



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش، الجزائر
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE – EL HARRACH – ALGER

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques
Département: Zoologie agricole et forestière

Thème

Bio systématique et aspects écologiques de quelques
familles de Diptères dans la région de Ghardaïa

Présenté par: **M. Nadir BABA AISSA**

Devant le jury:

Présidente:

M^{me} DOUMANDJI-MITHE Bahia

Professeur (E.N.S.A. – El Harrach)

Directeur de thèse: **M. DOUMANDJI Salaheddine**

Professeur (E.N.S.A. – El Harrach)

Examineurs: **M^{me} MOUHOUCHE Fazia**

Professeur (E.N.S.A. – El Harrach)

M. GHEZALI Djelloul

Maitre de conférences A (E.N.S.A.)

M^{me} MARNICHE Faiza

Maitre de conférences A (E.N.S.V., El Alia)

M^{me} OUARAB Samia

Maitre de conférences A (Université de Blida)

Invité:

M. BARTÁK Miroslav

Professeur RNDr (C.U.L.S., Prague)

Soutenue le **novembre 2017**

REMERCIEMENTS

Ces quelques lignes vont me permettre de remercier toutes les personnes qui m'ont beaucoup apporté au niveau scientifique mais aussi personnel, et sans qui, mon travail n'aurait pu aboutir.

Je tiens tous d'abord à exprimer mes profonds remerciements à Monsieur le professeur DOUMANDJI Salabeddine du département de Zoologie agricole et forestière qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, pour sa précieuse aide et ses conseils, son aide compétente qu'il m'a apporté, pour sa patience et ses encouragements pour finir ce travail, sa disponibilité et sa rigueur, pour ses conseils inoubliables. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail.

J'exprime ma profonde gratitude à Mme. DOUMANDJI-MITICHE Babia, professeur au département de Zoologie agricole et forestière de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, pour l'honneur qu'elle me fait en consacrant son temps pour la présidence du jury de cette thèse, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect. Je la remercie pour sa bienveillance et pour ses encouragements. Je la remercie pour tout.

Ma reconnaissance et mes chaleureux remerciements à ceux qui ont voulu faire partie du jury et qui trouvent toujours les mots qu'il fallait pour encourager le doctorat dans les moments les plus difficiles. Leur soutien et leurs encouragements étaient pour moi plus que bénéfiques :

- Mme. Le Professeur MOUHOUCHE Fazia, Professeur à l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de juger de ce travail.

- M. GHEZALI Djelloul, Maître de conférences à l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach pour l'honneur qu'il me fait en acceptant sans hésiter d'examiner et d'évaluer ce travail.

- Mme. MARNICHE Zaïza. Maître de conférences A à l'E.N.S.V. d'El Alia, qu'elle trouve ici ma grande considération ainsi ma reconnaissance pour l'honneur qu'elle me fait en faisant partie comme membre de mon jury.

- Mme. OUARAB Samia Maître de conférences à l'Université de Blida pour l'honneur qu'elle me fait en examinant cette thèse.

Mes sincères remerciements vont aux enseignants et aux collègues du Département de Zoologie agricole et forestière de l'E.N.S.A. d'El Harrach

Je tiens à remercier du fond du cœur, des personnes qui m'ont soutenus notamment M. BARTAK Miroslav, Professeur à l'Université de Prague en Tchéquie, EBEJER Martin du Muséum Walls de Cadiff (Royaume Uni) et Docteur BOUKRAA Slimane Enseignant à l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach pour ses contributions dans la détermination des mouches et des moustiques, Professeur SOUTTOU K. pour son aide concernant les analyses statistiques, M. SALAH OU ELHADJ Brahim S.R.P.V., de Ghardaïa pour son aide et ses encouragements.

Mes vifs remerciements vont également à messieurs les propriétaires privés des palmeraies, MM. BABA AISSA Mohamed, BABA AISSA Bakir, CHIHANI Belhadj et BELADIS Salah. De même grand merci pour les propriétaires des élevages ovins, caprins et bovins qui m'ont accueilli avec beaucoup d'amabilité dans leurs exploitations, M. TELEB BAHMED Mohamed et M. OULED HADJOU Ishak à Tadjninte (El-Atteuf), M. BAZINE Omar et M. BOUKRAA Omar à Zelfana, M. KACEM Younes et M. SLIMANI Bakir à El Guerrera, M. HADJ MOUSSA Slimane et M. DADDI OUAMER Kacem à Ghardaïa. Merci beaucoup pour leurs collaborations et leurs encouragements.

Il m'est agréable aussi de remercier Mmes Saada N. et Benzara F. bibliothécaires au Département de Zoologie agricole et forestière ainsi que les bibliothécaires de la bibliothèque centrale de l'E.N.S.A. pour m'avoir facilité l'accès à la documentation.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, notamment sur le terrain lors de la mise en place des pièges dans les palmeraies et dans les bergeries et étables, Mlle BABA AISSA L., Mesdames BABEKEUR N. et CHIKH SALAH R. et Messieurs BABA AISSA Mustapha, BABEKEUR Slimane, BABEKEUR Abdelaziz et TOUMI Nouredine. Je ne saurais oublier de dire merci à mes collègues notamment BENDOUMLA Houda et BELADIS Brahim, à tous les membres de l'Association agro-scientifique et à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nadir BABA AISSA

Sommaire

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction	1
Chapitre I – Présentation de la région de Ghardaïa.....	3
1.1. – Situation géographique de la région d'étude.....	3
1.2. –Facteurs abiotiques de la région d'étude.....	3
1.2.1. – Facteurs édaphiques.....	3
1.2.1.1. – Particularité géologiques et reliefs de la chebka du M'Zab.....	3
1.2.1.2. – Caractéristiques pédologiques.....	5
1.2.1.3. – Facteurs hydrographiques de la Vallée du M'Zab.....	5
1.2.2. – Facteurs climatiques de la région d'étude.....	6
1.2.2.1. – Température et ensoleillement de la région d'étude.....	6
1.2.2.2. – Pluviométrie au M'Zab.....	8
1.2.2.3. – Humidité relative de l'air.....	8
1.2.2.4. – Vents dominants et sirocco au M'Zab.....	9
1.2.2.5. – Synthèse climatique de la région de Ghardaïa.....	10
1.2.2.5.1. – Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	10
1.2.2.5.2. – Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	10
1.3. – Facteurs biotique de la région de Ghardaïa	12
1.3.1. – Données bibliographiques sur la flore de la région du M'Zab.....	12
1.3.2. – Données bibliographiques sur la faune du M'Zab.....	14
Chapitre II – Présentation du matériel biologique: les Diptera.....	16
2.2.1. – Position systématique des Diptera.....	16
2.2.2. – Morphologies des Nematocera et des Brachycera.....	18
2.2.2.1. – Œufs.....	19
2.2.2.2. – Larves et asticots.....	19
2.2.2.3. – Nymphes et pupes nymphales.....	21
2.2.2.4. – Description des imagos.....	21
2.2.2.4.1. – Tête	23
2.2.2.4.1.1. – Nematocera.....	23

2.2.2.4.1.2. – Brachycera.....	24
2.2.2.4.2. – Thorax et ses appendices.....	26
2.2.2.4.2.1. – Morphologie générale du thorax.....	26
2.2.2.4.2.2. – Ailes des Diptera.....	27
2.2.2.4.2.3. – Pattes des Diptera.....	27
2.2.2.4.3. – Abdomen et génitalia.....	30
2.2.2.4.3.1. – Segments abdominaux.....	30
2.2.2.4.3.2. – Appareil copulateur	30
2.3. – Bio écologie des mouches et des moustiques.....	32
2.3.1. – Bioécologie des larves et des nymphes de Diptères.....	32
2.3.1.1. – Nourriture et développement larvo-nymphale.....	32
2.3.1.2. – Habitats et gîtes larvaires	33
2.3.2. – Bioécologie et habitat des adultes de Diptera.....	34
2.4. – Rôle et importance des Diptera.....	34
2.4.1. – Diptères d'importance agricole et forestière.....	34
2.4.2. – Diptères d'intérêt médical et vétérinaire.....	35
2.4.3. – Autres rôles des Diptères.....	37
Chapitre III – Matériels et méthodes	38
3.1. – Choix et description des stations d'étude.....	38
3.1.1. – Description de l'oasis de Ghardaïa.....	40
3.1.2. – Description de l'ancienne oasis d'El Atteuf (Tadjninte)	40
3.1.3. – Stations de la mise en valeur à Zelfana.....	42
3.1.4. – Oasis d'El Guerrara.....	42
3.2. – Techniques et méthodes d'échantillonnage des Diptères sur le terrain.....	46
3.2.1. – Techniques de captures des adultes de Diptera	46
3.2.1.1. – Utilisation des pièges à eau colorés	46
3.2.1.2. – Emploi des pièges lumineux	48
3.2.1.3. – Fauchage.....	50
3.2.1.4. – Utilisation des pièges à phéromone.....	50
3.2.1.5. – Emploi des pièges huilés	52
3.2.1.6. – Emploi de la méthode de l'aspirateur à bouche.....	52
3.2.2. – Techniques de capture des larves aquatiques de Diptères	52
3.2.2.1. – Méthode de la louche ou "dipping"	54
3.2.2.2. – Utilisation du filet longeron ou filet troubleau	54
3.3. – Méthodes employées au laboratoire.....	54

3.3.1. – Montage des larves et des génitalia.....	56
3.3.2. – Préparation des adultes.....	56
3.3.3. – Identification des moustiques et des mouches au laboratoire.....	58
3.4. – Méthodes d’exploitation des résultats	58
3.4.1. – Exploitation des résultats par la qualité d’échantillonnage.....	58
3.4.2. – Techniques d’analyse des résultats par des indices écologiques	58
3.4.2.1. – Indices écologiques de composition.....	59
3.4.2.1.1. – Richesses totales et moyennes.....	59
3.4.2.1.2. – Utilisation des abondances relatives (A.R.%)	59
3.4.2.1.3. – Fréquence d’occurrence et constance.....	59
3.4.2.2. – Indices écologiques de structure utilisés	60
3.4.2.2.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	60
3.4.2.2.2. – Indice d’équirépartition et équitabilité.....	61
3.4.3. – Exploitation des résultats par une analyse factorielle de correspondance (A.F.C.).....	61
Chapitre IV – Analyse taxonomique et aspects bioécologiques des Diptera capturés dans la région de Ghardaïa.....	62
4.1. – Biodiversité et taxonomie des espèces de Diptera de la Vallée du M’Zab	62
4.1.1 – Liste des familles et des espèces de Diptera capturées dans la Vallée du M’Zab.....	62
4.1.2. – Traitement du sous-ordre des Nematocera.....	63
4.1.2.1. – Culicidae.....	63
4.1.2.2. – Ceratopogonidae.....	64
4.1.3. – Sous ordre des Brachycera.....	67
4.1.3.1. – Dolichopodidae.....	67
4.1.3.2. – Syrphidae.....	69
4.1.3.3. – Tephritidae.....	72
4.1.3.4. – Chyromyidae.....	76
4.1.3.5. – Muscidae.....	76
4.1.3.6. – Calliphoridae.....	82
4.1.3.7. – Sarcophagidae.....	84
4.1.4. – Clé d’identification des imagos des principales familles de Diptera de la Vallée du M’Zab.....	89
4.2. – Bio-écologie et importance des espèces de Diptera étudiées.....	91
4.2.1. - Diptères d’importance agricole et forestière	91
4.2.1.1. – Diptères prédateurs.....	93
4.2.1.2. – Diptères pollinisateurs.....	93
4.2.1.3. – Diptères prédateurs et parasitoïdes.....	97

4.2.2. – Familles de Diptères d'intérêt médical et vétérinaire	97
4.2.2.1. – Familles et espèces de Diptères d'intérêt médical.....	97
4.2.2.2. – Familles et espèces de Diptères d'intérêt vétérinaire.....	99
4.2.3. – Autres importance des mouches et des moustiques	99
4.2.3.1. – Diptera en tant que ressources alimentaires pour d'autres organismes.....	99
4.2.3.2. – Diptères recycleurs de la matière organique.....	101
4.3. – Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage.....	101
4.4. – Exploitation des résultats par des indices écologiques	103
4.4.1. – Indices écologiques de composition.....	103
4.4.1.1. – Richesses totales et moyennes.....	104
4.4.1.2. – Effectifs, fréquences centésimales des Diptera piégés dans la Vallée du M'Zab...	106
4.4.1.3. – Fréquences d'occurrence et constances des Diptera échantillonnées dans les palmeraies de Ghardaïa.....	109
4.4.2. – Indices écologiques de structure	114
4.5. – Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	117
Chapitre V – Discussion sur les Diptera capturées dans les oasis de la région de Ghardaïa.....	121
5.1. – Biodiversité et taxonomie des espèces de Diptera de la Vallée du M'Zab.....	121
5.1.1 – Discussion sur la liste des familles de Diptera capturées dans la Vallée du M'Zab....	121
5.1.2. – Discussion sur le sous-ordre des Nematocera.....	122
5.1.2.1. – Culicidae observés dans la Vallée du M'Zab.....	122
5.1.2.2. – Ceratopogonidae piégés dans la Vallée du M'Zab.....	122
5.1.3. – Familles des Brachycera notées dans la région d'étude.....	123
5.1.3.1. – Dolichopodidae piégées dans le M'Zab.....	123
5.1.3.2. – Syrphidae capturés dans la région d'étude.....	124
5.1.3.3. – Tephritidae des oasis du M'Zab.....	124
5.1.3.4. – Espèces de Chyromyidae observées	125
5.1.3.5. – Muscidae de la vallée du M'Zab.....	125
5.1.3.6. – Calliphoridae de la région du M'Zab.....	126
5.1.3.7. – Famille et espèces de Sarcophagidae.....	126
5.1.4. – Discussion sur la clé d'identification des imagos des principales familles de Diptera vues dans les oasis de Ghardaïa.....	127
5.2. – Importance des espèces de Diptera étudiées.....	129
5.2.1. – Discussion sur les Diptères d'importance agricole et forestière	129
5.2.1.1. – Discussion sur les Diptères déprédateurs.....	129
5.2.1.2. – Diptères pollinisateurs.....	130

