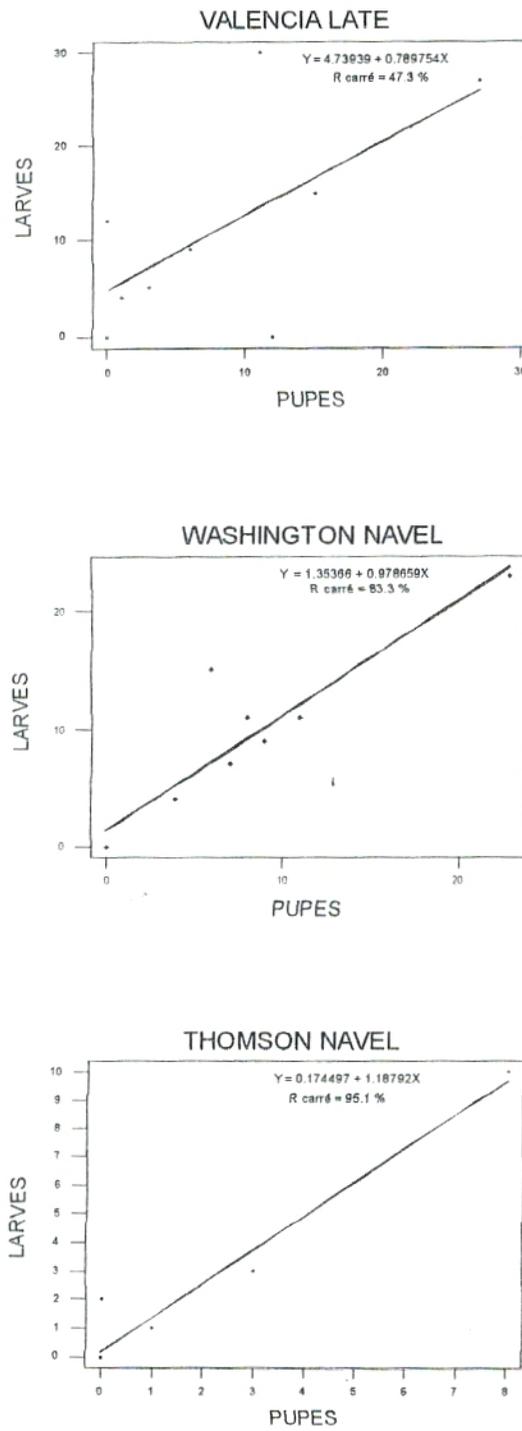


Figure 25 : Corrélation entre les larves et les pupes chez les trois variétés .

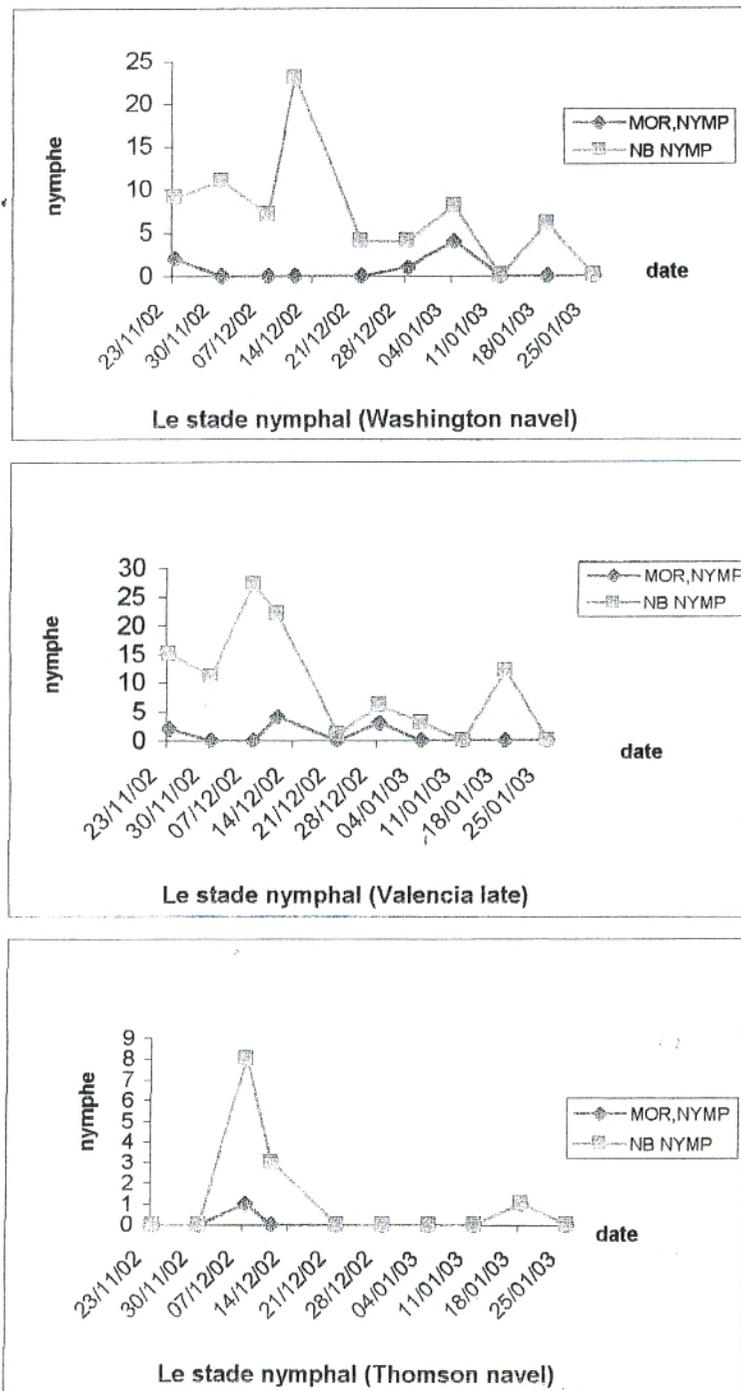


Figure 26 : Variations temporelles des nymphes chez les trois variétés.

Tableau 13 : La durée moyenne de pupaison

Date de mise en élevage	Variété	Durée moyenne de pupaison
23/11/2002	Valencia late	29
	Washington navel	24
	Thomson navel	/
30/11/2002	Valencia late	24
	Washington navel	22
	Thomson navel	/
07/12/2002	Valencia late	23
	Washington navel	22
	Thomson navel	/
14/12/2002	Valencia late	29
	Washington navel	28
	Thomson navel	29
21/12/2002	Valencia late	31
	Washington navel	21
	Thomson navel	/
28/12/2002	Valencia late	40
	Washington navel	35
	Thomson navel	/
04/01/2003	Valencia late	37
	Washington navel	33
	Thomson navel	/
11/01/2002	Valencia late	/
	Washington navel	/
	Thomson navel	/
11/01/2002	Valencia late	32
	Washington navel	29
	Thomson navel	/
25/01/2002	Valencia late	/
	Washington navel	/
	Thomson navel	/

4.1.5- Emergence des adultes:

La biologie de *Ceratitis capitata* (Wied) dépend entièrement du biotope et plus particulièrement du bioclimat dans lequel l'insecte se développe.

Aux conditions de laboratoire dans lesquelles nous avons effectué les élevages, pendant la saison hivernale, les températures variaient de 20 à 26°C en moyenne.

Selon les variétés, les résultats d'élevage étaient toujours variables, il semble liée à la composition biochimique du fruit puisque la Washington navel plus précoce, est plus riche en sucre durant les périodes critiques des stades larvaires.

La variété Valencia late, la plus tardive, héberge un nombre élevé d'œufs, les émergences restent faibles car la teneur en glucide est faible durant cette période, il n'y a augmentation des sucres qu'aux mois d'avril et mai.

La variété Thomson navel, malgré qu'elle est précoce, mais elle est moins riche en sucre, aussi le fruit est caractérisé par une pulpe épaisse, se qui la rend faible de point de vu infestation.

Les résultats obtenus sont; 67,77% chez la variété Valencia late, 77,38% chez la Washington navel et 62,15% chez Thomson navel.

Il existe également une corrélation linéaires hautement significatives effectuée sur les adultes en fonction des pupes (figure27) montrent qu'il existe une relation positive ce qui est confirmé par le coefficient de la droite de régression r^2 est de :

- $r^2 = 97.1\%$ chez la variété Valencia late ;
- $r^2 = 96.0\%$ chez la variété Washington navel ;
- $r^2 = 98.2\%$ chez la variété Thomson navel.
-

Conclusion

Puisqu'il existe une corrélation significative entre les nombres de :

- larves et des adultes ;
- pupes et des larves ;
- adultes et pupes.

Nous pouvons prédire l'évolution de l'une de ces variables à partir des effectifs de l'autre (Figure23, 25, 27).

