



MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Biologie animale

Option : Ecologie et biodiversité des Ecosystèmes Continentaux

Présenté par :

M^{elle} BACHI Karima

THEME

Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes.

Devant le jury :

Soutenu le :

M ^r KELLOUCHE Abdellah	Professeur	U.M.M.T.O	Président.
M ^{me} SADOUDI-ALI AHMED Djamila	Maître de Conférences A	U.M.M.T.O.	Rapporteur.
M ^{me} BOUKHEMZA-ZEMMOURI Nabila	Maître de Conférences A	U.M.M.T.O.	Examinatrice.
M ^{me} HOUCHI-AID Aini	Maître de Conférences B	U.M.M.T.O.	Examinatrice
M ^{me} MOUHAMED SAHNOUNE Aouaouche	Maître de Conférences A	U.M.M.T.O.	Examinatrice

Remerciements

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à M^{me} SADOUDI-ALI-AHMED Djamila, maître de conférences A, à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO, qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

J'exprime ma profonde gratitude à M^r KELLOUCHE Abdellah, professeur à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO, d'avoir accepté la présidence du jury de ce mémoire, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

J'exprime également mes remerciements et ma reconnaissance à M^{me} BOUKHEMZA-ZEMMOURI Nabila, maître de conférences A, à la faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques de l'UMMTO, d'avoir participé à ce jury.

A M^{me} HOUCHI-AID Aini, maître de conférences B, à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO, qu'elle veuille accepter ma reconnaissance et mes sincères remerciements pour avoir bien voulu juger ce travail.

J'exprime également mes remerciements et ma reconnaissance à M^{me} MOHAMED SAHNOUNE Aouaouche, maître de conférences A, à la faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques de l'UMMTO, d'avoir participé à ce jury.

Ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements s'adressent à M^{elle} ALI AHMED Samira maître assistante chargée de cours à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques pour ses aides et ses conseils en statistiques. De même je remercie mon amie MEBREK Samia, pour sa précieuses aide et ses conseils.

J'exprime également ma profonde reconnaissance et mes vif remerciements à tous mes collègues de l'équipe de botanique pour leur aides, leurs conseils, particulièrement M^{me} MANSOUR -BEN AMAR Malika maître assistante chargée de cours à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de m'avoir aidé à identifier le champignon parasite.

Je remercie également les propriétaires des vergers d'études particulièrement Mr CHERIFI, et la famille HAMEG, la famille CHABANE.

Mes remerciements vont également à l'adresse de toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, particulièrement mes parents et mes sœurs.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I. Généralité sur la mouche méditerranéenne des fruits ; <i>Ceratitis capitata</i> Wied., 1824	3
1. Présentation de l'espèce	3
1.1. Position systématique.....	3
1.2. Origine et aire de répartition	3
1.3. Plantes hôtes	7
2. Biologie et cycle de développement de la cératite	7
2.1. Principaux caractères morphologiques.....	8
2.1.1. Œufs	8
2.1.2. Larves	8
2.1.3. Pupes	9
2.1.4. L'adultes.....	10
2.2. Cycle de développement	13
2.2.1. Ponte et incubation	14
2.2.2. Développement larvaire	14
2.2.3. Nymphose.....	14
2.3. Longévité des adultes	15
2.4. Nombre de générations.....	15
3. Facteurs influençant le comportement de la cératite.....	17
3.1. Facteurs climatiques.....	17
3.1.1. Température	17
3.1.2. Humidité relative.....	17
3.1.3. Lumière	17
3.1.4. Vents.....	18
3.2. Facteurs édaphiques	18
3.2.1. Sol.....	18

3.3. Facteurs biotiques.....	18
3.3.1. Hôte	18
3.3.2. Compétition larvaire.....	19
3.3.3. Ennemis naturels	19
4. Dégâts causés par la cératite et moyens de lutte	19
4.1. Dégâts.....	19
4.2. Lutte	21
4.2.1. Au niveau du verger	21
4.2.2. Lutte chimique.....	21
4.2.3. Lutte autocide	21
II. Généralités sur le figuier.....	23
1. Position systématique du figuier	23
2. Origine géographique et botanique	23
3. Caractères botaniques du figuier	24
4. Classification des différentes formes de figuier	24
4.1. Les formes horticoles	24
4.1.1. Fiquier bifères	24
4.1.2. Fiquiers unifères (d'automne)	24
4.2. Les caprifiquiers ou dokkares	25
5. Caractères morphologiques du figuier	25
5.1. Bourgeons.....	25
5.2. Rameaux fructifères	26
5.3. Les feuilles	26
5.4. L'inflorescence et la fleur	28
5.5. Le Fruit.....	30
6. Phénologie	30
6.1. Le figuier femelle	30
6.1.1. Chez les variétés bifères	30

6.1.2. Chez les variétés unifères	30
6.2. Le figuier mâle	31
7. L'importance de la caprification	31
8. La pollinisation chez le figuier	31
9. La parthénocarpie	33
10. Exigences climatiques	33
10.1. Température	33
10.2. Pluviométrie	33
10.3. L'hygrométrie.....	34
10.4. Le vent.....	34
11. Exigences édaphiques	34
11.1. Le sol	34
11.2. L'altitude	34
1.2. L'importance de la culture du figuier.....	34
12.1. Dans le monde	34
12.2. En Algérie	35
12.3. A Tizi-Ouzou.....	35
13. Les variétés cultivées en Algérie.....	35
14. Valeur nutritive et propriétés thérapeutiques	39
15. Maladies et ravageurs du figuier	40
16. Conséquence de la pollution sur le figuier.....	40

Chapitre II : Présentation des zones d'études et des variétés de figuiers étudiées.

1. Présentation des zones des différents vergers d'étude	41
1.1 Verger Avarane	41
1.1.1. Situation géographique.....	41
1.1.2. Les différentes variétés de figuier présentes dans ce verger	41
1.1.3. Entretien du verger	41
1.2. Verger Taadja.....	42

1.2.1 Situation géographique.....	42
1.2.2. Les différentes variétés de figuier présentes dans ce verger	42
1.2.3. Entretien du verger	42
1.3. Verger Chaib	43
1.2.1. Situation géographique.....	43
1.2.2. Les différentes variétés de figuiers présentes dans ce verger.....	43
1.2.3. Entretien du verger	43
2. Caractéristiques climatiques de la région d'études	44
2.1. La région de Tizi-Ouzou	44
2.1.1. Température	44
2.1.2. Humidité relative de l'air	45
2.1.3. Pluviométrie	45
2.2. Au laboratoire.....	46
3. Description des variétés de figues étudiées.....	47
3.1. Azayech.....	47
3.2. Ajenjer.....	48
3.3. Achtoui (variété blanche).....	48
3.4. Avouhvoul.....	49
3.5. Thaghanimth.....	49
3.6. Thaamrounte.....	50
3.7. Thabuharchawth	51
3.8. Zith-elkhadem	51

Chapitre III : Méthodologie

1. Sur le terrain	52
2. Au laboratoire.....	53
2.1. Caractéristiques physiques des différentes variétés de figues.....	53
2.1.1. Poids des figues	53
2.1.2. Longueur des figues	53

2.1.3. Diamètre des figues	53
2.2. Dénombrement des piqures	54
2.3. Récupérations des pupes	54
2.4. Paramètres biologiques de la cératite	55
2.4.1. Durée de pupaison	55
2.4.2. Taux d'émergence	55
2.4.3. Sexe ratio	55
2.4.4. Longévité.....	55
2. Effet insecticide de trois huiles essentielles du citron (<i>Citrus limonum</i>), du pamplemousse (<i>Citrus paradisi</i>), et de l'orange (<i>Citrus sinensis</i>) sur la longévité de la cératite.....	56
3.1. Protocole expérimental	56
3.1.1. Les huiles essentielles	56
3.1.1.1. Huile de Citron	56
3.1.1.2. Huile d'orange douce	56
3.1.1.3. Huile de pamplemousse	57
3.1.2. Test par inhalation	57
4. Traitements des données	59
Chapitre IV : Résultats et discussions	
1. Résultats	61
1.1. Caractéristiques physiques des figues des différentes variétés étudiées	61
1.1.1. Poids des figues	61
1.1.2. Diamètre des figues	62
1.1.3. Longueur des figues	65
1.2. Estimation de l'infestation des figues des différentes variétés étudiées par <i>C. capitata</i>	66
1.2.1. Nombre de piqures par figue	66
1.2.1.1. Selon l'exposition.....	66
1.2.1.1.1. Variété Azayech	66
1.2.1.1.2. Variété Ajenjer	67

1.2.1.1.3. Variété Achtoui	68
1.2.1.1.4. Variété Avouhvoul	68
1.2.1.1.5. Variété Thaghanimth.....	69
1.2.1.1.6. Variété Thaamrounte.....	70
1.2.1.1.7. Variété Thabuharchawth	70
1.2.1.1.8. Variété Zith-elkhadem.....	71
1.2.1.2. Selon les variétés	72
1.2.2. Le taux de figues piquées	73
1.2.2.1. Selon l'exposition.....	73
1.2.2.2. Selon La variété.....	74
1.2.3. Nombre de pupe par figue	76
1.2.3.1. Selon l'exposition.....	76
1.2.3.1.1. Variété Azayech	76
1.2.3.1.2. Variété Ajenjer	77
1.2.3.1.3. Variété Achtoui	77
1.2.3.1.4. Variété Avouhvoul	78
1.2.3.1.5. Variété Thaghanimth.....	79
1.2.3.1.6. Variété Thaamrounte.....	79
1.2.3.1.7. Variété Thabuharchawth	80
1.2.3.1.8. Variété Zithelkhadem	80
1.2.3.2. Selon la variété	81
1.3. Estimation de l'infestation par <i>C. capitata</i> des figues tombée au sol.....	83
1.3.1. Nombre de piqures	85
1.3.2. Comparaison du nombre de piqure par figue tombées au sol et par figue récoltées sur arbre	86
1.3.3. Taux de figues piquées	87
1.3.4. Nombre de pupe par figue tombées au sol	89
1.3.5. Comparaison entre le nombre de pupes par figues tombées au sol et le nombre de pupe par figue récolté sur arbre.....	90

1.4. Estimation de la variété sur quelques paramètres biologique de <i>C. capitata</i>	92
1. 4.1. Durée de pupaison	92
1.4.2. Taux d'émergence	93
1.4.3. Sex-ratio	95
1. 4.4. Longévité.....	96
1.4.4.1. Longévité des femelles	97
1.4.4.2. Longévité des mâles	99
1.4.4.3. Comparaison de la longévité moyenne des mâles et des femelles de <i>C. capitata</i> sur les différentes variétés de figues étudiées.....	100
1.6. Traitement par inhalation	101
1.6.1. Traitement avec l'huile de citron	101
1.6.2. Traitement avec l'huile d'orange	103
1.6.3. Traitement avec l'huile de pamplemousse	105
2. Discussion	107
2.1. Caractéristiques physiques des figues des différentes variétés	107
2.2. Estimation de l'infestation des figues des différentes variétés par <i>C. capitata</i>	107
2.3. Le degré de l'infestation par <i>C. capitata</i> des figues tombées au sol pour les variétés étudiées.....	109
2.4. Influence de la variété de figue sur quelques paramètres biologiques de <i>C. capitata</i>	110
2.5. Effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes de <i>C. capitata</i>	112
Conclusion générale	113

Références bibliographiques

Annexes

Figure 1: Répartition géographique de <i>C. capitata</i> (MADDISSON & BARTLETT, 1999 in LACHIHAB, 2008)	5
Figure 2: Œuf de <i>C. capitata</i> vu à la loupe binoculaire à G : 800 (Originale, 2012).....	8
Figure 3: Larves de <i>C. capitata</i> vues à la loupe binoculaire à G : 400 (Originale, 2012)	9
Figure 4: Puce de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 400 (Originale, 2012).....	9
Figure 5: Femelle de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 400 (Originale, 2012).....	10
Figure 6: Tête de la femelle de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 800 (Originale, 2012).....	11
Figure 7: Oviscapte de la femelle de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 800 (Originale, 2012)	11
Figure 8: Mâle de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 400 (Originale, 2012).....	12
Figure 9: Tête du mâle de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire à G : 800 (Originale, 2012)	12
Figure 10: Cycle biologique de la cératite (Originale, 2012).....	13
Figure 11: Schéma représentant le nombre de générations possibles en Algérie (OUKIL, 1995)	16
Figure 12: Piqûres de la cératite sur la figue de la variété Thavouhvoulthe (Originale, 2011)	20
Figure 13: Piqûres de la cératite sur la figue de la variété Thaamrounthe (Originale, 2011)	20
Figure 14: Organisation d'une pousse (unité de croissance) (VIDAUD, 1997).....	26
Figure 15: Polymorphisme des feuilles chez le figuier (VIDAUD, 1997)	27
Figure 16: Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle (VIDAUD, 1997)	29
Figure 17: cycle biologique simplifié du figuier et son pollinisateur (VIDAUD, 1997).....	32
Figure 18: Plan parcellaire du verger Avarane (Google earth, 2012)	41
Figure 19: Plan parcellaire du verger Taadja (Google Earth, 2012)	42
Figure 20: Plan parcellaire du verger Chaib (Google Earth, 2012)	43
Figure 21: Variations des températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011).....	44

Figure 22: Variations des moyennes mensuelles de l'humidité de l'air (%) de la région de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011).....	45
Figure 23: Moyennes mensuelles des précipitations (mm) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011)	46
Figure 24: variations des températures moyennes au laboratoire durant la période d'étude	47
Figure 25: Figue de la variété Azayech (Originale, 2011).....	47
Figure 26: Figue de la variété Ajenjer (Originale, 2011).....	48
Figure 27: Figue de la variété Achtoui (Originale, 2011).....	48
Figure 28: Figue de la variété Avouhvoul (Originale, 2011).....	49
Figure 29: Figue de la variété Thaghanimth (Originale, 2011)	50
Figure 30: Figue de la variété Thaamrounte (Originale, 2011)	50
Figure 31: Figue de la variété Thabuharchawth (Originale, 2011).....	51
Figure 32: Figue de la variété Zithelkhadem (Originale, 2011).....	52
Figure 33: Dispositif expérimental pour récupérer les pupes de <i>C. capitata</i> (Originale, 2011)	55
Figure 34: Dispositif expérimental pour maintenir en vie les mouches émergentes (Originale, 2011).....	56
Figure 35: Dispositif expérimental du test d'inhalation vis-à-vis des adultes de <i>C. capitata</i> selon les différentes doses des différentes huiles essentielles.....	59
Figure 36: Poids moyen des figues des différentes variétés étudiées	61
Figure 37: Diamètre moyen des figues des différentes variétés étudiées	63
Figure 38: Longueur moyenne des figues des différentes variétés étudiées.....	65
Figure 39: Nombre de pique par figue selon l'exposition de la variété Azayech.....	67
Figure 40: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Ajenjer	40
Figure 41: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Achtoui	68
Figure 42: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Avouhvoul	69
Figure 43: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Thaghanimth.....	69
Figure 44: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Thaamrounte.....	70
Figure 45: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Thabuharchawth ...	71

Figure 46: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition de la variété Zithelkhadem.....	71
Figure 47: Nombre moyen de piqûres par figue selon la variété	72
Figure 48: Taux moyen de figues piquées selon l'exposition.....	74
Figure 49: Taux de figues piquées selon la variété	75
Figure 50: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Azayech.....	76
Figure 51: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Ajenjer	77
Figure 52: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Achtoui	78
Figure 53: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Avouhvoul.....	78
Figure 54 : Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Thaghanimth.....	79
Figure 55: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Thaamrounte.....	79
Figure 56: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Thabuharchwth....	80
Figure 57: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Zithelkhadem.....	80
Figure 58: Nombre de pupes par figue selon la variété	81
Figure 59: Nombre de figues tombées au sol par arbre pour les différentes variétés étudiées	83
Figure 60 : Nombre moyen de piqûres par figue tombées au sol selon la variété	85
Figure 61: Nombre moyen de piqûres par figue tombées au sol et par figue récoltées sur arbre selon la variété.....	87
Figure 62: Taux moyen de figues piquées ramassées au sol selon la variété.....	88
Figure 63: Nombre moyen de pupes par figue pour les figues tombées au sol selon les variétés	89
Figure 64: Comparaison du nombre de pupes par figue tombées au sol au nombre de pupes par figue récoltées sur arbre selon la variété	91
Figure 65: Durée moyenne de pupaison des pupes récupérées de différentes variétés étudiées	92
Figure 66: Taux moyen d'émergence des pupes issues de différentes variétés de figues	93
Figure 67: Pupes de <i>Ceratitis capitata</i> parasitées par des moisissures vertes (<i>Aspergillus flavus</i>) observées sous la loupe binoculaire au GX100 (Originale, 2011).....	94
Figure 68: Observation de <i>Aspergillus flavus</i> au microscope optique G : 400X (Originale, 2011)	95

Figure 69: Sex-ratio moyen des adultes de la cératite issues des pupes de différentes variétés de figes	96
Figure 70: Longévité minimale et maximale des adultes de <i>C. capitata</i> issus des différentes variétés de figes.....	97
Figure 71: Longévité moyenne des femelles de <i>C. capitata</i> issus des différentes variétés de figes étudiées	98
Figure 72: Longévité moyenne des mâles de <i>C. capitata</i> issus des différentes variétés de figes étudiées	99
Figure 73: Longévité moyenne des mâles et des femelles selon les variétés de figes étudiées	101
Figure 74: Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle de citron	102
Figure 75: Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle d'orange	103
Figure 76: Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle de pamplemousse.....	105

Tableau 1: Dates d'apparition et de répartition de <i>C. capitata</i> dans le monde (HARRIS, 1984 in ALI AHMED -SADOUDI, 2007).....	6
Tableau 2: Production de figuier et période de reproduction.....	25
Tableau 3: Appellations locales des variétés de figues recensées en Kabylie et Sétif (MAURI, 1939).....	37
Tableau 4: valeur nutritive pour 100g de figue fraîche.....	39
Tableau 5: Nombre de figues échantillonnées dans les vergers dans lesquels nous avons effectué chaque prélèvement.....	53
Tableau 6: Dates d'échantillonnage des différentes variétés de figuier dans les divers vergers.....	53
Tableau 7: Résultats de l'analyse de la variance pour le poids des figues selon la variété	61
Tableau 8: Résultat du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le facteur poids des figues selon la variété.....	62
Tableau 9: Résultats de l'analyse de la variance pour le diamètre des figues selon la variété.....	63
Tableau 10: Résultat du test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le diamètre des figues selon la variété.....	64
Tableau 11: Résultats de l'analyse de la variance pour la longueur moyenne des figues selon la variété.....	65
Tableau 12: Résultats du NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour la longueur moyenne des figues selon la variété.....	66
Tableau 13 : résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pique par figue selon l'exposition.....	72
Tableau 14: Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de piques par figue selon la variété.....	73
Tableau 15: Résultats du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le nombre moyen de piques par figue selon la variété.....	73
Tableau 16: Résultats de l'analyse de la variance pour le taux de figues piquées selon l'exposition.....	74
Tableau 17: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour le taux de figues piquées selon la variété.....	75
Tableau 18: Résultats du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le taux de figues piquées selon la variété.....	76

Tableau 19: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour le nombre de pupes par figue selon l'exposition	81
Tableau 20: Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par figue selon la variété.....	82
Tableau 21: Résultats du test NEWMAN & KEULS pour le facteur nombre de pupes selon la variété	82
Tableau 22: résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de figes tombées au sol par arbre selon la variété.....	84
Tableau 23: Résultat du test de NEWMAN & KEULS pour le nombre moyen de figes tombées au sol par arbre selon la variété.....	84
Tableau 24: Résultats de l'analyse de la variance 5% pour le nombre moyen de piqures selon la variété	85
Tableau 25: résultats du test de NEWMAN & KEULS au seuil de 5% pour le nombre de piqûres par figue tombées au sol selon la variété.....	86
Tableau 26: résultats de l'analyse de la variance pour le taux de figes piquées tombées au sol selon la variété	88
Tableau 27: Résultats Du test de NEWMAN & KEULS pour le taux de figes piquées selon la variété	89
Tableau 28: Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par figue tombées au sol selon la variété	90
Tableau 29: Résultats du test de NEWMAN KEULS pour le nombre de pupes par figue tombées au sol selon la variété	90
Tableau 30: résultats de l'analyse de la variance pour la durée de pupaison selon la variété de figue.....	92
Tableau 31: Résultats du test de Scheffé au seuil 0,05 pour le taux d'émergence selon la variété	93
Tableau 32: Résultats de l'analyse de la variance pour la longévité moyenne des femelles selon la variété de figue.....	98
Tableau 33: Résultat du test NEWMAN & KEULS pour la longévité moyenne des femelles de la cératite selon la variété	99
Tableau 34: Résultats de l'analyse de la variance pour la longévité moyenne des mâles selon la variété	100
Tableau 35: Résultat du test de NEWMAN & KEULS pour la longévité moyenne des mâles selon la variété.....	100

Tableau 36: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez <i>C.capitata</i> avec l'huile de citron par inhalation en fonction des facteurs temps et dose.....	102
Tableau 37: Résultats du Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps.	103
Tableau 38: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez <i>C.capitata</i> avec l'huile d'orange douce par inhalation en fonction des facteurs temps et dose	104
Tableau 39: Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps	104
Tableau 40: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez <i>C.capitata</i> avec l'huile de pamplemousse par inhalation en fonction des facteurs temps et dose	106
Tableau 41: Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps	106

Introduction générale

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Ce grand pays, de par sa position géographique et ses diverses conditions pédoclimatiques, a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières et de produire des fruits frais tout au long de l'année.

De tous les insectes ravageurs menaçant l'arboriculture fruitières, la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Weideman, 1824) (Diptera :Trypetidae), est considérée comme l'une des espèces les plus nuisibles dans les pays méditerranéens.

Signalée pour la première fois en Algérie en 1858 (BODENHEIMER, 1951), cet insecte a trouvé dans les régions littorales et les oasis des conditions climatiques et une diversification des espèces fruitières favorables à son extension.

C. capitata est un insecte très polyphage qui possède une faculté d'adaptation et un potentiel biotique élevé et présente une capacité remarquable de sélectionner les fruits hôtes (HENDRICHS, 1990). Selon LIQUIDO et al. (1991 in OUKIL, 1995), ce ravageur s'attaque à plus de 353 espèces cultivées qui présentent un intérêt économique considérable.

Les dégâts provoqués sont de deux sortes : d'une part, nous avons les dommages provoqués par les piqûres des femelles causées par les tentatives de pontes qui donnent ainsi aux fruits un mauvais aspect extérieur. D'autre part, nous retenons les dommages provoqués par les larves qui entraînent la pourriture des fruits et ouvrent le chemin pour les moisissures (CAYOL et al, 1994). Ainsi, la cératite constitue le principal obstacle à la production et à l'exportation des fruits en Algérie (OUKIL et al., 2002).

Pour limiter les dégâts occasionnés par ce ravageur, plusieurs procédés de lutte sont préconisés. Cependant la lutte reste essentiellement chimique malgré les inconvénients sur les équilibres biologiques et sur l'insecte lui-même qui développe des phénomènes de résistance. Parmi les traitements recommandés figurent le diméthoate, le fenthion, le malathion et le phosphamidon (LEKCHIRI, 1982).

Ces dernières années, les efforts des chercheurs se sont focalisés en vue de trouver le moyen de lutte le plus efficace pour pallier à la lutte chimique. La lutte autocide, par lâcher de mâles stériles, a été appliquée avec succès notamment au sud du Mexique où elle a permis de réduire les populations de cette mouche (RIBA et SILVY, 1989).

Parmi les moyens de lutte développés contre la cératite, les pratiques culturales tel que le choix de variétés résistantes et l'élimination de plantes hôtes de moindre importance peuvent s'avérer très efficace dans la réduction des populations de ce prédateur (BALACHOWSKY et MESNIL, 1953). De même, le choix de l'implantation des vergers sur des sols appropriés est important dans la réduction des populations de la cératite car la nature et la composition chimique du sol ont une grande importance dans le développement des diptères qui font partie de la faune endogène (SEGUY, 1950).

En Algérie de nombreux travaux de recherches ont été réalisés en vue de maîtriser la bioécologie de la cératite et de rechercher des moyens de lutte autres que la lutte chimique. Parmi ces travaux nous retenons ceux de DRIDI (1990), MAZOUZI (1992), OUKIL (1995),

ABDELLI (1996), ALI-AHMED-SADOUDI (2007), ALI AHMED SADOUDI *et al.* (2007), METNA (2009), BOUDJELIDA et SOLTANI (2011) et SADOUDI ALI AHMED *et al.* (2012).

Notre étude s'inscrit dans la recherche de moyens de lutte cultureux et biologiques capables de réduire les populations de la cératite et consisterait, d'une part, à rechercher parmi les variétés de figuiers de notre région, celles qui résistent à l'infestation par la cératite et d'autre part, évaluer l'activité insecticide de trois huiles essentielles d'agrumes (l'huile de citron, l'huile de pamplemousse et l'huile d'orange douce) sur la longévité des adultes de *C. capitata*. Il s'agit là d'une démarche écologique et prometteuse dénommée « phytothérapie » qui consiste en l'utilisation d'extrait d'origine végétale dans la lutte alternative contre les insectes ravageurs des fruits et denrées stockées.

Notre mémoire est scindé en quatre chapitres. Après l'introduction générale, nous donnons la synthèse bibliographique sur la cératite et la plante hôte *Ficus carica L.* dans le premier chapitre. Le deuxième chapitre consiste en la description des différents vergers expérimentaux ainsi que les différentes variétés de figues étudiées. Le troisième chapitre présente les différentes méthodes adoptées pour déterminer le taux d'infestation des figues estimé par le nombre de piques et de pupes, les différents paramètres biologiques de *C. capitata* en fonction de la variété et l'effet des huiles essentielles d'agrumes sur la longévité des adultes.

Les résultats obtenus seront présentés et discutés dans le quatrième chapitre qui sera suivi par une conclusion générale.

Chapitre I
Synthèse
bibliographique

I. Généralité sur la mouche méditerranéenne des fruits ; *Ceratitis capitata* Wied., 1824

1. Présentation de l'espèce

1.1. Position systématique

Ceratitis capitata est une espèce qui a été décrite sous plusieurs noms depuis le 19^{ème} siècle (DRIDI, 1990 ; FELLAH, 1996).

Elle porta le nom de *Trypeta capitata* en 1824 par Wiedmann , *Petalophora capitata* (MACEPI,1825), *Ceratitis flexuoso* (WALK,1856) et *Paradalapsi asparagi* (BEZZI,1924).

D'après BALACHOWSKY et MESNIL (1935), le nom qui a été retenu est *Ceratitis capitata* Wiedmann 1829.

Selon HENDEL (1927), CONSTONTINO (1950), SEGUY (1934) et DYCK et *al.* (2005), *Ceratitis capitata* est positionnée comme suit dans la systématique :

Règne : Animal
Embranchement : Arthropoda
Classe : Insecta
Ordre : Diptera
Sous ordre : Brachycera
Division : Cyclorrhapha
Groupe : Schizophora
Super famille : Trypetidea
Famille : Tephritidae ou Trypetidae
Genre : *Ceratitis*
Espèce : *Ceratitis capitata* Wiedemann

1.2. Origine et aire de répartition

La mouche méditerranéenne des fruits est le plus important ravageur des fruits dans le monde entier (BOUDJELIDA & SOLTANI, 2011). Elle est originaire du nord de l'Afrique occidentale spécialement le Maroc. Son foyer d'origine serait constitué par les peuplements d'arganier, *Argania spinosa* (Sapotacae), qui serait probablement son hôte primitif (BALACHOWSKI & MESNIL, 1953).

C'est une espèce très polyphage qui s'est établie dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du monde (SHEPPARD *et al.*, 1992). GASPERI *et al.* (1991) trouvent que la population qui présente le plus de polymorphisme est celle du Kenya. De ce constat, ils considèrent que cette espèce est originaire de ce pays.

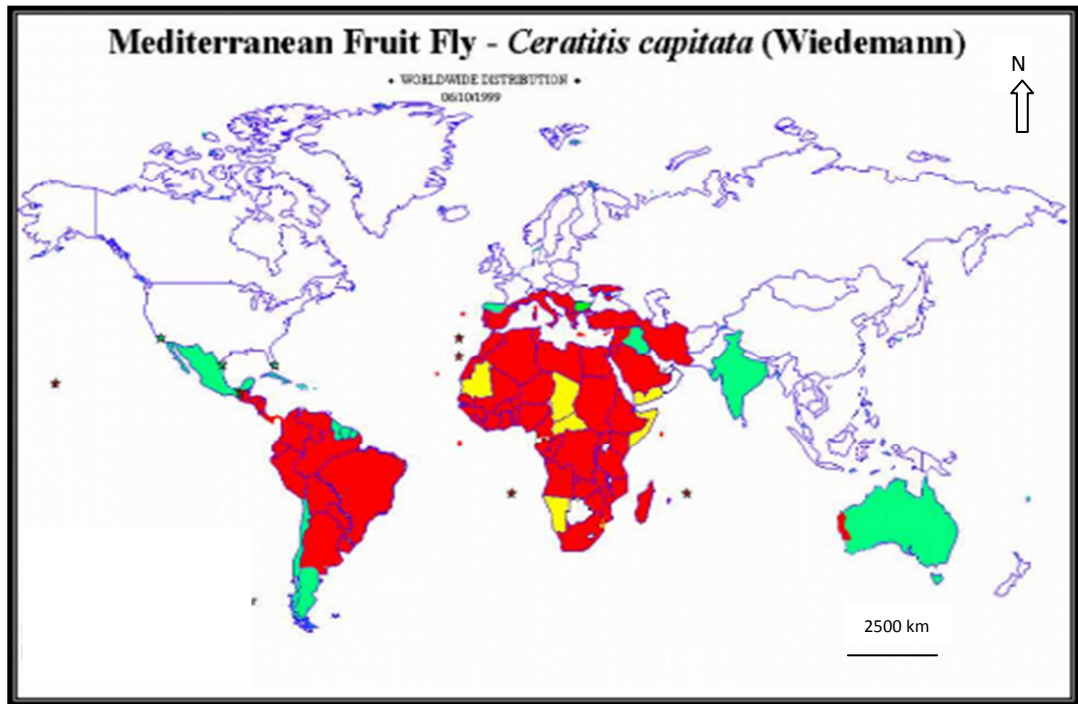
Des études récentes sur ses plantes hôtes et parasitoïdes, ainsi que l'analyse des microsatellites ont permis de confirmer qu'elle serait originaire d'Afrique du Sud-est (BONIZZONI *et al.*, 2000 ; DE MEYER *et al.*, 2004).

La cératite est une espèce cosmopolite (BALACHOWSKY et MESNIL, 1935). Sa propagation à travers le monde s'est faite à partir de 1824, date où elle a été introduite pour la première fois en Malaisie par WIEDEMANN (HARRIS, 1984). CAYOL *et al.* (2002) ont rapporté qu'elle a réussi à se disperser à travers les cinq continents en moins de 150 ans (figure1, Tableau1).

Cette large dispersion est due à la rapidité des transports ainsi qu'à l'augmentation des échanges internationaux des produits agricoles, ainsi qu'à sa grande capacité d'adaptation aux différents types de climat grâce à sa variabilité génétique (DELRIO, 1985 ; NUNEZ, 1987).

En Afrique du nord, la cératite existe dans tout le littoral et le sublittoral depuis la Tunisie jusqu'au Maroc (BALACHOWSKI & MESNIL, 1935). Elle abonde surtout dans le bassin méditerranéen (BOVEY *et al.*, 1948). Sa présence en Algérie remonte à 1898 pour BOVEY *et al.* (1948) et à 1859 pour BODENHEIMER (1951).

Les pays européens tel que l'Espagne, l'Italie et la France n'ont pas échappé à l'invasion par ce diptère (PIGUET, 1960). Les régions d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud connaissent aussi une forte présence de ce diptère. De même qu'en Amérique du Nord où il a pu être éradiquée par la lutte autocide (NUNEZ, 1987). En Australie la mouche méditerranéenne des fruits a été introduite accidentellement à Hawaï vers 1907 (VARGAS *et al.*, 1983).



- Aucune étude n'a été faite
- Absence justifié par étude
- Présence de la cératite
- Absence de la cératite

Figure1 : Répartition géographique de *C. capitata* (MADDISSON & BARTLETT, 1999 in LACHIHAB, 2008)

Tableau 1: Dates d'apparition et de répartition de *C. capitata* dans le monde

(HARRIS, 1984 in ALI AHMED -SADOUDI, 2007)

Contrées ou continents	Pays	Année d'apparition
Afrique	Algérie	1858
	Tunisie	1885
	Afrique du sud	1889
	Egypte	1904
Europe	Espagne	1842
	Italie	1863
	Sicile	1878
	France	1900
	Turquie	1904
Proche Orient	Liban	1904
	Palestine	1904
Pacifique	Australie	1898
	Tasmanie	1900
Amérique du sud	Brésil	1901
	Argentine	1905
	Paraguay	1955
	Pérou	1956
	Chili	1963
Amérique centrale	Costa Rica	1955
	Nicaragua	1961
	Panama	1963
	Salvador	1975
	Guatemala	1975
	Equateur	1976
	Mexique	1977
Amérique du Nord	Hawaii	1910
	Floride	1929
	Texas	1966
	Californie	1975

1.3. Plantes hôtes

Selon DELASSUS et *al.* (1931), les Citrus ne sont pas les seules plantes attaquées par la cératite en Algérie. C'est un ravageur clé des agrumes et des fruits à noyau (MAZOUZI, 1992).

Les larves de la cératite sont observées sur une gamme très étendue de fruits non apparentés. Nous citons les pêches (*Prunus persica*), les abricots (*Prunus americana*), les plaquemines (*Diospiros kaki*), les prunes (*Prunus domestica*), les poires (*Pyrus communis*), les figues (*Ficus carica*), et également des cultures maraichères, le caféier etc.

La connaissance des plantes hôtes aide souvent à prévoir celles pouvant être infestées dans le cas d'un pays nouvellement attaqué (WEEMS, 1981). Selon A.I.E.A (1990), bien que la mouche méditerranéenne des fruits ait été associée à des degrés divers à plus de 350 espèces végétales seules les espèces hôtes (c'est-à-dire permettant la reproduction de l'insecte) devront figurer dans la listes des espèces devant faire l'objet d'une réglementation (environ 75 espèces) (annexe 14).

2. Biologie et cycle de développement de la cératite.

La biologie de la cératite a fait l'objet de très nombreuses études parmi les principales nous citons celles de SILVESTRI (1913), celle de CONSTANTINO en 1930 (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935), celle de BACK & PEMBERTON en 1918 aux îles Hawaii ainsi que les recherches de BODENHEIMER en 1951.

En outre nous signalons parmi les études les plus récentes celles de WEEMS (1981), DELRIO (1985) et CAREY (1992).

Les œufs de *C. capitata* sont pondus sous la peau du fruit, ils éclosent en 2 à 4 jours (jusqu'à 16 à 18 jours par temps frais) et les larves se nourrissent pendant 6 à 11 jours supplémentaire à une température comprise entre 13 et 28° C.

La nymphose se déroule dans la terre sous la plante hôte et les adultes qui émergent des pupes sortent au bout de 6 à 11 jours à une température comprise entre 24 et 26° C, plus longtemps par temps frais bouclant ainsi le cycle biologique (figure 10).

Dans la nature, *C. capitata* ne survit pas aux températures hivernales négatives, sa dénomination « mouche méditerranéenne » est appropriée aux caractéristiques climatiques des pays méditerranéens (coïncidant pratiquement avec la zone d'agrumiculture) (WORMER, 1988). Ce dernier a utilisé un système de concordance climatique pour estimer les zones d'établissement potentiel de *C. capitata* en Nouvelle Zélande.

2.1. Principaux caractères morphologiques

2.1.1. Les œufs

Les œufs sont de couleur blanche, nacré et brillante (Figure 2). Ils sont de forme allongée et légèrement arquée au milieu et de diamètre de 0,15 mm environ sur 1mm de longueur (OUKIL, 1995). Ils sont groupés lors de la ponte sous l'épiderme des fruits à une profondeur de 2 à 5 mm (LICHON et *al.*, 2001 ; FILIPPI, 2003).

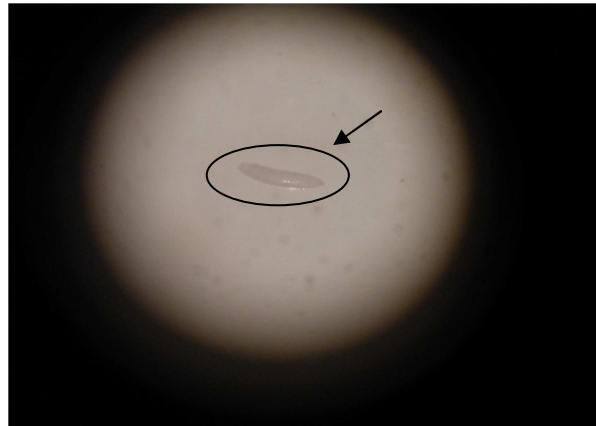


Figure 2 : Œuf de *C. capitata* vu à la loupe binoculaire (G X 800)
(Originale, 2012).

2.1.2. Les larves

La larve du 1^{er} stade est transparente et mesure environ 1mm. À ce stade le squelette céphalo-pharyngien n'est pas mélanisé.

Au deuxième stade, les individus deviennent partiellement transparents et présentent la couleur de l'aliment ingéré (Figure3). Leur taille est variable et la base des crochets buccaux est mélanisée (WEEMS, 1981).

Lorsque le développement est achevé, la larve atteint 7 à 9 mm (LICHON et *al.*, 2001). Ceci dépend de la quantité et de la qualité de la nourriture ingérée et à ce stade les crochets buccaux sont totalement pigmentés. Les nutriments dont les larves se nourrissent sont les glucides, les protéines et l'eau et sont tiré du milieu dont lequel elles se développent, c'est à dire la pulpe du fruit (DUYCK, 2005).

Le dernier stade se distingue, aussi des autres, par son comportement. La larve se livre à une série de petits sauts qu'elle exécute et quitte ainsi le fruit hôte (DRIDI, 1993).

