

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

UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

مكتبة كلية العلوم
ملحقته البيولوجيا

MEMOIRE DE MAGISTER
Présenté par :

M 80

Melle :BELHOUCINE Salima

Option : Ecologie animale

THEME

Etude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre
la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Diptera – Tephritidae)
dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen

Soutenu le : 30/09/03

Devant le jury composé de :

Mr BENABADJI N.
Mme GAOUAR N.
Mr BAZIZ B.
Mr BOUHROUA T.
Mr KHELLIL A.

PROFESSEUR
MAITRE DE CONFERENCES
MAITRE DE CONFERENCES
CHARGE DE COURS
PROFESSEUR

PRESIDENT
PROMOTRICE
EXAMINATEUR
EXAMINATEUR
EXAMINATEUR

Année Universitaire : 2002 - 2003

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

UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

مكتبة كلية العلوم
ملحقة البيولوجيا

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par :

Melle : BELHOUCINE Salima

Option : Ecologie animale

THEME



Etude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre
la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Diptera – Tephritidae)
dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen

Soutenu le : 30/09/03

Devant le jury composé de :

Mr BENABADJI N.
Mme GAOUAR N.
Mr BAZIZ B.
Mr BOUHROUA T.
Mr KHELLIL A.

PROFESSEUR
MAITRE DE CONFERENCES
MAITRE DE CONFERENCES
CHARGE DE COURS
PROFESSEUR

PRESIDENT
PROMOTRICE
EXAMINATEUR
EXAMINATEUR
EXAMINATEUR

Année Universitaire : 2002 - 2003

Remerciements

Présenter ce travail, c'est associer tous ceux qui à divers titres, ont contribué à son élaboration. Qu'il me soit ainsi permis de leur rendre hommage.

*J'exprime ma profonde gratitude à Mme **N. Gaouar**, d'avoir accepté de diriger ce travail. Ses directives, sa compétence et ses critiques ont été un solide appui pour moi.*

*Mes vifs remerciements vont à M^r **N. Benabadji**, Professeur, d'avoir accepté de présider le jury.*

*Je remercie également M^r **A. Khelil**, Professeur, M^r **B. Baziz**, Maître de Conférences et M^r **T. Bouhraoua**, chargé de cours d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.*

*J'exprime ma profonde reconnaissance à M^{elle} **A. Taleb** et M^r **F. LAHFA** de m'avoir initié aux traitements des données statistiques et à M^r **H. Bouabdellah**.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail dont particulièrement M^{elle} **K. Hamidi**.*

Resumé

L'étude bio-écologique de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen, avait pour principal objectif la connaissance du parasite de *Bactrocera oleae* et son taux de parasitisme pour savoir s'il existe un contrôle biologique, à une période sensée être optimale pour ce type de lutte contre ce ravageur le plus important de l'olive.

La deuxième partie du travail s'est déroulée dans la station de Mansourah ; une étude plus complète du cycle de développement de la mouche y a été réalisée, pour connaître la dynamique des populations de ce ravageur, complétée par l'étude de son parasitisme.

Le taux de parasitisme par le Braconidae *Opius concolor* est très faible et limité, il est de 12 % et 27 %. Il reste insuffisant pour pouvoir limiter les populations de la mouche, seule une lutte intégrée, dont les traitements insecticides sont appliqués selon la bio-écologie de la mouche, spécifique à notre région, pourra enrayer ce ravageur et en réduire les dégâts.

Mot clés : *Bactrocera oleae* – *Opius concolor* – Lutte – Contrôle.

Summary

The bio-ecological study of the olive fly *Bactrocera oleae* in five station in Tlemcen wilaya, has as principal objectif the knowledge of *Bactrocera oleae* parasite and his scale of parasitic, to be able to know if there exists a biological control, in optimal periode for this type of westling against this most important derasting insect.

The second part of this work tacks place in Mansourah station, a complete study of the olive fly development, was realised, to know more about the fly population dynamic of this devastating insect; completed by the study of his parasitic aspect.

The parasitic scale through the Braconidae *Opius concolor* is very wrak and limited. It is of 12 % and 27 %. It remains insuffisat to have there opportunity to limited the olive fly populations. Only an integrated struggle, that the insecticide bio-ecologic way for the olive fly specific to our region, can exterminates this devastating insect and reduce the havoc.

Clefs words: *Bactrocera oleae* – *Opius concolor* – wtrestling – control.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : ETUDE BIOLOGIQUE ET ECONOMIQUE DE L'OLIVIER.....	3
1. Biologie de l'olivier.....	3
1.1. Classification.....	3
1.2. Description du végétal.....	3
1.2.1. Système racinaire.....	4
1.2.2. Le tronc.....	4
1.2.3. Les fleurs.....	4
1.2.4. Les feuilles.....	4
1.2.5. Le fruit ou drupe.....	4
1.2.6. Le bois.....	5
1.2.7. L'écorce.....	5
1.3. Cycle végétatif.....	5
2. Exigences de l'olivier.....	5
2.1. Exigences climatiques.....	5
2.1.1. La température.....	5
2.1.2. La pluviométrie.....	7
2.1.3. L'hygrométrie.....	7
2.1.4. Les vents.....	7
2.1.5. L'altitude.....	8
2.2. Exigences pédologiques.....	8
2.3. Exigences agrologiques.....	8
3. Variétés de l'olivier.....	9
3.1. La chemlal.....	9
3.2. la sigoise.....	10
3.3. L'azzeradj.....	10
3.4. La limli.....	10
3.5. La blanquette.....	10
3.6. La sévillane ou gordal.....	10
4. Répartition de l'olivier.....	10
4.1. L'oléiculture dans le monde.....	10
4.2. L'oléiculture en Algérie.....	11
4.3. L'oléiculture dans la région de Tlemcen.....	11
5.3. Les sous produits de l'olivier.....	13
5.3.1. Les sous produits de l'huilerie.....	13
5.3.2. Les résidus de la taille et de la récolte.....	14
6. Les contraintes qui limitent la production oléicole.....	14
7. Les viroses de l'olivier.....	14
7.1. Paralyse partielle.....	14
7.2. Malformation infectieuses.....	15
7.3. Feuilles falciformes.....	15
7.4. Jaunissement infectieux.....	15
CHAPITRE II : ETUDE BIO-ECOLOGIQUE DE <i>BACTROCERA OLEAE</i>	16
1. Position taxonomique.....	16
2. Répartition.....	16
3. Morphologie, physiologie et comportement de <i>B. oleae</i>	17
3.1. L'œuf.....	17
3.2. La larve.....	17

3.3. La pupe.....	18
3.4. L'adulte.....	19
4. Phénologie.....	21
5. Ecologie des population de <i>B.oleae</i>	22
5.1. La température.....	22
5.2. L'humidité.....	23
5.3. La lumière.....	23
5.4. La nutrition.....	23
6. Dynamique des populations.....	24
6.1. Dispersion.....	24
6.2. Diapause.....	24
6.3. Mortalité.....	25
6.4. Les parasites.....	25
6.5. Les prédateurs.....	26
7. Répartition des infestations.....	26
8. Relation entre plante et ravageur.....	27
9. Dégâts.....	28
9.1. Dégâts causés sur les olives.....	28
9.2. Dégâts causés sur l'huile d'olive.....	29
10. Lutte contre <i>Bactrocera oleae</i>	30
10.1. Lutte chimique.....	30
10.1.1. Lutte préventive.....	30
10.1.2. La lutte curative.....	30
10.1.3. Bain d'insecticides.....	31
10.1.4. Limites de la lutte chimique.....	31
10.1.4.1. La résistance.....	31
10.1.4.2. La toxicité.....	31
10.1.4.3. Impact sur les équilibres biologiques.....	32
10.2. Piégeage.....	32
10.2.1. Pièges alimentaires.....	32
10.2.2. Pièges sexuels.....	32
10.2.3. Pièges jaunes.....	33
10.2.4. Pièges Mc Phail.....	33
10.3. Lutte autocide ou biogénétique.....	33
10.4. Lutte biologique.....	34
10.4.1. Définition.....	34
10.4.2. Agents utilisés en lutte biologique.....	34
10.4.2.1. Les entomopathogènes.....	34
10.4.2.2. Les insectes.....	35
10.4.3. Lutte biologique contre <i>B. oleae</i>	35
10.4.3.1. Lutte microbiologique.....	35
10.4.3.2. Lutte parasitologique.....	36
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES.....	37
1. La présentation de la zone d'étude.....	37
2. Le climat.....	40
2.1. Les précipitations.....	40
2.2. Les températures.....	41
2.3. Synthèse bioclimatique.....	44
2.3.1. Quotient pluviothermique.....	44
2.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	45

2.4. Autres facteurs climatiques	45
2.4.1. La gelée	45
2.4.2. Le brouillard	45
2.4.3. L'humidité atmosphérique.....	48
2.4.4. Facteurs mécaniques	48
4. Acquisition des données	49
4.1. Echantillonnage des oliviers.....	49
4.2. Prélèvement des fruits	50
4.3. Piégeage des adultes.....	50
4.4. Estimation du taux d'infestation.....	51
4.5. Etude du parasitisme	51
4.5.1. Matériels utilisés	51
4.5.2. L'élevage	51
4.6. Analyse statistique des données.....	52
4.6.1 Analyse de variance à un critère de classification	52
4.6.2. Analyse de variance à deux critères contrôlés	53
4.6.3. Corrélation et régression.....	54
4.6.3. a. Coefficient de corrélation linéaire	54
4.6.3.b. Droite de régression.....	54
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION	56
1. Etude des attaques de <i>Bactrocera oleae</i> dans les cinq stations	56
1.1. Etude de l'infestation dans les cinq stations	56
1.1.1. Variation du nombre de piqûres.....	56
1.1.1.1. Variation du nombre de piqûres en fonction des dates.....	56
1.1.1.2. Variation des piqûres en fonction des stations.....	57
1.1.2. Variation du nombre de trous de sortie	57
1.1.3. Estimation du taux d'infestation en fonction des stations	58
1.1.4. Variation du pourcentage d'olives infestées.....	58
1.1.4.1. Variation du pourcentage d'olives infestées en fonction des dates.....	58
1.1.4.2. Variation du pourcentage d'olives infestées en fonction des stations	62
1.1.5. Relation entre piqûres et trous de sortie	62
1.2. Cycle de développement de <i>Bactrocera oleae</i> pour les cinq stations.....	63
1.2.1. Durée de pupaison	63
1.2.2. Taux de mortalité	64
1.2.3. Variation du nombre d'adultes.....	65
1.2.4. Parasitisme du ravageur <i>Bactrocera oleae</i>	67
2. Etude de l'infestation dans la station de Mansourah	68
2.1. Etude de l'infestation des olives par <i>B. oleae</i>	68
2.1.1. Dynamique des adultes.....	68
2.1.2. Variation du taux d'infestation	69
2.1.2.1. Variation du nombre de piqûres	69
2.1.2.2. Variation du nombre d'œufs	70
2.1.2.3. Relation entre les nombres de piqûres et des œufs.....	75
.....	78
2.3. Le taux de parasitisme.....	79
2.3.1. A partir des élevages	79
2.3.2. A partir des piégeages	80
2.4. La durée de pupaison	81
2.5. Le nombre de générations	82

2.6. Estimation du taux d'infestation	82
2.6.1. Influence des facteurs climatiques	83
2.6.2. Influence des facteurs écologiques.....	83
2.6.3. Effet de l'arbre	84
2.6.4. Effet de la date	84
2.6.5. Taux de survie et le taux de mortalité	85
3. Discussion générale	87
3.1. Variation de l'infestation en fonction de certains facteurs écologiques	87
3.2. Cycle de développement de <i>B. oleae</i> dans les stations étudiées.....	88
3.3. Contrôle biologique de <i>Bactrocera oleae</i>	90
CONCLUSION	92
BIBLIOGRAPHIE	94

INTRODUCTION

La protection phytosanitaire intégrée est définie comme étant un processus de lutte contre les organismes nuisibles, en utilisant un ensemble de méthodes satisfaisant aux exigences économiques, écologiques et écotoxicologiques, en conférant un caractère prioritaire aux actions tendant à favoriser la limitation naturelle des ennemis de cultures et en respectant les seuils économiques d'intervention.

Le développement de la lutte intégrée est ainsi axé sur la connaissance de l'environnement et de la dynamique des populations de l'agro-écosystème, sur l'emploi compatible de méthodes chimiques et biologiques, de nature à réduire les populations des insectes ravageurs et les maintenir au dessous d'un seuil économiquement acceptable.

Une intégration optimale des techniques de contrôle des mouches de fruits ne peut se faire sans une compréhension de la biologie de leurs populations, et en particulier de leur dynamique.

Jusqu'à l'heure actuelle, la majorité des informations sur les fluctuations des populations de ces insectes est basée sur les piégeages d'adultes. Cependant, ces données n'ont qu'une importance et une fiabilité relatives car les adultes capturés ne représentent qu'une partie de la population (Kapatos, 1989).

L'utilisation des substances chimiques fait 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 des agents de contrôle biologique.

La gestion rationnelle des agents de contrôle biologique nécessite une bonne connaissance du mode d'action des parasites ainsi que celle du ravageur. Cette connaissance fait appel à des compétences diverses allant de l'éthologie à la génétique des populations.

La mouche de l'olive est connue pour être un ravageur notoire de la production oléicole ; un peu partout dans les pays circum méditerranéens, on a cherché à préciser les principaux paramètres du potentiel biotique de l'espèce et d'évaluer les dégâts imputables au ravageur ; pour ne citer que les principaux travaux : Liaropoulos et al. (1979) ; Bigler et Delucchi. (1981) a et b ; Michelakis et Neuenschwander (1981) ; Economopoulos et

al.(1982); Arambourg (1984); Cirio et Gherardini (1984); Montiel et Moreno (1984); Gaouar (1989); Gaouar (1996).

Les données acquises sur la biologie et le comportement de la mouche ont permis d'établir une stratégie de lutte efficace.

Depuis quelques années, les recherches ont emprunté d'autres voies comme celles utilisant des mâles stériles (Féron, 1963) ou certaines bactéries (Hagen, 1966; Haniotakis et Avtiz, 1977; Neuenschwander et al. 1983).

L'utilisation de lâchers massifs de parasites a été préconisée par plusieurs auteurs qui ont promis d'excellents résultats s'ils sont pratiqués dans des conditions optimales.

La mouche de l'olive et ses parasites ont été très peu étudiées en Algérie malgré la grande incidence de ce ravageur sur la population oléicole nationale. C'est dans ce cadre que nous avons cherché à contribuer à une meilleure connaissance de cet insecte et en particulier la biologie de ses populations, pour lutter efficacement contre lui.

Le travail présent est composé de cinq chapitres dans lesquels sont abordés :

- Une présentation bioécologique de l'olivier et ses principaux ravageurs avec son importance économique ;
- une présentation bibliographique de la biologie et de l'écologie de *Bactrocera oleae* et les méthodes utilisées pour lutter contre ce ravageur ;
- les principaux matériels et méthodes utilisés en échantillonnage, en élevage et en analyses statistiques des données ;
- les résultats sur les variations spatio-temporelles des attaques et du taux de parasitisme dans les cinq stations étudiées ;
- les résultats de la cinétique des populations de *B. oleae* et de leur parasitisme à partir de l'étude détaillée réalisée dans la station de Mansourah ;
- une discussion des résultats obtenus en terme de dégâts occasionnés par le ravageur et d'une possibilité de lutte intégrée.

CHAPITRE I : ETUDE BIOLOGIQUE ET ECONOMIQUE DE L'OLIVIER

L'olivier est l'un des arbres les plus caractéristiques de la région méditerranéenne ; il a une grande importance nutritionnelle, sociale, culturelle et économique sur les peuplements de cette région où il est largement distribué (Claridge et Walton, 1992).

Cet arbre à feuilles persistantes est physiologiquement exceptionnel il possède une longévité très grande elle peut dépasser 150 années (Erétéo, 1982) et on peut le considérer comme immortel car même si le tronc est détruit les rejets reconstituent spontanément l'arbre.

Actuellement, près de 98% d'oliviers cultivés dans le monde se trouvent dans le Bassin méditerranéen. Les 2% restant se trouvent dans le nord et le sud d'Amérique, en Australie, en Afrique du sud, Irak, Afghanistan et récemment en Chine.

1. Biologie de l'olivier

1.1. Classification

Selon Pagnol (1975), la position taxonomique de l'olivier est la suivante :

Embranchement	: Spermaphytes
Sous Embranchement	: Angiospermes
Classe	: Cotylédons
Sous Classe	: Gamopétales
Ordre	: Gentianales
Famille	: Oléacées

1.2. Description du végétal

Olea europea est ordinairement un arbre 3 à 5 mètres, (Figure 1) parfois un arbrisseau de 1.5 à 2 mètres, plus rarement un arbre pouvant atteindre 10 à 15 mètres (Bonnier, 1990). Cet arbre à feuilles persistantes appartenant à la famille des Oléacées est caractérisé par des feuilles opposées. Les fleurs sont en cymes ou grappes plus ou moins ramifiées, à calice et

corolle plus ou moins tubuleux ou nulles. Les étamines sont plus ou moins soudées au tube de la corolle, placées transversalement. L'ovaire a deux carpelles en général bi ovulées. Le fruit est une drupe ou baie (Quezel et Santa, 1963).

En allant du bas vers le haut, l'arbre de l'olivier comprend les parties suivantes :

1.2.1. Système racinaire

Il est puissant, fasciculé après sa solide implantation issue des nodosités qui se forment à la base du tronc organisme jouant un rôle important pour la vie de l'arbre. Continuant à grossir à mesure que l'olivier vieillit, il forme une masse énorme.

1.2.2. Le tronc

Elargi à la base, il prend une teinte gris foncé, presque noire.

1.2.3. Les fleurs

Discrètes, blanches et odorantes, elles forment des grappes courtes et serrées à l'aisselle des feuilles de l'année précédente (Figure 2).

1.2.4. Les feuilles

Elles sont lancéolées, courtement pétiolées, persistantes, lisses, coriaces, vert cendré au dessus et suivant la variété, plus ou moins blanches. Elles brûlent très bien même vertes.

1.2.5. Le fruit ou drupe

Variable, ovoïde, globuleux, bacciforme, qui ressemble à une baie capsulaire. En allant de l'extérieur vers l'intérieur, le fruit est constitué de l'épicarpe (peau), mésocarpe (pulpe ou chair), l'endocarpe (paroi du noyau) et le noyau à amande huileuse (Figure 3).

1.2.6. Le bois

Il est jaunâtre puis passe au brun très clair, marbré de veines plus foncées. Il est très dur, compact et susceptible de prendre un beau poli. Il reste marqué par la moindre blessure et brûle avec une flamme claire qui répand beaucoup de chaleur.

1.2.7. L'écorce

Elle est très mince, percevant le moindre choc mécanique et sous le coup, se déchire facilement. L'épiderme devient épais, rude, crevassé et se détache en plaques.

1.3. Cycle végétatif

Il dépend des conditions climatiques du milieu, il comprend :

- La période de repos hivernal qui s'étend du mois de novembre au mois de février.
- Le réveil printanier : il se situe du mois de mars à avril avec l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires qui donnent soit des inflorescences, soit de nouvelles pousses.
- La floraison : elle a lieu lorsque la température s'adoucit, elle s'étale de mars à juin, puis intervient la pollinisation, la fécondation et l'obtention des fruits dont la sclérisation de l'endocarpe s'effectue en juillet – août.
- La récolte des fruits s'étend de la fin septembre jusqu'au mois de février.

2. Exigences de l'olivier

2.1. Exigences climatiques

L'olivier demande un climat méditerranéen avec un hiver pluvieux, un printemps court, un été chaud et sec et une période automnale longue (Charlet, 1975).

2.1.1. La température

L'entrée en végétation de l'olivier commence avec des températures de 10 à 12°C. Le développement des inflorescences se fait vers 15°C. La somme des températures positives cumulées, nécessaires du départ de la végétation à la récolte des fruits, serait de l'ordre de 5300°C (Maillard, 1975).

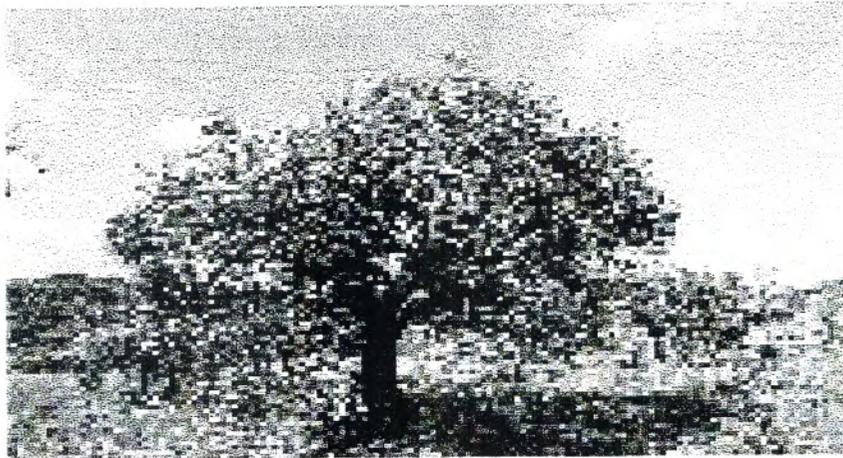


Figure 1 : Arbre de l'olivier



Figure 2 : Floraison de l'olivier



Figure 3 : fructification de l'olivier

L'olivier craint le froid, les basses températures hivernales sont les plus nuisibles car l'arbre est en pleine activité végétative. Par contre, grâce à son enracinement profond, l'olivier supporte des températures très élevées et des périodes de sécheresse relativement longues, bien que la sécheresse estivale gêne le développement des fruits (Rebour, 1965).

2.1.2. La pluviométrie

L'olivier est plus cultivé dans les régions du nord de son aire de répartition à forte pluviosité que les régions dont le total des précipitations annuelles est de 150 mm.

Les pluies hivernales permettent au sol d'emmagasiner des réserves en eau qui seront cédées à l'arbre, en fonction des besoins végétatifs.

Les pluies de printemps assurent la nouaison et une tenue des fruits après la fructification, les pluies automnales favorisent le grossissement et la maturation des fruits. La forêt sfaxiane, où les oliviers battent de loin les records mondiaux de la production par arbre, alors que les pluies dont ils disposent ne dépassent pas le tiers de celles dont bénéficie la région parisienne (Rebour, 1965).

2.1.3. L'hygrométrie

L'olivier redoute des taux d'humidité de l'air élevés, ce qui interdit sa culture à proximité immédiate de la mer. Une humidité excessive et permanente favorise le développement de certains parasites (Loussert et Brousse, 1978).

2.1.4. Les vents

Par leur action mécanique, ils peuvent provoquer la chute des fruits ainsi que la cassure des branches. Par contre, lors de la floraison, ils assurent une bonne pollinisation s'ils sont modérés.

2.1.5. L'altitude

La culture de l'olivier à des altitudes de 900 à 1000 mètres peut l'exposer aux risques de gel ou de neige. Il est préférable de ne pas dépasser les 800 mètres d'altitude en exposition sud et les 600 mètres en exposition nord (Loussert et Brousse, 1978).

2.2. Exigences pédologiques

Généralement, les arbres de l'olivier sont robustes et peuvent croître et produire de bonnes récoltes dans des terrains accidentés, rocailleux et arides où d'autres cultures permanentes ne peuvent survivre (Claridge et Walton, 1992). L'olivier s'adapte aux types de sol les plus variés, pourvu qu'il ait à sa disposition une quantité d'eau en rapport avec la teneur en éléments fins.

L'olivier préfère les sols argilo-sableux riche en alluvions de texture moyenne. Il a une prédilection pour les soles plutôt alcalines, il supporte des taux élevés de calcaire actif.

De point de vue physique, on le rencontre aussi bien dans les sables que dans les terres lourdes (Rebour, 1965).

2.3. Exigences agrologiques

Les techniques à développer en oléiculture sont :

- L'entretien du sol par l'élimination de la végétation spontanée ; amélioration de la perméabilité, frein de l'évaporation, et l'incorporation de la matière organique ;
- La fertilisation par les apports d'engrais azotés et la fumure est le meilleur moyen pour maintenir au sol ses bonnes caractéristiques physico-chimiques ;
- L'irrigation est un moyen efficace pour remédier à une pluviométrie insuffisante ou mal répartie et permettant ainsi d'augmenter la production en quantité et qualité d'où une meilleure rentabilité du verger. En général l'olivier n'est pas irrigué, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'a pas besoin d'eau ; en effet, il réagit favorablement à l'irrigation (Cavusoglu et Octar, 1994). Selon Le Bourdelet (1975), une irrigation est bénéfique pour le développement

végétatif, la floraison, le grossissement des fruits, la teneur en huile des rameaux fructifères dont la vigueur conditionne une bonne production et une grande résistance aux maladies et ravageurs.

L'irrigation des vergers oléicoles est nécessaire dès l'élévation des températures printanières, en avril-mai et en période estivale

La taille ; comme tous les arbres fruitiers, l'olivier réagit favorablement à la taille. Elle permet de guider son développement vers une mise à fruits rapide, de régulariser sa production en diminuant son alternance et enfin, elle permet de prolonger la période d'exploitation d'un verger (Loussert et Brousse, 1978). La taille procure aussi une vigueur importante aux nouvelles pousses, favorise l'augmentation du calibre des fruits et concentre la sève sur ceux qui restent. Par ailleurs, la taille conduit à éliminer les vieux rameaux. Selon les objectifs, on distingue :

- La taille de formation qui s'effectue sur de jeunes arbres en cours de croissance pour orienter le développement de la charpente et hâter l'entrée en production ;
- La taille de fructification, maintient un équilibre entre le développement de la frondaison et l'alimentation ;
- La taille de rajeunissement, permet la naissance régulière de jeunes rameaux fructifères et élimine les rameaux âgés ;
- La taille de régénération, elle est plus sévère que la précédente. Elle s'effectue sur des arbres âgés pour rénover toute la charpente qui formera une nouvelle frondaison.

3. Variétés de l'olivier

Les principales variétés d'olivier cultivées en Algérie et qui ont été décrites par les travaux de Chaux (1952) et Hauville (1953) sont :

3.1. La chemlal

Variété cultivée essentiellement en grande Kabylie. Elle représente environ 40% des oliviers cultivés en Algérie. Les fruits sont petits, d'un poids de 25 g, le rendement en huile est de 14 à 16%.

3.2. la sigoise

Variété surtout cultivée dans l'ouest du pays, en Oranie et principalement dans la plaine de Sig. Elle représente 20% des oliviers cultivés en Algérie. Le fruit est moyen, d'un poids de 3 à 3.5 g, le rendement en huile varie de 18 à 20 %.

3.3. L'azzeradj

On la rencontre dans la petite Kabylie, elle représente 5 % des oliviers. Les fruits sont assez gros, 3 à 5 g avec un rendement en huile d'environ 15 %.

3.4. La limli

Localisée uniquement en basse Soummam, elle représente 8 % du verger oléicole algérien. Les fruits sont petits avec un rendement en huile de 15 à 16 %.

3.5. La blanquette

Cultivée dans le Constantinois, son huile est fort recherchée sur le marché.

3.6. La sévillane ou gordal

Originnaire d'Espagne, cette variété à très gros fruits (11 à 12 g) est cultivée essentiellement dans la plaine sublittorale oranaise.

4. Répartition de l'olivier

4.1. L'oléiculture dans le monde

Mahboui (1974) fait état de 800 millions d'oliviers répartis sur 10 millions d'hectares dont 26.6 % sont en Espagne ; 24.2 % en Italie, 12.3 % en Grèce, 9.3 % en Turquie, 6.8 % en Tunisie et seulement 2 % en Algérie.

La répartition mondiale par arbre et par surface s'établit ainsi :

- Europe méditerranéenne, 71 % des arbres sur 60 % des surfaces ;
- Proche-Orient, 13 % des arbres sur 11 % des surfaces ;

- Afrique du Nord, 13% des arbres sur 23 % des surfaces ;
- Amérique latine, 3 % des arbres sur 2 % des surfaces. Seul ces 3 % américains ne sont pas situés dans l'aire méditerranéenne.

La surface oléicole mondiale est estimée à 8 600 000 hectares dont 95 % se situent dans le Bassin Méditerranéen (Zouiten et El Hadrami, 2001).

4.2. L'oléiculture en Algérie

En Algérie, l'olivier représente 46 % de la superficie arboricole et occupe environ 125 000 hectares, comportant une dizaine de millions d'arbres, concentrés essentiellement en Oranie et en Kabylie. Avec une production de 12 000 tonnes d'huile d'olive et 128 000 tonnes d'olives de table, l'Algérie se place parmi les pays à production modeste.

Actuellement l'olivieraie algérienne occupe 146 000 ha, soit 39 % de la superficie arboricole. La production s'élève à 150 000 tonnes/an alors n'atteignaient que 75 000 tonnes/an pour les olives de table (Gaouar, 2000).

4.3. L'oléiculture dans la région de Tlemcen

L'oléiculture représente 36% de l'arboriculture totale au niveau de la région de Tlemcen (Bennaïssa, 1987). En 1988, la superficie oléicole est de 3541 ha, dont 1552 ha, soit 46 % appartiennent au secteur autogéré et 1999 ha, soit 54 % au secteur privé.