5.2.1.3. – Diptères prédateurs ou parasitoïdes.....	131
5.2.2. – Discussion sur les Diptères d'intérêt médical et vétérinaire	132
5.2.2.1. – Discussion sur les familles et les espèces de Diptera d'intérêt médical.....	132
5.2.2.2. – Discussion sur les familles et les espèces de Diptères d'intérêt vétérinaire.....	133
5.2.3. – Discussion sur les Diptera-proies et recycleurs	134
5.2.3.1. – Diptera notées comme ressources trophiques pour d'autres organismes.....	134
5.2.3.2. – Diptères recycleurs de la matière organique	135
5.3. – Examen de l'exploitation des résultats sur les Diptères par divers indices.....	136
5.3.1. – Qualité de l'échantillonnage par rapport aux espèces de Diptera à Ghardaïa	136
5.3.2 – Exploitation des espèces par des indices écologiques.....	136
5.3.2.1. – Richesses totales et moyennes des espèces de Diptera échantillonnées dans la région de Ghardaïa.....	137
5.3.2.2. – Effectifs et fréquences centésimales des mouches et des moustiques capturés dans la région de Ghardaïa.....	138
5.3.2.3. – Fréquences d'occurrence et constances des espèces de Diptera piégées dans la région d'étude.....	139
5.3.2.4. – Diversité de Shannon-Weaver (H') et équirépartition (E) pour les Diptera de la région de Ghardaïa	140
5.3.3. – Traitement des résultats traités par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)	140
Conclusion et perspectives.....	142
Références bibliographiques	144
Annexes.....	161
Résumés	168
Articles	

Liste des tableaux

Tableau 1 – Températures moyennes, maximales et minimales de la région de la Vallée du M’Zab entre 2011 et 2015.....	7
Tableau 2 – Données climatiques des différentes années d’étude (O.N.M., 2017).....	161
Tableau 3 – Valeurs pluviométriques de 2011 à 2015 à Ghardaïa.....	8
Tableau 4 – Valeurs moyennes mensuelles de l’humidité relative de l’air durant la période 2011-2015 dans la vallée du M’Zab.....	9
Tableau 5 – Vitesses maximales du vent exprimées en mètres par seconde dans la Vallée du M’Zab entre 2013 et 2015.....	10
Tableau 6 – Grandes lignes de la classification des infra-ordre de Diptera selon McALPINE <i>et al.</i> (1981)	18
Tableau 7 – Classification des diptera selon McALPINE (1981).....	162
Tableau 8 – Coordonnées géographiques, altitudes et superficies des stations choisies	38
Tableau 9 – Grandes lignes de la systématique des familles de Diptera.....	62
Tableau 10 – Liste des espèces de Culicidae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa.....	63
Tableau 11 – Liste des espèces de Ceratopogonidae piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa...64	
Tableau 12 – Liste des espèces de Dolichopodidae des oasis de la région de Ghardaïa.....	69
Tableau 13 – Liste des espèces de Syrphidae identifiées dans la Vallée du M’Zab.....	69
Tableau 14 – Liste des espèces de Tephritidae identifiées dans la Vallée du M’Zab.....	72
Tableau 15 – Liste des espèces de Chyromyidae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa.....	76
Tableau 16 – Liste des espèces de Muscidae identifiées des oasis de la région de Ghardaïa.....	79
Tableau 17 – Calliphoridae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa.....	82
Tableau 18 – Liste des espèces de Sarcophagidae identifiées dans les oasis de la Vallée du M’Zab.....	84
Tableau 19 – Qualité d’échantillonnage des espèces de Diptères identifiées dans chaque station	103
Tableau 20 – Richesses totales (S) et moyennes (Sm) de Diptères identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa	104

Tableau 21 – Effectifs et abondances relatives de chaque famille de Diptera piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa.....	106
Tableau 22 – Abondance relatives des Diptera piégées dans l'oasis de Ghardaïa.....	108
Tableau 23 – Classes de constances des espèces de Diptera piégées dans la Chebka du M'Zab.....	112
Tableau 24 – Fréquence d'occurrence et constance des Diptera piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa	112
Tableau 25 – Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale (H' max) et de l'indice d'équirépartition des espèces de Diptera	114
Tableau 26 –Tableau présence et absence des espèces de Diptera de la région de Ghardaïa en fonction des stations pour les années allant de 2011 jusqu'en 2015.....	166

Liste des figures

Fig. 1 – Situation géographique de la région d'étude (Originale).....	4
Fig. 2 – Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour la vallée du M'Zab entre 2007 à 2016....	11
Fig. 3 – Place de la région de Ghardaïa dans le climagramme d'Emberger (2007-2016).....	13
Fig. 4 – Description du balancier des Diptera selon SEGUY (1951).....	17
Fig. 5 – Un diptère adulte (Ceratopogonidae (SEGUY, 1951).....	17
Fig. 6 – Les œufs des Diptera (MATILE, 1993).....	20
Fig. 7 – Larves et asticots des Diptères (SEGUY, 1951).....	20
Fig. 8 – Pupes et nymphes des mouches et des moustiques (SEGUY, 1951).....	22
Fig. 9 – Morphologie de la tête des Brachycera (SEGUY, 1983).....	25
Fig. 10 – Segments thoraciques des Diptera (SEGUY, 1951).....	28
Fig. 11 – Les ailes des Nematocera (A) et des Brachycera (B) (McALPINE, 1981).....	28
Fig. 12 – Patte thoracique des Culicidae (McALPINE, 1981).....	29
Fig. 13 – Détaille du tarsomère 5 chez les Diptères (SEGUY, 1951).....	29
Fig. 14 – Détails de l'appareil copulateur male des Culicidae (BRUNHES <i>et al.</i> , 1999).....	31
Fig. 15 – <i>Eristalis arbustorum</i> se nourrissant du nectar de <i>Hedera helix</i> (REDON et CHOREIN, 2009).....	36
Fig. 16 – Situation géographique des stations d'étude dans la région de Ghardaïa.....	39
Fig. 17 – Les différents stades de culture dans l'oasis de Ghardaïa.....	41
Fig. 18 – Sol occupé par la culture fourragère et par les mauvaises herbes dans l'oasis de Tadjninte.....	41
Fig. 19 – Bâtiment d'élevage bovine dans l'oasis de Tadjninte.....	43
Fig. 20 – Elevage caprine à Tadjninte.....	43
Fig. 21 – Remontée de la nappe phréatique dans la nouvelle palmeraie de Zelfana.....	44
Fig. 22 – Un bouc de la race Shami de l'A.S.P.E.C. à Zelfana.....	44
Fig. 23 – Arbres fruitiers dans l'oasis 'El Guerrera.....	45
Fig. 24 – Culture maraichère intercalée du palmier dattier dans l'oasis 'El Guerrera. A: culture de l'aile, B: culture de la fève.....	45
Fig. 25 – Installation des bassines colorées sur terrain. A: sous les arbres fruitiers, B: sur les....	47

Fig. 26 – Installation du piège lumineux associé à une source du gaz CO ₂ à l'intérieur d'une étable à El Guerrera.....	49
Fig. 27 – Utilisation du filet fauchoir au terrain.....	51
Fig. 28 – Installation du piège à phéromone de type Gobe-mouches sur une oranger.....	51
Fig. 29 – Installation des pièges huilés dans les fissures du mur.....	53
Fig. 30 – La louche utilisée pour la récolte des larves dans une fosse d'irrigation.....	55
Fig. 31 – Filet longeron utilisé pour la capture des larves de moustiques dans l'eau.....	55
Fig. 32 – Mise en élevage des larves de Culicidae au laboratoire.....	55
Fig. 33 – Technique de préparation des adultes (Originale).....	57
Fig. 34 – Morphologie de la tête d' <i>Aedes caspius</i> femelle.....	65
Fig. 35 – Segments abdominaux d'une larve de 4 ^{ème} stade de <i>Culiseta longiareolata</i>	65
Fig. 36 – Nacelle de <i>Culiseta longiareolata</i>	66
Fig. 37 – Aile d' <i>Anopheles sergentii</i>	66
Fig. 38 – Génitalia de <i>Culex pipiens</i>	66
Fig. 39 – Schéma de l'aile de <i>culicoides albicans</i>	68
Fig. 40 – Photographie d'une aile de <i>Culicoides imicola</i>	68
Fig. 41 – Photographie d'une femelle de Ceratopogonidae sp. indet.....	68
Fig. 42 – Schéma d'un imago d' <i>Asyndetus separatus</i>	70
Fig. 43 – Schéma de l'aile de <i>Sciapus subvicinus</i>	70
Fig. 44 – Photographie d'une aile de <i>Gymnopternus</i> sp.....	71
Fig. 45 – Photographie d'un imago mal de <i>Sciapus subvicinus</i>	71
Fig. 46 – Photographie d'une ailes de <i>Eumerus</i> sp.....	73
Fig. 47 – Schéma de l'aile d'une femelle de <i>Episyrphus balteatus</i>	73
Fig. 48 – Schéma d'une vue latérale de la larve d' <i>Eristalis tenax</i>	73
Fig. 49 – Schéma de la base de l'aile de Tephritidae.....	74
Fig. 50 – Schéma de l'aile de <i>Dacus frontalis</i>	74
Fig. 51 – Photographie de la tête et du thorax de <i>Ceratitits capitata</i>	75
Fig. 52 – Photographie de l'extrémité du protarse de <i>Dacus frontalis</i>	75
Fig. 53 – Patte thoracique 3 d' <i>Aphaniosoma annulatum</i>	77
Fig. 54 – Tergite 2-5 d' <i>Aphaniosoma annulatum</i>	77
Fig. 55 – Vue de profil de l'extrémité abdominale d' <i>Aphaniosoma approximatum</i>	78

Fig. 56 – Schéma d’une vue postérieure de l’hypopigium d’ <i>Aphaniosoma nigricauda</i>	78
Fig. 57 – Photographie de l’aile <i>Musca domestica</i> (Muscidae).....	80
Fig. 58 – Photographie d’un imago de <i>Musca domestica</i>	80
Fig. 59 – Photographie de <i>Muscina stabulans</i>	81
Fig. 60 – Appareil buccale de <i>Stomoxys calcitrans</i>	81
Fig. 61 – thorax de <i>Limnophora obsignata</i>	83
Fig. 62 – Photographie de la tête de <i>Lispe pectinipes</i>	83
Fig. 63 – Photographie de la tête d’ <i>Atherigona varia</i>	83
Fig. 64 – Schéma d’aile de <i>Chrysomya sp</i>	85
Fig. 65 – Schéma de la tête de <i>Lucilia cuprina</i>	85
Fig. 66 – Photographie d’une puppe et d’un imago de Sarcophagidae sp. indet.....	86
Fig. 67 – Schéma du thorax de Sarcophagidae.....	86
Fig. 68 – Schéma de l’abdomen de <i>Sarcophaga carnaria</i>	87
Fig. 69 – Photographie de l’aile de <i>Sarcophaga sp</i> ;	87
Fig. 70 – Schéma de l’extrémité abdominale de <i>Sarcophaga carnaria</i>	88
Fig. 71 – Antennes chez les Nematocera.....	90
Fig. 72 – Antennes chez les Brachycera.....	90
Fig. 73 – Aile chez les Culicidae.....	90
Fig. 74 – Aile chez les Ceratopogonidae.....	90
Fig. 75 – Aile chez les Syrphidae.....	90
Fig. 76 – Antennes des Calypteratae.....	90
Fig. 77 – Calyptère des Calypteratae.....	90
Fig. 78 – Ovipositeur des Tephritidae.....	92
Fig. 79 – Aile des Chyromyidae.....	92
Fig. 80 – Aile des Dolichopodidae.....	92
Fig. 81 – La nervure médiane des Calliphoridae.....	92
Fig. 82 – La nervure médiane des Muscidae (<i>Musca</i>).....	92
Fig. 83 – La nervure médiane des Muscidae (<i>Muscina</i>).....	92
Fig. 84 – Mandarinier ainfestée par la cératite.....	94
Fig. 85 – Ovipositeur de la cératite.....	94
Fig. 86 – Olive attaquées par <i>Bactrocera oleae</i>	95

Fig. 87 – Obturation des tubes goutte-à-goutte causé par <i>Chrysomya albiceps</i>	95
Fig. 88 – Sol occupé par les mauvaises herbes dans la nouvelle palmeraie de Zelfana.....	96
Fig. 89 – <i>Tamarix gallica</i> dans la nouvelle palmeraie de Zelfana.....	96
Fig. 90 – Première patte thoracique de <i>Sciapus subvicinus</i>	98
Fig. 91 – Sarcophagidae sp. Indét. en position de guet sur une feuille de figuier.....	98
Fig. 92 – Tête d' <i>Aedes caspius</i> femelle.....	98
Fig. 93 – Un mouton entravé dans la bergerie.....	100
Fig. 94 – Photographie d'une araignée de la famille des Folcidae avec ses proies.	100
Fig. 95 – Milieu favorable pour le développement de moustique et de ses ennemies.....	100
Fig. 96 – Capture intense de Diptera sur matière organique en décomposition.....	102
Fig. 97 – Ponte des œufs et développement larvaire <i>Lucilia sericata</i> sur un morceau de Viande.....	102
Fig. 98 – Pourcentage des familles de Diptera dans la région de Ghardaïa.....	105
Fig. 99 – Abondances relatives des familles de Diptera sur le dorsale du M'Zab.....	107
Fig. 100 – Abondances relatives des Nematocera dans les oasis de la Vallée du M'Zab et ses alentours.....	110
Fig. 101 – Abondances relatives des Brachycera dans les oasis de la Vallée du M'Zab et ses alentours.....	111
Fig. 102 – Fréquences d'occurrence des Nematocera dans les palmeraies de la région de Ghardaïa.....	115
Fig. 103 – Fréquences d'occurrence des Brachycera dans les palmeraies de la région de Ghardaïa.....	116
Fig. 104 – Carte factorielle axes (1-2) des espèces de Diptera échantillonnées dans les oasis de la région de Ghardaïa entre 2011 et 2015.....	118

Liste des abréviations

A.S.P.E.C.: Association professionnelle des éleveurs de caprins.

O.N.M.G.: Office Nationale de la météorologie-station de Ghardaïa.

O.M.S.: Organisation mondiale de la santé.

INTRODUCTION

Le thème choisi dans la région de Ghardaïa, porte sur la systématique et les aspects bioécologiques des Diptera Nematocera et Brachycera, communément appelés mouches et moustiques. Le choix s'est fait en tenant compte des problèmes posés sur différents plans, agricole, sanitaire et vétérinaire engendrées par plusieurs espèces de Diptères. MATILE (1993) précise que la connaissance de ces espèces est indispensable pour lutter contre leurs déprédations. En effet, certaines espèces provoquent des préjudices sur les plantes cultivées et induisent de notables chutes de rendements. C'est le cas de certaines mouches des familles des Tephritidae comme *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) et *Bactrocera olaea* Gmelin, 1790 et d'autres espèces de Muscidae (Brachycera) notamment *Atherigona varia* (Meigen, 1826). Par contre, d'autres espèces sont bénéfiques dans l'environnement. Elles interviennent dans les équilibres naturels par leur prédation ou leur parasitisme contre d'autres insectes déprédateurs des plantes cultivées. Mais certaines espèces de Diptères affectent la santé humaine et animale. Elles transmettent des agents pathogènes responsables de maladies comme le paludisme. Le *Plasmodium* est inoculé dans le sang des hommes par *Anopheles (Cellia) sergentii* (Theobald), 1907. Quelques mouches provoquent des myiases. La maladie de la Bluetongue est transmise par des espèces du genre *Culicoides* (Ceratopogonidae) comme *Culicoides imicola* Kieffer, 1913. Elle est inoculée aux ruminants sauvages et domestiques, bovins, ovins et caprins, ce qui implique par la suite des pertes économiques notables (RODHAIN et PEREZ, 1985).