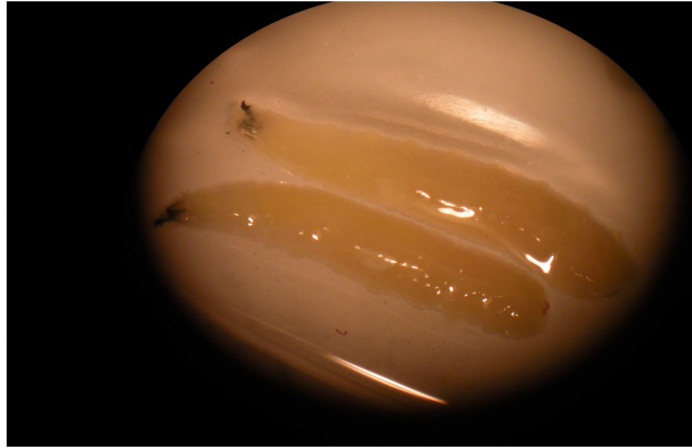


Figure 3 : Larves de *C. capitata* vues à la loupe binoculaire (G X 400)

(Originale, 2012).

2.1.3. Les pupes

Elles ont la forme d'un petit tonnelet lisse, résistant et mesurent 4 à 4,5 mm de longueur et 2 mm de diamètre (ORTS et GIRAUD, 2006). La couleur est claire pour les jeunes pupes et brune foncée pour les pupes âgées (Figure 4) (BODENHEIMER, 1951 ; WEEMS, 1981 ; HEPPNER, 1985).



Figure 4 : Pupe de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G X 400) (Originale, 2012)

2.1.4. L'adultes

C'est une mouche qui mesure entre 4 et 5 mm de long (DUYCK, 2000). Sa tête est assez grosse, jaune, avec une bande brune claire entre les deux yeux à reflet vert émeraude. Le thorax est noir à pruinosités dessinant des bandes argentées ou grises. Les ailes, présentent des colorations typiques en bandes et des taches noires, ce différencie de n'importe quelle autre espèce des mouches des fruits (WEEMS, 1981 ; VAYSSIERS et *al.*, 2008). L'abdomen, est fortement élargi, de couleur jaune orangée et rayé transversalement de deux bandes d'un blanc grisâtre (GALET, 1982).

Le mâle et la femelle sont facilement distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques (Figures 5, 6,7, 8,9) ; le mâle porte deux soies orbitales noires aplaties en lamelles à l'apex qui permettent de les différencier aisément des femelles (FERON, 1962 ; WHITE & ELSON-HARRIS, 1992).

La femelle se différencie du mâle par un long effilement de l'abdomen appelé oviscapte (tarière) qui se dévagine pendant la ponte ou l'accouplement et permet à la femelle d'inoculer ses œufs sous la peau des fruits (DUYCK, 2005).

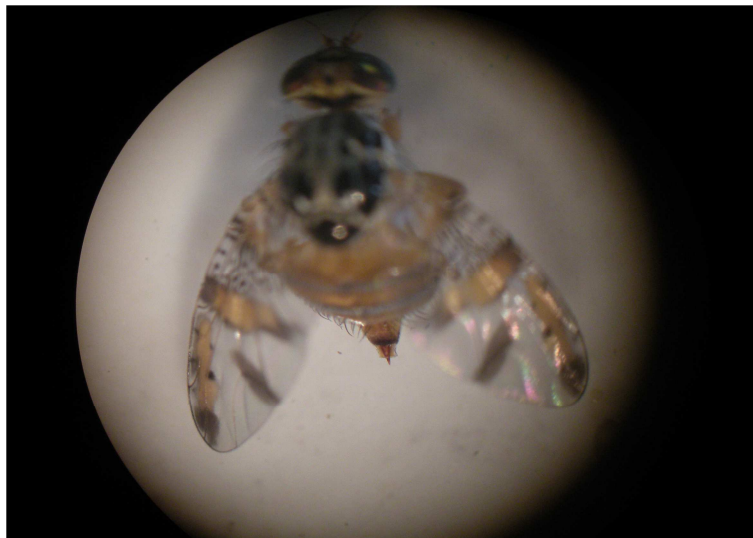


Figure 5: Femelle de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (GX400) (Originale, 2012).

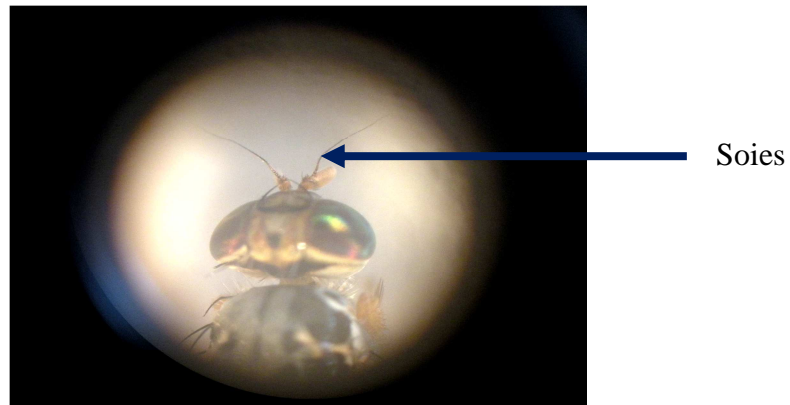


Figure 6 : Tête de la femelle de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G X 800)
(Originale, 2012).

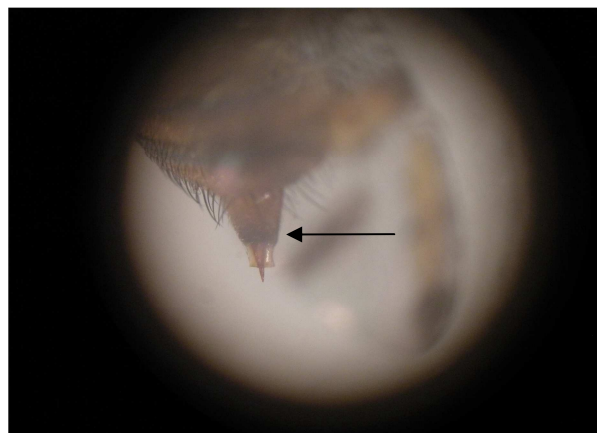


Figure 7 : Oviscapte de la femelle de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G X 800)
(Originale, 2012).

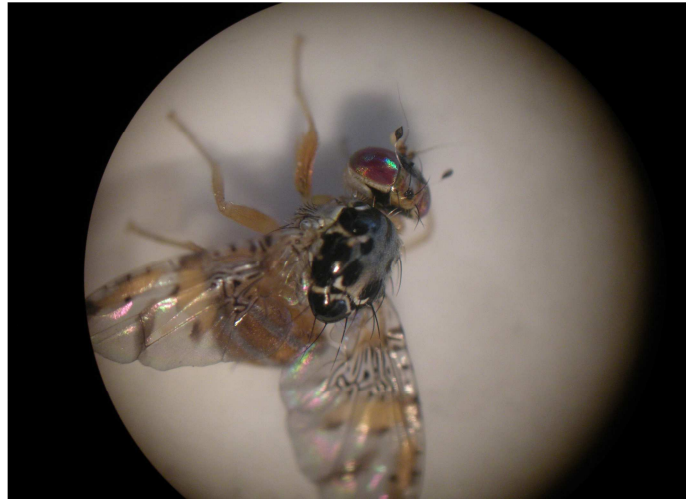


Figure 8 : Mâle de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G X 400)

(Originale, 2012).



Figure 9 : Tête du mâle de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G X 800)

(Originale, 2012).

2.2 Cycle de développement

Le cycle typique d'une mouche méditerranéenne des fruits peut être résumé comme suit (Figure 10) (DELLASSUS et *al.*, 1931 ; SPROUL, 1983).

:

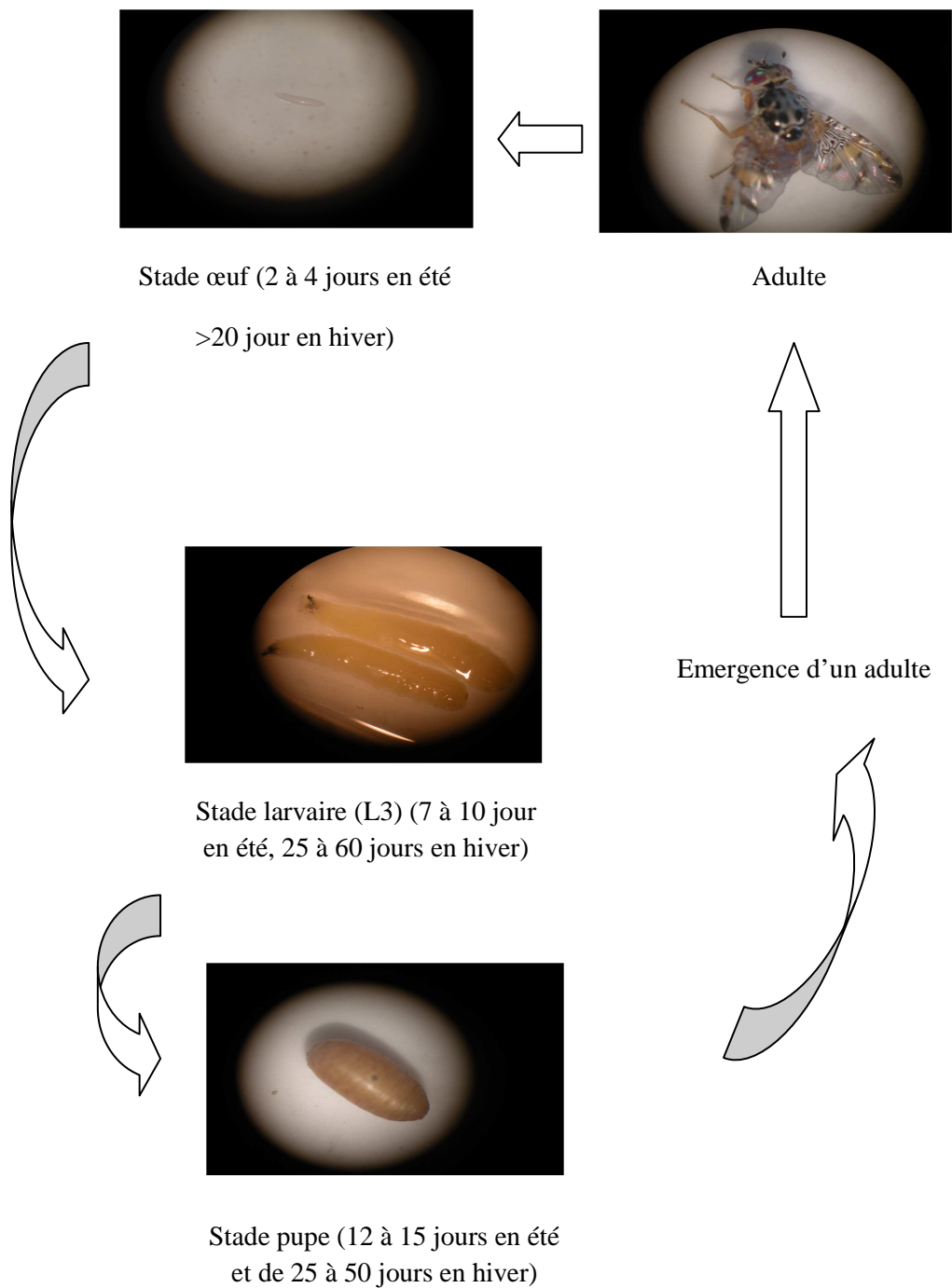


Figure 10 : Cycle biologique de la cératite (Originale, 2012).

2.2.1. Ponte et incubation

Les adultes récemment émergés se nourrissent de substances sucrées présentes sur les arbres fruitiers. Ces adultes ne sont pas sexuellement mûrs. Les mâles montrent souvent l'activité sexuelle 4 jours après l'émergence. La plupart des femelles montrent leurs maturités sexuelle 6 à 8 jours après leur émergence (DIEZ, 2007).

Les mâles se rassemblent en groupes (leks) sur les plantes, où ils émettent ensemble une phéromone sexuelle attirant les femelles. L'accouplement peut avoir lieu à tout moment pendant le jour. Peu après l'accouplement, débute la ponte, qui est fortement influencée par l'intensité lumineuse et a lieu de préférence dans des zones ambragées (QUILICI, 1999).

Les femelles déposent leurs œufs par petits paquets directement dans la pulpe du fruit. C'est le cas des pêches et des poires par exemple ou dans l'épaisseur de la peau des agrumes (PRALORAN, 1971). Parfois la femelle profite d'une blessure de l'épiderme ou du trou de ponte d'une autre femelles pour y déposer ses œufs.

La fécondité totale d'une femelle est de 300 à 400 œufs ; elle peut atteindre 800 à 1000 œufs lorsque les conditions sont très favorables (BODENHEIMER, 1951 ; WEEMS, 1981 ; DRIDI, 1995). La durée d'incubation est de 2 à 4 jours en été et plus de 20 jours en hiver (DELASSUS et *al.*, 1931).

2.2.2. Développement larvaire

Après l'éclosion des œufs, les larves se nourrissent de la pulpe du fruit. Au début, l'attaque se manifeste extérieurement par une tâche de décoloration qui s'agrandit au fur et à mesure de la croissance des larves, puis noircit ou se tuméfie (DELLASSUS et *al.*, 1931 ; SPROUL, 1983).

La durée du développement larvaire qui comprend trois stades est très variable selon les espèces fruitières hôtes et les conditions climatiques. Elle est pour SPROUL (1983) de 7 à 10 jours en été et de 25 à 60 jours en hiver.

2.2.3. La nymphose

En fin de développement, les larves du 3^{ème} stade quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer dans le sol et s'y nymphosent. Cette transformation ne dure que quelques heures (DUYCK, 2005). La durée de pupaison est de 12 à 15 jours en été et de 25 à 50 jours en hiver (SPROUL, 1983). De cette pupa, émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau. La durée du cycle varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver (DELRIO, 1985).

2.3. Longévité des adultes

La longévité des adultes de la cératite peut être très importante (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935). En absence de nourriture, les adultes meurent 2 ou 4 jours après l'émergence. Habituellement 50% des mouches meurent pendant les premiers mois qui suivent l'émergence, quelques adultes peuvent vivre jusqu'à une année ou plus, lorsque la nourriture est disponible et les conditions climatiques sont favorables (WEEMS, 1981)

2.4. Nombre de générations

Le nombre de générations de *C. capitata* varie d'une année à une autre et d'une région à une autre en fonction des conditions climatiques locales, particulièrement la température mais également des espèces fruitières sur lesquelles ont lieu les pontes (KHOURY, 1998 ; RAMADE, 2003).

Dans le bassin méditerranéen, six à huit générations se succèdent dans l'année (GEOFFRION, 2003). Selon RAMADE (2003), plus de 10 générations par an peuvent être comptées en Afrique occidentale. Selon les années, seulement une à deux et exceptionnellement trois générations sont observées dans le Sud de la France, qui constitue la limite septentrionale de l'aire de répartition de la cératite.

OUKIL (1995) a résumé le nombre de générations possibles en Algérie comme suit (Figure 11) :

- La première génération qui a lieu en Mars- Avril ne se trouve que sur les oranges tardives ;
- La deuxième génération est composée d'individus peu nombreux et passe presque inaperçue au cours du mois de Mai ;
- La troisième génération apparaît en Juillet où l'on assiste à des pertes sur des fruits à noyaux (pêches, abricot, prune) ;
- La quatrième génération s'étale de la fin Août jusqu'au début du mois de Septembre ;
- Les deux dernières générations se développent sur les agrumes.

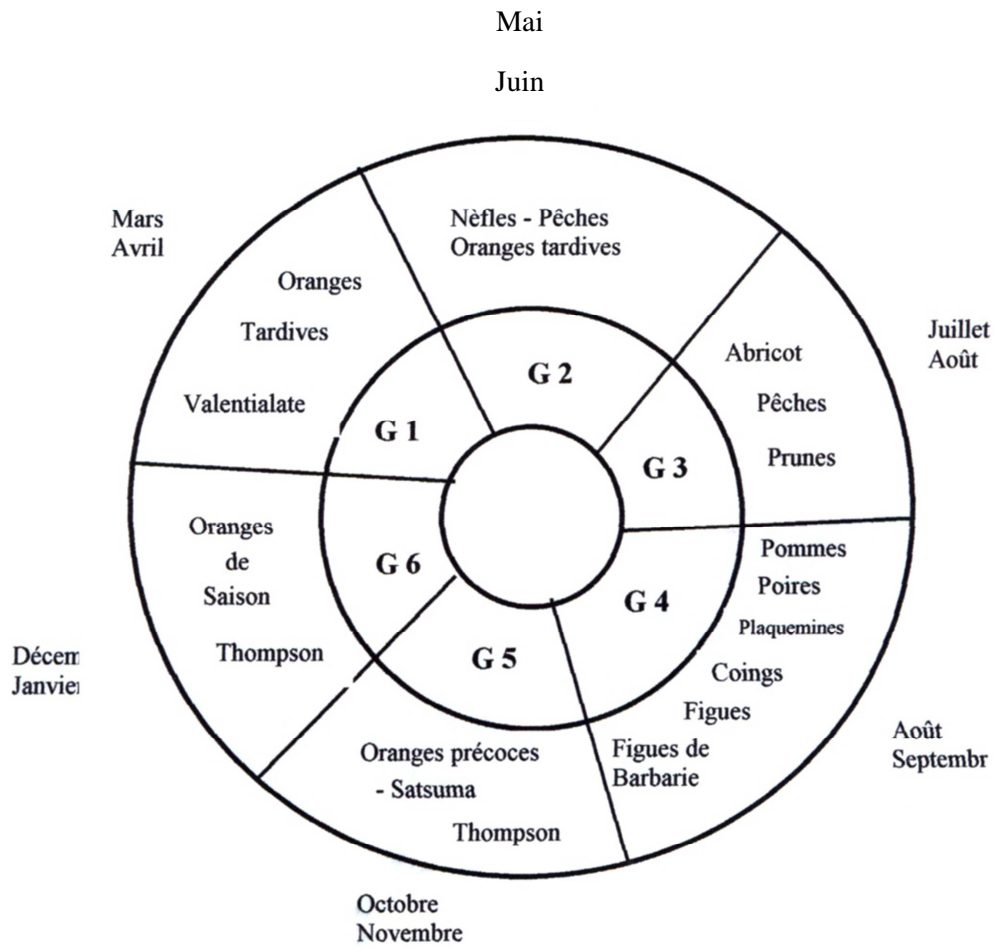


Figure 11 : Schéma représentant le nombre de générations possibles en Algérie (OUKIL, 1995).

3 .Facteurs influençant le comportement de la cératite

3.1. Facteurs climatiques

3.1.1. Température

D'après les travaux de BODENHEIMER (1951), SHOUKRY & HAFEZ (1979) ainsi que ceux de DELRIO (1985) et NUNEZ (1987), la température agit sur toutes les fonctions vitales de la cératite. La maturité sexuelle et la durée d'oviposition sont plus longues pour les températures allant de 17 à 24°C et sensiblement plus courtes pour des températures de 26 à 30°C. La fécondité journalière est augmentée en jours ensoleillés et les œufs deviennent infertiles à des températures minimales de 4 à 7°C et il en est de même pour les fortes températures de l'ordre de 35°C.

Le nombre de générations s'élève dans les régions chaudes et les adultes ne supportent pas les fortes températures qui dépassent 45° C ainsi que les basses températures (inferieures à 10° C), surtout si elles sont accompagnées de pluie.

Cependant, les pupes se montrent plus résistantes aux variations thermiques ; elles survivent à des intervalles allant de - 6 à 45° C (DELRIO, 1985). L'intervalle thermique pour les différents stades (œufs, larves, pupes et adultes) se situe entre 10 et 35°C. L'optimum est situé entre 23 et 37°C (NUNEZ, 1987 ; DRIDI, 1995).

3.1.2. Humidité relative

La pluie rend la cératite inactive (ALI-AHMED-SADOUDI, 2007). Par contre le manque d'humidité et l'air sec gênent les adultes de la cératite et les obligent à se déplacer à la recherche d'eau et d'humidité (NUNEZ, 1987). L'humidité relative de l'air exigée pour le développement de *C. capitata* se situe entre 60 et 70% (FERON, 1957 ; ALBAJES & SANTIAGO ALVAREZ, 1980 a).

3.1.3. Lumière

La lumière agit par son intensité et sa photopériode. L'accouplement et l'alimentation des adultes se déroulent le jour, dès les premières heures, puis diminuent jusqu'à s'annuler à la fin de l'après midi (BODENHEIMER, 1951).

En lumière naturelle, l'activité sexuelle se manifeste dès le début du jour puis diminue pour s'annuler avant la baisse de l'intensité lumineuse (CAUSSE & FERON, 1967). Selon NUNEZ, (1987 in ALI-AHMED-SADOUDI, 2007) l'idéal du rapport lumière/obscurité pour les différents stades de développement est de 12/12

Selon FERON (1957), les parties du fruit les moins exposées à la lumière présentent plus de piqures et de pontes.

3.1.4. Vents

Le vent est un facteur important de dispersion et de migration des insectes. Les vents forts peuvent emporter les mouches jusqu'à 72 km de leur gîte larvaire et même au-delà (SEGUY, 1950). Selon SORIA (1963), la rapidité de la dispersion de la cératite peut atteindre 464 m en 24 heures. Cependant, les vent trop forts ou trop chauds, cas des siroccos, gênent l'activité des adultes et provoquent une forte mortalité (DELANOUE, 1951).

3.2. Facteurs édaphiques

3.2.1. Sol

Dans un sol à texture fine, la pénétration de la larve est difficile et parfois les pupes se forment en surface. Par contre, en sol à texture grossière, la pénétration est rapide et profonde (DELANOUE & SORIA, 1954). Un sol excessivement humide a une influence défavorable sur la survie des larves (BODENHEIMER, 1951 ; PIGUET, 1960).

ALI AHMED-SADOUDI et *al.* (2007), ont démontré que la texture du sol et sa profondeur affectent différemment le taux d'émergence des adultes de la cératite et la durée de pupaison. De même selon METNA (2009), la texture du sol agit de façon significative sur le taux d'émergence des adultes de la cératite. Ainsi la texture limoneuse donne le taux d'émergence le plus important contrairement à la texture limono - argileuse, limono-argilo-sableuse et limono-sableuse. Par ailleurs la profondeur d'enfouissement des pupes dans le sol affecte différemment le taux moyen d'émergence des adultes de la cératite.

3.3. Facteurs biotiques

3.3.1. Hôte

C. capitata répond à une association de stimuli pour localiser ses hôtes par des médiateurs chimiques et visuels. Elle est particulièrement attirée par les fruits aromatiques (les agrumes, les fruits à noyaux), de couleur vive proche de la maturation (WEEMS, 1981 ; DELRIO, 1985).

La structure de la peau des fruits et la composition de leur chair en eau, en protéine et en sucres sont des facteurs importants pour favoriser la ponte (SEGUY, 1950 ; ALI AHMED-SADOUDI, 2007). De même, la structure de la peau du fruit intervient dans la mortalité larvaire, notamment les larves du premier stade (BODENHEIMER, 1951 et DELRIO, 1985).

Selon FITT (1986), la nature du fruit hôte joue un rôle dans le choix du site de ponte par la femelle de la cératite. De même ce fruit hôte peut avoir un effet direct sur la survie, le temps de développement larvaire et le poids pupal.

Selon KRAINACKER et *al.* (1989), la nature du fruit agit sur le développement larvaire et sur la fécondité via le poids pupal.

3.3.2. Compétition larvaire

En cas de rareté des plantes hôtes, une compétition larvaire intra- spécifique s'observe chez *C. capitata*. Elle affecte la taille, la fécondité et la longévité des mouches (DELRIO, 1985). La densité élevée de larves induit la mortalité larvaire, les difficultés d'exuviation et aussi la diminution du poids des adultes à l'émergence (DEBOUZIE, 1977 ; DELRIO, 1985).

3.3.3. Ennemis naturels

Les larves âgées et les pupes sont attaquées par une large gamme d'insectes du sol (fourmis, carabes, staphilins). Les travaux de VAYSSIERES et al. (2008) ont montré que l'abondance des fourmis tisserandes (*Oecophylla longinoda*) dans un verger réduit considérablement les dégâts des mouches des fruits.

La cératite est également attaquée par des hyménoptères parasites qui se développent au dépend de larves âgées ou de jeunes pupes. Parmi les principaux parasites nous citons : *Opius humilis*, *Diachasma tryoni* et *Dirhinus giffardii* (BODENHEIMER, 1951 ; DELRIO, 1958 ; NUNEZ, 1987). Dans le bassin méditerranéen, le parasite le plus commun est *Opius concolor* (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935).

4. Dégâts causés par la cératite et moyens de lutte

4.1. Dégâts

La cératite, ravageur polyphage, est caractérisée par la ponte dans les fruits après leur véraison jusqu'à la maturité complète. Ceci fait que les époques d'infestation coïncident avec la chronologie de maturation des espèces (LACHIHEB, 2008).

Les dommages causés par la cératite sont des piqûres de pontes et des galeries dans les fruits engendrées respectivement par les femelles et les larves.

En outre, ces galeries et ces piqûres constituent une voie de pénétration à des champignons et des bactéries qui sont responsables de la décomposition et la chute prématurée des fruits. Ces dégâts constituent un obstacle majeur pour les exportations en raison de la dévalorisation de la marchandise et des mesures de quarantaines imposées par certains pays importateurs.

La cératite s'attaque aux variétés précoces et tardives celles à peau mince (CHOUIBANI et al., 2003).

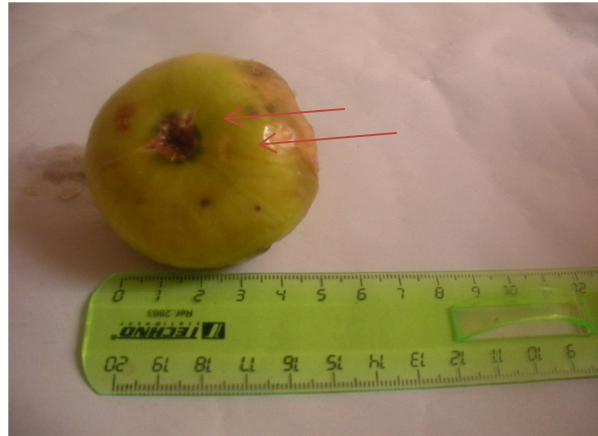


Figure12 : Piques de la cératite sur la figue de la variété Thavouhvoulthe (Originale, 2011).

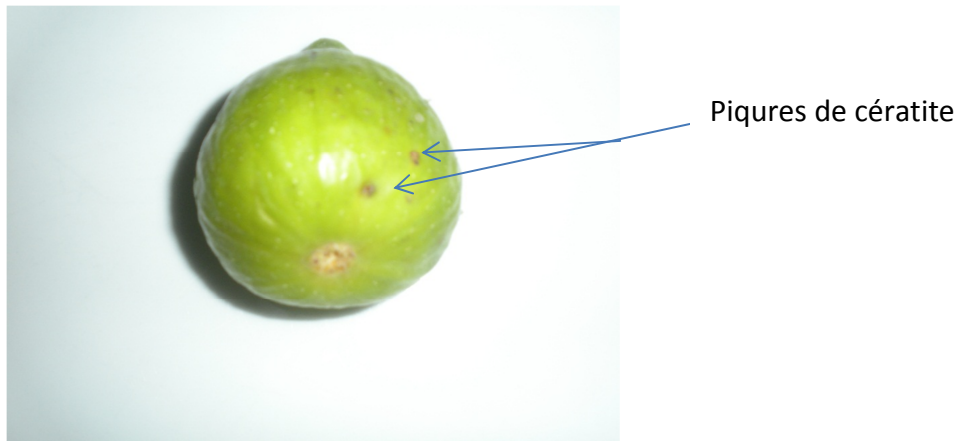


Figure13 : Piqûres de la cératite sur la figue de la variété Thaamrounthe (Originale, 2011).

4.2. La Lutte

4.2.1. Mesures prophylactiques

Selon DELANOUE (1951), l'hygiène phytosanitaire des vergers est maintenue à travers les récoltes et la destruction des fruits piqués, tombés au sol. Ces fruits sont soit enfouis dans le sol à une profondeur de plus de 80 cm, soit brûlés en dehors du verger, ou mis dans des sacs bien fermés pour être dégradés et réutilisés comme composte. De même la désinfection des sols qui constituent un abri pour les pré-pupes et les pupes est un moyen qui peut être utilisé pour limiter les pullulations des mouches de la cératite.

4.2.2. Lutte chimique

Pour faire face aux dégâts provoqués par la cératite, la lutte est basée sur des interventions répétées utilisant des insecticides de contact (malathion, fenthion, deltaméthrine) malgré les conséquences sur les équilibres biologiques et sur l'insecte lui-même qui développe des phénomènes de résistance (LEKCHIRI, 1982).

Afin de réduire l'utilisation de pesticides pour une meilleure protection de l'environnement, il est recommandé l'application de pulvérisations localisées auxquelles est adjoind un attractif alimentaire et/ou sexuel. Ces dernières années, un mélange de spinosad, substance d'origine naturelle, et d'un attractif alimentaire, incorporé à la matière active, a permis d'abaisser significativement le niveau de la population de la cératite. Ce mélange présente l'avantage d'être moins toxique à l'égard d'organismes non-cibles (VERGOULAS et al., 2002 in REGNAULT-ROGER et al., 2005).

4.2.3. Lutte autocide

Une technique non polluante a été préconisée dès le début des années 70, par lâcher de mâles stériles. Cependant, les essais menés en Tunisie, s'ils ont entraîné une réduction drastique de la population dans les zones de lâcher, n'ont pas conduit à sa suppression totale (CHEIKH et al., 1975 ; CAYOL, 1994 in REGNAULT-ROGER et al., 2005).

Toutefois, tout espoir n'est pas perdu, d'autant que des résultats satisfaisants utilisant la technique de l'insecte stérile (TIS) avaient pu être enregistrés à des échelles beaucoup plus grandes (FISHER et al., 1985 ; GILMORE, 1989 ; SCHWARZ et al., 1989 in REGNAULT-ROGER et al., 2005). Rappelons que la lutte autocide par des lâchers de mâles stériles a été appliquées avec succès notamment au Sud du Mexique où elle a permis de réduire la population de ce ravageur (RIBA & SILVY, 1989).

Il convient dès lors de développer des méthodes de lutte alternatives et novatrices. Parmi celles-ci la lutte biologique telle que l'utilisation d'insectes prédateurs ou de parasitoïdes a été envisagée notamment le recours à certains pathogènes (bactérie, champignons entomophages) (WARTON et al., 2000 ; YING et al., 2003).

Selon BOUDJELIDA et SOLTANI (2011), l'activité insecticide d'une souche locale d'un champignon hyphomycète *Metarhizium anisopliae* (Metsch) contre la cératite a révélé des

résultats prometteurs. Le pourcentage de mortalité cumulé des larves de la cératite au 7^{ème} jour après l'inoculation a été de 26,13% pour la dose la plus faible de $6,5 \times 10^5$ spores/ml. Ce pourcentage est passé à 89,05% pour la dose la plus élevée de 52×10^5 spores/ml. De même les résultats obtenus ont montré que la susceptibilité des mâles pour le champignon a été plus élevée que celle des femelles, avec une mortalité de 88,21% pour les mâles contre 76,06% pour les femelles (adultes) à la dose 52×10^5 spores/ml.

Une autre stratégie repose sur l'exploitation des résistances naturelles des plantes. L'abondance et la diversité des métabolites secondaires représentent une source importante de molécules qui doivent dès aujourd'hui faire l'objet d'un investissement majeur dans ce domaine de la recherche.

Selon SOUMMANE et *al.* (2011), l'extrait de méthanol d'une Tamaricaceae, *Tamarix gallica* plante médicinale marocaine, est révélée très efficace pour une DL50 de 0,5% et de 30 mg ml⁻¹ contre les larves et les adultes de *C. capitata* et présente un potentiel biopesticide prometteur pour le control de ce ravageur.

Enfin, une lutte préventive peut s'opérer plus en amont par l'interdiction d'importation de fruits en provenance de zones infestées par certaines espèces et par le contrôle de la marchandise à l'arrivée (WHITE & ELSON-HARRIS, 1992), et la prévision d'invasion par les espèces exotiques dans le cadre réglementaire des analyses du risque phytosanitaire est donc indispensable pour éviter l'introduction de nouvelle espèces provoquant des dégâts (DUYCK, 2005).

II. Généralités sur le figuier

1. Position systématique du figuier

Le figuier dont le nom botanique est *Ficus carica* L. a un qualificatif générique qui signifie Verrue pour *Ficus* (le lait de figuier pour soigner la verrue) et *carica* fait allusion à une région en Turquie. Il appartient à la famille des Moracées qui comprend environ 1500 espèces classées en 52 genres dont le genre *Ficus* décrit par Linné (VIDAUD, 1997 ; LESPINASSE et LETERME, 2005 ; RAMEAU et al., 2008).

Le figuier (*Ficus carica*) est une Dicotylédone de la famille des Moracées (EMBERGER, 1960). Du point de vue systématique, la classification botanique du figuier telle que l'a décrite GAUSSEN et al. (1982) est la suivante :

Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Hamamélidées
Série	Apétales unisexuées
Ordre	Urticales
Famille	Moracées
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>Ficus carica</i> L.

2. Origine géographique et botanique

L'origine du figuier reste un peu confuse. Il serait originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du Nord ou des Canaries. Il est vraisemblablement issu de l'hybridation de plusieurs espèces sauvages (VILMORIN, 2003). Selon VIDAUD (1987), le figuier serait originaire du bassin méditerranéen et du moyen orient, plus exactement d'Afghanistan.

Son aire de répartition s'étend depuis les îles Canaries jusqu'en Inde et au Pakistan, sur les côtes de l'Océan Atlantique comme sur toutes celles de la Méditerranée et dans le Moyen-Orient.

L'intérêt que l'homme a porté au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde, prouvant sa grande faculté d'adaptation et ses affinités avec les climats chauds.

Ficus carica L. est la seule espèce tempérée qui est vraiment cultivée. Il est considéré comme l'un des arbres type du bassin méditerranéen. Il s'étend sur des altitudes allant de 300 m jusqu'aux massifs montagneux du Djurdjura (Kabylie) à une altitude de 800 m (MAURI, 1939). Il est parfois rencontré plus haut, à 1000 m voire 1200 m d'altitude que ne peut atteindre l'olivier (REBOUR, 1968).

3. Caractères botaniques du figuier

Dans les régions méridionales, c'est un arbre pouvant atteindre 12 à 15 m de hauteur, ou constituant tout au moins une forte cèpée. En remontant vers les régions plus septentrionales, son port se réduit progressivement.

Toutes ses parties contiennent un latex. Ses feuilles sont alternes, palmées mais très polymorphes. Les fleurs sont très particulières puisqu'elles sont renfermées dans une inflorescence appelée sycone. Le fruit ou figue proprement dite est constituée par le sycone devenu charnu après fécondation ou par parthénocarpie (BRETAUDEAU et FAURE, 1990).

4. Classification des différentes formes de figuier

La classification du figuier a été étudiée par plusieurs auteurs. Certains comme LAUMONNIER (1960) propose deux catégories :

4.1. Les formes horticoles

4.1.1. Fiquier bifères

Les variétés bifères donnent deux récoltes par an, une première récolte de figue - fleurs en Juin-Juillet qui présente environ un quart de la production et une deuxième récolte de figues d'automne (sur les bois de l'année en cours) à partir d'Août avec des figues plus petites mais plus sucrées et plus savoureuses (MAURI, 1952).

4.1.2. Figuier unifères (d'automne)

Ils ne fructifient qu'une fois à la fin Août-début septembre. Les figues se forment à partir de bourgeons de forme conique visibles sur les rameaux en hiver. Cependant, elles ne mûrissent que si elles sont visitées par le blastophage, insecte pollinisateur qui appartient à la famille des Agonidae et l'ordre des Hyménoptères. Cet insecte de petite taille (2mm) présente une différence entre les deux sexes : l'insecte mâle est aptère tandis que la femelle est ailée (MAURI, 1952).

4.2. Les caprifiguiers ou dokkares

C'est la forme qui produit le pollen et assure la survie du blastophage. Ce dernier se reproduit exclusivement dans les réceptacles de cette forme.

Les caprifiguiers ou les fruits du caprifiguiers sont généralement non comestibles en raison de leur goût et de leur consistance pailleuse. Trois séries de fruits sont produites dans l'année qui sont les mammes, le profichis et les mammonis (MAURI, 1939 ; REBOUR 1968) résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Production de figuier et période de reproduction.

Groupes	Catégories	1 ^{ère} série	2 ^{ème} série	3 ^{ème} série	4 ^{ème} série	Couleur des figes à maturité
Figuier mâle	caprifiguiers	Mammes (Avril)	Profichis (Mai-Juin)	Mammonis (Septembre)	Généralement avortées	verte
Figuier femelle	Variété bifère	Figue fleures (juin-juillet)	Figue d'automne (juillet-décembre)			Vertes ou noire
	Variété unifère		Figue d'automne (juillet-décembre)			Verte Mauve Violette ou noire

5. Caractères morphologiques du figuier

5.1. Bourgeons

Le bourgeon terminal du figuier est constitué de deux stipules correspondant à la dernière feuille mise en place. Dans ce bourgeon se trouve de 9 à 11 ébauches de feuilles avec leurs stipules. La première feuille est généralement avortée et la suivante se développe peu. La fabrication de nouvelles pièces s'effectue durant l'été et leur nombre passe à une dizaine. A l'aisselle des premières feuilles, des bourgeons axillaires sont déjà formés. Au niveau de ces bourgeons axillaires, une ébauche de figue protégée par les stipules est déjà perceptible (VIDAUD, 1997).

Le nombre de pièces présentes dans les bourgeons latéraux est différent et dépend de la position du bourgeon dans l'unité de croissance car plus le bourgeon est distal, plus il contient d'ébauches, au maximum 7 à 8 (VIDAUD, 1997).