Le nombre d'oliviers isolés est de 223592 dont 120889 appartiennent au secteur autogéré et 102703 au secteur privé (Figure 8)

5. Importance de la production oléicole

La production mondiale totale d'olive et d'huile dans la période 1988-1990 avoisine respectivement 9.51 et 1.79 millions de tonnes par an (FAO, 1991). 9% de la production sont utilisés comme olive de table et 91% restants pour la production d'huile d'olive

D'après Zouiten et El Hadrami (2001), la production mondiale oléicole est de 10 millions de tonnes par an. Cette production est surtout prédominante dans la zone du Bassin Méditerranéen qui représente 98% de la surface et des arbres en production et 97% de la production totale en olive. Les différents produits tirés de l'oléiculture sont par ordre d'importance :

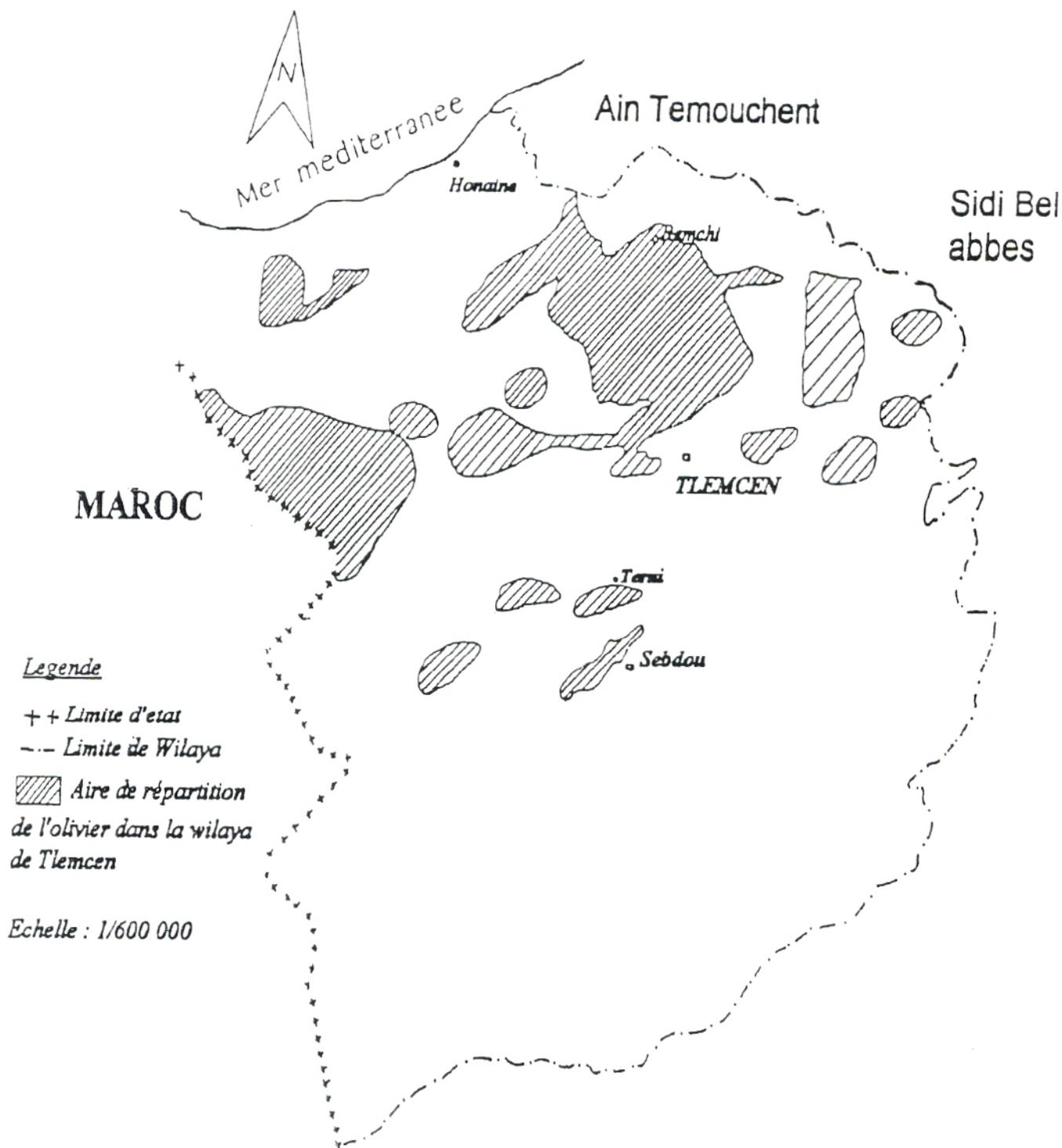


Figure 8 : Aire de répartition de l'olivier dans la Wilaya de Tlemcen

5.1. L'huile d'olive

Comme le témoignent les fouilles archéologiques, les populations méditerranéennes savaient, il y a près de 8000 ans déjà, que l'huile d'olive est à la fois un aliment, un médicament et un produit cosmétique (Michelakis, 1992).

C'est le principal produit tiré de l'olivier puisque plus de 93% de la production est destinée à l'huilerie. Elle est obtenue par séparation de la phase solide de la phase huileuse. L'huile représente 19% en valeur et 6% en volume du commerce mondial des principales huiles végétales alimentaires (Fausto, 1993).

De nombreux travaux ont montré la valeur biologique de l'huile d'olive pour la santé humaine, notamment pour les maladies cardiovasculaires. En effet il a été prouvé que dans certaines régions méditerranéennes, la fréquence de ces maladies est quatre à cinq fois inférieure à celle enregistrées aux USA ou en Finlande (Mancini, 1993).

5.2. Les olives de table

On distingue les olives vertes, les olives noires (en saumure et au sel sec) et autres spécialités diverses. L'olive de conserve qui a été longtemps consommée uniquement sur les lieux de production, a trouvé depuis le début du siècle des débouchés nouveaux hors du Bassin Méditerranéen (Loussert et Brousse, 197

**Tableau 1 : Importance de la production oléicole dans les principaux
pays producteurs (Fertiment, 1983)**

Pays	Plantation			Production	
	Surface (1000ha)	Plantes en production (*1000)	Densité (plante/ha)	Olives (1000T)	Huile (1000T)
Europe					
Albanie	20	1500	75	53	7
France	30	3800	130	16	2
Grèce	420	79000	190	1350	280
Italie	1200	160000	133	2800	566
Portugal	480	26000	54	220	33
Espagne	2300	180000	78	1348	281
Yougoslavie	60	4700	78	13	2
Afrique					
Algérie	125	10000	80	100	11
Egypte	2	100	50	6	0.5
Libye	154	4000	26	162	16
Maroc	140	6700	48	350	38
Tunisie	600	3700	62	700	140
Asie					
Turquie	1200	59000	49	650	107
Amérique	122	12800	105	214	29.7

5.3. Les sous produits de l'olivier

On distingue deux types de sous produits :

5.3.1. Les sous produits de l'huilerie

- Le grignon brut, c'est le résidu de la première extraction d'huile par pression de l'olive entière ;
- Le grignon épuisé, c'est le résidu obtenu après déshuilage des grignons bruts ;
- Le grignon partiellement dénoyauté, résulte de la séparation partielle du noyau de la pulpe ;
- La pulpe d'olive, c'est la partie obtenue lorsque le noyau a été séparé de la pulpe ;
 - Les feuilles collectées à l'huilerie.

5.3.2. Les résidus de la taille et de la récolte

Les grosses branches, les feuilles et les ramilles

6. Les contraintes qui limitent la production oléicole

La production oléicole ne suit pas le même rythme d'évolution ; les rendements restent stagnants et le secteur des huiles présente un déséquilibre entre la production et les besoins alimentaires des populations. Cette faible production est le résultat de plusieurs facteurs :

- Le phénomène physiologique d'alternance, très influencé par les conditions biotiques et climatiques accentué par l'insuffisance des soins apportés à l'oliveraie ;
- Les techniques d'entretien qui demeurent en général rudimentaires et traditionnelles ;
- La tendance du climat vers l'aridité ;
- L'action dévastatrice des différents ravageurs.

7. Les viroses de l'olivier

Les attaques virales constituent et constitue encore à l'état actuel des connaissances, le plus grand obstacle à l'évaluation et la perception même de l'état sanitaire de ses cultures. Ces attaques virales appelés viroses sont classés en :

7.1. Paralyse partielle

Par cette dénomination tout à fait singulière décrite en Argentine, en 1950, une grave affection qui semblait se répandre de manière épidémique dans les ^{vergers} oléicoles (Nicolini et Traversi, 1950). Les symptômes consistent essentiellement en un dépérissement sectoriel et progressif qui montrait de grandes analogies avec la léptonécrose induite par la carence du bore.

7.2. Malformation infectieuses

Des plantes de vigueur et de port normaux montrent souvent des feuilles de taille irrégulière, altérées dans leur forme, des feuilles doubles et aux limbes soudés. Ces anomalies s'accompagnent de bifurcation et de fasciation des branches (Corte et al. 1961).

7.3. Feuilles falciformes

Des déformations du limbe qui ont confère à la feuille une forme en faux ou en crochet sont ubiquistes dans les oliveraies italiennes (Ribaldi, 1959). Des causes diverses semblent être à l'origine de ces dégâts, parmi lesquelles les piqûres d'insectes semblent être les plus probables.

7.4. Jaunissement infectieux

C'est une affection rencontrée, il y a environ trente ans en Ombrie. Elle se différencie nettement des autres viroses de l'olivier de part les symptômes qui la caractérisent, constitué par un jaunissement uniforme des feuilles (Martelli et Galletilli, 1985).

CHAPITRE II : ETUDE BIO-ECOLOGIQUE DE *BACTROCERA OLEAE*

Bactrocera oleae est certainement l'ennemi le plus redoutable de l'olivier, ses dégâts sévissent avec intensité dans tous les centres oléicoles du Bassin Méditerranéen, amenant parfois à la destruction complète des récoltes (Balachowsky et Mesnil, 1935).

De très nombreux travaux ont été effectués sur la biologie et l'écologie de ce ravageur notoire de l'olivier depuis le siècle dernier (Angelini, 1931 ; Mayet, 1998 ; Sylvestris, 1908 ; Balachowsky et Mesnil, 1935 ; Gaouar, 1996...).

En effet, il est impératif de bien connaître ce phytophage qui peut détruire jusqu'à 80 % d'une récolte (Haniotakis, 1986) pour lutter efficacement contre lui.

1. Position taxonomique

Bactrocera oleae a été décrit pour la première fois par Gmelin et Rossi en 1888. Cet insecte appartient à l'ordre des diptères, au groupe des Schizophora, à la superfamille des Muscoidea, à la famille des Tephritidae et à la sous famille des Dacinae ; dont la plupart des espèces vient dans les zones tropicales.

Bactrocera oleae est le seul représentant qui atteint le Bassin Méditerranéen. Jusqu'en 1995, cette espèce appartenait au genre *Dacus*, puis l'identification par l'ADN a prouvé qu'elle appartient au genre *Bactrocera*.

2. Répartition

La mouche de l'olive *B. oleae* est un ravageur notoire des olives dans la plupart des pays méditerranéens, en Inde, en Asie occidentale, aux Iles Canaries, en Afrique et partout où les olives (genre *Olea*) sont produites dans le monde. L'espèce est cependant absente des

régions où l'olivier a été introduit : aux Etats Unis (Californie, Arizona), en Amérique du Sud (Chili, Argentine), en Chine Centrale et Australie. *Bactrocera oleae* peut être retrouvé sur d'autres arbres fruitiers tels que le pêcher ou le noyer, en absence d'olives (Martin, 1952 ; Economopoulos et al., 1982)

3. Morphologie, physiologie et comportement de *B. oleae*

3.1. L'œuf

Il se repère difficilement à l'œil nu, de forme cylindrique, allongé, blanc, mesurant 0.2 à 1mm de longueur et 0.2 mm de largeur. La ponte débute généralement six à dix jours après l'émergence des adultes. Une femelle pond en moyenne soixante à cent œufs mais elle peut en pondre jusqu'à mille en laboratoire.

Dans les conditions naturelles, l'incubation des œufs dure deux à quatre jours en été, dix jours environ en automne et de douze à dix-neuf jours en hiver. En laboratoire, à température constante, le développement varie entre quinze à dix-huit jours à 10 °C et deux à quatre jours à 30 °C. Généralement, les œufs sont très sensibles aux conditions externes dans les premières 24 heures de l'incubation (Arambourg, 1984).

La dispersion des œufs de *B. oleae* dépend de la composition chimique du fruit.

Selon Haniotakis et Voyadjoglou (1978), la ponte sera totalement inhibée, si la surface du fruit a des propriétés chimiques et physico-tactiles défavorables. La mortalité des œufs dans les jeunes fruits semble exceptionnellement importante, elle est probablement liée à la composition biochimique des fruits (Stavraki, 1974).

3.2. La larve

C'est le ver de l'olive (Figure 5), elle se présente comme un asticot cylindrique de 6 à 8 mm. Chacun des trois stades larvaires est caractérisé par une armature buccale et des stigmates antérieurs prothoraxiques (Arambourg, 1984). Fréquemment, une seule larve se développe par fruit, mais en conditions naturelles, il n'est pas rare d'en trouver plusieurs simultanément (Fletcher, 1987).

En général, le développement des larves est de douze à treize jours à 18 °C et de neuf à quatorze jours à 25 °C, selon la variété de l'olivier et la maturité des fruits. Les larves survivent quelques jours à 0 °C. Une température de 47.6 °C et une humidité relative de 9 % suffisent pour détruire toutes les larves du troisième stade.

L'habitat naturel des stades immatures (oeuf, larves et parfois pupes) est le fruit et/ou le sol. Le temps de présence des larves sur le sol et la répartition de leur enfouissement sont influencés par la structure du sol et les conditions édaphiques.

La plus grande partie des larves, soit 83.5 %, s'enfonce jusqu'à une profondeur de 10 cm (Martin, 1948 ; Laudeho et al., 1979).

3.3. La pupa

C'est un petit tonnelet sombre, cylindrique, blanc crème, selon le stade de dessèchement de l'épiderme. La nymphose du troisième stade larvaire s'effectue soit dans l'olive, soit dans le sol. Généralement, toutes les larves des générations estivales se nymphosent dans le fruit alors que celles des générations automnales le font dans le sol (Kapatos et Fletcher, 1984). La durée du stade nymphal, dans les conditions de laboratoire à 25 °C, est de onze jours en moyenne. Si les pupes sont maintenues à une température supérieure à 36 °C pendant seulement deux jours, les adultes qui en sont issus ont une longévité fortement réduite (Neuenschwander et al., 1986). La mortalité pré-pupale est plus élevée dans les arbres sauvages que dans les cultivés (Bigler et Delucchi, 1981a).

Dans le sol, cette mortalité varie beaucoup selon les régions, la date d'enfouissement, les conditions climatiques et les conditions édaphiques.

La qualité du fruit, les oiseaux fructivores et les parasitoïdes entraînent aussi une forte mortalité (Bigler et Delucchi, 1981a), pouvant atteindre 75 à 80 % de la population nymphale (Sigwalt et al., 1977).

3.4. L'adulte

C'est un individu ailé mesurant 4 à 5 mm. La coloration générale du corps est jaune plus ou moins rougeâtre. La tête est jaune avec des sillons antennaires présentant chacun une tache circulaire noire. Le thorax est gris plus ou moins foncé. Le mésonotum porte trois bandes noirâtres longitudinales. L'abdomen est maculé de taches noires pouvant parfois disparaître presque totalement. Les ailes sont hyalines, légèrement irisées avec une tache enfumée à leur extrémité. Les pattes sont rougeâtres.

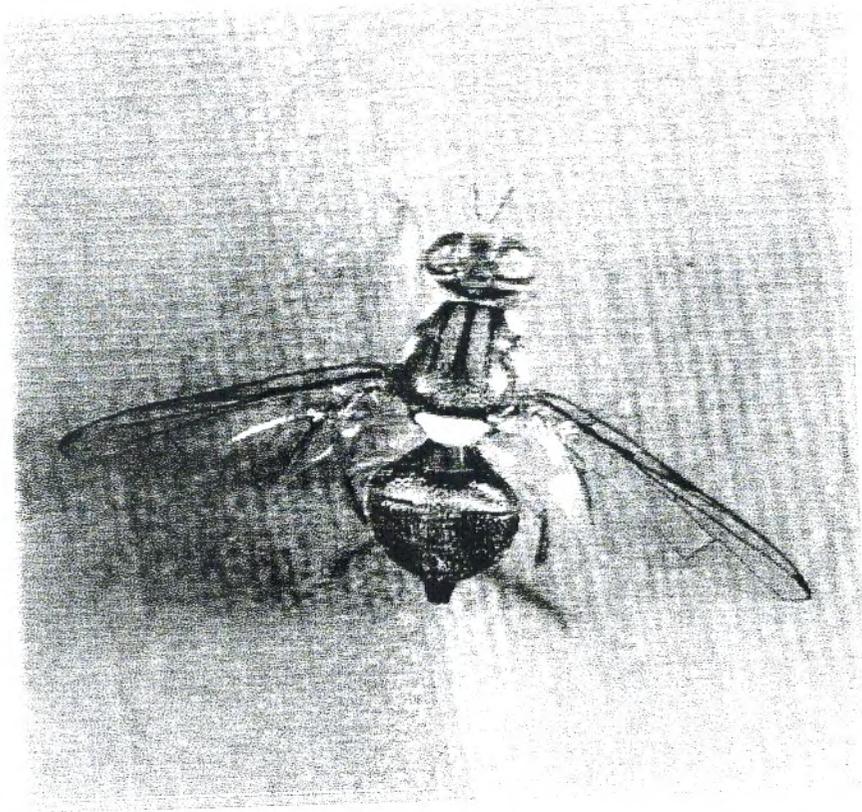


Figure 4 : Femelle de *Bactrocera oleae* Gmel (Arambong, 1984)

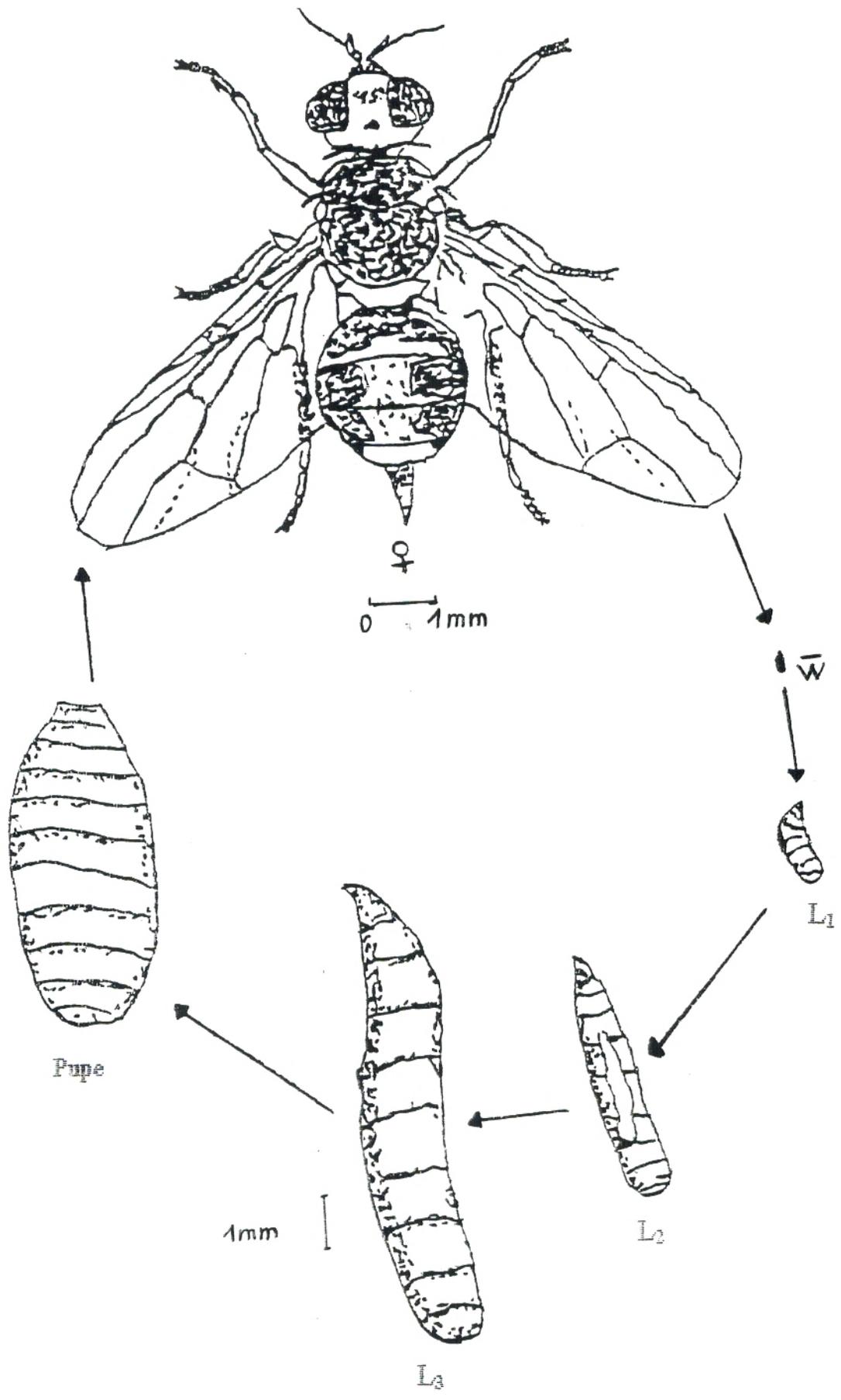


Figure 5 : Cycle de développement de *Bactrocera oleae*

L'émergence de *B. oleae* est contrôlée par les cycles circadiens (cycle de lumière) et de température (Fletcher, 1987). Ainsi, les adultes émergent tôt le matin et les ailes restent opaques de deux à quatre heures après l'émergence. Leur déploiement requiert des températures supérieures à 7 °C et une humidité relative d'au moins 40 % (Arambourg, 1984).

Concernant la maturité sexuelle, chez les mâles, le sperme est déjà formé au stade nymphal mais de nouveaux cycles de formation, bien que réduits, se produisent chaque six à dix jours permettant une dizaine d'accouplements chacun. Le développement ovarien commence immédiatement après l'émergence de la femelle. Les femelles requièrent du matériel protéique pour la maturation de leurs oeufs. L'accouplement des femelles à 25 °C se fait dès les deuxièmes ou troisièmes jours après l'émergence, celui des mâles dès le quatrième jour.

A cette température, les mouches restent accouplés pendant environ deux heures. Les mâles sont polygames et s'accouplent avec succès chaque jour pendant quelques semaines, mais les femelles sont oligogames (Neuenschwander et al., 1986). Comme pour d'autres espèces de Tephritidae, les glandes rectales des deux sexes produisent des substances huileuses à odeurs différentes qui sont des phéromones sexuelles. Les femelles attirent les mâles sur des distances relativement longues. La phéromone est émise dès le deuxième jour après l'émergence, les mâles y répondent dès le troisième jour.

4. Phénologie

Le développement continu des populations de la mouche rend incertaine l'estimation du nombre de générations (Martin, 1948). Donia et al., (1971), ont obtenu cinq générations en laboratoire. Les première et deuxième générations se développent en 21 jours, en juillet-août ; la troisième génération en 25 jours, en septembre et les quatrième et cinquième générations en 30 jours, en octobre-novembre.

Au nord de son aire de répartition, dans le midi de la France et l'Italie du nord, les premières infestations de la saison commencent fin juin-début juillet. Graduellement, la population s'accroît jusqu'à atteindre un maximum en septembre-octobre, avec présence de plusieurs générations chevauchantes. Selon les conditions

climatiques, on peut observer jusqu'à quatre générations au printemps. Cela en Italie du sud, en Yougoslavie ainsi qu'en Grèce centrale et Corfou.

En Afrique du Nord, il existe quatre générations annuelles suivant les conditions atmosphériques (Loussert et Brousse, 1978). Dans certaines régions, une ou deux générations se développent au printemps. C'est le cas en Egypte (Donia et al., 1971), en Tunisie centrale (Jerraya et al. 1982) et à l'intérieur de la Libye (Mustapha et al Zaghal, 1987) où la chaleur d'été interdit toute reproduction avant l'automne.

5. Ecologie des population de *B.oleae*

Plusieurs facteurs environnementaux peuvent influencer la distribution et la démographie des populations de ces ravageurs, en affectant directement ou indirectement la survie, le taux de développement des différents stades de vie et la fécondité des femelles.

5.1. La température

Au dessous de 12°C environ, l'activité reproductrice des femelles est totalement arrêtée, au dessous de 9 °C, l'incubation des oeufs, le développement larvaire et l'évolution nymphale sont bloqués. A l'opposé, les températures supérieures à 30°C arrêtent la ponte (Arambourg ; 1984). La température optimale pour l'évolution de *B. oleae* se situe au tour de 20 °C (Stancik et Bouzouane, 1982).

La température est un facteur majeur de mortalité ; la température optimale se situe entre 18 et 27 °C. Cependant, les stades immatures des Dacinae peuvent survivre de courtes périodes à hautes températures ($T > 30$ °C) où basses ($T < 5$ °C).

Les adultes sont normalement les ^{plus}vaptes à survivre à ces températures. En été, en pupant dans les fruits en août, les larves mûres et les pupes de *B. oleae* échappent à la mortalité causée par de très hautes températures.

5.2. L'humidité

Les Tephritidae sont rarement trouvés dans les régions extrêmement sèches du monde, peut être en raison des limites de distribution des plantes hôtes. Les jeunes stades sont plus sensibles à la dessiccation (Bateman, 1972).

5.3. La lumière

La lumière joue un rôle très important pour la détermination de la fécondité, chez les mouches de fruits, elle l'affecte de deux manières :

- En influençant l'activité générale des femelles adultes ;
- Par son rôle dans la synchronisation du comportement d'accouplement

5.4. La nutrition

Les Dacinae requièrent un régime riche en aminoacides, vitamines, minéraux, carbohydrates et en eau pour survivre et se reproduire. Durant leur développement, les larves dévorent la pulpe de l'olive et creusent un tunnel (galerie). Elles circulent dans le fruit qui leur offre une protection contre les parasites et les prédateurs. La nutrition des adultes dans la nature est bien connue. Ils ont été observés se nourrissant de produits tel que le miellat, les exudats des plantes, le nectar et autres..., mais ils peuvent survivre et se reproduire avec le pollen comme seule source d'énergie (Fletcher, 1987). Selon le même auteur, les adultes nouvellement émergés contiennent certaines réserves provenant du stade larvaire et sont capables de vivre un à deux jours après leur émergence, en absence de nourriture. Par conséquent, la longévité du stade larvaire peut influencer la longévité et la fécondité des adultes.

6. Dynamique des populations

6.1. Dispersion

Grâce à l'utilisation d'insectes marqués, des échanges de populations de *B. oleae* ont été enregistrés entre oliveraies situées en plaine ou sur les collines ou bien à l'intérieur des montagnes (Michelakis et Neuenschwander, 1981). Les vols de cette espèce se manifestent pendant toute l'année (Lango et Benfatto, 1982). Les distances maximales de déplacement varient selon la topographie, les conditions climatiques, la présence ou l'absence des olives. Les mouches ne volent pas la nuit ni le jour, quand il y a du vent ; l'activité du vol augmente seulement quand la température monte au dessus de 14 à 18 °C (Neuenschwander et al., 1986).

6.2. Diapause

Les adultes de plusieurs espèces sont capables de passer les périodes défavorables de l'année dans une diapause facultative durant laquelle. Ils se regroupent dans des refuges convenables et restent sexuellement immatures (Fletcher, 1987).

B. oleae est capable de survivre plusieurs mois voire presque un an à l'état adulte, et c'est sous cette forme qu'il hiverne dans la majorité des cas (Arambourg et Pralavorio, 1970). L'hivernation de la mouche de l'olive a lieu sous diverses manières, si les arbres portent des fruits abandonnés ou non récoltés, elle peut s'y reproduire pour peu que la température ne soit pas trop basse. On se trouve alors au printemps avec une population jeune. Lorsqu'il n'y a pas de fruits disponibles, l'hivernation de la mouche est réalisée sous forme d'adultes éclos en novembre ou décembre et qui, grâce à la remarquable longévité de l'insecte, peuvent demeurer ainsi tout l'hiver (Arambourg, 1984)

6.3. Mortalité

Les populations de *B.oleae* subissent une mortalité estimée à 81 % en moyenne, de l'œuf à la pupa (Gaouar, 1996). Stavradi (1974) énumère les facteurs qui contribuent à la mortalité des stades immatures :

- les conditions climatiques ;
- la variété de l'olivier ;
- le stade de maturité ;
- la présence d'ectoparasites.

Les grandes densités provoquent ainsi une certaine mortalité larvaire, un retard dans le développement et la pupaison et une réduction dans les émergences des adultes (Manoukas et Tsiropoulos, 1977)

6.4. Les parasites

la faune parasitaire méditerranéenne de *B. oleae* se réduit à quatre espèces de Chalcidiens ectoparasites à large aire de répartition et un Braconide endoparasite originaire seulement de l'Afrique du Nord. Les quatre chalcidiens ectoparasites sont : *Eupelmus urozonus* Dalm., *Pinigalo mediterraneus* Fer. Et Del. ; *Eurytoma martellii* Dom. Et *Cyrtoptyx latipes* Rond. Les espèces les plus fréquentes cependant étant *Eupelmus urozonus* et *Pinigalo mediterraneus*. Elles parasitent préférentiellement les larves de troisième stade, mais peuvent accessoirement évoluer aux dépend de stades plus jeunes (Arambourg, 1984).

Le Braconide endoparasite *Opius concolor* Szepi., a été découvert en Tunisie où il parasite *B. oleae* et trois autres Tephritidae (*Ceratitis capitata* Wied., par exemple).

C'est le seul parasite connu de *B. oleae* dans le Bassin Méditerranéen (Canard et al, 1979 ; Arambourg, 1984).