Beaucoup de travaux sont réalisés dans le monde sur la taxonomie et la biologie des familles de Diptères (SEGUY, 1924; 1950, 1951; PERRIER, 1937; MATILE, 1993, 1995), en particulier sur les Culicidae (SEGUY, 1923; BOURASSA *et al.*, 1992; RIOUX *et al.*, 1998; BRUNHES *et al.*, 2000; SCHAFFNER *et al.*, 2001) et sur les Ceratopogonidae (KREMER *et al.*, 1979; DELECOLLE, 1999). Il est à signaler que peu de travaux sur la systématique des Diptères sont entrepris en Algérie sur les Diptera. Il est à citer les travaux de LOUNACI *et al.* (2014) et de BERROUANE *et al.* (2016) dans le marais de Réghaïa. Sur les Brachycera, les études menées à citer sont celles de BABA AISSA *et al.* (2017a, 2017b) dans les oasis de Ghardaïa. Pour ce qui concerne les familles, il est à citer les auteurs qui se sont penchés sur les Culicidae comme, HASSEINE *et al.* (2001) à Tlemcen, MERABTI et OUKID (2011) à Biskra et BOUKRAA *et al.* (2013) à Ghardaïa. Les travaux faits sur les Syrphidae dans la Numidie au Nord-Est de l'Algérie par DJELLAB *et al.* (2013) sont à souligner. Pour ce qui est des Tephritidae, les travaux de BABA AISSA *et al.* (2014) dans les palmeraies de l'Oued

M'Zab sont à rappeler. De ces travaux, il ressort des lacunes concernant l'identification et la confirmation des espèces capturées dans ces régions notamment celle de Ghardaïa. Il y a un manque évident de travaux sur l'importance des espèces de Diptera d'intérêt agricole et vétérinaire en Algérie. Des études sur les espèces d'intérêt médico-légal seraient à encourager. Il manque sur le plan de la systématique des clefs de détermination adaptées à la diptérofaune algérienne. C'est ce qui est proposé dans le présent travail.

Le présent travail traite, dans les oasis de la Vallée du M'Zab et dans ses environs de la diversité, de la taxonomie et de quelques aspects bioécologiques des espèces appartenant aux principales familles de Diptera (Nematocera et Brachycera Orthorrhapha et Cyclorrhapha). Cette étude devait surmonter les difficultés liées à l'extrême diversité de formes et des modes de vie de ce groupe d'insectes comme il est suggéré aussi par THOMAS (1969). Ce manuscrit est organisé, en une introduction et en cinq chapitres dont le premier traite de la région d'étude notamment de ses particularités biotiques et abiotiques. Le second chapitre concerne une présentation des Diptera à partir des données bibliographiques. Le troisième chapitre renferme d'une part une description des stations d'étude et d'autre part il traite du matériel et des méthodes utilisées sur le terrain pour l'échantillonnage des mouches et des moustiques comme le piège lumineux, les assiettes jaunes et la méthode de Dipping. Les techniques employées au laboratoire pour identifier correctement les espèces tels que le montage et la préparation des génitalia sont développées. Celles choisies pour l'exploitation des résultats par des indices écologiques et par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) sont présentées. Le quatrième chapitre rassemble tous les résultats obtenus sur la systématique, les aspects bioécologiques des espèces capturées dans l'ensemble des oasis de la région d'étude, celles de Ghardaïa, de Tadjninte, de Zelfana et d'El Guerrera. Les calculs par des indices écologiques et statistiques s'y retrouvent. Le cinquième chapitre est une discussion qui renferme les comparaisons des présents résultats avec ceux des auteurs ayant déjà touché à cette discipline. Enfin ce travail de doctorat est clôturé par une conclusion générale qui englobe des suggestions et des perspectives.

Chapitre I – Présentation de la région de Ghardaïa

La situation géographique de la région de Ghardaïa est présentée suivie par ses caractéristiques abiotiques et par ses particularités floristiques et faunistiques.

1.1. – Situation géographique de la région d'étude

La région du M'Zab est située dans la zone médio-septentrionale du Sahara en Algérie (KITOUS *et al.*, 2012; BOUTELHIG *et al.*, 2012) (Fig. 1). Elle se retrouve à 500 km à vol d'oiseau au sud du Littoral algérois, sise sur un plateau de la Hamada, un vaste aire recouverte de pierres (32° 21' à 32° 36' N.; 3° 29' à 4° 17' E.). Ce plateau est exposé à une érosion importante formant un ensemble de crêtes et de buttes escarpées: c'est la Chebka du M'Zab (BENYOUCEF, 1991). L'altitude moyenne de la région d'étude est de 500 m. La partie septentrionale de la région d'étude est délimitée par des Daïas, terrains très fertiles. À l'est et au sud il y a le Grand Erg oriental et à l'Ouest le bassin secondaire du Bas-Sahara (ACHOUR, 2005; CHEHMA et LAAMARI, 2014). La Chebka du M'Zab rejoint une multitude d'oueds,

1.2. – Facteurs abiotiques de la région d'étude

Les facteurs abiotiques à traiter dans cette partie sont tous d'abord édaphique ensuite climatiques. D'après DREUX (1980), ces facteurs peuvent influencer les êtres vivants.

1.2.1. – Facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques constituent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol (DREUX, 1980). Ces facteurs constituent les éléments essentiels des biotopes propres aux écosystèmes (RAMADE, 1984). Il est à traiter ici les caractéristiques géologiques, pédologiques et hydrographiques dans et aux alentours de la Vallée du M'Zab.

1.2.1.1. – Particularité géologiques et reliefs de la chebka du M'Zab

La chebka du M'Zab est formée d'un plateau rocheux du crétacé (COYNE, 1879). L'histoire géologique des couches terrestres du Nord-Est de la Vallée du M'Zab vont du Sénonien au Danien en surface et de Cénomaniens au Sénonien en profondeur (KAPROFF,

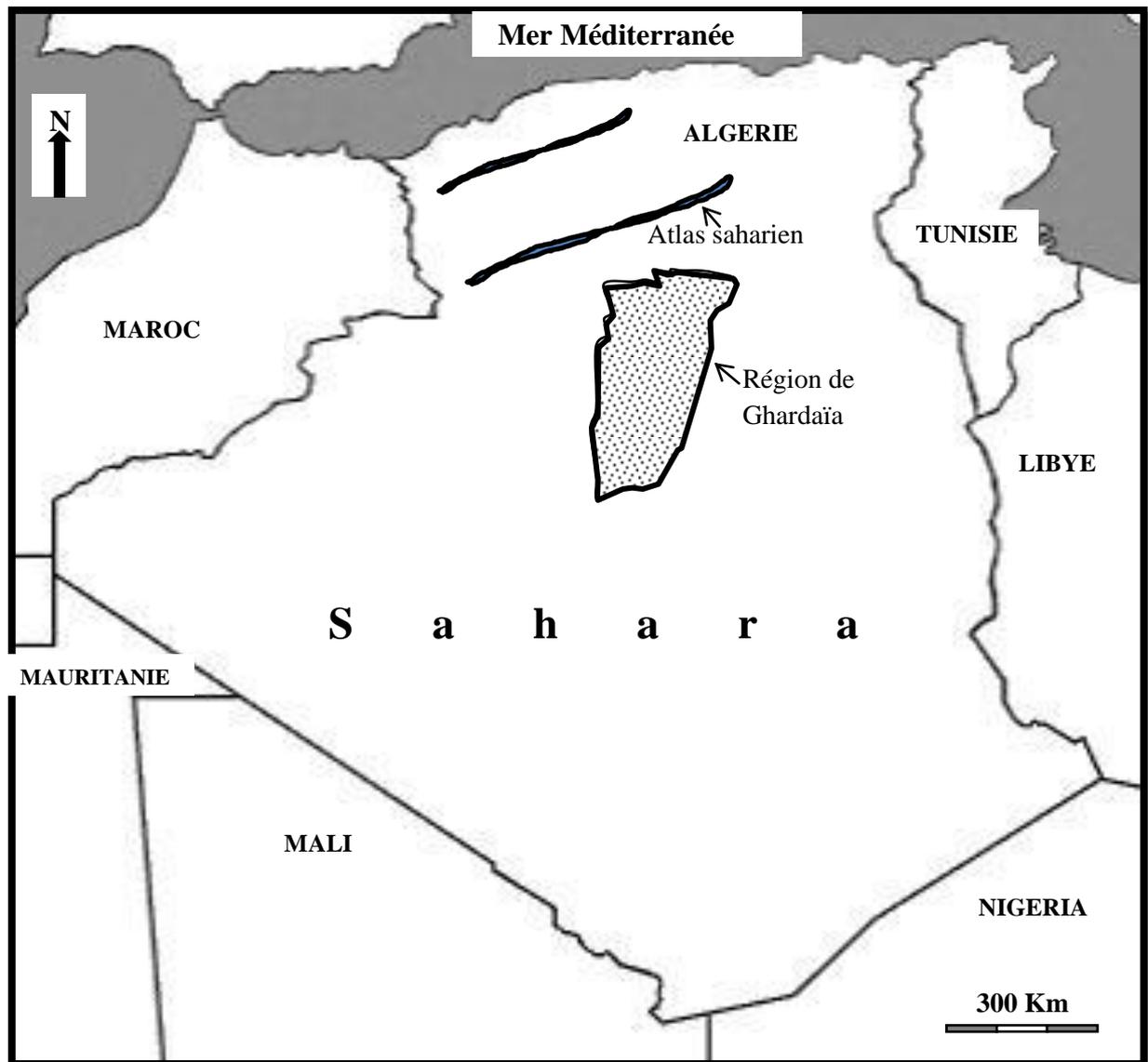


Fig. 1 – Situation géographique de la région d'étude (Originale)

1952). Ces couches sont observées surtout lors du creusement des puits traditionnels dans la région de Ghardaïa. Les couches supérieures sont constituées de sables alluviaux (VILLE, 1872). Celles plus profondes forment un complexe alternée de calcaire blanc à silex et de marnes gypsifères et d'argile très colorées (VILLE 1872; KAPROFF, 1952).

1.2.1.2. – Caractéristiques pédologiques

Les composants minéraux et organiques du sol constituent les biotopes terrestres (RAMADE, 1984). Selon le dernier auteur cité, les organismes qui vivent dans le sol sont répartis suivant le degré d'alcalinité de ce dernier. Le sol doit fournir des conditions favorables au développement des êtres vivants qui s'y installent. Il s'agit de l'humidité et de la teneur en matières organiques avec une structure et une texture favorables (DAJOZ, 1974). Les palmeraies du M'Zab sont installées sur des sols profonds, sablo-limoneux, labourables, peu cultivés et peu salés. La structure des terres est assez constante. Elle permet un drainage suffisant (VILARDEBO, 1975; KADA et DUBOST, 1975).

1.2.1.3. – Facteurs hydrographiques de la Vallée du M'Zab

La partie nordique de la région de Ghardaïa est caractérisée par un relief irrégulier. Il en résulte la formation des Daïas, là où plusieurs oueds se rejoignent. Le terrain y est très fertile, comme c'est le cas d'El Guerrera. Selon les données météorologiques, les précipitations dans cette région sont rares et irrégulières (O.N.M.G., 2017), ce qui fait que l'écoulement des oueds est temporaire. Il ne dure que quelques heures (VIAL et VIAL, 1974). Les oueds de Ghardaïa sont nombreux, lesquels entrent en crue en moyenne une fois tous les deux ans. Les plus connus sont Oued M'Zab, Oued Labiadh, Oued N'Sa, Oued Zegrir, Oued Sebseb et Oued Metlili (BAYOUD, 1962; BENYOUCEF, 1982). La Vallée du M'Zab s'étale sur 20 km de long et 2 km de large (BENYOUCEF, 1982). Dans cette région, les mozabites ont établi un système ingénieux de captage et de distribution équitable de l'eau de pluie. Il comprend des puits traditionnels qui atteignent la nappe phréatique dont l'eau est utilisée pour l'irrigation des palmeraies. Elle est considérée comme une ressource d'eau potable dans la région du M'Zab. La profondeur à laquelle l'eau se trouve varie d'une saison à l'autre et selon les oasis, entre 20 et 60 mètres. Cette nappe est alimentée grâce aux eaux de pluie. Déjà, depuis le début du XX^{ème} siècle jusqu'aujourd'hui, les habitants ont exploité la nappe de l'Albien. C'est l'un des grands systèmes aquifères localisé dans le Nord du Sahara désigné par

“continental intercalaire” (C.I.). Cet immense réservoir d’eau est très indispensable pour les habitants de ces zones désertiques. Il se trouve à 300 m de profondeur (BENSAHA *et al.*, 2010). D’une manière générale, il existe deux bassins d’eaux souterrains séparés, l’un sis à l’est et l’autre à l’ouest de la région de Ghardaïa (GUENDOZ et MICHELOT, 2006).

1.2.2. – Facteurs climatiques de la région d’étude

Les facteurs climatiques sont des éléments décisifs du milieu physique. DAJOZ (1974) écrit que l’impact de ces facteurs sur la physiologie et le comportement des animaux, notamment sur les insectes est notable. En effet, ils ont des répercussions profondes sur les êtres vivants: animaux et végétaux (DREUX, 1980; RAMADE, 1984). La vie et la distribution des êtres vivants sont conditionnées par les facteurs climatiques. (FAURIE *et al.*, 1984). Les basses températures pendant l’hiver et les niveaux thermiques élevés de l’été, ainsi que la faible humidité relative de l’air et le sirocco sont les facteurs climatiques qui déterminent le climat des périmètres sahariens (DJENNANE, 1990). RAMADE (1984) classe les facteurs climatiques selon leur effet. Au sein des données hydrologiques il place les précipitations et l’hygrométrie. Les facteurs mécaniques comprennent notamment le vent. Quant aux éléments énergétiques, ce sont la lumière et la température. Dans le cadre de cette étude, les températures, les précipitations, l’humidité et le vent sont retenues. Les données climatiques entre 2007 et 2016 sont fournies par la station météorologique de Ghardaïa (O.N.M.G., 2017).