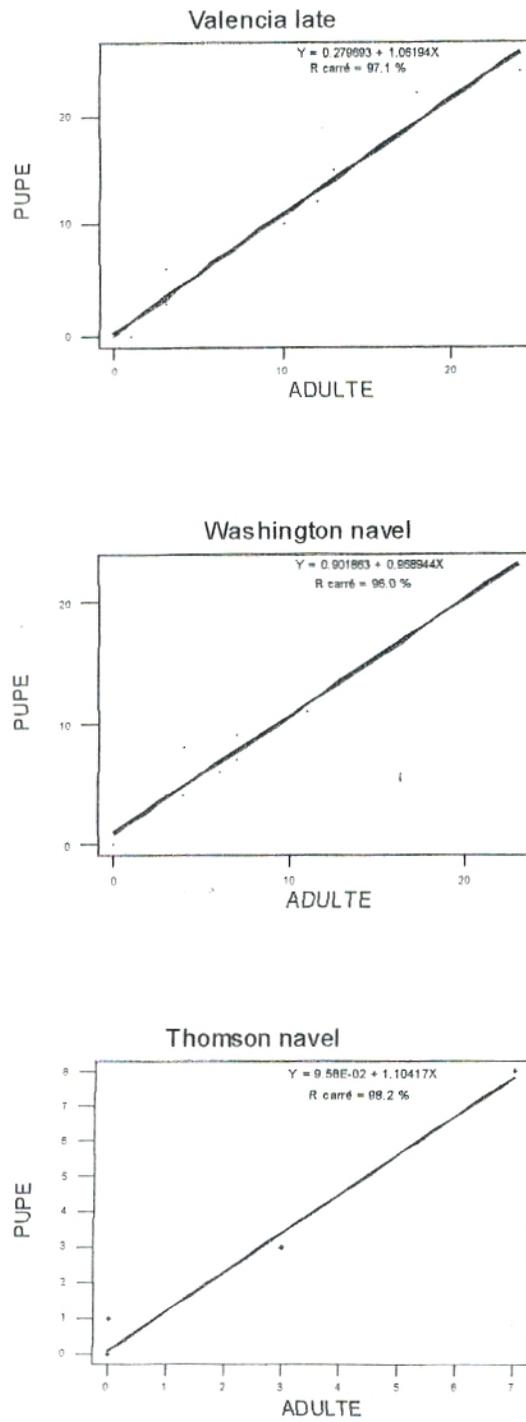


Figure 27 : Corrélation entre les pupes et les adultes.

4.1.6- Le sex ratio:

Le sex-ratio nous donne une idée sur le nombre de mâles et de femelles émergés, obtenus par élevage (Figure28).

La différence n'est pas notable comme le montrent les pourcentages suivants:

- chez la variété Valencia late, le taux d'émergence est de 67,77%
- chez la variété Washington navel, le taux d'émergence est de 77,38%
- chez la variété Thomson navel, le taux d'émergence est de 62,5%

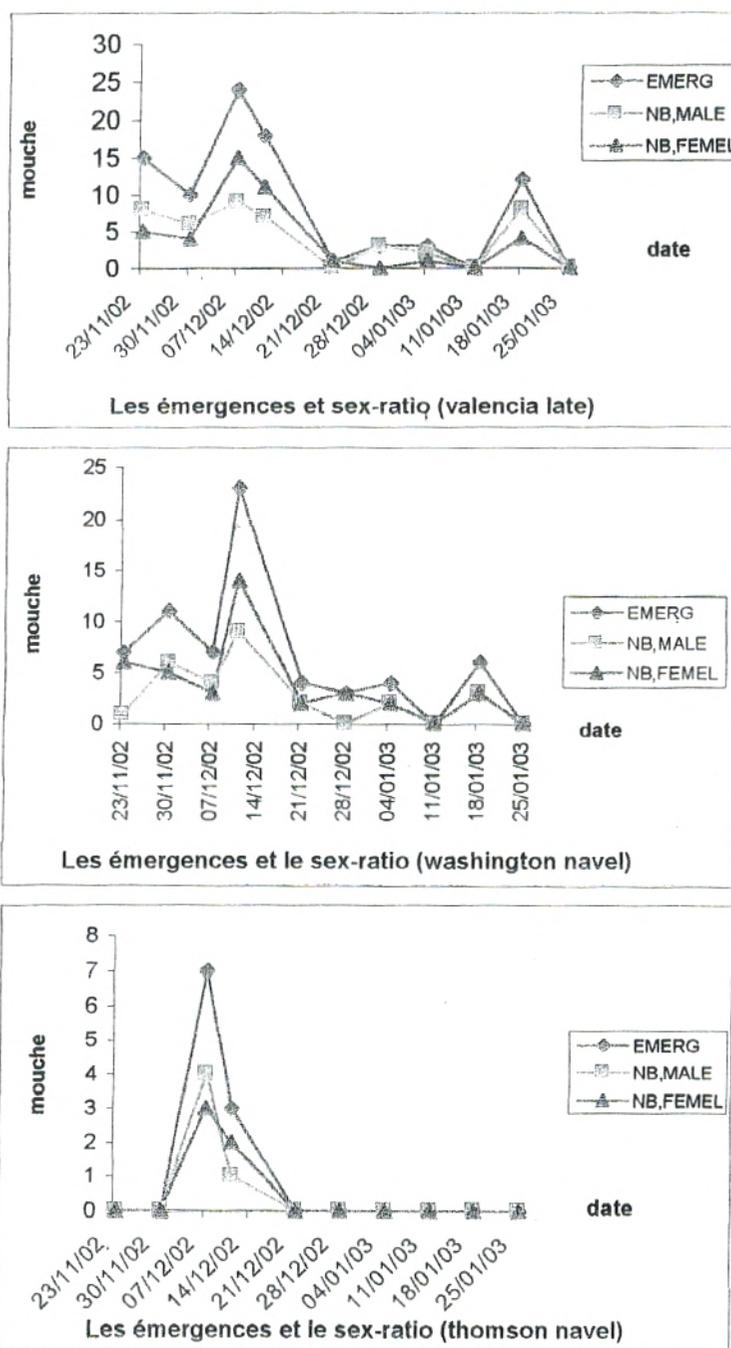


Figure 28 : L'émergence des adultes et leur sex-ratio chez les trois variétés

4.2- Nombre de générations:

Nous pouvons estimer à partir de la dynamique des populations, le nombre de génération de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied).

Ces générations sont réparties sur une période de trois mois; Novembre, décembre et janvier.

Le nombre de générations est obtenue en relevant les principaux pics d'infestation durant la période d'étude. Tous les graphes (figure 14, 15, 16) des infestations qu'elles soient dues aux trous de ponte ou aux fruits chutés montrent qu'il existe deux principaux pics, correspondant à l'apparition de nouvelles générations.

Nous pouvons en déduire qu'il existe deux générations hivernales de *Ceratitis capitata* durant la période d'étude, correspondant à la saison hivernale pendant laquelle ce ravageur se développe sur les agrumes, après avoir effectué cinq générations estivales sur les fruits à noyaux et à pépins; la huitième génération, printanière, se déroule souvent sur le néflier selon Fellah (1996)

4.3- Estimation des dégâts occasionnés sur les trois variétés:

Au laboratoire, on a pu connaître grâce aux fruits chutés le nombre de larves qui existent par orange, après dissection, ainsi que le poids moyen de ces fruits chutés ramenés des trois vergers:

- pour la variété Valencia late, le poids moyen d'un fruit est de 160 g
- pour la variété Washington navel, le poids moyen d'un fruit est de 250 g
- pour la variété Thomson navel, le poids moyen d'un fruit est de 200 g

Ces poids là nous permettent de calculer les pertes en grammes puis en kilogrammes pour estimer les dégâts occasionnés par la cératite.

Dans le verger de la variété Valencia late, on a enregistré 551 fruits chutés sur l'ensemble des quatre expositions, et aux différentes dates de prélèvements, ce qui représente 88160 g donc 88,160 kg.

La variété Washington navel est la plus touchée avec un nombre de 1470 fruits chutés, ce qui représente 367500 g donc 367,500 kg

Les pertes les plus faibles sont enregistrées dans le verger de Thomson navel avec 28 fruits chutés pour les quatre orientations, ce qui correspond à 5600 g donc 5,600 kg.

L'estimation des dégâts provoqués par la cératite confirme les résultats précédents, à savoir: la variété Washington navel est la plus attaquée, suivie par la Valencia late et enfin la Thomson navel.

La période de mûrissement des fruits, l'épaisseur de leur peau et leur composition chimique dont particulièrement la teneur en sucre et en jus semblent être les principaux facteurs qui les différencient.

5. Le parasitisme de la mouche:

Les élevages effectués à partir des oranges de la variété Valencia late ont permis de connaître la nature du parasite de ce phytophage; il s'agit d'un hyménoptère appartenant à l'espèce: *Opius concolor* (Figure 29).

Le taux de parasitisme a été estimé à partir des émergences obtenues par des élevages au laboratoire (Tableau 14)

Ainsi, nous remarquons qu'il a une période précise de son intense activité, allant de la fin du mois de novembre (30/11/2002), jusqu'au début du mois de décembre (07/12/2002), par la suite, nous relevons une absence totale du parasite.

Sur la variété Washington navel, aucun parasite n'a émergé, il en est de même pour la variété Thomson navel, durant les dix prélèvements effectués (Tableau 15,16).