6.5. Les prédateurs

Nombreux sont les prédateurs inventoriés dans les oliveraies, capables de détruire des pupes de ce ravageur. En Crète par exemple, sont inventoriés des prédateurs arthropodes dont plusieurs espèces de fourmis qui attaquent les larves âgées et les pupes de *B. oleae* dans le sol et parfois même dans le fruit (Wong et al., 1984).

C'est le cas de la *Cecidomyie berlisiana* Paoli qui est considéré comme un prédateur des œufs de *B. oleae* (Arambourg, 1986). Il a été estimé qu'avec des populations de la mouche de l'olive élevées, ce prédateur peut arriver à réduire ces populations jusqu' à 30 % (Civantos Lopes-Villalta, 2000).

Les prédateurs des pupes de mouches ne sont habituellement que très peu actifs si celle ci sont enfouis dans le sol. Celles qui se trouvent à la surface du sol ou sous de légers abris, feuilles ou branchettes, subissent par contre une plus grande perte de l'automne au printemps (Gaouar, 1996). La réduction est attribuée en grande partie aux oiseaux. Bigler et al. (1986) notent que les oiseaux sont responsables de 70 % de la mortalité pupale, les 30 % restant sont détruites par les arthropodes dont notamment les fourmis.

7. Répartition des infestations

La mouche de l'olive a un développement continu, interrompu, soit du fait de l'hiver pour les populations vivant dans le nord du Bassin Méditerranéen, soit successivement en hiver et en été (plus au nord) ; les olives de l'année précédente et les nouvelles ne sont pas encore formées. C'est la période blanche pendant laquelle, il y a surtout des adultes. L'effectif de ces adultes sortant de l'hivernation est lié à la mortalité subie durant cette période et détermine l'effectif de la première génération qui est susceptible d'attaquer les olives.

Les survivants de *B.oleae* à l'hivernation constituent la base de la nouvelle infestation au printemps (Liaropoulos et al., 1977).

Les premières attaques efficaces, provoquent des dégâts supérieurs au seuil de tolérance fixé à 10 %, elles ont lieu en juin dans les zones du littoral, en juillet à Tlemcen et

seulement en août pour les régions situées à plus de 1000 m d'altitude. Le climat a une incidence particulièrement significative (Gaouar et Debouzie, 1991).

La structure horizontale des infestations révèle qu'il existe une certaine hétérogénéité entre les arbres d'un même verger. D'après Affelah et al. (1996), il semble que la mouche de l'olive présente une préférence pour les parties sud, hautes et externes de l'arbre ; le suivi de la grosseur et la maturation des olives a montré que ces parties se distinguent par des fruits en avance dans la taille et précoce dans la maturation des fruits (Montiel et Moreno, 1984) et (Dominici et al., 1982). L'épaisseur et le degré de maturation des fruits semblent également influencer le déclenchement des premières infestations (Jerraya et al., 1982).

En ce qui concerne la répartition verticale des attaques, la partie basse de l'arbre est plus infestée que la strate haute. Ce gradient a été observé du début des infestations jusqu'à la récolte, en fin novembre (Gaouar, 1996).

Par contre, Montiel et Moreno (1984), avaient observé des différences significatives entre les deux parties de l'arbre, seulement en fin septembre- début octobre. Ils avaient noté que le secteur sud de l'arbre était plus infesté que les trois autres orientations, alors que Gaouar et Debouzie (1991), n'ont trouvé aucune influence significative de l'orientation.

En Jordanie, Mustapha et El Zaghal (1987) ont observé que la partie basse de l'arbre était la plus infestée quelle que soit la variété considérée. Des études ont montré par ailleurs que si l'infestation est moyenne, *B. oleae* pond de préférence dans les olives de grande taille et de poids inférieurs (Chesi et Sandi, 1982) et (Chesi et al., 1993)

8. Relation entre plante et ravageur

Les plantes hôtes sont le point focal pour le comportement écologique des mouches de fruits impliquées dans la recherche de l'hôte, l'accouplement, l'oviposition et le développement des œufs (Drew, 1989). Le même auteur considère que les odeurs de plantes (Kairomones) sont attractives à longue distance, attirant les femelles et mâles sexuellement mûres aux plantes hôtes où s'effectue l'accouplement. Selon Jerraya et al. (1986), l'activité de ponte est liée au stade phénologique du fruit ; *B. oleae* attaque de préférence les fruits qui se trouvent dans un stade plus avancé. Avant de pondre, les femelles volent à la recherche d'olives bien développées (Arambourg, 1986). Elles reconnaissent leur plante hôte par la couleur jaune-citron du feuillage (Neuenschwander et al., 1986).

9. Dégâts

Les larves de *B. oleae* sont capables de causer des dégâts dans la plupart des oliveraies de la Méditerranée, région qui produit environ 98 % de l'huile d'olive et 83 % des olives de table de la production mondiale. C'est seulement dans les régions extrêmement sèches que *B. oleae* a une importance moindre. Son attaque est plus régulière et forte dans les zones humides, proches de la mer, mais l'intensité varie également selon les soins culturaux (Gaouar, 1996).

9.1. Dégâts causés sur les olives

Pour les olives destinées à la conserverie, toute piqûre constitue un défaut rendant le fruit inapte à la commercialisation. Tandis que pour les olives destinées à l'huilerie, on distingue classiquement trois types de dégâts :

- la chute, avant la récolte, des fruits attaqués ;
- la destruction directe de la pulpe par la larve ;
- la détérioration de la qualité de huile d'olive.

Des expériences ont démontré qu'il existe une relation entre le temps durant lequel la larve reste dans le fruit et la masse de la pulpe consommée. Cette relation prouve que la larve consomme 8 mg de la pulpe par jour. Ainsi, la diminution du poids mesurée en gramme, entre les fruits attaqués est de 18.3 g lorsque *B. oleae* est au stade larvaire initial, de 103.8 g au troisième stade et de 165.5 g au stade de sortie, pour la variété Koneiki (Michelakis, 1990). Des résultats semblables ont été obtenus chez la variété Tsounati (Neuenschwander et Michelakis, 1981).

Dans la région de Tlemcen, la mouche de l'olive a infesté en moyenne 20.4 à

88.4 % des olives de 1987 à 1992. Dans les zones côtières, les attaques atteignent des pourcentages bien plus élevés puisque 50 % des olives contiennent une larve de *B. oleae* (Gaouar et Debouzie, 1991).

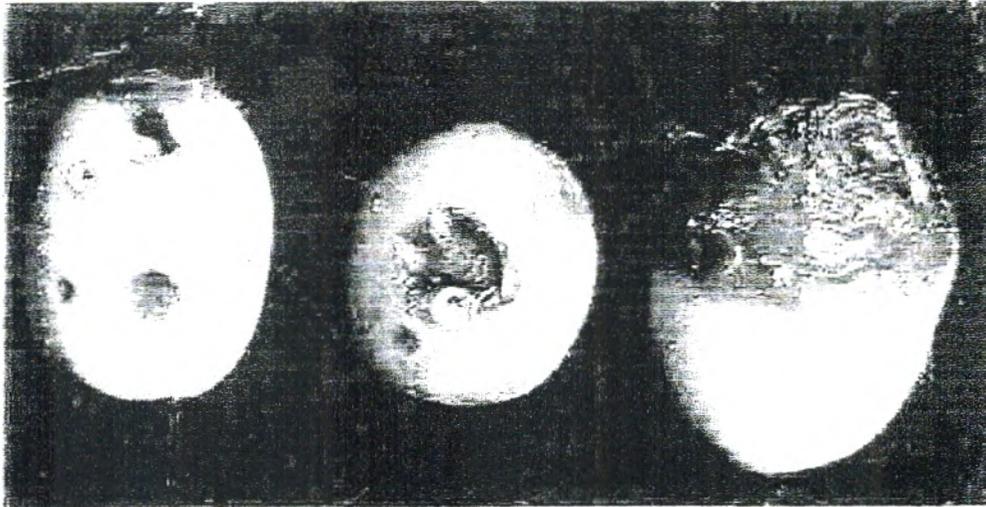


Figure 6 : Dégâts causés sur les olives

9.2. Dégâts causés sur l'huile d'olive

L'huile d'olive issue de fruits attaqués est une qualité médiocre. L'acidité, un des principaux critères de la qualité de l'huile d'olive est le résultat de l'hydrolyse d'huile provoquée par les enzymes libérés lors de la maturation du fruit, elle augmente considérablement sous l'action bactérienne et fongique (Martinez, 1975). L'acidité augmente d'un coefficient de 1.88 si le fruit a été endommagé à 100 %, en comparaison avec l'acidité de l'huile provenant de fruits sains (Michelakis, 1990).

Cimato (1990) a signalé que la présence de larves ou de galeries se traduit, en fonction de l'intensité des attaques, par une augmentation de l'acidité. Les excréments des larves et autres impuretés dues à la présence du ravageur dans le fruit n'ont pas d'incidence sur l'acidité mais peut être bien sur d'autres caractéristiques qualitatives de l'huile d'olive.

Les résultats obtenus par Gaouar (2000) ont confirmé les hypothèses sur la dégradation du rendement et de la qualité de l'huile par l'action du ravageur par l'action du ravageur par

B. oleae, qui provoque une dépréciation quantitative et qualitative de l'huile, même avec un taux d'infestation faible (12.5 %). L'huile issue d'olives infestées à 100 % est défectueuse et impropre à la consommation dès son extraction

10. Lutte contre *Bactrocera oleae*

10.1. Lutte chimique

L'utilisation des traitements insecticides contre les mouches de fruits pour les désinfestations est un complément de contrôle (Kapatos, 1989). Parmi ces traitements utilisés contre la mouche de l'olive *B. oleae*, on distingue :

10.1.1. Lutte préventive

Le principe repose sur l'utilisation d'un attractif généralement un hydrolysât de protéine, mélange destiné à éliminer les adultes de *B. oleae*. Ce mélange est appliqué en petites quantités sur une partie de l'arbre, soit sur tous les arbres d'une olivette, soit sur une partie de l'olivette, soit sur seuls ceux qui portent une récolte ou alors sur un rang d'arbres sur deux. Ce traitement présente l'avantage d'être économique et utilisable même en zone d'accès difficile ou dans les régions pauvres en eau.

Par ailleurs, les femelles ont besoin de protéines pour leur maturation sexuelle et le développement de leurs œufs ; de ce fait, l'utilisation de l'attractif protéinique dans la solution d'insecticides augmente son efficacité (Rossler, 1989). Donc, ce type d'insecticides présente un avantage, celui d'attirer les mouches à un endroit bien précis et de les empoisonner (Aversenq, 2000)

10.1.2. La lutte curative

Elle a été largement utilisée lorsque l'apparition d'insecticides de synthèse chlorés puis organophosphorés a permis un développement de la protection phytosanitaire en oléiculture. Ces traitements se font par pulvérisation d'insecticides qui tuent les adultes par contact et les larves dans le fruit par effet semi systémique. Ils tendent à régresser actuellement en raison de leur effet secondaire soit au niveau de l'olivier, quand il sont utilisés par voie terrestre, soit au niveau de toute la zone oléicole traitée y compris le sol lorsqu'ils sont réalisés par voie aérienne.

Ce traitement curatif présente l'inconvénient de détruire l'intégralité de la faune utile (Aversenq et Pinatel, 2000).

10.1.3. Bain d'insecticides

Ce type de traitement ne peut être appliqué pour contrôler les populations de ravageur dans la nature mais il est intéressant de l'utiliser avant de prendre les fruits au marché pour inhiber ou arrêter les infestations.

Cette méthode de bain d'insecticides nécessite une sérieuse étude sur le terrain tant sur le plan pratique que économique (Heather, 1989)

Les insecticides fréquemment utilisés sont les organophosphorés tels que le Fenthion, le Diméthoate, le Formothion et le Phosphamidon.

10.1.4. Limites de la lutte chimique

Malgré les succès de l'utilisation de la lutte chimique contre les mouches de fruits, cette dernière présente toujours des limites sur le plan scientifique, économique et sanitaire.

10.1.4.1. La résistance

Selon Plapp (1970), la résistance aux insecticides est un phénomène d'adaptation sélectionné à partir d'un nombre d'individus qui possèdent des gènes de résistance.

Les études menées sur trois espèces de Tephritidae ont montré que les phénomènes de résistance contre le DDT et le méthoxychlore, sont apparus durant les dix ans qui suivent leur application alors qu'il n'y a pas eu une résistance contre le malathion durant les vingt cinq ans d'observation, pour aucune de ces trois espèces (Keiser, 1989). Par contre, selon O'Brien (1967), seul le malathion a la particularité d'avoir son propre mécanisme de résistance.

10.1.4.2. La toxicité

Il faut distinguer la toxicité aiguë se manifestant rapidement après l'absorption de doses relativement importante par l'utilisateur et son entourage et la toxicité chronique qui survient après des absorptions longtemps répétés de petites doses.

10.1.4.3. Impact sur les équilibres biologiques

- Manque de spécificité des produits chimiques, ils tuent aussi bien les insectes utiles que les insectes nuisibles.
- Substitution de la faune, en effet, le ravageur en disparaissant, laisse une place vide qui sera par la suite remplacée par un ravageur souvent plus résistant et plus difficile à combattre. Le traitement intensif de la mouche de l'olive *B. oleae* a pour conséquence la pullulation de la cochenille de l'olivier, *Saissetia oleae* qui prend sa place.
- L'accumulation des produits dans les organismes de la chaîne alimentaire contribue à la destruction des parasites et prédateurs normalement associés aux insectes phytophages (Boulétreau, 1988)

10.2. Piégeage

Plusieurs types de pièges utilisant les attractifs visuels, sexuels et /ou alimentaires sont utilisés pour le contrôle expérimentale des populations de mouches de fruits. Ces pièges sont plus ou moins efficaces suivant la période et l'intensité des infestations. Pour limiter les populations de *B. oleae*, on utilise différents types de pièges.

10.2.1. Pièges alimentaires

Il consiste à remplir des gobes mouches avec de l'eau sucrée ou une solution de phosphate d'ammoniaque à 30 g/l qui est plus sélective pour la capture des mouches que les fruits (Regis, 1999). Ces solutions doivent être renouvelées régulièrement tous les sept jours si l'évaporation est importante, sinon tous les quinze jours.

10.2.2. Pièges sexuels

Ils sont appâtés avec une phéromone sexuelle, ce qui consiste à déposer sur le fond englué d'une maisonnette, une capsule qui diffuse dans l'atmosphère l'odeur de la mouche

femelle ou phéromone. De ce fait, les mouches mâles vont être attirées par cette émanation et s'engluer sur le fond du piège. Cette capsule a une durée de diffusion de quatre semaines ; elle est plus spécifique des captures de la mouche de l'olive que les pièges alimentaires (Regis, 1999).

10.2.3. Pièges jaunes

Les pièges jaunes ont été utilisés pour la première fois en Israël puis en Grèce, avec des résultats jugés satisfaisants, leur couleur jaune attire les mouches.

Les pièges jaunes sont plus efficaces en zones côtières qu'à l'intérieur (Delrio et Cavalloro, 1977), ils ne sont pas sélectifs, ils attrapent d'autres insectes que de *B. oleae* (Raspi et Malfatti, 1985). Economopolos (1986) a obtenu de bons résultats en appâtant les pièges jaunes avec l'hydrolysât de protéine. L'adjonction d'une phéromone sexuelle ou d'un sel d'ammonium améliore leur efficacité (Economopoulos, 1986 ; Haniotakis, 1986).

Les pièges sexuels à phéromone sont efficaces à une distance de 80 m alors que les pièges jaunes ont un pouvoir attractif ne dépassant pas les limites de l'arbre auxquels ils sont accrochés (Delrio et al., 1982 ; Montiel et Moreno, 1984 ; Montiel et al., 1982).

10.2.4. Pièges Mc Phail

Appâtés par un sel d'ammonium, ils sont efficaces bien que leur attractivité soit nettement plus importante au printemps-été qu'en automne-hiver (Neuenschwander et Michelakis, 1979). Le pouvoir attractif des pièges jaunes pour capturer *Ceratitis capitata* et *B. oleae* a été comparé avec celui des pièges MC Phail contenant une solution à 2 % de sulfate d'ammonium, au cours des mois d'août et de septembre 1981 et 1982, à Chios en Grèce.

Les pièges Mc Phail ont été plus spécifiques en capturant ces deux espèces et probablement moins destructifs pour la faune utile que les pièges jaunes (Katsoyannos, 1983).

10.3. Lutte autocide ou biogénétique

Durant la décade passée, les recherches se sont orientées vers l'éradication des populations de ravageurs en utilisant des mâles stériles qui en s'accouplant avec les femelles normales, vont pondre des œufs stériles. La stérilisation de ces mâles se fait par moyen

chimique ou par irradiation aux rayons gamma. Selon Féron (1963), la réussite de cette méthode doit répondre aux critères suivants :

- l'élevage de l'insecte doit être facile, réalisable industriellement et à un prix assez bas ;
- la stérilisation doit laisser aux mâles leur activité sexuelle ;
- l'accouplement naturel doit être unique de la part de la femelle ;
- la population naturelle de l'insecte doit être assez faible ;

L'utilisation des insectes stériles a donné de bons résultats sur un grand nombre de mouches de fruits. Il a été appliqué à *B. oleae* mais avec un succès partiel (Economopoulos, 1986 ; Tsiropoulos, 1983 ; Tsitsipis, 1982). Le manque de succès des mâles stériles provient des difficultés et du coût de l'opération même pour de faibles populations.

10.4. Lutte biologique

10.4.1. Définition

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants pour diminuer la population des phytophages, de manière à réduire les dégâts sur les cultures (Anonyme, 1997). On a donné le nom de lutte biologique ou (biological control) aux méthodes qui consistent à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels appartenant aux règnes animal ou végétal (Balachowsky, 1951).

La lutte biologique est basée sur l'exploitation par l'homme et à son profit d'une relation naturelle entre les êtres vivants :

- la cible de lutte, c'est un organisme indésirable, ravageur d'une plante cultivée, mauvaise herbe, parasite de bétail ...
- l'agent de lutte ou l'auxiliaire, c'est un organisme différent, le plus souvent un parasite, prédateur ou un organisme pathogène.

La lutte biologique consiste à rechercher un équilibre entre un insecte et son ennemi naturel, de façon à l'éliminer.

10.4.2. Agents utilisés en lutte biologique

10.4.2.1. Les entomopathogènes

L'idée de s'attaquer aux insectes nuisibles en introduisant des maladies dans leurs populations s'est développée à la fin du siècle dernier. Selon le même auteur, différents

champignons, virus et bactéries sont entrés dans le domaine de pratique phytosanitaire et sont commercialisés dans certains pays.

10.4.2.2. Les insectes

Selon l'entomologiste Glaussen (1964), « les insectes sont les pires ennemis des insectes ». En effet, 15 % des insectes sont entomophages. Le parasitisme chez les insectes est connu depuis fort longtemps ; ce n'est que dans la deuxième moitié du dix-neuvième siècle que les premières essais de lutte biologique ont commencé (Balachowsky, 1951). Parmi les insectes utilisés, on distingue :

a. Les parasitoïdes

On les définit comme étant des organismes qui se développent sur ou dans un autre organisme (hôte) dont ils tirent leurs substance nutritives et le tuent comme conséquence directe ou indirecte de leur développement (Egleton et Gaston, 1990). Ces insectes parasitoïdes appartiennent généralement aux ordres des hyménoptères, Coléoptères, Neuroptères, Tricoptères et Lépidoptères (Boivin, 1996) ; la majorité appartenant aux trois premiers ordres. Les parasitoïdes représentent 10 % des insectes (Boivin, 1999).

b. Les prédateurs

Ce sont des insectes qui tuent et consomment leur proie au stade adulte ou larvaire (Price, 1984). Ils constituent un groupe beaucoup plus diversifié que les parasitoïdes.

Le groupe restant des auxiliaires utilisés en lutte biologique regroupe quelques espèces invertébrés et vertébrés entomophages.

10.4.3. Lutte biologique contre *B. oleae*

10.4.3.1. Lutte microbologique

Haniotakis et Avtzis (1977) ont isolé douze bactéries dont certaines se sont révélées pathogènes. Ainsi *Pseudomena putida* provoque une forte mortalité des mouches trois à quatre heures après son inoculation.

Selon Neuenschwander et al. (1983), le champignon *Canapodium dalmatica* a un degré de nocuité assez important sur ce ravageur. Une microspore *Octosporea muscadomestica* contamine les stades larvaires de ce phytophage et les tue cinq à sept jours après l'infestation (Ormieres et al. 1977).

10.4.3.2. Lutte parasitologique

Le Braconide *Opius concolor* a fait l'objet de nombreux travaux, compte tenu de sa vaste répartition dans le bassin méditerranéen, qui se superpose à la partie méridionale de celle de son hôte ; elle couvre le nord de l'Afrique jusqu'au Moyen Orient ainsi que les îles les plus chaudes de la méditerranée (Canard et al. 1979). C'est le seul *Opius* de la région (Warton et Gilstrap, 1983).

Monastéro (1968) a entrepris des élevages d'*Opius concolor* dès 1958. Il a pratiqué plusieurs expériences en 1968, soit dix ans après, qui l'ont incité à affirmer que les lâchers de ce parasite donneront des résultats spectaculaires s'ils étaient précoces. La ponte sur *B. oleae* concerne tous les stades larvaires, mais la femelle préfère le troisième stade (Liaropoulos et al., 1977). Le développement des stades pré-imaginaux est inhibé aux températures inférieures à 15 °C et la survie est réduite en cas de faible humidité relative ; les larves âgées résistent au froid et supportent des températures de 0 °C pendant plusieurs jours.

La descendance du parasite est affectée par la disponibilité de l'hôte, la densité et l'âge du parasite (Ashley et Chambers, 1979 ; Grenay et al. 1979 ; Lawrence, 1981).

Les traitements biologiques par *O. concolor* ont réduit les populations de *B. oleae* mais sans qu'ils soient satisfaisants (Monastéro, 1968). Pour que cela réussisse, il faut que les lâchers soient répétés régulièrement (Stavraki, 1974). En outre, les parasites attaquent le troisième stade larvaire qui a déjà occasionné des dégâts dans les olives.

Delanaue et Pralavorio (1977) insistent sur la nécessité d'un taux hygrométrique élevé pour mener à bien les élevages d'*O. concolor* alors que, Manikas et Tsiroyannis (1982) signalent l'importance de la disponibilité des olives non récoltées pour que le parasite puisse s'y fixer.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

1. La présentation de la zone d'étude

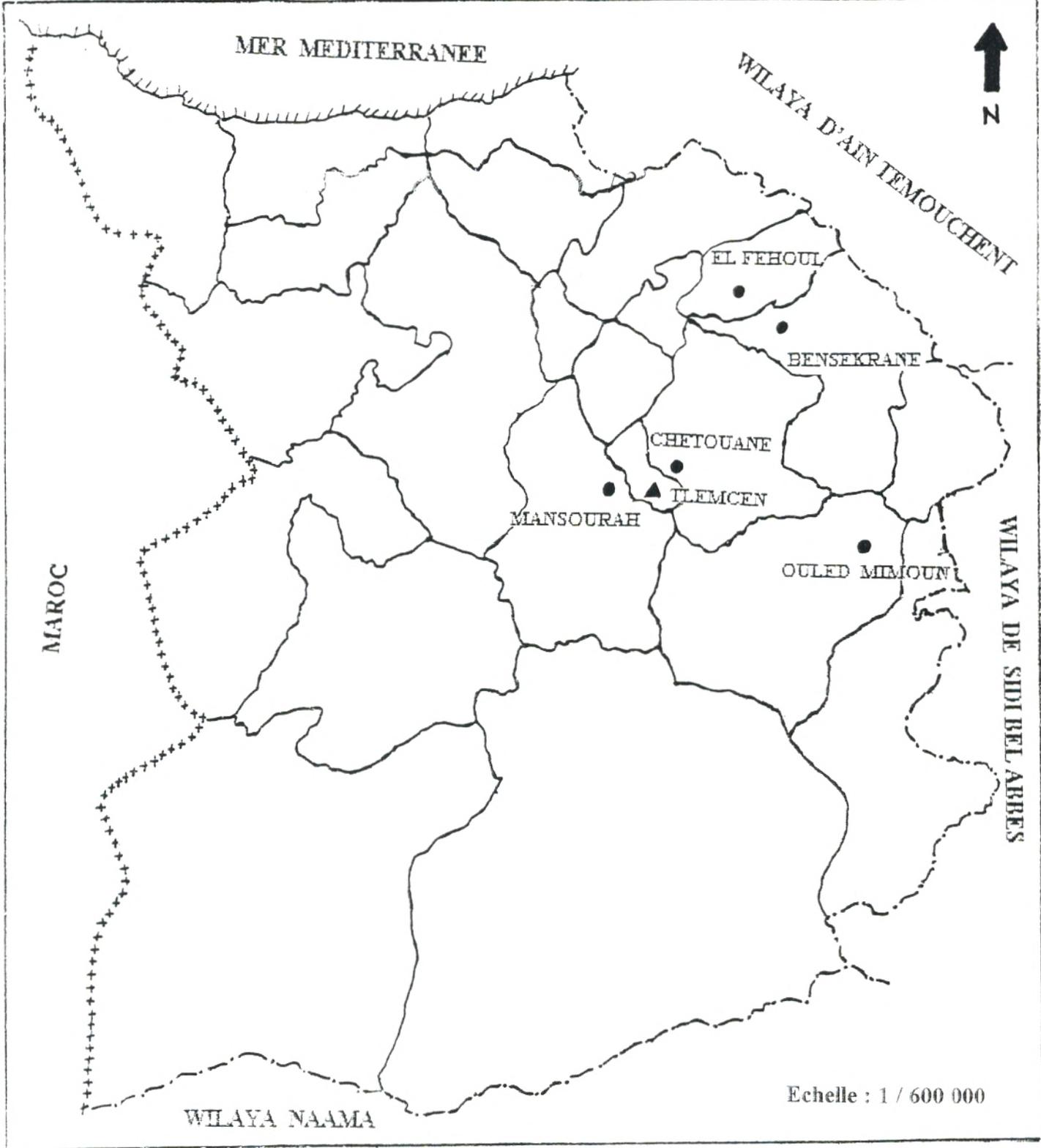
La région de Tlemcen est située dans l'ouest algérien, entre 34° et 35°21' de latitude et 0°12' et 2°30' de longitude ouest. Elle est limitée au nord par la Mer Méditerranée, au sud par la wilaya de Naâma, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbés et à l'ouest par le Maroc

(Figure 7).

Pour la réalisation de notre étude, nous nous sommes limités à cinq stations représentatives dont les principales caractéristiques sont regroupées dans le tableau ci-dessus.

Tableau 2 : Caractéristiques géographiques des stations

Stations	Latitudes <i>Nord</i>	Longitudes <i>Ouest</i>	Altitudes (m)	Superficie oléicole (hectares)
Fehoul	35°10'	1°15'	172	47
Bensekrane	35°12'	1°25'	250	152
Chetouane	34°57'	1°17'	501	111
Ouled Mimoun	34°59'	1°02'	701	167
Mansourah	34°50'	1°20'	825	77



LEGENDE

-  Limites d'eau
-  Limites de la Wilaya
-  Limites du pays
-  Station d'étude

Figure 7 : Carte de situation géographique

2. Le climat

Le climat de Tlemcen, de type méditerranéen, est caractérisé par une saison estivale longue et sèche et une saison hivernale froide et humide, c'est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale.

Le climat joue un rôle important dans la répartition de la vie des êtres vivants. Pour mieux apprécier le climat qui règne dans notre région, nous prenons en considération les principaux paramètres climatiques : les précipitations et les températures.

L'étude climatique a été réalisée sur deux stations de référence : Saf Saf pour la période de 1990 à 2000 et Zenata pour la période 1982 à 2002 (Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques des stations météorologiques de référence

Stations	Longitudes	Latitudes	Altitudes(m)
Saf Saf	35°30'	1°38'	248.5
Zenata	34°52'	1°17'	592

2.1. Les précipitations

C'est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat (Djebaili, 1978). L'origine des pluies en Algérie est double ; d'une part, les pluies dues aux vents du secteur ouest et nord qui bordent le Maghreb par le littoral durant la saison froide (Seltzer, 1946) ; d'autre part, les précipitations orageuses dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes, surtout à la fin du printemps (Dubief, 1959).

Les figures 9 et 11 mettent en évidence les variations mensuelles qui expriment nettement l'irrégularité inter mensuelle. Le mois le plus humide correspond à février pour la station de Zenata avec une quantité de précipitations de 44.08 mm. Pour la station de Saf Saf, il correspond au mois de mars pour une quantité d'eau reçue de plus de 79 mm. Les mois de juin, juillet et août où la quantité des précipitations est presque nulle sont déclarés secs (Tableau 4 et Tableau 5).

2.2. Les températures

La température est considérée comme un facteur écologique fondamental. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu pour son action sur les êtres vivants (Dreux, 1980). Pour connaître les variations de température, Emberger (1952) utilise celles ayant une signification biologique.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

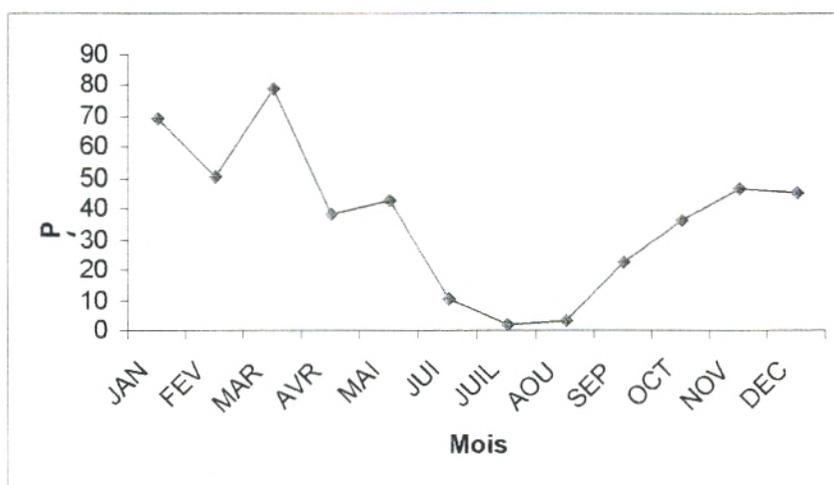
m : Moyennes des minima du mois le plus froid.