1.2.2.1. – Température et ensoleillement de la région d’étude

Selon le degré de chaleur de l’air, les êtres vivants sont répartis dans la biosphère (RAMADE, 1984). La température agit notamment la fécondité des adultes et la maturation des œufs pondus (SEGUY, 1951). Certaines espèces préfèrent des températures élevées, chaudes et d’autres des niveaux thermiques froids. La température agit sur l’évolution biologique des moustiques (SEGUY, 1930). Dans les régions désertiques du globe, les amplitudes thermiques journalières et annuelles sont très excessives (DJENNANE, 1990). Les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région du M’Zab entre 2011 et 2015 sont exposées dans le tableau 1. Le détail sur les températures de chaque année est établi en annexe (Tab. 2, en annexe).

Tableau 1 – Températures moyennes, maximales et minimales de la région de la Vallée du M'Zab entre 2011 et 2015

Température	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
m. (°C.)	3,0	3,2	6,4	10,8	15,8	20,3	24,3	24,5	19,8	14,6	7,5	3,8
M. (°C.)	21,5	21,7	27,4	34,6	39,6	41,9	40,7	43,6	40,8	34,7	28,2	21,2
(M+m)/2(°C.)	12,3	12,4	16,9	22,7	27,7	31,1	32,5	34,1	30,3	24,6	17,8	12,5
Insol. (h)	253	248	275	299	347	344	346	321	265	281	249	248

(O.N.M.G., 2017)

M : Moyennes mensuelles des températures maxima

m : Moyennes mensuelles des températures minima

(M+m)/2 : Températures moyennes mensuelles

Insol. (h) : Durées moyennes mensuelles d'insolation en heures.

Selon les données climatiques de la région de Ghardaïa, les températures maximales s'élèvent quelquefois au-delà de 40°C (Tab. 1). L'influence de la température élevée se traduit par le dessèchement des plantes herbacées en dehors des zones irriguées, ce qui correspond à une influence directe sur les insectes à tégument fragile. Les températures moyennes mensuelles sont très variables. Le mois le plus chaud pour la période des années 2011 à 2015 est août avec une valeur moyenne de 43,6°C. Le mois le plus froid est janvier avec une moyenne de 3,0 °C. (O.N.M.G., 2017). La valeur des maxima la plus élevée atteint 47 °C. La valeur des minima la plus basse est de -0,5 °C (Tab. 2, annexe). Les plus basses températures favorisent les gelées. Il est à remarquer qu'il y a un accroissement de la température du mois de janvier jusqu'en août puis une régression durant l'automne jusqu'en décembre (Tab. 1). DREUX (1980) déclare que chaque être vivant ne peut vivre que dans un intervalle de température bien déterminé. Parmi les conditions climatiques, la lumière joue un rôle fondamental sur les processus de développement des êtres vivants. Effectivement, la photopériode détermine la diapause estivale ou hivernale chez les Invertébrés (RAMADE, 1984). Selon SEGUY (1947), l'influence de la lumière sur certaines espèces de Culicidae est très notable. Les radiations solaires dans la région de Ghardaïa sont très accentuées (KITOUS *et al.*, 2012). Pour une période de cinq ans, entre 2011 et 2015, les intensités moyennes mensuelles de l'insolation les plus faibles sont enregistrées en février (248 h), novembre (249 h) et décembre (248 h) (Tab.1). Cependant les moyennes mensuelles d'insolation les plus élevées sont enregistrées en

mai (347 h), en juin (344 h) et en juillet (346 h) (O.N.M.G., 2017). Entre les années 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015, la valeur d'insolation la plus élevée est enregistrée en juillet 2015, soit 387 heures, tandis que la plus faible est mentionnée en décembre 2013, soit 196 heures par mois (Tab. 2, en annexe).

1.2.2.2. – Pluviométrie au M'Zab

Le deuxième facteur qui retient l'attention est la pluviométrie. C'est la hauteur annuelle des précipitations tombées au sol, exprimée en millimètres. Selon RAMADE (1984), ce facteur forme un élément écologique important. D'après ce même auteur, il conditionne les biomes continentaux. Son influence sur le développement des animaux, sur la longévité et sur la fécondité des espèces est remarquable (DAJOZ, 1982). Au Sahara, les précipitations sont généralement irrégulières. Elles ne sont localisées que sur la partie septentrionale sous forme d'orages (VIAL et VIAL, 1974; DJENNANE, 1990). L'agriculture dans ces régions désertiques est minimale à cause de l'intensité de l'évaporation et de la faiblesse des chutes de pluies (DJENNANE, 1990). Les données climatiques traitant de la pluviométrie durant une période de 5 ans, soit de 2011 à 2015 de la vallée du M'Zab sont rassemblées dans le tableau 3. Une irrégularité des volumes annuels des précipitations entre les années allant de 2011 à 2015 est à remarquer (Tab. 2, en annexe). La somme des précipitations atteint un maximum de 155 mm en 2011 et un minimum de 39 mm noté l'année suivante. Les quantités pluviométriques relevées mensuellement durant la même période sont indiquées en annexe (Tab. 2, en annexe).

Tableau 3 – Valeurs pluviométriques de 2011 à 2015 à Ghardaïa

Mois	2011	2012	2013	2014	2015
P (mm)	155	39	68	47	53

P : Précipitations annuelles exprimées en millimètres

(O.N.M.G., 2017)

1.2.2.3. – Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air dans la partie septentrionale du Sahara varie entre 20 % en été et 60 % en hiver (VIAL et VIAL, 1974). Plus tard, DREUX (1980) remarque que selon le stade de développement des espèces animales, les exigences en humidité sont variables. Les données de l'humidité relative moyenne de l'air de la vallée du M'Zab en 2011 sont mentionnées dans le tableau 4.

Tableau 4 – Valeurs moyennes mensuelles de l’humidité relative de l’air durant la période 2011-2015 dans la vallée du M’Zab

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H.R.%	41	39	36	29	26	25	19	25	33	40	51	57

H.R.% : Humidité relative de l’air

(O.N.M.G., 2017)

L’hygrométrie relative moyenne mensuelle de l’air est supérieure ou égale à 26 % (Tab. 5). Le mois le plus humide est décembre (57 %). Quant au mois le moins humide, c’est juillet avec une humidité relative de 19 %. A la fin de l’été, lorsque les périodes de l’humidité relative élevée se prolongent, elles favorisent le développement des stades pré-imaginaux des Culicidae dans les gîtes larvaires (MATILE, 1993).

1.2.2.4. – Vents dominants et sirocco au M’Zab

Le vent constitue avec les autres facteurs climatiques, un élément indispensable pour le fonctionnement des écosystèmes (DJENNANE, 1990). Selon FAURIE *et al.* (1984) son effet sur les êtres vivants est important. Les insectes profitent des courants d’air pour se déplacer d’un endroit à un autre. La direction du vent est variable d’un lieu à l’autre. Les vents soufflent du nord-est vers le sud-ouest au Sahara d’après VIAL et VIAL (1974). Les déplacements d’air violents provoquent se chargent de grains de sable. La période des vents de sable s’étale entre février et juin (DJENNANE, 1990). Dans la Vallée du M’Zab, le sirocco, vent de sable violent souffle du sud-est durant 20 jours par an, surtout en mars, en avril et en mai (BENYOUCEF, 1982, 1991). Pendant l’été, les vents sont chauds et secs. Ils sont froids et humides en hiver (KITOUS *et al.*, 2012).

La répartition des moyennes mensuelles de la vitesse maximale du vent de la période 2013-2015 est indiquée dans le tableau 5. Les vents les plus forts dans la région de Ghardaïa sont enregistrés durant l’hiver, soit en février et en mars ainsi qu’au milieu de l’été, en août, et au début de l’automne, en octobre (Tab. 5). Les forces maximales du vent varient entre 108 à 121 km/h. Ces vents détruisant les récoltes en cassant les branches et déracinent les arbres. Il est à mentionner que les données sur les forces des vents n’ont pas été enregistrées par la station météorologique de Ghardaïa en 2011 et en 2012.

Tableau 5 – Vitesses maximales du vent exprimées en mètres par seconde dans la Vallée du M'Zab entre 2013 et 2015

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V.Max.(Km/h)	79	113	110	96	66	70	84	108	94	121	60	16

V. Max.(m/s) : Vitesse maximale du vent en mètres par secondes

(O.N.M.G., 2017)

1.2.2.5. – Synthèse climatique de la région de Ghardaïa

La définition d'un climat d'une région donnée est basée sur l'élaboration des données climatologiques, en particulier de la température et des précipitations (FAURIE *et al.*, 1984). Le résultat de la combinaison de ces données aboutit à la construction, d'une part d'un diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен et d'autre part, d'un climagramme pluviothermique d'Emberger.

1.2.2.5.1. – Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Pour connaître les mois secs de l'année, il est utile d'utiliser le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен. Un mois est sec lorsque le cumul mensuel des précipitations, donné en millimètres est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle correspondante exprimée en degrés Celsius. L'équation est la suivante: $P \leq 2T$ (DAJOZ, 1971). Le diagramme présente deux courbes. L'une concerne les températures moyennes mensuelles et l'autre celle des précipitations. Dans la présente étude, la courbe des températures apparaît au-dessus de celle des précipitations durant les 12 mois de l'année. En conséquence, le climat est sec dans la région de Ghardaïa (Fig. 2).

1.2.2.5.2. – Climagramme pluviothermique d'Emberger

En utilisant les données climatologiques de la température et de la pluviométrie, il est possible de connaître le climat des régions méditerranéennes. En 1969 STEWART propose une équation de l'indice pluviothermique, Q_3 , calculée sur une période de 10 ans dont la température est exprimée en degré Celsius et les précipitations en mm. L'équation est donnée de la manière suivante:

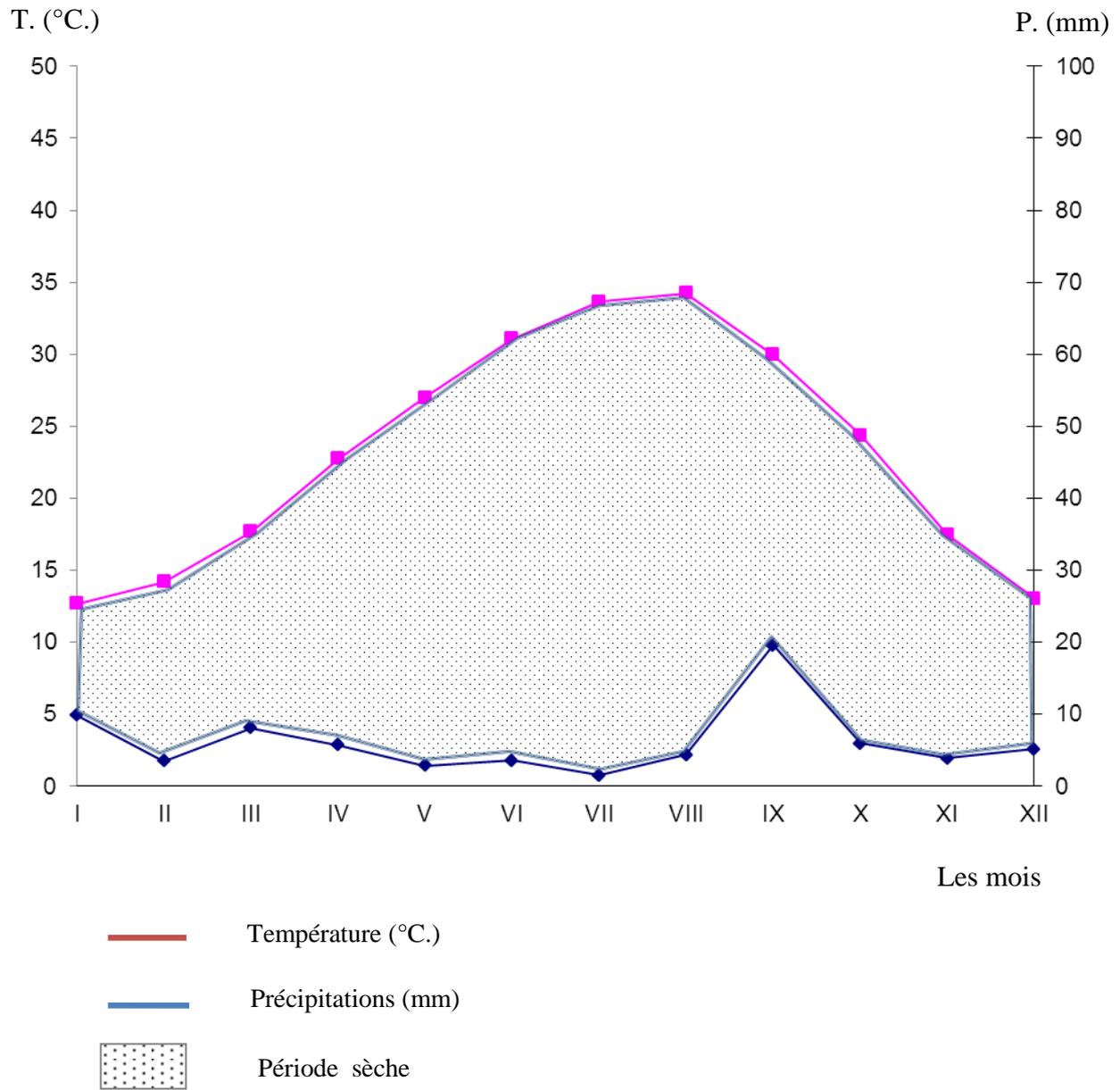


Fig. 2 – Diagramme Ombrothermique de Gausson pour la vallée du M'Zab entre 2007 à 2016

$$Q_3 = 3,43 \times \frac{P}{M-m}$$

Q₃ : Quotient pluviométrique d'Emberger

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

La période concernée pour le calcul du Q₃ s'étale sur une période de 10 ans, soit de 2007 jusqu'en 2016. Le quotient Q₃ de la région d'étude est égal à 0,58. Cette valeur du quotient Q₃ étant portée sur le climagramme pluviothermique d'Emberger montre que la région d'étude se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Fig. 3).

1.3. – Facteurs biotique de la région de Ghardaïa

Les espèces végétales et animales de la région de Ghardaïa sont inventoriées et présentées dans deux paragraphes séparés.