5.2. Rameaux fructifères

Le rameau est constitué d'un ensemble d'entre nœuds chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires, leur disposition alterné, rarement opposée sur le rameau est une spécificité de la famille des Moracées.

La fructification de la figue peut avoir lieu à l'intérieur du bourgeon terminal d'un rameau au cours de l'été, c'est le cas des figues des 4 à 5 premiers nœuds de l'unité de croissance (figure 14). L'émission des figues en été (future figues d'automne) commence au moment où l'allongement de la tige et l'émission des feuilles ralentissent au début juin (VIDAUD, 1997).

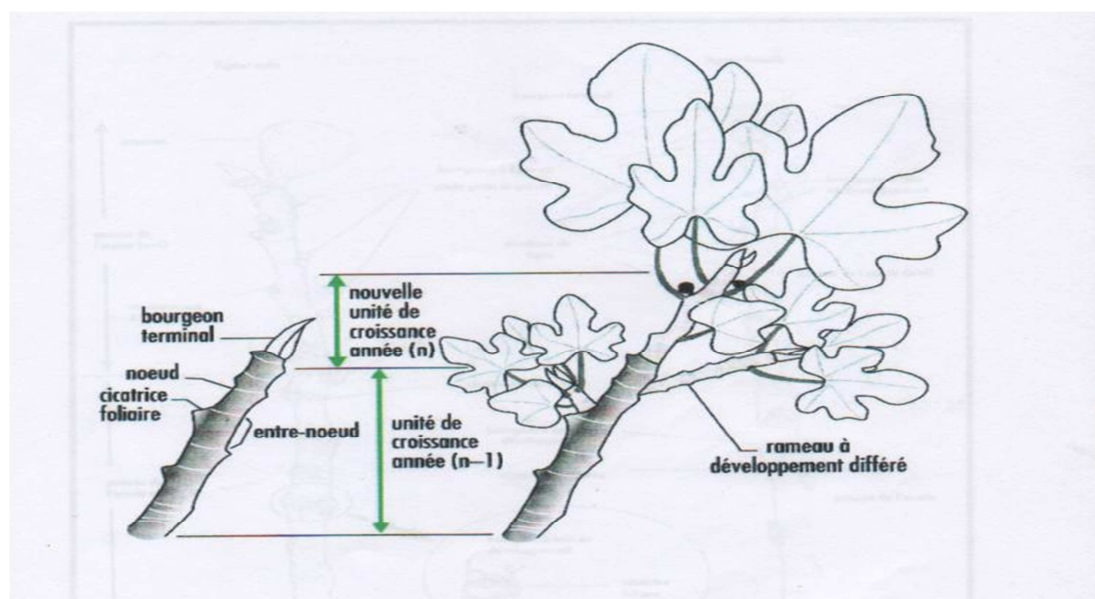


Figure 14 : Organisation d'une pousse (unité de croissance) (VIDAUD, 1997).

5.3. Les Feuilles

Les feuilles du figuier qui composent sa frondaison sont très polymorphes, caduques grande et à nervation palmée (figure 15). Elles sont larges (25 cm) et épaisses et fortement lobées (3 à 5 ou 7 lobes profonds selon les variétés). La face supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé, quant à la face inférieure elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair. Leur développement est très rapide et se disposent d'une manière alterne et rarement opposée sur le rameau. Le pétiole des feuilles est long et de couleur vert clair, avec une dimension variable (10 à 20 cm) selon les cultivars (GUITONNEAU, 1992).

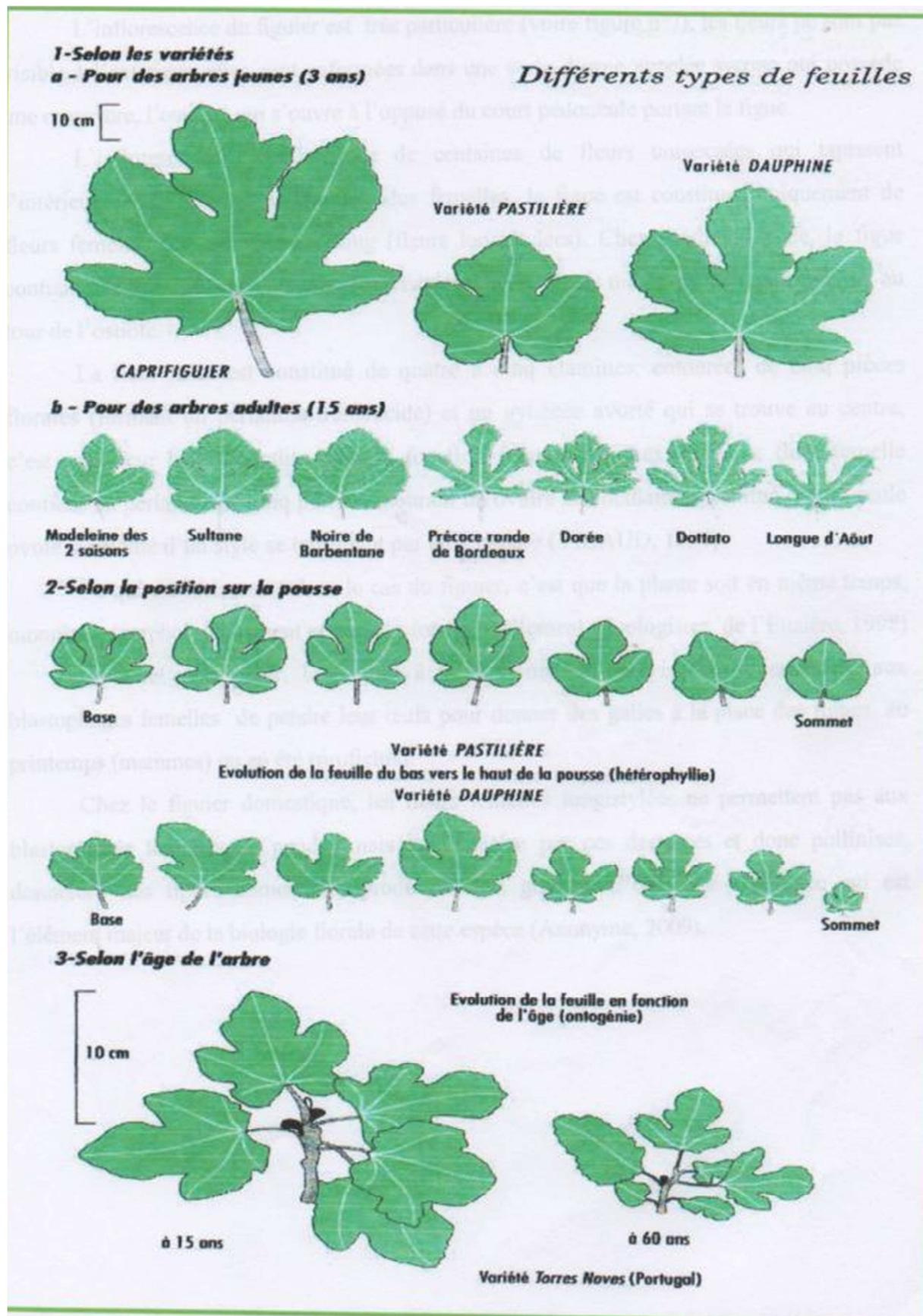


Figure 15 : Polymorphisme des feuilles chez le figuier (VIDAUD, 1997).

5.4. L'inflorescence et la fleur

L'inflorescence du figuier est très particulière (figure 16). Les fleurs ne sont pas visibles à l'extérieur ; elles sont enfermées dans une sorte d'urne appelée sycone qui possède une ouverture, l'ostiole, qui s'ouvre à l'opposé du court pédoncule portant les figues.

L'inflorescence est constituée de centaines de fleurs unisexuées qui tapissent l'intérieur de la figue. Chez les individus femelles, la figue est constituée uniquement de fleurs femelles dont le style est long (fleurs longistylées). Chez l'individu mâle, la figue contient à la fois des fleurs femelles (brévistylées) et des fleurs mâles qui sont situées tout autour de l'ostiole (VIDAUD, 1997).

Chez le caprifiguiier, les figues à fleurs femelles brevistylées permettent aux blastophages femelles de pondre leurs œufs pour donner des figues avec des galles, au printemps (mammes) ou en été (profichis). Chez le figuier domestique, les fleurs femelles, longistylées, ne permettent pas aux blastophages femelles de pondre mais visitées par ces derniers et donc pollinisées, donneront des figues comestibles produisant des graines.

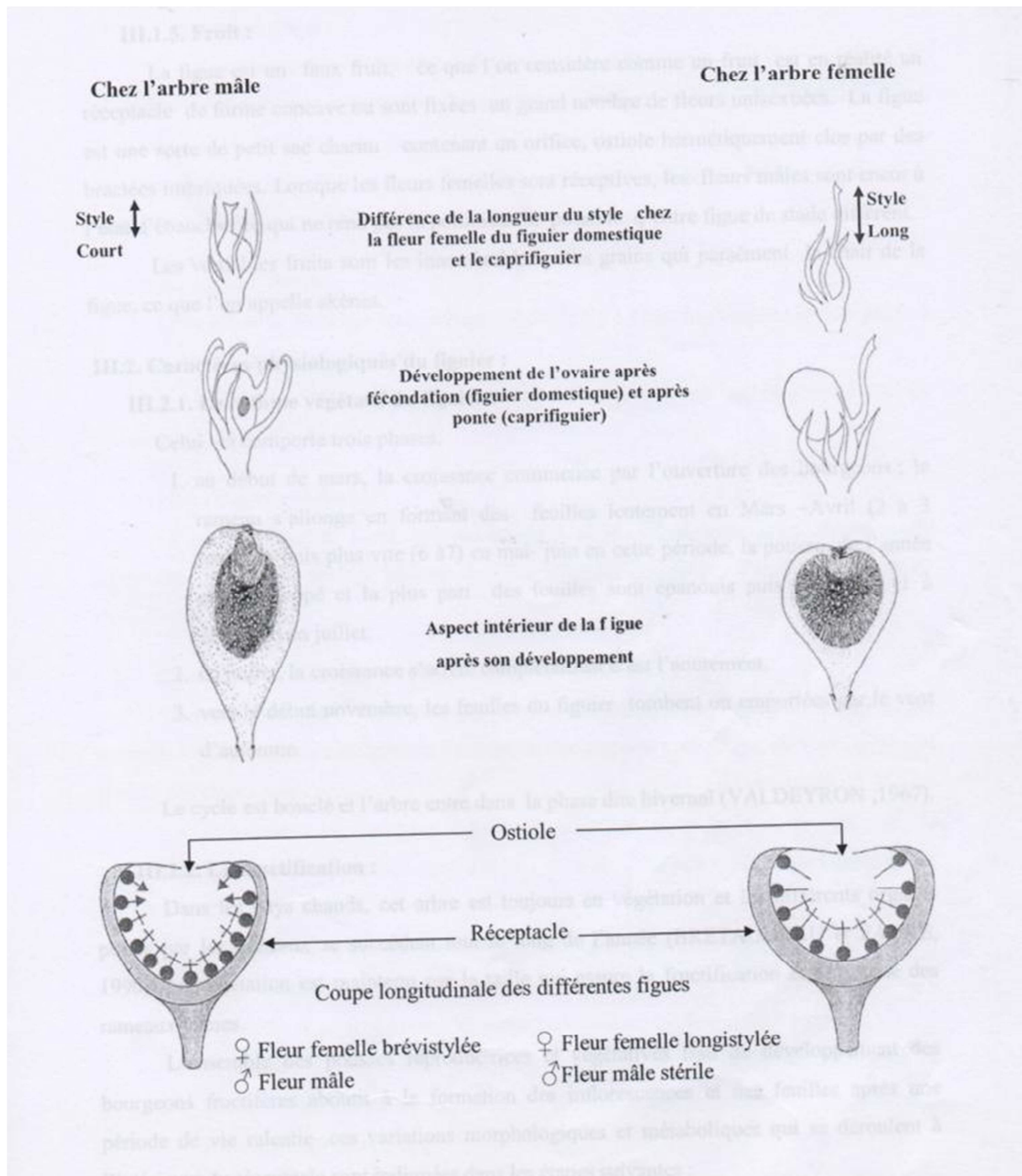


Figure 16 : Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle (VIDAUD, 1997).

5.5. Le Fruit

La figue est un faux fruit, ce que l'on considère comme un fruit est en réalité un réceptacle de forme concave où sont fixées un grand nombre de fleurs unisexuées. La figue est une sorte de petit sac charnu contenant un orifice, l'ostiole hermétiquement clos par des bractées imbriquées. Les véritables fruits sont les innombrables petits grains qui parsèment la chair de la figue, ce que l'on appelle « akènes ».

6. La phénologie chez les deux formes sexuées

En s'inspirant des travaux de PANSIOT et *al.* (1960) cité par LOUSSERT et BROUSSE (1978), REBOUR(1968), PESSON et LOUVEAUX (1984) et BERTAUEAU et FAURE (1990), la phénologie générale du figuier est la suivante :

6.1. Le figuier femelle

Les figues naissant sur le rameau de l'année suivent un développement différent selon qu'elles soient sur des figuiers unifères ou bifères.

6.1.1. Chez les variétés bifères

Les figues fleurs se trouvant sur les rameaux de l'année précédente se développent par parthénocarpie et donnent une première récolte appelée **bakkor (Avakor)**.

Une seconde production subit la fécondation. Dans le cas de certaines variétés une chute précoce plus ou moins importante peut survenir avant la fécondation (REBOUR, 1968 ; BERTAUEAU et FAURE, 1990).

6.1.2. Chez les variétés unifères

Les bourgeons fructifères après leur apparition au printemps passent l'hiver à l'état latent et reprennent leur développement dès le démarrage de la végétation mais n'arrivent pas tous en période de réceptivité à cause de la chute précoce.

Malgré cela chez certaines variétés telle que Taghanimt quelques bourgeons se développent par parthénocarpie ce sont les Ourgallènes ; dont l'apparition précède celle des figues pollinisées dès la mi-Août. La parthénocarpie permet non seulement d'éviter le recours à la caprification mais aussi d'obtenir précocement les figues. Cependant, les figues ainsi produites ne peuvent être destinées au séchage. De plus elles sont moins sucrées que celles pollinisées et pas assez charnues (PESSON et LOUVEAUX, 1984).

6.2. Le figuier mâle

La première génération est celle des **mammes**, qui sont de petits bourgeons fructifères de la taille d'un grain de poivre, libérant les blastophage qui y ont hivernés. Ces derniers, dès leur sortie, se dirigent vers la deuxième génération celle des **profichis**, pour y déposer une ponte donc plus déterminante pour la fructification, car c'est celle qui pollinisera les fleurs femelles du fruit d'automne.

La dernière génération est celle des **mammonis** qui apparaissent sur le bois de l'année et permettant à l'insecte pollinisateur de compléter son cycle biologique.

7. L'importance de la caprification

Seules les figes pollinisées se prêtent au séchage d'où l'intérêt de la caprification. En effet, la pollinisation permet d'obtenir des figes sucrées et plus propices au séchage.

La fécondation des figes d'automne est favorisée, en suspendant dans les figuiers cultivés « femelle », des chapelets de profichis de trois à cinq dokkars ayant atteint la maturité et dont les blastophages sont prêts à sortir. Cette opération débute en Juin, au moment où les figes les plus avancées (les figuiers femelles) ont atteint la dimension d'une noisette, et se renouvelle tous les 8 à 10 jours, jusqu'au début Juillet. La caprification peut être accomplie naturellement, et la bonne méthode consiste à organiser une plantation de dokkars distante de celle des figuiers femelles (MAURI, 1939).

8. La pollinisation chez le figuier

La fige, est un réceptacle ferme, une urne. Les fleurs ne sont pas visibles, pour les voir il faut ouvrir la fige. De part cette forme, l'inflorescence représente une barrière mécanique pour la dispersion du pollen ; cette barrière est levée grâce à l'intervention de l'insecte pollinisateur, le blastophage.

Le cycle reproducteur du pollinisateur est résumé comme suit (figure 17) :

La description du cycle biologique commence en hiver, quand la fige et l'insecte (cycle 1a, 1b) sont au repos. Le cycle ne reprend qu'au mois d'Avril avec la mise en place d'une nouvelle pousse du figuier (cycle 2a, 2b) et la reprise du développement des larves du blastophage (cycle 2a), dont la femelle adulte émerge en Mai sans être chargée de pollen car les fleurs mâles du caprifigier n'ont pas de pollen (cycle 3a).

La nouvelle génération de blastophage arrive à maturité mi-Juillet avec la sortie d'insectes femelles chargées de pollen (cycle 4a). L'insecte est attiré par une fige réceptive présente sur le même arbre ou bien sur un arbre différent (figuier domestique) (cycle 4b). L'insecte dépose du pollen permettant la fécondation de l'ovule et son développement en grain. Ces figes sont les futurs fruits comestibles d'automne (KJELLBERG et al., 1988).

Les femelles qui émergent plus tard (début Août), pénètrent dans une fige de caprifigier (cycle 5a), alors réceptive, et pondent leurs œufs sans difficulté et les figuiers femelles voient leurs figes d'automne arriver à maturité (cycle 5b). Puis les larves commencent à se

développer (cycle6a), mais l'hiver vient bloquer leur développement et un nouveau cycle peut alors recommencer (CARAGLIO, 2008).

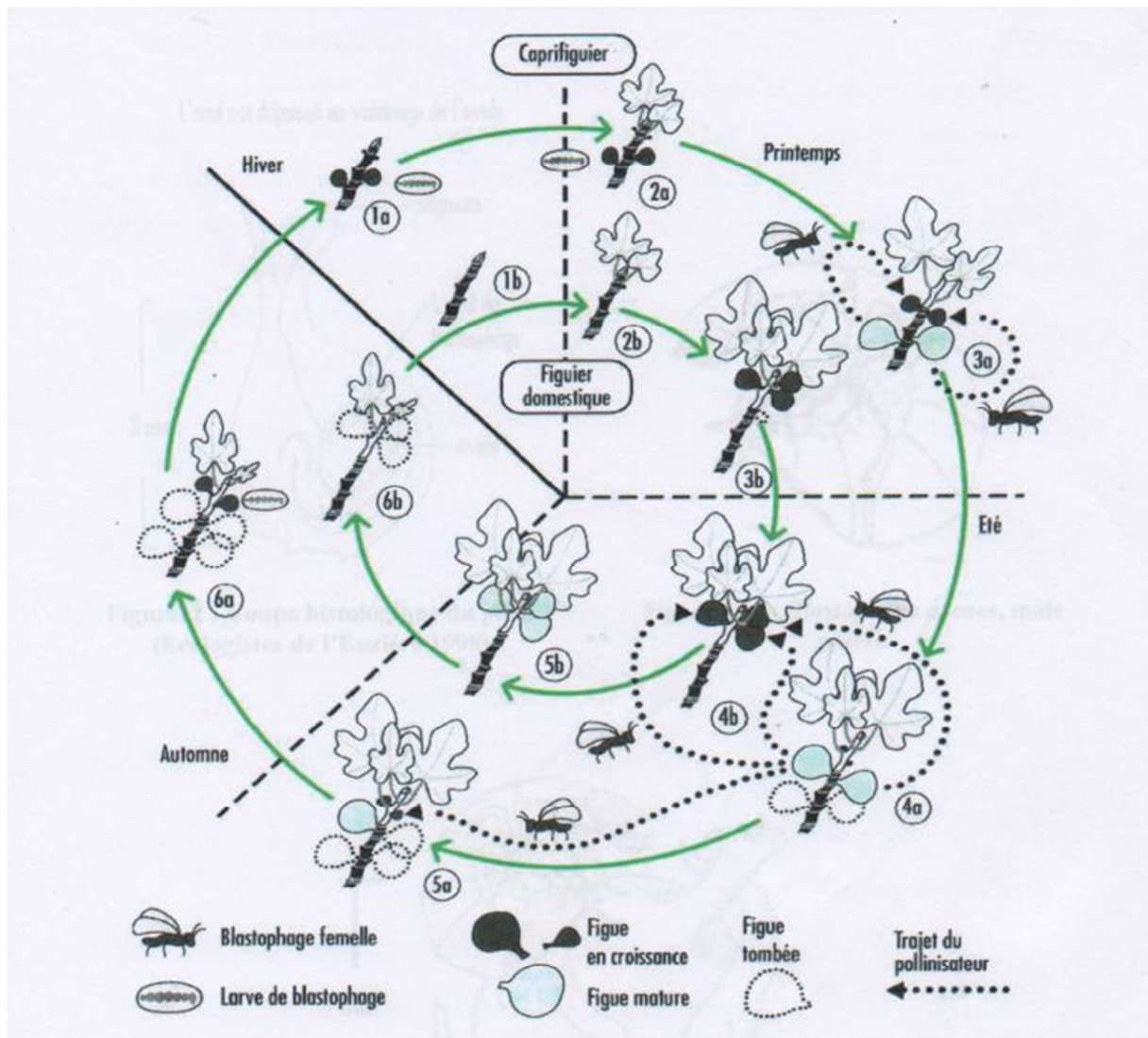


Figure 17 : cycle biologique simplifié du figier et son pollinisateur (VIDAUD, 1997).

9. La parthénocarpie

D'après PESSON et LOUVEAUX (1984), la parthénocarpie est une caractéristique assez répandue chez les variétés cultivées, elle a été, en effet, consciemment recherchée par les agriculteurs comme étant le moyen d'éviter le recours à la caprification mais aussi d'obtenir des figes précoces. Cependant, les figes parthénocarpiques sont moins sucrées que les figes fécondées et surtout elles conviennent moins ou pas du tout au séchage. Elle procure un fruit creux et par ailleurs sans grande valeur commerciale.

10. Exigences climatiques

10.1. Température

Le figuier, espèce thermophile, fait partie intégrante du paysage méditerranéen (VIDAUD, 1997). Il colonise les pays dont l'hiver est doux.

La température a une grande importance en fin d'été. C'est ainsi qu'il conviendra pour le séchage de choisir des régions dont la température diurne du mois de septembre atteigne le maximum d'environ 38°C à l'ombre (MAURI, 1939).

VIDAUD (1997) affirme que dans les pays où les températures moyennes ne descendent pas en dessous de 12°C, la végétation et la fructification du figuier sont continues. Selon LAUMONIER(1960), le bois de l'année gèle à -15°C et des températures en dessous de 10°C empêchent la bonne conservation des boutons à fleurs. Pour une bonne conservation de fige de qualité, MAURI (1939) préconise 8°C comme moyenne minimale hivernale.

Les gelées printanières (Avril - Mai) peuvent détruire certaines années, la production partielle des figes fleurs des variétés bifères, notamment lorsque les températures sont inférieures à -4°C (VIDAUD, 1997).

10.2. Pluviométrie

Le figuier exige une pluviométrie de 600 à 700 mm et un mois de septembre qui doit être sec pour le séchage. Certaines régions sont souvent marquées par des orages c'est le cas de la Kabylie où des précipitations de 20 à 30 mm voire 40 mm en hauteur provoquent l'éclatement de l'épiderme des figes (REBOUR, 1968). Les pluies peuvent être néfastes car elles provoquent des pertes en fruits qui peuvent aller jusqu'à 50% de la récolte (VIDAUD, 1997). La fécondation (caprification) peut-être gênée par les pluies de juin, ce qui constitue une raison pour éviter les régions trop pluvieuses (REBOUR, 1968).

10.3. L'hygrométrie

Elle vient en premier plan dans le choix du climat convenable à une figuerie commerciale, dont on envisage le séchage des produits. L'humidité relative de l'atmosphère influe tout d'abord sur la hâtivité des récoltes, puis sur leur qualité, sur le comportement des fruits, sur l'arbre et au cours du séchage. Il convient d'éviter les climats où l'humidité dépasse fréquemment 60% pendant les premiers jours de septembre pour les variétés qui se prêtent au séchage (MAURI, 1939).

10.4. Le vent

Le vent a moins de prise sur le figuier que sur un bon nombre d'autres espèces fruitières cultivées. Il ne provoque pas de chute de fruits, les figues étant fortement attachées par leurs pédoncules au rameau porteur (MAURI, 1939). Il peut, cependant, selon sa puissance, provoquer des dégâts directs sur les feuilles ou indirecte sur les fruits par frottement contre d'autres rameaux.

11. Exigences édaphiques

11.1. Le sol

Le figuier est peu exigeant en matière de sol et s'accommode à tous les types (MAURI, 1939). D'après BRETAUDAEU et FAURE (1990), le figuier affectionne les terrains s'échauffant rapidement, de nature silico-argileuse avec présence de calcaire. Bien que résistant à la sécheresse, une certaine fraîcheur est favorable au développement de ses fruits. Le PH favorable à sa culture est de 8 à 8.5 (LAUMONNIER, 1960).

11.2. L'altitude

Les situations les plus convenables en Algérie, du point de vue altitudinal, sont comprises entre 300 et 800 mètres, selon les régions et l'exposition. Cependant le figuier croit et fructifie jusqu'à 1200 mètres (MAURI, 1939).

1.2. L'importance de la culture du figuier

12.1. Dans le monde

La place de la figue dans le marché mondial, serait de 1 million de tonne provenant à 90% des pays méditerranéen et du moyen orient. Le figuier a fait carrière dans le monde et c'est la Turquie, la Grèce, l'Italie, l'Algérie, l'Espagne et le Portugal qui figurent à la tête des pays producteurs.

Les U.S.A font désormais partie de ce groupe grâce à la Californie qui est aujourd'hui un important producteur de figue qu'elle exporte très largement avec 40.000 ha et 4.3 millions d'arbres productifs à 80%. La part de notre pays dans la production mondiale s'élève à 7% loin derrière la Turquie (27%), l'Egypte (11%) et la Grèce (8%) (VIDAUD, 1997).

12.2. En Algérie

La culture du figuier en Algérie est concentrée dans les wilayas de Tizi-Ouzou, Bejaia et Sétif avec respectivement 13%, 27% et 7% de l'effectif total (D.S.A ,2007).

12.3. A Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou occupe la deuxième place à l'échelle nationale après Bejaia. Cependant, les superficies figuicoles de cette Wilaya ont connu une baisse progressive allant de 9370 ha en 1979 à 6381 ha durant la campagne 2009-2010 (avec un nombre de 903 527 figuiers). Ceci s'est répercuté directement sur la production de figes fraîches dont la production est passée de 26 520 en 1979 à 20 446 qx en 2010 (D.S.A., 2011).

13. Les variétés cultivées en Algérie

MAURI (1937-1944) a déjà dénombré 29 variétés commercialement cultivées dans la région de Tizi-Ouzou, les plus dominantes et les plus performantes sont Taamraouite, Taghanimthe, Azendjar ;pour les figes fraîches et sèches unifères et un nombre considérable de variétés de caprifiguier (dokkar) qui sont Illoule, Azaim, Abetroune, Madel, Ammellal, Adras blanc, Arzgane, Akouran, Azigzaou et Agaouat.

Parmi les figes à peau verte ou jaune, avec une chair présentant diverses nuances de rouges nous citons ces variétés qui figurent dans le tableau 3 décrites par MAURI (1939):

- Abiarous : cultivée dans la région de Sidi Aich, présente une bonne qualité de fruit.
- Thamcingoulte : variété qui présente une maturation précoce par rapport aux autres variétés d'automne.
- Alekak : appelée aussi « Thabouyaboult », présente des fruits plus larges et une texture fine. Elle présente un potentiel commercial appréciable.
- Amessas : « l'insipide », c'est une variété qui présente un goût insipide, la qualité du fruit est médiocre au séchage.
- Thaharit : présente une bonne qualité du fruit mais médiocre au séchage.
- Thakourchith : variété localisée à Sidi Aich appelée aussi « Azigzaou ».
- Thazarift : cultivée à Tizi Rached, la variété présente un goût acide. La taille réduite du fruit est une entrave à son essor.

Nous citons aussi d'autres figes avec peau sombre (nuance de rouge, violet à noir) et à chair rouge tel que Zithelkhadem appelée aussi Avourenjour, Ajenjer, Adjaffar, Agoussim, Agouarzguilef, Averane ou Aberkmouch, Taklit « la noire », Tharoumant « la grenade ».

Les appellations de figuiers diffèrent d'une localité à une autre au sein de la même région, par exemple les appellations faisant référence à une même variété sont :

- Tabouharchaout, Abouherchaou, Avouherchaou
- Azenjer, Adjenjer, ajenjer, Azendjer, Azenjel.

Cependant, certaines variétés ont des appellations qui se rapprochent, c'est le cas de Aghanim et Taghanimth qui fait référence à deux variétés distinctes.

Les caprifiguiers sont dénommés « thaddokarth » quelque soit la variété ou la localité à Tizi-Ouzou.

La dénomination de certaines variétés de figues est également influencée par ses caractéristiques qui les distinguent des autres variétés. C'est le cas pour la variété Thabouharchaout, nommée ainsi pour la rugosité de ses feuilles et de ses figues. Thavouhvoulte, pour la forme aplatie des figues. Avoughenjour, pour le long col des figues (HOUCHI, 2008).

Tableau 3 : Appellations locales des variétés de figues recensées en Kabylie et Sétif (MAURI, 1939) ; (HOUCHI, 2008).

Wilayates	Communes	Appellation de variétés
Béjaïa	-Sidi-Aich -Imoula -Beni-mouche -Vallée de la Soummam	-Abiarous -Abgaiti (bouankik) -Alkake (thbouyahvoul) -Aboucherchaou -Adjafar (azengoush ou azengouch) -Thamecengoult -Taharit -Azauguegh (thavouzegarth) -Tamerouit (thaamrounte, thaamrawith) -Tagawawth (taranimt) -Takourchit (azegzaou) -taklit -Agoussim (thagoussimt) -Azendjer -Bakor blanc -Bacor noir (3 variété) : <ul style="list-style-type: none"> • Amadel • Madel • Tit n'sekourthe
	-Ain –Elhamame -Larbaa Nath-Irathen -Illoula -Iboudraren	-Avourejour -Ajenjer -Alekak (thavounhvoul) -Taranimt -Taamrawith -Thaddokkarth -Thaghresth -Azaich -Azaim(orzidane) -Aranim -Azoul -Thazoult
Tizi -Ouzou	-Béni-Douala -Ouadias -Mechtras	-Ajejel -Avoughenjour -Avouzegouagh -Avakor -Iles oulezidh -Amessas -Taranimt -Taamrout -Tabelout
	-Béni-Douala -Ouadias	-Thadokkarth -Tharlith (avouzegagh)

	-Mechtras	<ul style="list-style-type: none"> -Thamecingoulte -Thavounahvout -Thavouramat -Zith alkhadem -Tameriout
	-Tizi Rached	<ul style="list-style-type: none"> -Tabelout -Tadefouit (imeloui) -Taamrounte -Taranimt -Tazarift -Avourenjour -Agouarzguilef -Azenjer -Aberkemouch -Averane
	Fréha (Tamda) Mekla Oued-aissi	<ul style="list-style-type: none"> -Aberkane -Avoughenjour blanc -Avoughenjour noir -Avouhvoul -Tabouharchaout -Taamrout -Taranimt -Achtoui blanc -Achtoui noir -Azaiche -avouzegagh -ajenjer -zithelkhadem
	Boghni Draa el Mizan	<ul style="list-style-type: none"> -Avouhvoul -Avouzegagh -Avouramen -Aranim -Ajenjer -Thamcengoulte -Zith elkhadem -Abakor -Avoughenjour -Arheth -Taamraouith -Arkakh -Avoujarnih (zith elkhadem) -Avarane (avouvarkane) -Avoussemoum

Séif	Lemroudj	Taamriwath (thaamrout) Azagouagh ou averkane Azendjar Thahauounet Elgoudani Lamaalla Thahadjat Azegza thagwaouth
-------------	----------	--

14. Valeur nutritive et propriétés thérapeutiques

La figue est un fruit très apprécié pour son goût sucré et agréable. Elle peut être consommée en frais, comme aliment très nourrissant, ou séchée. Elle est très énergétique (tableau 4), riche en vitamine et élément minéraux (VDAUD, 1997).

Tableau 4 : valeur nutritive pour 100g de figue fraîche.

Eau : 79.11g	Cendre totales : 0.66g	Fibres : 2.9g	Valeur énergétique : 74Kcal
Protéine : 0.75g	Lipides : 0.30g	Glucides : 19.18g	Sucre simples : 16.26g

Oligoéléments

Calcium : 35 mg	Fer : 0.37 mg	Magnésium : 17 mg	Phosphates : 14 mg
Potassium : 232mg	Cuivre : 0.70 mg	Sodium : 1 mg	Zinc : 0.15 mg

Vitamines

Vitamine C : 20 mg	Vitamine B1 : 0.06mg	B2 : 0.050 mg	B3 : 0.400 mg
B5 : 0.300mg	B6 : 0.113mg	B9 : 0µg	B12 : 0µg
Vitamine A : 121UI	Rétinol : 0µg	Vitamine E : 0.11µg	Vitamine K : 4.7µg

Acides gras

Saturé : 0.060 g	Mono-insaturés : 0.066 g	Polyinsaturés : 0.144 g	Cholestérol : 0 mg
------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------

15. Maladies et ravageurs du figuier

Le figuier, malgré sa rusticité, est soumis à l'action de nombreux ravageurs et parasites végétaux.

Selon LAUMONIER (1960), les principales maladies cryptogamiques sont les suivantes :

- La fumagine, causée par un champignon *Capnodium caprici* qui apparaît suite aux attaques de la cochenille sur les feuilles.
- La pourridie des racines, causée par un champignon Ascomycète *Rosellina necatrix* Berl. Il provoque le dessèchement de l'extrémité des rameaux et la mort de l'arbre.
- Les tâches noires des feuilles causées par un champignon phytopathogène *Cercospora bolleana*. Ces tâches apparaissent au revers des feuilles qui jaunissent et tombent.

Parmi les ravageurs animaux nous citons les nématodes qui provoquent une baisse sensible de la vigueur des arbres notamment *Heterodera radicum* qui engendre la formation de galles et nodosités suivie d'un dépérissement de la plante (BERTAUDEAU, 1964).

Nous citons aussi quelques insectes tel que : *Hypoborus ficus*, *Simaethis nemorana*, *Myeloides ceratoniae*. La cochenille du figuier *Ceroplastes rusci* et la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (ALI AHMED, 1996).

16. Conséquence de la pollution sur le figuier

Outre les maladies et les ravageurs, le figuier subit les conséquences de l'action anthropique qui est la pollution sous toutes ses formes. Des figuiers cultivés au Nord Oest du désert de l'Egypte, dans différentes villes, à différentes distances d'une usine de fabrication de ciment, subissent des dégâts suite au dépôt de poussières de ciment sur leurs feuilles et sur le sol (MOHAMED ABDERAHMAN, 2012).

Les résultats de l'étude montrent que la biomasse de fruits/ arbre, le nombre de branche/ arbre et le nombre de fruit/branche ont significativement réduits par rapport aux figuiers des régions non polluées par la poussière de ciment. Une diminution de la teneur en chlorophylle foliaire a conduit à la réduction des rendements économiques de 50%. Le Thallium, métal très toxique à été détecté dans chaque fruit mûr. La pollution, par la poussière de ciment montre une détérioration qualitative et quantitative des figuiers.

Chapitre II

**Présentation des
zones d'études et des
variétés de figuiers
étudiées.**

1. Présentation des zones des différents vergers d'étude

1.1 Verger Avarane

1.1.1. Situation géographique

Ce verger de la commune de Tirmatine est situé à 11 Km au Sud-Ouest de Tizi-Ouzou. Il appartient au secteur privé à type d'exploitation familiale.

Il est limité au nord par une route goudronnée et des champs, au sud par des habitations, à l'ouest par un verger de figuier mélangé à quelques oliviers (Figure18).



Figure 18 : Plan parcellaire du verger Avarane (Google earth, 2012).

1.1.2. Les différentes variétés de figuier présentes dans ce verger

Les variétés de figuier rencontrées dans ce verger ainsi que les vergers voisins sont Zithelkhadem (Abelghenjour), Azaich, Ajenjer, Thaamrounte.

1.1.3. Entretien du verger

Les figuiers ne subissent aucun traitement chimique. Les travaux d'entretien sont limités à une irrigation régulière et la taille des branches, pincement des jeunes rameaux (sectionner les extrémités).

1.2. Verger Taadja

1.2.1 Situation géographique

Ce verger appartient au secteur privé et se trouve dans la zone industrielle de Oued -Aissi à 11km du chef-lieu de Tizi-Ouzou.

Il est limité au Nord par une route et l'usine ENIEM, au Sud par un verger d'agrumes, à l'Est par des habitations et à l'Ouest par une briqueterie et des habitations (Figure19).



Figure 19 : Plan parcellaire du verger Taadja (Google Earth, 2012).

1.2.2. Les différentes variétés de figuier présentes dans ce verger

Les variétés de figuier présentes dans ce verger sont les suivantes : Ajenjer, Thaamrounte, Thabuharchawth.

1.2.3. Entretien du verger

Les travaux d'entretien sont limités à une irrigation régulière. Les figuiers ne subissent aucun traitement chimique. Par contre, les vergers voisins de pêcher et d'agrumes sont traités par des insecticides parmi lesquels nous citons le Mospilan dont la matière active est l'Acetamiprid contre le puceron, l'huile blanche contre la mouche blanche et le Decis dont la matière active est le Deltamethrine, utilisé contre le carpocapse et la cératite.

1.3. Verger Chaib

1.2.1. Situation géographique

Ce verger appartient au secteur privé et se trouve dans la commune de Mekla à 27 km au Nord-Est de la ville de Tizi-Ouzou. Sur la route n° 12 qui mène vers Azazga. Il est délimité au Nord par une piste et un terrain nu, au Sud par des habitations et par des terrains nus à l'Est et l'Ouest (Figure 20).



Figure 20 : Plan parcellaire du verger Chaib (Google Earth, 2012).

1.2.2. Les différentes variétés de figiers présentes dans ce verger

Ce verger présente un grand nombre de variétés qui sont les suivantes : Azaiche, Ajenjer, Achtoui blanc, Achtoui noire, Thaumroutte, Thaghanimth, Thabuharchwth, Avouzegagh, Thavouhvoulte.

1.2.3. Entretien du verger

Ce verger ne subit aucun traitement phytosanitaire. L'entretien est limité en une irrigation régulière ainsi que la taille des arbres.