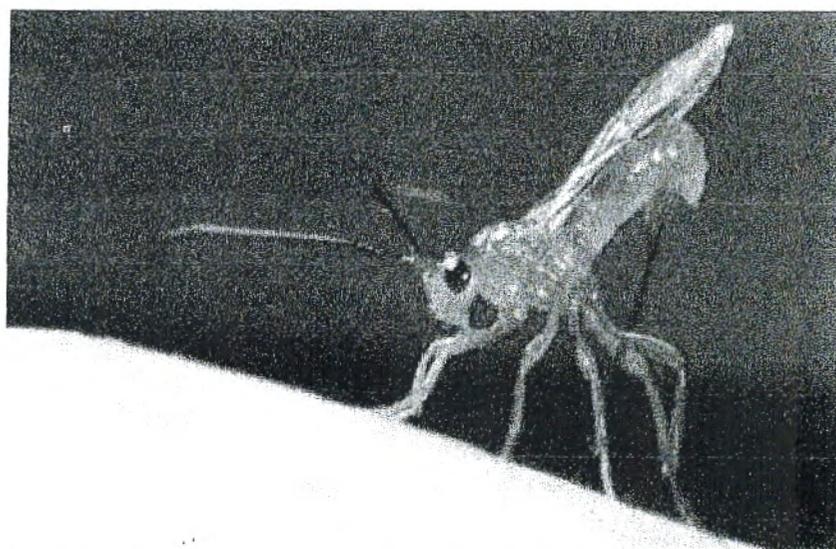


Figure 29: *Opius concolor* le parasite de *Ceratitis capitata* (Michael et Thomas ,1981)

Tableau 14 : Etude du parasitisme chez la variété Valencia

Date de mise en élevage	Date des émergences	Nombre de mouches	Nombre de parasites	Taux de parasitisme %
23/11/02	22/12/02	13	0	0
30/11/02	23/12/02	10	1	9,09
07/12/02	29/12/02	24	3	11,11
14/12/02	04/01/03	18	0	0
21/12/02	19/01/03	1	0	0
28/12/02	06/02/03	3	0	0
04/01/03	10/02/03	3	0	0
11/01/03	/	0	0	0
18/01/03	19/02/03	12	0	0
25/01/03	/	0	0	0

Tableau 15 : Etude du parasitisme chez la variété Washington navel

Date de mise en élevage	Date des émergences	Nombre de mouches	Nombre de parasites	Taux de parasitisme
23/11/02	17/12/02	7	0	0
30/11/02	21/12/02	11	0	0
07/12/02	29/12/02	7	0	0
14/12/02	09/01/03	23	0	0
21/12/02	09/01/03	4	0	0
28/12/02	01/02/03	3	0	0
04/01/03	06/02/03	4	0	0
11/01/03	/	0	0	0
18/01/03	15/02/03	6	0	0
25/01/03	/	0	0	0

Tableau 16 : Etude du parasitisme chez la variété Thomson navel

Date de mise en élevage	Date des émergences	Nombre de mouches	Nombre de parasites	Taux de parasitisme
23/11/02	/	7	0	0
30/11/02	/	11	0	0
07/12/02	04/01/03	7	0	0
14/12/02	11/01/03	23	0	0
21/12/02	/	4	0	0
28/12/02	/	3	0	0
04/01/03	/	4	0	0
11/01/03	/	0	0	0
18/01/03	/	6	0	0
25/01/03	/	0	0	0

6. Résultats des analyses pédologiques :

Les analyses du sol des trois vergers étudiés donnent les résultats suivants (Tableau17).

Pour le verger de Valencia late ; le sol est brun à caractère vertique, sa composition chimique se présente comme suit :

-60% d'argile , 30%de limon , et 10% de sable , ces pourcentages définissent la texture du sol qui est: Argilo- limono –Sableux , aussi c'est un sol légèrement alcalin avec un PH de 8.24 .

Le verger de la Washington navel à un sol brun foncé à caractère vertique , avec un PH légèrement alcalin de 8.42 , une texture Argilo-Limono- Sableuse selon les résultats de l'analyse chimique .

Le verger de Thomson navel se situe sur un sol brun foncé grisâtre à caractère vertique, voire tirsifié , avec un PH de 8.20 , légèrement alcalain .

Sa composition chimique se traduit par : 50% d'argile , 40%de limon et 101% de sable donc c'est une texture Argilo-Limono-sableuse .

Tableau 17 : Résultats des analyses pédologiques des trois vergers

Echantillon	couleur	structure	Texture			CaCo ₃	PH
			A%	L%	S%		
Valencia late	10YR 5/3 BROWN	Subangulaire Subpolygonale à bout arrondi	60	30	10	0	8.24
Un sol brun à caractère vertique							
Washington navel	7.5YR 5/2 BROWN	Subpolygonale	40	40	20	+++	8.42
Un sol brun foncé à caractere vertique							
Thomson navel	10YR 4/2 DARK GRAYSH BROWN	Faux polyèdre, angulaire	50	40	10	+ à ++	8.20
Un sol brun foncé grisâtre à caractère vertique, voire tirsifié							

6.1. Resultats des analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation

A une température de 25°C, le PH est de 7.38, donc l'eau d'irrigation est parfaitement neutre.

A 18.6°C, la conductivité est de 1725 Ms/cm, et la salinité est de 0.7.

Le taux d'oxygène est de 0.26 mg/l, avec un pourcentage de 2,8%.

B/ Discussion

1- Etude de l'infestation des fruits par *Ceratitis capitata*

1.1. Effet de la variété :

1-2. Effet de la date d'observation

1-3. Effet de l'orientation :

1-4. Effet de l'arbre :

2. Evaluation des dégâts

3. Le parasitisme chez *Ceratitis capitata* (Wied)

Conclusion

B/ Discussion

Ceratitis capitata (Wied) se développe sur plusieurs espèces fruitières avec une très grande adaptation; ce qui n'empêche pas l'influence de différents facteurs écologiques sur sa biologie et sur la taille de sa population.

Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'incidence de quelques facteurs abiotiques tels que l'orientation et la date d'observation et des facteurs biotiques tels que l'effet de la variété et de l'arbre échantillonné sur les attaques de ce ravageur. Les résultats obtenus ont confirmé nos prévisions initiales mais avec des impacts plus ou moins importants.

Les captures d'adultes et les élevages menés au laboratoire nous ont renseigné sur la biologie de ce diptère, dans notre région, ainsi que sur son parasitisme.

1- Etude de l'infestation des fruits par *Ceratitis capitata*

Les attaques de la cératite sur agrumes semblent être influencées par les différents facteurs que nous avons choisi de tester lors de ce présent travail ; que l'on considère les trous de ponte ou le nombre de fruits chutés, les résultats restent similaires.

1.1. Effet de la variété :

Les tests statistiques effectués à partir des échantillons de fruits observés et disséqués indiquent que les variétés de *Citrus sinensis* les plus infestés sont la « Valencia late » et la « Washington navel »; la variété Thomson navel étant la moins attaquée.

Nous avons attribué ces différences d'infestation entre les trois variétés essentiellement à la peau de l'orange dont la couleur, l'épaisseur et la composition chimique sont variables. Il semble que les variétés à peau fine soient plus attaquées ainsi que celles dont la couleur vire vers le jaune, attirant les Tephritidae comme le soulignent Nakagawa et al.,(1978) qui ont utilisé des sphères jaunes, comme stimuli « Supernormal ».

imputables à l'épaisseur, la couleur et la composition chimique de l'épiderme ainsi qu'à la teneur en sucre et en jus de la pulpe d'orange.

1-2. Effet de la date d'observation

Les trois variétés étudiées présentent des infestations qui varient significativement selon les dates de prélèvement. Ces variations sont essentiellement dues au degré de maturité des fruits. En effet, l'infestation des agrumes évolue dans le temps avec le degré de maturité des fruits.

Naâmani et al., (1997) indiquent que la maturité croissante des fruits stimule l'activité des mouches, ce sont les conditions climatiques et la récolte des fruits qui l'arrêtent.

Nos résultats prouvent que l'infestation chez la variété Valencia late, la plus attaquée, augmente progressivement de la première date de prélèvement à la sixième date. Des résultats similaires ont été trouvés chez la Washington navel. Après la sixième date, les fortes chutes de température ont inhibé les pontes.

Selon plusieurs travaux, les femelles effectuent leur ponte durant les heures les plus chaudes et sur les cotés les plus ensoleillés de l'arbre (Bodenheimer, 1951 ; Féron, 1962 ; Hendrichs et al., 1989).

Bernstein (1986) insiste sur l'influence des facteurs de l'environnement qui sont la température, les précipitations, les vents, l'insolation... etc, sur la dynamique des populations des insectes. Il ajoute que les meilleures corrélations obtenues montrent que les régressions peuvent avoir une réelle prédictivité.

Les basses températures inhibent le vol et l'accouplement des mouches. Selon Meats (1989), si une température de 2°C est maintenue pendant une semaine, il n'y a aucune émergence d'imagos.

Les facteurs de l'environnement dont particulièrement les conditions climatiques agissent directement sur l'activité et sur la croissance de la population de ce diptère.

1-3. Effet de l'orientation :

L'orientation des fruits dans un arbre semble avoir une certaine influence sur les attaques de *Ceratitis capitata*. Nous avons testé statistiquement ce facteur pour savoir si réellement il a un impact ; les résultats obtenus concordent à montrer que l'orientation

influe significativement sur les infestations, le sud et l'ouest étant plus attaqués que le nord et l'est.

En effet, dans les trois vergers et pour les trois variétés, les expositions sud et ouest sont plus infestées que le nord et l'est ; ces mêmes résultats ont été obtenues par Féron (1957) ; Drummond et al., (1984) ; les orientations nord et ouest comme étant les plus fréquentées par la mouche, mais avec une activité moindre. Affelah et al., (1997) signalent également que la partie sud de l'arbre est plus infesté que la partie nord.