1.3.1. – Données bibliographiques sur la flore de la région du M'Zab

Le rapport entre le couvert en espèces végétales et la surface du territoire désertique est déséquilibré (OZENDA, 1977). Les palmiers-dattiers (*Phoenix dactylefera* Linné 1753) sont éparpillés dans le désert, occupant souvent une surface donnée, formant une oasis. Ils constituent la strate arborescente qui protège les cultures sous-jacentes fruitières, intercalées entre les pieds des palmiers-dattiers. La strate arbustive est composée par des agrumes comme le citronnier [*Citrus limon* (Linné) Burn. F., 1768] et l'oranger [*Citrus sinensis* (Linné) Osbeck, 1765], l'olivier (*Olea europaea* Linné, 1753), le figuier (*Ficus carica* Linné, 1753), l'abricotier (*Prunus armeniaca* Linné, 1753) (BELGUEDJ *et al.*, 2008) et le grenadier (*Punica granatum* L. (1753). Il existe une strate herbacée dans beaucoup de jardins du M'Zab. Elle est constituée par des plantes fourragers tels que de la luzerne (*Medicago sativa* Linné, 1753) et l'orge en vert (*Hordeum vulgare* Linné, 1753) (BELGUEDJ *et al.*, 2008). Il est à mentionner que dans la plupart des palmeraies, la mise en valeur des terres en palmiers dattiers est associée avec des arbres fruitiers et des cultures maraichères. Parmi les peuplements sahariens existant dans la région du M'Zab certaines espèces dominant dans quelques oueds comme *Anabasis articulata* (Forssk.) Moq, 1849, *Helianthemum lippii*, *Calligonum comosum* L'Heritier, le drinn [*Stipagrostis pungens* (Desf)], *Haloxylon articulatum*

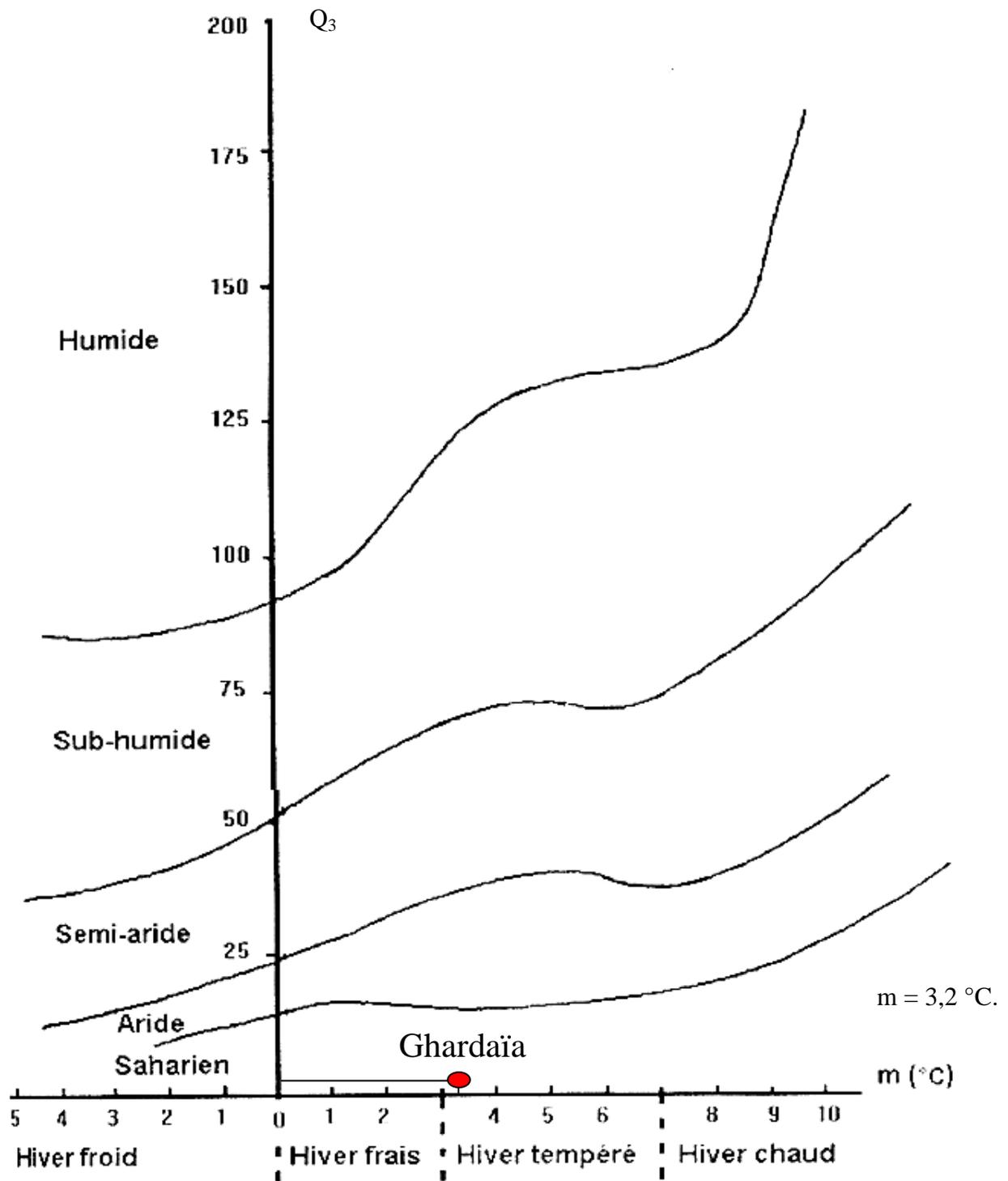


Fig. 3 – Place de la région de Ghardaïa dans le climagramme d’Emberger (2007-2016)

Bonn et Barr., *Genista saharae* Cros. Et Dur., *Artemisia alba* Turra, *Reseda villosa*, et quelques arbustes sahariens trouvés dans la région du M'Zab comme *Ephedra alata*, *Ephedra fragilis* Desfontaines, tarfa (*Tamarix gallica*), *Tamarix articulata*, *Retama raetam* Webb, *Zizyphus lotus* (Linné) Des fontaines et *Fagonis glutinosa* (ABONNEAU, 1983; SENOUSSI et BENSEMAOUNE, 2011). Parmi les arbres ABONNEAU (1983) cite le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desfontaines). Et au sol parmi les champignons du désert, le terfès ou truffe du désert (*Terfezia leonis*) est à mentionner.

1.3.2. – Données bibliographiques sur la faune du M'Zab

Le désert est l'un des rares milieux où la répartition de la plupart des êtres vivants se limite à des strates superficielles du sol et à la strate endogée (VIAL et VIAL, 1974). LE BERRE (1991) signale que les mammifères sahariens exploitent dans leur grande majorité, des environnements terrestres. Dans la région de M'Zab-Ghardaïa, divers travaux ont fait l'objet de l'étude de la faune en général et de l'entomofaune en particulier. Ces travaux montrent une richesse faunistique dans la région. Parmi les mollusques, ABONNEAU (1983) mentionne la présence de *Helix deserticus*. Divers arthropodes constituent la faune de la région, entre autre des arachnides comme les scorpions [*Androctonus australis* (Linné, 1758)], *A. hector* C.L. Koch 1839, *A. amoreuxi* (Audouin et Sav., 1812), *Buthacus leptochelys* (Hemprich et Ehrenberg, 1829) (VACHON, 1952). Des solifuges [*Galeodibus olivieri* (E. Simon)] sont également notés par de LEPINEY (1939). Parmi les insectes, CHOBOUT (1898) et CHEHMA et LAAMARI (2014) ont recensé plus de 330 espèces de Coleoptera, 124 espèces de Hymenoptera et beaucoup d'autres espèces de Diptera, de Neuroptera et de Heteroptera. Dans les oasis de la vallée du M'Zab, ces auteurs mentionnent la présence notamment de *Sphodromantis viridis* Forskâl, 1775, de *Pharoscymnus ovoïdeus* Sic., de *Coccinella algerica* Kovâr, 1977, d'*Oligonichus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939) et d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1839. BOUKRAA *et al.* (2011) et BOUBIDI *et al.* (2011) ont réalisé des études sur les Diptères Nématocères de la région de Ghardaïa. Ces auteurs signalent comme espèces de moustiques *Culex pipiens* Linné, 1758, comme phlébotomes *Phlebotomus papatasi* Scopoli, 1786 et surtout *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911. Les deux phlébotomes cités sont des espèces vectrices de l'agent causal de la leishmaniose cutanée. BOUKRAA *et al.* (2011) et BOUBIDI *et al.* (2011) font état aussi de la présence de cécidomyies comme *Colomyia clavata* Kieffer, 1892. Dans toutes les oasis sahariennes, la gambusie [*Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853)] est présente (LE BERRE, 1989).

BABA AISSA *et al.* (2014, 2016) citent la présence d'espèces Tephritidae au M'Zab notamment la mouche méditerranéenne des fruits [*Ceratitis capitata* (Wied. 1824)]. Plus récemment, BABA AISSA *et al.* (2017c) ont découvert 5 nouvelles espèces pour l'Algérie appartenant à la famille des Chyromyidae et au genre *Aphaniosoma*. Dans le M'Zab, des Amphibia comme le crapaud vert [*Bufo viridis* (Laurenti, 1768)] sont cités, ainsi que des Reptilia comme les fouette-queues [(*Uromastix acanthinurus* Bell, 1825); *Uromastix nigriventrix* (Rothschild et Hartert, 1912)]. Ce lézard est bien connu dans la région de Ghardaïa sous le nom vernaculaire de dobb ou ahardan. Il existe aussi un caméléon, *Chamaeleo chameleon* Linné, 1758, le saurodactyle de Mauritanie, *Saurodactylus mauritanicus* (Duméril et Bibron, 1836), le gecko d'Oudri, *Ptyodactylus oudrii* (Lataste, 1880), le gecko de Pétrie, *Stenodactylus petri* Anderson 1896, la tarente dédaignée (*Tarentola neglecta* Stauch, 1895), le lézard léopard [*Acanthodactylus pardalis* (Lichtenstein, 1823)], le mabuya [*Mabuyavittata* (Olivier, 1804)] et le scinque [*Scinus scinus* (Linné, 1758)]. Comme serpents, il y a la vipère céraste [*Cerastes vipera* (Linné, 1758)], la vipère à corne [*Cerastes cerastes* (Linné, 1758)], *Psammophis schokari* (Forskal, 1775), la couleuvre sifflante, [*Psammophis sibilans* (Linné, 1758)] et la couleuvre diadème [*Spalerosophis diadema* (Schlegel 1837)] (LE BERRE, 1989; RATO *et al.*, 2007; WILMS *et al.* 2009). Il n'existe pas une étude concernant les oiseaux du M'Zab. Mais quelques auteurs signalent la présence de 25 espèces comme le Moineau domestique [*Passer domesticus* (Linné, 1758)], la Tourterelle des bois [*Streptopelia turtur* (Linné, 1758)], le Grand corbeau (*Corvus corax* Linné, 1758) et l'aigle royal [*Aquila chrysaetos* (Linné, 1758)] (HEIM de BALSAC et MAYAUD, 1962; ETCHECOPAR et HUE, 1964; LEDANT *et al.*, 1981; HEINZEL *et al.*, 1985). La région du M'Zab présente une faune riche en Mammalia. Les espèces de Mammifères présentes se répartissent entre les Insectivora comme le hérisson d'Algérie [*Aethechinus algirus* (Duvernoy et Lereboullet 1842)] et le hérisson du désert [*Hemiechinus (Paraechinus) aethiopicus* (Hemprich et Ehrenberg, 1833)], les Chiroptera avec le trident [*Aselliatridens* (E. Geoffroy, 1813)], les Lagomorpha avec le porc-épic (*Hystrix cristata* Linné, 1758), les Rodentia comme les Muridae telle que la souris domestique (*Mus musculus* Linné, 1758), les Ctenodactylidae [*Massoutiera mzabi* (Lataste, 1881)], les herbivora avec les Artiodactyla comme la chèvre du M'Zab [*Capra hircus* (Linné, 1758)] et les Tylopoda avec le dromadaire (*Camelus dromedarius* Linné, 1758), et les Carnivora comme le renard famélique [*Vulpes rueppelli* (Schinz, 1825)], le renard roux (*Vulpes vulpes* Linné, 1758) et le chat de sable (*Felis margarita* Loche, 1858) (GOUAT *et al.* 1984; LE BERRE, 1989; ABDELGUERFI, 2003).

Chapitre II – Présentation du matériel biologique: les Diptera

En s'appuyant sur des données bibliographiques, les principales caractéristiques des Diptères sont exposées. Tout d'abord, la position systématique et les grandes lignes de la taxonomie des Diptera sont données. En deuxième partie, les principales caractéristiques morphologiques pour chacune des grandes subdivisions, tels que les Nematocera et les Brachycera, sont avancées. Un aperçu sur la bioécologie des mouches et des moustiques pour les différents stades de développement est traité. La dernière partie qui retient l'attention touche au rôle et l'importance des mouches et des moustiques.

2.2.1. – Position systématique des Diptera

Dans la classe des Insecta, l'ordre des Diptera retient l'attention, du fait qu'il renferme un grand nombre d'espèces et d'individus. Cet ordre est l'un des plus importants au sein des insectes. LUKA *et al.*, (2011) précisent que le nombre d'espèces dépasse 150.000 identifiées dans le monde et qu'elles se répartissent entre 177 familles. Le terme Diptera est composé de deux racines grecques, δις (di), c'est-à-dire deux, et pteros ou πτερον qui signifie aile. Ces insectes Ptérygotes appartiennent aux Oligonéoptères (DURANTON *et al.*, 1982a). Du point de vue systématique, Cet ordre regroupe tous les insectes dont la deuxième paire d'ailes est réduite à un balancier (Fig. 4). Les mouches, les moucheron et les moustiques en font partie. Il est subdivisé en deux grands sous-ordres, les Brachycera et les Nematocera. Les Brachycères se reconnaissent à leurs corps trapus et des antennes courtes formés généralement de 3 articles. Ces caractères de base sont différents de ceux des Nématocères. Ces derniers ont un corps élancé (Fig. 5). Ils possèdent des antennes longues formés de plus de 6 articles. Les premières lignes de classification montrent que les Nematocera, renferme sept infra-ordres. Les super-familles des Culicoidea et des Chironomoidea englobent chacune quatre familles (Tab. 6). Les Brachycera renferment des Ashiza et des Schizophora. Ce dernier groupe englobe les diptères Calypterates et Acalypterates. Le problème de cette classification fondée sur un mélange de caractères imaginaires et nymphaux est qu'elle ne reflète probablement pas les véritables relations phylogénétiques (MATILE, 1993). Un tableau détaillé sur la classification des Diptères est dressé en annexe 2 (Tab. 7).