2. Caractéristiques climatiques de la région d'études

Le climat est un facteur de première importance dans l'étude de la dynamique des populations. Car par ses fluctuations journalières et saisonnières, il conditionne la répartition géographique et les activités biologiques (nutrition, accouplement, ponte, etc.) des insectes notamment de la cératite (DAJOZ, 1975 ; SHOUKRI et HAFEZ, 1979 ; DELRIO, 1985).

Il a été constaté que la température et l'humidité agissent sur toutes les fonctions vitales de la cératite (NUNEZ, 1987). Durant les expériences au laboratoire, nous avons relevé la température à l'aide d'un thermomètre.

En ce qui concerne la température, l'humidité et la pluviométrie, durant l'année 2011, nous avons pris les moyennes mensuelles à l'échelle de la région de Tizi-Ouzou, obtenues à l'office national de météorologie (O.N.M) de Boukhalfa.

2.1. La région de Tizi-Ouzou

Les données météorologiques de la région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude, allant de janvier à décembre 2011, sont présentées dans l'annexe 1.

2.1.1. Température

D'après les résultats présentés par la figure 21, nous constatons que pendant l'année 2011, le mois le plus froid est le mois de Février avec une température moyenne de 10,3°C, alors que le mois le plus chaud est le mois d'Août avec une température moyenne de 28,5°C.

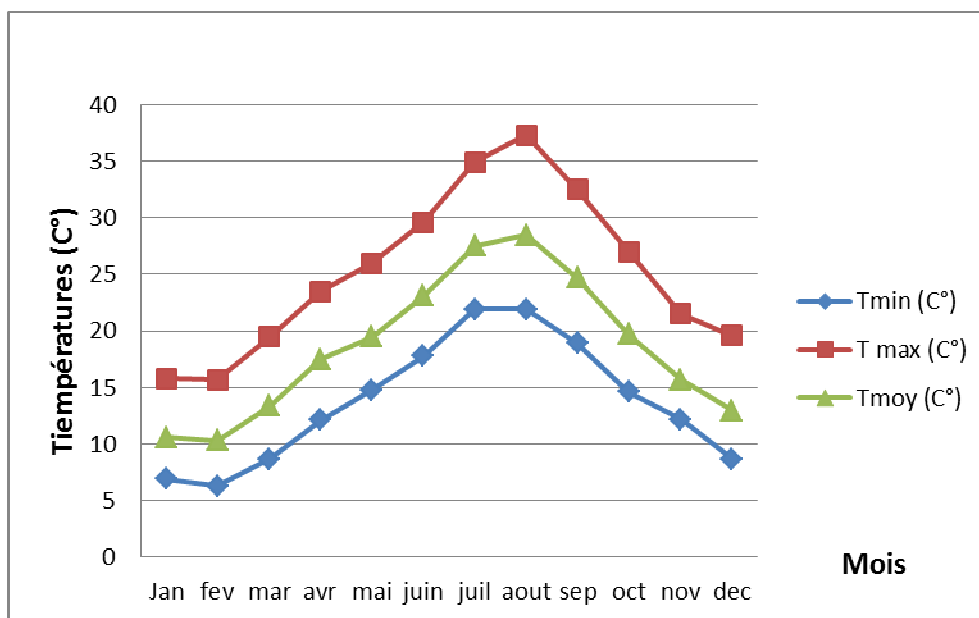


Figure 21 : Variations des températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011).

2.1.2. Humidité relative de l'air

D'après les résultats présentés par la figure 22, nous constatons que le mois le plus humide pendant l'année 2011 est le mois de Janvier avec une moyenne de 84%. Par contre les mois les moins humides sont Juillet et Août avec une moyenne de 68%.

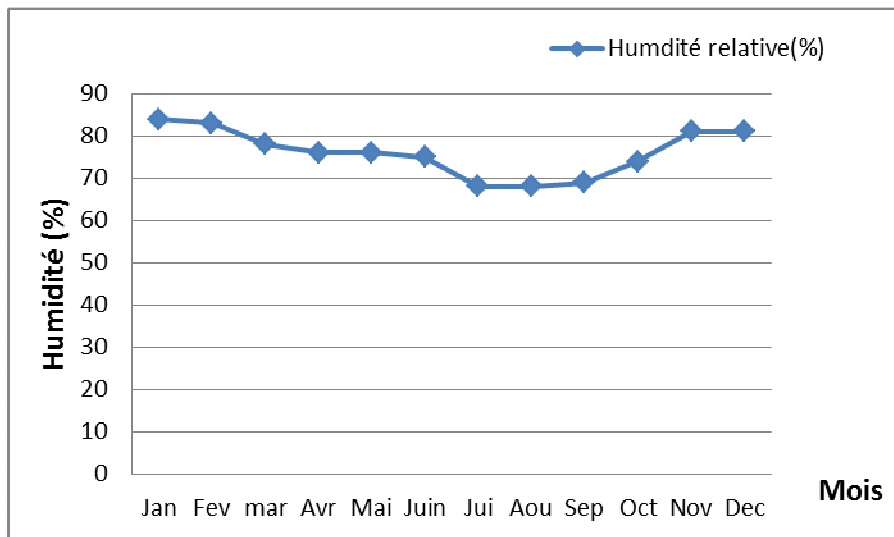


Figure 22 : Variations des moyennes mensuelles de l'humidité de l'air (%) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011).

2.1.3. Pluviométrie

Les résultats illustrés par la figure 23, révèlent que le mois le plus pluvieux durant l'année 2011 est le mois de Novembre durant lequel une moyenne de 156,4 mm d'eau est enregistrée. Une très faible quantité de pluie est enregistrée durant le mois d'Août avec une moyenne de 0,2 mm.

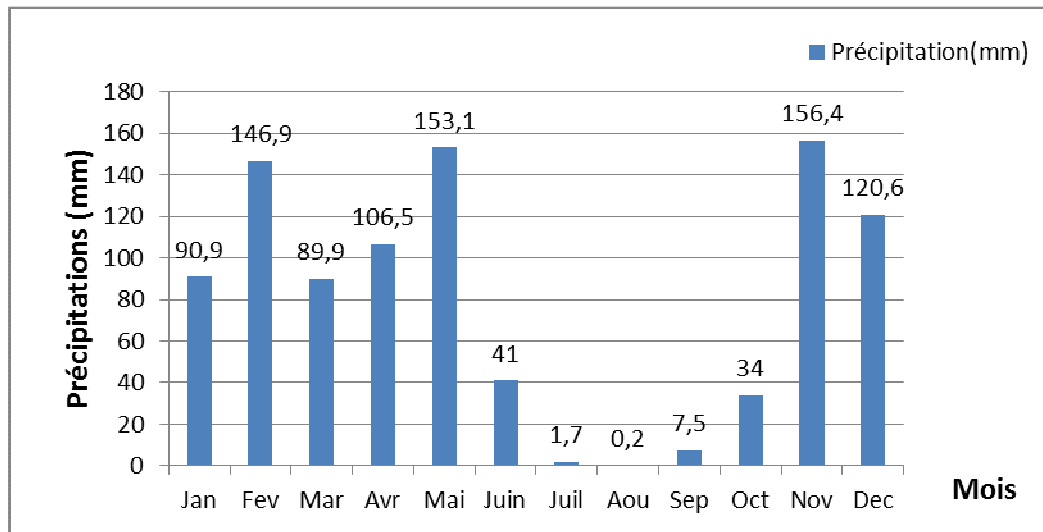


Figure 23 : Moyennes mensuelles des précipitations (mm) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M, 2011).

2.2. Au laboratoire

Les températures enregistrées au laboratoire durant la période d'étude sont présentées dans l'annexe 4.

D'après les résultats présentés par la figure 24, nous constatons que pendant la période d'étude, le mois le plus froid est le mois de Février avec une température moyenne de 16,8°C, par contre le mois le plus chaud est le mois d'Août, avec une température moyenne de 25,5°C.

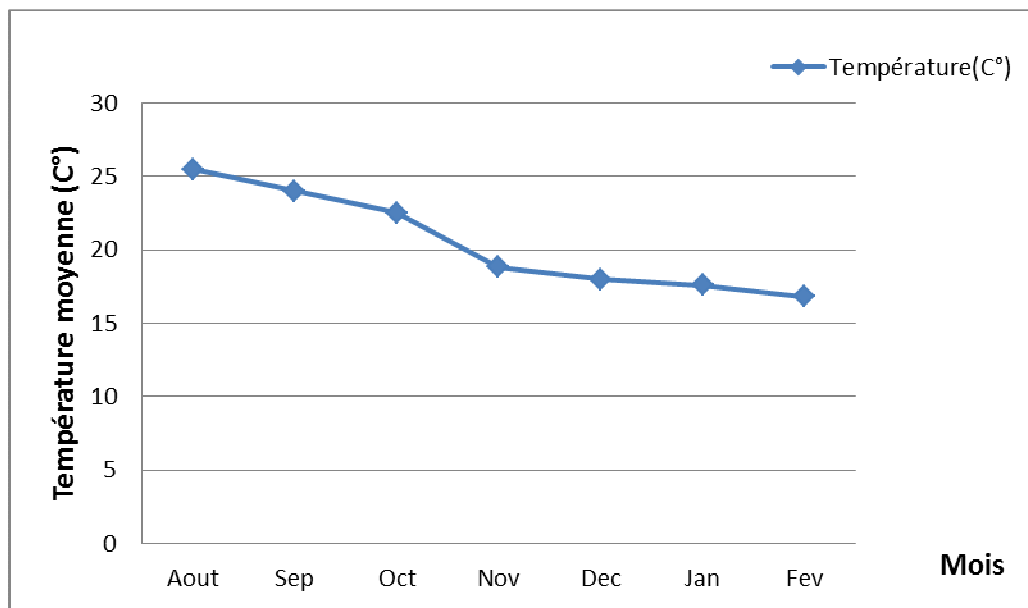


Figure 24 : variations des températures moyennes au laboratoire durant la période d'étude (Août-Février, 2011).

3. Description des variétés de figues étudiées

3.1. Azayech

Azayech est une variété unifère, ses fruits mûrissent de fin Juillet à début Août. Ils sont de couleur violet noir et de forme globuleuse. L'ostiole est demi-ouvert. La chaire est rouge, la cavité est très petite dense en graine ou akènes de petite taille (MAURI, 1939) (Figure 25).



Figure 25 : Figue de la variété Azayech (Originale, 2011).

3.2. Ajenjer

Ajenjer est une variété unifère. Ses fruits mûrissent à partir de fin Juillet début Août. Ils sont d'un violet noir, pointillés de tâches blanches et sont de forme globuleuse. L'ostiole est demi-ouvert. La chaire est rouge et dense en graines (akènes) de taille moyenne (MAURI, 1939) (Figure 26).



Figure 26 : Figue de la variété Ajenjer (Originale, 2011).

3.3. Achtoui (variété blanche)

Achtoui est une variété unifère très tardive car ses fruits mûrissent à partir de fin Août début Septembre jusqu'à fin Octobre. L'ostiole est demi-ouvert. Les fruits sont d'un vert clair à vert cuivré selon le degré de maturité. Ils sont de forme allongée mais moins allongée que Thaamrounte. La peau de la figue est fine avec de légères nervures. La chaire est rouge et la cavité est absente (MAURI, 1939) (Figure 27).



Figure 27 : Figue de la variété Achtoui (Originale, 2011).

3.4. Avouhvoul

Avouhvoul est une variété unifère. C'est la plus précoce des variétés d'automne (troisième décennie de Juillet jusqu'à fin Août). Les fruits sont d'un vert foncé à vert clair selon le degré de maturation. Ils sont de forme aplatie, plus large que longue à col très court et l'ostiole est moyennement ouvert (MAURI, 1939).

La chaire est de couleur brun noirâtre. La cavité est pratiquement absente et les akènes sont petits et peu nombreux.

Contrairement aux autres variétés, les fruits de cette variété persistent sur l'arbre ou ne chutent pas naturellement, et se vident en partie de leur contenu (Figure 28).



Figure 28 : Figue de la variété Avouhvoul (Originale, 2011).

3.5. Thaghanimth

Thaghanimth est une variété qui donne sa première production par parthénocarpie au début Juillet. Unifère sa deuxième production mûrit au début Août, elle est considérée à l'unanimité comme la plus exigeante en caprification (MAURI, 1939). Les figues présentent une forme ellipsoïdale, avec une extrémité arrondie et de légères nervures longitudinales de couleur vert jaunâtre. L'ostiole est petit généralement fermé. La peau est fine adhérente vers l'ostiole et l'épluchage est difficile (Figure 29).



Figure 29 : Figue de la variété Thaghanimth (Originale, 2011).

3.6. Thaamrounte

Thaamrounte est une variété unifère dont les fruits mûrissent à partir de fin Juillet. C'est une excellente variété commerciale. Elle est considérée comme étant la moins exigeante en caprification (MAURI, 1939). Les fruits sont vert jaunâtres, piriformes, plus allongés que ceux de Thaghanimth, à col court, à pédoncule distinct et ostiole demi-ouvert. La peau de la figue est fine et transparente avec de légères nervures très saillantes. La chaire est rouge, sucrée, parfumée et la cavité est absente (Figure 30).



Figure 30 : Figue de la variété Thaamrounte (Originale, 2011).

3.7. Thabuharchawth

Thabuharchawth est une variété unifère qui présente une maturation plus précoce de deux semaines par rapport aux autres variétés d'automne (MAURI, 1939). Les fruits sont de couleur vert cuivré, à ostiole semi ouvert et pédoncule distinct.

Les fruits de cette variété sont d'une grande résistance aux manipulations et d'une excellente qualité au frais (Figure31).



Figure 31 : Figue de la variété Thabuharchawth (Originale, 2011).

3.8. Zith-elkhadem

Zith-elkhadem, Bouankik (qui veut dire long cou) ou encore Avoughenjour (long nez), est une variété unifère tardive (MAURI, 1939). Elle entre en maturation à partir de la deuxième décennie d'août et la récolte s'échelonne jusqu'à la fin de l'automne.

Les fruits sont violets rougeâtres à la base, plus clairs vers le col et à nervures très saillantes, piriformes et assez gros (figure32). La peau est épaisse et très facile à éplucher. L'ostiole est demi ouvert et généralement fissuré. La chaire est rouge grenat, mielleuse, très sucrée et parfumée. La cavité est pratiquement absente. Les graines ou akènes sont peu abondantes.

Les fruits de cette variété sont donc d'une grande résistance aux manipulations et d'une excellente qualité en frais.



Figure 32 : Figue de la variété Zithelkhadem (Originale, 2011).

Chapitre III

Méthodologie

1. Sur le terrain

Le travail consiste en un échantillonnage des figues aux différentes expositions cardinales (nord, sud, est, ouest) et au centre des figuiers à raison d'une figue par exposition (Tableau 5).

Tableau 5 : Nombre de figues échantillonnées dans les vergers dans lesquels nous avons effectué chaque prélèvement.

Variété	Verger	Nombre de figuier échantillonnés	Nombre total de figues
Azayech	chaib	10	50
Ajenejer		10	50
Thabuharchwth		8	40
Thaghanimth		10	50
Avouhvoul		10	50
Achtoui		5	25
Thaamrounte	Oued- aissi	10	50
Zith-elkhadem	avarane	9	45

Ces figues sont cueillies à maturité, au moment de la récolte. Elles sont transportées au laboratoire dans des sachets en plastiques sur lesquels nous indiquons la variété, l'exposition, la date et le lieu de prélèvement.

Les dates d'échantillonnage des différentes variétés de figues dans les différents vergers expérimentaux son présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Dates d'échantillonnage des différentes variétés de figuier dans les divers vergers.

Variété	Vergers	Date d'échantillonnages
Ajenjer	chaib	17-08-2011
Azayeche	chaib	17-08-2011
Thbuharchawthe	chaib	17-08-2011
Taghanimthe	chaib	17-08-2011
Avouhvoul	chaib	18-08-2011
Achtoui	chaib	18-08-2011
Tthaamrout	Oued-aissi	20-08-2011
Zith-elkhadem	avarane	23-08-2011

2. Au laboratoire

2.1. Caractéristiques physiques des différentes variétés de figues

SEGUY (1950), DELRIO (1985) et DHOUBI *et al.* (1995) estiment que les critères les plus importants qui peuvent agir d'une manière significative sur le degré d'infestation et le développement de la cératite sont le volume du fruit et l'épaisseur de son écorce. C'est pourquoi nous avons procédé à l'estimation du poids, de la longueur et du diamètre des figues des différentes variétés étudiées.

2.1.1. Poids des figues

Une fois au laboratoire nous avons, pesé chaque figue récoltées pour chaque variété à l'aide d'une balance de précision. Nous avons estimé le poids moyen des figues (P_m) en (g) pour chaque variété selon la formule suivante :

$$P_m = \sum p / n$$

P_m : poids moyen des figues

$\sum p$: somme des poids des figues d'une variété

N : nombre total de figues par variété.

2.1.2. Longueur des figues

Après avoir pris les poids moyens des figues et à l'aide d'une règle millimétrée et d'un pied à coulisse, nous avons calculé les longueurs moyennes (L_m) :

$$L_m = \sum L / n$$

L_m : longueur moyenne d'une figue d'une variété

$\sum L$: somme des longueurs des figues d'une variété

n : nombre total de figues par variété

2.1.3. Diamètre des figues

Nous avons calculé les diamètres moyens (D_m) des figues selon la formule suivante :

$$D_m = \sum D / n$$

D_m : diamètre moyen d'une figue d'une variété

$\sum D$: somme des diamètres des figues d'une variété

n : nombre total des figues par variété

2.2. Dénombrement des piquûres

Nous avons dénombré les figues piquées et les piquures par figue pour chaque exposition et pour chaque variété. Certaines piquûres ne sont visibles que sous une loupe binoculaire.

2.3. Récupérations des pupes

Les figues des différentes variétés sont mises séparément dans des passoirettes selon l'orientation. Ces passoirettes sont placées à leur tour dans des bassines contenant 2 cm de sable fin qui sert à récupérer les pupes. En effet, les larves de troisième stade quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer, à faible profondeur dans le sable, où s'effectue la nymphose, donnant des pupes.

Les passoirettes sont recouvertes d'une mousseline dont le diamètre des mailles est inférieur à celui de la drosophile, attirée par le fruit en fermentation. Ce dispositif est adopté pour toutes les variétés étudiées (Figure 33). Les pupes sont récupérées quotidiennement par tamisage du sable.

La même méthode est répétée pour récupérer les pupes à partir des figues infestées mais sans prendre en considération l'exposition. Les adultes émergés de ces pupes sont destinés à l'étude de l'effet insecticide de trois huiles essentielles d'agrumes sur leur longévité.



Figure 33 : Dispositif expérimental pour récupérer les pupes de *C. capitata* (Originale, 2011).

2.4. Paramètres biologiques de la cératite

Les pupes obtenues sont mises en observation afin de suivre les paramètres suivants :

2.4.1. Durée de pupaison

Elle correspond à la période allant de la formation des pupes jusqu'à l'émergence des adultes. Les pupes, récupérées suivant le protocole précédent, ont été utilisées pour déterminer la durée de pupaison.

2.4.2. Taux d'émergence

Les adultes émergés sont dénombrés quotidiennement et le taux d'émergence est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'émergence} = (\text{Nombre d'individus émergés} / \text{nombre de pupes}) \times 100$$

2.4.3. Sexe ratio

Le sex-ratio est un bon indicateur de l'évolution et la dynamique des populations, il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$\text{Sex-ratio} = \text{Nombre de femelle} / \text{Nombre d'individus émergés}.$$

2.4.4. Longévité

Après l'émergence, les adultes sont mis dans des bocaux en verre contenant un flacon de liquide nutritif (eau+ sucre) destiné à l'alimentation des mouches. Ces bocaux sont recouverts de mousseline maintenue par un élastique (figure 34). Les individus morts sont comptés quotidiennement et leur sexe est déterminé.



Figure 34 : Dispositif expérimental pour maintenir en vie les mouches émergentes (Originale, 2011).

2. Effet insecticide de trois huiles essentielles du citron (*Citrus limonum*), du pamplemousse (*Citrus paradisi*) et de l'orange (*Citrus sinensis*) sur la longévité de la cératite.

3.1. Protocole expérimental

Le travail consiste à étudier l'effet des huiles essentielles sur la longévité des adultes de *ceratitis capitata* émergés des pupes issues des figues infestées, en adoptant un test par inhalation.

3.1.1. Les huiles essentielles

Pour la réalisation de notre essai, trois types d'huiles essentielles d'agrumes sont utilisées et proviennent du laboratoire HYTECK de France.

3.1.1.1. Huile de Citron

Nom : *Citrus limonum*

Famille : Rutacées

Habitat : Asie, Inde, Amérique centrale et Amérique du sud, bassin méditerranéen

Principe actif

Monoterpène : limonène (51,39%), β -pinène (17,04%), γ -terpinène (13,46%) et α -pinène (3,07%), sabinène (1,94%), myrcène (1,34%), terpinolène (0,34%).

Aldéhydes terpéniques : géranial (1,86%), néral (1,15%).

3.1.1.2. Huile d'orange douce

Nom : *Citrus sinensis*

Famille : Rutacées

Habitat : Afrique, chine, Pakistan, Europe méridionale, état unis

Principe actif :

Monoterpènes : limonène (96,49%), myrcène (1,72%), alpha-pinène (0,45%), Sabinène (0,31%), delta-3- carène (0,17%).

Monoterpénols : linalol (0,37%).

Aldéhydes : décanal (0,18%).

3.1.1.3. Huile de pamplemousse

Nom : *Citrus paradisi*

Famille : Rutacées

Habitat : Israël, Afrique du sud, Espagne, Etat- unis, Inde occidentale.

Principe actif

Monoterpènes : limonène (89.23%), myrcène (1.79%), sabinène (0.35%), alpha-pinène (0.64%)

Monoterpénols : linalol (0.55%), alpha-terpinéol (0.10%)

Aldéhydes : octanal (0.24%), géranial (0.18%), decanal (0.18%), néral (0.13%) nonalal (0.04%)

Sesquiterpènes : bêta-caryophyllène (0.07%)

3.1.2. Test par inhalation

Ce test consiste à observer la longévité des adultes de *C. capitata*, en adoptant le protocole expérimental suivant :

-Mettre dans des bocaux en verre d'un litre, une masse en coton imbibée d'huile essentielle puis l'attacher à un fil à la face interne du couvercle du bocal.

-Différentes doses de chaque huile essentielle sont injectées dans le coton à savoir 05, 09, 13 et 17ul.

- Cinq couples de cératite de même génération sont introduits dans chaque bocal qui seront fermés hermétiquement.

- Les essais sont répétés trois fois pour chaque dose. Des lots témoins sont réalisés en parallèle sans être exposés aux huiles essentielles (Figure 35).

Au bout de 24, 48, 72 et 96 heures de chaque test un dénombrement des individus morts est effectué.



05 μ l d'huile essentielle + 5 couples
de cératite



09 μ l d'huile essentielle + 5 couples
de cératite



Témoin



13 μ l d'huile essentielle + 5 couples
de cératite



17 μ l d'huile essentielle + 5 couples
de cératite

Figure35 : Dispositif expérimental du test d'inhalation vis-à-vis des adultes de *C. capitata* selon les différentes doses des différentes huiles essentielles.

4. Traitements des données

Les résultats que nous avons obtenus sont soumis à une analyse de la variance à un critère de classification et/ou deux critères de classification et à une comparaison des groupes de moyennes à l'aide du test de NEWMAN et KEULS. Cette analyse est réalisée par les logiciels STATISTICA et STATBOX (DAGNELIE, 1975).

Si la probabilité (P) est :

$> 0,05$: les variables montrent une différence non significative.

$\leq 0,05$: les variables montrent une différence significative.

$\leq 0,01$: les variables montrent une différence hautement significative.

$\leq 0,001$: les variables montrent une différence très hautement significative.

Chapitre IV

Résultats et discussions

1. Résultats :

1.1. Caractéristiques physiques des figues des différentes variétés étudiées

1.1.1. Poids des figues

D'après les résultats obtenus, présentés dans l'annexe (5a) et schématisés par la figure 36, nous constatons que la variété Zith-elkhadem est celle dont les figues ont le poids moyen le plus élevé de l'ordre de 52,01 g. Elle est suivie par la variété Avouhvoul avec un poids moyen de 43,5 g. Puis en dernier vient la variété Azayech avec un poids moyen de 13,41 g.

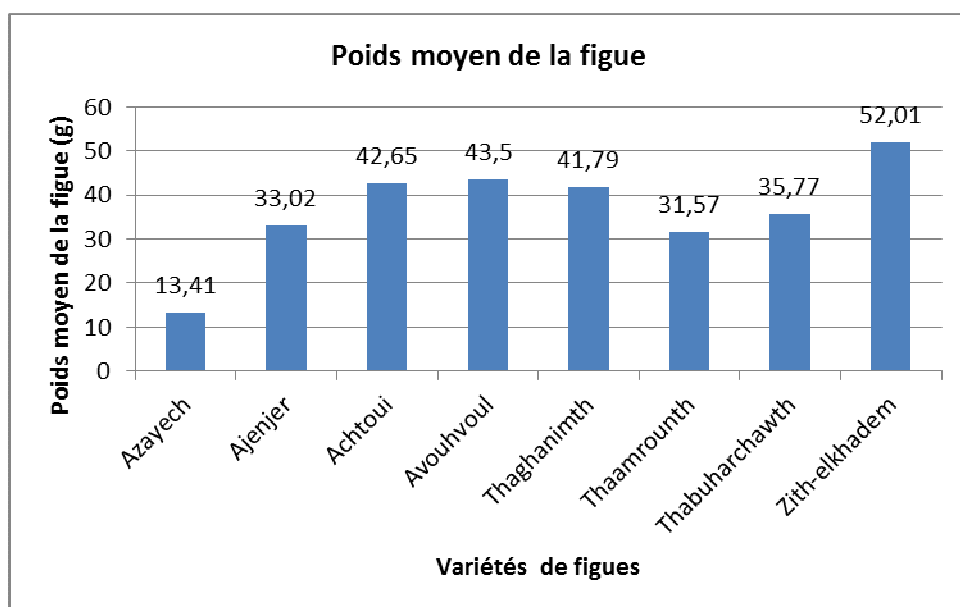


Figure36 : Poids moyen des figues des différentes variétés étudiées

L'analyse statistique de la variance (tableau 7) montre que le poids des figues varie de façon très hautement significative selon la variété ($P=0,0000$).

Tableau 7 : Résultats de l'analyse de la variance pour le poids des figues selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. totale	5251,79	39	134,662		
Var.Facteur1	4626,401	7	660,915	33,817	0,0000
Var. Résiduelle	625,396	32	19,544		

Le test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% (tableau 8), a classé les moyennes du facteur étudié en 4 groupe homogène : A, B, C, D. Il en ressort que la variété Zith-elkhadem présente le poids moyen le plus élevé (52,01g), elle est classée dans le groupe A. Puis viennent dans l'ordre décroissant les variétés Avouhvoul, Achtoui et Thaghanimth classées dans le groupe B avec des moyennes respectives de 43.5, 42.65 et 41.79g.

Les variétés Thabuharchawth, Ajenjer et Thaamrounte appartiennent au groupe C avec des moyennes respectives de 35.77, 33.02 et 31,57g. En dernier nous retrouvons la variété Azayech avec un poids moyen le plus faible de 13.41g classée dans le groupe D.

Tableau 8 : Résultat du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le facteur poids des figues selon la variété.

Facteur (variété)	Poids moyen des figues (g) ±écart-type	Groupes homogènes			
Zith-elkhadem	52,01 ± 2,78	A			
Avouhvoul	43,5 ± 4,57		B		
Achtoui	42,65 ± 7,56		B		
Thaghanimth	41,79 ± 5,29		B		
Thabuharchawth	35,77 ± 2,64			C	
Ajenjer	33,02 ± 3,04			C	
Thaamrounte	31,57 ± 5,009			C	
Azayech	13,41 ± 1,01				D

1.1.2. Diamètre des figues

D'après les résultats et présentés dans l'annexe (5a) et schématisés par la figure 37, nous constatons que la variété Avouhvoul est celle dont les figues présentent le diamètre moyen le plus élevé (4,70 cm). Elle est suivie par la variété Achtoui (4,58cm). Par contre la variété Azayech est celle qui présente le diamètre moyen le plus faible (2,83cm).

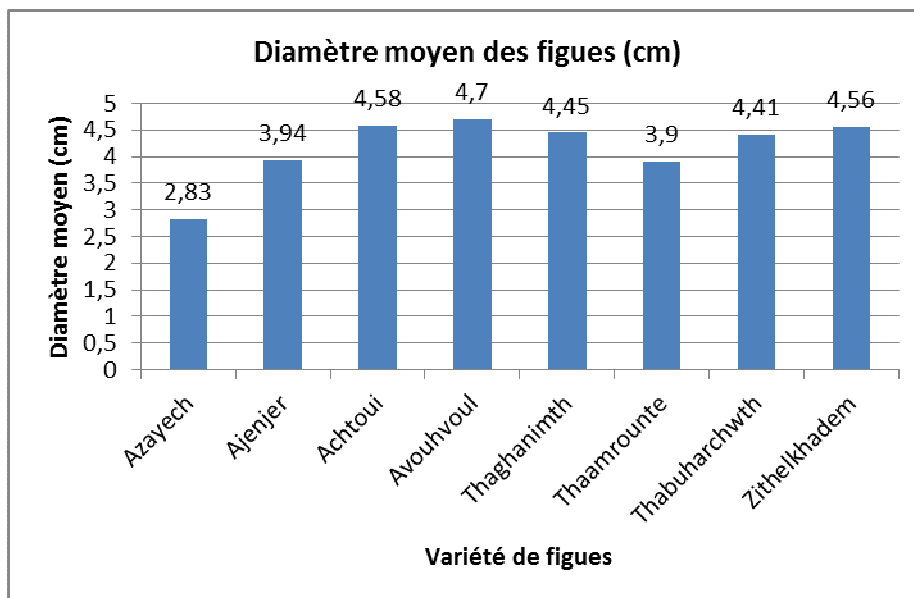


Figure37: Diamètre moyen des figes des différentes variétés étudiées.

L'analyse de la variance (tableau 9) montre que le diamètre des figes varie de façon très hautement significative selon la variété ($P= 0,0000$).

Tableau 9 : Résultats de l'analyse de la variance pour le diamètre des figes selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. totale	15,598	39	0,4		
Var.Facteur1	13,379	7	1,911	27,566	0,0000
Var. Résiduelle	2,219	32	0,069		

Le test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% (tableau 10), a classé les moyennes du facteur étudié en 3 groupes homogènes qui sont respectivement A, B et C.

Ce test révèle que les variétés Avouhvoul, Achtoui, Zithelkhadem, Thaghanimth et Thabuharchawth sont celles dont les fruits ont les diamètres moyen les plus élevés (4.70, 4.58, 4.56, 4.45, 4.41cm respectivement) elles sont classées dans le groupe A.

Les deux variétés Ajenjer et Thaamrounte présentent des fruits dont les diamètres sont de l'ordre de 3.94 et 3.90 cm respectivement classées dans le groupe B. Les fruits de la variété Azayech ont les diamètres les plus faibles de l'ordre de 2,83 cm classées dans le groupe C.

Tableau 10 : Résultat du test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le diamètre des figes selon la variété.

Facteur (variété)	Diamètre moyen des figes (cm) \pm écart-type	Groupes homogènes		
Avouhvoul	4,70 \pm 0,35	A		
Achtoui	4,58 \pm 0,32	A		
Zithelkhadem	4,56 \pm 0,15	A		
Thaghanimth	4,45 \pm 0,15	A		
Thabuharchawth	4,41 \pm 0,20	A		
Ajenjer	3,94 \pm 0,19		B	
Thaamrounte	3,90 \pm 0,43		B	
Azayech	2,83 \pm 0,10			C

1.1.3. Longueur des figes

Les résultats obtenus dans l'annexe 5a et schématisés par la figure 38, montrent que la variété Zith-elkhadem est celle dont les figes présentent la longueur moyenne la plus élevée de l'ordre de 5,28cm. Elle est suivie par les deux variétés Achtoui et Thaamrounte dont les longueurs moyennes respectives sont de 4,66 et 4,17 cm. la variété Azayech est celle dont les figes présentent la longueur moyenne la plus faible 2,28cm.

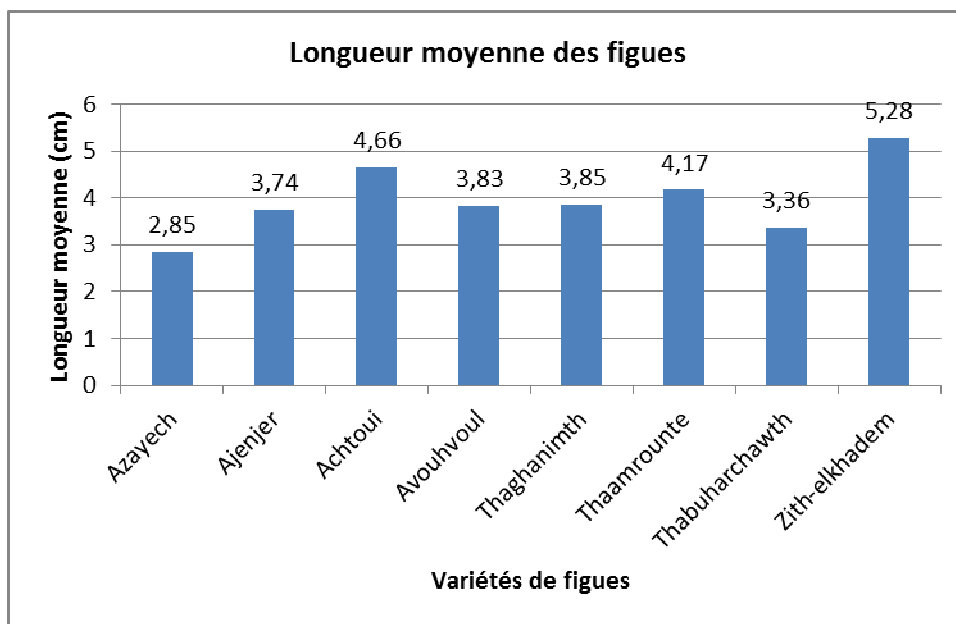


Figure 38 : Longueur moyenne des figes des différentes variétés étudiées.

L'analyse de la variance (tableau 11) montre que la longueur moyenne des figes varie de façon très hautement significative selon la variété ($P=0,0000$).

Tableau 11 : Résultats de l'analyse de la variance pour la longueur moyenne des figes selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	21,664	39	0,555		
Var. Facteur1	19,718	7	2,817	46,298	0,0000
Var. Résiduelle 1	1,947	32	0,061		

Les résultats du test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% (tableau 12) montrent que Zith-elkhadem est la variété dont les fruits présentent une longueur moyenne la plus élevée de l'ordre de 5,28cm, elle est classée dans le groupe A. Elle est suivie par la variété Achtoui avec une longueur moyenne de 4,66cm classée dans le groupe B. En dernier, est classée la variété azayech dans le groupe F, avec la longueur moyenne la plus faible de l'ordre de 2,85cm.

Tableau 12 : Résultats du NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour la longueur moyenne des figues selon la variété.

Facteur (Variété)	Longueur moyenne des figues (cm) \pm écart-type	Groupe homogènes					
		A	B	C	D	E	F
Zith-elkhadem	5,28 \pm 0,21	A					
Achtoui	4,66 \pm 0,26		B				
Thaamrounte	4,17 \pm 0,47			C			
Thaghanimth	3,85 \pm 0,17			C	D		
Avouhvoul	3,83 \pm 0,14			C	D		
Ajenjer	3,74 \pm 0,22				D		
Thabuharchawth	3,36 \pm 0,22					E	
Azayech	2,85 \pm 0,21						F

1.2. Estimation de l'infestation des figues des différentes variétés étudiées par *C. capitata*

1.2.1. Nombre de piqûres par figue

1.2.1.1. Selon l'exposition

1.2.1.1.1. Variété Azayech

D'après les résultats présentés par la figure 39, nous constatons que les figues récoltées au Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 0,20 piqûres/figue. Par contre, les expositions Nord, Sud, Ouest hébergent les figues qui ne présentent aucune piqûre.

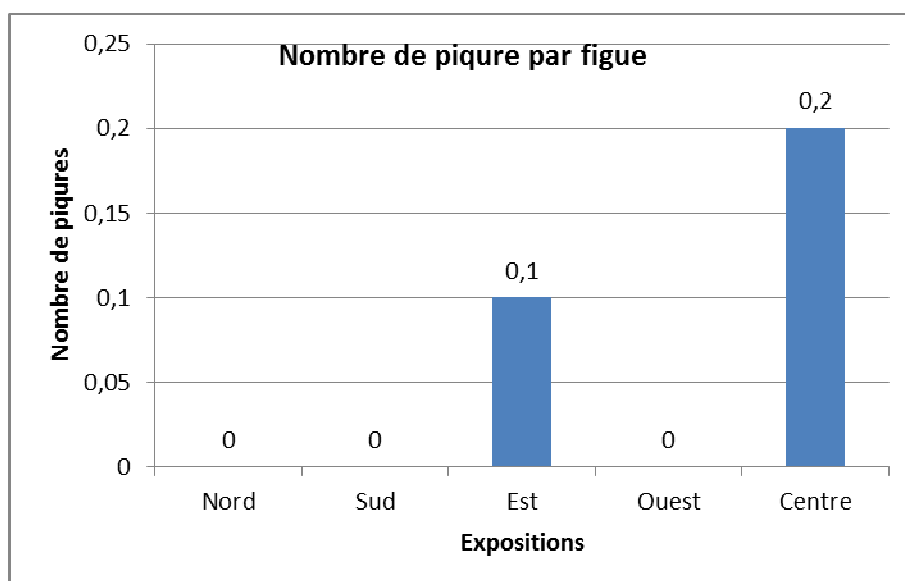


Figure 39 : Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Azayech.

1.2.1.1.2. Variété Ajenjer

D'après les résultats présentés par la figure 40, nous constatons que les figes prélevées au Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 0,20 piqûres/figue. Par contre les figes des expositions Nord, Sud et Est ne présentent aucune piqûre par figue.