Quant à Naâmani et al., (1997) ils précisent que les fruits chutés, qui sont pour la plupart à l'état vert ou mûrissant, sont plus du coté est en mai, mais les larves issues de ces œufs connaissent une mortalité pouvant atteindre plus de 75%, alors qu'à cette même période, une bonne croissance des larves est notée des cotés ouest et sud ; ce que nous avons remarqué nous même dans le verger de Washington navel.

Contrairement à nos résultats, Dhouibi et al., (1995) ont montré que pour les fruits chutés, l'infestation débute au mois de mai, surtout du coté est, chez les premiers fruits mûrissants.

Des travaux antérieurs menés par Bateman en 1976 à Souss (Maroc) ont montré également que l'exposition sud-est est celle où les captures de *Ceratitis capitata* (Wied.) sur agrumes, sont les plus élevées.

Chez un autre Tephritidae, la mouche de l'olive *Bactrocera oleae*, Hamach (1985) a trouvé les mêmes résultats que nous pour la cératite, les expositions sud et ouest étant les plus attaquées.

1-4. Effet de l'arbre :

Ayant remarqué une certaine hétérogénéité des attaques de *Ceratitis capitata* entre les différents arbres échantillonnés nous l'avons testé par des analyses de variance à deux facteurs, pour chaque variété étudiée. Les résultats obtenus montrent des variations significatives tant pour les trous de ponte que pour les fruits chutés; donc l'arbre a effectivement une grande incidence sur les attaques de la cératite, sur les agrumes .

Naâmanie et al., (1997) attribuent cette différence des attaques entre arbres à la maturation croissante de fruits, puis aux conditions climatiques et à la récolte des fruits arrêtent cet afflux.

Par ailleurs Drew(1989) et Metclaf(1990) considèrent que ce sont les odeurs de l'arbre ou Kairomones qui sont attractives à longue distance, fonctionnant comme leurres des mâles sexuellement mûres et les femelles immatures, les phénomènes sexuelles assurant le succès de l'accouplement, stimulent ainsi l'oviposition.

Prokopy (1981) signale qu'au niveau d'un même arbre, les infestations sont très hétérogènes, il l'explique par la phéromone de marquage sécrétée par la femelle et déposée sur les fruits, juste après la ponte, afin d'écartier les autres cératites à la recherche d'un site d'oviposition.

Quant à Fletcher (1987), il explique cette différence d'infestation d'un arbre à un autre par la compétition intraspécifique, les mouches étant plus abondantes que leur ressource nutritive. La compétition intraspécifique la plus importante chez les dacinés concerne les femelles sur le fruit. Leur agressivité peut réduire la fécondité et par conséquent la ponte des œufs, en encourageant les femelles mûres à se disperser.

Les travaux de Gaouar (1996) ont montré un impact de l'arbre hautement significatif avec un effet de bordure très marqué qui a été attribué au fait que les mouches en déplacement sont interceptées en premier lieu par les arbres situés sur les bords du verger, ce qui explique cette répartition spatiale particulière, en plus de la phénologie spécifique à chaque arbre.

2. Evaluation des dégâts

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* est plus connue sur les agrumes que sur les autres espèces fruitières car la multitude variétale du genre citrus échelonnée sur une durée de huit à neuf mois, de la fin septembre pour les variétés précoces de *Citrus clementina*, à Janvier ou février pour les variétés précoces de *Citrus sinensis* tel que Thomson navel et Washington navel, et avril et mai pour les variétés les plus tardives de *Citrus sinensis* que sont la Portugaise, la Maltaise, et la Valencia late.

L'infestation de ce diptère est fortement variable dans l'espace et dans le temps. De plus des attaques sont influencées par l'ensemble des facteurs biotiques et abiotiques.

Les occasionnées par *Ceratitis capitata* sur les agrumes sont de deux ordres :

- Les oranges piquées sont dévalorisées lors de leur commercialisation, leur conservation étant fortement limitée ;

- Les fruits chutés causent des pertes très importantes, réduisant fortement le poids des récoltes.

Sur le plan économique, la cératite endommage le bénéfice de l'agriculteur, ce qui se répercute sur le coût et la commercialisation de ses fruits très appréciés par le consommateur.

Dans les trois vergers étudiés, les deux types de dégâts étaient fortement représentés :

- Les pourcentages d'infestation dus aux piqûres sont de 27.14% pour la variété valencia late, 63.06% pour la Washington navel et de 9.80% pour la Thomson navel.

- Les pertes dues aux fruits chutés ont été estimés en Kg, pour chaque variété, durant la période d'étude, de la fin novembre à le fin janvier :

* Chez la valencia late, le poids total des fruits chutés est de 88,160 Kg ;

* Chez la Washington navel, le poids total des fruits chutés est de 367,500 Kg ;

* Chez la Thomson navel, la moins infestée, le poids des fruits chutés est de 5,600 Kg ;

En estimant le prix moyen du kilogramme d'oranges à 50DA, le manque à gagner chez la valencia late est de 4408 DA ; chez la Washington navel, il est de 18.375 DA ; chez la Thomson navel, il est de 280 DA ; ce qui donne un total de 23.063DA pour ces trois vergers de la ferme Belaïdouni.

3. Le parasitisme chez *Ceratitis capitata* (Wied)

Les élevages de *Ceratitis capitata* en laboratoire ont donné un certain nombre de larves dont la majorité ont évolué en pupes puis en adultes.

Les adultes obtenus, avec un sex-ratio équilibré, ont permis de connaître la nature du parasite, en l'occurrence l'espèce *Opius concolor*, un hyménoptère braconidae, très fréquent au Maghreb, aussi bien en tant que parasite de *Ceratitis capitata* que de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Gaouar et Debouzie, 1995 ; Hamidi, 2002 et Belhoucine, 2003).

Cependant le taux de parasitisme de 11.11 % est trop faible pour exercer un quelconque contrôle sur la mouche des fruits qui ne cesse de causer de graves dégâts tant sur les agrumes que sur les pêchers, abricotiers...

Les prélèvements ayant été effectués de novembre à février, nous n'avons obtenu que quatre parasites en fin novembre- début décembre, période à laquelle nous avons eu 30 et 25 larves, respectivement. Ces résultats confirment ceux de Allemand et al., (1999) qui montrent qu'une forte pression larvaire dans un fruit induit une densité élevée de parasitoïdes et une importante mortalité larvaire.

Selon Cochereau (1970), les femelles du genre *Opius* possèdent une tarière de 3 à 5 mm de long, ce qui explique que la variété Valencia late, ayant une peau fine, est celle dont les larves de la cératite ont été les plus parasitées, car la tarière peut y accéder à travers la peau du fruit.

Par ailleurs, les vergers d'agrumes étant à proximité de vergers d'oliviers, les parasitoïdes ont envahi préférentiellement les larves de *Bactrocera oleae*, à travers la pulpe de l'olive, plus mince que celle de l'orange, donc plus facile d'accès ; d'autant plus que la maturation des olives coïncides avec celle des agrumes, ce qui explique qu'à la même période, les travaux de Belhoucine (2003) ont montré un parasitisme nettement plus important chez *Bactrocera oleae*, dans la même station.

Conclusion

L'étude du parasitisme de *Ceratitis capitata* a montré que le braconide *Opius concolor* sévit dans les vergers d'agrumes mais à un taux trop faible pour espérer un contrôle biologique efficace du ravageur.

La seule alternative à proposer reste la lutte intégrée qui complète l'effet des parasitoïdes et autres prédateurs tels que les fourmis (Wong et al., 1984) par des traitements insecticides dont le calendrier est établi à partir de la biologie des populations du phytophage dans la région considérée.

Conclusion Générale

L'étude bio-écologique de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* dans la région de Tlemcen, a permis d'obtenir un certain nombre de résultats qui ont servi à connaître la répartition spatio-temporelle des attaques de ce ravageur, afin de préconiser une stratégie de lutte efficace.

Notre étude est essentiellement basée sur les variations des principaux facteurs liés à l'infestation des trois variétés d'agrumes par la cératite :

Le taux d'infestation varie selon l'orientation des fruits dans l'arbre. Ce facteur a un grand effet sur les attaques de *Ceratitis capitata* (Wied). Une infestation plus importante est notée vers les orientations sud et ouest puis nord et est, cette différence entre les infestations suivant les expositions correspond au degré de mûrissement des oranges.

Le taux d'infestation varie aussi selon la date d'observation, ce facteur écologique a marqué une différence du taux des attaques chez les trois variétés d'agrumes étudiées Valencia late, Washington navel et Thomson navel. Chez la Valencia late on distingue une augmentation progressive des attaques durant les premières dates d'observation puis une perturbation à la fin de la période de prélèvement.

Le même résultat est relevé pour l'infestation des fruits de Washington navel ; chez la variété Thomson navel, on note une infestation très faible durant les neuf dates de prélèvement, le facteur date est très lié à l'incidence des facteurs climatiques exprimés par les variations de températures, les précipitations, les vents, et l'insolation.

Par ailleurs, des informations données par l'INPV d'El Harrach signalent que durant cette année, les infestations de la cératite relevées dans les principales régions agrumicoles du pays étaient plutôt faibles en raison de la rigueur de l'hiver.

Les taux d'infestation diffèrent également selon l'arbre échantillonné dans les trois vergers de *Citrus sinensis*. Cette différence revient au décalage phénologique entre les arbres d'un même verger.