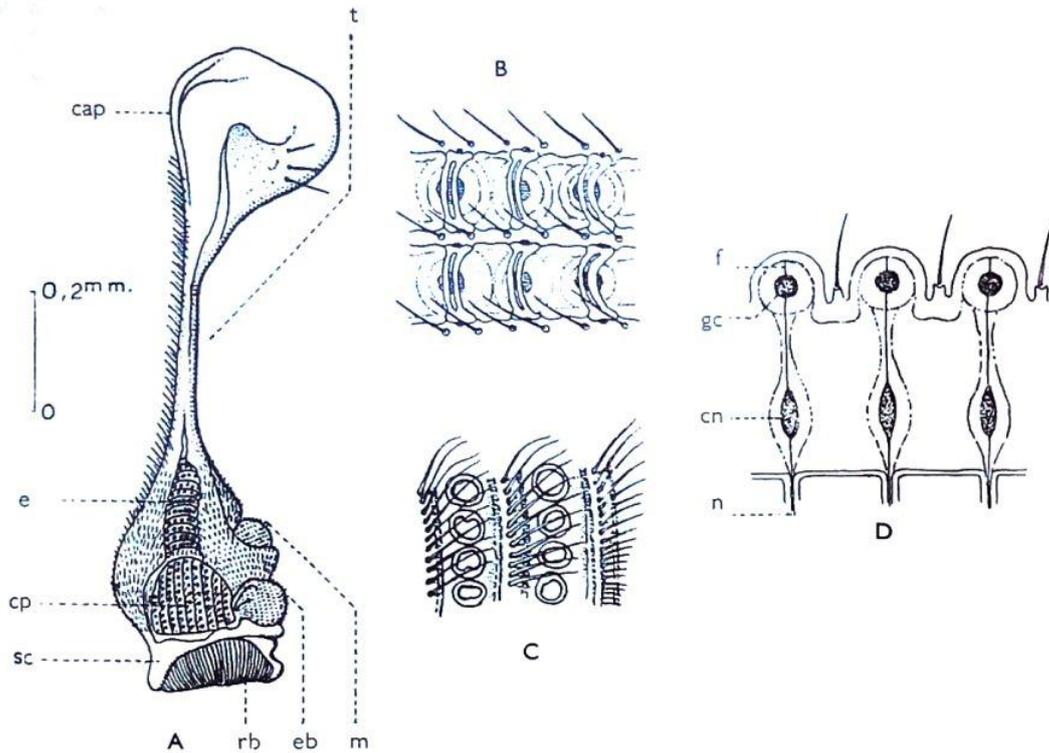


Fig. 4 – Description du balancier des Diptera selon SEGUY (1951)

A: ensemble de l'organe; B: détail de l'écaille basale; C: détail de la coupole; D: coupe longitudinale, cap: capitule; cn: cellule nerveuse; cp: coupole; e: écaille supérieure; sb: écaille basale; f: filament suspenseur; gc: globule chordotonal; m: membrane chordotonale; n: nerf; rb: renflement basal ovoïde; sc: scabellum; t: tige

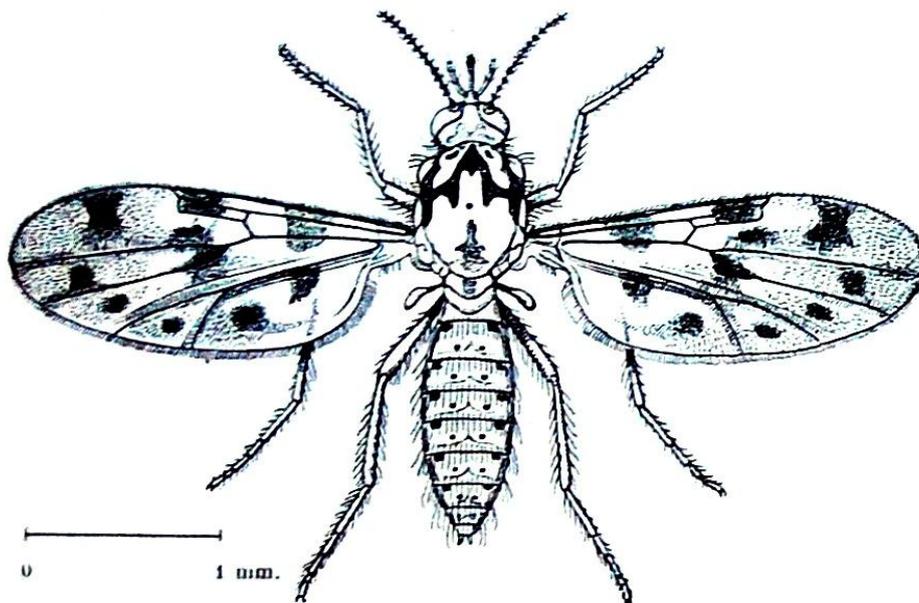


Fig. 5 – Un diptère adulte (Ceratomyzidae (SEGUY, 1951)

Tableau 6 – Grandes lignes de la classification des infra-ordre de Diptera selon McALPINE *et al.* (1981)

Subordres	Infrordre		Superfamilles	Familles						
Nematocera	Culicomorpha		Culicoidea	Dixidae						
				Corethrellidae						
				Chaoboridae						
				Culicidae						
			Chironomoidea			Thaumaleidae				
						Simuliidae				
						Ceratopogonidae				
						Chironomidae				
Brachycera	Muscomorpha	Aschiza	Syrphoidea	Syrphidae						
				Pipunculidae						
		Schizophora-Acalypteratae	Tephritoidea			Lonchaeidae				
						Otitidae				
						Platystomatidae				
						Pyrgotidae				
						Tephritidae				
						Richardiidae				
						Palloppteridae				
						Piophilidae				
						Schizophora-Calypteratae	Muscoidea			Scathophagidae
										Anthomyiidae
		Muscidae								
		Oestroidea								Calliphoridae
										Oestridae
										Sarcophagidae
						Rhinophoridae				
						Tachinidae				

2.2.2. – Morphologies des Nematocera et des Brachycera

Les insectes de l'ordre des Diptera sont reconnaissables par certaines caractéristiques morphologiques générales. Selon SEGUY (1924, 1925) et McALPINE (1981), ces particularités sont les suivantes, soit une seule paire d'ailes membraneuses, deux balanciers, un thorax bien développé. Différents types d'appareils buccaux caractérisent les Diptères. Ils sont spécialisés pour lécher, sucer ou pour piquer. Leurs tarsi comportent cinq articles. Comme tous les autres insectes, le corps des diptères est divisé en 3 tagmes (DAJOZ, 2010). Ces unités fonctionnelles ont une morphologie différente selon le stade de développement et entre les

adultes. La description morphologique de ces unités est présentée suivant l'ordre de développement depuis l'œuf jusqu'à l'adulte.

2.2.2.1. – Œufs

Les œufs des Nématocères et des Brachycères présentent des différences morphologiques (Fig. 6). Au sein d'une même famille, celle des Culicidae par exemple, la morphologie des œufs pondus par les Culicinae et par les Anophelinae diffère. Les femelles pondent leurs œufs sur un substrat humide ou directement sur l'eau. Ces œufs sont émis en amas ou isolément. D'après SEGUY (1951) les Culicides pondent un nombre important d'œufs pouvant atteindre parfois des centaines. DAJOZ (2010) éclaire l'amplification des mouches domestiques par un calcul du nombre d'œufs pondus et le nombre de la descendance envisagée de la manière suivante. Si la mouche pond 100 œufs au début du mois de mai, sa descendance sera égale à 4000×10^9 comptées à la fin de septembre. Mais, cette théorie n'a jamais été réelle du fait que plusieurs facteurs contribuent à une mortalité importante d'individus au fil du temps. Les agents qui induisent la mortalité, sont des facteurs climatiques, la présence dans l'écosystème de parasitoïdes et de prédateurs, et le manque de nourriture (DAJOZ, 2010).

2.2.2.2. – Larves

Les larves de Diptera sont reconnaissables à leur corps allongé, helminthoïde, fusiforme ou cylindroïde (SEGUY, 1926) (Fig. 7). Leurs déplacements sont actifs et dirigés (MATILE 1993, 1994). Leur corps est mou. Il est souvent, chez certaines espèces, divisées en trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen. Le premier tagme, ou capsule céphalique est bien sclérotinisée chez plusieurs espèces. Selon SEGUY (1926) ce tagme est peu ou non rétractile. La majorité des larves et des asticots sont des eucéphales. Ces espèces sont caractérisées par des pièces buccales qui sont complètes (SEGUY, 1926). Elles comprennent deux paires d'appendices: les mandibules et les maxilles (MATILE, 1993). Certaines autres sont hémicéphales. Apparemment la capsule est absente chez les asticots des Cyclorhaphes ce qui leur vaut le nom d'acéphales (ROTH, 1980; MATILE 1994). Le thorax des asticots ne présente pas de limites nettes, ni avec la tête, ni avec l'abdomen (SEGUY, 1951). Les larves de quelques espèces de Diptère comme celles des Muscidae ne possèdent pas de pattes thoraciques articulées (MATILE, 1994; DAJOZ, 2010). Chez les larves des Nematocera,

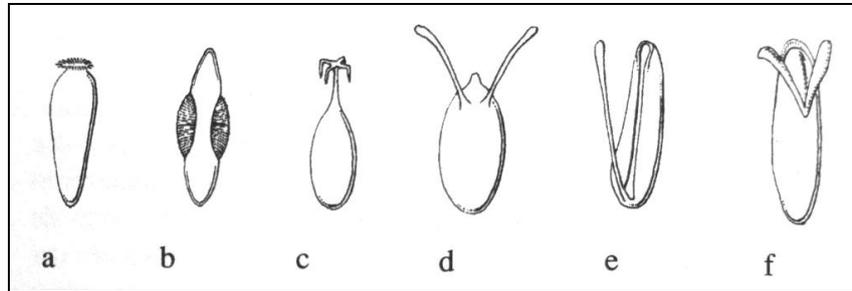


Fig. 6 – Les œufs des Diptera (MATILE, 1993)

a: *Culex*; b: *Anopheles*; c: *Conops*; d: *Drsophila*; e: *Musca*; f: *Scathophaga*

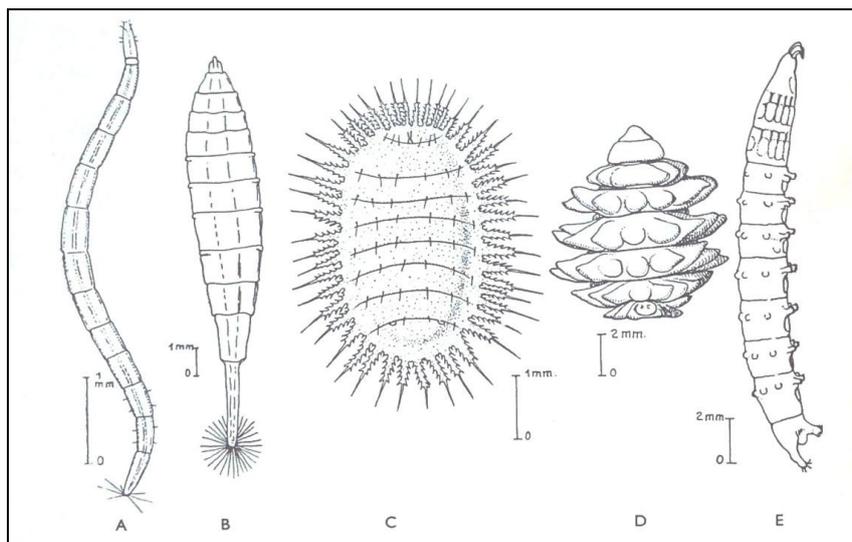


Fig. 7 – Larves des Diptères (SEGUY, 1951)

A: Ceratopogonidae; B: Stratiomyiidae; C: Platypezidae; D: Oestridae; E: Tabanidae

comme les Culicidae, les trois segments thoraciques sont fusionnés (MATILE, 1993). L'extrémité abdominale des larves des Nematocera et des asticots des Brachycera vivant dans les milieux aquatiques présente un appendice typique, c'est le siphon respiratoire. Il est long et prolongé chez les Eristalinae (Syrphidae) et chez tous les Culicidae, à l'exception des anophèles qui ne le possèdent pas. Vu que leurs téguments sont généralement transparents, le corps reflète la coloration des organes internes. La présence d'hémoglobine dissoute dans le sang de certaines larves de Nematocera donne une teinte rouge à ces individus (GOETGHEBUER, 1928). Au cours de leurs mues successives, les larves de Diptera gardent généralement la même forme jusqu'à leur transformation en nymphe (MATILE, 1993).

2.2.2.3. – Nymphes et pupes nymphales

Les larves subissent trois mues et la dernière exuvie larvaire se transforme en puppe contenant la nymphe (ELOUARD, 1981) (Fig. 8). Conformément à MATILE (1993), ce stade de développement représente une phase intermédiaire entre les états larvaire et imaginal. Les nymphes représentent un stade de repos (JOLY, 1977). Elles se distinguent par leur mode de protection. Certaines vivent sans aucun abri. Quelques-unes s'abritent dans un cocon et d'autres vivent dans un terrier en plus de celles aquatiques et parasites (JOLY, 1977). D'après SEGUY (1926), la face sternale de la nymphe est mince, ce qui lui confère une forme incurvée. La nymphe sort de son enveloppe lors de la mue imaginale. C'est un complexe de processus assurant le renouvellement de la cuticule chez les arthropodes (JOLY, 1977). La forme de la fente sur la puppe est utile pour le systématicien (ROTH, 1980). En effet, si la déchirure est faite suivant deux fentes perpendiculaires droites en T, l'adulte appartient aux Orthorrhapha. Par contre si la fente est semi-circulaire, soit en forme de U, elle caractérise les Cyclorrhapha (MATILE, 1993). Chez les Brachycères Cyclorrhaphes, une ampoule qualifiée de ptilinale se gonfle de sang brusquement et exerce une pression sur la face interne de l'enveloppe pupale, ce qui a pour effet de soulever la partie antérieure aux lignes de moindre résistance (MATILE, 1993).

2.2.2.4. – Description des imagos

Le corps de l'imago d'un Diptère est divisé en trois tagmes: la tête, le thorax et l'abdomen (McALPINE, 1981). Ces trois parties sont réunies étroitement les unes aux autres (SEGUY, 1924).