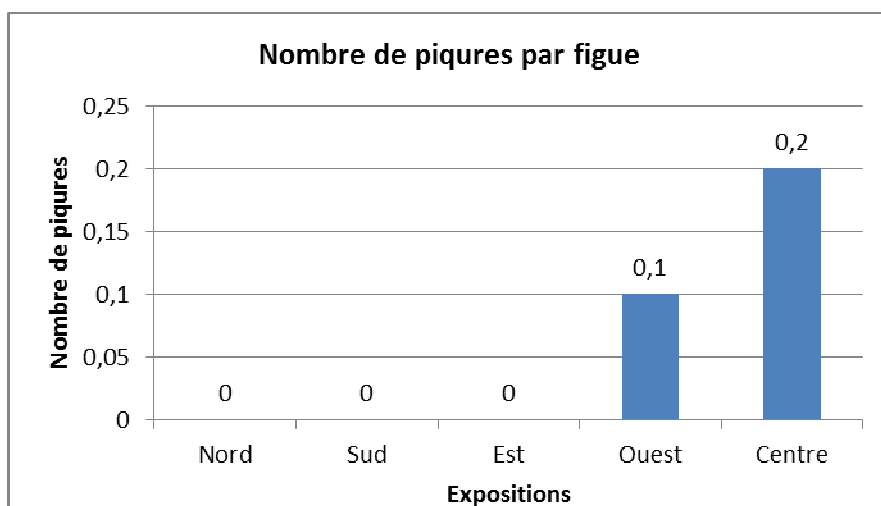


Figure 40: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Ajenjer.

1.2.1.1.3. Variété Achtoui

D'après les résultats présentés par la figure 41, nous constatons que les figes exposées au Sud présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 0,80 piqûres/figue. Par contre, les figes des expositions Est et Ouest ne présentent pas de piqûres.

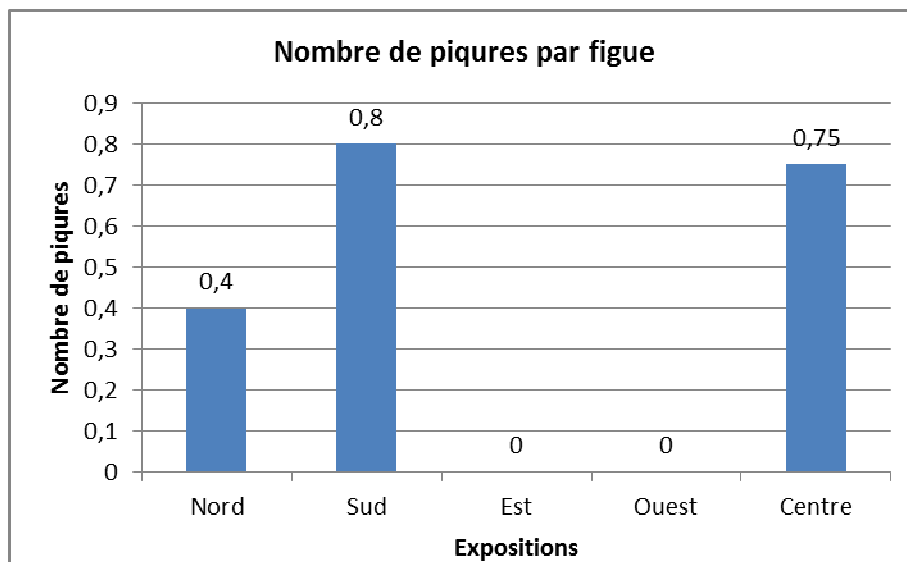


Figure 41 : Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Achtoui.

1.2.1.1.4. Variété Avouhvoul

Selon les résultats présentés par la figure 42, nous constatons que les figes prélevées du Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 3,70 piqûres/figue. Cependant, les figes exposées au Nord présentent le nombre de piqûres le plus faible de l'ordre de 1,5 piqûres/figue.

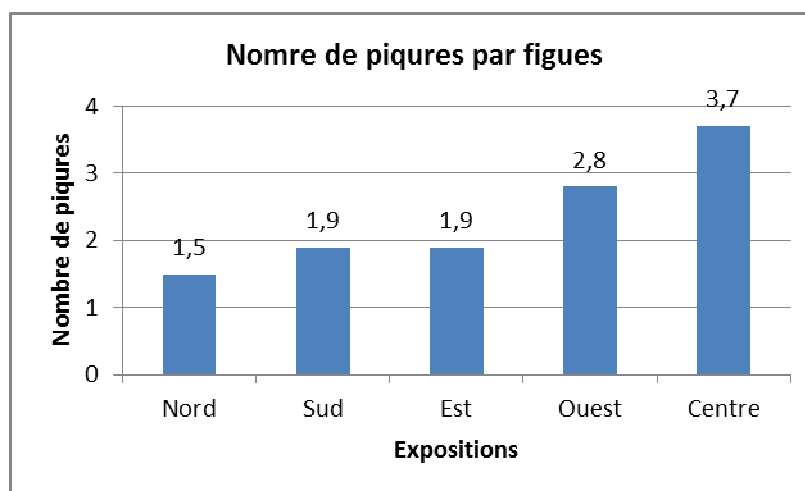


Figure 42 : Nombre de piqures par figue selon l'exposition pour la variété Avouhvoul.

1.2.1.1.5 .Variété Thaghanimth

D'après les résultats présentés par la figure 43, nous constatons que les figes prélevées au Centre de l'arbre présentent le plus grand nombre de piqûres par rapport aux autres expositions, il est de l'ordre de 1,30 piqûres/figue. Par contre les figes prélevées au Sud présentent le nombre de piqûres le plus faible de l'ordre de 0,1 piqûres/figue.

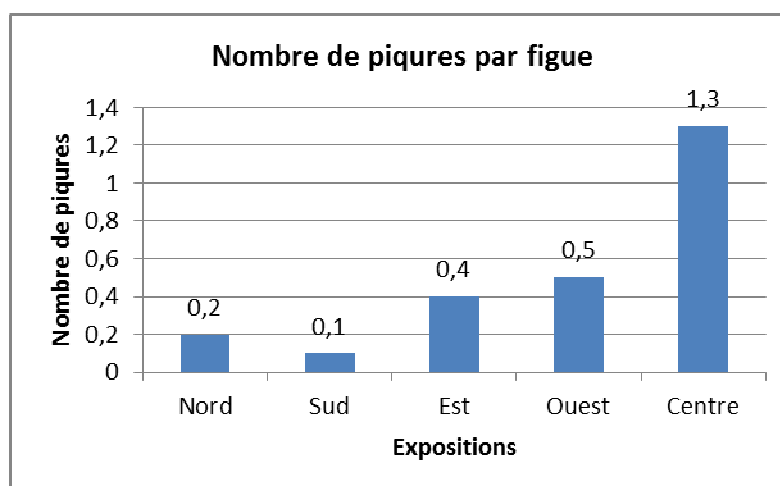


Figure 43 : Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Thaghanimth.

1.2.1.1.6. Variété Thaamrounte

D'après les résultats présentés dans la figure 44, nous constatons que les figues de l'exposition Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé estimé à 1,70 piqûres/figue. Par contre les figues prélevées à l'Est sont celles dont les fruits présentent le nombre le plus faible de piqûres estimé à 0,7 piqûres/figue.

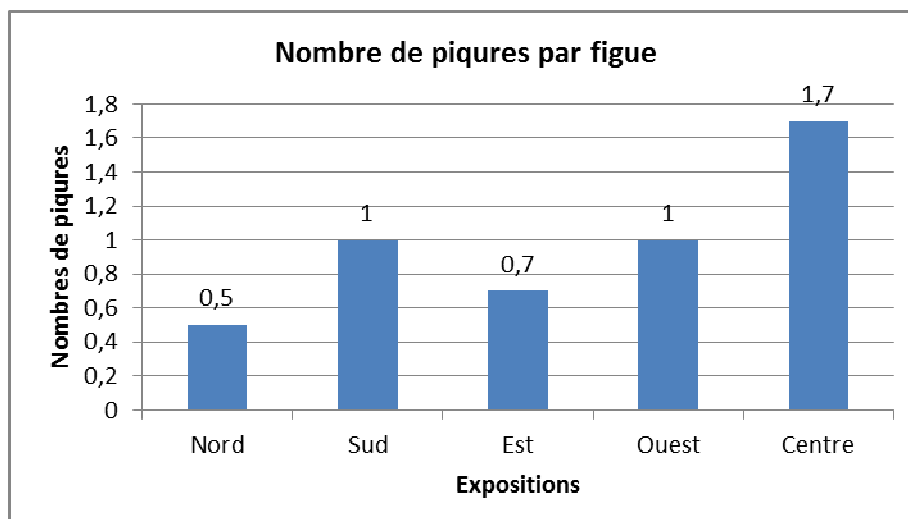


Figure 44: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Thaamrounte.

1.2.1.1.7. Variété Thabuharchawth

D'après les résultats présentés dans la figure 45, nous constatons que les figues prélevées au Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 0,87 piqûres/figue. Suivie par les figues de l'exposition Ouest (0,72 piqûres par figue). Par contre les expositions Est, Sud et Nord ne présentent aucune piqûre.

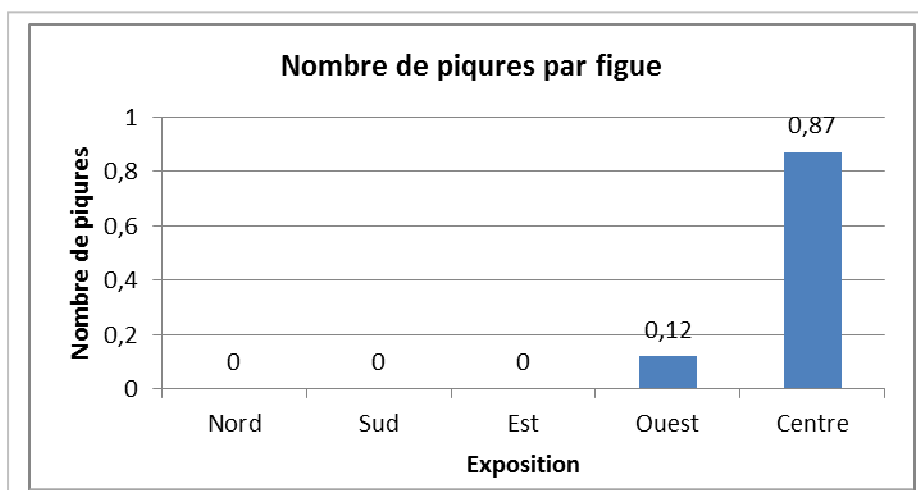


Figure 45: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Thabuharchawth.

1.2.1.1.8. Variété Zith-elkhadem

D'après les résultats présentés dans la figure 46, nous constatons que les figes prélevées au Centre présentent le nombre de piqûres le plus élevé de l'ordre de 0,33 piqûres/figue. Suivi par l'Ouest avec 0,22 piqûre/figue. Par contre les figes prélevées au Sud ne présentent pas de piqûres.

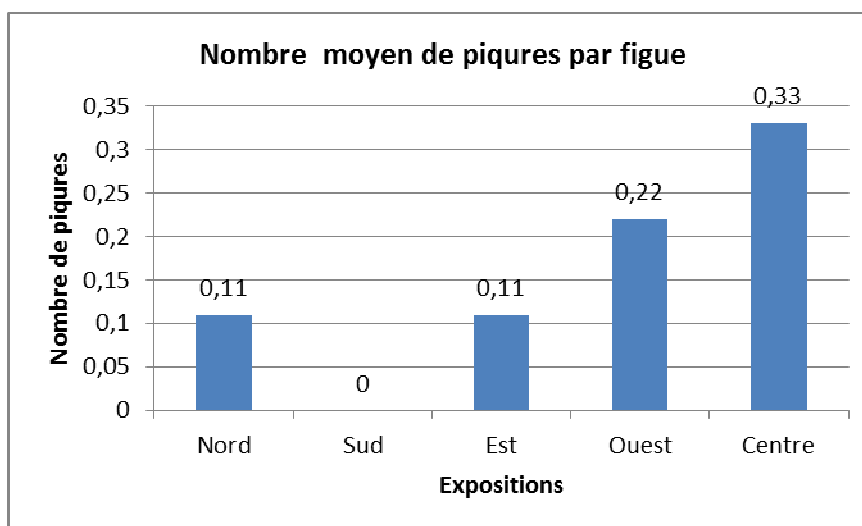


Figure 46: Nombre de piqûres par figue selon l'exposition pour la variété Zithelkhadem.

L'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 13) montre que la probabilité calculée ($P=0,3390$) est supérieure à $\alpha= 0.05$, il n'y a pas de différence significative du nombre moyen de piqûres par figue en fonction de l'exposition.

Tableau 13 : résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de piqûre par figue selon l'exposition.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	27,377	39	0,702		
Var.Facteur1	3,239	4	0,81	1,174	0,3390
Var.Résiduelle1	24,138	35	0,69		

1.2.1.2. Selon les variétés confondues.

D'après les résultats présentés par la figure 47, nous constatons que la variété Avouhvoui est celle qui présente le nombre moyen de piqûres par figue le plus élevée de l'ordre de 2,36 piqûres/figue. Elle est suivie par les variétés Thaamrounte, Thaghanimth, Achtoui, Thabuharchawth, Zithelkhadem (0,98, 0,5, 0,40, 0,20, 0,15 piqûres par figue respectivement). Par contre les variétés Ajenjer et Azayech présentent le nombre de piqûres le plus faible (0,06 piqûre par figue).

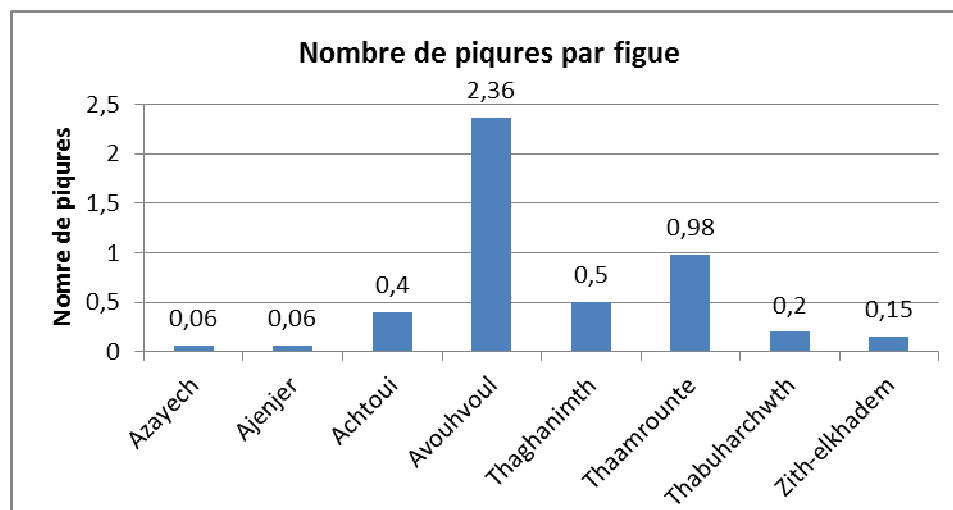


Figure 47: Nombre moyen de piqûres par figue selon la variété.

L'analyse de la variance (tableau 14) montre que le nombre moyen de piqûres par figue varie de façon très hautement significative ($P=0,0000$) selon les variétés de figues étudiées.

Tableau 14 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de piqures par figue selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	27,377	39	0,702		
Var.Facteur1	21,193	7	3,028	15,666	0,0000
Var. Résiduelle1	6,184	32	0,193		

Les résultats du test de NEWMAN & KEULS au seuil de 5% (tableau 15), révèle que la variété Avouhvoul est celle qui présente le nombre moyen de piqures le plus élevé elle est classée dans le groupe A. Viennent dans l'ordre décroissant la variété Thaamrounte classée dans le groupe B, Thaghanimth et Achtoui classée dans le groupe BC, puis en dernier les variétés Thabuharchawth, Zithelkhadem, Ajenjer, Azayech classées toutes dans le groupe C.

Tableau 15 : Résultats du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le nombre moyen de piqures par figue selon la variété.

Facteur (variété)	Nombre moyen de piqures par figue ± écart-type	Groupes homogène		
Avouhvoul	2,36 ± 0,88	A		
Thaamrounte	0,98 ± 0,45		B	
Thaghanimth	0,50 ± 0,47		B	C
Achtoui	0,40 ± 0,38		B	C
Thabuharchawth	0,20 ± 0,37			C
Zith-elkhadem	0,15 ± 0,12			C
Ajenjer	0,06 ± 0,08			C
Azayech	0,06 ± 0,08			C

1.2.2. Le taux de figes piquées

1.2.2.1. Selon l'exposition :

D'après les résultats présentés dans l'annexe 8a et schématisés par la figure 48, nous constatons que le centre présente le taux de figes piquées le plus élevé de l'ordre 40,59% en deuxième position, nous retenons l'exposition Ouest 26,84% puis viennent les expositions suivantes Sud, Est, Nord, avec des taux moyen respectifs de 23.75 , 22.63 , 20.13%.

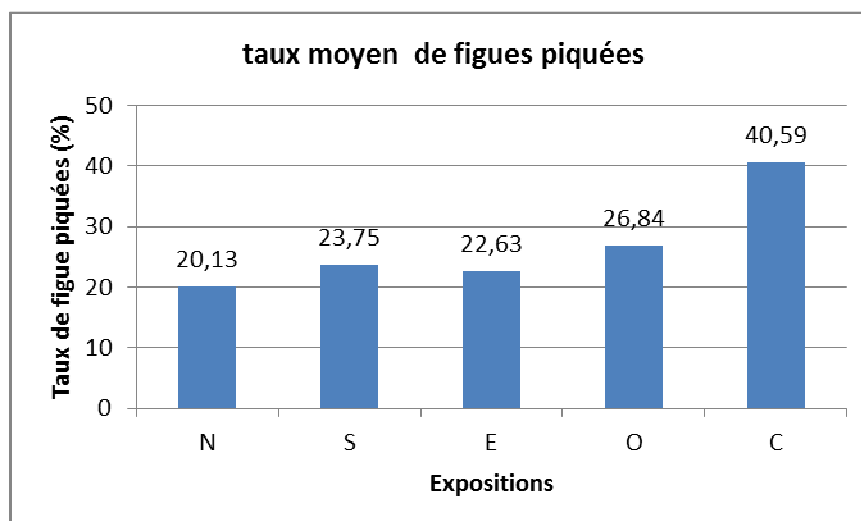


Figure 48: Taux moyen de figues piquées selon l'exposition.

L'analyse de la variance (tableau16) au seuil 5% montre, qu'il y a une différence non significative pour le taux de figues piquées entre les différentes expositions ($P=0,6689$).

Tableau 16 : Résultats de l'analyse de la variance pour le taux de figues piquées selon l'exposition.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var.Totale	32635,44	39	836,806		
Var.Facteur1	2089,242	4	522,311	0,598	0,6689
Var.Résiduelle1	30546,2	35	872,748		

1.2.2.2. Selon La variété

D'après les résultats présentés dans l'annexe 8a schématisés par la figure 49, nous constatons que la variété Avouhvoul présente le taux de figues piquées le plus élevé de l'ordre de 84%. Par contre la variété Azayech est celle qui présente le taux de figue piquées le plus faible estimé à 4%.

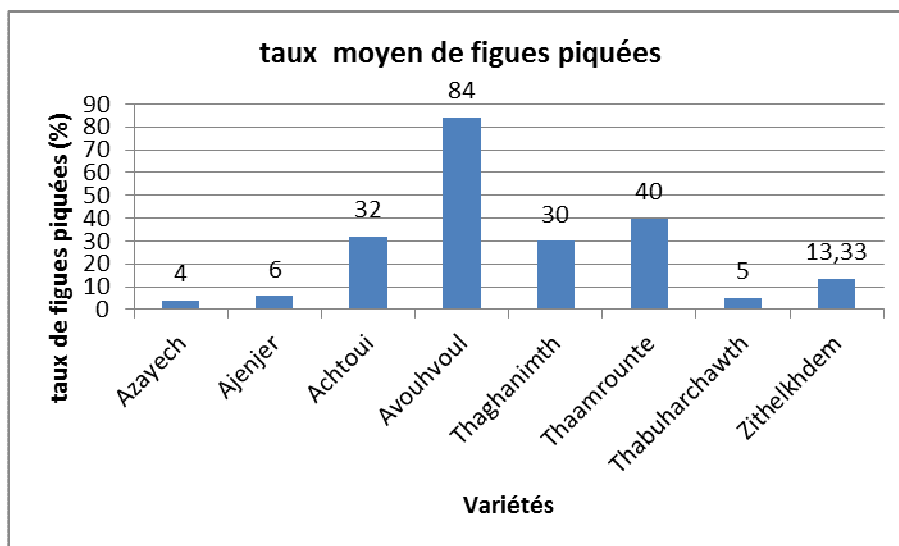


Figure 49: Taux de figes piquées selon la variété.

L'analyse de la variance au seuil 5% tableau 17, montre que le taux de figes piquées varie de façon très hautement significative selon la variété ($P=0,0000$).

Tableau 17 : Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour le taux de figes piquées selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	20490,82	31	660,99		
Var.Facteur1	20406	7	2915,14	824,84	0,0000
Var. Résiduelle1	84,82	24	3,534		

Les résultats du test de NEWMAN & KEULS au seuil 5% (tableau 18), révèlent que la variété Avouhvoul présente le taux de figes piquées le plus élevé de l'ordre de 84%. Elle est classée dans le groupe A. Elle est suivie par la variété Thaamrounte dont le taux de figes piquées est de l'ordre de 40% (classée dans le groupe B). Les variétés Zithelkndem, Ajenjer, Thabuharchawth et Azayech sont classées dans le dernier groupe C.

Tableau 18 : Résultats du test NEWMAN & KEULS au seuil 5% pour le taux de figes piquées selon la variété.

Facteur (Variété)	Taux moyen de figes piquées \pm écart-type	Groupes homogène			
Avouhvoul	84 \pm 3,26	A			
Thaamrounte	40 \pm 1,63		B		
Achtoui	32 \pm 1,63		B	C	
Thaghanimth	30 \pm 2,82		B	C	
Zithelkhadem	13 \pm 0,81				C
Ajenjer	6 \pm 1,63				C
Thabuharchawth	5 \pm 0,9				C
Azayech	4 \pm 0,33				C

1.2.3. Nombre de pupe par figue

1.2.3.1. Selon l'exposition

1.2.3.1.1. Variété Azayech

D'après les résultats présentés par la figure 50, nous constatons que l'exposition Centre est celle dont les fruits sont les plus infestés en donnant un nombre moyen de pupes de l'ordre de 0,70 pupes par figue. Par contre les fruits des expositions Nord, Sud, Est, Ouest n'ont donné aucune pupe.

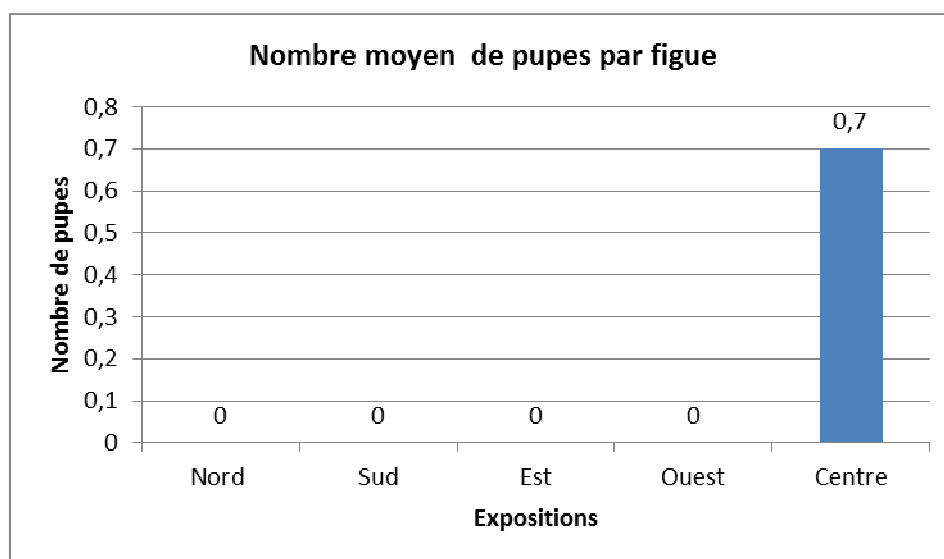


Figure50 : Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Azayech.

1.2.3.1.2. Variété Ajenjer

Selon les résultats présentés par la figure 51, nous constatons que l'exposition Ouest est celle qui présente les fruits les plus infestés en donnant un nombre de pupes le plus élevé de l'ordre de 1,40 pupes par figue. Elle est suivie par l'exposition Centre avec 1,10 pupes par figue. Par contre les fruits des expositions Nord, Sud et Est n'ont donné aucune puce.

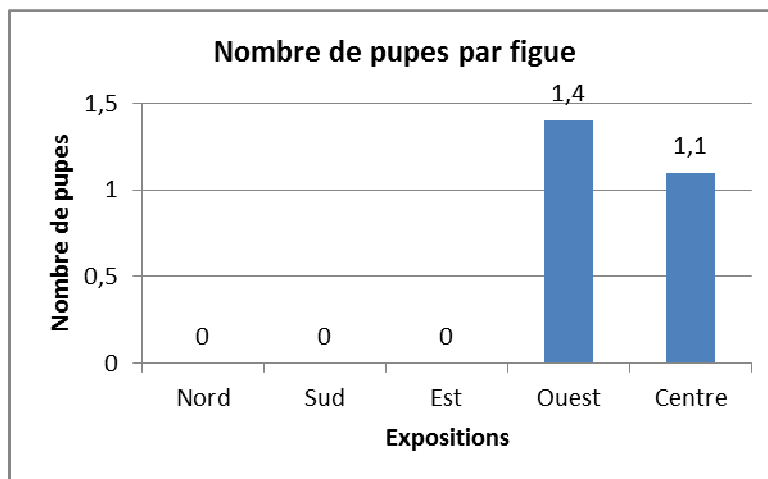


Figure 51 : Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Ajenjer.

1.2.3.1.3. Variété Achtoui

Selon les résultats présentés par la figure 52, nous constatons que les figues de l'exposition Nord sont celles qui présentent le nombre de puce par figue le plus élevé de l'ordre de 5,6. Suivi par les figues de l'exposition Centre avec 4,8 pupes par figue. Par contre les figues des expositions Sud, Est et Ouest n'ont donné aucune puce.

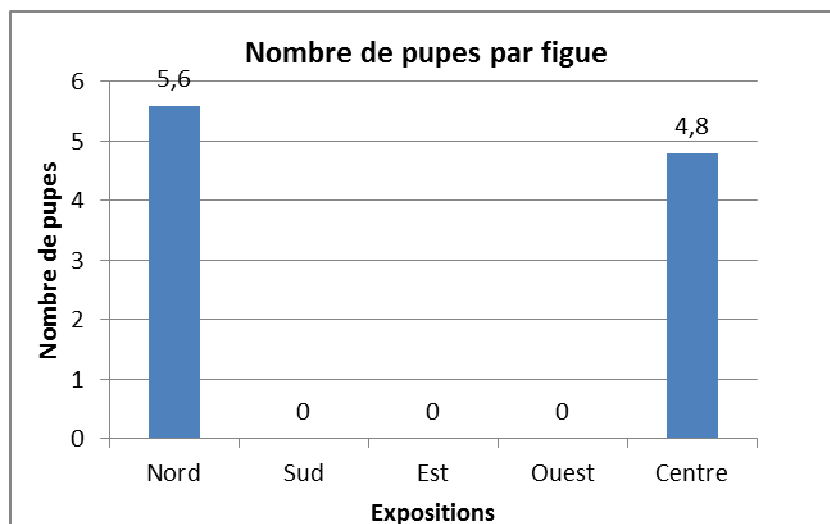


Figure 52: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Achtoui.

1.2.3.1.4. Variété Avouhvoul

D'après les résultats présentés par la figure 53, nous constatons que les expositions Centre et Sud, présentent le même nombre de puce par figue de l'ordre de 0,40. Elles sont suivies par l'exposition Est dont les fruits infestés présentent une moyenne de 0,10 puce par figue. Par contre les fruits des expositions Sud et Ouest n'ont donné aucune puce.

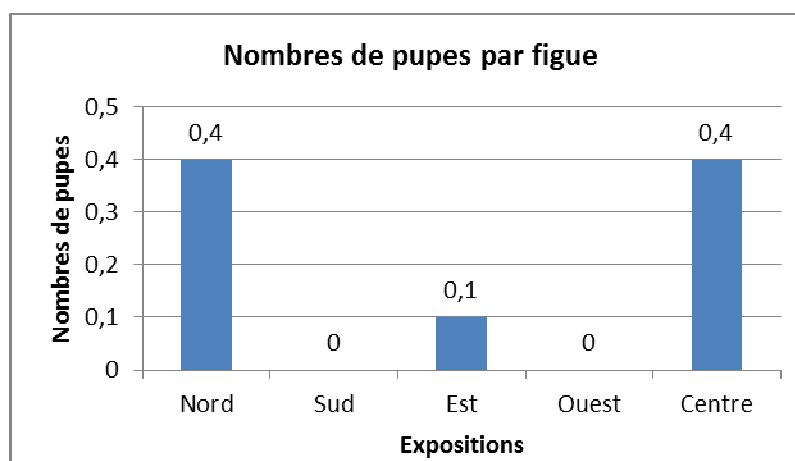


Figure 53: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Avouhvoul.

1.2.3.1.5. Variété Thaghanimth :

D'après les résultats obtenus (Figure 54), nous constatons que le nombre moyen de pupes par figue diffère d'une exposition à une autre. Le nombre de puce le plus élevé (7,20 puce par figue) est enregistré pour l'exposition Ouest. Elle est suivie par l'exposition Est avec 6,80 puce par figue, puis le Nord et le Sud qui présentent des moyennes respectives 2,20 et 7,33 pupes par figue. En dernier, nous avons l'exposition Centre avec 0,80 puce par figue.

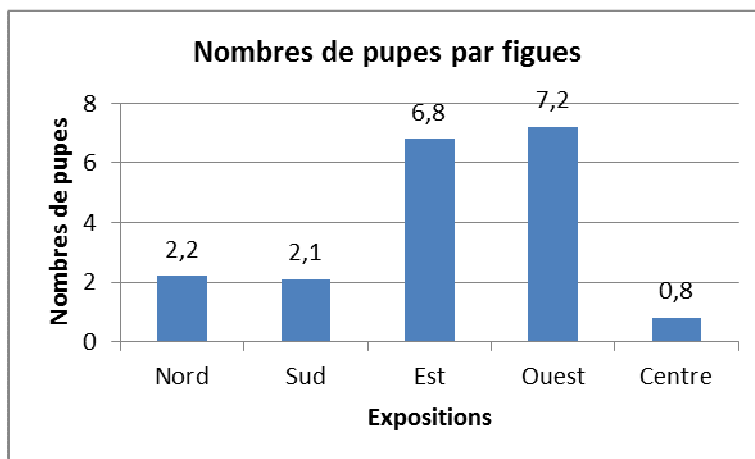


Figure54 : Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Thaghanimth.

1.2.3.1.6. Variété Thaamrounte

D'après les résultats obtenus (Figure 55), nous constatons que l'exposition Ouest est celle dont les fruits sont les plus infestés avec un nombre moyen de pupes par figue de 2,70. Elle est suivie par l'exposition Centre (1 puce par figue). Par contre les figues des expositions Nord, Sud et Est n'ont pas donné de pupes.

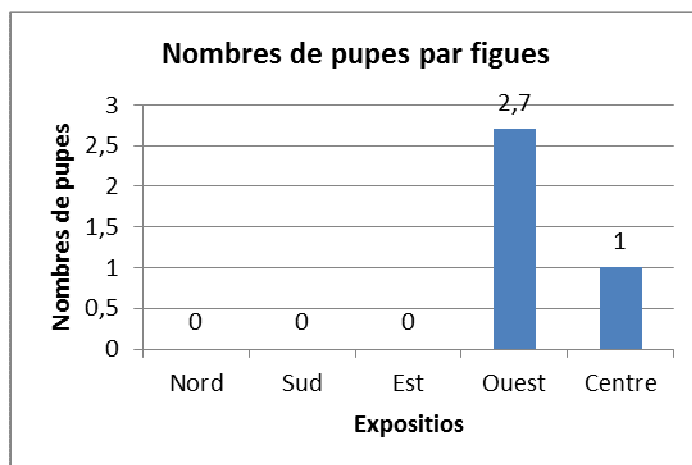


Figure 55: Nombre de pupes par figue selon l'exposition pour la variété Thaamrounte.

1.2.3.1.7. Variété Thabuharchawth

D'après les résultats obtenus dans la figure 56, nous constatons que l'exposition Ouest est celle qui présente le nombre de pupes par figure le plus élevé de l'ordre de 5,62. Elle est suivie par l'exposition Centre avec un nombre moyen de pupes par figure de 1,87. Par contre les expositions Nord, Sud et Est n'ont pas donné aucune pupes.

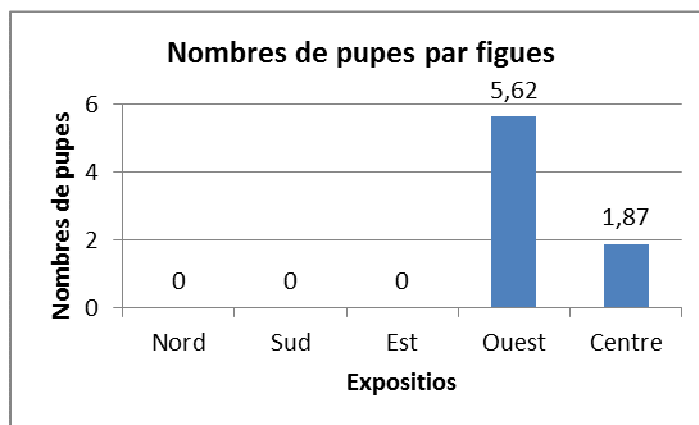


Figure56 : Nombre de pupes par figure selon l'exposition pour la variété Thabuharchwth.

1.2.3.1.8. Variété Zithelkhadem

D'après les résultats obtenus dans la figure 57, nous ne constatons que seul les figures des expositions Nord et Centre ont donné des pupes avec une même moyenne de l'ordre de 0,06 pupes par figure, par contre les figures des expositions Sud, Est et Ouest n'ont pas donné de pupes.

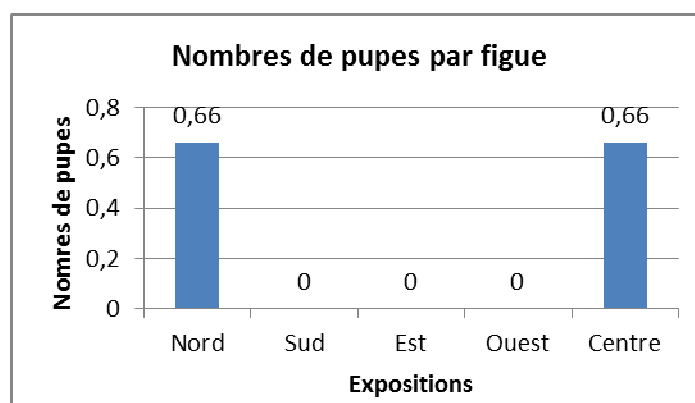


Figure 57 : Nombre de pupes par figure selon l'exposition pour la variété Zithelkhadem.

L'analyse de la variance (tableau19) au seuil 5% qu'il y a une différence non significative pour le nombre de pupes par figure selon l'exposition ($P= 0,4641$).

Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour le nombre de pupes par figue selon l'exposition.

	SCE	DDL	CM	Test T	PROBA
Var.totale	157,449	39	4,037		
Var.Facteur1	14,99	4	3,748	0,921	0,46419
Var.Résiduelle1	142,45	35	4,07		

1.2.3.2. Selon la variété

A partir des résultats présentés par la figure 58, nous constatons que la variété Thaghanimth est celle qui présente le nombre moyen de pupes par figue le plus élevé (3,82 pupes/ figue). Elle est suivie par les variétés Achtoui, Thabuharchawth, avec des moyennes respectives de 2,08 et 1,49 pupes par figue. Par contre la variété Azayech présente le nombre moyen de pupes par figue le plus faible de l'ordre 0,14.

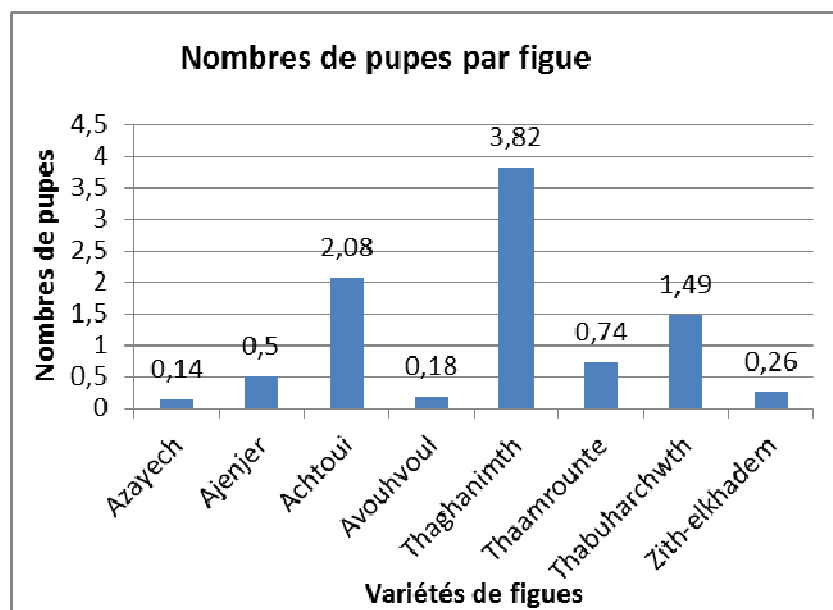


Figure 58: Nombre de pupes par figue selon la variété.

L'analyse de la variance (tableau 20) montre que le nombre de pupes par figue varie de façon significative selon la variété ($P= 0,0297$).