Il est important de souligner que chez les agrumes, le développement des stades pré-imaginaux des Tephritidae est liée au degré de maturité physiologique des fruits et à la composition chimique de leur pulpe dont principalement leur teneur en sucre et en jus

- Le taux d'infestation varie enfin selon la variété, c'est un facteur très intéressant, car il donne des variations nettes, entre les infestations de la mouche sur la variété Valencia late, Washington Navel et Thomson Navel.

Ces variations sont liées essentiellement au degré de maturité de la variété, car la présence des adultes de la mouche des fruits dans le cas où les fruits ne sont pas encore mûrs, va entraîner l'échec de la ponte d'où les piqûres stériles; les variétés précoces étant les premières à être attaquées.

La caractéristique des oranges non mûres est qu'elles possèdent une résistance naturelle au développement des stades juvéniles du diptère. Cette résistance est due à la présence dans le fruit non mûr d'une plus grande densité de glandes d'huile essentielle par cm^2 d'albédo et un flavédo plus compact. Ces facteurs se modifient avec la maturation physiologique des fruits qui les rend sensible aux attaques de *Ceratitis capitata*.

Chez la variété Valencia late qui est la variété la plus tardive, seule la maturation physiologique des fruits fait réussir les pontes, malgré sa couleur jaune attractive pour les imagos.

La mouche méditerranéenne des fruits peut accomplir plusieurs générations dans le Bassin méditerranéen, six à sept générations voire huit générations dans les meilleures conditions du climat et de l'abondance des espèces fruitières. Plusieurs auteurs signalent qu'elle a cinq générations sur les espèces estivales et trois générations sur les agrumes.

Nos cinétiques d'infestation montrent deux pics d'infestation bien nets, ce qui indique la présence de deux générations dans les vergers d'agrumes étudiés.

Les élevages ont permis de connaître le parasite naturel de la cératite, il appartient à l'espèce *Opius concolor* dans notre région. Il était absent chez les deux variétés Washington Navel et Thomson Navel et ce n'est qu'à la fin du mois de novembre et au début du mois décembre qu'il apparaît chez la variété Valencia late, son taux de présence reste très faible pour qu'il exerce un contrôle biologique efficace.

Les résultats de nos travaux nous encouragent à poursuivre nos recherches sur la bio-écologie de la cératite dans notre région, d'autant plus que c'est le premier travail du genre à avoir abordé ce ravageur dont les dégâts sont très importants dans notre région.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**A**

- AFELLAH M., BEN HAMADI I., SMAILI C., HILAL A. & CHEMSEDDINE M. (1997)**
Répartition de l'infestation de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Gmel) en verger oléicole dans la Sais au Maroc. Procees. Of the IOBC, wprs bull, oilb.Srop vol 20(8): 76-85.
- ALLEMAND R., FLEURY F., LEMAITRE C. & BOULETREAU M. (1999)** –
Dynamique des populations et interactions compétitives chez deux espèces de leptopilina, parasitoïdes de drosophilles, dans la vallée du Rhone (Hymenoptera : Figitidae). UMR/CNRS 5558 Biométrie et biologie évolutive, Univ. C. Bernard – Lyon I, F – 69622 Villeurbanne cedex, France. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S), 35 (suuppl.) : 97 – 103.
- ANONYME (1991)** –L'irrigation des vergers. Ed. ITAF, Tassala El Mardja , Boufarik, 63p.
- ANONYME (1995)** – La taille des agrumes. Ed. ANEP, Rouiba, p. 21.
- ANONYME (1997)** – La creation d'un verger. Spécial agrumes. Edité par le CNPA, Bir-Mourad-Rais, Alger, 74p.
- ANONYME (2003)** - Statistiques agricoles –Agrumes-, CAMP 2000/2001.M.A.P., D.S.E.E. N°1-2, 8p.

B

- BACK E.A. & PEMBERTON C.E.(1918)** – The Mediterranean fruit fly in Hawaii .United States Department of agriculture. Bull. No. 536, GPO, Washington D.C.,USA pp 1-118 .
- BABRI A. & HADIS H. (1997)** – Capture des femelles de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitidis capitata* (Wied.) dans les agrumes : Evolution de nouveaux pièges et appats. Procees. of the IOBC, WPRS Bull, OILB srop. Vol 20 (8):102 – 112.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H.(1953)** - Saison sèche et indice xerothermique. Bull.Soc.Hist.Nat. de toulouse T88,fax, 3(4), 1993-239 .
- BAKER P.S (1988)** – Improvement of attractant Dispensing systems for the Mediterranean fruit fly (Dipt.,Teph.) steril release program: in chiapas, Mexico. J. of Entomol., ISSN vo (81):4 p: 1068- 1072.
- BATEMAN M.A. (1972)** – The ecology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol., 17, 493 – 518.
- BATEMAN M.A. (1976)** – fruit flies. In:V.L. Delucchi (ed), studies in Biological control. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 11-49.

- BELHOUCINE S. (2003)** – Etude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Dipt., Teph.) dans cinq stations de la Wilaya de Tlemcen Thè. Magis. Uiv. Tlemcen. 1.p.
- BENFATTO D. & LONGO S. (1983)** – Results in capturing Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata wied*) on citrus in Sicily. Procee. of the CEC/IOBC, Inter, Italie
- BERNSTEIN C.(1985)**- Détection de l'influence des facteurs de l'environnement sur la dynamique des populations d'insectes : une note sur les calculs de régression. Acta Oecologica, 6, 389- 394.
- BODENHEIMER F.S. (1951)** – Citrus entomology in the middle East, Junk, The Hange, 663 pp.
- BOLLER E.F. (1981)**- oviposition-detering pheromone of the European cherry fruit fly. Plenum pre., New York, pp:457-462
- BONNEMAISON L. (1962)** – Les ennemis animaux des plantes et des forêts III. Ed. sep., paris, 413 p.
- BONNIER G. & DOUIN R. (1990)** –La grande flore, de Gaston Bonnier. Ed. Belin(90). T. 3(Texte) pp. 203-204.
- BOULETREAU M. (1988)** – Parasitisme et génétique dans le monde des insectes. Pour la science, pp. 78 – 87.
- BRICENO R.D ,RAMO D. & EBERHERD W.G(1996)** _court ship of male medfly (*C.capitata*) in captivity. Florida. Entomol .79:1_15
- BRICENO R.D ,EBERHERD W.G(2002)** –decision during court ship by male and femal medfly ,*C.capitata* .florida entomol .85:14_31 .
- BULLETINS TECHNIQUES PHYTOSANITAIRE (1984)**-Arbres fruitiers .Avert., N36-09/06

C

- CANARD M., LIAROPOYLOS C. & LAUDEHO Y. (1979)** – Développement d'*Opius concolor* pendant la phase hypogée de *Dacus oleae*. Ann. Zool. Ecol. Anim., 11, 13 – 18.
- CAYOL J.P., ENKERLIN A., BAKRI J. & HENDRICHS J. (2002)** - Les mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) rangeurs d'importance économique pour l'agriculture. Insect. Pest.control. section, Joint FAO/IAEA Division for food and agriculture international atomic energy agency, Vienna, Austria.
- CHESEL D. (1978)** – Description non paramétrque de la dispersion spatiale des individus d'une espèce. In : Legay J.-M et Tomassone R., "Biométrie et Ecologie", Jouy, Soc. Fr. Biom., pp.45-135

- CHEIKH M. & BEN SALAH H. (1976)** – Degrés et époques des infestations des principaux hôtes de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied) (Dipte. Teph.) Communic. Collo. CLAM.
- CHRISTIAN V., NAVARRO L. & BOVE J.M. (2002)** – IVIA, Moncada, Valencia, Espagne. INRA et Université Victor Segalen Bordeaux 2, BP. 81, 33883 Villenave d'Ornon, France.
- CLAUSEN C.P., CLANCY D.W. & CNOCK Q.C. (1965)** – Biological control of the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and other fruit flies in Hawaii. Agric. Res. Serv., U. S. Dept. Agric., Washington D.C., Tech. Bull n° 1322, 1 – 102.
- COCHEREAU P. (1970)** – Les mouches des fruits et leurs parasites dans la zone Indo-Australo-Pacifique et particulièrement en Nouvelle Calédonie. Cah. ORSTOM, sér, Biol., n° 12 : 1 – 50.
- COSTILLA M.A. & BASCO M.J. (1977)** – Comportamiento de celos (lait) para el control de los mosca de la fruta en quintas citricas . Revista industrial y Agrícola d.Tuewnan 54 (1) 41-45
- CRETE P. (1965)** – Précis de botanique. 2^{ème} Edi., Massm et C., Edit., LAM, 120, boul. Saint. Germain, Paris VI^{ème}.
- CRNJAR R.M. & PROKOPY R.J. (1982)** – Morphological and electrophysiological mapping of tarsal chemoreceptors of oviposition deterring pheromone of *Rhagoletis pomonella* flies, J. of Insect., Phys. 28 :393-400.
- D
- DAGNELLIE P. (1970)** -Théories et méthodes statistiques. Vol. 2. Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L.
- DAHMANI M. (1984)** – Contribution à l'étude des regroupements à chène vert des monts de tlemcen. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle.227p.
- DAREKAR K.S., PATIL B.D. & PAWAR D.D. (1982)** – Skeening of Citrus and poncirus rootstocks against Citrus nematode. Indian J. nematol., 12 (1), pp. 181 – 182.
- DEBOUZIE D. & MAZIH A. (1999)** – Argan (Sapotaceae) trees as reservoirs for Mediterranean fruit fly (Diptera : Tephritidae) in Morocco. Ento. Soc. of America, vol. 28, n°1.
- DEBOUZIE D. (1989)** – Biotic mortality factors in Tephritid population in : fruit fly. Their Biology natural enemies and control. Vol. 3B. Ed. by A.S. Robinson and G. Hooper. Amsterdam, Elsevier, pp. 221 – 227.
- DEBOUZIE D. & THIOULOUSE J. (1986)** – Statistics to find spatial and temporal structures in population. In: Pest control operation and systems analysis in fruit fly management. Nato ASI Series G: Ecological Sciences, vol. 11. Springer Verlag, Berlin, pp. 263 – 282.