T : Température moyenne.

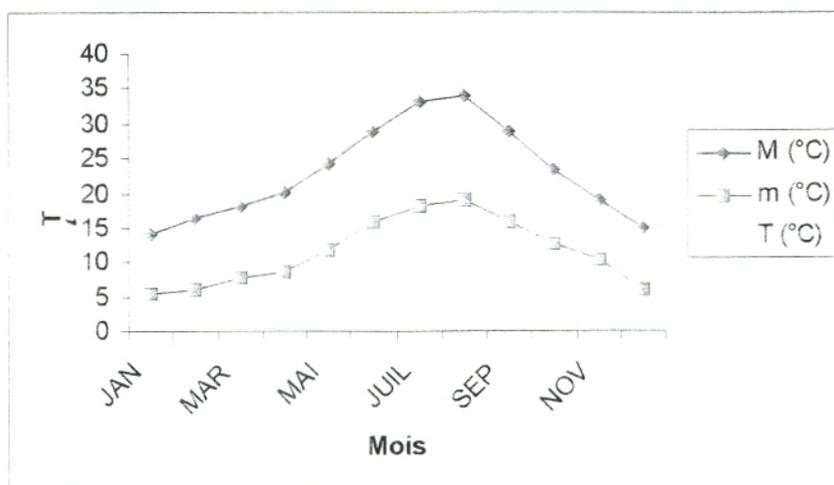
Les températures moyennes mensuelles déterminent une saison chaude et une saison modérément froide ou douce selon des valeurs comprises entre 10.7 °C et 26.5 °C pour la station de Saf Saf et entre 11.12 °C et 26.37 °C pour la station de Zenata. Le mois d'août étant le mois le plus chaud (figures 10 et 12)-

Tableau 4 : Données climatiques de la station de Saf Saf (Période 1990-2000)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
M(°C°)	14	16.38	18.27	20.02	24.2	28.8	33.17	33.9	28.8	23.43	18.95	15
m(°C)	5.44	6.13	7.64	8.75	11.8	15.8	18.16	19.1	15.7	12.62	10.27	6
T(°C)	10.7	11.25	12.95	14.38	18	21.4	25.63	26.5	22.8	18.02	14.61	11.46
P(mm)	69.4	50.4	79.2	38.3	43	10.6	2	3.4	22.8	36.3	46.3	45.5



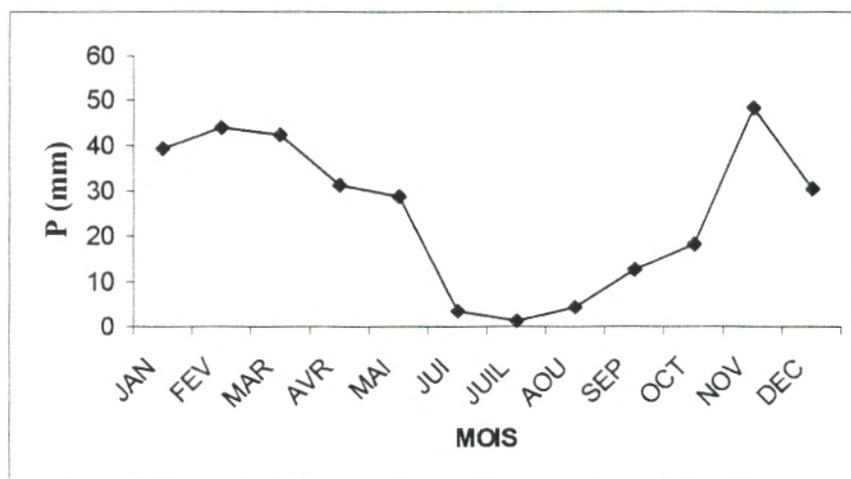
**Figure 9 : Variation des précipitations moyennes mensuelles
Station de Saf Saf**



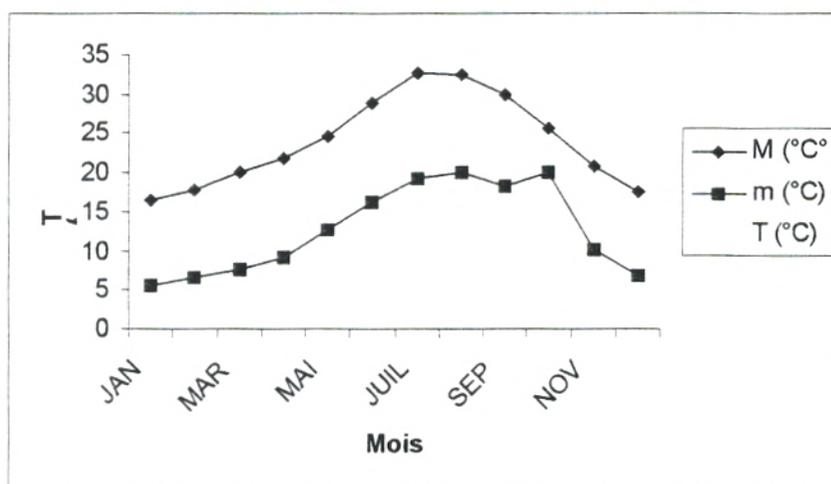
**Figure 10 : Variation mensuelle des températures moyennes
Station de Saf Saf**

Tableau 5 : Données climatiques de la station de Zenata (Période 1982-2002)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
M(°C°)	16.61	17.85	20.12	21.9	24.7	28.81	32.77	32.58	29.96	25.64	20.89	17.5
m(°C)	5.63	6.62	7.5	9.2	12.6	16.26	19.3	20.16	18.16	19.97	10.07	6.67
T(°C)	11.12	12.23	13.81	15.55	18.7	22.53	26.03	26.37	24.06	22.8	15.48	12.3
P(mm)	39.39	44.08	42.5	31.25	28.9	3.49	1.32	4.37	12.79	18.36	48.48	30.3



**Figure 11 : Variation des précipitations moyennes mensuelles
Station de Zenata**



**Figure 12 : Variation mensuelle des températures
Station de Zenata**

Selon les Tableaux 4 et 5 , la température maximale de Saf Saf varie de 14 °C en janvier (mois le plus froid) à 33,9 °C en août (mois le plus chaud) pour la station de Saf Saf. Concernant la station de Zenata, les maxima varient de 16,61 °C à 32,7 °C.

2.3. Synthèse bioclimatique

L'étude synthétique du climat permet d'avoir un aperçu général sur le type de climat de la zone. C'est ainsi que plusieurs auteurs ont proposé des synthèses numériques et graphiques dans l'intérêt de mettre en évidence l'importance du facteur climat et son action sur la répartition des êtres vivants. Cette synthèse bioclimatique ne porte que sur deux paramètres climatiques : les précipitation et les températures dans un but de déterminer :

- Grâce au quotient pluviothermique d'Emberger (1952), la situation bioclimatique de chaque station ;
- Grâce au diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953), la durée de la période, ou saison sèche.

2.3.1. Quotient pluviothermique

Il a été utilisé pour la première fois en Afrique du Nord et en France, il est spécifique du climat méditerranéen. En 1952, Emberger propose une formule valable pour la région méditerranéenne où l'évaporation a un rôle particulier. Il admet que cette évaporation croît avec l'amplitude thermique qu'il exprime par la différence des maxima du mois le plus chaud et la moyenne des minima du mois le plus froid.

Le quotient a été défini de la façon suivante :

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

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en (mm).

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid.

M-m : Amplitude thermique.

$\frac{M+m}{2}$: Température moyenne.

Tableau 6 : Caractéristiques des stations météorologiques de référence

Stations	Période	P	M	m	Q2
Saf Saf	1990-2000	447.2	33.9	5.44	53.65
Zenata	1982-2002	305.46	32.77	5.63	38.49

Le calcul du Q2 à partir de ces données place les deux stations en ambiance bioclimatique semi-aride à hiver relativement tempéré vu que « m » est à 5 °C (Figure 13).

2.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Ce diagramme permet de découvrir au cours de l'année, la distribution saisonnière des précipitations et la période de sécheresse des mois considérés comme « secs ». Ils proposent de considérer qu'il y a sécheresse quand le total des précipitations exprimé en (mm) est inférieur au double de la température exprimée en degré celcius (°c). C'est par une représentation graphique que Bagnouls et Gaussen (1953) déterminent la période sèche en portant les mois de l'année en abscisse, en ordonnées les températures moyennes mensuelles (T) à droite, et les précipitations mensuelles à gauche. Ils prennent comme échelle $P = 2T$. On a une période sèche chaque fois que la courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations.

Les diagrammes ombrothermiques établis à partir des données des deux stations météorologiques révèlent une saison sèche qui s'étend sur six mois, de mai à octobre, qui coïncide avec la période estivale, durant laquelle la sécheresse s'accroît et atteint son maximum (figure 14 et 15).

2.4. Autres facteurs climatiques

2.4.1. La gelée

C'est la congélation de la rosée qui s'avère particulièrement dangereuse pour les jeunes pousses, mais sans incidence particulière sur les insectes. Elle est marquée entre fin décembre et fin mars.

2.4.2. Le brouillard

C'est un amas de gouttes en fines suspensions dans l'air. Il est fréquent surtout entre décembre et avril.

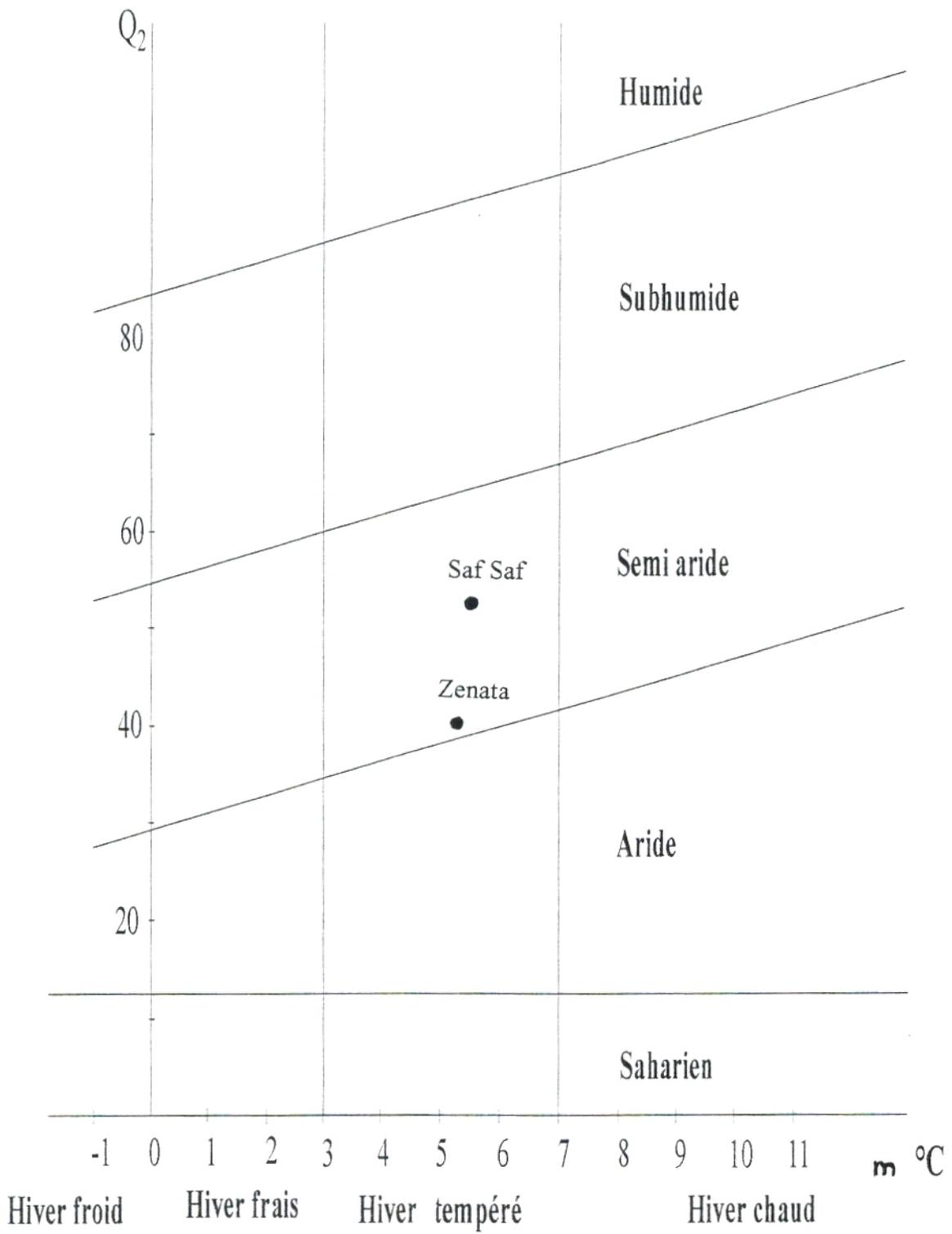


Figure 13: Climagramme pluviothermique d'Emberger

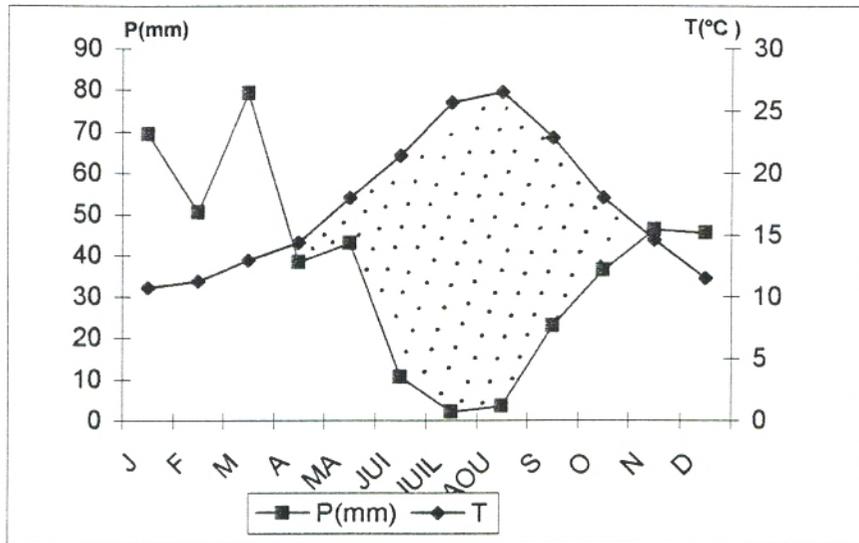


Figure 14:diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station de Saf Saf (Période 1990 – 2000)

 Période sèche

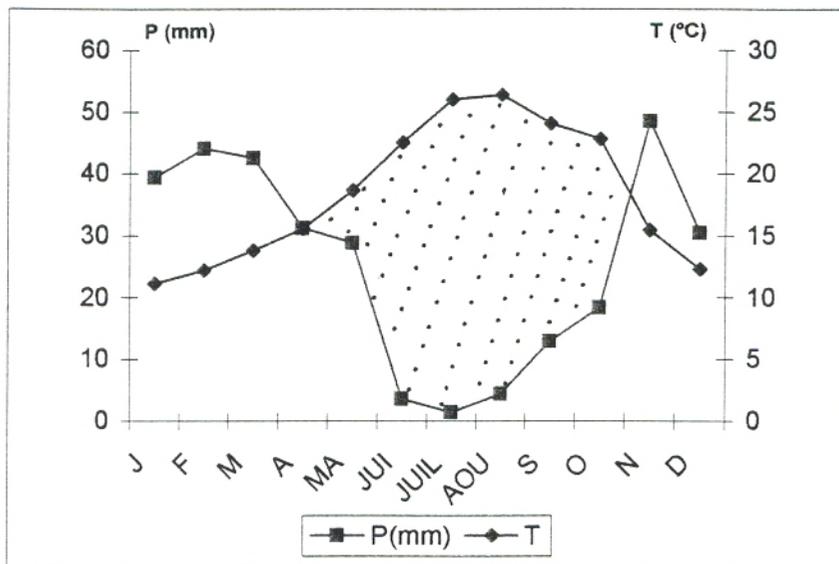


Figure15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station de Zenata (Période 1982 – 2002)

 Période sèche

2.4.3. L'humidité atmosphérique

C'est la quantité d'eau présente dans l'atmosphère. Elle diminue avec l'altitude. Son rôle n'est pas à négliger car elle compense la température estivale et influe positivement sur les végétaux et certains animaux, particulièrement les insectes.

2.4.4. Facteurs mécaniques

Le vent est un facteur écologique de premier ordre, il présente une action directe sur le végétal (dissémination, destruction, dessèchement...) ainsi que sur le déplacement des populations d'insectes.

D'après Benabadji (1991), et selon la station météorologique de Tlemcen, les vents dominants sont les vents de l'ouest et les vents du nord. C'est par son action mécanique que l'on reconnaît son action ; les feuilles sont déchirées, la forme courbée des arbres, les particules solides qu'il transporte.

D'après Seltzer (1946), le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat par sa force. Il agit sur le degré de la température et sur la vitesse d'évaporation, il a un pouvoir desséchant (Dajoz, 1970).

3. Pédologie

Dans les Monts de Tlemcen, les sols fersialitiques développés sur substrat gréseux et dolomiques prédominent ; ils sont interrompus par endroits par des sols calcaires ou marneux (Gaouar A., 1980). Cette description est en accord avec celle de Dahmani (1984), qui définit trois classes :

- les sols fersialitiques ;
- les sols calcimagnésiques ;
- les sols peu évolués.

Les sols fersialitiques se localisent dans les endroits les plus arrosés, les sols calcimagnésiques se limitent essentiellement aux roches carbonatées qui les approvisionnent en ions calcium et magnésium.

Les sols peu évolués sont caractéristiques des pentes dont le bas est constitué de dépôts récents d'origine alluviale ou colluviale.

Cette diversité édaphique ainsi que les variations lithologiques et climatiques sont à l'origine des types de végétation variés. L'olivier occupe généralement les sols fersialitiques dans la région de Tlemcen.

4. Acquisition des données

Les échantillons ont été prélevés durant une période qui s'étale sur deux mois, comportant trois dates d'observation, dans les cinq stations, pour les fruits destinés au dénombrement des piqûres et des trous de sortie servant à l'estimation des taux d'infestation, et ceux destinés aux élevages permettant de bien connaître la dynamique des populations du ravageur et son parasitisme dans les différentes stations.

Par ailleurs, un travail plus complet a été effectué dans la station de Mansourah, choisie pour sa proximité par rapport à l'université, ce qui nous a permis de suivre l'évolution des adultes par les captures à l'aide des pièges Mc Phail, appâtés au diphosphate d'ammonium, ainsi que celles des parasites. La dissection des olives nous a permis de connaître le nombre d'œufs et de larves, complétée par les résultats des élevages effectués au laboratoire, qui ont donné les pupes et les adultes permettant ainsi de suivre le cycle de développement complet de *B. oleae* dans cette région, des œufs jusqu'à l'adulte.

Les principaux caractères étudiés sont :

- les taux d'infestation de l'olive par le phytophage *Bactrocera oleae* ;
- le cycle de développement de la mouche ;
- l'étude du parasitisme de ce ravageur.

4.1. Echantillonnage des oliviers

Pour choisir un verger dans chaque station, nous avons retenu comme critères essentiels :

- un nombre important (au moins 20) d'oliviers par verger ;
- la présence de la variété Sigoise, choisie pour notre étude en raison de sa prédominance dans notre région ;
- un nombre élevé de fruits par arbre.

Les mêmes vergers ont été suivis durant la période d'étude, ce sont généralement des cultures irriguées et situées à proximité des cultures maraîchères. Les oliviers sont généralement âgés d'au moins 50 ans.

Les prélèvements ont été effectués suivant les règles de :

- l'échantillonnage aléatoire pour les cinq stations ; deux arbres non contigus sont choisis à chaque date d'observation mais éliminés des tirages suivants ; chaque arbre n'a pas été échantillonné deux fois.

Répartition des prélèvements

Chaque échantillon pris par arbre est formé de 20 olives qui sont en réalité structuré en 4 sous-échantillons égaux, correspondant aux 4 orientations nord, est, sud, ouest de l'arbre.

1. Répartition des prélèvements dans les cinq stations

Dans chacune des cinq stations les prélèvements sont répartis comme suit :

Date de prélèvement	03/11/02	12/11/02	12/12/03
Nombre d'arbres échantillonnés	15	15	15
Nombre d'olives échantillonnées	300	300	300

2. Répartition des prélèvements dans la station de Mansourah

Mois d'observation	octobre				novembre	
Date de prélèvement	02	09	17	29	04	13
Nombre d'arbres échantillonnés	17	26	32	33	28	30
Nombre d'olives échantillonnées	340	520	640	660	560	600

- Dans notre verger rangé en lignes et colonnes, nous avons procédé à l'échantillonnage systématique à deux dimensions où les unités (arbres) sont réparties régulièrement sur une grille rectangulaire (échantillon alignés), pour lesquelles non seulement l'abscisse et l'ordonnée du premier point (olivier) sont tirés au hasard, mais aussi le décalage horizontal et vertical des deux points voisins.

L'échantillonnage systématique est plus précis que l'échantillonnage aléatoire, il est plus avantageux dans le cas d'une tendance linéaire et plus apte à détecter les structures spatio-temporelles des attaques du ravageur ; ainsi les données recueillies sont facilement accessibles à l'analyse par une très grande gamme de techniques statistiques permettant d'en extraire le plus d'informations possibles.

Dans le verger qui contient 169 arbres, nous avons choisi une grille de 9 arbres (3 arbres sur l'abscisse et trois sur l'ordonnée). A chaque date, on tire au hasard de cette grille pour déterminer la composition du lot à échantillonner. A partir du premier arbre tiré au hasard, les prélèvements seront effectués de façon à ce qu'il y ait un décalage de un seul dans les deux sens (abscisse et ordonnée).

Chaque fois qu'on tire au hasard un numéro entre 1 et 9 correspondant à la grille, on le jette afin d'éviter les arbres déjà échantillonnés dans les prélèvements précédents.

Les échantillons prélevés à un rythme variable, nous n'avons pas pu terminer toute la grille à cause des conditions climatiques et des récoltes qui ont été effectuées dès le mois de janvier.

4.2. Prélèvement des fruits

Les prélèvements ont été effectués de façon à pouvoir étudier l'incidence de certains facteurs sur le taux d'infestation par *B. oleae* :

- La station avec sa situation géographique et bioclimatique ;
- La date d'observation.

Les échantillons sont prélevés à un rythme d'un prélèvement par quinzaine. Les fruits sont prélevés à une hauteur de 1,5 à 2,5 m.

4.3. Piégeage des adultes

Dans toute étude de l'infestation, il est important de connaître la dynamique des adultes, pour cela, les captures d'adultes sont indispensables. Dans la station de Mansourah, les captures d'adultes ont été réalisées en utilisant des pièges Mc Phail appâtés d'une solution

de diphosphate d'ammonium à 3 % ; ce choix associe efficacité, disponibilité et faible prix de revient.

10 pièges ont été placés en novembre-octobre, les appâts sont renouvelés chaque semaine lors du dénombrement des adultes.

4.4. Estimation du taux d'infestation

Les olives sont rapportées au laboratoire, puis examinées pour dénombrer les piqûres et les trous de sortie des larves. Le taux d'infestation peut être estimé par :

- Le nombre moyen des piqûres ;
- Le nombre de trous de sortie.

Rq Les nombres d'œufs et de larves n'ont été comptabilisés que pour les olives prélevées à Mansourah et destinées à la dissection ; celles destinées aux élevages n'ont pu être disséquées.

4.5. Etude du parasitisme

4.5.1. Matériels utilisés

- Des cuvettes en plastique ;
- du sable ;
- du grillage ;
- du tulle ;
- des éponges ;
- la loupe binoculaire ;
- des pièges Mc Phail appâtés au diphosphate d'ammonium.

4.5.2. L'élevage

Pour estimer le taux du parasitisme de *B. oleae*, et savoir s'il existe un contrôle biologique, la méthode la plus simple consiste à prélever des olives et à les mettre en élevage pour dénombrer les mouches et les parasites qui en émergeront. Les élevages ont été réalisés à température ambiante, au niveau du laboratoire de Pathologie des Ecosystèmes. Les olives sont déposées sur un grillage à mailles assez grosses pour laisser passer les larves et les pupes et placées sur une cuvette contenant du sable. L'ensemble est recouvert d'un tulle pour éviter

toute perturbation extérieure et empêcher les futurs imagos de s'envoler. Une éponge mouillée maintient une certaine hygrométrie, nécessaire au développement de la mouche.

Tous les trois jours, les pupes sont dénombrées par tamisage du sable. Après une quinzaine de jours, l'émergence des adultes est contrôlée quotidiennement. L'expérience est arrêtée après quinze jours de la dernière émergence.

On dénombre les mouches et les parasites émergés pour évaluer le taux de parasitisme et la nature du parasite. Les élevages permettent également de connaître la durée du développement nymphal donc la pupaison à différentes dates et dans différentes stations. A partir du nombre d'adultes émergés, on estime les taux de survie et par conséquent de mortalité des pupes ainsi que les sex-ratio des mouches.

Pour dénombrer les œufs et les larves, nous avons procédé à la dissection des olives prélevées dans le verger de Mansourah selon l'échantillonnage systématique ; une partie de ces fruits a été placée en élevage.

4.6. Analyse statistique des données

Les résultats obtenus ont été testés par des analyses de variance qui semblent être les plus adéquates pour ce type d'étude. Nous avons utilisé l'analyse de variance à un ou deux critères de classification selon les besoins, en complétant par des comparaisons multiples de moyennes.

4.6.1 Analyse de variance à un critère de classification

L'analyse de variance à un facteur sert à comparer globalement les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres. Nous avons utilisé cette méthode pour tester l'influence de la date et de la station sur le nombre de piqûres.

Le rapport du carré moyen calculé entre les échantillons au carré moyen résiduel CMA/CME est une mesure observée du degré de fausseté de l'hypothèse nulle, la variable F de Fischer-Snédecor.

L'hypothèse est nulle si $F_{\text{observé}} > F_{\text{théorique}}$ lu dans la table de F pour $(p-1)$ et $(N-p)$ degrés de liberté et un risque d'erreur alpha (5 ou 1 %). Elle est acceptée dans le cas contraire avec un risque d'erreur inconnu.

Tableau 7: Analyse de variance à un facteur (Dagnélie, 1971)

Source de variation	Degrés de Liberté	Somme des carrés des écarts	Carré moyen	Test F
Entre échantillons (facteur contrôlé)	p-1	SCA	CMA	
Entre observation (erreur résiduelle)	N-p	SCE	CME	F obs
Totaux	N-1	SCT		

4.6.2. Analyse de variance à deux critères contrôlés

Les deux facteurs peuvent être croisés (modèle à deux facteurs de même niveau, ayant une interaction) ou subordonnés l'un à l'autre (modèle hiérarchisé). Dans les deux cas, les modalités de ces facteurs sont fixés ; nos calculs concerneront donc les modèles fixes classiques (modèle croisé) ou mixtes (modèle hiérarchique) car le facteur subordonné est de nature aléatoire. Nos conclusions ne concerneront que des modalités des facteurs considérés.

- Les facteurs peuvent être croisés si toutes les modalités de l'un peuvent être appliquées à l'autre comme pour l'étude des variations du taux d'infestation entre les stations.
- Deux facteurs ne peuvent être croisés si l'un des deux est subordonné à l'autre

Modèle croisé

Nous avons utilisé ce modèle pour connaître l'influence de la date et de la station sur le taux d'infestation.

Principe :

L'analyse décompose la somme des carrés totale en quatre termes :

- la somme des carrés 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), à condition d'avoir des répétitions pour chaque combinaison des facteurs.

Tableau 8 : Analyse de variance à deux facteurs (Dagnélie, 1971)

Source de variation	Degrés de Liberté	Somme des carrés des écarts	Carré moyen	F
Facteur A	p-1	SCA	CMA	FA
Facteur B	q-p	SCB	CMB	FB
Interaction	(p-1)(q-1)	SCI	CMI	
Résiduelle	pq (n-1)	SCE	CME	FAB
Totaux		SCT		

4.6.3. Corrélation et régression

4.6.3. a. Coefficient de corrélation linéaire

Pour savoir s'il existe une dépendance entre les nombres de piqûres le pourcentage des olives infestées et les piqûres et les pupes, nous avons calculé les coefficient de corrélation linéaire deux à deux :

Principe : pour établir une relation d'indépendance entre deux variables X et Y, il suffit de calculer le coefficient de corrélation :

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y} = \frac{Cov(x,y)}{\sigma_x\sigma_y}$$

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 au zéro en calculant la quantité $t = \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$, qui est distribuée, sous l'hypothèse H_0 selon la loi de student à $(n - 2)$ ddl.

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

4.6.3.b. 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 :

$$b = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2}$$

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

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Les attaques de la mouche de l'olive *B. oleae* ont été étudiées dans cinq stations différentes durant trois dates.

Le taux d'infestation a été estimé en fonction des différentes variables ; le nombre de piqûres, le nombre de trous de sortie, le nombre de pupes, et le pourcentage d'olives infestées.

Nous nous sommes intéressés également à la dynamique des populations de cette espèce durant la période d'étude. Enfin, nous avons suivi l'évolution du parasitisme de ce ravageur pour savoir s'il existe un contrôle biologique dans notre région.