Tableau 20 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par figue selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	157,449	39	4,037		
Var.Facteur1	57,257	7	8,18	2,616	0,0297
Var.Résiduelle1	100,192	32	3,131		

Le teste de NEWMAN & KEULS au seuil 5% (tableau 21), révèle que la variété Thaghanimth est celle qui présente les fruits les plus infestés en donnant le nombre moyen de pupe/figue le plus élevé de l'ordre de 3.82, elle est classée dans le groupe A. elle est suivie par les deux variétés Achtoui, Thabuharchwth (2,08 et 1,49 pupes par figue respectivement), elles sont classées dans le groupe AB. En dernier viennent les variétés Thaamrounte, Ajenjer, Zithelkhadem, Avouhvoul, Azayech (0.75, 0.5, 0.26, 0.18, 0.14 pupes par figue respectivement) elles sont classées dans le dernier groupe B.

Tableau21 : Résultats du test NEWMAN & KEULS pour le facteur nombre de pupes selon la variété.

Facteur (variété)	Nombre moyen de figues tombées au sol par arbre± écart-type	Groupes homogènes			
		A	B		
Thaghanimth	3,82±2,92	A			
Achtoui	2,08±2,86	A	B		
Thabuharchwth	1,49±2,44	A	B		
Thaamrounte	0,75±1,17		B		
Ajenjer	0,5±0,96		B		
Zithelkhadem	0,26±0,36		B		
Avouhvoul	0,18±0,31		B		
Azayech	0,14±0,32		B		

1.3. Estimation de l'infestation par *C. capitata* des figes tombée au sol

Les résultats présentés dans l'annexe 8c et illustrés par la figure 59, révèlent que dans les vergers dont lesquels nous avons échantillonné, nous avons ramassé un nombre important de figes tombées au sol pour chacune des variétés.

La variété Azayech est celle qui montre la chute des figes la plus importante (33,5 figes par arbre en moyenne). Elle est suivie par la variété Thaamrounte (8,7 figes par arbre). Viennent ensuite les variétés Ajenjer (7,2 figes par arbre), Thaghanimth (6,5 figes par arbre). Les variétés Zithelkhadem, Achtoui, Avouhvoul, Thabuharchwth, sont celles qui montrent les chutes de figes les moins importantes (6,44, 5,8, 4,7, 4,37, figes par arbre respectivement).

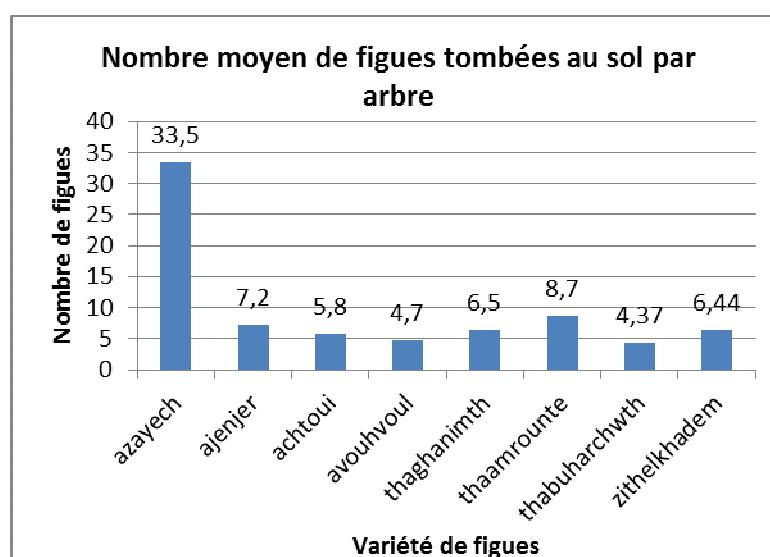


Figure 59 : Nombre de figes tombées au sol par arbre pour les différentes variétés étudiées.

L'analyse de la variance au seuil 5% (Tableau22), montre que le nombre moyen de figes tombées au sol par arbre varie de façon très hautement significative selon la variété ($P=0,0000$).

Tableau 22: résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de figes tombées au sol par arbre selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	1997,337	23	86,841		
Var.Facteur1	1989,437	7	284,21	578,089	0,0000
Var.Résiduelle1	7,866	16	0,492		

Le test de NEWMAN & KEULS (tableau 23), révèle que la variété Azayech présente le nombre de figes tombées au sol le plus élevé (33,5 figes par arbre). Elle est classée dans le groupe A. elle est suivie par la variété Thaamrounte (8,7 figes par arbre). En dernier sont classées dans le groupe D les variétés Avouhvoul et Thabuharchawth avec des moyennes respectives de (4.7 et 4.37 figes par arbre).

Tableau 23 : Résultat du test de NEWMAN & KEULS pour le nombre moyen de figes tombées au sol par arbre selon la variété.

Facteur (variété)	Nombre moyen de figes tombées au sol par arbre \pm écart-type	Groupes homogènes			
Azayech	33,5 \pm 1	A			
Taamrounte	8,7 \pm 0,47		B		
Ajenjer	7,2 \pm 0,72			C	
Thaghanimth	6,5 \pm 0,88			C	
Zithelkhadem	6,44 \pm 0,50			C	
Achtoui	5,8 \pm 0,72			C	D
Avouhvoul	4,7 \pm 0,56				D
Thabuharchawth	4,37 \pm 0,55				D

1.3.1. Nombre de piqûres

A partir des résultats obtenus dans l'annexe 8b et schématisés par la figure 60, nous constatons que les figes de la variété Avouhvoul ramassées au sol sont celles qui ont présenté le nombre de piqûres par figue le plus élevée (3,78 piqûres par figue). Par contre la variété Azayech est celle dont les figes ramassées au sol ont présenté le nombre moyen de piqûres par figue le plus faible estimé à 0,041 piqûres/figue tombée au sol.

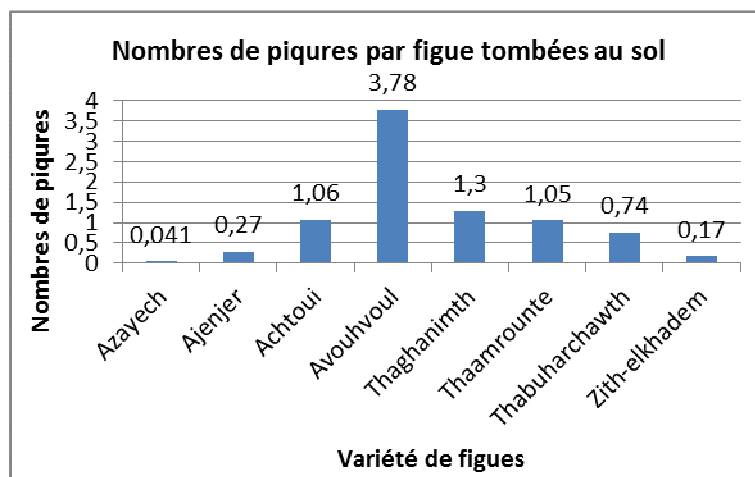


Figure 60 : Nombre moyen de piqûres par figue tombées au sol selon la variété.

L'analyse de la variance (tableau24) montre que le nombre de piqûres par figue tombée au sol varie de façon très hautement significative selon la variété ($P= 0,0000$).

Tableau24 : Résultats de l'analyse de la variance 5% pour le nombre moyen de piqûres selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	47,61	31	1,536		
V.Facteur1	40,05	7	5,721	18,163	0,0000
V.Résiduelle1	7,56	24	0,315		

Le test de NEWMAN & KEULS (tableau 25), révèle que la variété Avouhvoul est celle qui présente le nombre moyen de piqûres par figue tombée au sol le plus élevé de l'ordre de 3,78. Elle est classée dans le groupe A. Toutes les autres variétés sont dans le groupe B avec des moyennes allant de 0,041 à 1,3 pupes /figue tombée au sol.

Tableau 25 : résultats du test de NEWMAN & KEULS au seuil de 5% pour le nombre de piqûres par figue tombées au sol selon la variété.

Facteur (variété)	Nombre de piqûres \pm écart-type	Groupe homogènes	
Avouhvoul	3,78 \pm 1,57	A	
Thaghanimth	1,3 \pm 0,08		B
Achtoui	1,06 \pm 0,047		B
Thaamrounte	1,05 \pm 0,024		B
Thabuharchawth	0,74 \pm 0,043		B
Ajenjer	0,27 \pm 0,02		B
Zithelkhadem	0,17 \pm 0,12		B
Azayech	0,041 \pm 0,004		B

1.3.2. Comparaison entre le nombre de piqûres par figue tombée au sol et par figue récoltée sur l'arbre

Selon les résultats présentés par la figure 61, nous constatons que le nombre de piqûres varie de 0,041 à 3,78 pour les figues tombées au sol. Il varie de 0,06 à 2,36 piqûres par figue pour celles récoltées sur l'arbre.

Nous constatons que pour la même variété, le nombre de piqûres par figue tombée au sol est supérieur au nombre de piqûre par figue récoltée sur l'arbre. La variété Avouhvoul présente le nombre de piqûres par figue tombée au sol le plus élevé (3,78) celui-ci est supérieur au nombre de piqûres des figues récoltées sur l'arbre pour cette même variété (2,36).

La variété Ajenjer présente le nombre de piqûre par figue tombées au sol le plus faible (0,27). Celui-ci est supérieur à celui des figues récoltées sur l'arbre (0,06). Il en est de même pour les autres variétés excepté la variété Azayech dont le nombre de piqûres par figue tombée au sol est inférieur à celui des figues récoltées sur l'arbre.

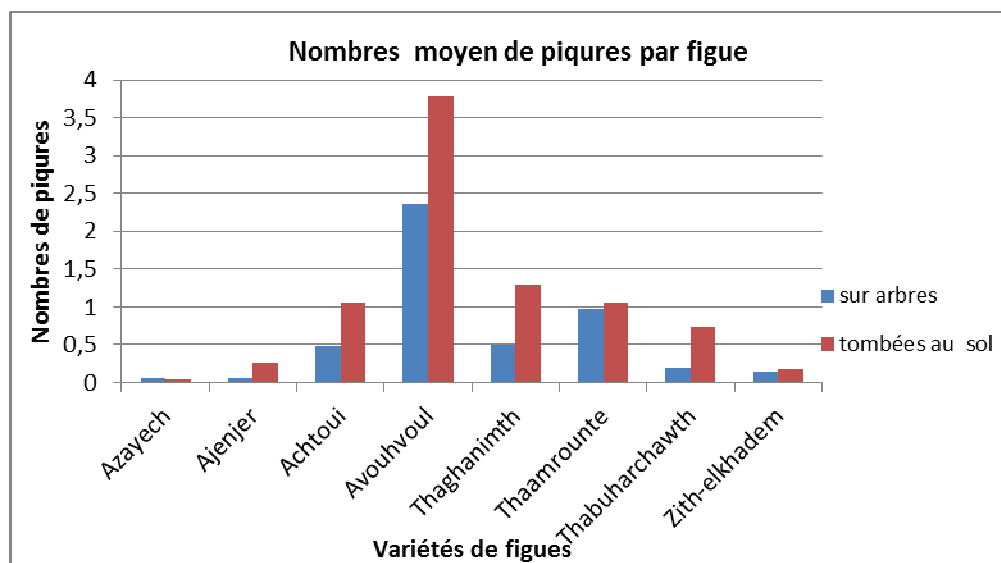


Figure 61: Nombre moyen de piqûres par figue tombée au sol et par figue récoltée sur arbre selon la variété.

1.3.3. Taux de figes piquées

Les résultats présentés dans l'annexe 8b et schématisés par la figure 62, montrent que les figes ramassées au sol de la variété Thaghanimth présentent le taux de fige piquées le plus élevé de l'ordre de 83,07%. Elle est suivie de la variété Avouhvoul (82,97%). Par contre, la variété Azayech est celle qui présente le taux de figes piquées le plus faible de l'ordre de 2,08%.

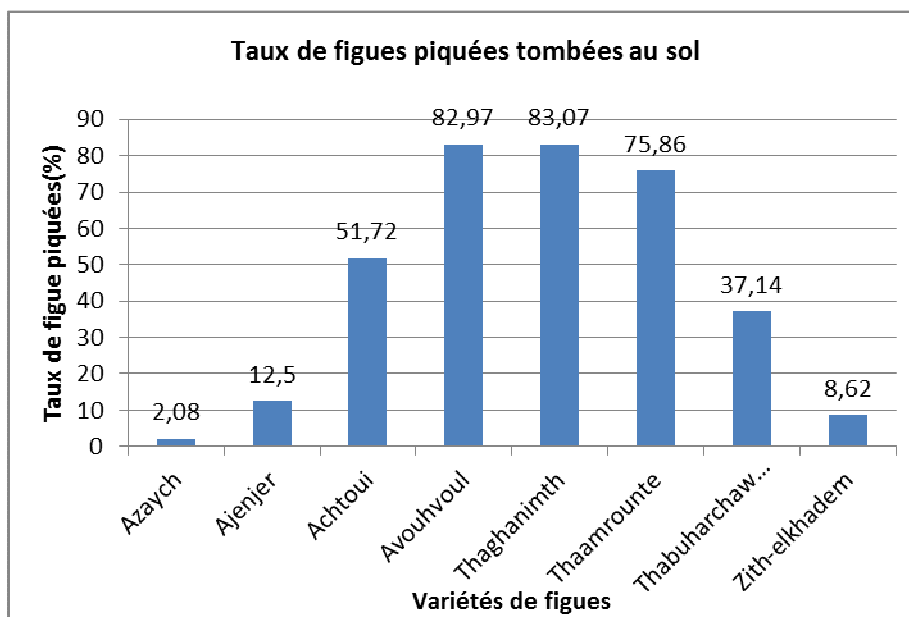


Figure 62: Taux moyen de figes piquées ramassées au sol selon la variété.

L'analyse de la variance (tableau 26), montre que le taux moyen de figes piquées varie de façon très hautement significative selon la variété des figes tombées au sol ($P=0,0000$).

Tableau 26: résultats de l'analyse de la variance pour le taux de figes piquées tombées au sol selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	32672,8	31	1053,961		
V.Facteur1	32670,57	7	4667,224	50175,71	0,0000
V.Résiduelle1	2,232	24	0,093		

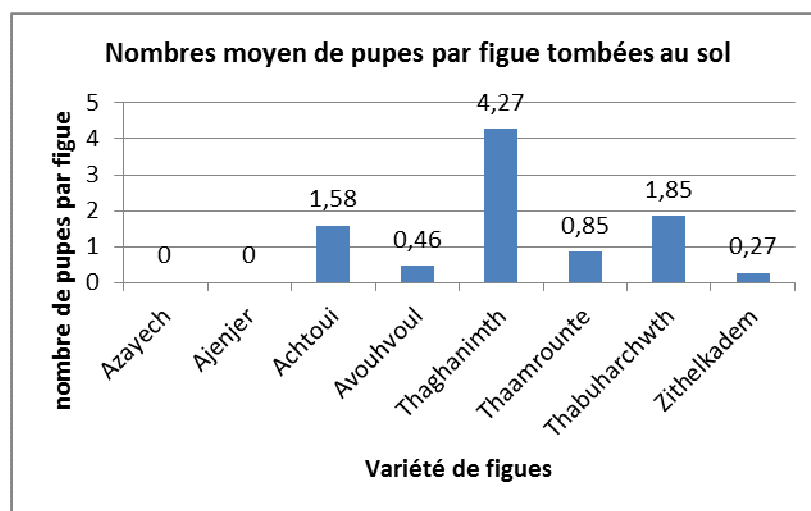
Le test de NEWMAN & KEULS (tableau 27) révèle les deux variétés Thaghanimth et Avouhvoul dont les figes présentent les taux de figes piquées les plus élevés (83,07 et 82,97% respectivement), sont classées dans le groupe A. En dernier est classée dans le groupe G, la variété Azayech avec un taux de figes piquées le plus faible de l'ordre de 2,08%.

Tableau27 : Résultats Du test de NEWMAN & KEULS pour le taux de figes piquées selon la variété.

Facteur (variété)	Taux moyen de figes piquées tombées au sol \pm écart-type	Groupes homogènes						
Thaghanimth	83,07 \pm 0,01	A						
Avouhvoul	82,97 \pm 0,17	A						
Thaamrounte	75,86 \pm 0,07		B					
Achtoui	51,72 \pm 0,83			C				
Thabuharchawth	37,14 \pm 0,03				D			
Ajenjer	12,5 \pm 0,04					E		
Zithelkhdem	8,62 \pm 0,12						F	
Azayech	2,08 \pm 0,02							G

1.3.4. Nombre de pupes par fige tombée au sol

A partir des résultats obtenus dans l'annexe 8b et schématisées par la figure 63, nous constatons que parmi les figes ramassées au sol, la variété Thaghanimth est celle qui présente le nombre moyen de pupes par fige le plus élevé de l'ordre de 4,27 pupes par fige. Elle est suivie par les deux variétés Thabuharchawth et Achtoui (1,85 et 1,58 pupes par fige respectivement). Par contre les deux variétés Ajenjer et Azayech ne présentent aucune pupes.

**Figure 63** : Nombre moyen de pupes par fige pour les figes tombées au sol selon les variétés.

L'analyse de la variance (tableau28) montre que le nombre moyen de pupes par fige tombées au sol varie de façon très hautement significative selon la variété ($P=0,0000$).

Tableau 28 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par figue tombées au sol selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	57,722	31	1,862		
V.Facteur1	57,54	7	8,22	1086,955	0,0000
V.Résiduelle1	0,181	24	0,008		

Le test de NEWMAN & KEULS (tableau29), révèle que la variété Thaghanimth est celle dont les figues tombées au sol sont les plus infestées. Elle présente le nombre de pupes par figue le plus élevé de l'ordre de 4,27. Les deux variétés Ajenjer, Azayech n'ont présenté aucune pupes et sont classées dans le groupe G.

Tableau 29 : Résultats du test de NEWMAN KEULS pour le nombre de pupes par figue tombées au sol selon la variété.

Facteur (variété)	Nombre moyen de pupes par figue \pm écart-type	Groupe homogènes					
Thaghanimth	4,27 \pm 0,14	A					
Thabuharchawth	1,85 \pm 0,01		B				
Achtoui	1,58 \pm 0,16			C			
Thaamrounte	0,85 \pm 0,05				D		
Avouhvoul	0,46 \pm 0,09					E	
Zithelkhadem	0,27 \pm 0,06						F
Ajenjer	0 \pm 0						G
Azayech	0 \pm 0						G

1.3.5. Comparaison entre le nombre de pupes par figues tombées au sol et le nombre de pupes par figue récoltée sur arbre

D'après les résultats schématisés par la figure 64, nous constatons que le nombre de pupes par figue tombées au sol varie de 0 à 4,27 pupes par figue. Il varie de 0,14 à pupes 3, 82 pupes par figue pour celles récoltées sur l'arbre.

Nous constatons que le nombre moyen de pupes par figue tombée au sol est supérieur au nombre moyen de pupes par figue récoltée sur arbre. Concernant les variétés Thaghanimth, Thabuharchawth, Thaamrounte et Zithelkhadem ($4.27 > 3.82$; $1.85 > 1.5$; $0.85 > 0.74$; $0.46 > 0.18$; respectivement).

Par contre le nombre de pupes par figue tombée au sol est inférieur au nombre de pupes par figue récoltée sur arbre pour la variété Achtoui ($1.58 < 2,08$ pupes par figue) et en dernier le nombre de pupes par figue tombée au sol est nul par rapport au nombre de pupes par figues récoltée sur arbre concernant les deux variétés Ajenjer et Azayech.

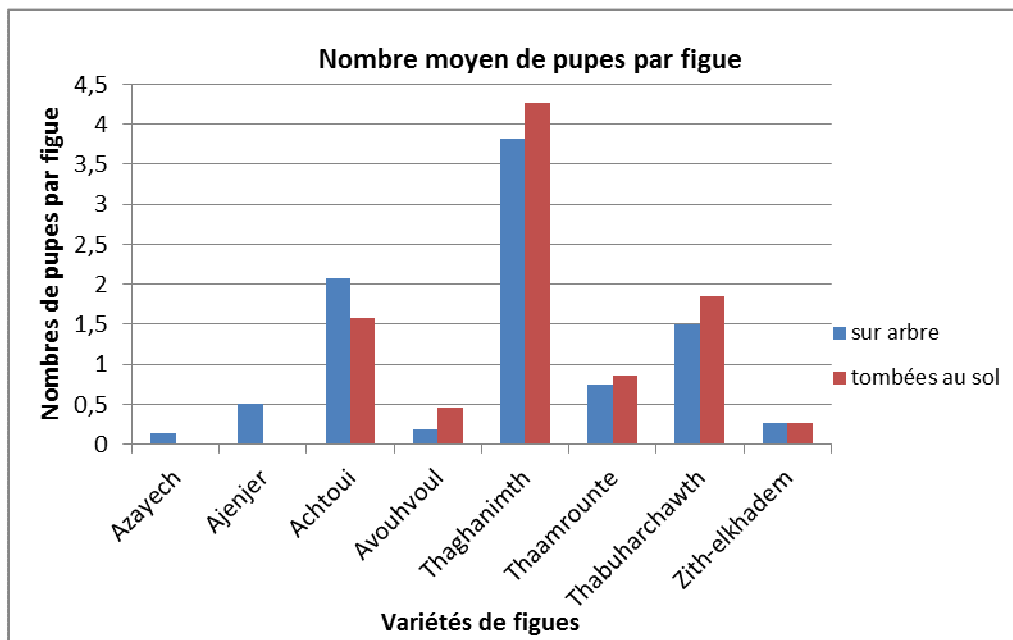


Figure 64: Comparaison du nombre de pupes par figue tombée au sol au nombre de pupes par figue récoltée sur arbre selon la variété.

1.4. Estimation de l'effet variété sur quelques paramètres biologique de *C. capitata*

1.4.1. Durée de pupaison

A partir des résultats obtenus dans l'annexe 9 et schématisés par la figure 65, nous constatons que la durée de pupaison chez la cératite varie de 7 à 9,66 jours.

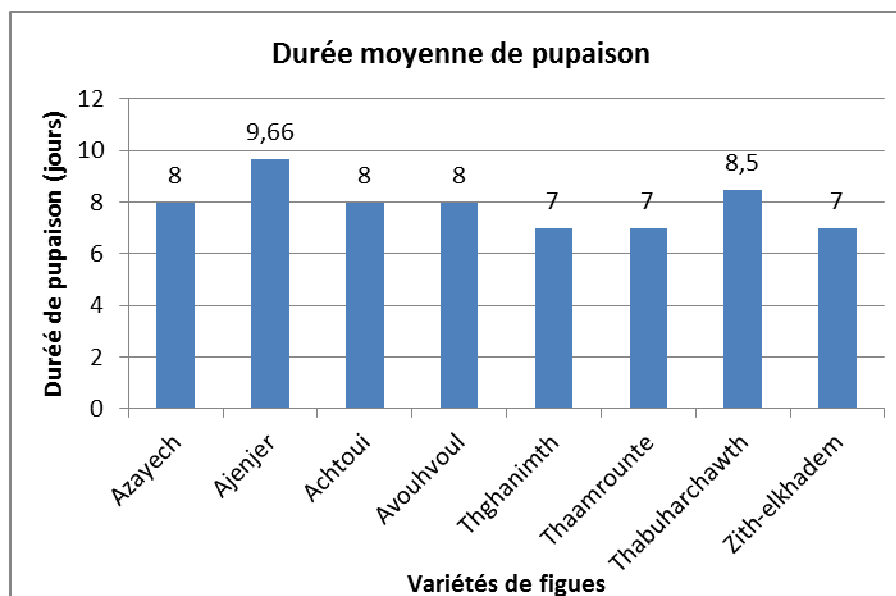


Figure 65 : Durée moyenne de pupaison de *C. capitata* dans les différentes variétés de figuier.

L'analyse de la variance (tableau30) révèle que la durée de pupaison varie de façon non significative selon les variétés de figues ($P= 0,4112$).

Tableau 30: résultats de l'analyse de la variance pour la durée de pupaison selon la variété de figue :

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	54,99	23	2,391		
V.Facteur1	17,823	7	2,546	1,096	0,41106
V.Résiduelle1	37,167	16	2,323		

1.4.2. Taux d'émergence

Les résultats obtenus dans l'annexe 10 et schématisés par la figure 66, montrent que la variété Thaamrounte est celle qui a permis un taux d'émergence le plus élevé avec une moyenne de 89,18%. Elle est suivie par la variété Azayech dont le taux moyen d'émergence est de l'ordre de 85,71%. Par contre la variété Thaghanimth présente le taux d'émergence le plus faible de l'ordre de 34,03%.

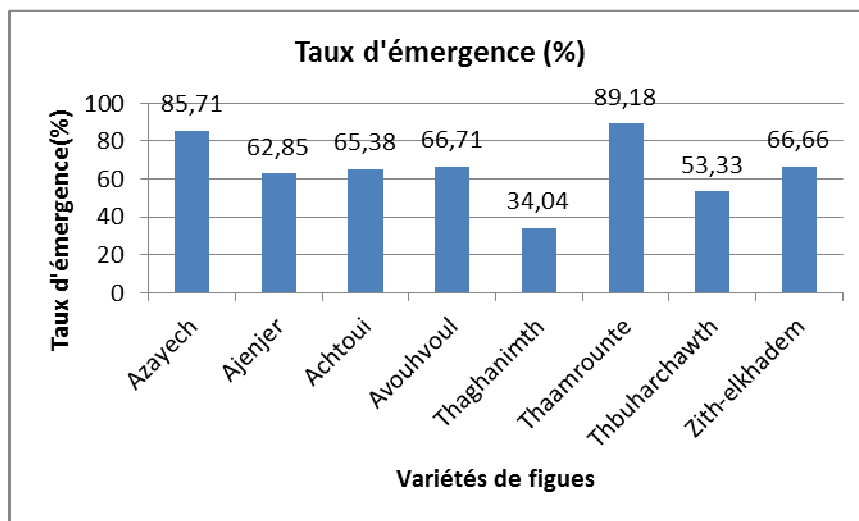


Figure 66 : Taux moyen d'émergence des pupes issues de différentes variétés de figes.

Le test de Scheffé (Tableau 31) révèle des différences très hautement significatives entre les variétés de chaque groupe ($P=0,000$).

Par contre il ne révèle pas de différence significative entre les variétés du groupe C.

Tableau 31 : Résultats du test de Scheffé au seuil 0,05 pour le taux d'émergence selon la variété.

Variétés	moyenne	Groupes homogènes					
Thaamrounte	89,18	A					
Azayech	85,71		B				
Achtoui	65,32			C			
Zithelkhadem	66,66			C			
Avouhvoul	66,71			C			
Ajenjer	62,85				D		
Thabuharchawth	53,33					E	
Thaghanimth	34,04						F

Le test de Scheffé (tableau 31) distingue six groupes homogènes dont la variété Thaamrounte est classée dans le groupe A qui présente le taux d'émergence moyen le plus élevé de l'ordre de 89,18%. Elle est suivie par la variété Azayech classée dans le groupe B.

Les variétés Achtoi, Zithelkhadem, Avouhvoul sont classés dans le groupe C. le taux d'émergence n'est pas significatif entre ces trois variétés.

La variété Thaghanimth en présentant le taux moyen d'émergence le plus faible de l'ordre de 34,04% est classée dans le groupe F.

Au cours de notre étude au laboratoire nous avons observé des moisissures vertes sur les pupes récupérées des figes de la variété Thaghanimth (Figure 67). Toutes ces pupes étaient endommagées, dégradées par le champignon et les adultes n'ont pas pu émerger.

Nous avons identifié ces moisissures elles appartiennent au genre *Aspergillus* et à la classe des Ascomycètes. Ce genre comprend environ 185 espèces réparties en 18 groupes morphologiquement, génétiquement et physiologiquement proches (RAPPER & FENNELL, 1965 ; BOTTON et al, 1990 ; KOQUEBERT, 1998 in TABUC, 2007).

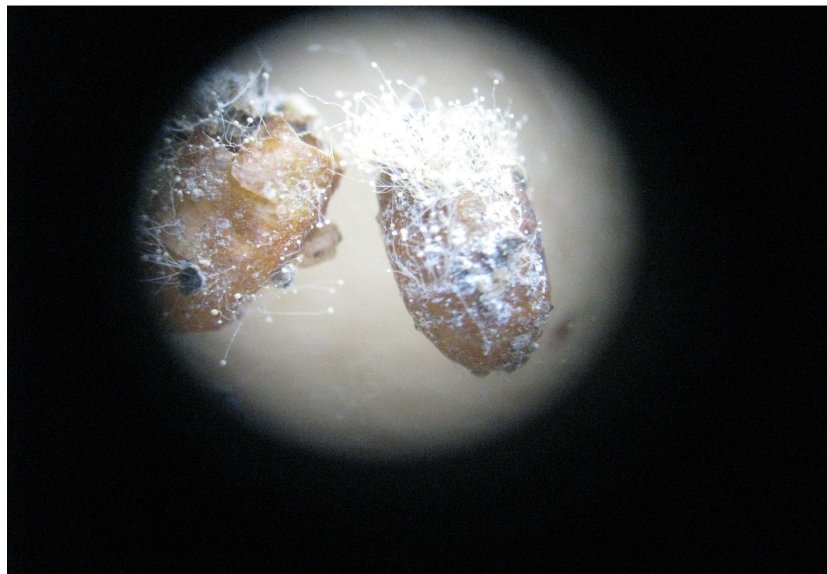


Figure 67 : Pupes de *Ceratitidis capitata* parasitées par des moisissures vertes (*Aspergillus flavus*) observées sous la loupe binoculaire (GX100) (Originale, 2011).

Les *Aspergillus* ont une large répartition géographique et sont souvent associées au climat chaud (CASTEGNARO et PFOHL-LESZKOWICZ, 2000). Ils se développent sur la matière organique en décomposition, dans le sol, le compost, les denrées alimentaires et les céréales (MORIN, 1994).

Les *Aspergillus* sont connus pour leur production de mycotoxines (métabolites secondaires toxiques) et leur production est directement liée à la croissance fongique (TABUC, 2000).

Nous avons observé cette moisissure verte au microscope optique (Figure 68), nous déduisons que c'est *Aspergillus flavus* caractérisée par une tête conidienne, bisériées, radiée puis répartie en plusieurs colonnes de spores, jaunâtre au début puis vert-jaune foncé. Le conidiophore est hyalin atteignant 1 à 2,5 mm. Les vésicules sont sub-globuleuses, et mesurant 25 à 45 µm de diamètre. Les phialides sont portées par des métules. Les conidies sont globuleuses, de 3-6 µm de diamètre de couleur vert pale (BOTTON *et al.*, 1990).

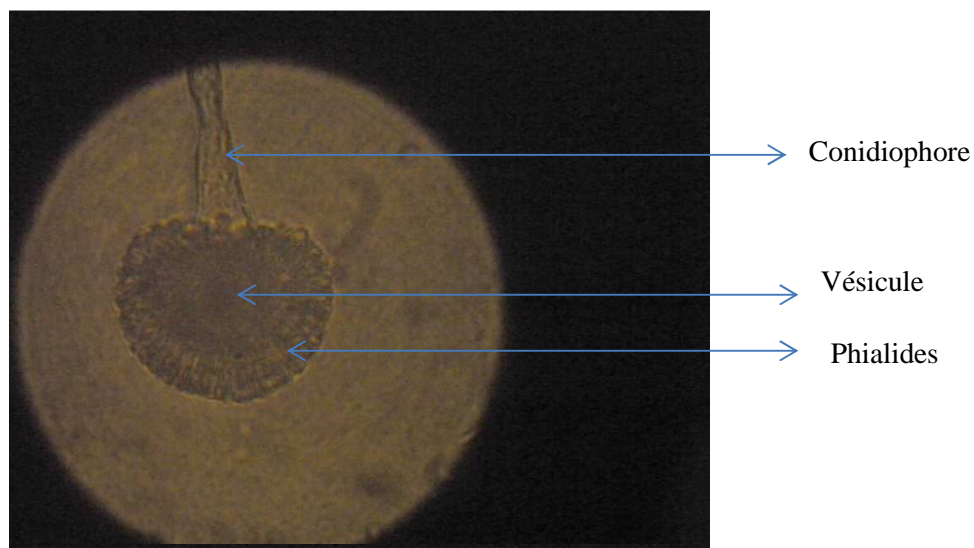


Figure 68 : Observation de *Aspergillus flavus* au microscope optique G : 400X (Originale, 2011).

1.4.3. Sex-ratio

C'est l'un des paramètres importants dans la dynamique des populations. Selon les résultats obtenus dans l'annexe 9 et schématisés par la figure 69, nous constatons que le sex-ratio des mouches issues des différentes variétés des figues varie de 0,5 (Thabuharchwth, Zithelkhdem) à 0,72 pour la variété Ajenjer.

Le sex-ratio est en faveur des femelles pour les variétés : Azayech, Ajenjer, Achtoui, Avouhvoul, Thaghanimth, thaamrounte avec des valeurs de 0.66, 0.72, 0.61, 0.66, 0.64, 0.6 respectivement.

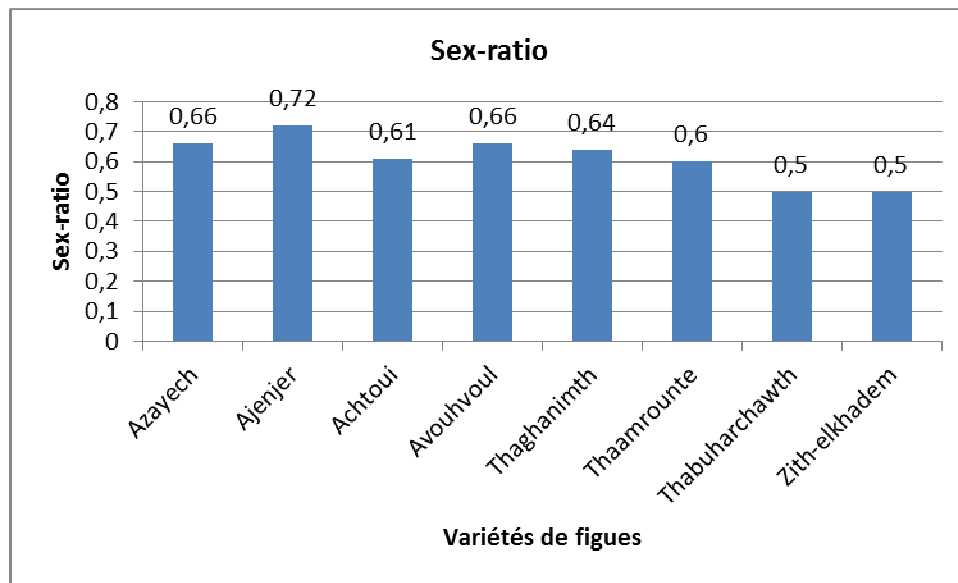


Figure 69 : Sex-ratio moyen des adultes de la cératite issues des pupes de différentes variétés de figes étudiées.

1. 4.4. Longévité

D'après les résultats présentés dans l'annexe 12 et schématisés par la figure 70, nous constatons que la longévité minimale des mouches varie de 5 jours (variété Avouhvoul) à 20 jours (variété Azayech) pour les femelles de *C. capitata* et de 4 jours (les variétés Achtoui et Zithelkhadem) à 9 jours (la variété Thaamrounte) pour les mâles.

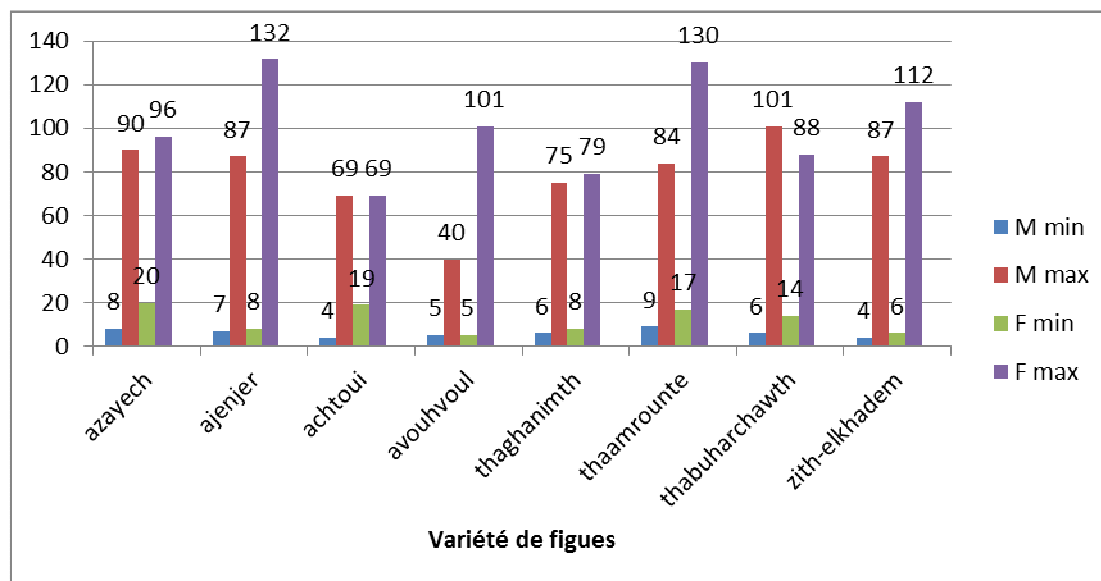


Figure 70 : Longévité minimale et maximale des adultes de *C. capitata* issus des différentes variétés de figes.

M min : longévité minimale des mâles.

M max : longévité maximale des mâles.

F min : longévité minimale des femelles.

F max : longévité maximales des femelles.

La longévité maximale varie de 69 jours (Achtoui) à 132 jours (Ajenjer) pour les femelles de *C. capitata* et de 40 jours (Avouhvoul) à 101 jours (Thabuharchawth) pour les mâles.

1.4.4.1. Longévité des femelles

Selon les résultats présentés par la figure 71, nous constatons que la variété Thaamrounte est celle dont les femelles de la cératite ont une longévité moyenne la plus élevée de l'ordre de 73,5 jours. Elle est suivie par la variété Ajenjer (70 jours). Par contre la variété Achtoui est celle dont les femelles ont une longévité moyenne la plus faible (44 jours).