- DEBOUZIE D., DENIS B. & ROSPARD J.P. (1987)** - Sampling and spatial distribution. C.R. Acad. Agric. Fr., 73, 73 – 82.
- DEBOUZIE D. & PALLEN C. (1987)** - Spatial distribution of chesnut weevil *Balaninus* (= *Curculio*) *elephas* population. (Ed). Drw.Junk publis., the hague, neth., 77-83 .
- DELANOUE P. & PRALAVORIO R. (1977)** – Besoins en eau compares de *Ceratitidis capitata* (Wied.) et de son parasite interne *Opius concolor* SzepI. durant la phase pupale de l'hôte. Bull. Soc. Zool. Agric., 1, 1 – 7.
- DEL PINO A.A., PUTRUELE M.T.G. & GARRIDO A. (1997)**- Effect of soil moisture and texture on pupal survival of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*(wied.). procee., of the IOBC wprs bulletin vol. 20(8):38-44 .
- DELRIO G. (1986)** –Tephritid in citriculture. Symp. Aecieale 1985 (Italie) .
- DELRIO G. & ORTU S. (1988)**- Attraction of *Ceratitidis capitata* to sex trimedlure, ammonium and proteine laits Bull. Srop. 11(6). 20-26
- DHOUBI M.H.,GAHBICH H. & SAAIDIA B. (1995)** – Evolution de l'attaque des fruits par *Ceratitidis capitata* (Wied) en fonction de la position de l'arbre et du degré de maturité des oranges. Fruits, vol.50, n°1, P.39-49.
- DHOUBI M.H. & FELLAH H. (1997)** – Utilisation de la phéromone de marquage dans la lutte contre la mouche medit. fruits *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Dipt.: Teph.). procee. of the IOBC, WPRS Bull, OILB srop. Vol 20 (3) : 156 – 167.
- DIAS M.C.R. & ARTHUR V.(1997)**- Field population survey of fruit flies (Diptera, Tephritidae) by use of attractivite traps in citrus orchards in piracicaba, state of SAO PAULO, BRAZIL Procee. Of the IOBC, WPrs bull, oilb.Srop vol 20(8): 21-27
- DOSBA F. (2002)** – Implications de la protection varietale au niveau des opérateurs. UMR 1098, Biologie du develop. des plantes pérennes cultivées. ENSA. M-INRA, 2 place riala, 34060 Montpellier Cedex 1.
- DREW R.A.I. (1989)** – The tropical fruit fly (Diptera: Tephritidae) of the Australasian and Oceania region. Memoirs of Queensland Museum, 26. south Brisbane, Australia.
- DRUMMOND F., GRODEN D. & PROKOPY R.J. (1984)** – Comparative efficacy and optimal positioning of traps for monitoring apple.maggot flies(dipt.; Teph.).Env. Entomol : 13: 232-235.
- E
- EMBERGER L. (1952)**-Sur le quotient pluviothermique. CR. AC.Sci., 134, 2508-2511 .
- EMILIEN L. & JOCELYNE G. (1975)** – Les agrumes : cultures pérennes. Polycope, ITA, Mostaganem, vol. 3 et 4, 231 p.

EHLER L.E. & ENDICOTT P.C. (1987) – Med fly eradication in California. (Impact du piège traité au malathion sur *Rhopalomyia californica* felt. et ses parasitoïdes. Entomol. Er. Appr, 36 (3), 201 – 208.

ESKAFI F.M. & EUNNINGMAN (1987) – Host plants of fruit flies (Dpt: Teph.) of economic importance in Guatemala. Florida. Entomo., 70 (1), 116 – 123.

ESKAFI F.M. & KOLBE M.M. (1990) – Predation on larval and pupal *Ceratitis capitata* (Wied.) (Dipt: Tept.) by the ant *Solanopsis geminata* (Hym. Form.) and others predators in Guatemala. Eui. Entomol., 19 (1) 148 – 153.

ETIENNE J. (1972) – Les principales Trypétides nuisibles à l'île de la Réunion. Ann. Soc. Ent. Fr., 8 : 485 – 491.

EZZOUBIR D. (2002) – Comportement des portes-greffes traditionnels sous contraintes abiotiques au Maroc. Equipe technique des domaines agricoles. Maroc. Cirad-flor, TA 50/PS4, 34398 Montpellier cedex 5, France.

F

FELLAH .H (1996) – Contribution à l'étude de la bio-écologie de la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera : Tephritidae) sur fruits d'été. Mém. Fin d'études du cycle de spécialité INAT. 234 pp.

FELLAH H. & DHOUBI M.H. (1997) – Evolution de l'attaque des fruits d'été par la mouche des fruits *Ceratitis capitata* (Wied) en fonction de la succession des plantes hôtes. Proce. The IOBC, wprs Bull. OILB Srop Vol. 20 (8), pp.: 92 –101.

FERON M. (1957) – Le comportement de ponte de *Ceratitis capitata* (Wied). Influence de la lumière. Rev. Pathol. Végét.-Entomol. Agric. Fr. 36: 127-144.

FERON M. (1962) – L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied). Comportement sexuel, comportement de ponte. Rev. Pathol. Végét.-Entomol. Agric. Fr. 41 : 1-129.

FLETCHER B.S. (1987) – The biology of Dacine fruit fly. Ann. Rev. entomol., 32, 115– 144.

G

GAHBICHE H. (1993) – Contribution à l'étude de la bio-écologie de la mouche Méditerranéenne des fruits de *Ceratitis capitata* (Wied.) 1829 (Diptera : Tephritidae) de deux biotopes du Nord de la Tunisie. Mém. Fin d'études du cycle de spécialité INAT. 266 pp.

GAOUAR A. (1980)-Hypothese et reflexions, sur la degradation des ecosystemes forestiers dans la région de Tlemcen. For.Médit. 2(2), 131-146 .

GAOUAR A. (1989)-Position phytodynamique du diss.(*Ampelodesma mauritanicum*) et du Doum(*Chamoerops humilis*) a partir d'un diagnostic sol vegetation .

- GAOUAR N. (1996)**- Apport de la biologie des populations de l'olive *Bactrocera oleae* Gml. à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen. Thèse Doc. Etat, Inst. Boil., Univ. Tlemcen 119 p.
- GAOUAR N. & DEBOUZY D. (1995)** – Within tree vertical pattern in *Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera : Tephritidae) infestation and optimisation of insecticide application. J. Appl. Ent., 119, 262 – 289.
- GAOUAR N. (1999)**-Contrôle de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Diptera :Tephritidae) en fonction de ses caractéristiques bio-écologiques. F.A.C.S.C., prog. Et Abstra. Oc 11-14 Morocco

H

- HAISCH A. & LEVINSON H.Z. (1980)** –Influences of fruit volatiles and coloration on ovipositional of the cherry fruit fly, *Naturwissenschaften*, P:67-544.
- HAMACH M. (1985)** – L'entomofaune de l'olivier dans la région d'Aomar à Bouira et étude bio-écologique de *Dacus oleae* (Rossi). Thèse. Ing. Agr, 79 p.
- HAMIDI K. (2002)** – La lutte contre le ravageur de l'olive *Bactrocera oleae* Gml (Diptera :Tephritidae) dans la région de Tlemcen. Thèse., Ing. Univ. Tlemcen 78p.
- HARRIS E.J. & LEE C.L.(1989)**-Influence of bittermelon, *Momordica charancia* (cucurbitaceae), on distribution of melon fly, *Dacus cucurbitae* (Coq.) (Diptera:Tephritidae) on the Island of Molohai, Hawaii.proc.Hawaii.Entomol.soc. 29:49-56 .
- HENDRICHS J.,REYS J. & ALUJA M. (1989)** – Behaviour of female and male Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* in and around Jackson traps placed on fruiting host trees. *Insect Sci. Apple.* 10(3):285-294.
- HINCKLEY A. (1964)** – Fruit fly trapping in Fiji *J. econ. Entomol.*, 57, 2, 297.
- HURTREL B. & QUILLICI S. (1997)** – Influence de la température sur le développement preimaginal de *Psyhalia fletcheri silvestris* (Hymenoptera : Braconidae), parasitoïde de *Bactocera cucurbitae* Coquillett (Diptera : Tephritidae). CIRAD-FLHOR Réunion, laboratoire d'entomologie, B.P. 20, 97408 st Denis Messagerie Cedex 09, France. CIRAD-FLHOR Réunion, labo. D'Entom., station de Bassin Martin, B.P. 180, 97455, st Pierre Cedex, France.

I

- IPERTI G. (1983)** – Mesure amelioration de la lutte intégrée dans les agro-systèmes Méditerranéens simultanément par les mouches des fruits et les homoptères. *Sympo. Algérie Nov.* 82, 547 – 556.