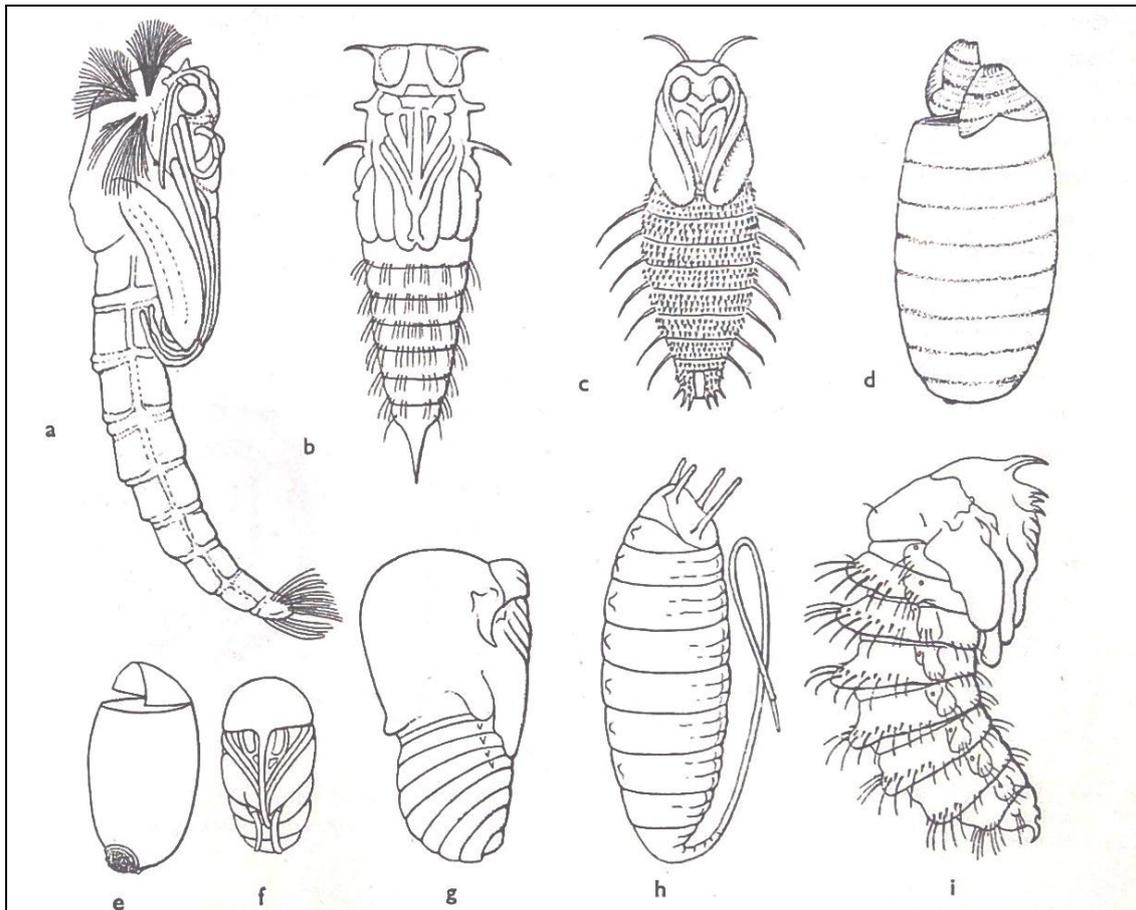


Fig. 8 – Pupes et nymphes des mouches et des moustiques (SEGUY, 1951)

a: Chironomidae; b: Therividae; c: Cecidomyiidae; d: Muscidae; e-f: Conopidae,
g: Oncodidae; h: Syrphidae; i: Asilidae

2.2.2.4.1. – Tête

Pour plus de détails sur la morphologie des Diptères adultes, il faut prendre en considération tagme par tagme dont le premier est la tête. Tous les Diptères à l'état imaginal présentent une tête mobile et reliée au thorax par un cou étroit (SEGUY, 1924; MATILE, 1993). Au sommet de ce tagme, trois ocelles s'y retrouvent. De part et d'autre, la tête porte des yeux composés à facettes, occupant la majorité de la capsule céphalique (SEGUY, 1924; TESKEY, 1981). Les yeux présentent parfois une pubescence assez épaisse (MATILE, 1993). Il est possible de distinguer dans la capsule céphalique quatre régions principales: la face, le front, la gena et le post-occiput (SEGUY, 1924; McALPINE, 1981). Ces régions sont, parfois, recouvertes de soies, des hérisses, de cheveux ou des écailles (SEGUY, 1924; McALPINE, 1981). Le nom des soies est donné selon l'endroit où elles sont insérées, telles que soies post-oculaires, soies verticales, soies occipitales, soies génales, soies frontales et soies péristomales. Les antennes des diptères sont insérées en avant de la tête sur la face et entre les yeux composées (SEGUY, 1924). Ces appendices sensoriels ont des formes variables selon les espèces, très utile en systématique (DAJOZ, 2010). L'appareil buccal des Diptères est formé d'une trompe et typiquement de trois pièces impaires, le labre, le labium et l'hypo pharynx, et de deux pièces paires, les mandibules et les maxilles (MATILE, 1993). La différence entre les Nematocera et Brachycera se figure principalement dans la morphologie des antennes et de l'appareil buccale.

2.2.2.4.1.1. – Nematocera

Les Nématocera, comme leur nom indique, possèdent des antennes filiformes, annelées, fines, longues. Elles sont constituées par des articles semblables compris entre 6 et 40, le plus souvent de 6 à 16 articles (ROTH, 1980; HAUPT et HAUPT, 2000). Le deuxième article antennaire est développé chez certains Nematocera. Les muscles intrinsèque sont localisés dans le scape ou premier article. Ces muscles servent pour faire mouvoir le deuxième article ou pédicelle et les suivants ou flagellum (DENIS et BITSCH, 1973). Le régime alimentaire des espèces de Nematocera déterminent leur type d'appareil buccal (ROTH, 1980). Leurs palpes sont généralement longs (ROTH, 1980). Ses trompes comportent sept pièces. Ce sont un labium qui enveloppe le labre et cinq stylets dont 2 mandibulaires, 2 maxillaires et l'hypopharynx (SEGUY, 1926; McALPINE, 1981). Selon ROTH (1980), les espèces hématophages piqueurs n'ont pas de mandibules. Les espèces qui

ont un appareil buccal de type piqueur sont divisées en deux grandes catégories, soit de type primitif, comme chez les Ceratopogonidae, ou de type évolué comme chez les Culicidae (ROTH, 1980). Les yeux ont envahi la plus grande partie de la surface de la tête. C'est le cas chez les Culicidae. Chez *Culiseta*, une suture transverse postérieure limite un petit post occiput visible dorsalement (DENIS et BITSCH, 1973).

2.2.2.4.1.2. – Brachycera

Chez les Acalypteratae, les principales aires reconnaissables à la surface de la tête sont la fente ptéliniale qui sépare deux régions, les fosses antennaires très rapprochées et trois ocelles occupent le sommet de la tête (DENIS et BITSCH, 1973). L'antenne des Brachycères Cyclorrhaphes est insérée sous la lunule frontale entre les yeux (MATILE, 1993). Elle est courte, épaisse et ne dépasse pas les limites de la tête. Elle est constituée de 3 articles dont le troisième porte une chète, une arista ou un style qui peut être pubescent, partiellement plumeux ou nu (ROTH, 1980; DAJOZ, 2010). Ces trois articles ne sont pas d'une même taille (HAUPT et HAUPT, 2000). La chète antennaire chez les Cyclorrhaphes est à position subapicale et latérale (ROTH, 1980). La présence d'un *ptilinum*, ou sac frontal, caractérise le groupe des Schizophores. Cette formation qui résulte d'une invagination tégumentaire, se traduit par une fente en fer à cheval (DENIS et BITSCH, 1973). Chez les Cyclorrhaphes, la trompe comprend trois parties, connus sous les noms de basiproboscis (ou rostre), mediproboscis et distiproboscis (labelles). La face antérieure du rostre porte un sclérite en U renversé, le clypéus (Fig. 9). Sur chaque côté du rostre, un palpe maxillaire uni et articulé est inséré (DENIS et BITSCH, 1973). D'après ces auteurs, la région moyenne de la trompe est constituée essentiellement par le labium, lui-même creusé en une gouttière. La fente dorsale de la gouttière est recouverte par le labre. Selon le type de pièces buccales, il est à distinguer deux catégories principales du régime alimentaire chez les Diptera, les lécheurs d'une part et les piqueurs d'autre part. La plupart des mouches sont souvent lécheuses. C'est le cas des Calypteratae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Tachinidae. Une trompe formée d'une base sub-cylindrique (*haustellum*) et de labelles formant deux coussinets élastiques bien connus servent à éponger les liquides (DENIS et BITSCH, 1973). ROTH (1980) mentionne que l'appareil buccal des Muscidae est de type suceur-lécheur. Mais DENIS et BITSCH (1973) rappellent que d'autres Muscidae hématophages appartenant au genre *Stomoxys*, *Glossina*, *Lyperosia* et *Haematobia* présentent

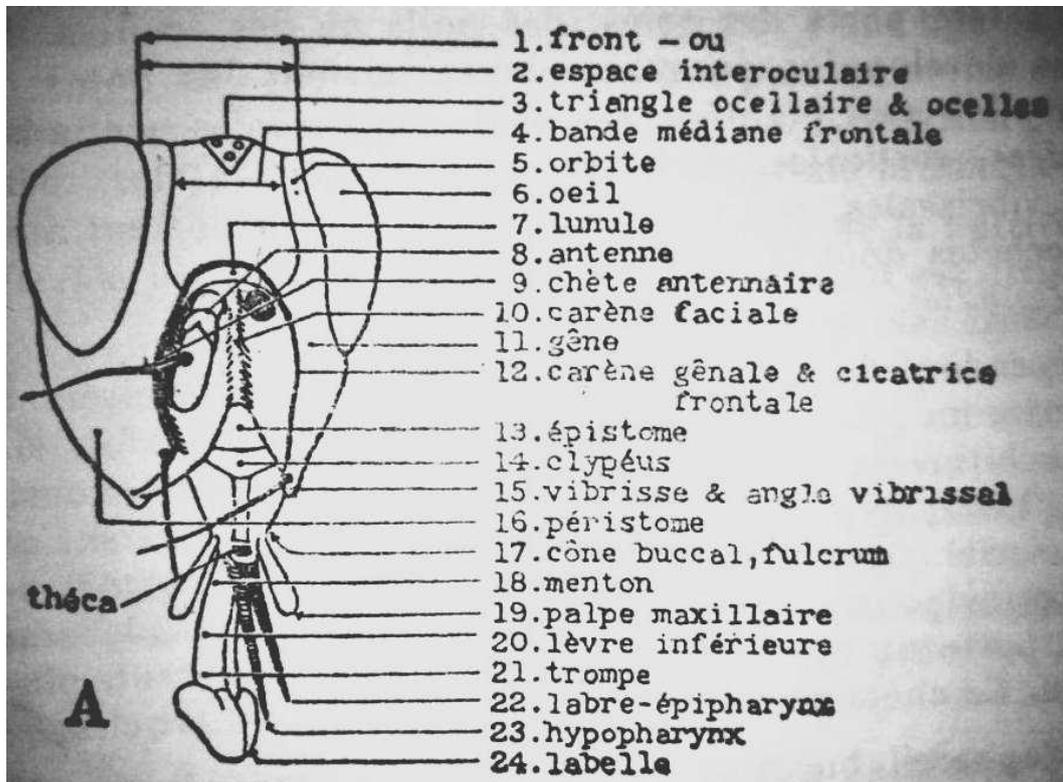


Fig. 9 – Morphologie de la tête des Brachycera (SEGUY, 1983)

une trompe piqueuse bien développée. Selon ces derniers auteurs, le rostre est particulièrement allongé. Il est extensible et invariable. A l'intérieur du rostre il y a la pompe cibariale renforcée. ROTH (1980) précise qu'une adaptation prédatrice caractérise les Stomoxes et que le labium des Cyclorrhapha se termine par deux labelles. Les palpes maxillaires et labiaux des Brachycera sont courts, unis ou bi-articulés (ROTH, 1980). Certaines Muscidae présentent des pièces buccales très réduites. Le labium de *Rhinoestrus niverleti* (Oestridae) n'est plus représenté que par trois mamelons sétigères, leurs palpes maxillaires sont réduits à une paire de bosses et le labre à une petite écaille (DENIS et BITSCH, 1973).

2.2.2.4.2. – Thorax et ses appendices

Le thorax d'un Diptera adulte porte trois segments avec des appendices spécifiques (McALPINE, 1981). Une description de chaque segment et de chaque appendice est présentée.

2.2.2.4.2.1. – Morphologie générale du thorax

Le thorax se compose de 3 segments, soit le prothorax, le mésothorax et le métathorax (McALPINE, 1981). Le prothorax se situe en avant, le mésothorax, au milieu et le métathorax en arrière. Chacun des trois est muni d'une paire de pattes. Le prothorax porte aussi une paire de stigmates antérieurs. La tête est reliée au prothorax et l'abdomen au métathorax (McALPINE, 1981). Les segments thoraciques antérieurs et postérieurs des Diptera sont réduits au profit du segment médian (MATILE, 1993). Ce segment mésothoracique porte des pièces tergaux qui sont bien développées (ROTH, 1980; DURANTON *et al.*, 1982a; DAJOZ, 2010). Il correspond à la partie supérieure visible du thorax sur lequel la deuxième paire de pattes et les ailes sont fixées. L'angle postérieur de la base de l'aile des brachycères présentes une paire de lobes membraneux squamiformes, bordés par un bourrelet frangé de poils appelés aussi cuillerons (SEGYU, 1923). Certains Brachycera sont caractérisés par la réduction ou l'absence des cuillerons. Ce sont les Acalyptères ou Haplostomates. Le mésothorax porte une paire d'ailes atrophiées, désignées par en balanciers ou haltères. Ces balanciers sont recouverts par une petite écaille appelée cuilleron (DAJOZ, 2010). Les balanciers sont des appendices en forme de tige terminée à son extrémité par un renflement (SEGUY, 1924). Ces balanciers jouent un rôle important dans l'équilibration du vol

(DURANTON *et al.*, 1982a). Sur le plan systématique, ils permettent avec les deux ailes mésothoraciques de déterminer une espèce de Diptère (SEGUY, 1924). La partie postérieure du mésonotum forme le scutellum ou écusson. Le métathorax porte une paire de pattes et les stigmates postérieurs (SEGUY, 1924) (Fig. 10). Le metanotum des diptères supérieurs, situé sous le mésoscutellum, est très réduit (BITSCH et MATSUDA, 1979).

2.2.2.4.2.2. – Ailes des Diptera

Selon McALPINE (1981) les nervations alaires caractérisent l'aile des Diptera aussi bien longitudinales que transversales (Fig. 11). Les nervures longitudinales sont: la costale C, la sous-costale Sc, la radiale R avec le secteur radial Rs, la médiane M, la cubitale Cu, l'anale A et la Cubitale anale CuA. Les nervations transverses sont l'humérale h, la radiale médiane r-m, la médio-cubitale mcu et la distale médiane-cubitale dm-cu. La première nervure marginale postérieure des Acalyptères s'étend en ligne droite jusqu'à son extrémité. Parmi les familles de ce groupe il est à citer les Trypetidae, les Agromyzidae, les Drosophilidae et les Chloropidae (DAJOZ, 2010). La description suivante est faite par SEGUY (1923): les Diptères sont munis d'ailes allongées plus ou moins étroites ou pointues. La membrane alaire peut être transparente ou opaques. Les espaces alaires limités par les nervures forment des cellules alaires. Elles sont désignées habituellement par le nom de la nervure qui en forme le bord antérieur. Le ptérostigma est une tache opaque situé sur le bord antéro-apical de l'aile. Chez les diptères une incision de l'aire anale de la membrane alaire, derrière la nervure anale, forme un lobe alaire basal, appelé *alula* qui ne portepas de nervures.