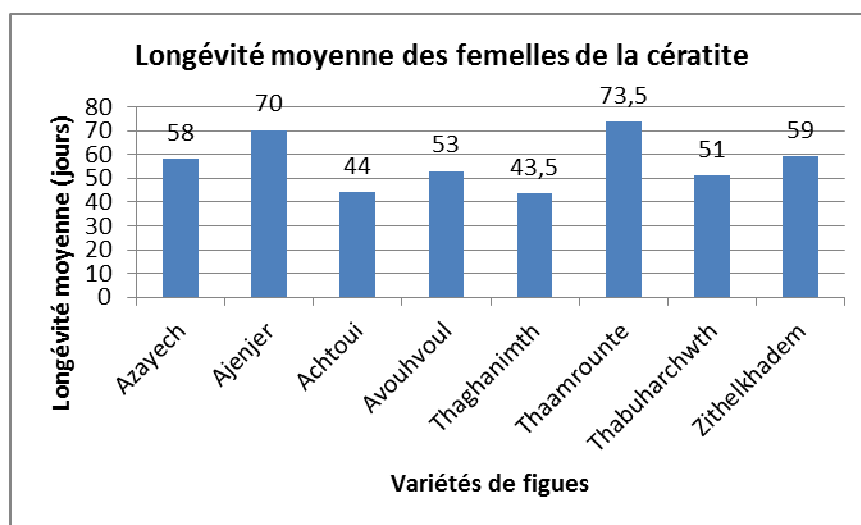


Figure 71: Longévité moyenne des femelles de *C. capitata* issus des différentes variétés de figes étudiées.

L'analyse de la variance (tableau 32) montre que la longévité des femelles de *C. capitata* varie de façon très hautement significative selon les variétés de figes étudiées ($P = 0,0000$).

Tableau 32: Résultats de l'analyse de la variance pour la longévité moyenne des femelles selon la variété de fige.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	2562,5	23	111,413		
Var.Facteur1	2542,5	7	363,214	290,572	0,0000
Var.Résiduelle1	20	16	1,25		

Le test de NEWMAN & KEULS à 5% (Tableau33) révèle que la variété Thaamrounte est celles dont la longévité moyenne des femelles est la plus élevée de l'ordre de 73,5 jours elle est classée dans le groupe A. Elle est suivie par ordre décroissant par la variété Ajenjer dont la longévité moyenne des mouches est de 70 jours (classée dans le groupe B). Par contre la longévité moyenne de la cératite issue des deux variétés Achtoui et Thaghanimth est la plus faible (44, 43.5 jours respectivement) ; elles sont classées dans le groupe F.

Tableau 33 : Résultat du test NEWMAN & KEULS pour la longévité moyenne des femelles de la cératite selon la variété.

Facteur (variété)	Longévité moyenne \pm écart-type	Groupes homogènes					
Thaamrounte	73,5 \pm 1,32	A					
Ajenjer	70 \pm 1		B				
Zithelkhdem	59 \pm 1			C			
Azayech	58 \pm 1			C			
Avouhvoul	53 \pm 1				D		
Thabuharchawth	51 \pm 1					E	
Achtoui	44 \pm 1						F
Thaghanimth	43,5 \pm 1						F

1.4.4.2. Longévité des mâles

Les résultats présentés par la figure 72, révèlent que la variété Thabuharchawth est celle dont les mâles ont une longévité moyenne la plus élevée (53,5 jours). Elle est suivie par la variété Azayech (49 jours). Par contre la variété Avouhvoul est celle dont les mâles ont une longévité moyenne la plus faible (22,5 jours).

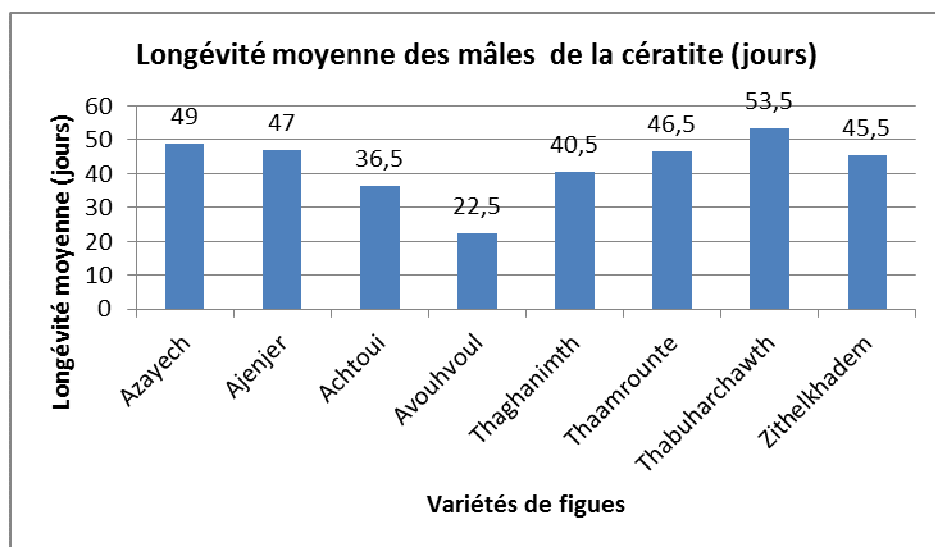


Figure72 : Longévité moyenne des mâles de *C. capitata* issus des différentes variétés de figes étudiées.

L'analyse de la variance (tableau34) montre que la longévité moyenne des mâles de *C. capitata* varie de façon très hautement significative selon la variété ($P= 0,0000$).

Tableau 34 : Résultats de l'analyse de la variance pour la longévité moyenne des mâles selon la variété.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	1959,125	23	85,17		
V.Facteur1	1945,125	7	277,87	317,571	0,0000
V.Résiduelle1	14	16	0,875		

Le test de NEWMAN & KEULS (Tableau 35) au seuil de 5%, révèle que la variété Thabuharchawth est celle dont les mâles ont la longévité moyenne la plus élevée (53,5 jours). Elle est classée dans le groupe A. elle est suivi par la variété Azayech dont la longévité moyenne des mâles est de 49 jours (classée dans le groupe B). Enfin la variété Avouhvoul est celle dont la longévité moyenne des mâles est la plus faible (22,5 jours) classée dans le groupe F.

Tableau35 : Résultat du test de NEWMAN & KEULS pour la longévité moyenne des mâles selon la variété.

Facteur (variété)	Longévité moyenne \pm écart-type	Groupe homogène					
		A	B	C	D	E	F
Thabuharchwth	53,5 \pm 0,5	A					
Azayech	49 \pm 1		B				
Ajenjer	47 \pm 1			C			
Thaamrounte	46,5 \pm 1,32			C			
Zithelkhadem	45,5 \pm 0,5			C			
Thaghanimth	40,5 \pm 0,5				D		
Achtoui	36,5 \pm 1,5					E	
Avouhvoul	22,5 \pm 0,5						F

1.4.4.3. Comparaison entre la longévité moyenne des mâles et des femelles de *C. capitata* sur les différentes variétés de figes étudiées.

Selon les résultats présentés par la figure 73, nous constatons que les femelles et les mâles de la cératite ont une longévité moyenne différente selon les variétés de figes étudiées.

La longévité moyenne des femelles est supérieure à celle des mâles pour chacune des variétés Azayech, Ajenjer, Achtoui, Avouhvoul, Thaghanimth, Thaamrounte et Zithelkhadem. Par contre la longévité des femelles est inférieure à celle des mâles pour la variété Thabuharchawth.

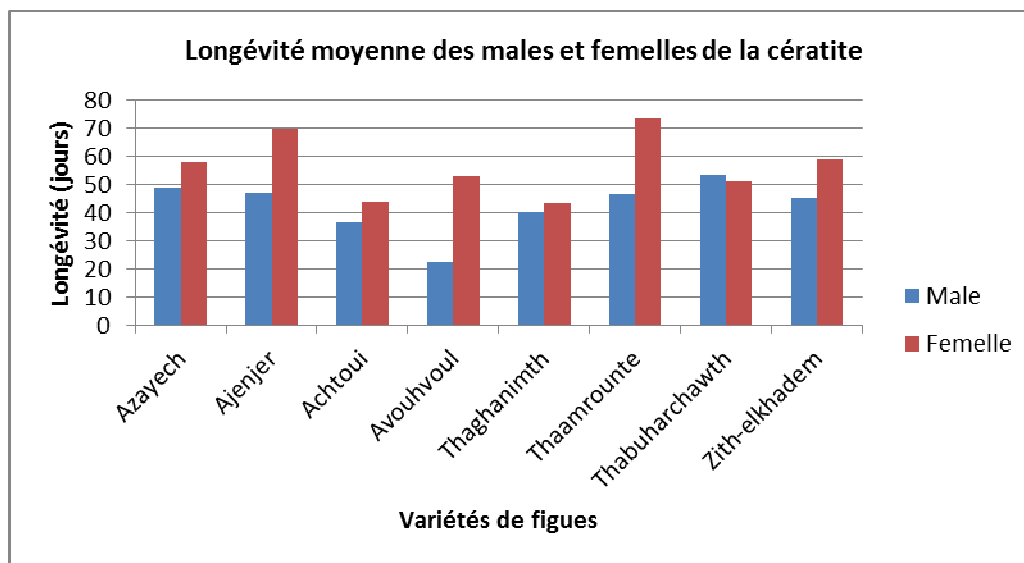


Figure73: Longévité moyenne des mâles et des femelles selon les variétés de figes étudiées.

1.5. Traitement par inhalation

1.5.1. Traitement avec l'huile de citron

Dans les lots témoins la mortalité moyenne des mouches est nulle à 96 h. dans les lots traités, la mortalité devient de plus en plus importante en élevant la dose et le temps d'exposition aux différentes huiles.

Avec l'huile essentielle de citron, nous avons enregistré une mortalité totale des mouches de *C. capitata* à la dose 5 μ l après 96h d'exposition. Cependant la dose 17 μ l semble agir d'une manière plus efficace que les doses 5, 9 et 13 μ l puisque nous avons enregistré 100% de mortalité après 24h d'exposition (figure 74).

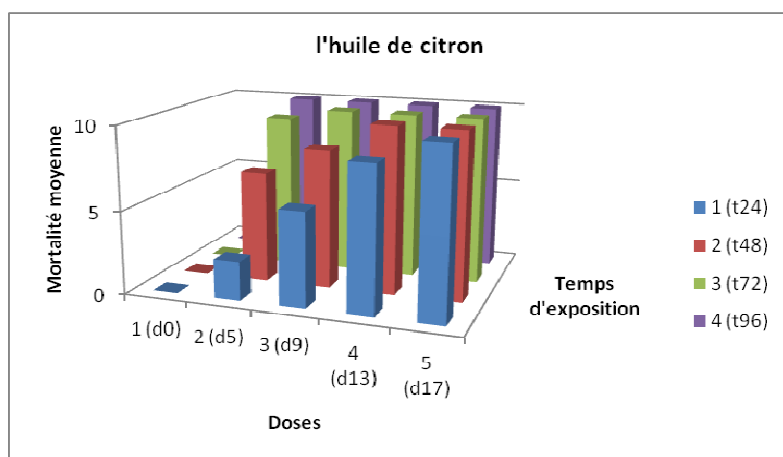


Figure 74 : Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle de citron.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 36), montrent une différence très hautement significative pour le facteur dose, temps, ainsi que leur interaction ($P=0,000$).

Tableau 36: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez *C.capitata* avec l'huile de citron par inhalation en fonction des facteurs temps et dose.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	976,85	59	16,557		
Var. Facteur 1(dose)	808,266	4	202,067	449,037	0,000
Var. FACTEUR 2 (temps)	67,783	3	22,594	50,21	0,000
Var. inter F1*F2	82,8	12	6,9	15,33	0,000
Var. Résiduelle	18	40	0,45		

Le test de NEWMAN & KEULS (Tableau 37), fait apparaitre quatre groupes homogènes pour le facteur dose. Dans le groupe A les doses efficaces 13 et 17 μ l et dans le groupe D le témoin 0 μ l.

Quand au facteur temps nous avons enregistré trois groupes homogènes, A pour les deux temps 96 et 72 h, B pour 48h, C pour 24h.

Tableau 37: Résultats du Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps.

		Groupes homogènes			
Doses (μ l)	D17	A			
	D13	A			
	D9		B		
	D5			C	
	D0				D
Temps(h)	T96	A			
	T72	A			
	T48		B		
	T24			C	

1.6.2. Traitement avec l'huile d'orange

Avec l'huile d'orange douce, nous avons enregistré une mortalité totale des mouches à la dose 13 μ l après 96h d'exposition. Cependant la dose 17 μ l semble être plus efficace puisque nous avons enregistré 100% de mortalité après 48h d'exposition (figure 75).

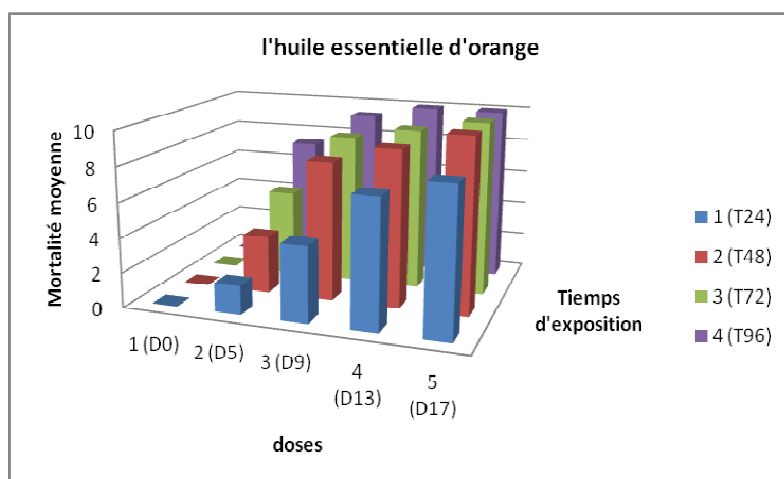


Figure 75 : Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle d'orange.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 38), montrent une différence très hautement significative pour le facteur dose, temps, ainsi que leur interactions ($P=0,000$).

Tableau 38: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez *C.capitata* avec l'huile d'orange douce par inhalation en fonction des facteurs temps et dose.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	882,583	59	14,959		
Var. Facteur 1	751,167	4	187,792	469,479	0,000
Var. FACTEUR 2	73,383	3	24,461	61,153	0,000
Var. inter F1*F2	42,033	12	3,503	8,757	0,000
Var. Résiduelle	16	40	0,4		

En effet le test NEWMAN & KEULS, (Tableau 39), fait apparaître quatre groupes homogènes pour le facteur dose. Dans le groupe A, est classée la dose la plus efficace 17 μ l et dans le groupe D sont classées la dose 5 et 0 μ l (témoin).

Quand au facteur temps nous avons enregistré quatre groupes homogènes. A, B, C, D pour les temps suivant 96, 72, 48, 24h respectivement.

Tableau 39: Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps.

		Groupes homogènes				
Doses (μ l)	D17	A				
	D13		B			
	D9			C		
	D5				D	
	D0				D	
Temps(h)	T96	A				
	T72		B			
	T48			C		
	T24				D	

1.5.3. Traitement avec l'huile de pamplemousse

L'huile de pamplemousse révèle un effet inhalatoire efficace après 96h d'exposition à la dose 17 μ l où l'on a enregistré 100% de mortalité (figure 76).

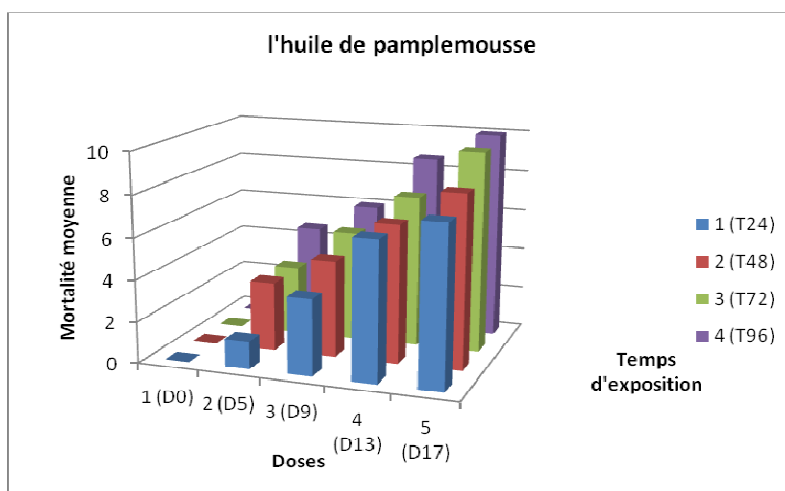


Figure 76 : Mortalité moyenne des adultes de la cératite en fonction des facteurs dose et temps d'exposition pour l'huile essentielle de pamplemousse.

Nous avons constaté, au début du traitement par les trois huiles essentielles, que les mouches présentent des mouvements rapides et désordonnés au fur et à mesure que les doses et le temps d'exposition augmentent cette activité diminue jusqu'à la mort de la mouche.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 40), montrent une différence très hautement significative pour le facteur dose, temps, mais non significative pour leur interactions ($P > 0,005$).

Tableau 40: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour la mortalité moyenne observée chez *C.capitata* avec l'huile de pamplemousse par inhalation en fonction des facteurs temps et dose.

	SCE	DDL	CM	Test F	PROBA
Var. Totale	696,333	59	11,80		
Var. Facteur 1	595,833	4	148,95	125,88	0,000
Var. FACTEUR 2	36,333	3	12,11	10,235	0,000
Var. inter F1*F2	16,83	12	1,4	1,185	0,326
Var. Résiduelle	47,33	40	1,183		

Le test de NEWMAN & KEULS (tableau 41), fait apparaitre cinq groupes homogènes pour le facteur dose la dose 17 μ l est classée dans le groupe A et le témoin dans le dernier groupe E.

Quand au facteur temps, le test de NEWMAN & KEULS fait apparaitre quatre groupes homogènes. Le groupe A pour le temps d'exposition 96 h. Le groupe C pour le temps d'exposition de 24 h.

Tableau 41: Test de NEWMAN & KEULS pour les facteurs dose et temps.

		Groupes homogènes				
Doses (μ l)	D17	A				
	D13		B			
	D9			C		
	D5				D	
	D0					E
Temps(h)	T96	A				
	T72	A	B			
	T48			B		
	T24				C	

2. Discussion :

2.1. Caractéristiques physiques des figues des différentes variétés

Les résultats obtenus ont révélé que le poids moyen des figues varie de façon très hautement significative entre les différentes variétés des figues étudiées. Le poids moyen d'une figue varie de 13,41g pour la variété Azayech à 52,01g pour la variété Zithelkhadem. Ces résultats concordent à ceux de VIDAUX (1997), selon lequel la figue présente un poids moyen compris entre 30 et 120g, excepté la variété Azayech dont le poids moyen est inférieur à 30g.

Le diamètre moyen des figues varie également de façon très hautement significative entre les variétés étudiées. La variété Avouhvoul est celle qui présente le diamètre moyen le plus élevé (4,70cm). La variété Azayech par contre est celle dont les fruits présentent le diamètre moyen le plus faible (2,83cm).

Nous constatons que le diamètre moyen des figues ne concorde pas avec leur poids moyen. Ainsi la variété Zithelkhadem qui est classée en première position par rapport au poids, est en troisième position par rapport au diamètre.

En ce qui concerne la longueur des figues, les résultats obtenus révèlent qu'elle varie de façon très hautement significative entre les variétés de figues étudiées.

La longueur moyenne la plus élevée est enregistrée chez la variété Zithelkhdem (5,28cm) et la longueur moyenne la plus faible est obtenue chez la variété Azayech (2,85cm). Il a été constaté, également, que la longueur moyenne des figues ne suit pas forcément le poids ou le diamètre de celle-ci.

2.2. Estimation de l'infestation des figues des différentes variétés par *C. capitata*

L'étude de l'infestation des figues en fonction du nombre de piqûres a révélé que la cératite manifeste une préférence pour certaines variétés et expositions.

A partir des résultats obtenus, nous constatons que Avouhvoul est la variété qui présente le nombre le plus élevé de piqûres de l'ordre de 2,36 piqûres par figue. Elle est suivie par les variétés Thaamrounte, Thaghanimth et Achtoui avec 0,98, 0,50, 0,40 piqûres par figue respectivement. En dernier, nous retrouvons les variétés Azayech et Ajenjer avec un nombre moyen de piqûre le plus faible (0,06 piqûre par figue).

Nous constatons que les figues les plus piquées sont celles qui présentent un diamètre élevé qui varie de 3,9 cm pour la variété Thaamrounte à 4,70 cm pour la variété Avouhvoul. De même ces figues présentent un poids élevé allant de 31,57g pour la variété Thaamrounte à 43,5g pour la variété Avouhvoul et une longueur élevée allant de 3,83 pour la variété Avouhvoul à 4,66 cm pour la variété Achtoui. Nous signalons aussi que ses variétés sont sucrées par rapport aux autres variétés étudiées. Par contre les deux variétés noires Azayech et Ajenjer présentent le poids, le diamètre et la longueur les plus faibles.

Ces résultats rejoignent ceux de KATSOYANOS (1986) qui a constaté que les adultes de la cératite sont attirés par les fruits les plus volumineux.

D'après les résultats précédents, nous constatons d'une façon générale que le nombre de piqûre par figue enregistré sur la figue de couleur verte (Avouhvoul) est plus élevé que celui enregistré sur la figue noire tel que Zith elkhadem ou Ajenjer et Azayech. Nos résultats ne concordent pas avec ceux de KATSOYANNOS (1986) qui souligne que le vert est moins attractif.

Nous constatons que pour toutes les variétés de figues étudiées, nous avons enregistré un nombre important de piqûres. Nos résultats concordent avec ceux de CAREY(1984) qui classe la figue parmi les fruits hôtes les plus favorables au développement de la cératite grâce à sa richesse en sucre et la souplesse de son épiderme qui facilite la tâche aux femelles au moment de la ponte. ALI-AHMED *et al.* (2007), ont rapporté que les sucres et les protéines des fruits hôtes joueraient un rôle déterminant dans leur infestation par la cératite. De plus les protéines semblent plus attractives pour les femelles que pour les mâles (VARGAS *et al.*, 2007).

A partir des résultats obtenus nous constatons que le centre est l'exposition la plus piquée pour toutes les variétés de figues étudiées par rapport aux autres expositions cardinales mais cette variation n'est pas significative. Ceci peut s'expliquer par la forte pullulation de la mouche au niveau du verger. Ces résultats obtenus ne concordent pas avec ceux de BODENHEIMER (1951) ainsi que ceux de EPSKY & HEATH (1998) qui ont confirmé l'influence de l'exposition sur l'infestation des fruits par la cératite et que celle-ci préfère les expositions les plus ensoleillées. Nos résultats ne concordent pas aussi avec ceux de ALI AHMED-SADOUDI (2007) qui a constaté que l'ouest est l'exposition la plus visitée par la cératite ni avec ceux de METNA (2009) qui déduit que les expositions est, sud et centre sont celles qui présentent un taux de fruit piqués le plus élevé.

Les résultats obtenus montrent que le taux de figues piquées varie de façon très hautement significative selon les variétés de figues étudiées mais ne varient pas de façon significative selon l'exposition ceci peut s'expliquer comme nous l'avons cité précédemment, par la forte pullulation des mouches au niveau des vergers d'étude.

Selon MAZOUZI (1992), il est insuffisant d'estimer les dégâts causés par la cératite en tenant compte uniquement du nombre de piqûres, nous avons procédé au dénombrement des pupes.

D'après nos résultats, le nombre de pupes par figue varie d'une exposition à une autre pour la même variété, dans certains cas il n'y a qu'une seule exposition infesté. C'est le cas de la variété Azayech dont les fruits récoltés au centre ont donné des pupes (0,70 puce par figue) qu'aucune puce n'est donnée par les fruits des autres expositions.

D'après nos résultats nous constatons que le nombre moyen de piqûres par figue ne concorde pas avec le nombre moyen de pupes par figue car au niveau de certaines expositions, nous avons observé des piqûres mais pas de pupes.

C'est le cas de la variété Avouhvoul qui présente un nombre élevé de piqûres par figue dans toutes les expositions cardinales mais le nombre de pupes par figue est nul au niveau des expositions sud et ouest. Ceci peut s'expliquer par l'avortement des pupes par manque de réserve dans le fruit suite à une forte densité larvaire qui selon DEBOUZIE (1981) agit sur le nombre de larves qui se transforment en pupes, et d'autre part le fait qu'une piqûre renferme plusieurs œufs.

Le nombre moyen de pupes par figue varie de façon très hautement significative entre les différentes variétés de figues étudiées (0,14 à 3,82 puce par figue), la variété Thaghanimth est la plus infestée (3,82 pupes par figue). Elle est suivie par les deux variétés Achtoui et Thabuharchwth et la variété Azayech présente le nombre de pupes le plus faible (0,14 puce par figue).

Ainsi pour toutes les variétés étudiées, nous avons obtenu un nombre plus au moins important de pupes. Nos résultats concordent avec ceux de ABDELLI (1996) qui a présenté la figue comme étant le fruit le plus infesté avec une moyenne de 336,6 pupes/kg de fruits infestés et ceux de METNA (2009) qui a constaté que l'estimation de l'infestation des fruits par la cératite, révèle que les variétés de figues sont les plus infestées. L'absence de traitement phytosanitaire sur figuier pourrait être à l'origine de cette infestation.

2.3. Le degré de l'infestation par *C. capitata* des figues tombées au sol pour les variétés étudiées

Les résultats obtenus ont révélé que la cératite semble avoir un impact sur la chute parfois importante des figues provenant des différents vergers dans lesquels nous avons travaillé.

Les résultats obtenus, révèlent que le nombre de figue tombée au sol par arbre varie de façon très hautement significative entre les variétés. La variété Azayech est celle pour laquelle nous avons obtenu le nombre le plus élevé de figue tombée au sol (33,5 figue par arbre). Par contre Thabuharchwth est la variété pour laquelle nous avons obtenu le nombre le plus faible de figue tombée au sol (4,37 figue par arbre). Ceci peut être dû à la nature physiologique de ces figues qui éclatent fréquemment et deviennent la cible des oiseaux et d'autres prédateurs.

Les résultats obtenus montrent que le nombre de piqûres par figue tombée au sol varie de façon très hautement significative entre les différentes variétés étudiées. La variété Avouhvoul est celle pour laquelle nous avons observé le nombre le plus élevé de piqûres (3,78 piqûres/figue) par contre la variété Azayech présente le nombre le plus faible de piqûres (0,041 piqûre / figue).

Les figues tombées au sol sont plus piquées que celle récoltées sur arbre ceci confirme une autre fois l'impact de la cératite sur la chute des figues.

D'après nos résultats les deux variétés Azayech et Ajenjer n'ont pas donné de pupes cela concorde avec nos résultats précédents selon lesquels ces deux variétés sont les moins infestées par la cératite. Par contre, les autres variétés ont toutes donné des pupes. La variété Thaghanimth a donné le nombre le plus élevé de pupes (4,27 pupes par figue).

D'après nos résultats nous avons conclu que les figes tombées au sol ont présenté autant de pupes que celles récoltées sur arbre. Les figes tombées au sol sont donc dangereuses et constituent dans de nombreux cas une source de réinfestation des vergers et l'une des mesures préconisées pour la lutte contre la cératite, consiste en le ramassage des fruits véreux. Dès leur chute, les fruits gâtés sont ramassés et enterrés dans le sol à une profondeur de 30 à 60 cm (DELASSUS et al, 1931 ; DELRIO, 1985 ; NUNEZ, 1987).

2.4. Influence de la variété de fige sur quelques paramètres biologiques de *C.capitata*

D'après nos résultats nous avons constaté que la durée de pupaison varie de façon non significative entre les différentes variétés étudiées.

La durée de pupaison la plus longue est enregistrée pour les pupes issues de la variété Ajenjer qui est en moyenne de 9,66 jours à une température moyenne de 23°C. Par contre les pupes issus des variétés Thaghanimth, Thaamrounte et Zithelkhadem ont présenté une durée de pupaison la plus courte. Elle est de l'ordre de 7 jours à une température de 24,8°C.

ALI AHMED (2007) a enregistré une durée moyenne de pupaison pour les fruits d'été de l'ordre de 7 à 8 jours et pour les fruits d'hiver de 15 à 21 jours. Ceci montre que la durée de pupaison varie en fonction des conditions climatiques. Ceci est en accord avec nos résultats.

D'après nos résultats le taux d'émergence varie de façon non significative entre les variétés Achtoui, Zithelkhadem et Avouhvoul. Par contre il varie de façon très hautement significative pour toutes les autres variétés étudiées. A partir des résultats obtenus nous constatons que le taux d'émergence le plus élevé concerne les pupes issues de la variété Thaamrounte avec une moyenne de 89,18%. Le taux d'émergence le plus faible est enregistré pour les pupes issues de la variété Thaghanimth avec une moyenne de 34,04%. Ceci est dû à l'insuffisance des réserves nutritives contenues dans le fruit à cause du nombre élevée de larves transformées en pupes.

Les résultats obtenus concernant les deux variétés Thaamrounte et Thaghanimth (89,18%, 34,04%) ne concordent pas avec ceux de METNA (2009) qui a enregistré un taux d'émergence de 52,82% pour la variété Thaamrounte et 49,56% pour la variété Thaghanimth.

Le taux d'émergence de *C.capitata*, varie aussi en fonction des conditions climatiques, qui influencent sur la durée et la vitesse de leur développement ainsi que le taux de mortalité (DEBOUZIE, 1997).

Au cours de notre étude nous avons observé que plusieurs pupes issues de la variété Thaghanimth n'ont pas donné des adultes. Elles étaient parasitées par un champignon (moisissure verte) que nous avons identifié comme étant *Aspergillus flavus*. Ce champignon ascomycète, grâce à ses hyphes mycéliens qui sécrètent des aflatoxines, détruit les pupes jusqu'à leur dégradation et empêche ainsi l'émergence des adultes. Selon BOTTON et al. (1990) et TABUC (2007), *Aspergillus flavus* est parmi les principaux champignons producteurs d'aflatoxine B1 et B2, d'acide aspergillique, d'acide cyclopiazonique et d'acide kojique.

Selon BOTTON *et al.* (1990), l'acide kojique est produit en quantité limitée à partir de glucose ou de pentose. Cet acide possède certaines propriétés antibiotiques et insecticides. Ceci concorde avec nos résultats car la variété Thaghanimth présente des figues très riches en sucre (glucose) 78g/100g de figue sèche (MAZRI, 2000).

Le sex-ratio est un bon indicateur de l'évolution d'une population et il ressort de nos résultats que le sex-ratio obtenu est compris entre 0,5 et 0,72. Il est en faveur des femelles pour les variétés Azayech, Achtoui, Avouhvoul, Thaghanimth et Thaamrount avec des moyennes respectives de 0.66, 0.72, 0.61, 0.66, 0.64, 0.6.

Selon ALBAJES et SANTIAGO ALVAREZ (1980a et b), la proportion des sexes est en faveur des femelles à la plus haute température. Cependant, pour les variétés de figues Zith elkhadem et Thabuharchwth, le nombre de femelles est égal au nombre de mâles le sex-ratio est de l'ordre de 0,5.

Nos résultats concordent avec ceux de MAZOUZI (1992), ainsi que ceux de ABDELLI (1996) qui ont enregistré le sex-ratio pour les fruits d'été, dont la figue, de 0,50 à 0,60. ALI-AHMED-SADOUDI (2007) est parvenue à la même conclusion.

En général, le sex-ratio des individus issus de différentes variétés étudiées est en faveur des femelles. Il est avantageux pour l'espèce car il entraîne un maximum d'accouplements dans une population. Selon CAUSSE (1974), ceci s'expliquerait par une très forte motivation sexuelle des mâles.

Par ailleurs, nous concluons que la durée moyenne de vie des mouches issues de différentes variétés de figues varie de 43,5 à 73,5 jours pour les femelles et de 22,5 à 53,5 jours pour les mâles.

La longévité minimale des mouches de la cératite varie de 5 à 20 jours pour les femelles et de 4 à 9 jours pour les mâles à une température moyenne de 24,8°C. Par contre la longévité maximale varie de 69 à 132 jours pour les femelles et de 40 à 101 jours pour les mâles à une température moyenne de 18°C.

Nos résultats concordent avec ceux de SHOUKRY et HAFEZ (1979) qui avancent que la durée de vie des mouches diminue avec l'élévation de la température. Ils sont en accord aussi avec ceux de MAZOUZI (1992) qui rajoute que la durée de vie des mouches est élevée à 18 ± 4 C° par rapport à 28 ± 1 C°. ils rejoignent aussi ceux de ALBAJES et SANTIAGO-ALVAREZ (1980a) qui ont prouvé que les mâles et les femelles de la cératite ont des durées de vie moyennes différentes, et que les mâles vivent moins longtemps que les femelles et concordent avec ceux de ALI AHMED-SADOUDI (2007) qui a constaté que les femelles de *C. capitata* vivent plus longtemps que les mâles sur certaines variétés fruitières et qu'elles ont les mêmes durées de vie que les mâles sur d'autres.

D'après nos résultats nous constatons que la longévité moyenne des mouches varie de façon très hautement significative entre les différentes variétés de figues étudiées. Ceci peut être la conséquence de différence de réserves nutritives disponibles entre les différentes variétés car selon WEEMS (1981) 50% des mouches meurent pendant les premiers mois qui suivent

l'émergence, quelques adultes peuvent vivre jusqu'à une année ou plus lorsque la nourriture est disponible et les conditions climatiques sont favorables.

. 2.5. Effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes de *C. capitata*.

Les résultats obtenus montrent nettement que toutes les huiles essentielles d'agrumes testées, révèlent un effet significatif sur la mortalité des adultes de *C. capitata* en augmentant la dose et le temps d'exposition.

L'huile essentielle de citron, s'avère plus efficace puisqu'une mortalité de 100% a été observée à 17 μ l d'huile en 24h. Ceci serait dû à la toxicité des composants chimiques de cette huile notamment le limonène, les terpènes les aldéhydes et le linalol. Ces composés se trouvent même dans l'huile d'orange douce et l'huile de pamplemousse.

SALVATOR *et al.* (2004) constatent après une série d'expériences menées au laboratoire que le rajout d'une petite quantité de citral, de 5,7 diméthoxycoumarine et de linalol à l'extrait de zeste de citron stocké augmenterait la mortalité larvaire de la cératite à une moyenne identique que celle obtenue avec l'extrait de zeste de citron frais.

La toxicité de l'huile essentielle de citron vis-à-vis des adultes de *C. capitata*, serait probablement liée au citral et 5,7 diméthoxycoumarine et le linalol.

Après l'huile essentielle de citron, nous constatons l'efficacité de l'huile essentielle d'orange douce par rapport à l'huile essentielle de pamplemousse. Nous avons obtenu 100% de mortalité avec l'huile d'orange après 48h d'exposition à 17 μ l et 100% de mortalité à la même dose après 96h avec l'huile de pamplemousse. Cet effet serait probablement dû à la composition chimique de l'huile essentielle d'orange qui présente un pourcentage de limonène plus élevé que celui de l'huile essentielle de pamplemousse.

Nos résultats concordent avec ceux de DELRIO (1985), qui constate que sur les agrumes, les œufs et les larves présentent une très forte mortalité à cause de la toxicité de la peau car celle-ci est riche en huiles essentielles.

MARTIN(1950) constate que durant certaines années, tel que l'année 1949, *C. capitata* manifeste une répugnance à pondre sur les agrumes et que les piqûres sur les différentes variétés s'avèrent stériles ou avortées. Les travaux de DAHMANE-ZOUAMBI (1996) ont prouvé que 58,96% de piqûres de cératite sur agrumes sont stériles et selon METNA (2009), les variétés d'orange Double fine et Valentinia sont les moins infestées. Ces dernières ont présenté des taux de fruit piqués allant de 0,23 piqûres/fruit est de 13,2% pour la première variété, et 0,5 piqûres/fruit est de 44,8% pour la deuxième variété. La résistance de ces variétés tardives serait dû à plusieurs paramètres comme la teneur en huiles essentielles de l'écorce et la nature des substances volatiles qui pourrait jouer un rôle non négligeable dans l'attraction ou la répulsion du ravageur (DHOUBI *et al.*, 1995).

Conclusion générale

Notre étude est une contribution à la recherche de moyen de lutte culturaux et biologiques capables de réduire les populations de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Diptera ; Trypetidae) en déterminant les variétés de figuiers de notre région les plus résistantes à l'infestation, et d'autre part en évaluant l'effet insecticide des trois huiles essentielles d'agrumes.

A partir des résultats obtenus nous constatons que les caractéristiques climatiques de la région de Tizi-ouzou offrent des conditions climatiques optimales au développement de la cératite.

L'estimation du taux d'infestation à partir du nombre de piqûres par fruit, nous montre que la cératite manifeste une préférence pour certaines variétés au sein de la même espèce.

La variété Avouhvoul est la plus piquée et les deux variétés Azayech et Ajenjer sont les moins infestés. De ce fait nous concluons que la couleur verte est attractive et la cératite est attirée par les fruits volumineux.

Par contre, l'estimation du taux d'infestation à partir du nombre de pupes par fruit montre que la variété Thaghanimth est la variété la plus infestée. Elle est suivie par les deux variétés Achtoui et Thabuharchawth.

Par ailleurs, l'exposition centre présente le taux de figes piquées le plus élevé par rapport aux autres expositions et l'influence de l'exposition n'est pas significative sur l'infestation des figes par la cératite.

Concernant les paramètres biologiques de la cératite, la durée de pupaison la plus longue est enregistrée pour les pupes issues de la variété Ajenjer (9,66 jours à 23°C) et la durée de pupaison la plus courte est enregistrée pour les variétés Thaghanimth, Thaamrounte et Zithelkhadem qui est de 7jours à 24,8°C.

Le taux d'émergence varie de manière significative entre les variétés de figes étudiées. Le taux d'émergence le plus faible est enregistré pour les pupes issues de la variété Thaghanimth (34,04%) et le taux d'émergence le plus élevé concerne les pupes issues de la variété Thaamrounte (89,18%).

Les variétés de figes étudiées ont donné des mouches avec un sex ratio en faveur des femelles, excepté les deux variétés Zithelkhadem et Thabuharchawth dont le nombre de mâles est égal au nombre de femelles.