I

JACQUEMOND C., CURK F., EZZOUBIR D., KABBAGE T. LURO F. & OLLITRAULT P. (2002) – Les portes-greffes, composante clef d'une agrumiculture durable. SRA INRA-CIRAD, San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corse, France.

JIRON L.F. (1989) – Parasitoid Hymenopterans of *cos rica*: Geographical distribution of the Species associated with fruit flies (Diptera : Tephritidae). Ento. Vol. 34 N°:1. pp. 53–60.

JANG E.B., 1995 – Effects of mating and accessory gland injection on olfactory –mediated behavior in the female Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. Journal of insect. Physiology, 41: 705 – 710.

K

KAPATOS E.T. (1989) – Immature stage. In : Fruit flies. Their biology, natural enemies and control. Vol. 3B. ed by Robinson and Hooper. Amsterdam, Elsevier, pp. 185 – 191.

KARSAVURAN Y., UARSAVURAN H. & ZUMREOGLU A. (1988) – Investigation on the effort of artificial diets contraining differing pH values on some biological characteristics of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). Turkiye entomologi Dergioi, 12 (3) 161 – 170.

KATSOYANNOS B.I. (1983) - Captur of *Ceratitis capitata* and *Dacus oleae* flies (Diptera: Tephritidae) by Mc Phail and rebel color traps suspended on citrus, fig and olive trees on Chios Grece. Proceee. of the CEC/IOBC, Inter. Grece. 16 – 19.

KATSOYANNOS B.I. (1987) – Field response of Mediterranean fruit flies to colored spheres suspended in figs, Citrus and Olive trees. Insect-Plants. I.S.B.N. 90-6193-642-X. Ntherlands pp. 167- 172.

KAZIMIROVA M. (1992) – Influence of irryal density of Mediterranean fruit (*Ceratitis capitata*) on paratization by a pupal parasitoid, *coptera occidentalis* (Hympenoptera, proctotrupeidea, Diapriidae). Acta Entomologica 89: (3) 179 – 185.

KEISER I., STEINER L.F. & KAMASAKI H (1965) – Effects of chemosteritants against the oriental fruit fly, Melm fly and mediterranean fruit fly. J. econ. Entomol, 58, 4, 82-685.

L

LABRECQUE G. & KELLER J. (1964) – Advances in insect population control by the sterile–male technique. Inter.atam.enegy Agency, Vienna, tech. Rep. Ser. N° 44, 1–32.

LAMY M. (1997) – Les insects et les homes . Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.

LECLANT (1970) - Les aphides et la lutte intégrée en verger. Labo. recher. Zool. Ecole Nationale supérieure agronomique, 34 – Montpellier, INRA.

LEGAY J.M. & CHESSEL D. (1977) –Description et analyse de la répartition des insectes dans une population végétale. Cas du Dryphore sur pomme de terre. Bull. Ecol.,(8), 23-34.

LEGAY J.M. & DEBONZIE D. (1985) – Introduction à une biologie des populations. Paris, Masson.

LEKCHIRI A. (1983)- La cératite au MAROC Fruit flies of econ.import,procee of the CEC/ IOBC inter, GREECE ,16-19.

LIQUIDO N.J., CHINODA L.A. & CUNNINGHAM R.T. (1991) – host plants of the Mediterranean word reviews. MPPEAL, 77: 1 – 52.

LO GIUDICE V. & INSERRA R.N. (1980) – Reaction of Citrus and non Citrus rootstocks to Tylem semmi. J. Nematol. Medit., 8, pp. 26 – 29.

M

MAMOUKAS A.G. (1980) – Growth and survival of *Dacus oleae* larvae under different population densities. Z. ang. Ent., 89, 259 – 263.

MAMONKAS A.G., TSIROPONLOS G.J. (1977) – Effet of density upon larval survival and pupal yield of the oline fruit fly. Ann. Entomol. Soc. Amer., 70, 414 – 416.

MAROT G. (1968) - Evolution du pouvoir reproductif des males de *C. capitata* . Ann. Epiphy. 19(1) : 199-200

MAY A.W.S. (1962) – The fruit fly problem in Eastern Australia J. Entomol. Agric. Fr., 32,4, 209 – 246.

MAYET V.(1898) – les insectes des oliviers extrait du progress agricole et viticole , onpellier ,maison batigne .22p.

MARTIN H. (1951) – Observation et choix de lutte contre *Ceratitis capitata* Wied. en provence. Run. Path. Vegt. Entomol. Algerie, 31 (1) 52 –62.

MATIOLI J.C., ROSSI M.N. & BUENO V.H.P. (1988) – Susceptibility of different Varieties Of peaches to fruit flies (Dip : Teph.) in the region of Caldas –MG, Brazilpreliminary observation. Arias. Soc. Entomo. Brazil. 17 (supp) 75 -85.

MAZOR M., GOTHILF S. & GALUN R. (1987) – The role of ammonia in the attraction of female of the Mediterranean fruit fly. To protein hydrolysate laits. Entomol. Exp. Appl., (43) :25-29

O

OLLITRAUT P., DAMBIER D. LUTO F. & FROELICHER (2002) – Dinusification varietale dans le groupe des madariniers : les promess. CIRAD-FLHOR Montpellier, TA 50/PS 4, 34398 Montpellier Cedex 5, France. SRA INRA. CIRAD, San Giuliano, 20215 Sañ Nicolav, France.

ORMIERE R., PRALAVORIO R., YAMVRIAS C. & LAUDEHO Y. (1977) – *Octosporea muscaedomestica* Fue (Microsporidia) parasite de *Ceratitidis capitata* (Wied.) et de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Trypetidae). Biol. Gallo-hellen., 6, 259 – 270.

ORTU S. (1997) – Les ravageurs princiaux des agrumes CIHEAM, Univer. Medt. Nat. AGRARIA.

P

PALLEN C. (1989) – Approche structurale et fonctionnelle en biologie de populations d'insectes. Application à deux insectes de la chataine *Laspeyresia splendana* et *Curculio elephas*. Thèse, Doct., Univ., Claude Bernard-Lyon, 205p.

PAPADOPONLOS N.T, KATSOYANNOS B.I. & KOULONSSIS N.A. (2001) – Early Detection and population and population monitoring of *Ceratitidis capitata* (Dipt.: Teph.) in a mixed fruit Orchard in Northern Greece. J. econ. Entol, 94 (4):971 –978.

PAPAJ D.R. & PROKOPY R.J (1987) – Differences in learning between wild and laboratory *Ceratitidis capitata*. Ento. Exp. Appl., 45 (1) 65 – 72.

PERKING F.A. (1937) – Studies in Australian and oriental trypaneidae. Part.1. New genera of Dacinae. Proc.r.soc. Queensland, 48, 51 – 60.

PIE DADE G.P., GOME D.S., GARDADO M.I. & ALVES C.(1997)- Application of the cobalte-60 Gamma radiation at great volumes of fruit flies *Ceratitidis capitata* pupae. Procee ,of the IOBC wprs Bulletin vol (20)8:87-89

FIGUET P. (1960) – Les ennemis animaux des agrumes. Copyright by Soviete Shell d'Algérie. P: 49 – 55.

PRALOPAN (1971) – Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larox, Paris, T. XXI et XXII, 665 p.

PROKOPY R.J. (1977) – Stimuli influencing tropic relation in Tephritidae. Colloques internationaux du C.N.R.S., 265, 305 – 336.

PROKOPY R.J. (1981) –Epideictic pheromones that influence spacing patternes of phytophagouse insect. (eds).Wiley- Inter. Public.,New York, 181-205 .

PROKOPY R.J. (1992) –Behavioral responses of C. capitata flies to Bait spray Droplets and natural food .Entomol. Expe. & applica .64:3 –247-257

Q

QUILLICI M., GESLIN P. & MANIKOM R. (1987) – Utilisation du piégeage dans la lutte Contre les mouches des fruits à l'île de La Réunion. I. comparaison de différents types de piégeage. Fruit. Vol. 42 n°1, p. 41 – 57.

QUILICI S. (1999) – Fruit flies. D. Vencenot, SUAD / CIRAD : 3 p.

QUILICI S. (2002) – Ravageurs des agrumes de la méditerranée. CIRAD-FLHOR, Pôle de protection des plantes (3p), 7 chemin de l'IRAT, 97410, Sain-Pierre, La Réunion, France.

R

RAYMON L. (1987) – Les agrumes : arboriculture – production. Ed. Scientifique Universitaire, vol. 1 et 2, Beyrouth, Liban, 270.

→ **REBOUR H. (1966)** – Des agrumes – Manuel des cultures de Citrus pour le bassin Méditerranéen. Ed. Baillière et Fils, Paris, 264 p.

ROBERTO C. (1982) – Guide vert, des plantes médicinales. Solar, ed. à Paris, pour la tradu. Fran., pp.87-89.

** **ROLLI K. (1991)** – Plantes d'Afrique du Nord. Dent., Gesell. Für, Techni., Zusammenarbeit (GTZ) GMBH: 62 – 63.

ROS J.P. (1997) – A general view of recent advances of attractants and traps against *Ceratitis capitata* (Wied.) (Dipt.: Teph.). procee. of the IOBC. wprs Bull, OILB srop. Vol 20 (8): 137 – 144.