Une étude plus complète a été effectuée dans la seule station de Mansourah, pour connaître la dynamique des adultes et de leur parasite ainsi que pour dénombrer les premiers stades de la mouche, en disséquant une partie des olives prélevées.

1. Etude des attaques de *Bactrocera oleae* dans les cinq stations

1.1. Etude de l'infestation dans les cinq stations

1.1.1. Variation du nombre de piqûres

1.1.1.1. Variation du nombre de piqûres en fonction des dates

Les valeurs du nombre moyen des piqûres par olive montrent qu'il existe une variation d'une date à l'autre. Pour les stations de Chetouane et d'El Fehoul, cette variation ne suit aucun gradient particulier. Par contre, dans les stations de Bensekrane, O. Mimoun et Mansourah, on constate une diminution du taux de piqûres du premier vers le dernier prélèvement. Le nombre moyen de piqûres le plus élevé est enregistré dans la station

D'El Fehoul, à la date du 12/11/02. Les moyennes de piqûres enregistrées pour la date du 03/11/02 sont généralement les moins élevées (figure 16).

Les résultats de l'analyse de variance à un facteur testant l'effet de la date d'observation sur le taux de piqûres pour les cinq stations montre qu'il existe des variations significatives du nombre moyen de piqûres en fonction des dates avec une probabilité $P = 0,000$ et $F = 32.93$.

Ces résultats nous permettent d'affirmer que ces taux d'infestation estimés à partir du taux de piqûres varient d'une date d'observation à l'autre et ceci pour toutes les stations considérées.

Ces résultats seraient imputables principalement aux différentes phases de développement de la mouche ainsi qu'aux variations climatiques entre les différentes dates.

1.1.1.2. Variation des piqûres en fonction des stations

Les nombres moyens de piqûres calculés pour chaque station, pour l'ensemble des prélèvements sont représentés dans la figure 17.

Les nombres moyens de piqûres pour la station de Chetouane, El Fehoul et O. Mimoun sont très voisins et varient de 0.46 à 0.48 piqûres par olive (Tableau 9).

La station de Bensekrane présente le nombre moyen de piqûres le plus faible, tandis que la station d'El Fehoul, on enregistre celui le plus élevé.

Le traitement statistique des nombres moyens de piqûres en fonction des stations, en utilisant une analyse de variance à un facteur, montre des variations hautement significatives du nombre de piqûres d'une station à l'autre avec $F_{obs} = 35.28$ et $P = 0,000$.

Ces différences sont essentiellement liées aux caractéristiques géographiques et bioclimatiques spécifiques à chaque station, sans oublier l'effet de l'arbre et sa phénologie.

L'analyse de variance à deux critères de classification des variations du nombre de piqûres en fonction des dates dans différentes stations nous a donné des variations spatio-temporelles nettement significatives du nombre de piqûres, d'une station à l'autre et d'une date à l'autre avec $P = 0.000$ et $F = 72.42$. Ce qui peut être expliqué par des variations spatio-temporelles d'un certain nombre de facteurs biotiques et abiotiques tels que le climat, l'altitude, le stade de développement de la mouche.

1.1.2. Variation du nombre de trous de sortie

Ce paramètre correspond aux larves et pupes qui sont sorties des fruits infestés. Il varie d'une façon très irrégulière d'une date à l'autre et d'une station à l'autre, les figures 18 et 19 montrent bien ces variations.

Les analyses statistiques de variance de cette variable en fonction des dates et des stations le confirment avec une probabilité très significative $P < 0.001$ et $F = 32.24$.

La station d'El Fehoul est la station la plus infestée, en prenant en considération le nombre moyen de piqûres le plus élevé qui dépasse 1.18 trous par olive. A partir du tableau 9, on constate que les infestations exprimées en fonction des piqûres et des trous de sortie diminuent en fonction de l'altitude.

1.1.3. Estimation du taux d'infestation en fonction des stations

En prenant en considération le nombre de trous de sortie, le facteur le plus indicatif du degré d'infestation, la station d'El Fehoul est la plus infestée.

Tableau 9 : Variation du nombre moyen des piqûres et des trous de sortie par olive en fonction des stations

Station	Bensekrane	Chetouane	Mansourah	Fl Fehoul	O. Mimoun
Piqûres	0.27	0.46	0.35	0.48	0.46
T sortie	0.25	0.46	0.38	0.61	0.38
Altitude (m)	250	501	825	172	701

1.1.4. Variation du pourcentage d'olives infestées

1.1.4.1. Variation du pourcentage d'olives infestées en fonction des dates

La figure 20 représente les pourcentages d'olives infestées en fonction des dates, dans les différentes stations. Les pourcentages d'olives infestées sont estimés en prenant en considération le nombre d'olives piquées sans tenir compte du nombre de piqûres. Ils varient différemment d'une station à l'autre et d'une date à l'autre. Pour la date du 03/11/02, nous avons enregistré les pourcentages d'olives infestées les plus élevés à 62 % dans les stations de Chetouane et Mansourah ; pourcentage enregistré également dans la station de Chetouane pour le dernier prélèvement.

<u>Dates</u>	1 : 03/11/02	<u>Station</u>	BS : Bensekrane
	2 : 12/11/02		CH : Chetouane
	3 : 12/12/02		MA : Mansourah
			FE : El Fehoul
			OM: Ouled Mimoun

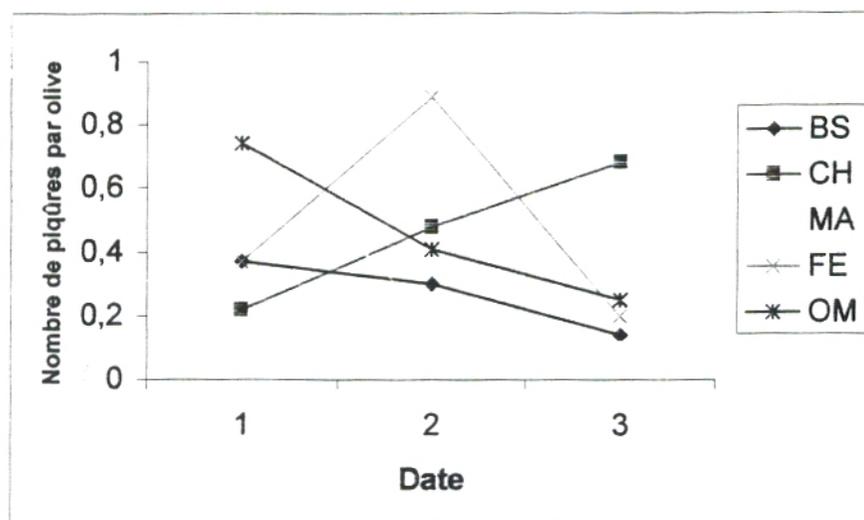


Figure 16 : Variation du nombre de piqûres en fonction des dates

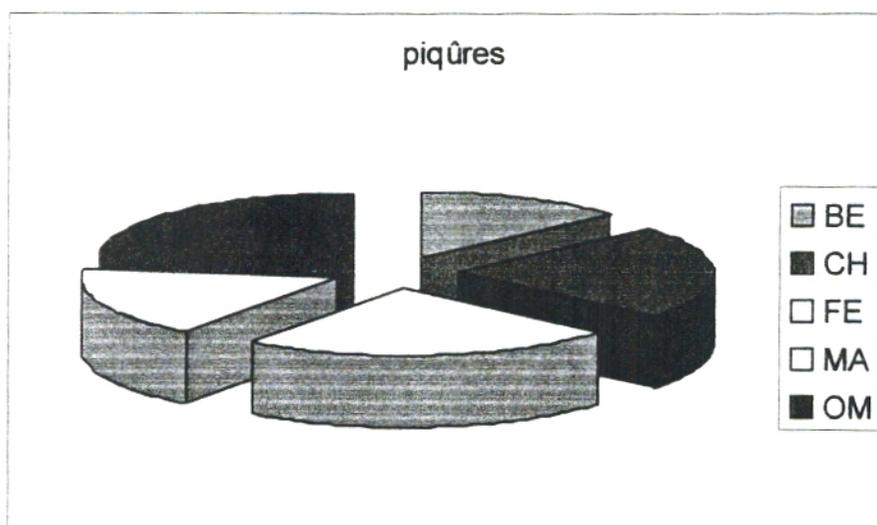


Figure 17 : Variation du nombre de piqûres dans les différentes stations

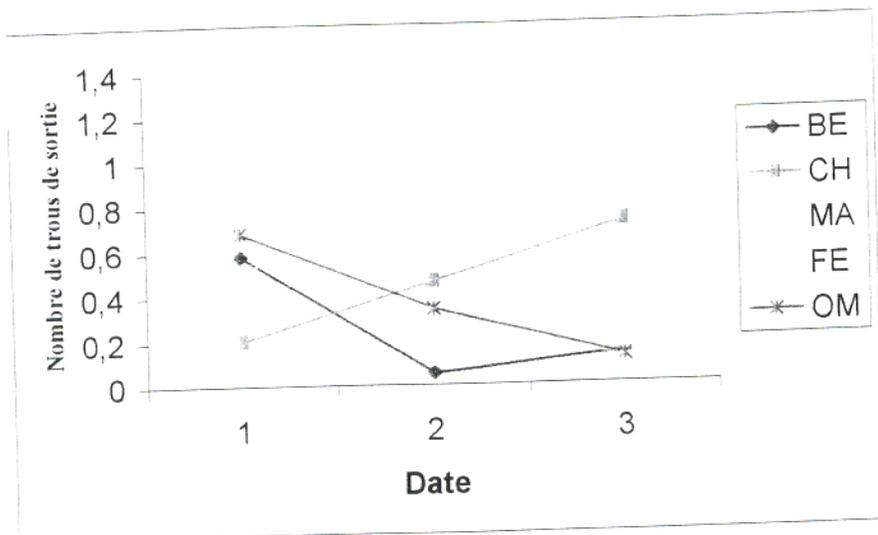


Figure 18 : Variation des trous de sortie en fonction des dates

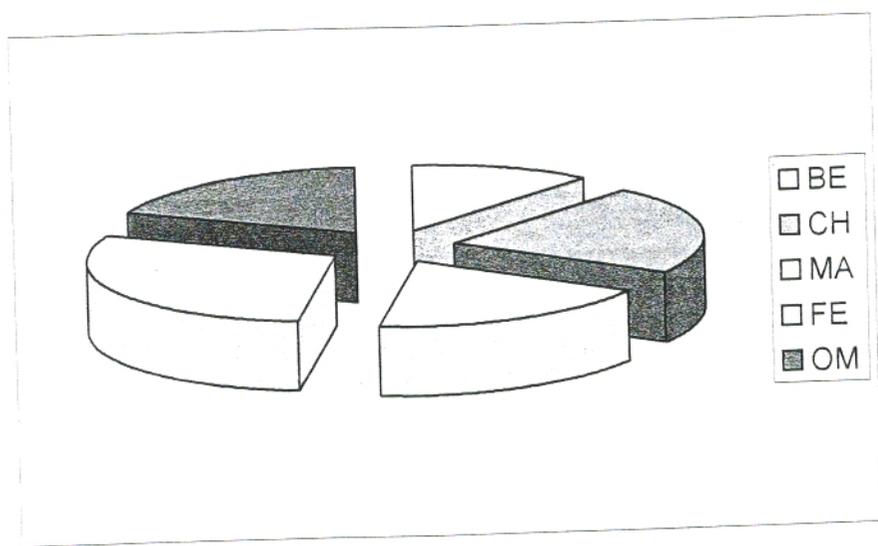


Figure 19 : Variation des trous de sortie en fonction des stations

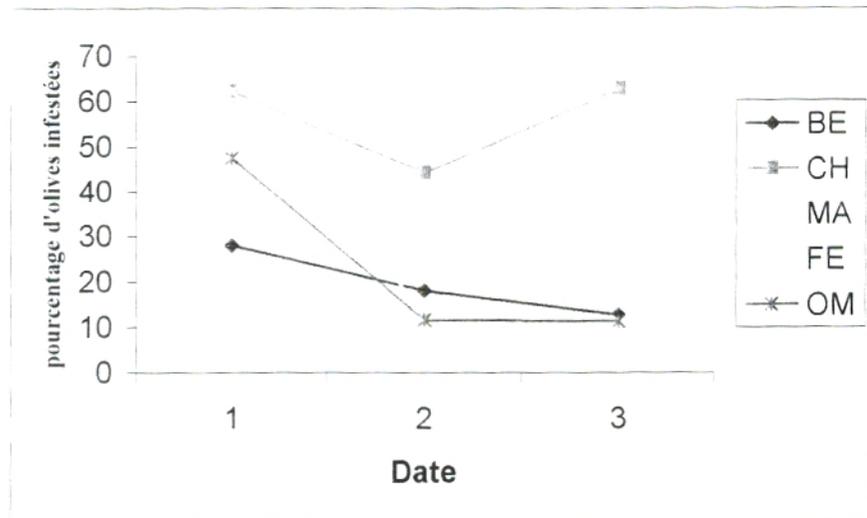


Figure 20 : Variation du pourcentage des olives infestées en fonction des dates

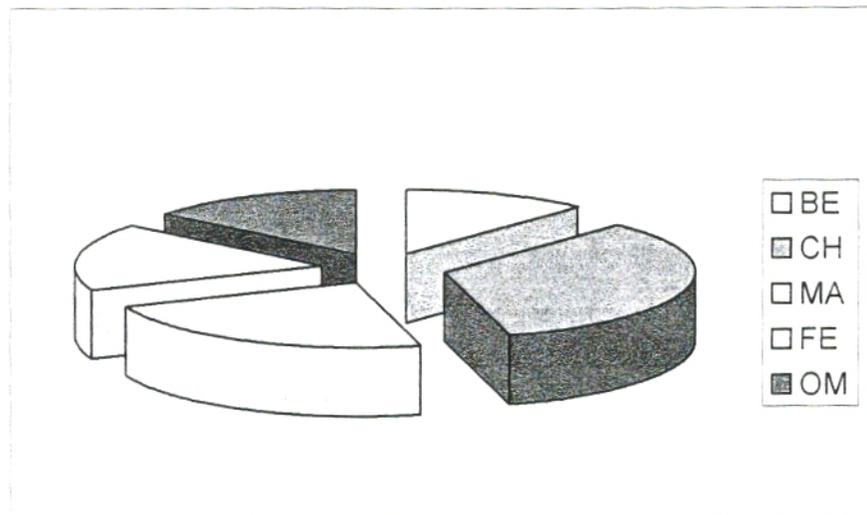


Figure 21 : variation du pourcentage des olives infestées en fonction des stations

la station d'El Fehoul a également enregistré 60 % d'olives infestées pour la date du 12/11/02.

Les autres pourcentages de fruits infestés sont compris dans un intervalle qui va de 8 à 47 %, soit moins de 50 %.

L'analyse de variance à un facteur contrôlé permet de dire que les variations du pourcentage d'olives infestées en fonction des trois dates ne sont pas significatives avec $P = 0.177 > 0.05$ et $F_{obs} = 2.21$.

1.1.4.2. Variation du pourcentage d'olives infestées en fonction des stations

Les pourcentages de fruits infestés par station et pour toutes les dates confondues varient d'un minimum de 19 % dans la station de Bensekrane à un maximum de 56.22 % dans la station de Chetouane, la plus infestée (figure 21).

Le traitement statistique des variations du pourcentage d'infestation en fonction des cinq stations indique des variations non significatives vu que $P = 0.23$ et $F_{obs} = 1.68$.

1.1.5. Relation entre piqûres et trous de sortie

L'interdépendance des caractères liés à l'infestation de l'olive par *B. oleae* a été analysée par la recherche des corrélations linéaires. Les données des différentes stations avec le nombre de piqûres et celui des trous de sortie ont été analysées.

Les coefficients de corrélation calculés varient de $r^2 = 16\%$ à $r^2 = 80\%$.

Mis à part des valeurs de r^2 enregistré à Mansourah, El Fehoul et Bensekrane à la dernière date, on constate que tous ceux qui restent sont des coefficients de corrélation inférieurs à 50 %, donc il n'y a pas une bonne corrélation entre ces deux variables. Ce qui serait dû aux piqûres stériles, à la mortalité des larves qui varie d'une date à l'autre pour diverses raisons telles que la compétition intraspécifique, les conditions climatiques et autres.

Tableau 10 : Coefficients de corrélation entre les nombres de piqûres et de trous de sortie

Station	Date	Coefficient de corrélation
Bensekrane	03/11/02	$r^2 = 38,7 \%$
	12/11/02	$r^2 = 16,7 \%$
	12/12/02	$r^2 = 66,5 \%$
Chetouane	03/11/02	$r^2 = 39,7 \%$
	12/11/02	$r^2 = 28,6 \%$
	12/12/02	$r^2 = 28,6 \%$
Mansourah	03/11/02	$r^2 = 59,3 \%$
	12/11/02	$r^2 = 62 \%$
	12/12/02	$r^2 = 24,4 \%$
El Fehoul	03/11/02	$r^2 = 48,1 \%$
	12/11/02	$r^2 = 48,1 \%$
	12/12/02	$r^2 = 80,8 \%$
O. Mimoun	03/11/02	$r^2 = 18,6 \%$
	12/11/02	$r^2 = 42,4 \%$
	12/12/02	$r^2 = 47,2 \%$

1.2. Cycle de développement de *Bactrocera oleae* pour les cinq stations

1.2.1. Durée de pupaison

Les élevages menés au laboratoire ont permis de connaître la durée de la nymphose qui varie selon la date de mise en élevage et selon les stations, bien que les élevages aient été effectués sous les mêmes conditions de laboratoire.

Le tableau 11 permet d'estimer le taux de réussite dans les élevages, exprimé en nombre de pupes formées qu'elles soient parasitées ou non.

La pupaison dure en moyenne 28 jours, elle varie dans un intervalle qui va de 17 jours pour la station d'EL Fehoul pour la deuxième date et 41 jours pour la station de Chetouane pour la première date.

L'analyse de variance à un critère de classification de la durée de pupaison a montré des variations qui ne sont pas significatives en fonction des différentes dates avec $P = 0.30 > 0.05$ et $F_{obs} = 1.32$.

Tableau 11 : durée de pupaison en fonction des dates et des stations

Station	Date de mise en élevage	Nombre de pupes	Durée moyenne de pupaison (jours)
Bensakrane	03/11/02	16	29
Chetouane		30	41
El Fehoul		42	26
Mansourah		32	32
O. Mimoun		5	23
Bensekrane	12/11/02	22	34
Chetouane		16	33
El Fehoul		108	17
Mansourah		2	19
O. Mimoun		20	18
Bensekrane	12/12/02	10	39
Chetouane		18	25
El Fehoul		22	40
Mansourah		30	29
O. Mimoun		28	25

1.2.2. Taux de mortalité

Les taux de mortalité calculés à partir du nombre de pupes et du nombre d'adultes émergés sont représentés dans le tableau ci-dessous. Ils varient nettement d'une date à une autre et d'une station à l'autre, de 0 % à 60 % (Tableau 12).

L'analyse de variance à deux facteurs des taux de mortalité en fonction des différentes stations et des dates a montré que les variations ne sont pas significatives avec $F = 1,68$ et

$P = 0,23$ pour la station et $F = 2,01$ et $P = 0,17$ pour la date, puisque les élevages ont été réalisés au laboratoire, ce qui rend les conditions bioclimatiques et autres facteurs écologiques sans effet.

Tableau 12 : Taux de mortalité en fonction des dates et des stations

Station	Date	Nombre de pupes	Nombre d'adultes	Taux de mortalité
Bensekrane	03/11/02	16	16	0 %
	12/11/02	22	16	27,27 %
	12/12/02	10	6	40 %
Chetouane	03/11/02	30	12	60 %
	12/11/02	16	12	12.5 %
	12/12/02	18	16	11.11 %
Mansourah	03/11/02	32	26	18.75 %
	12/11/02	2	2	0 %
	12/12/02	30	22	44,44 %
El Fehoul	03/11/02	42	38	9.5 %
	12/11/02	108	70	35,18 %
	12/12/02	22	16	27,27 %
O. Mimoun	03/11/02	5	4	10 %
	12/11/02	20	20	12,5 %
	12/12/02	28	28	0 %

1.2.3. Variation du nombre d'adultes

On constate que la station d'El Fehoul présente le nombre d'adultes le plus élevé durant toute la période d'étude ; c'est effectivement la station la plus infestée en prenant en considération les autres paramètres (Figure 22). La figure 24 réalisée à partir du nombre d'adultes émergés et leur sexe-ratio, montre que les populations de *B. oleae* dans les différentes stations, à différentes dates, présentent des nombres d'adultes variables. En ce qui concerne le sexe des mouches et d'après les histogrammes, on distingue généralement des populations équivalentes des deux sexes. En moyenne, 49.17 % sont des mâles et 50.83 % sont des femelles, donc chacun des deux sexes représente la moitié de la population.

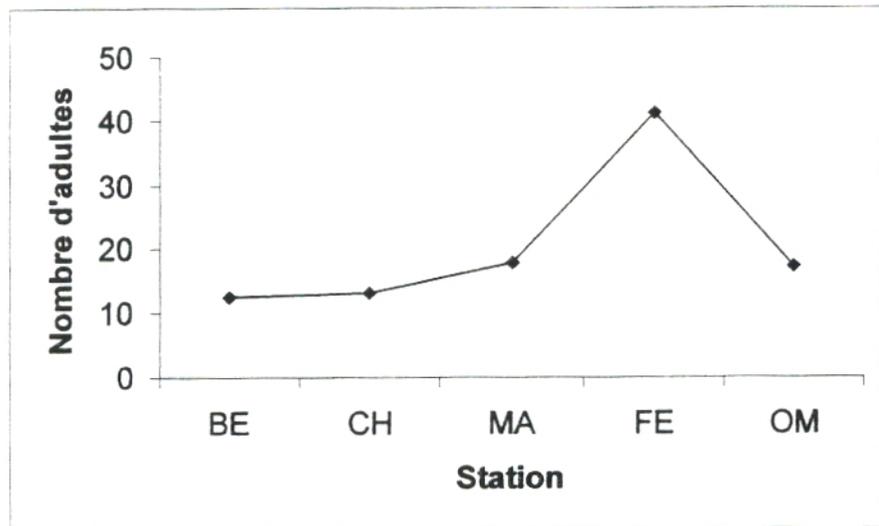


Figure 22 : Variation du nombre d'adultes en fonction des stations

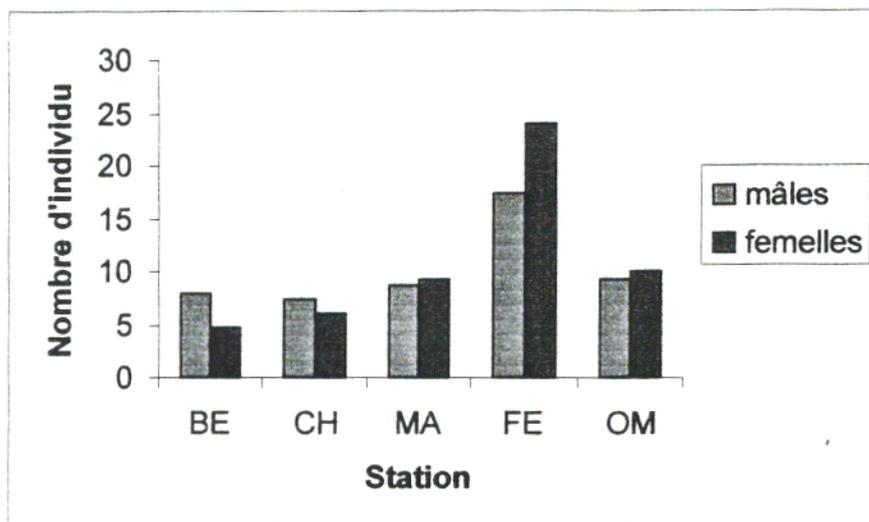


Figure 23 : Variation du sex-ratio des adultes dans les différentes stations

1.2.4. Parasitisme du ravageur *Bactrocera oleae*

Les élevages nous ont permis de connaître le nombre d'individus du Braconidae *Opius concolor*, principal parasite de *B. oleae*. Le taux de parasitisme a été estimé à partir des émergences obtenues au laboratoire (Tableau 13).

Les parasites ne sont observés qu'en deux occasions, en novembre pour la station de Bensekrane et la station d'El Fehoul, avec un taux de parasitisme de 27,27 % et 12.5 % respectivement.

Tableau 13 : Taux de parasitisme dans les différentes stations

Station	Date	Nombre d'adultes	Nombre de parasites	Taux de parasitisme (%)
Bensekrane	03/11/02	16	6	27,27
	12/11/02	16	/	0
	12/12/02	6	/	0
Chetouane	03/11/02	12	/	0
	12/11/02	12	/	0
	12/12/02	16	/	0
Mansourah	03/11/02	26	/	0
	12/11/02	2	/	0
	12/12/02	22	/	0
El Fehoul	03/11/02	38	/	0
	12/11/02	70	10	12,5
	12/12/02	16	/	0
O. Mimoun	03/11/02	4	/	0
	12/11/02	20	/	0
	12/12/02	28	/	0

2. Etude de l'infestation dans la station de Mansourah

Les attaques de la mouche de l'olive *B. oleae* ont été étudiées sur six prélèvements d'olives effectués entre octobre et novembre, en fonction de plusieurs paramètres écologiques.

Les facteurs considérés sont en relation avec les infestations de la mouche, ce sont la date d'observation et l'arbre échantillonné.

Les travaux effectués nous ont permis d'obtenir un certain nombre de résultats, les taux d'infestation ont été estimés à partir des olives prélevées, nous avons compté les piqûres puis nous avons disséqué les fruits pour dénombrer les œufs (les larves, les pupes et les trous de sortie étant absents).

Par ailleurs, les élevages menés au laboratoire nous ont permis d'obtenir les adultes et de connaître le temps de développement nymphal de la mouche, et son taux de parasitisme et cela pour différentes dates d'observation.

2.1. Etude de l'infestation des olives par *B. oleae*

2.1.1. Dynamique des adultes

La dynamique des adultes a été suivie par les captures aux pièges Mc phail appâtés au diphosphate d'ammonium.

La dynamique des adultes semble étroitement liée aux conditions climatiques, nous constatons que les captures sont faibles lorsque les températures sont extrêmes (aux environ de 30 °C et 10 °C) avec des hygrométries trop faibles ou trop élevés. Les captures sont maximales lorsque les températures varient de 20 à 25 °C.

La variation du nombre d'adulte, estimée par le taux de mouches capturées par date est présentée dans la figure 24. La cinétique des captures montre la présence de trois pics importants qui correspondent à trois générations successives.

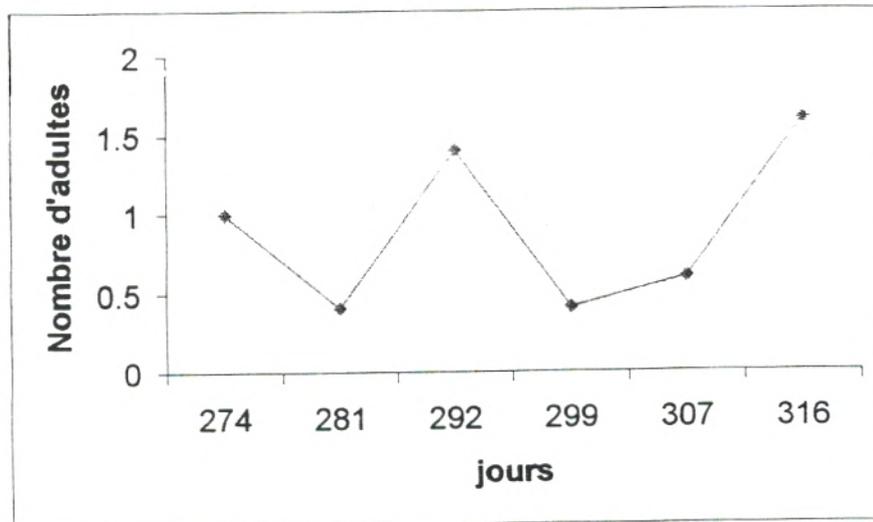


Figure 24 : Variation du nombre de mouches capturées en fonction des dates

Les analyses de variance réalisées sur le nombre d'adultes mettent en évidence des variations non significatives du nombre moyen d'adultes en fonction de la date puisque pour $P = 0.60$, $F_{obs} = 0.73$.

2.1.2. Variation du taux d'infestation

L'infestation des olives par *B. oleae* présente une certaine variation au cours des différentes dates de prélèvement, l'utilisation de l'analyse de variance à un facteur de classification ANOVA 1, nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

2.1.2.1. Variation du nombre de piqûres

Les valeurs moyennes calculées par date sont représentées dans la figure 25, il existe une variation du nombre de piqûres d'une date à l'autre mais sans qu'il y ait une augmentation comme l'on s'y attendait ; en effet, nous pensons que les piqûres s'accumulent au fur et à mesure des attaques or ce n'est pas le cas, le nombre de piqûres subit des fluctuations durant les six sorties. En général, on note une augmentation du nombre de piqûres dues aux conditions climatiques favorables avec une température moyenne de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative de 72% : nous remarquons qu'il y a trois pics correspondant aux trois générations successives, décalés par rapport à ceux des adultes, ce qui correspond au temps nécessaire à la maturité des femelles, avant qu'elles ne se mettent à pondre leurs œufs.