Enfin, pour le paramètre longévité nous avons enregistré une durée de vie maximale de 132 jours à 18°C. Cette durée de vie diminue avec l'augmentation de la température.

Les femelles de la cératites ont une durée de vie plus longue que les mâles pour toutes les variétés de figes étudiés excepté la variété Thabuharchawth.

Au terme de notre étude nous concluons que les variétés de figes les plus infestées par *C. capitata* sont Avouhvoul, Achtoui, Thaghanimth, Thabuharchawth et les variétés résistantes

sont Ajenjer, Azayech, Taamrounte et Zithelkhadem. Il serait donc intéressant de déterminer la composition biochimique des fruits de ces différentes variétés.

Aspergillus flavus, champignon ascomycète, s'avère comme un biopesticide efficace en présence de quantité suffisante de glucose contre les pupes de *Ceratitis capitata*. Il serait important de déterminer les aflatoxines ou les enzymes responsables de la dégradation des pupes, leur mode d'action et la dose (Spore/ml) nécessaire à cette dégradation qui empêche l'exuviation de l'insecte.

Pour le test par inhalation, les trois huiles essentielles d'agrumes testées présentent un effet inhalatoire efficace vis-à-vis des adultes de *C. capitata*. Puisque une mortalité de 100% est enregistrée après 96 heures d'exposition à la dose 17µl pour l'huile de pamplemousse, après 48 heures à la même dose avec l'huile d'orange douce et 24 heures d'exposition à la même dose pour l'huile de citron qui s'avère être la plus efficace.

Sur la base de ces résultats nous préconisons l'utilisation de l'huile essentielle de citron et l'huile essentielle d'orange douce qui sont plus efficaces que l'huile essentielle de pamplemousse étant donné qu'elle répond efficacement vis-à-vis des adultes de la cératite en des temps courts et à des doses moins fortes par rapport au pamplemousse.

Cependant pour pouvoir utiliser les huiles essentielles en tant que biopesticide, il faudra réaliser des travaux complémentaires d'identification des composants actifs et leur mode d'action. Ces recherches devraient faire l'objet d'investissement majeur afin de mieux valoriser et exploiter le patrimoine végétal tout en contribuant à la préservation des écosystèmes.

Références bibliographiques

- ABDELLI O., 1996:** Etude de quelques aspects de la biologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedmann (1824), (Diptera : Trypetidae) dans le parc à bois de Chaib (Tizi-Ouzou). Memoire. Mag. Inst. Sc. Nat. Uni. Tizi-Ouzou.76p.
- ALBAES R.Y. & SANTIAGO ALVAREZ C., 1980a:** Influencia de la temperatura en el desarrollode *Ceratitis capitata* (Diptera, Tryptidae) AN.INIA/Ser Agric./N° 13 :184-190.
- ALBAJES RY. & SANTIAGO ALVAREZ C., 1980b:** Efectos de la densidad larvaria y de la alimentacion en la proporcion de sexos de *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). AN. INIA/Ser AGRIC./ N° 13 : 175-182.
- ALI AHMED-SADOUDI D., 2007:** Bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824(Diptera : Trypetidae) dans quelque vergers de la Kabylie .Thèse. de Doc.Uni. Tizi-Ouzou 197p.
- ALI-AHMED D., 1996 :** Bioécologie de la cochenille du figuier ; *Ceroplastes rusci* L. (Homoptère, le canidae) dans un verger de figuier de la région de Sidi Naâmane (Tizi-Ouzou), Mémoire de Mag. Inst. Sc. Nat. Uni. Tizi-Ouzou.93p.
- AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE, 1992:** Programme d'éradication de la mouche méditerranéenne des fruits en Algérie, en Jamahiriya rabe Libyenne, au Maroc et en Tunisie. Rapport d'un groupe d'experts Vienne, 30 mars- 10 avril. 41p.
- BALACHOWSKY A.S. & MESNIL L., 1935:** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed. Busson, tome 1, Paris, pp :242-253.
- BERTAUDEAU J et FAURE Y., 1990 :** Atlas d'arboriculture fruitière Vol.4. et Tec.Doc. Lavoisier, 289P.
- BERTAUDEAU, J., 1964 :** Atlas d'arboriculture fruitière. Vol. 4. Ed TEC & DOC. Lavoisier, 263p.
- BODENHEIMER F., 1951:** Citrus entomology in the Middle East. Junk, The Hague: 663p.
- BONIZZONI, M., MALACRIDA, A.R., GULIEIMINO, C.R., GOMULSKI, L.M., GASPERI, G., & ZHENG, L. (2000):** Microsatellite polymorphism in the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Insect Molecular Biology*, 9 : 251-261.
- BOTTON B., BRETON A., FEVRE M., GAUTHIER S., GUY P., LARPENT J.P., REYMOND P., SANGHIER J.J., VAYSSIER Y., VEAU P., (1990) :** Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle, *Ed. Masson*, Paris, 512p.
- BOUDJELIDA, H., and N. SOLTANI. 2011:** Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metsch)on *Ceratitis capitata* L.(Diptera: Tephritidae).Annals of Biological Research. Depart.Ento .Univ .Badji Mokhtar,Annaba, Algeria ,2(2): 104- 110.
- BOVEY R., BOLAY A. & MATHYS G., 1948:** La défense des plantes cultivées. Ed. Payot, Lausanne.: 474-476.

CARAGLIO YEVS., 2008 : Les secrets du figuier. Les sorties nature : passage de l'automne à l'hiver, 20 décembre 2008.[http://www. Fig-baud.com](http://www.Fig-baud.com)

CAREY J.R., 1984: Host specify demographic studies of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* WIED. Ecol. Entomol. Vol.9 : 161-270.

CAUSSE R., 1974 : Influence du sex-ratio sur le nombre d'accouplements dans une population de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Trypetidae). Ann. Zool. Anim., vol6n) 4 : 499-502.

CAUSSE R. & FERON M., 1967 : influence du rythme photopériodique sur l'activité sexuelle de la mouche méditerranéenne des fruits : *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera, Trypetidae). Ann. Epiphyties/INRA, Vol 18, N°2, pp : 157-192.

CAYOL J.P., CORONADO P. & TAHER M., 2002: Sexual compatibility in medfly (Diptera: Tephritidae) from different origins. Florida Entomologist 85 (1): 51-57.

CHOUIBANI M ; OUIZBOUBEN A et KAACK H ; 2003 : protection intégrée des agrumes. Ed. Ouvrage réalisé par la Direction de la Protection des Végétaux, des Contrôles Technique et de la Répression des Faudes en coopération avec la GTZ (Projet Contrôle Phytosanitaire).13p.

CONSTANTINO ., 1950 : contributo alla conoscenza della mosco della. *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Arch. Zool. Exp. Gén ., T.118, Fac sc.3, pp : 316-334.

DAHMANE-ZOUAMBI A., 1996: Contribution à l'étude bioécologique de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera, Tephritidae) dans la région de la Mitidja. Mémoire. Ing. U.S.T.H.B : 151p

DELRIO G., 1985: Tephrytid pests in citriculture. CEC/Proc. Experts meeting. Acireale; Balkema. Rotterdam. Integrated pest control in Citrus. Ed. Recher. Cavalloro and E. Dimartino : 135-149.

DHOUBI M.H., GAHBICH H. & SAADIA B., 1995: Evolution de l'attaque des fruits par *Ceratitis capitata* en fonction de la position sur l'arbre et du degré de maturité des oranges. Fruits. Vol. 50. N°1 : 39-49.

DE MEYER, M., COPELAND, R.S., WHARTON, R.A., & McPHERON, B.A. (2004): On the geographic origin of the Medfly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). In Proceedings of the 6th International Fruit Fly Symposium, pp. 45-53.

DEBOUZIE D., 1997 : Etude de la compétition larvaire chez *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Arch.Zool.Exp. Gén., T.118, Fac sc.3, pp : 316-334.

DEBOUZIE D., 1977: : etude de la compétition larvaire chez *Ceratitis capitata* (Diptera. Tryptidae). Arch . Zool.Exp. Gén., T.118, Fac sc.3 : 316-334.

DEBOUZIE D., 1981 : Analyse expérimentale de l'utilisation des ressources dans un système simplifié formé d'une banane attaquée par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*. Ecol.Gener.Vol.II, N°4 : 371-386.

DELANOUE P. & SORIA F., 1954 : Contribution à l'étude biologique de la mouchette méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Fruit et primeurs N°159 : 353-354.

DELANOUE P., 1951 : Encore la cératite. Extrait de la feuille d'information viticole de Tunisie. N°24 : 8-18.

DELASSUS M., BRICHET J., BALACHOWSKY A. & LEPIGNEA., 1931 : Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens pratiques de la combattre. Ed. Recher. Agro. Algérie : 53 – 62.

DELRIO G., 1985: Tephritid pests in citriculture.CEC/Proc. Experts meeting. Acireale; Balkema.Rotterdam. Integrated pest control in Citrus. Ed. Recher. Cavalloro and E. Dimartino 135-149.

DIEZ JM., 2007: Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedmann).Depar. Of Entom. Honolulu, Hawaii.4 p

DRIDI B., 1990: Etude de quelques aspects de la biologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera : Trypetidae). Différenciation entre souche d'élevage et population provenant d'Algerie, Thèse 3^{ème} cycle.Univ.Aix.Marseille II. Fac. Sci.Tec.St Jerome.113p.

DRIDI B., 1993 : la mouche méditerranéenne des fruits ou cératite, *Ceratitis capitata*. Journée technique d'information. C .R.IA.A.SRPV de Boufarik.9 p.

DRIDI B., 1995: Journées techniques sur la lutte contre la mineuse et la cératite des agrumes. Alger(PINS MARITIMES 29630 JANVIER.). la lutte autocide contre la mouche méditerranéenne des fruits : *Ceratitis capitata* .I.N.P.V. EL HARRACH : 1-9.

DUYCK P.F., 2005 : Compétition interspécifique et capacité invasives. Le cas des Tephritidae de l'île de la Réunion. Thèse de doc. Uni. La Réunion.157p.

DYCK V.A., HENDRICHS J. and ROBINSON A.S., 2005: Sterilizing insects with ionizing radiation. Stérile Insect Technique, principales and practice in Area-wide integrated pest management : Joint FAO/IAEA programme, Vienna, Austria 250-253, 431.

EIGENBRODE SD, DIG H, SHIEL P, (2002): Volatiles from potato plants infected with potato leaf roll virus attract and arrest the virus vector, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 2002; 269: 455-60.

EPSKY N.D. & HEATH R.R., 1998: Exploiting the interactions of chemical and visual cues in behavioral control measures from pest tephritide fruit flies. Florida-Entomol.Vol.81.N°3: 273-282.

FELLAH H., 1996: Contribution à l'étude de la bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* weidemann (Diptera : Tephritidae) sur fruit d'été. Mémoire de fin de cycle spécialité de l'INAT. Etablissement d'Enseignement Supérieur Agronomique, Tunis.

FERON M., 1957: Le comportement de ponte de *Ceratitis capitata* Wied : influence de la lumière. Revu.Path.Veg . Ent. Agr. Fr. 36 : 127-143.

FILIPPI J.B., 2003: Une architecture logicielle pour la multi-modélisation et la simulation à évènement discrets de systèmes naturels complexe.Thèse doct. Uni. Corse PASQUALE PAOLI. 162p.

FITT, G.P. (1986): The roles of adult and larval specializations in limiting the occurrence of fivespecies of *Dacus* (Diptera, Tephritidae) in cultivated fruits. *Oecologia*, 69, 101-109.

GASPERI G., GUGLIELMINO C. RR et MILANI R., 1991: Genetic variability and geneflour in geographical population of *Ceratitis capitata* Wied. Med fly Heredity; 67: 347 – 356.

GAUSSEN H., LEROY JF & OZENDA P., 1982 : Précis de botanique, tome II : végétaux supérieure Masson : 558-560pp.

GEOFFRION R., 2003: Réchauffement climatique et maladies des plantes. Bull. Comité météorologique départemental de Maine et Loire 3p

GUITNNEAU G., 1992 : Connaitre et reconnaitre la flore et la végétation méditerranéenne. Ed. Ouest-France. 331p.

HARRIS D. J., 1984: Laboratory studies on court ships and meeting in the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied), Thesis.Uni. Manchester. 230p.

HE, M. and D. HAYMER. 1999: Genetic relationships of populations and the origins of new infestations of the Mediterranean fruit fly. *Molecular Ecology* 8:1247-1257.

HENDEL F., 1927: Trypetidae, sttugart. Vol.1. 221p.

HEPPNER J.B., 1985: larvae of fruit flies.II. *Ceratitis capitata* (mediteranean fruit fly) (Diptera: Tephritidae).Entom.Circu.273. 2p.

HOUCHI A., 2008 : Erosion d'une culture de terroir de Kabylie, le figuier (*Ficus carica* L.) : Séminaire sur la culture du figuier. Maison de la culture T.O du 10 au 16 janvier 2008.

KATSOYANNOS B.I., 1986: Effect of colorproperties on the selection of oviposition site by *Ceratitis capitata*.Entomol. Exp. Appl, 42,pp: 187-193.

KHOURY N., 1998: etude préliminaire de la répartition et la dynamique des populations de la mouche mediterranéene des fruits (*C. capitata* Wied.) dans différents biotopes au Liban .Mémoire (DES), Insti.De recherche agronomique Libanais-Fanar, 153p.

KJELLBERG F., DOUMESCHE B & BRONSTEIN JI., 1988: Longevite of fig wasp (*Blastophaga psenes*). Proceeding of the Koninklijke Nederlandse Academie Van Wetenshppen. Serie C: 122-171P.

KOURTI, A., 1997: Comparison of mtDNA variants among Mediterranean and New World introductions of the Mediterranean fruit fly *Ceratitits capitata* (Wied.). *Biochem.Gen*: 35, 363-370.

KRAINACKER, D.A., CAREY, J.R., & VARGAS, R.I. (1989): Size-specific survival and fecundity for laboratory strains of two tephritid (Diptera: Tephritidae) species: implications for massrearing. *Journal of Economic Entomology*, 82 : 104-108.

LACHIHEB A., 2008: optimization de la dose d'irradiation dans le cadre d'un projet de lutte contre *Ceratitits capitata*. Memoire d'ing ;Ecole sup. d'agri. De Mograne, 122 p.

LAUMONNIER R., 1960 : Culture fruitière méditerranéenne. Paris, Jablière et Fils ; pp 161-183.

LEKCHIRI A. 1982: La cératite au Maroc. CEC/IOBC Symposium Athènes Ed. R. Cavallero: 571-574.

LESPINASSE JM ; LETERME E., 2005 : De la taille à la conduite des arbres fruitiers. Ed. Rouergue-Parc Saint- Joseph, 104p.

LIQUIDO N.J., CUNNINGHAM R.T., et NAKAGAWA S., 1990: Host plants of the mediterranean fruit fly on the island of Hawaii (1949-1985 survey). *J. Econ. Entomol.* 83: 1863-1878

LOUSSERT, R. et BROUSSE, G., 1978 : L'olivier. Technique agricoles et productions méditerranéennes. Ed. G.P. Maison neuve et Larose. 437p.

MALACRIDA, A.R., F. MARINONI, C. TORI, L.M. GOMULSKI, F. SEBASTIAN,C. BONVICINI, G. GASPERI and C.R. GUGLIELMINO, 1998 : Genetic aspects of the worldwide colonization process of *Ceratitits capitata*. *J. Heredity* 89: 501-507.

MARTIN H., 1950: Note préliminaire sur le comportement de *Ceratitits capitata* WIED. Dans la région algéroise. *Bull. Entomol. Suisse.* Vol 23. N°2. pp: 120-124.

MAURI N., 1939 : Les figuiers cultivés en Kabylie. Contribution à leur détermination et étalonnage. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°5, Alger.64P.

MAURI N., 1952 : Les figuiers cultivés en Algérie. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°105, Alger.57P.

MAZOUZI F., 1992 : Etude de la bioecologie de *Ceratitits capitata* (Wiedemann, 1824), (Deptera:Trypetidae); en verger d'agrumes dans la région de Tizi Ouzou et au laboratoire.Mémoire de Mag. Inst.Sc. Uni.Tizi-Ouzou.76p.

METNA F., 2009: Etude de la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae), dans différents vergers de la région de Tizi-Ouzou et de Boumèrdes. Mémoire. Mag.Inst. Sc. Nat. Uni. Tizi-Ouzou.P110.

MORIN .O, (1994) : *Aspergillus* et aspergilloses: biologie, Ed. Techniques Encyl. Med. Chir.(Elsevier, Paris), Maladies infectieuses 8-600-A-10.

MOHAMED ABDEL-RAHMAN A., 2012: Effect of cement dust pollution on the yield and quality of *Ficus carica* L. Fruits. Journal of Lif Sciences 6 (2012) :276-282.

NINKOVIC V, AI ABASSI S, PETTERSSON J. (2001): The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybird beetle searching behaviour. *Biol Control* 2001; 21: 191-5.

NUNEZ. B.L., 1987: La moska del mediterreo. CA: Informa (Enera. Febrero-maio) : 9 – 17

OCHANDO, M.D., A. REYES, C. CALLEJAS, D. SEGURA and P. FERNANDEZ, 2003: Molecular genetic methodologies applied to the study of fly pests. Trends Entomol. 3 : 73-85.

ORTS R. & GIRAUD M., 2006 : protection intégrée pommier-poirier.2^{ème} éd : centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 324p.

OUKIL S., 1995 : effet des insecticides et des radiations ionisantes en relation avec la variabilité de *Ceratitis capitata* (Diptera :trypetidae). Thèse 3^{ème} cycle.Univ. Aix.MarseilleIII. Fac.Sci.Tech.St Jerome. 138p.

PARE PW, TUMLINSON JH. (1999): Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiol* 1999; 121: 325-32.

PESSON, P. et LOUVEAUX, J., 1984 : Pollinisation et production végétale. INRA, Paris. Ed. Lavoisier : 393-405.

PRALORAN G, 1971 : les agrumes. Techniques agricoles et production tropicale. Ed. Maison neuve et Lanos, Paris. 556p.

QUILICI S., 1999 : la mouche méditerranéenne des fruits ou *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (Diptera : Tephritidae), CIRAD. Pp : 28-41.

RAMADE F., 2003 : Elément d'écologie fondamentale, 3^{ème} édition DUNOD, Paris, 690p.

RAMEAU J-C ; MANSION D ; DUME G ; GAUBERVILLE C., 2008 : Flore forestière Française : Région méditerranéenne. Ed. France. Institut pour le développement forestier ; 631p.

RAPER K., FENLLI D.J., (1965): The genus *Aspergillus*", Williams and Wilkins editors, Baltimore.

REBOUR, H., 1968 : Fruit méditerranéens autre que les agrumes. Ed. La maison rustique : pp : 190-206.

SEGUY E., 1950: La biologie des Diptères: Encyclopédie entomologique. Ed. Paul Le chevalier Paris VI. 609p.

SHEPPARD, W.S., G.J. STECK, and B.A. McPHERON, 1992: Geographic populations of the medfly may be differentiated by mitochondrial DNA variation. *Experientia* 48: 1010-1013.

SHOUKRY A. & HAFEZ M., 1979: Studies on the biology of the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Ent. Exp. Appl.* N° 26 : 33-39.

SORIA F., 1963 : Etude des populations et de dispersion de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera :Trypetidae) en Tunisie à l'aide des radio- isotopes. *Int . Atimc. Energy. Agency IAEA I Vienne.* pp :357-363.

SOUMMANE H., LARHSINI M., NAAMANI K., COLL J., 2011 : Activities of some Halophytes Plant Extracts Against *Ceratitis capitata* (Wiedeman). *Journal of entomology*, 2011. Depart. Biol.Cadi Ayyad Univ. Marrakech, Maroco. 9p.

SPROUL A.N., 1983: fruit fly control in backyard orchards.Farmnote N°120,West. Dep.Agric. 3p.

TABUC .C, 2007: Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production de mycotoxines : Thèse de Doc .Univ. BUKAREST.190p.

VARGAS R.I., MILLER N.W. & PROCOPY R.J., 2002: Attraction and feeding responses of Mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxin B and spinosad. *Entomologia Experimentalis and Applicata*. Volume102. Issue 3: 273.

VAYSSIERES J.F., SINZOGAN A., & BOKONON-GANTA A., 2008: les mouches des fruits du genre *Ceratitis* (Diptera : Tephritidae) en Afrique de l'Ouest., IITA-CIRAD. UPR Production fruitière, Montpellier., 4p.

VIDAUD J., 1997 : le figuier monographie du CTIFL (centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes), 267p.

VIDAUD J., 1987 : Aperçu sur une culture en régression INFOS-CTFL centre Technique interprofessionnel des fruits et légumes. France. Bulletin n°33.

VILMORIN J-B., 2003 : Histoire d'arbre. Ed. Jean- Paul Gisserot.74p.

WEEMS H., 1981: Mediterranean fruit *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera : Trypetidae). *Pep. Agric. Cumer, Dir.Plant Industry. Entomol. Circ. Florida* (230), 12p.

WHARTON R.A., TROSTIE M.K., MESSING R.H., COPELAND R.S., KIMANI-NJOGU S.W. & SIVINSKI J., 2000: Parasitoids of medfly, *Ceratitis capitata*, and related tephritids in Kenyan coffee: a predominantly Koinobiont assemblage. *Bull. Entomol. Reseach*. Volume 90, Number 6: 517-526.

WHITE I.M. & ELSON-HARIS M. M ; 1992: : Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics. C.A.B. ACIAR : 12-601.

SALVATORE A.; BORKOSKY S. ; WILLINK E.,2004: Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. Journal of chemical ecology A. 2004, vol. 30, n° 2 : 323-333.

Annexes

ANNEXE 1 : Maxima, Minima et moyenne mensuelle de la température (C°) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M., 2011).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T moy (C°)	10,6	10,3	13,4	17,5	19,5	23,1	27,5	28,5	24,7	19,7	15,7	13
T min (C°)	6,9	6,3	8,7	12,1	14,8	17,8	21,9	21,9	18,9	14,6	12,2	8,7
T max (C°)	15,8	15,7	19,5	23,5	26	29,6	34,9	37,3	32,5	27	21,5	19,6

ANNEXE 2 : moyenne mensuelle d'hygrométrie (%) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M., 2011).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
H moy (%)	84	83	78	76	76	75	68	68	69	74	81	81

ANNEXE 3 : précipitation moyenne mensuelle mm de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M., 2011).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P moy (mm)	90,9	146,9	89,9	106,5	153,1	41	1,7	0,2	7,5	34	156,4	120,6

ANNEXE 4 : moyenne mensuelle de la température du laboratoire durant la période d'étude.

	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev					
T moy (C°)	25,5	24	22,5	18,8	18	17,6	16,8					

ANNEXE 5 : résultats relatifs aux différents caractères des variétés de figues étudiées.

ANNEXE 5a : résultats des figues récoltées sur l'arbre

Variété	caractères variétés	Longueur de la figue (cm)	Diamètre de la figue (cm)	Poids de la figue (g)
Figues noires	Ajenjer	3,74	3,94	33,02
	azayech	2,85	2,83	13,41
	Zith-elkhadem	5,28	4,56	52,01
Figues vertes	achtoui	4,66	4,58	42,65
	avouhvoul	3,83	4,70	43,5
	thaghanimth	3,85	4,45	41,79
	thaamrounte	4,17	3,9	31,57
	thabuharchawth	3,36	4,41	35,77

ANNEXE 6-1 : nombre de piques des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Ajenjer.

		Variété Ajenjer				
Exposition		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
Nombres d'arbres						
1		0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	1
4		0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0
8		0	0	0	1	1
9		0	0	0	0	0
10		0	0	0	0	0
total		0	0	0	1	2
Total des piques		3				

ANNEXE 6-2 : nombre de piqures des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Azayech.

		Variété azayech				
Exposition		nord	sud	est	ouest	centre
Nombres d'arbres						
1		0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0
7		0	0	1	0	0
8		0	0	0	0	0
9		0	0	0	0	0
10		0	0	0	0	2
total		0	0	1	0	2
Total des piques		3				

ANNEXE 6-3 : nombre de piqures des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Zithelkhadem.

		Variété zith-elkhadem				
Exposition		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
Nombres d'arbres	1	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	1	0
	6	1	0	1	0	0
	7	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	1	0
	9	0	0	0	0	0
	total	1	0	1	2	3
Total des piqures	7					

ANNEXE 6-4 : nombre de piqures des différentes variétés en fonction des expositions pour la
Variété Achtoui.

		Variété Achtoui				
Exposition	Nord	Sud	Est	Ouest	Centre	
Nombre d'arbres						
1	1	1	0	0	4	
2	1	2	0	0	1	
3	0	1	0	0	1	
4	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	
Total	2	4	0	0	6	
Total des piqures	12					

ANNEXE 6-5 : nombre de piqures des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Avouhvoul.

		Variété Avouhvoul				
Exposition		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
Nombre d'arbre						
1		0	0	5	1	6
2		1	1	3	7	3
3		1	5	1	0	6
4		1	2	3	1	8
5		3	6	1	4	1
6		0	1	2	8	4
7		1	6	1	5	1
8		1	2	1	1	1
9		3	2	2	1	7
10		4	0	0	0	0
Total		15	19	19	28	37
Total des piqures		118				

ANNEXE 6-6 : nombre de piques des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Thaghanimth.

		Variété Thaghanimth				
Exposition		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
Nombre d'arbres						
1		0	0	0	1	2
2		2	0	0	1	0
3		0	0	1	0	0
4		0	1	2	1	0
5		0	0	1	0	0
6		0	0	0	0	1
7		0	0	0	0	0
8		0	0	0	1	1
9		0	0	0	1	1
10		0	0	0	0	8
Total		2	1	4	5	13
Total des piques		25				

ANNEXE 6-7 : nombre de piques des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Thaamrounth.

Exposition Nombre d'arbres	Variété Thaamrounth				
	Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
0	0	3	0	0	3
1	0	1	1	0	5
2	0	5	0	3	0
3	0	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1
5	0	0	4	2	1
6	4	0	0	4	6
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10					
Total	5	10	7	10	17
Total des piques	49				

ANNEXE 6-8 : nombre de piqures des différentes variétés en fonction des expositions pour la variété Thabuharchawth.

		Variété Thabuharchwthe				
Exposition		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre
Nombres d'arbres						
1		0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	7
5		0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0
8		0	0	0	1	0
Total		0	0	0	1	7
Total des piqures		8				

Annexe 7 : Résultats du taux d'émergence pour toutes les variétés

Variétés	Taux d'émergence (%)		
	Nombre de pupes	Nombre d'individus émergés	moyennes
Azayech	7	6	0,8571
Ajenjer	35	22	0,6285
Achtoui	52	34	0,6538
Avouhvoul	9	6	0,6666
Thghanimth	191	65	0,3403
Thaamrounte	37	33	0,8918
Thabuharchawth	60	32	0,5333
Zithelkhadem	12	8	0,6666

ANNEXE 8 : Nombre de piqures et de pupes issues selon les variétés et l'exposition**ANNEXE 8a : résultats des figes récoltées sur l'arbre.**

	Facteurs	Nombre de piqures	Nombre moyen de piqures par figue	Taux de figes piquées (%)	Nombre moyen de pupes par figue	Nombre de pupes
Variétés de figes	Ajenjer	3	0,06	6	0,5	35
	Azayech	3	0,06	4	0,14	7
	Zith-elkhadem	7	0,15	13,33	0,26	12
	Achtoui	12	0,48	32	2,08	52
	Avouhvoul	118	2,36	84	0,18	9
	Thghanimth	25	0,5	30	3,82	191
	Thaamrounte	49	0,98	40	0,74	37
	Thabuharchawth	8	0,2	5	1,5	60
Exposition	N	20	0,27	20,13	0,83	60
	S	34	0,47	23,75	0,29	21
	E	32	0,44	22,63	0,95	69
	O	47	0,65	26,84	2,19	158
	C	87	1,20	40,59	1,18	85

ANNEXE 8b : résultats des figues ramassées au sol.

Facteurs Variétés de figues	Nombre de piqures	Nombre moyen de piqures par figue tombées au sol	Taux de figues piquées (%)	Nombre de pupes	Nombre moyen de pupes par figue tombées au sol
Ajenjer	20	0,27	12,5	0	0
Azayech	14	0,041	2,08	0	0
Zith-elkhadem	10	0,17	8,62	16	0,27
Achtoui	31	1,06	51,72	46	1,58
Avouhvoul	178	3,78	82,97	22	0,46
Thghanimth	85	1,3	83,07	278	4,27
Thaamrounte	92	1,05	57,86	74	0,85
Thabuharchawth	26	0,74	37,14	65	1,85

ANNEXE 8C : résultats du nombre de figues tombées au sol ainsi que le nombre de figues tombées au sol /arbre.

Variétés	Caractères Variétés	Nombre de figues tombées au sol	Nombre moyen de figues tombées au sol par arbre
Figues noires	Ajenjer	72	7,2
	Azayech	335	33,5
	Zith-elkhadem	58	6,44
Figues vertes	Achtoui	29	5,8
	Avouhvoul	47	4,7
	Thghanimth	65	6,5
	Thaamrounte	87	8,7
	Thabuharchawth	35	4,37

ANNEXE 9 : durée de pupaison (jours) de la Cératite en fonction des variétés de figues étudiées.

Variétés	Caractères	Durée de pupaison (jours)	Durée de pupaison totale (jours)	Durée de pupaison pour la figue (jours)
	Variétés			
Figues noires	Ajenjer	9,66	8,22	7,96
	Azayech	8		
	Zith-elkhadem	7		
Figues vertes	Achtoui	8	7,7	
	Avouhvoul	8		
	Thghanimth	7		
	Thaamrounte	7		
	Thabuharchawth	8,5		

ANNEXE 10 : nombre de femelles et de males ainsi que le taux d'émergence (%) de la cératite en fonction des variétés de figues étudiées.

Caractères	Nombre de femelles	Nombre de males	Taux d'émergence (%)	Taux d'émergence total (%)	Taux d'émergence pour la figue
Ajenjer	16	6	62,85	71,74	66,73
	4	2	85,71		
	4	4	66,66		
Achtoui	21	13	65,38	61,72	
	4	2	66,71		
	42	23	34,03		
	20	13	89,18		
	16	16	53,33		

ANNEXE 11 : Sex-ratio des mouches de différentes variétés de figes étudiées.

Variétés	Caractères	Sex-ratio	Sex-ratio des figes noires et vertes	Sex-ratio de la figue
	Variétés			
Figes noires	Ajenjer	0,72	0,62	0,61
	Azayech	0,66		
	Zith-elkhadem	0,5		
Figes vertes	Achtoui	0,61	0,60	
	Avouhvoul	0,66		
	Thghanimth	0,64		
	Thaamrounte	0,60		
	Thabuharchawth	0,5		

ANNEXE12 : longévité moyenne minimale et maximale des mâles et des femelles de la Cératite issues des différentes variétés de figes étudiés.

Variétés	Caractère Variétés	Longévité des mâles		Longévité des femelles	
		Longévité Min	Longévité Max	Longévité Min	Longévité Max
Figes noires	Ajenjer	7	87	8	132
	Azayech	8	90	20	96
	Zith-elkhadem	4	87	6	112
Figes vertes	Achtoui	4	69	19	69
	Avouhvoul	5	40	5	101
	Thghanimth	6	75	8	79
	Thaamrounte	9	84	17	130
	Thabuharchawth	6	101	14	88

ANNEXE 13 : longueur et diamètre des pupes issues des différentes variétés étudiées.

Variétés	Caractères Variétés	Longueur des pupes (mm)	Diamètre des pupes (mm)
Figues noires	Ajenjer	4	2
	Azayech	4	2
	Zith-elkhadem	4	2
Figues vertes	Achtoui	3,96	2
	Avouhvoul	4	2
	Thghanimth	4	2
	Thaamrounte	4	2
	Thabuharchawth	4	2

Annexe 14 :

Les espèces hôtes de la cératite devront figurer dans la liste des espèces devant faire l'objet d'une réglementation selon l'Agence Internationale de l'Energie Atomique en 1990

Nom commun	Nom scientifique
Abricot	<i>Prunus armeniaca</i>
Akée	<i>Blighia sapida</i>
Amande douce avec sa coquille	<i>Prunus dulcis</i> = <i>P.amygdalus</i>
Amande des Antilles	<i>Terminalia catappa</i>
Aubépine	<i>Crataegus spp</i>
Aubergine	<i>Pouteria campechiana</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Caimitier	<i>Chrysophyllum spp</i>
Calamondin	<i>Citrofortunella mitis</i>
Carissa	<i>Carssa grandiflora et Terminalia chebula</i>
Cédrat	<i>Citrus medica</i>
Cerise (douce et griotte)	<i>Prunus avium et P.cerasus</i>
Cerise de Cayenne	<i>Eugenia uniflora</i>
Cerise des Antilles	<i>Malpighia glabra et M.punicifolia</i>
Cherimole	<i>Annona cherimola</i>
Chanar	<i>Geoffroea decortians</i>
Citron (sauf les variétés cultivées)	<i>Citrus limon</i>
Cœur de bœuf	<i>Annona reticulata</i>
Coing	<i>Cydonia oblonga</i>
Corosol des marais	<i>Annona glabra</i>
Datte	<i>Phoenix dactylifera</i>
Feijoa	<i>Feijoa sellowiana</i>
Figue	<i>Ficus carica</i>
Figue de barbarie	<i>Opuntia spp</i>
Garcinia	<i>Garcinia xanthochymus</i>
Goyave	<i>Psidium guajava</i>
Goyave fraise	<i>Psidium cattleianum</i>
Goyave pomme	<i>Psidium guajava</i>
Goyave poire	<i>Psidium guajava</i>
Grenade	<i>Punica granatum</i>
Grenadille	<i>Passiflora edulis</i>
Grunichama	<i>Eugenia brasiliensis</i> = <i>E.dombeyi</i>
Jambose	<i>Syzygium jambos</i> = <i>Eugenia jambos</i>
Jamelac	<i>Syzygium malaccense</i> = <i>Eugenia malaccensis</i>
Kitembilla	<i>Dovyalis hebecarpa</i>
Kiwi	<i>Actinidia chinensis</i>
Kumquat	<i>Fortunella japonica</i>
Lime	<i>Citrus aurantiifolia</i>
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>
Longane	<i>Euphorbia longana</i>
Mangue	<i>Mangifera indica</i>
Mombin	<i>Spondias spp</i>

Mombin jaune	<i>Spondias mombin</i>
Mombin rouge	<i>Spondias purpurea</i>
Nèfle du japon	<i>Erybotrya japonica</i>
Noix	<i>Juglans spp</i>
Noix d'argan	<i>Argania spinosa = A.sideroxylon</i>
Ochrosia	<i>Ochrosia ellitica</i>
Olive	<i>Olea europea</i>
Orange amère	<i>Citrus aurantium</i>
Orange douce	<i>Citrus cinensis</i>
Papaye	<i>Carica papaya</i>
Papaye naine	<i>Carica quercifolia</i>
Pèche	<i>Prunus persica</i>
piment	<i>Capsicum annum et C.frutescens</i>
kaki	<i>Diospyros kaki</i>
Poire	<i>Pyrus communis</i>
Pomelo	<i>Citrus maxima</i>
Pamplemousse	<i>Citrus paradisi</i>
Pomme-cannelle	<i>Annona squamosa</i>
Pomme	<i>Malus sylvestris</i>
Prunier	<i>Prunus domestica</i>
Prune d'Amérique	<i>Prunus americana</i>
Prune d'Espagne	<i>Spondias mombin</i>
Prune du japon	<i>Prunus salicina</i>
Raisin	<i>Vitis vinifera</i>
Sapotille	<i>Manilkara zapota</i>
Seringa	<i>Murraya paniculata</i>
Palmier à sucre	<i>Arenga pinnata</i>
Tangerine, clémentine	<i>Citrus reticulata</i>
Tomate arbustive	<i>Cyphomandra betacea</i>
Tomate cultivée (rose et rouge)	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Umkokolo	<i>Dovyalis caffra</i>

Annexe 15: Mortalité moyenne observée chez *C. capitata* avec l'huile de citron en fonction des facteurs dose et temps d'exposition.

Doses (μ l) \ Temps(h)	0	5	9	13	17
24	0 \pm 0	2,33 \pm 1,52	5,66 \pm 1,52	8,66 \pm 0,57	10 \pm 0
48	0 \pm 0	6,66 \pm 1,15	8,33 \pm 1,52	10 \pm 0	10 \pm 0
72	0 \pm 0	9,33 \pm 0,57	10 \pm 0	10 \pm 0	10 \pm 0
96	0 \pm 0	10 \pm 0	10 \pm 0	10 \pm 0	10 \pm 0

Annexe 16: Mortalité moyenne observée chez *C. capitata* avec l'huile d'orange douce, en fonction des facteurs dose et temps d'exposition.

Doses (μ l) \ Temps(h)	0	5	9	13	17
24	0 \pm 0	1,66 \pm 1,15	4,33 \pm 1,15	7,33 \pm 1,15	8,33 \pm 0,57
48	0 \pm 0	3,33 \pm 0,57	8 \pm 1	9 \pm 1	10 \pm 0
72	0 \pm 0	5 \pm 1	8,66 \pm 1,15	9,33 \pm 0,57	10 \pm 0
96	0 \pm 0	7,66 \pm 0,57	9,33 \pm 0,57	10 \pm 0	10 \pm 0

Annexe 17: Mortalité moyenne observée chez *C. capitata* avec l'huile de pamplemousse, en fonction des facteurs dose et temps d'exposition.

Doses (μ l) \ Temps(h)	0	5	9	13	17
24	0 \pm 0	1,33 \pm 1,15	3,66 \pm 1,15	6,66 \pm 1,52	7,66 \pm 1,52
48	0 \pm 0	3,33 \pm 1,52	4,66 \pm 0,57	6,66 \pm 1,52	8,33 \pm 2,08
72	0 \pm 0	3,33 \pm 1,52	5,33 \pm 0,57	7,33 \pm 0,57	9,66 \pm 0,57
96	0 \pm 0	4,66 \pm 0,57	6 \pm 1	8,66 \pm 1,52	10 \pm 0