S

SANTIAGO A.C. & SARASUA M.J. (1983) –Reponse de *C. capitata* (Diptera : Tephrit.) au diflubenzuron .Sympto.Athéne Nov 1982 p :219-225 .

SCANTANIS K.B. (1957) – La forêt d'Arganier, le plus grand foyer de *Ceratitis capitata* connu au monde. Bull. labo. Ento. Agra. F. Selvestris di Portici 15: 1 – 53.

SOMERFIELD K.G. (1989) –Establishement of fruit fly surveillance trapping in New Zeland. N.Z. Entomol agrist- issn :Vo:12_PA :79-81 .

SOMON E. (1987) –Arbres, arbustes et arbrisseau en Algérie. INRA.Ed. OPU. 586 PP. 67-68

SOOTHWOOD T.R.E. (1978)-Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. 2nd edit, chapman, London.

SORIA F. (1962 a) – Epoques d'infestation des divers hôtes de *Ceratitis capitata* (Wied.) dans Nord de la Tunisie. Rapp. d'activ. INRAT 1 – 2.

SORIA F. (1962 b) – Plantes hôtes secondaires de *Ceratitis capitata* (Wied.) en Tunisie. Ann. INRAT, vol 35 : 51 – 72.

STEINER L.F., MITHCELL W.C. & HARRIS E.J. (1965) – Oriental fruit fly eradication by male annihilation. J. econ. Entomol., 58, 5, 961 – 964.

SWEELAM M.E. & ABO TAKA (1989) – Biology and reproduction of Citrus nematode (Tyle. Semip). Indian, J. of Agric. Sciences, 59 (6), pp. 374 – 376.

SWINGLE W.T. (1948) – Citrus industry. Chap. IV (The botany of citrus and its wild relatives of the orange subfamily. Univ. California. Press, Berkeley and Los Angeles.

T

TINDO M. & TAMO M. (1999) – La mouches des fruits *Dacus punctatifons* (Diptera : Tephritidae) comme problème de production de la tomate sans la région de la Lekie (Sud-Cameroun). International. Inst. of Tropical agric., Humid Forest station. BP. 2008, Yaoundé, Cameroun. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.), 1999, 35 (suppl.): 5.25 – 527.

THIOULOUSE J.(1985) – Structure spatio-temporelles en biologie de populations d'insectes. Application à l'étude de l'altise du colza (*Psylliodes chrisocephala* L.) : résultats méthodologiques et biologique. Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Cl. Bernard, Lyon.

TSITSIPIS J.A. & PAPANICOLAOU E.P. (1979) – Pupaion depth artificially reared olive fruit flies *Dacus oleae* (Dipt., Tephritidae). as affected by several physical characteristics of the substrates. Ann. Zool. Ecol. Anim. 11 (1), 31 – 40.

V

VERA TERESA M., RODRIGUEZ R. & SEGURA D.F. (2002) – Potential geographical distribution of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Dipt.: Teph.) with Emphasis on Argentina and Australia. Environ. Ento. 31 (6): 1009 -1022.

VET L.E.M., LEWIS W.J. & CARDE R.T. (1995) In : PAPANICOLAOU D.R. & LEWIS – parasitoids foraging and learning A.C. (eds.) insect learning. London: chapman & hall. p. 308 – 342.

W

WALBAUER G.P. & FRIDMAN S. (1991) – Effects of flavour and nutritional value of diets selection by *Ceratitis capitata* larvae (Dip. Test.). J. Insect. Physiolo. 37: 21–25.

WONG T.T.Y., MOCHIZUKI N. & NISHIMOTO J.I. (1984) – Seasonal abundance of the Mediterranean and oriental fruit flies (Dipt., Trypetidae) in the Kula area of Maui, Hawai. Environ. Entomol., 13, 140 – 145.

WONG T.T.Y., MC INNIIS D.O., KOBAYASHI R.M. & NISHIMOTO J.I. (1985) – Distribution and saisonial abundance of adulte male Mediterranean fruit fly (Diptera : Tephrit.) in Kula Maui, Hawaii . j.econ. Entomol., 78,(3), 552-557 .

WONG T.T.Y. & RAMADANM.M. (1987) – Parasitization of the Mediteranean and oriental fruit fly (Dipt. : Tephri.) in the Kula Arca of Mawi, Hawaii. J. econ. Entomol., 80: 77-80 .

WHARTON R.A. & GILSTRP F.E. (1983) – Key to and status of *Opiine braconide* (Hymenoptera) paarsitoids used in biological control of *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Dacus* SL (Diptera : Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76, 721 – 742.

Z

ZAPIEN G., HENDRICHS J., LIEDO P. & CESNEROS A. (1983) –Comparative mating behaviour of wild and mass-reaed sterile medfly *Ceratitis capitata* on a field cage host tree. II. Female mate choice pp. 397-409 in R.C.

ZUCCOLOTO F.S. (1987) – Feeding habits of *Ceratitis capitata*: can larvae recoguize a nutrition any effective diet, J. insect. Physiolo. 33:349-353.

ZUCCOLOTO F.S. (1991) – Effects of flavour and nutritional value of diets selection by *Ceratitis capitata* larvae (Dipt., Tephri.). J. insect. Physiolo. 37:21-25.

Erratum

Nous nous excusons pour toutes les erreurs de frappe qui se sont glissées involontairement dans notre mémoire.

page	ligne	erreurs	correction
	18	8 vielles	vieilles
	24	10 sot	sont
	8	23 négatifs	végétatifs
	31	24 n'alter	n'altère
32/109	05 et 03	phénomènes	phéromones
	42	16 delanue	Delanoue
	44	5 Méditerranéenne	Méditerranée
	49	4 ma	la
	52	18 morts	monts
61/64	20 et 08	hasard	hasard
	67	22 et 23 dissous	dissouts
	83	1 de l'observation	d'observation
	83	4 représente	présente
	105	23 supernormal	supranormal
	106	31 /	Thomson navel
	109	27 se	ce
	109	29 les occasionnées	les dégâts occasionnés
	111	17 espèces	espérer

**Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes
par La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied)
(Diptera :Tephritidae) dans la région de Tlemcen**

Résumé

Pour lutter efficacement contre le phytophage *Ceratitis capitata* (Wied.) qui cause des dégâts très importants sur de nombreux fruits, dont principalement les agrumes, il est indispensable de connaître sa bio-écologie dans notre région ainsi que son parasitisme naturel, pour proposer une méthode de lutte optimisée, en parfaite adéquation avec son cycle de développement et sa dynamique des populations. L'importance des attaques de ce ravageur semble influencée par différents facteurs écologiques, biotiques et abiotiques, tels que la variété, la date d'observation, l'orientation et l'arbre, qui ont été testés pour en estimer l'impact. Les pièges d'adultes ont permis de connaître leur dynamique, élevages ont permis d'obtenir les adultes, d'en connaître le sex-ratio, la durée de développement, le taux de survie et la nature du parasite et son taux de parasitisme.

Mots clés : *Ceratitis capitata* (Wied.), *Citrus sinensis*, *Opius concolor*.

Abstract :

In order to struggle efficiently against the phytophag *Ceratitis capitata* (Wied) that is the cause of many important damages on several fruits which partially attacks the citrus fruits, it necessary to know its bio-ecology in our region as well as its natural parasitism, to propose a mean of an efficient struggle with a perfect correlation with its circle of development and its dynamic of population.

The importance of this spoiler attacks seem to be influenced by different ecological, biotic and abiotic factors, like the variety, the date of observation, the orientation and finally the tree which have been tested in order to estimate the impact.

The adult trappings have permitted to know their dynamics and their breeding which have permitted to obtain the adult to know the sex-ratio, the time of development, the amount of survival and the nature of parasite and its amount of parasitism.

Key words: Citrus -- *Ceratitis capitata* – parasite.

ملخص

في صدد البحث عن طرق القضاء علي احد اهم اعداء الأشجار المثمرة و خاصة الحمضيات و المتمثل في ذبابة الفاكهة أو ذباب البحر الأبيض المتوسط. حضرت هذه الفكرة من اجل دراسة مختلف سلوكياتها المعيشية. من الجدير معرفة الحياة الايكولوجية في منطقة المعاينة و كذلك الطفيليات التي تعيش على صالح هذه الحشرة الضارة (الذبابة) و هذا ما يسهل اقتراح عدة طرق للمعالجة و المحاربة و التي تكون معقولة و هادفة و التي تتماشى و دورة حياة هذه الذبابة و نشاط عشانرها في حقول الحمضيات. من المهم كذلك معرفة قدرة تأثير بعض العوامل مثل فصيلة الحمضيات تاريخ المعاينة موضع الفاكهة من حيث الاتجاه و أخيرا عامل الشجرة.

إن طريقة الفخ المعبى بالمواد التي تجتذب الذبابة البالغة سمحت لنا بمعرفة نشاطها و نسبة تواجدها. إن حضانة الثمار الحاملة لديدان ذبابة الفاكهة في حاضنات داخل المخبر فسحت لنا المجال لدراسة نشاط مراحلها في فترات ما قبل البلوغ.

نفس التقنية سمحت لنا بمعرفة نسبة الذبابات البالغة المتحصل عليها و كذلك جنسهم و مدة دورتها المعيشية و نسبة الحياة في جميع الأطوار و في الأخير نسبة التطفل على هذه الذبابة و كذا نوع الطفيلي.

الكلمات المفتاحية: حمضيات – ذبابة الفاكهة - طفيلي