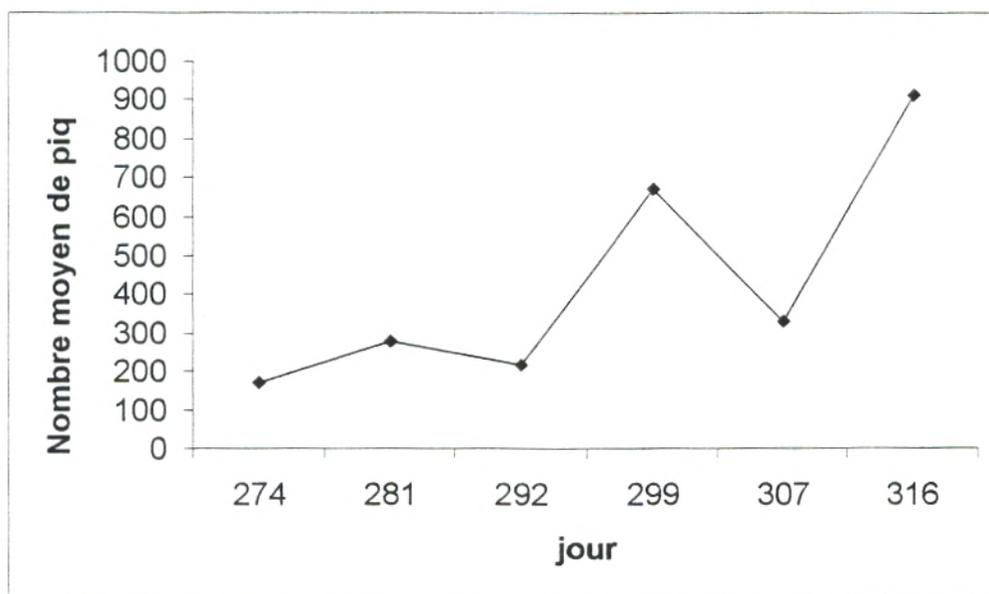


Figure 25 : Variation du nombre de piqûres par date

Les analyses de variance à un critère de classification réalisées sur le nombre de piqûres mettent en évidence une différence significative entre les différentes dates avec $F = 76.15$ pour $P = 0.001$.

Concernant les variations inter-arbres, on remarque qu'il existe des différences d'un arbre à l'autre (Figure 27 à 33), probablement dues à la phénologie de l'arbre, à l'intensité des substances volatiles qu'il dégage ainsi qu'à sa position spatiale dans le verger.

2.1.2.2. Variation du nombre d'œufs

Les valeurs moyennes du nombre d'œufs calculées pour chaque date sont représentées dans la figure 26.

Nous remarquons que la courbe des effectifs d'œufs présente trois pics d'amplitudes différentes, du mois d'octobre jusqu'au mois de novembre. Le premier, au début d'octobre (274^{ème} jour), le second la mi octobre (292^{ème} jour) et le troisième c'est pour le début de mois de novembre (307^{ème} jour).

L'évolution du nombre d'œufs est en relation étroite avec celle du nombre de piqûres avec un certain décalage correspondant au temps d'incubation.

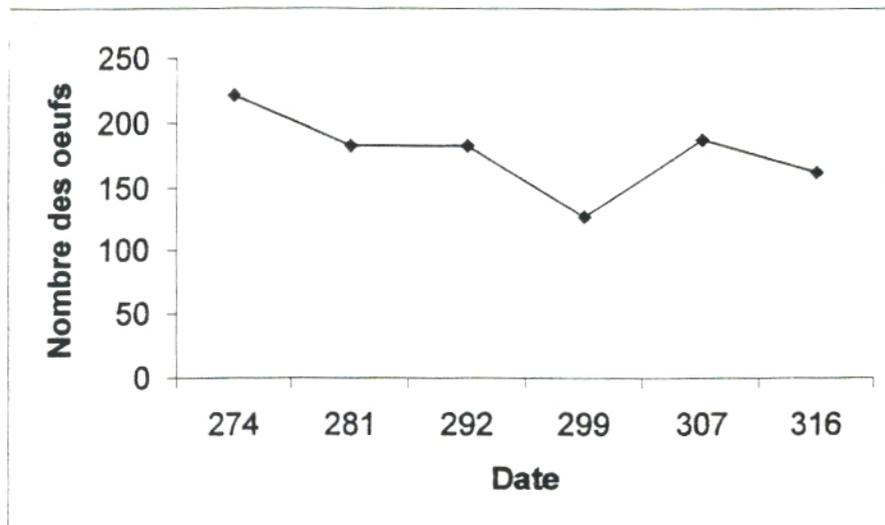


Figure 26 : Variation du nombre d'œufs par date

La figure 2 montre que la répartition des œufs pour les différentes dates d'observation est variable, les infestations sont plus ou moins faibles et hétérogènes

Les analyses statistiques réalisées sur les nombres d'œufs mettent en évidence une différence significative entre les différentes dates avec $F = 5.35$ pour $P = 0.001$. Concernant la variation inter-arbres, on remarque qu'il existe une différence du nombre d'œufs, d'un arbre à l'autre (Figures de 27 à 32)

Nombre

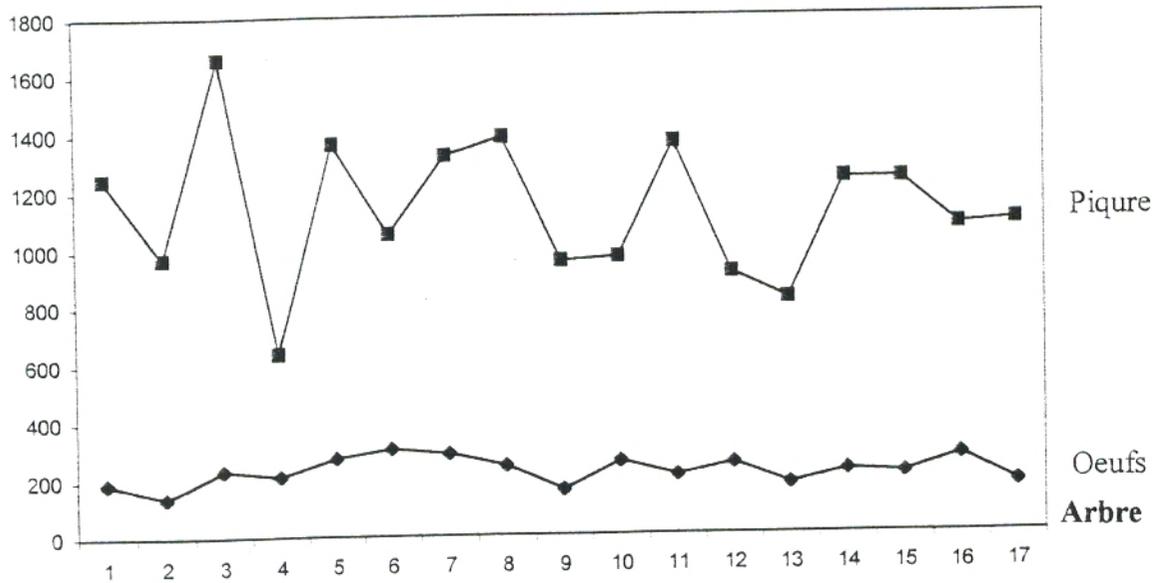


Figure 27 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'oeufs en fonction des arbres (Sortie 1)

Nombre

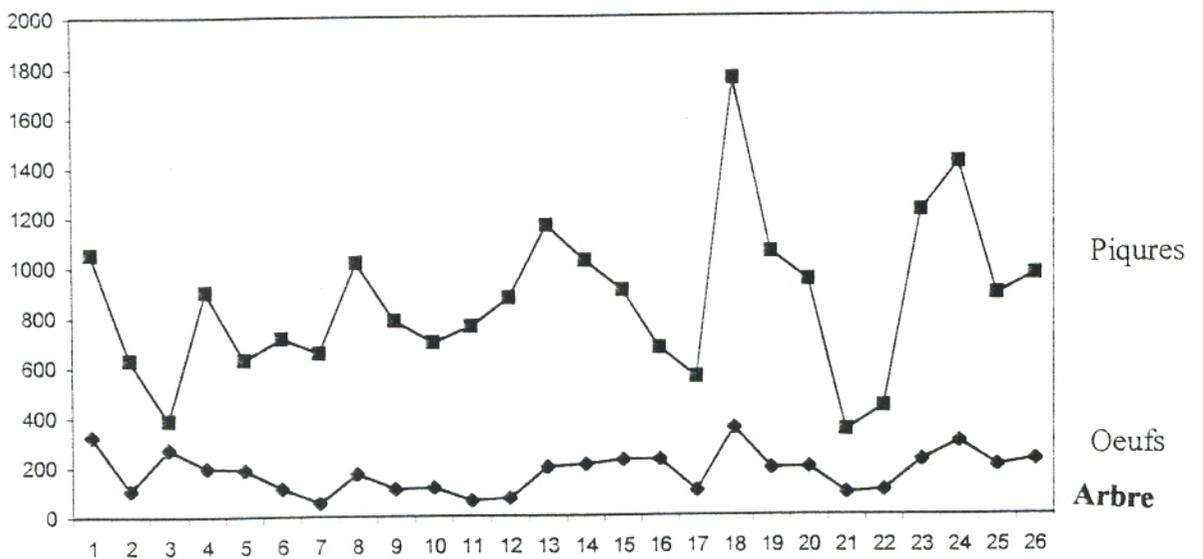


Figure 28 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'œufs en fonction des arbres (sortie 2)

Nombre

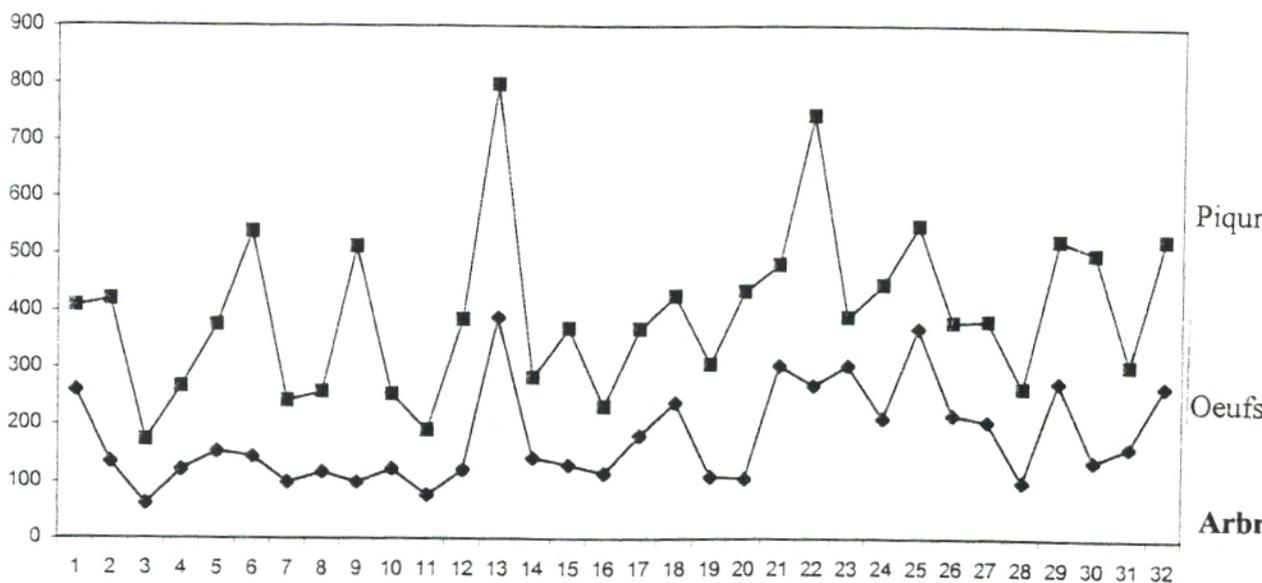


Figure 29 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'œufs en fonction des arbres (sortie 3)

Nombre

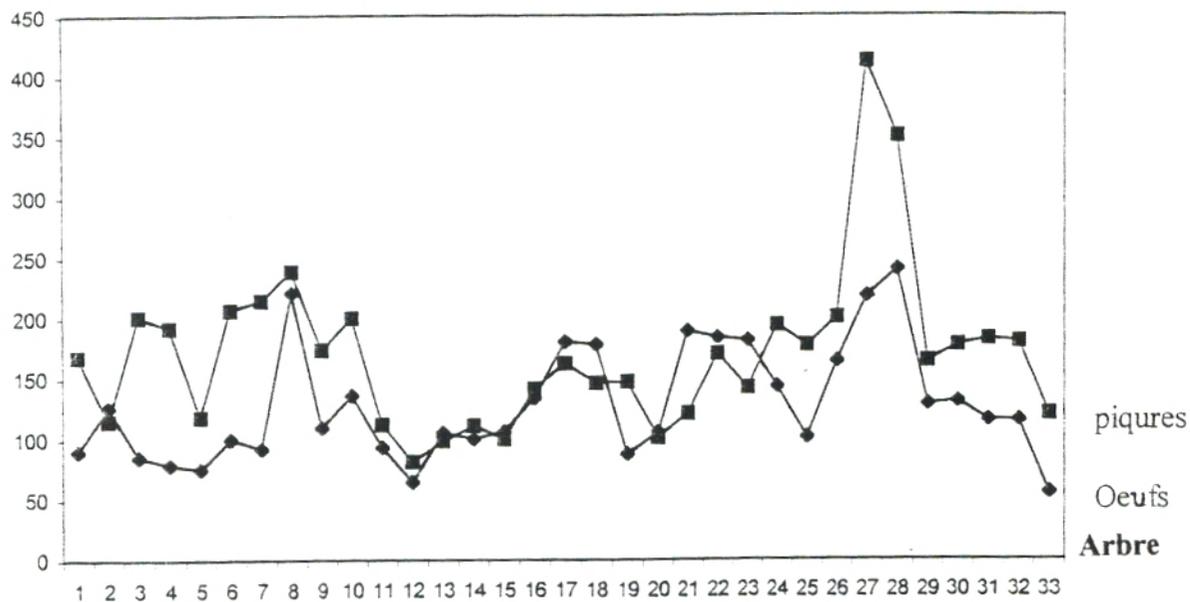


Figure 30 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'œufs en fonction des arbres (Sortie 4)

Nombre

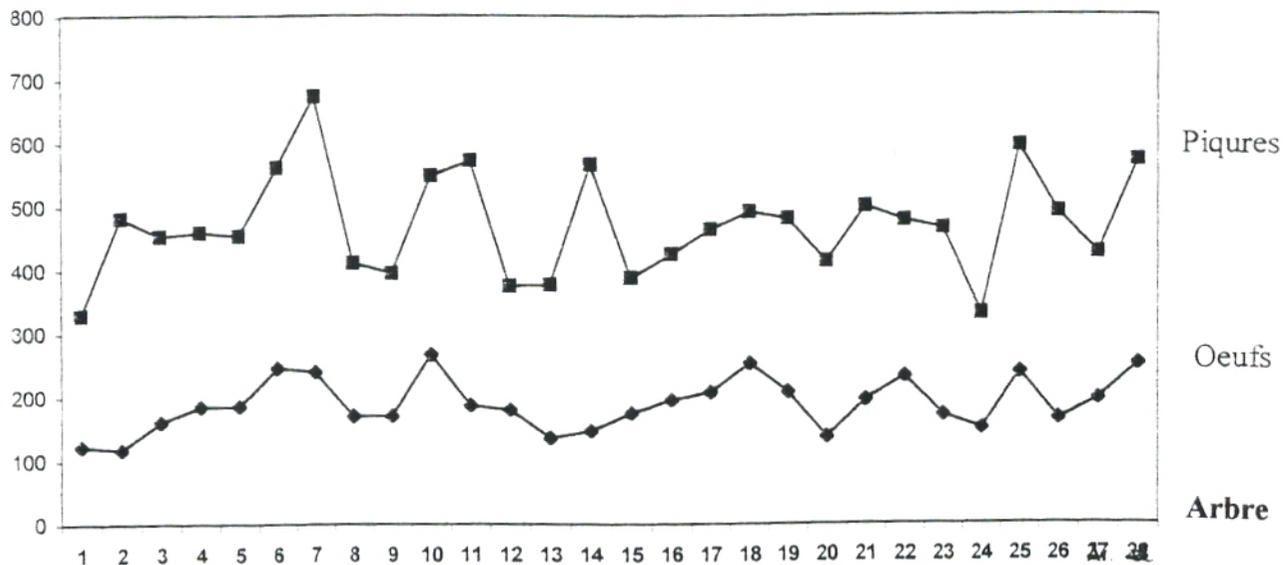


Figure 31 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'œufs en fonction des arbres (sortie 5)

Nombre

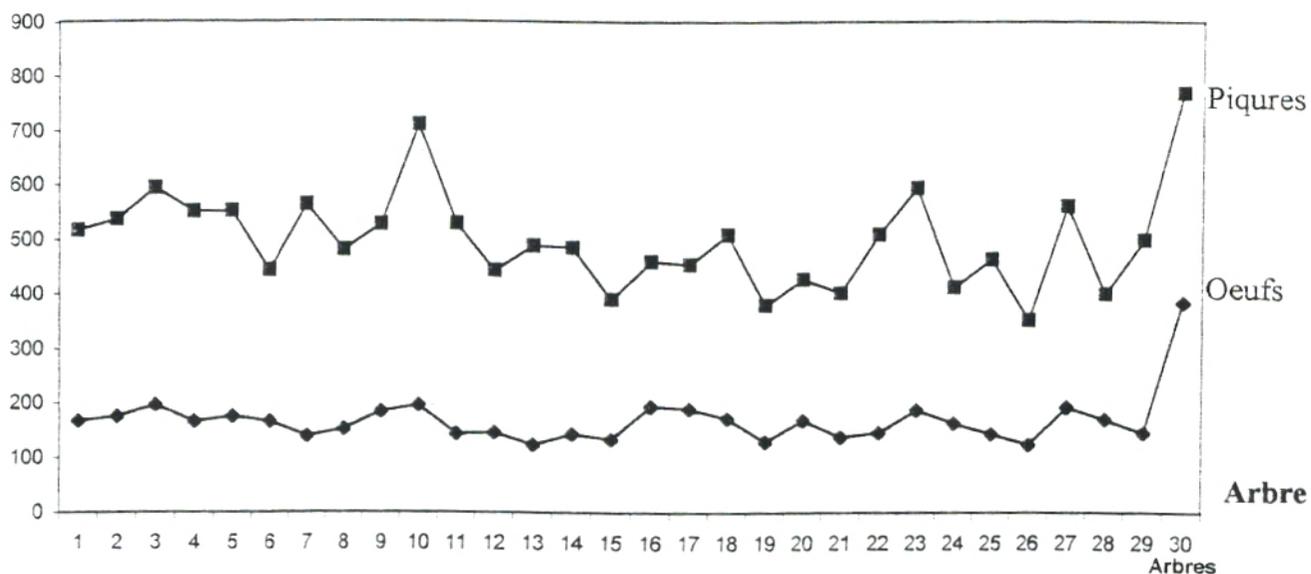


Figure 32 : Fluctuation du nombre de piqûres et du nombre d'œufs en fonction des arbres (sortie 6)

2.1.2.3. Relation entre les nombres de piqûres et des œufs

La relation entre les caractères liés à l'infestation de l'olive par *B. oleae* a été analysée par la recherche des corrélations linéaires.

Les coefficients de corrélations entre le nombre de piqûres et ceux des œufs selon les dates sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Coefficients de corrélation pour les différentes dates

Date	Coefficient de corrélation
01/10/02	$r^2 = 0.25$
08/10/02	$r^2 = 0.48$
19/10/02	$r^2 = 0.15$
26/10/02	$r^2 = 0.66$
03/11/02	$r^2 = 0.23$
12/11/02	$r^2 = 0.32$

Les nombres de piqûres ne sont pas corrélés aux nombres d'œufs sauf pour la quatrième date ou $r^2 = 0.66$.

On peut confirmer l'absence de corrélation entre les deux variables par les équations des droites de régression (Figure 33 à 38), les points présentés par date qui correspondent aux échantillons sont dispersés autour de la droite de régression.

D'une manière générale, on ne peut pas prédire le nombre d'œufs à partir du nombre de piqûres, quoique nous remarquons que leurs cinétiques sont similaires dans la mesure où les courbes présentent des pics ou des diminutions, relativement aux mêmes dates.

On peut penser que cette absence de corrélation est principalement due à un grand nombre de piqûres stériles, à la mauvaise alimentation des femelles ou à l'inhibition de la ponte si la surface des fruits a des propriétés défavorables qui sont perçues par les récepteurs antennaires et tarsiens (Haniotakis et Voyadjoglou, 1978).

D'après Girolami et al. (1982), les composés liposolubles sont essentiellement responsables de l'activité inhibitrice de la ponte.

Œufs

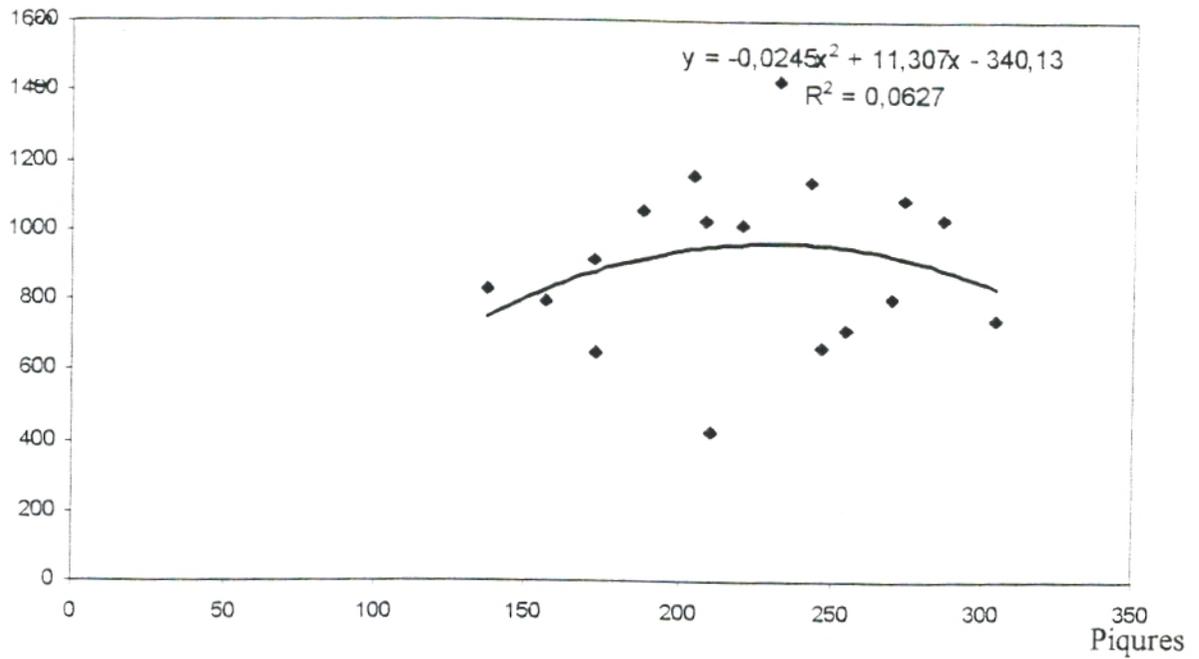


Figure 33 : Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 1)

Œufs

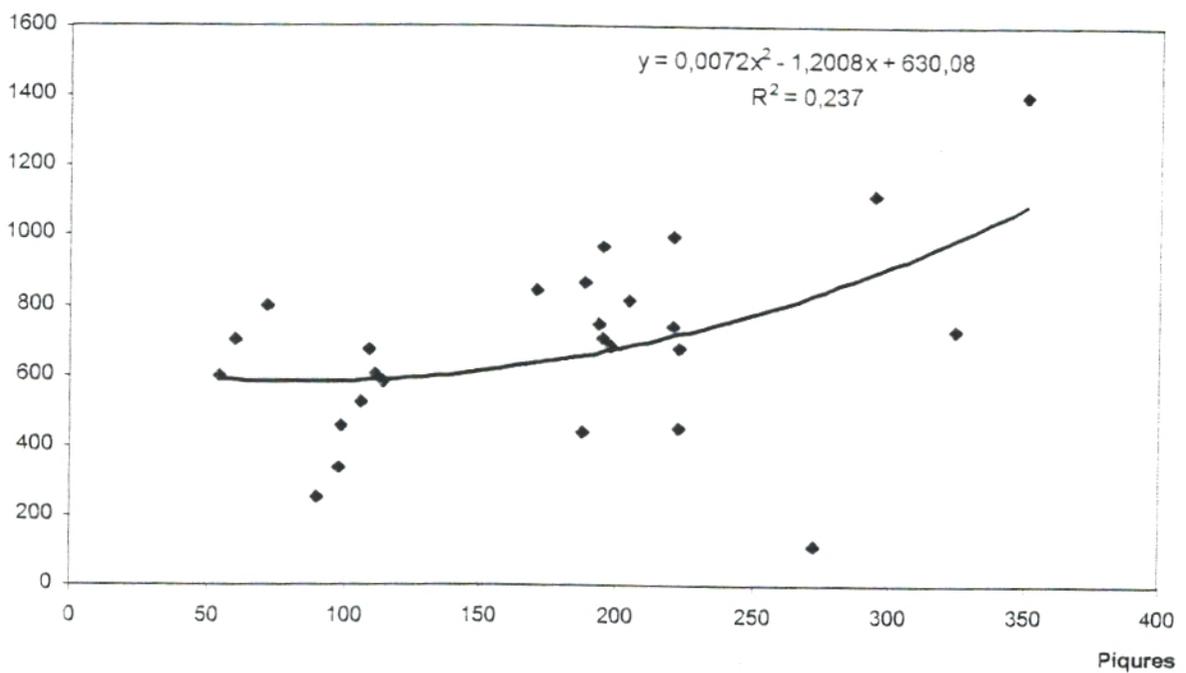


Figure 34: Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 2)

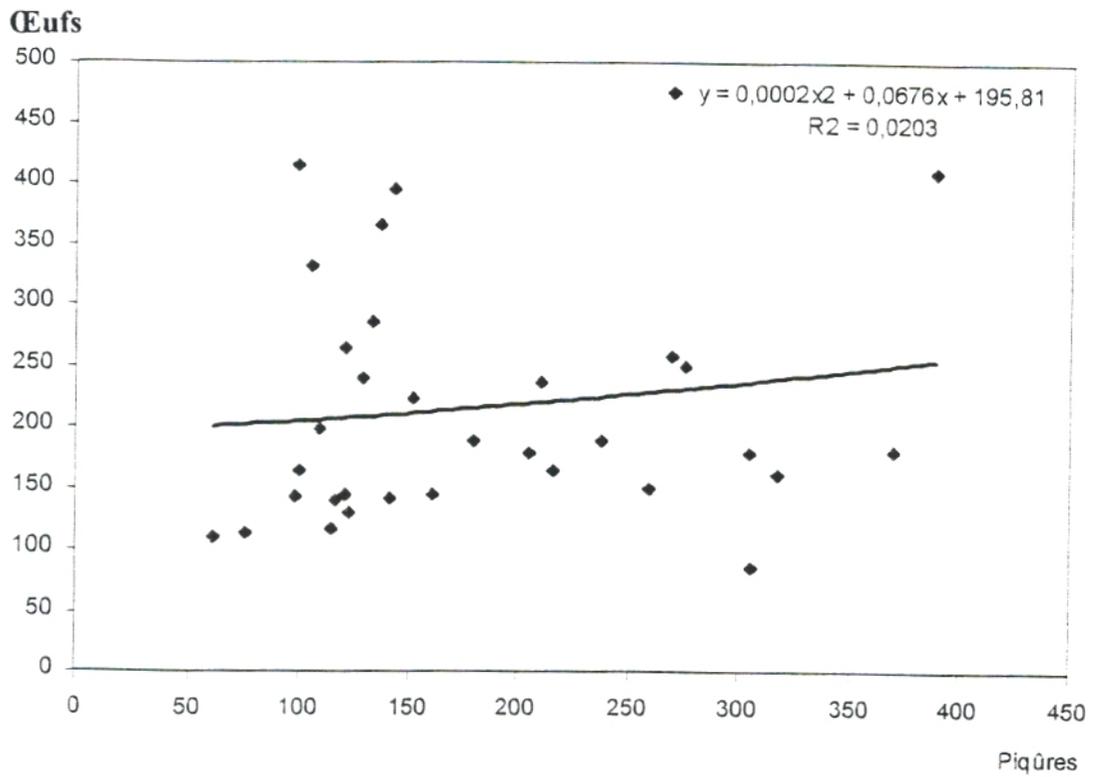


Figure 35 : Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 3)

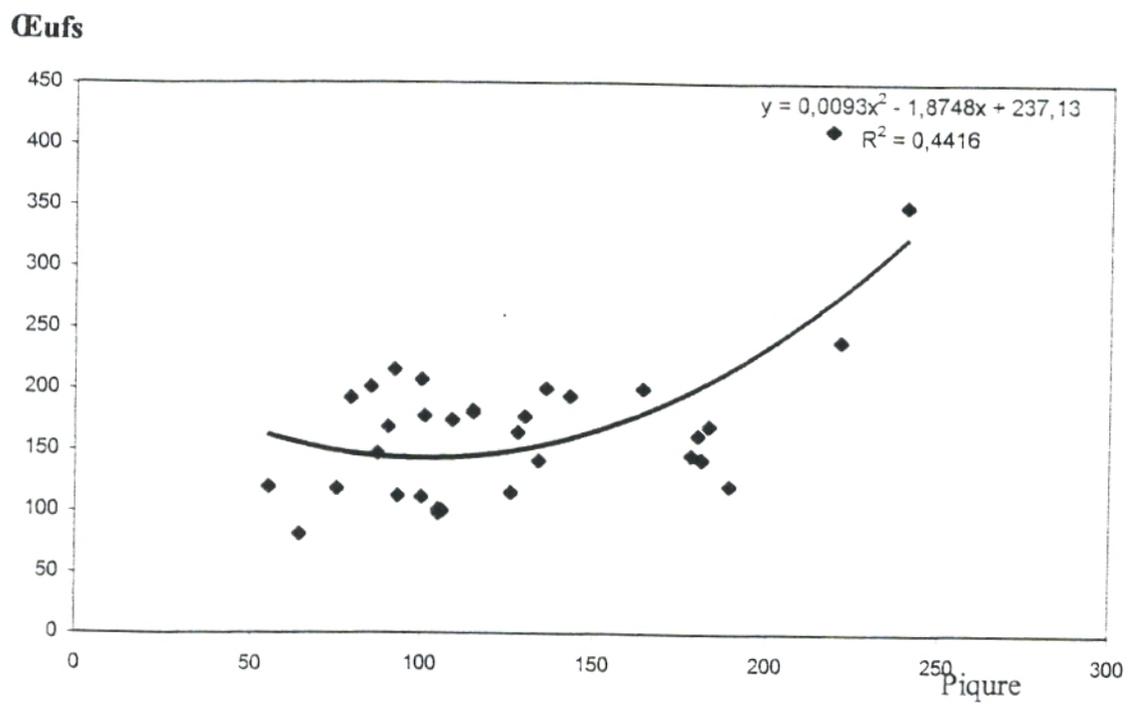


Figure 36 : Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 4)

Œufs

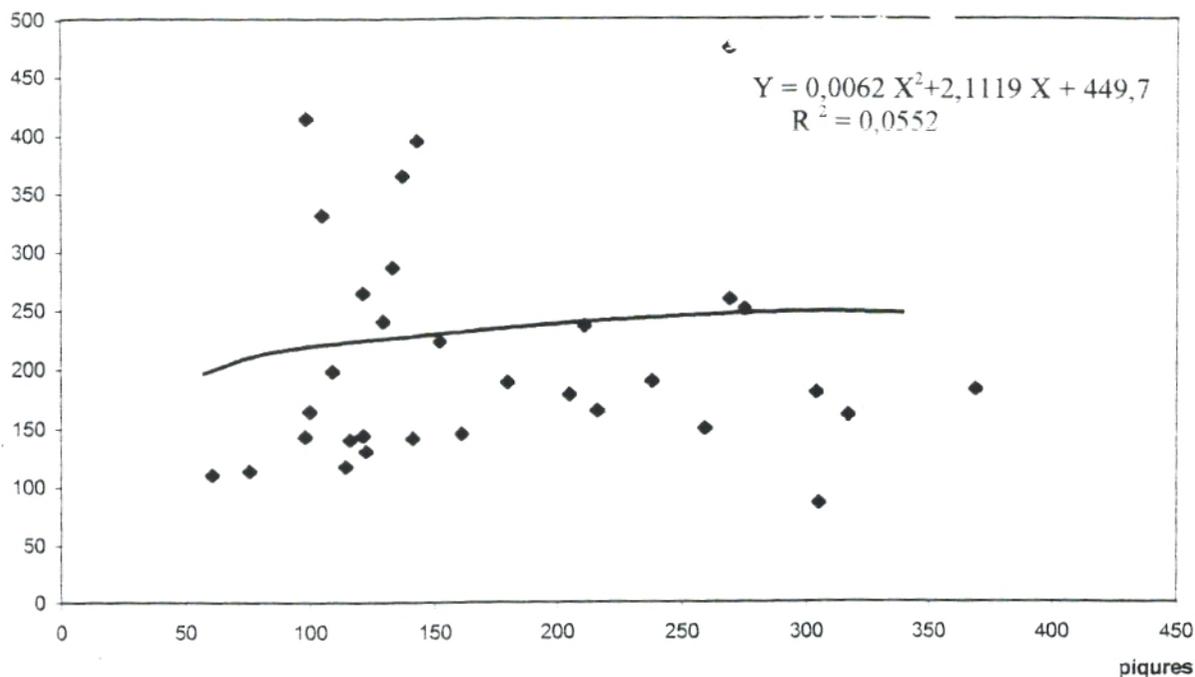


Figure 37 : Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 5)

Œufs

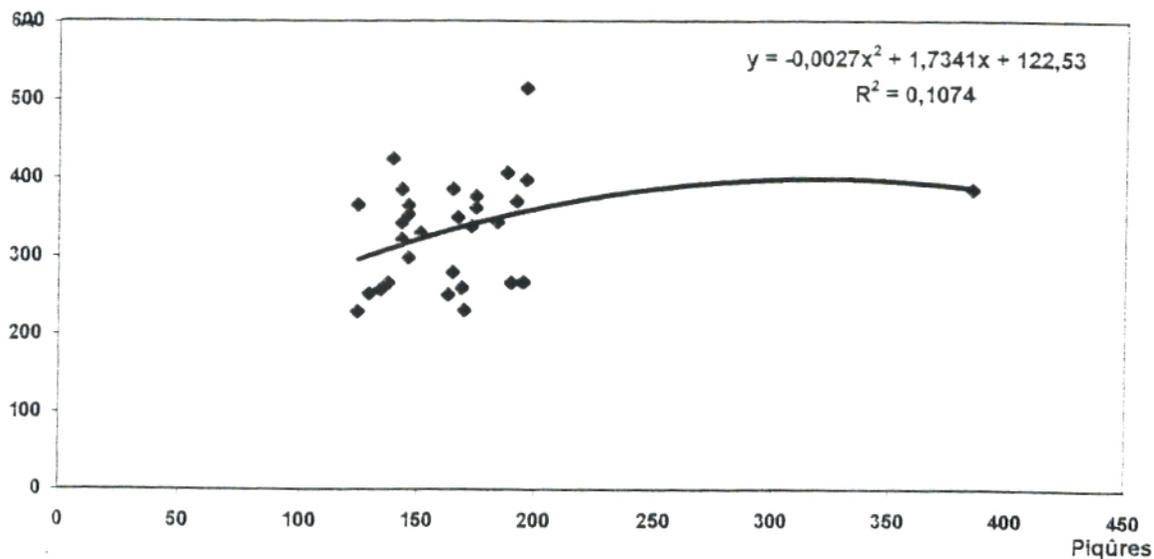


Figure 38 : Courbe de régression relative à la relation nombre de piqûres sur 20 olives et de nombre trous de sortie (sortie 6)

2.3. Le taux de parasitisme

2.3.1. A partir des élevages

Les élevages effectués au laboratoire ont permis de connaître le parasite de ce ravageur. Le taux de parasitisme a été estimé à partir des émergences obtenues par ces élevages.

Le seul parasite recueillis lors des émergences d'adultes est le Braconide *Opius concolor*, un hyménoptère d'un grand nombre de mouche de fruits, notamment au Maghreb.

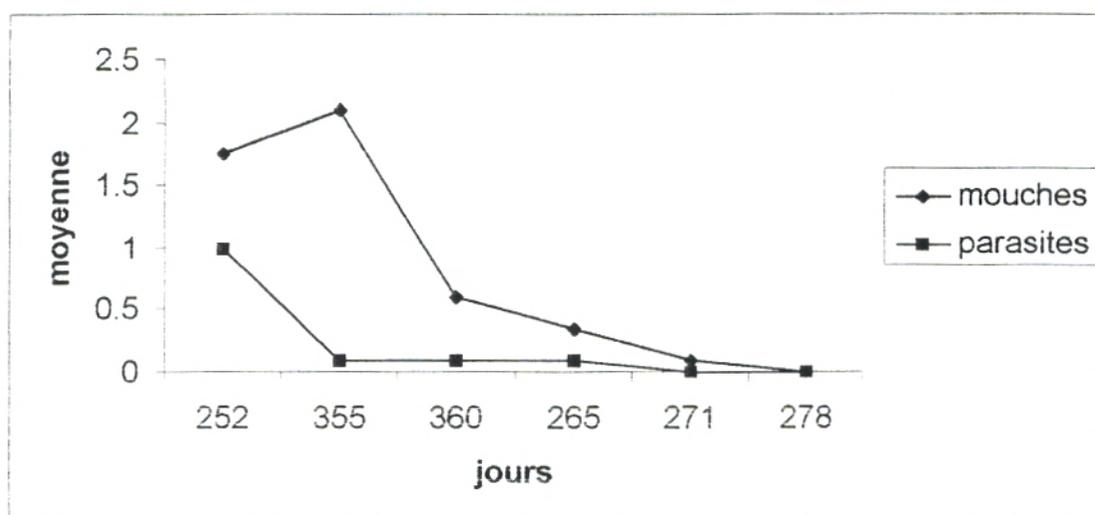


Figure 39 : La cinétique du nombre de mouches et de parasites par date

On remarque que les mouches présentent un seul pic puis diminuent progressivement au cours du temps tandis que les parasites ont présenté un pic au premier jour puis diminué avec un effectif très faible, cela correspondrait à une seule génération.

On a obtenu un taux de parasitisme de 27,52 % sur des effectifs plus ou moins élevés de mouches, donc ce taux de parasitisme reste trop faible pour pouvoir réduire à lui seul les populations du ravageur.

2.4. La durée de pupaison

Les élevages menés au laboratoire ont permis de connaître la durée de la nymphose, le tableau suivant permet de connaître le taux de réussite de ces élevages exprimés en nombre de pupes formées, qu'elles soient parasitées ou non.

Tableau 15 : Emergences obtenues à partir des différentes dates de mise en élevage

Date de tamisage	Nombre de pupes	Nombre de mouches
08/12/02	352	14
11/12/02	320	17
16/12/02	264	05
21/12/02	256	03
27/12/02	216	01
02/01/02	80	00

Les élevages sont effectués à partir du premier décembre, donc la nymphose a duré entre 1 et 25 jours. La réussite des élevages exprimée en effectifs de la mouche *B. oleae* n'est pas satisfaisante, elle représente un taux de 2.6 %.

On remarque dans la figure 41, des pupes présente un seul pic puis diminuent, cela veut dire que la plupart des pupes étaient mortes puisque le nombre de mouches n'a pas évolué au cours du temps (cela est dû aux conditions du laboratoire qui n'ont pas été optimales).

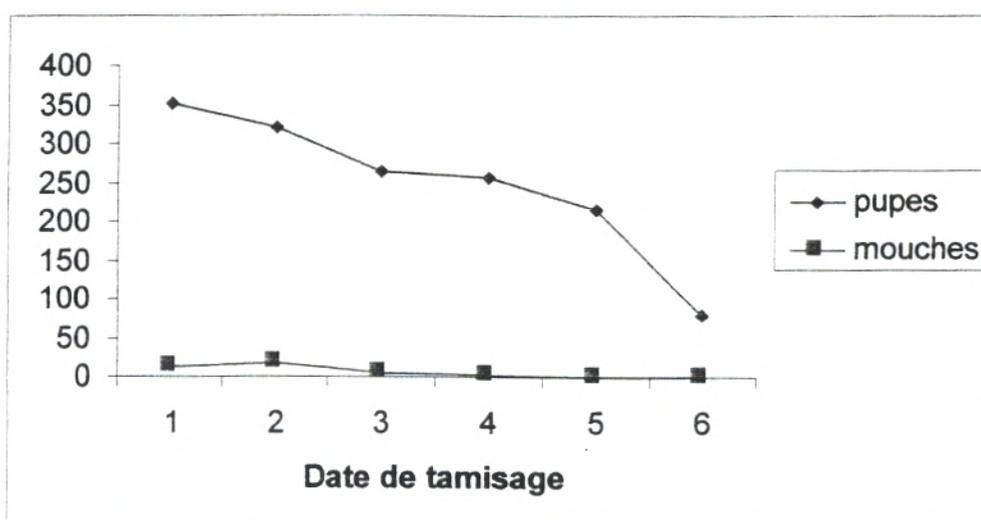


Figure 41 : Nombre de pupes et de mouches émergées en fonction des dates de tamisage

2.5. Le nombre de générations

Le chevauchement des générations de *B. oleae* complique l'estimation de leur nombre ; toutefois, la dynamique des populations du ravageur avec ses captures d'adultes, le calcul des effectifs, des taux de survie et surtout des durées de développement permet d'en donner une approximation.

Au cours de nos travaux, nous avons relevé trois pics importants tant sur l'histogramme des adultes que sur les courbes de piqûres et d'œufs. Ils sont décalés du fait du temps de maturation sexuelle et d'incubation.

Le premier pic correspond à la fin de la première génération, puisque nous n'avons débuté nos travaux qu'à partir du premier octobre, nous n'avons pas pu estimer la période exacte de l'apparition de cette génération. Les deux autres pics correspondent aux deux générations successives.

2.6. Estimation du taux d'infestation

L'estimation du taux d'infestation peut se faire soit :

- A partir du nombre de piqûres et oeufs ;
- A partir des fruits infestés.

Tableau 16 : Pourcentage d'infestation par olive pour les deux variables

Variable	Piqûres (%)	Œufs (%)
Octobre	16.69	8.74
Novembre	31.06	8.94
Moyenne	23.87	8.84

Les différentes variations sont dues d'une part aux générations successives et d'autre part aux conditions climatiques.

En effet les figures 25 et 26 illustrent bien cette inter-dépendance puisque l'humidité relative est importante et la température est moyenne, le taux d'infestation augmente, et inversement quand l'humidité relative est faible et la température est élevée, les infestations diminuent.

Arambourg (1984) signale que les températures supérieures à 30 °C et inférieures à 12 °C inhibent la ponte.

Le taux d'infestation varie d'un mois à l'autre, au mois de novembre les olives sont plus infestées par rapport au mois d'octobre.

Bien que *B. oleae* soit une composante de la faune inféodée à l'olivier, ses attaques varient fortement dans l'espace et dans le temps. Elles dépendent de l'action combinée des facteurs biotiques et abiotiques.

2.6.1. Influence des facteurs climatiques

La biologie de l'insecte est conditionnée pour une bonne part par les facteurs climatiques, en particulier les températures.

En effet, au dessous de 12 °C et au dessus de 30 °C, l'activité reproductrice des femelles est totalement arrêtée.

Selon Jerraya et al., (1986) et Arambourg (1984), le plus important des facteurs climatiques est le sirocco, vent venant du Sahara, caractérisé par une température supérieure à 40 °C et une humidité relative inférieure à 40 %.

2.6.2. Influence des facteurs écologiques

Comme tous les êtres vivants dont principalement les insectes, la mouche de l'olive a une biologie qui dépend de tous les facteurs écologiques.

Au niveau de ce travail, nous nous sommes intéressés plus particulièrement à deux facteurs ; l'arbre échantillonné et la date d'observation.

Nous avons analysé l'incidence de ces deux critères sur le nombre de piqûres et d'œufs, qui déterminent le degré d'infestation.

2.6.3. Effet de l'arbre

Le facteur arbre semble avoir une très forte incidence sur le degré d'infestation, il influence aussi bien le nombre de piqûres que celui des œufs.

Louskas et al. ; (1980) avaient signalé que certains arbres d'une oliveraie jouent un rôle particulier dans la multiplication estivale des mouches. Il s'agit d'un problème typique du biotope qui a été souvent sous-estimé.

En effet, la plupart des auteurs comme Prokopy (1977) n'étudient la relation végétale-insecte, qu'à l'échelle du fruit, l'arbre étant considéré comme globalement attractif pour la mouche.

Selon Girolami et al., (1982) juste avant que l'olive ne soit réceptive, elle émet des substances volatiles qui attirent les adultes et stimulent la production des œufs.

2.6.4. Effet de la date

Il existe des variations du degré d'infestation suivant la date d'observation. Celle-ci s'explique par le degré de maturation donc de réceptivité du fruit.

En effet, Jerraya et al.,(1982) ont démontré que cette dernière est liée à un stade de croissance bien défini, lequel peut être observé à des dates fort différentes selon les années et les régions considérées.

Les variations dans l'année du taux d'infestation obtenues par Hamach (1985) à Bouira sont très nettes comme le montre le tableau suivant :

Tableau 17 : Taux moyen d'infestation en fonction des piqûres par olive

Date	Taux d'infestation
15 octobre	0.13
27 octobre	0.32
05 novembre	0.58
17 novembre	0.72
02 décembre	0.75
09 décembre	0.78

Dans cet exemple, l'infestation augmente progressivement au cours du temps jusqu'à atteindre son maximum juste avant la récolte.

Les températures variables enregistrées au cours de la saison fructifère ont entraîné des fluctuations dans la population de la mouche qui se sont traduites par les variations dans l'attaque des fruits. D'une année à l'autre, le taux d'infestation peut varier très fortement (Gaouar, 1996).

2.6.5. Taux de survie et le taux de mortalité

Pour évaluer la proportion de piqûres stériles, nous avons comparé les effectifs moyens de piqûres à ceux des œufs.

Tableau 18 : Taux de survie et de mortalité exprimés en pourcentage (%)

Variable	Piqûres	Oeufs	Taux de survie	Taux de mortalité
08/12/02	8.51	11.1	130.43	30.43
11/12/02	13.99	9.11	65.11	34.89
16/12/02	10.86	9.20	84.71	15.29
21/12/02	33.42	6.40	19.15	80.85
27/12/02	16.58	9.34	56.33	43.67
02/01/03	45.53	8.10	17.79	82.21
Moyenne	21.48	8.87	41.29 %	58.71 %

Le nombre d'œufs de la première sortie est plus important que le nombre de piqûres (Tableau 18), ce qui donne un pourcentage aberrant de survie mais qui s'explique par le fait qu'une mouche peut déposer plusieurs œufs dans un même trou de ponte, sinon, une autre mouche peut réutiliser ce trou pour y pondre après que l'action inhibitrice des phéromones soit diminuée.

En ce qui concerne les œufs, pour 21.32 piqûres par olive, seul 8.87 œufs sont trouvés, ce qui représente un taux de survie de 41.29 %. Cette proportion est due aux piqûres stériles durant la période où les olives étaient peu réceptives d'une part, et au dessèchement des œufs par la température (Jerraya et al., 1982).

Il semble évident que les conditions climatiques influent grandement sur les populations de *B. oleae*. On ne peut pas estimer la mortalité des œufs ; les larves et les pupes étant absentes au cours des dissections.

La mortalité larvaire n'a pas pu être estimée car la pupaison a lieu surtout dans le fruit.

Selon Stavraki (1974), les facteurs qui contribuent à la mortalité de ces stades immatures de *B. Oleae* sont :

- La variété de l'olivier ;
- le stade de maturité du fruit ;
- les conditions climatiques ;
- la présence des ectoparasites. Dans notre cas, nous pensons que les propriétés physico-chimiques de l'olive et les conditions climatiques sont responsables de cette mortalité des œufs et larves.

La mortalité pupale et la durée de la nymphose ont été évaluées à partir des élevages menés au laboratoire.

La mortalité nymphale varie beaucoup selon les régions, la date d'enfouissement et les conditions climatiques et édaphiques. En effet, le type et la structure du sol interviennent sur le taux de mortalité ; la formation d'une croûte à la surface du sol après les pluies empêche l'émergence des jeunes adultes et favorise leur immersion (Arambourg, 1986). La qualité du fruit, les oiseaux fructivores et les parasitoïdes entraînent aussi une forte mortalité (Bigler et Delucchi, 1981) pouvant atteindre 75 % à 80 % de la population nymphale (Sigwalt et al., 1977).

Tableau 29 : les émergences larvaires et pupales obtenues lors des élevages

Date	Larves	Pupes
08/12/02	7	352
11/12/02	3	320
16/12/02	/	264
21/12/02	1	256
27/12/02	/	216
02/01/02	/	80

Les élevages menés au laboratoire ont permis d'estimer la durée de la nymphe qui variait de 8 à 25 jours en décembre -janvier. Ces variations sont imputables aux conditions climatiques, dont particulièrement la température, puisque c'est le facteur qui variait de 19 à 25 °c lors de la mise élevage.

Les conditions climatiques influent sur la mortalité des stades immatures. Leur développement est inhibé aux températures inférieures à 15 °C et la survie est réduite en cas de faible humidité relative ; les larves âgées résistent au froid et supportent des températures de 0°C pendant plusieurs jours. Le seuil supérieur se situe à environ 32 °C (Canard et al., 1979 ; Delanoue et Pralavorio, 1977 ; Liaropoulos et al., 1977).

La mortalité des stades immatures est attribuée à l'inadéquation du fruit par manque de maturité ou en raison de la variété puisque les variétés à gros fruits sont plus attaquées que celles à petits fruits (Stavraki, 1974 ; Newenschwander et Michelakis, 1979 ; Gaouar et Debouzie, 1991).

3. Discussion générale

3.1. Variation de l'infestation en fonction de certains facteurs écologiques

Le taux d'infestation, exprimé en fonction des différentes variables, montre des variations très significatives en fonction des dates de prélèvement et des stations d'étude.

En prenant en considération la période d'étude, elle est marquée par une diminution des infestations malgré quelques exceptions : cela peut être expliqué par l'influence de différents facteurs :

La température, l'un des facteurs écologiques primordiaux joue un rôle de facteur limitant pour les populations de *Bactrocera oleae*, raison pour laquelle on constate une diminution de l'infestation avec la baisse de la température au delà de l'intervalle de tolérance de cette espèce. D'après Stancic et Bouzouane (1984), la température optimale pour l'évolution de *B. oleae* se situe autour de 20 °C, l'activité du vol augmente au dessus de 14 °C.

L'oviposition cesse virtuellement en décembre et la majorité des stades immatures de la troisième génération ne complètent leur développement qu'à la fin du printemps (Kapatos et Fletcher, 1984).

Les variations de l'infestation en fonction de la date peuvent être expliquées par le degré de maturation donc de réceptivité du fruit. En effet, cette dernière est liée à un stade de croissance bien défini, lequel peut être observé à des dates fort différentes selon les années et les régions considérées (Jerraya et al., 1982).

En fonction des stations d'étude, le taux d'infestation présente également des variations très significatives. Mis à part quelques exceptions, le degré d'infestation diminue en fonction de l'altitude ; l'inverse peut être constaté dans quelques stations dans les populations de mouches retournent sur les oliviers tardifs situés en altitude où les olives sont plus réceptives et permettent le développement tardif de la mouche. Michelakis (1982) et Strapazon et al. (1984) ont constaté le même phénomène en Grèce.

En plus du climat, l'infestation relativement faible peut s'expliquer par la situation géographique puisque nos stations sont loin de la mer. Delrio et Cavalloro (1977) et Jerraya et al., (1982), précisent que les attaques sont plus importantes dans les zones côtières que dans l'arrière du pays, en Italie et en Tunisie respectivement. Les mêmes résultats ont été obtenus par Gaouar (1989) dans la région de Tlemcen.

La faible infestation peut aussi être expliquée par le degré de maturité des fruits, qui est dans notre cas plus avancé. On sait que peu après leur nouaison, les fruits ne sont pas réceptifs aux piqûres de ponte des femelles : il peut y avoir au même moment de jeunes olive (Arambourg, 1984).

3.2. Cycle de développement de *B. oleae* dans les stations étudiées

L'étude de la biologie des populations de *B. oleae* en fonction des différentes variables nous permet de dire que :

A partir des analyses de régression, on constate que généralement, il existe une relation entre le nombre de piqûres et celui des trous de sortie des larves avec des coefficients de corrélation $r^2 > 0$, mais restent dans la plupart des cas, non significatifs vu que r^2 ne dépasse que cinq fois les 50 %.

Par conséquent, il n'existe pas une bonne corrélation entre les piqûres et les trous de sortie, ce qui serait dû à la mortalité des œufs ainsi que celle des larves causées essentiellement par les facteurs climatiques ainsi que par la compétition intra spécifique.

Concernant les variations du nombre de piqûres et du nombre de pupes, on enregistre une bonne corrélation avec $r^2 > 50\%$, seule la station de Bensekrane dont $r^2 < 50\%$ ne présente pas une corrélation significative.

Ce phénomène peut être attribué aux conditions climatiques, les pupes ayant tendance à rester dans le fruit, pour faire face aux basses températures, raison pour laquelle, au laboratoire, à température plus clémente, elles sont sorties des fruits.

La durée de pupaison varie de 17 à 41 jours. Ces variations sont imputables aux conditions climatiques dont particulièrement la température puisque c'est le seul facteur qui varie lors de la mise en élevage.

En Italie, la nymphose dure 47 à 49 jours en mars, 10 à 15 jours en été et 13 à 29 jours en automne (Delrio et Cavalloro, 1977). Dans la nature, la durée du développement nymphal varie selon la date d'enfouissement des pupes et les conditions climatiques.

En Grèce, la nymphose dure 30 jours pour les pupes enfouies en octobre, 80 jours pour celles de novembre, 90 jours pour celles de décembre, 50 jours pour celles de février et 40 jours pour celles d'avril-mai (Liaropoulos et al., 1979).

En ce qui concerne le taux de mortalité nymphale, il varie d'une façon très irrégulière, d'une date à l'autre et d'une station à l'autre, dans un intervalle qui va de 0 % à 60 %.

Les taux de mortalité importants peuvent être expliqués par la fréquence des basses températures qui peuvent dans certains cas être à l'origine du déclenchement de la diapause hivernale (Meats, 1989).

La durée de pupaison, si elle est longue, peut causer une certaine mortalité nymphale ; pour des durées de pupaison de 41 jours, on a enregistré 60 % et 40 % de mortalité en fonction de la durée de pupaison.

L'émergence des adultes a montré qu'il existe un équilibre dans le sex-ratio de la mouche avec 49.17 % de mâles et 51.56 % de femelles.

La cinétique des adultes a confirmé l'existence de trois générations de *B. oleae* durant la période d'étude, ce qui nous permet d'extrapoler pour dire qu'il existe quatre générations de ce phytophage dans notre région, dont la première, issue des pupes hivernantes, est printanière ; la seconde est estivale, elle est à l'origine des premières attaques efficaces en août-septembre ; les troisième et quatrième générations s'échelonnent entre octobre et janvier, date de récolte des olives. Des résultats similaires ont été décrits par Gaouar (1989 et 1996) ; Dib et Benabderrahmane (1992).

A Tlemcen, la mouche de l'olive semble avoir quatre générations. En effet, les températures modérées et l'hygrométrie élevées favorisent le développement de l'insecte

(Donia et al., 1971 ; Delrio et Cavalloro, 1977) ; inversement, les températures plus fraîches des zones situées en altitude réduisent le nombre de générations puisque. Papparatti (1991) a estimé qu'il y en avait que deux en Italie du nord, où les infestations sont tardives. Selon Loussert et Brousse (1978), il y aurait trois générations annuelles en Afrique du Nord selon les conditions atmosphériques. Nos résultats concordent avec ceux de Gaouar (1989), Bouchenak et al., (1990) et Benhamou (1991).

Au laboratoire, Donia et al (1971) ont obtenu cinq générations en Egypte dont la quatrième et la cinquième en treize jours en octobre-novembre.

3.3. Contrôle biologique de *Bactrocera oleae*

Les émergences obtenues au laboratoire montrent que le parasite de *B. oleae* dans notre région est l'hyménoptère Braconidae *Opius concolor*.

Les élevages menés au laboratoire d'octobre à février ont donné des taux de parasitisme variant de 12 à 27 %, trop faibles pour permettre un contrôle biologique efficace durant cette période, dans nos cinq stations d'étude situées dans la région de Tlemcen.

Les fluctuations des populations de ce parasite semblent être en rapport avec celles de son hôte, elles varient fortement d'une année à l'autre ; en effet, le taux de parasitisme enregistré par Gaouar (1989) est de 45 % en 1987 et de 9 % en 1988. Les mêmes constatations ont été faites par Jerraya et al., (1982) en Tunisie où ils ont trouvé un taux de 48 % une année et de 5 % l'année précédente. Delrio et Cavalloro (1977) et (Debouzie et Thioulouze (1986) ont montré que les parasites n'arrivent pas à interrompre l'attaque des phytophages même à un taux de 90 %.

L'absence relative du parasite durant la période d'étude semble être liée au faible taux d'infestation provoqué par la population de l'hôte. Selon Arambourg et Paralavorio (1974), les Chalcidiens ectophages suivent rapidement l'apparition des stades préimaginaux parasitables de *B. oleae* et demeurent présents durant toute la saison. Newenschwander et al. (1983) signale aussi qu'aux environs de la fin de l'automne-hiver, le Braconide *Opius concolor* devient d'une abondance croissante dans les parties à grandes densités des hôtes.

En effet, nous avons enregistré 12 % et 7 % de parasitisme pour des taux d'infestation variant de 11.8 % à 8,3 % respectivement. Selon Neuenschwander et al.,(1983), ce parasite disparaît aux faibles densités de son hôte.

Le même auteur signale que dans les conditions naturelles *Opius concolor* est absent des oliveraies en été, il apparaît tôt en automne et n'atteint des taux de parasitisme que tard en saison en octobre. Il possède pas en diapause durant cette phase les adultes sont susceptibles d'émerger pendant les mois de décembre et janvier (Canard et al, 1979).

Nos résultats montrent que les taux de parasitisme les plus importants ont été obtenus en décembre, ce qui rejoint l'idée d'un parasitisme tardif des larves de *B. oleae* sachant qu'il parasite également la cératite et d'autre mouches de fruits dans notre région (Hassani, 2003).

Nous pouvons conclure que le parasitisme de *B. oleae* par *Opius concolor* dans notre région et plus précisément à cette période de l'année qui, selon plusieurs auteurs, correspond au maximum de son activité dans les oliveraies, semble insuffisant pour exercer un contrôle biologique efficace. Il est conseillé d'avoir recours à la lutte intégrée, combinant des traitements insecticides à la lutte biologique, selon un calendrier établi à partir des données bio-écologiques de la mouche correspondant à la région considérée.

CONCLUSION

L'étude bio-écologique de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* durant la période d'octobre à janvier, dans cinq stations de la région de Tlemcen a permis d'obtenir un certain nombre de résultats qui peuvent servir à établir une stratégie de lutte plus efficace.

Le travail a surtout consisté en l'étude de la variation des principaux caractères liés à l'infestation de l'olive par *B. oleae* et ceux influençant sa dynamique des populations et son parasitisme.

Le suivi de la dynamique des populations de la mouche de l'olive dans les cinq stations nous a permis de faire les constatations suivantes :

Les taux d'infestation enregistrés durant la période d'étude montrent des variations très significatives en fonction des différentes dates, dans les différentes stations ;

On constate une diminution du taux d'infestation, en fonction des dates, en allant vers décembre et janvier. Ces taux d'infestation sont exprimés en fonction des trois variables ; nombre de piqûres, de trous de sortie et du pourcentage des olives infestées.

Les nombres moyens de piqûres et celui de trous de sortie varient très significativement d'une date à l'autre et d'une station à l'autre.

Les variations du taux d'infestation, en fonction des stations sont liées à l'altitude de la station ; la station d'El Fehoul située à 172 m a enregistré le taux d'infestation le plus élevé, soit 61 %, exprimé en fonction du nombre de trous de sortie par olive.

Les élevages menés au laboratoire ont permis de connaître :

- La durée de la nymphose qui varie selon la date et selon les stations bien que les élevages aient été effectués sous les mêmes conditions de laboratoire, la pupaison dure en moyenne 28 jours ;
- le taux de mortalité varie de 0 à 60 % ;
- la station d'El Fehoul présente le nombre d'adultes le plus élevé, en étant la station la plus infestée. En ce qui concerne sex-ratio, 49,17 % sont des mâles et 52,56 % sont des femelles ;
- le taux de parasitisme par le braconidae *Opius cocolor* est estimé à 27,27 % et 12,5 % pour les stations de Bensekrane et El Fehoul respectivement.

Dans la station de Mansourah, la dynamique des populations, suivie par le piégeage, semble étroitement liée aux conditions climatiques. A basse température, les captures d'adultes sont faibles. Pour le mois de novembre, le taux d'infestation est supérieur à celui enregistré au mois d'octobre, cela est lié au cycle de développement de la mouche, représenté dans ce mois surtout par les adultes qui vont donner un taux d'infestation exprimé en nombre de piqûres relativement élevé.

La dynamique des populations de *B. oleae*, comme celle de tous les autres insectes est affectée par les conditions climatiques : les infestations sont faibles lorsque les températures sont extrêmes (froid de l'hiver et chaleur d'été).

A partir des prélèvements effectués à Mansourah, nous avons suivi le cycle de développement de la mouche pendant la période d'étude représenté par la succession de trois générations.

L'examen et la dissection des olives ont permis de connaître les taux d'infestation dus aux piqûres et œufs qui varient d'une date à une autre. A partir des élevages menés au laboratoire, on a pu établir le taux de survie estimé à 41.29 % et la durée de pupaison à 25 jours.

L'estimation du taux de parasitisme à partir du nombre d'adultes de l'espèce *Opius concolor* émergés a donné des pourcentages très faibles, 12 et 27 %. Ce faible effectif est lié au faible taux d'infestation et aux conditions climatiques qui influent sur le développement de la mouche et par la suite du parasite.

Par conséquent, le contrôle biologique ne peut se faire avec un tel taux du parasitisme, donc, on préconise la lutte intégrée qui consiste à concilier plusieurs types d'intervention : les traitements insecticides administrés dès l'apparition d'une nouvelle génération (détectée grâce aux piégeage) et à la connaissance de la biologie de la mouche dans une zone précise, en plus de la lutte parasitologique ou d'une manière générale, la lutte biologique (parasites, microorganismes, prédateurs tels que les oiseaux fructivores, principalement les étourneaux et ainsi que par les fourmis.

Ce travail nous a permis d'obtenir un grand nombre de résultats dont principalement les variations des infestations en fonction de certains facteurs écologiques, le cycle de développement de *Bactrocera oleae* et le nombre de générations spécifiques à notre région ainsi que la nature de son parasite et son taux de parasitisme. Toutes les données nous permettront de proposer une lutte optimisée dont nous pouvons tester l'efficacité dans un prochain travail, dans le cadre d'un Doctorat d'état par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

AFFELAH M., BOUHAMIDI I., HILLAL A. & CHEMSEDDINE M., 1997 – répartition de l'infestation de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) en verger oléicole dans le Sais au Maroc.

ANGELINI B., 1831- Oli insetti nocivi all'olivo. Mem. Acc. Agr. Artie Comm., Verona, vol. 12.

ARAMBOURG Y. PRALAVORIO R., 1974- Les chalcidiens ectophages (Hym. Chalcidoidea) parasites de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt.: Trypetidae). Ann. Inst. Phytopath. Benaki, 11, 30-46.

ARAMBOURG Y., 1984 - La faune entomologie de l'olivier. Olivae, 4, 14-37. Arambourg Y., 1986 - Entomologie oléicole. Edité par le Conseil Oléicole International, Juan Bravo, Madrid, 360 p.

ARAMBOURG Y., 1986 – Traite d'enyomologie agricole. Conseil oléicole international, Madrid. 207 p.

ARAMBOURG Y., PRALAVORIO R., 1970 - Survie hivernale de *Dacus oleae* Gmel., Ann. Zool. Ecol. Anim., 2, 659-662.

AVERSENQ S., - Infolive. Bull (20), Comité économique agri, Olivier 5CEAO), Paris, 319 p.

ARVENSENQ S. & PINATEL C., 2000 – les strategies de lutte contre la mouche de l'olive (Infolive). Bull (21), comité économique agri. Olivier (CEAO), Paris, 3 p.

ASHLEY T.R., CHAMBERS D.L., 1979 - Effect of parasite density and host availability on progeny production by *Biosteres (Opius) longicaudatus* (Hym. : Braconidae), a parasite of *Anastrepha suspensa* (Dipt. : Tephritidae). Entomophaga, 24, 363-369.

BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 3, 193-239.

BAILLY R., 1983 – guide pratique de défense des cultures. 3 ème Edition réalisée l'ACTA.

BALACHOWSKY A., MESNIL L., 1935 - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Traité d'entomologie agricole concernant la France, la Corse, l'Afrique du Nord et les régions limitrophes, 2, pp. 553-560.

BALASHOWSKY A. S., 1951 - Lutte cotre les insects: pricipes, methods et application. Ed Payot, Paris, 380 p.

- BATEMAN M.A. 1972** - The ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.*, 17, 493-518.
- BENABADJI N., 1991** – Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia inculta* au sud de Sebdou (Oranie- Algérie). Thèse d'étude supérieure en Biologie. 101 p.
- BENAÏSSA M., 1987** - L'oléiculture et les perspectives de son développement à travers la wilaya de Tlemcen. Thèse d'ingénieur d'état, Tlemcen. 76 p.
- BENHAMOU B., 1991** – Etude des variations spatio-temporelles de l'infestation par *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) dans la région de Tlemcen. Mémoire D'étude supérieures en biologie. 101 p.
- BIGLER F., DELUCCHI V., 1981 a** - Ermittlung des püpupalen Mortalität der Olivernfliege, *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. :Tephritidae), auf Oleastem und Kultiveveta Oliven *Z. ang Ent.*,92, 343 – 363
- BIGLER F., DELUCCHI V., 1981 b** - Wishtigste Mortalitätsfaktern während der präpupalen Entwicklung der Olivenfliege, *Dacus oleae* Gmel (Dipt., Tephritidae), auf Oleastem und kultivierten Oliven in Westkreta, Griechenland. *Z. ang. Ent.*, 92, 343-363.
- BILGER F., DELUCCHI V., NEUENSHWANDER P., MCHELAKIS S., 1986** - Natural enemies of preimaginal stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. : Tephritidae) in Western Crete. Impact on olive fly populations. *Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri*, 43, 79-96.
- BOIVIN G., 1996** - Evolution et diversité des insectes parasitoïdes. *Antennae*, 3, pp6 – 12
- BOIVIN G., 1999** - La recherche sur les entomophages, état de situation. *Ann. Soc. Ento. Fr* 35, pp: 348 – 355.
- BONNIER G., 1990** – La grande flore de France en couleur. Ed Belin. Tome 4. 744 – 745.
- BOUCHENAK K. A., BOURAOU S.& DIB N., 1990** – Etude d'impact de quelques paramètres écologiques sur le taux d'infestation par *dacus oleae*. Rapport de stage de fin d'étude.
- BOULETREAU M., 1988** - Parasitisme et génétique dans le monde des insectes. *Pour la Science*, 123, 78-87.
- CANARD M., LIAROPOULOS C., LAUDEHO Y., 1979** - développement d'*Opius concolor* pendant la phase hypogée de *Dacus oleae*. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11, 13-18.
- CAVUSOGLU A. & OCTAR A., 1994** – les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae* N 52, 18 – 20
- CHARLET M., 1965** – Observation sur le comportement au froid de certaines variétés de porte greffe d'oliviers en France. *Inf. oléic. Inst.*, N 31. p13
- CHAUX C., 1952** – Rapport de la station expérimentale de Sidi Aich (Algérie). Rapport du conseil de l'expérimentation et des recherches économiques.

CHESI F. & SANDI C., 1982 - Reserca dlle variabili influenzanti la probabilita di infestazione dell olive *Dacus oleae* Gmel Diptera – Tephritidae). Esame preliminare didue anni di sperimentazione in Toscana (Asciano, 1980 - 1981). Furst. Ent. 117 – 132.

CHESI F. MALFATTI P. & FORNASARI L., 1983 – Dipendenza statistica tra infestazione dacica epeso dell drupe. Atti XIII Congr. Naz. It. Ent. Sestreer. Toreno. pp 653 – 660.

CIMATO A., 1990 – La qualité de l’huile d’olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, 31, 20-31.

CIRIO U., GHERARDINI P. 1984 - Egg dispersion and intraspecific larval colpetitionin *Dacus oleae* Gmelin (Diptera : Trypetidac). Atti 4 e Symposio dinamica popolazioni, parma, 22-24 octobre 1981. 153-165.

CIVANTO LOPES- VALLIATA M., 2000 – Control des parasites et des maladies de l’olivier. Conseil oléicole international. Collection manuelle pratique, Madrid 207 p.

CLARIDGE M.F., WALTON M.P. 1992 - The European olive and its pests management strategies. BCPC Mono-Research collaboration in European. IPM Systems, 52, 3-12.

CORTE A., CIFERSI R. & RUI D., 1961 – Inferziona su ligustio da malformazioni fogliari dell’ olivo, Rivista di patologia vegetale, Pavia, S III, pp 251 – 260. *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae). Rapport de stage de fin d’étude

DAGNELIE P., 1971 -Théories et méthodes statistiques. Vol. 2. Gembloux, Presses Agron, embloux.

DAHMANI M., 1984 - Contribution à l’étude des regroupements à chène vert des Monts de Tlemcen. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Alger. 227 p.

DAJOZ R., 1970 – Précis d’écologie. Ed. Dunod, Paris. 358 p.

DEBOUZIE D., THIOULOUSE J. 1986 - Statistic to find spatial and temporal structures in populations. In : Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. Nato ASI Series G : Ecological Sciences, vol. 11. Springer Verlag, berlin, pp. 263-282.

DELANOUE P. PRALAVORIO R., 1977- Besoins en eau comparés de ceratitis capitata Wied et de son parasite interne Opius concolor Szepl. Durant la phase pupale de l’hôte. Bull. Soc. Zool. Agric., 1, 1-7.

DELRIO G., CAVALLORO R., 1977 - Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del *Dacus oleae* Gmelin in Liguria. Redia, 60, 211-253.

DELRIO G., PROTA R., ECONOMOPOULOS M.P., HANIOTKIS G.E., 1982 - Comparative study on food, sex and visual attractions for the olive fruits fly. CE/IOBC Symposium - Athens, pp. 465-468.

DIB F. & BENABDERRAHMAN M., 1992 – Etude de l'incidence du ravageur *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) sur la qualité et la quantité de l'huile d'olive. Thèse d'ingénieur d'état en Biologie.

DJEBAILI S., 1978 - Recherche phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Univ. Sci et Tech. Du Languedoc, Montpellier. 229p + annexes.

DOMINICI M., PUCCI C. & MONTANARI G. E., 1986 - *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) ovipositing in olive drupes. Atti XIII Congr. Naz. It. Ent. Sestreer. Torino. 65 -660.

DONIA A.R., EL SAWAF S.K., ABOU-GHADIR M.F., 1971 - Number of generations and seasonal abundance of the olive fruit fly varieties to infestation. Bull. Soc. Ent. Egypte, 54, 201-209.

DREW P., 1980 - Précis d'écologie. Ed. pres. Unive. France, Paris. 231 p.

DREW R.A.I., 1989 - The tropical fruit fly (Diptera : Tephritidac) of the Australia. Oceanian region. Memoirs of Queensland Museum, 26 South Brisbane, Australia.

DUBIEF J., 1959 - le climat du Sahara. Tome I. Inst. Rech. Sah.mem. H. S.,314 p.

ECONOMOPOULOS A.P., HANIOTAKIS G.E., MICHELAKIS S., TSIROPOULOS G.J., ZERVAS J.A., 1982 - Population studies on the olive fly, *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. : Tephritidae) in Western Crete. Z. ang. Ent., 93, 463-476.

ECONOMOPOULOS A.P.,1986 - Evaluation of color and food-odor trapping methods in the olive fruit fly. In : Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. Nato ASI Series G : Ecological Sciences, vol. 11. Springer Verlag, Berlin, pp. 111-115.

EMBERGER L., 1952 - Sur le quotient pluviothermique. CR.AC.SCI.134,2508-2511.

ERETEO F., 1982 – L'olivier. Ed. Lescaret. Paris, 64 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). Olivae N 54.

FAUSTO , 1993 – les échanges internationaux d'huile d'olive. Olivae N 45.

FERON M., 1963 - La lutte contre les insectes par les méthodes autocides. Rev. Zoo. Agric., 4 (6).pp.1 –12.

FERTIMENT ,1983 – Mondo economico N 323.

FLETCHER B.S., 1987 - The biology of Dacine fruit. Ann. Rev. Entomol., 32, 115-144.

GAOUAR A., 1980 - Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forstiers dans la région de Tlemcen. Forêt méditerranéenne, 2, 131-146.

GAOUAR N, DEBOUZIE D., 1991 - Olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. Tephritidae) damage in Tlemcen region, Algeria. J. Appl. Ent., 112, 288-297.

GAOUAR N., 1989 - Contribution à l'étude de l'infestation de l'olive par *Dacus oleae* Gmel. dans la wilaya de Tlemcen. Thèse Magister, Tlemcen, 104 p.

GAOUAR N., 1996 - Apport de la biologie des populations de la mouche de l'olive *Bactrocera* (= *Dacus*) *oleae* à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen. Thèse. Doct. 116 p.

GAOUAR N., 2000 - Dépréciation qualitative et quantitative de l'huile d'olive par l'action du ravageur *Bactrocera oleae*. 8 p.

GIROLAMI V., CAVALLORO R., 1972 - Aspetti della simbiosi batterica di *Dacus oleae* Gmel in natura e negli allevamenti di laboratorio. Ann. Soc. Ent. Fr., 8,561-571.

GLAUSEN C. P., 1940 - Entomophagous insects. New York. Mc graw. Hill, 688 p.

GREANY P.D., SHALEY T.R., BARANOWSKY R.M., CHAMBRES D.L., 1976 - Rearing and life history studies on *Biosteres* (*Opius*) *longicaudatus* (Hym. : Braconidae). Entomophaga, 21, 207-215.

HAGEN K.S., 1966 - Dependence of the olive fly, *Dacus oleae* on symbiosis with *Pseudomonas savastanoi* for the utilization of olive. Nature, 209, 423-424.

HAMACH M., 1985 - L'entomofaune de l'olivier dans la region d'Amour à Bouira et etude bio-écologique de *Dacus oleae* Rossi (Diptera-Tephritidae). Thèse d'ingénieur agronome, 79 p.

HANIOTAKIS G. E. & VOYADJOCLOU A., 1978 - Ovipositing regulation in *Dacus oleae* by various olive fruit characters. Ent. Ex.appl., 24.pp : 187-192.

HANIOTAKIS G. E., 1986 - The role of sex pheromones in the control of the olive fruit fly *Dacus oleae*: Present status prospects. In: Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. Nato ASI Series G: Ecological Sciences, Vol.11. Springer Verlag, Berlin, pp: 147-158.

HANIOTAKIS G.E., 1986 - The role of sex pheromones in the control of the olive fruit fly *Dacus oleae* : Present status prospects. In: Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. Nato ASI Series G: Ecological Sciences, vol. 11. Springer Verlag, Berlin, pp. 147-158.

HANIOTAKIS G.E., AVTZIS N., 1977 - Mortality in *Dacus oleae* (Gmel) through infection with *Pseudomonas putida*. Ann. Zool. Ecol. Anim., 9,299-311.

HAUVILLE A., 1953 - La répartition des variétés d'oliviers en Algérie et ses conséquences pratiques. Bull de la Soc des Agric. D'algerie, N 580. 8 p.

ASSANI F., 2003 - Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes par *Ceratiti capitata* dans la région de Tlemcen. Thèse de magister, 103 p.

HEATHER N. W., 1989 – Insecticidal dipping fruits flies, their biology, naturel ennemis and control. Edited by A. S. Robinson and G. Hooper.

JERRAYA A., JARDAK T., KHLIF M., GERMAZI T., 1982 - La mouche de l'olive, *Dacus oleae* (Dip., Tephritidae) et son impact sur la production oléicole dans la région de Sfax. Doc. Univ. Tunis.

JERRAYA A., JARDAK T., KHLIF M & GERMAZIT T., 1986 – la mouche de l'olive *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) et son impact sur la production oléicole dans la région de Sfax (Tunisie). Ann. Inst. Nati. Agri. Tunisie, 1 (1): pp 5 – 54.

KAPATOS E.T., 1989 - Immature stages. In : Fruit flies. Their biology, natural enemies and control. Vol. 3B. Ed by Robinson and Hooper. Amsterdam, Elsevier, pp. 185-191.

KAPATOS E.T., FLETCHER B.S., 1984 - The phenology of the olive fly, *Dacus oleae* Gmel. (Dip., Tephritidae), in Corfu. Z. ang. Ent., 97, 360-370.

KATSOYANNOS B. I., 1983 – Capture of *Ceratitis capitata* and *Dacus oleae* Gmel flies (Diptera – Tephritidae) by Mc Phail and Rbell traps suspended on Citurs and olive trees in Chios Greece.

KEISER I., 1989 – fruits flies their biology, naturel ennemis and control. Volume 3 B. Redited by A. S. Robinson and G. Hooper.

LAUDEHO Y., CANARD M. & LIAROPOULOS C., 1979 – Etude de la phase hypogée de la population de *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae) chute, répartition et davenir des larves migrantes. Ann. Zool.ecol anim., 11 (1) 19 – 30

LAWRENCE P. O., 1981 – Competition and optimal host selection in the parasitic wasp. *Biostrres longicaudatus*. Ann. Entomol. Soc. Ani., 74, 450- 544.

LEBOURDELER J., 1975 - Irrigation de l'olivier. Sém. Oléic. Int. Cordoue (Espagne), pp. 6-17. Legay J. - M., Debouzie D. (1977) - Description et analyse de la réparation des insectes dans une population végétale. Cas du doryphore sur pommes de terre. Bull. Ecol., 8 , 23-34.

LIAPOPOULOS C., CANARD M., LAUDEHO Y., 1977 - Aptitude d'opius concolor (Hym. : braconidae) à parasiter *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. : Trypetidae) à l'intérieur d'olive à différents stades de maturité. Pathol. Végét., 64, 112-125.

LIAPOPOULOS C., LOUSKAS C., CANARD M., LAUDEHO Y., 1979 - Etude de la phase hypogée de la population de *Dacus oleae* Gmel. 2-Distribution et évolution hivernale des pupes dans le sol. Rev. Zool. Agr. Pathol. Végét., 77, 123-132.

LONGO S. BENFATTO D. 1982 - Observations on olive fly (*Dacus oleae* Gmel.) population dynamics in sicily. CEC/IOBC Symposium - Athens, 612-615.

- LOUSKAS C., LIAROPOULOS C., CANARD M., KAUDEHO Y., 1980** - Infestation estivale précoce des olives par *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. : Trypetidae) et rôle limitant du parasite *Eupelmus urozonus* Dalm. (Hym., Eupelmidae) dans une oliveraie grecque. *Z. ang. Ent.*, 90, 473-481.
- LOUSSERT R., BROUSSE G., 1978** - L'olivier. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris. 464 p
- MAILLARD R., 1995** - L'olivier. Institut de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons. Paris, 147p.
- MANCINI M., GIACCO R., 1993** - L'huile d'olive dans la prévention des maladies cardiovasculaires. *Olivariae*, 47, 24-25.
- MANIKAS G., TSIROYANNIS V., 1982** - Biological of *Dacus oleae* in Greece using parasite *Opius concolor* Szep. *Comm. Commun. Europ., INRA, Paris.* : 105-113.
- MANOUKAS A.G., TSIROPOULOS G.J., 1977** - Effect of density upon larval survival and pupal yield of the olive fruit fly. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 70, 414-416.
- MARTELLI G.P., & GALLITELLI D., 1985** - Virosi dell'olivo, *L'Italia Agricola*, 122, 2 : 150 - 156.
- MARTIN H., 1948** - Observations biologique et essais de traitements contre la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Rossi.) dans la province de tarragone (Espagne) de 1946 à 1948. *Mitt. Schweiz - entomol. Ges.*, 21, 361-402.
- MARTIN H., 1952** - Contribution à l'étude de la mouche de l'olive *Dacus oleae* Rossi en Algérie et en Provence. *Mitt Schweiz. Ent. Ges.*, 5, 341-348.
- MARTINEZ J. M., 1975** - Preliminary operations in olive oil technology. Ed FAO (Rome), 6 - 16. *Olivariae* N 54.
- MAYET V., 1898** - Les insectes de l'olivier. Progrès Agric. et Viticole. Montpellier, Maisson Batigne, 22p.
- MEATS A., 1989** - Abiotic mortality factors. Temperatures. In : Fruit flies. Their biology, natural enemies and control. Vol. 3B. Ed. by Robinson and Hooper. Amsterdam, Elsevier, : 229-238.
- MICHELAKIS S. 1990** - Influence des ravageurs et des maladies sur la quantité de l'huile d'olive. *Olivariae*, 30, 38-40.
- MICHELAKIS S., 1992** - L'amélioration de la qualité de l'huile d'olive en Grèce. Passé, présent et avenir. *Olivariae*, 42, 22-30.
- MICHELAKIS S., NEUENSCHWANDER P., 1981** - Etude des déplacements de la population imaginaire de *Dacus oleae* Gmel. (Diptera : Tephritidae) en Crète, Grèce. *Acta Oecol./ Oecol. Appl.*, 2, 127-137.

- MONASTERO S., 1968** - Nouvelle esperimentation à grande échelle de la lutte biologique contre *Dacus oleae* au moyen d'opius siculis Mon. en Sicile. Entomophaga, 13, 251-261.
- MONTIEL A. Y. & MORENO R., 1982** – metodologia utilizada en Espanâ para la realizacion de estidios bio-ecologics sobre las poblaciones naturales del *Dacus oleae* Gmel (Diptera – Tephritidae).resultados provisionales obtindos endos ânos de tropajo. Bol. Serv. Plagas, 8, 42-53.
- MONTIEL A. Y. & MORENO R., 1984** - Etudio Preliminar de la reparticion delataque de *Dacus oleae* Gmel anivel de arbol. Bol. Serv. Playas, 10, 59 – 64.
- MONTIEL A., RAMOS P., JONES O. T., HOWOS P. E. & BARKER., 1982** – interferencias en apareamiento de la mosca del olivo (*Dacus oleae* Gmel)con el principal componente de su fermona sexual. Bol. Serv. Plagas, 8, pp: 193-200.
- MUSTAPHA T.M., AL ZAGHAL K.L+H., 1987** - Frequency of *Dacus oleae* Gmel. immature stages and their parasites in seven olive varieties, in Jordan. Insect. Sci. Appl., 8, 165-169.
- NEUENSCHWANDER P., BIGER F., DELUCCHI V., MECHELAKIS S., 1983** - Natural enemie of primaginal stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Trypetidae) in Western Crete. I-Bionimies and phenologie. Boll. Lab. Ent. Agr., 40, 3-32.
- NEUENSCHWANDER P., MECHELAKIS S., 1979** - Mc Phail trap captures of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Trypetidae) in comparison to the fly density and population composition as assessed by sondage technique in Crete, Greece. Bull. Soc. Ent. Suisse, 52, 343-357.
- NEUENSCHWANDER P., MICHELAKIS S. & KAPATOS E., 1986** – Tephritidae-*Dacus oleae* Gmel. Entomologie oléicole. C.O.I. Madrid 28006 Espagne, pp : 115-159.
- NICOLINI J. C. & TRAVERSI B. A., 1950** – Obsevaciones sobra una nuevra enfermedad de lolivio en la Argentina, informe direction investgationes agricolas, Buenos Aires, 3, 1 – 6.
- O'BRIEN R. D., 1967** – Organophosphates chemistery and inhibitory, activity insecticides actioin and mertabolism.pp 32 – 53. Olivenbäumen in Westkreta, Griechenland. Z. ang. Ent., 92,189-201.
- ORMIÈRES R., PRALAVORIO R., YAMVRIAS C., LAUDÉHO Y., 1977** - Octosporea musceadomesticae Fue (Microsporidia) parasite de *Ceratis capitata* Wies et de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Trypetidae). Biol. Callo-héllèn., 6, 259-270.
- PAGNOL J., 1975** - L'olivier. Ed Aubanel, 95 p.
- PAPARATTI B., 1991** - *Dacus oleae* Gmel. dinamica di popolazione degli adulti, sex ratio e analisi dell'infestazione dell drupe nel triennio 1988-1990 in un olivetto della cultivar « Canini » in provincia di Viterbo. Frustula entomol., 14, 55-69.
- PLAPP F. W. JR., 1970** – On the molecular biology of insecticides resistance. Biochemical toxicology of insecticides. Division of entomology, Calufornia, 94- 720.

- PRICE P. W., 1984** – insect ecology. 2 ème Edition. New York
- PROKOPY R.J., 1977** - stimuli influencing trophic relation in tephritidae. colloq. int. CNRS, Paris, 265, pp. 305-336.
- QUEZEL P. & SANTA S., 1963** - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed du centre national de la recherche scientifique. Paris. Pp 744 – 746.
- RASPI A., 2001** – olivicoltura biologica e difesta dell'usodi entomofagi. Dipt. Coltiv. Difeta sp. legn., univ Pisa, 5p.
- REBOUR H., 1968** – Fruits méditerranéen, autre que les légumes. Ed LA maison rustique, Paris, 65 – 68.
- REGIS S., 1999** – L'olive prend la mouche. Archive, (179). Réussir fruits et légumes. Paris, 2p.
- RIBALDI M., 1959** – Obsevizioni preliminari sopra ungiallume infettivo dell'olivo (*olea europea* L. var. *sativa* Hoff. Et LK). Notiziario sulle Malattie delle Pinate, 47 – 48 , ns. 26 – 27, 178 – 181.
- ROSSELER Y., 1989** – Fruits flies biology, naturel ennemis and control. Volume 3 B. Edited by A. S. Robinson and G. Hooper.
- SELTZER P., 1946** – Le climat d'Algérie. Algérie carbone. 21 p
- SIGWALT B., MICHELAKIS S., ALEXANDRAKIS V., 1977** - L'hivernation de *Dacus oleae* (Gmel) (Dipt., Trypetidae) à l'état de pupes. Ann. Zool. Anim., 9, 287-297.
- STANCIC J., BOUZOUANE R., 1982** - Les insectes ravageurs de l'olivier, importance économique, biologie et lutte. Cours international de l'oléiculture, Alger, 5 p.
- STAVRAKI H.G., 1970** - Contribution à l'inventaire de quelques insectes nuisibles à l'olivier en Grèce. Entomophaga, 15, 225-231.
- STAVRAKI H.G., 1974** - Mortality of immature stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Trypetidae) in two areas in Greece in the period 1969-1972. Z. ang. Ent., 77, 210-217.
- STRAPAZON A., GIROLAMI V. & MASIA, 1984** – Host plant chemical regulating the reproducti behaviour of olive flies. Proceedings of the CEC/FAO/IOBP. International joint meeting. pisa 3-4 April. : 122-125.
- SYLVESTRI F., 1908** - Sugli imenotteri parassiti ectofagi della masca delle olive fino ad ora osservati nell'Italia meridionale, e sulla loro importanza nel combattere la mosca stressa. Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici, 2, 18-82.
- TSIROPOULOS G. J., 1983** – Microflora associated with wild and laboratory reared olive flies (*Dacus oleae* Gmel). Z. aang. Ent., 84, pp: 192-197.

TSITSIPIS J.A., 1982 - Optimization of a holidic diet for the larvae of the olive fruit flies. CEC/IOBC Symposium - Athens, pp. 423-428.

WHARTON R.A., GILSTROP F.E., 1983 - Key to and status of opiine Braconide (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis capitata* and *Dacus S.L.* (Diptera : Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76, 721-742.

WONG T.T.Y., MOCHIZUKI N., NISHIMOTO J.I., 1984 - Seasonal abundance of the Mediterranean Oriental Fruit flies (Dipt., Tryptetidae) in the Kula area of Maui, Hawaii. Environ. Entomol., 13, 140-145.

ZOUIEN N. & EL HADRAMI I., 2001 - Le psyle de l'olivier: Etats des connaissances et perspectives de lutte. *Cahiers d'étude et de recherche francophones. Vol 10(4). pp 225-232. Fausto, 1993*

Fausto, 1993. Les échanges internationaux d'huile d'olive. Olivae N45