2.2.2.4.2.3. – Pattes des Diptera

Une paire de pattes s'insère entre la pleure et le sternite au niveau de chaque segment thoracique. Les pattes sont au nombre de six, soit 2 prothoraciques, 2 mésothoraciques et 2 métathoraciques (MCALPINE, 1981). Une patte typique est formée de cinq parties (Fig. 12). Ce sont la hanche ou coxa, le trochanter, le fémur ou cuisse, le tibia ou jambe et le tarse. Le dernier segment est composé lui-même de cinq articles dont le premier est appelé métatarse ou protarse. Le cinquième tarse portant deux griffes, deux pelotes adhésives (*pulvillus*) et une troisième (*empodium*) souvent absente ou modifiée en soie (MATILE, 1993; McALPINE,

1981) (Fig. 13). La différence morphologique des lobes est

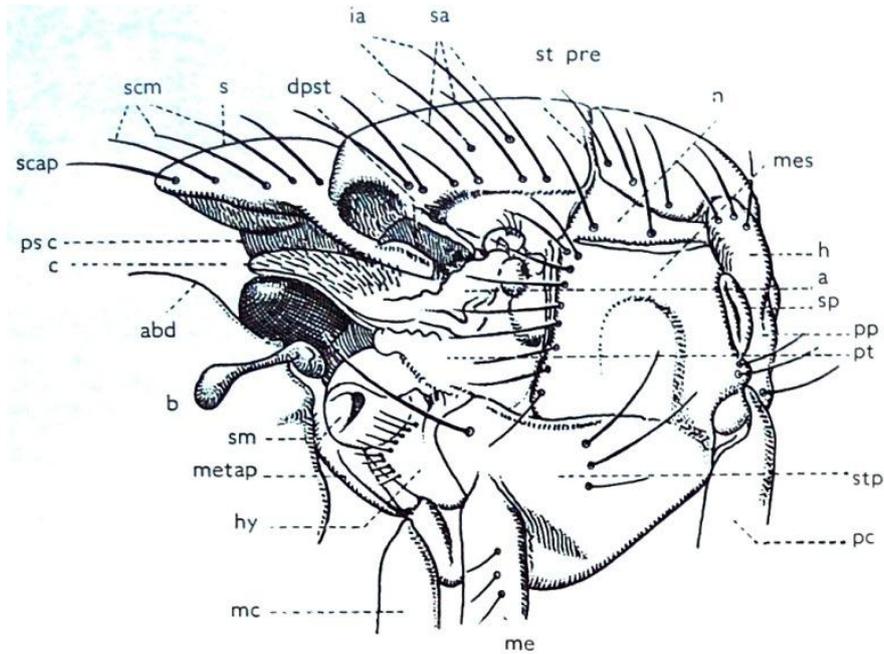


Fig. 10 – Segments thoraciques des Diptera (SEGUY, 1951) (Modifiée)

a: insertion de l'aile; abd: abdomen; b: balancier; c: cuilleron; dpst: dépression postalaire; h: calus huméral; hy: hypopleure; ia: soies intra-alaires; mc: métacoxa; me: mésocoxa; mes: mésopleure et soies mésopleurales; métap: métapleure; n: dépression notopleurale et soies notopleurales; pc: procoxa; pp: propleure; pre: soie présuturale; psc: post-scutellum ou mésophragme; pt: ptéropleure; s: scutellum; sa: soies supralaires; scap: soies scutellaires apicales; scm: soies scutellaires marginales; sm: stigmate métahoracique; sp: stigmate prothoacique; st: suture transverse; stp: sternopleure et soies sternopleurales

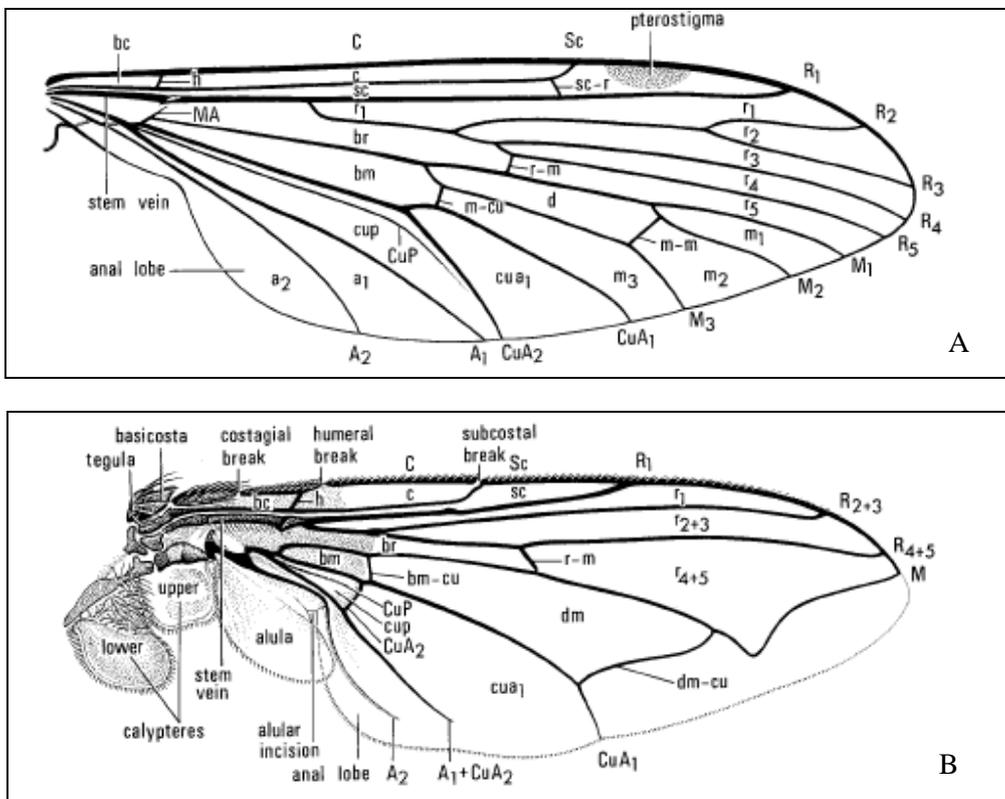


Fig. 11 – Ailes des Nematocera (A) et des Brachycera (B) (McALPINE, 1981)

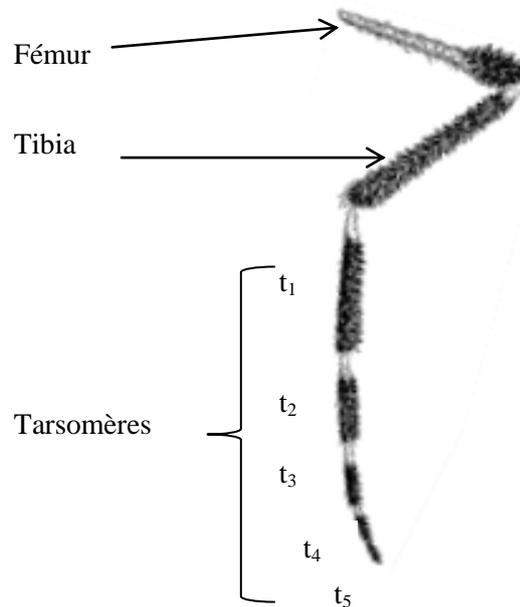


Fig. 12 – Patte thoracique des Culicidae (McALPINE, 1981)

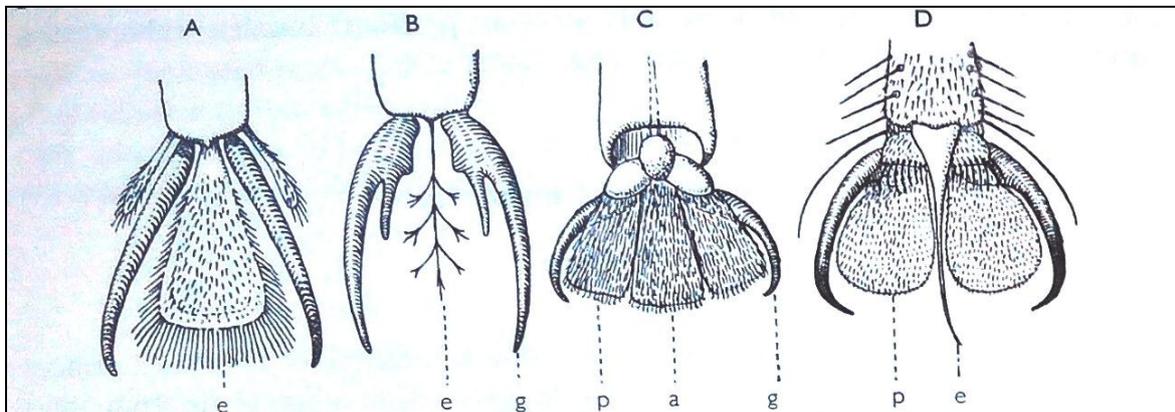


Fig. 13 – Détaille du tarsomère 5 chez les Diptères (SEGUY, 1951)

A: Cecidomyiidae; B: Ceratopogonidae; C: Ragoniidae; D: Calliphoridae;
 a: arolium; e: empodium; g: griffes; p: pulvilles

utilisé en systématique (ROTH, 1980). Les pattes sont rarement spécialisées, hormis les glandes des Empididae et les tibias épineux de certains prédateurs.

2.2.2.4.3. – Abdomen et génitalia

La segmentation abdominale est plus difficile à établir chez les Cyclorhaphes. Les principaux points de repère morphologique sont: l'emplacement de l'orifice génital femelle, celui du complexe phallique et celui des stigmates (BITSCH, 1979).

2.2.2.4.3.1. – Segments abdominaux

Le nombre de segments abdominaux qui compose théoriquement un abdomen d'un Diptères est de 9 segments. Il inclut une partie des organes de l'appareil digestif, celles de la circulation, et de l'appareil de reproduction (SEGUY, 1924). Ce systématicien note que les parties dorsales sont les tergites et celles ventrales sont les sternites. A côté de chaque segment abdominal, est installé un stigmate respiratoire (McALPINE, 1981). Pour les Calliphoridae, le préabdomen de *Calliphora* porte cinq segments, correspondant à 4 plaques dorsales et à 5 sternites. Les tergites débordent largement sur la face ventrale de l'abdomen (BITSCH, 1979).

2.2.2.4.3.2. – Appareil copulateur

L'appareil génital du mâle est différent de celui de la femelle. Les mâles possèdent souvent des pièces sclérotinisées utiles pour la détermination des espèces (McALPINE, 1981). La particularité principale des génitalia mâles chez les Diptera concerne le développement des lobes annexes phalliques et périphalliques (Fig. 14). Les pièces génitales sont primitives, externes et visibles chez les Nematocera ou, au contraire, très évoluées et cachées, au repos dans l'abdomen notamment chez les Tachinoïdea (Brachycera) (ROTH, 1980). Les génitales mâles des moustiques ont des structures très variables; l'orifice génitale peut être apicale (Anophèles) ou situé à l'avant de l'aedeagus (*Aedes*, *Culex*) (BITSCH, 1979). L'epandrium, de grande taille, émet une paire de bras antérieurs et une paire de bras postérieurs. De plus, sa marge postéro-ventrale porte deux paires d'appendices, les surstyli et les cerques (BITSCH, 1979). Les terminalias des femelles sont plus simples que ceux des mâles. L'ovipositeur pourvu de valves caractérise les formes

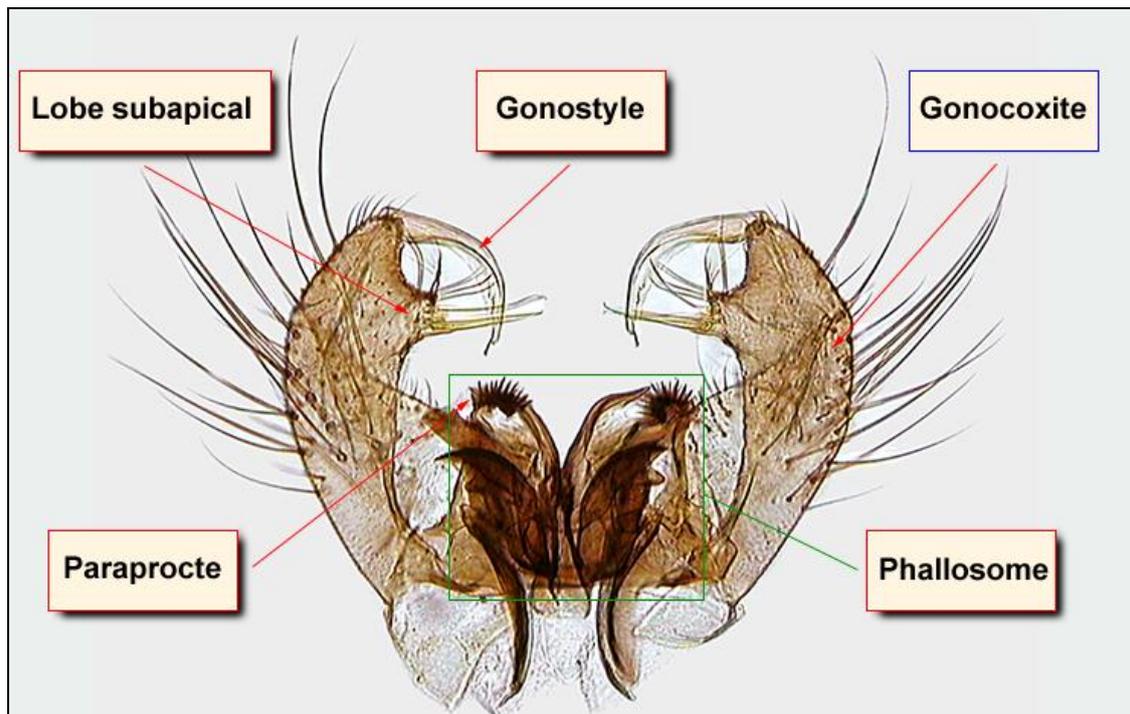


Fig. 14 – Détails de l'appareil copulateur male des Culicidae (BRUNHES *et al.*, 1999)

primitives (BITSCH, 1979). L'appareil de ponte de la femelle est interne dans la plupart des cas. Il porte exceptionnellement une couronne d'épines tronquées et groupées servant à fouir (SEGUY, 1926). Chez les Culicidae, le 9^{ème} tergite est petit, mais il peut s'étendre latéralement, comme chez les anophèles, une plaque post-génitale se trouve en arrière de l'orifice génital (BITSCH, 1979). Les femelles de Cyclorrhapha présentent typiquement un tube de ponte allongé, correspondant aux derniers segments abdominaux rétrécis et télécopés. Le genre *Tephritis* possède un long ovipositeur qui se loge, au repos, dans le 7^{ème} segment (BITSCH, 1979). Chez les Calliphoridae, le 6^{ème} segment possède deux paires de stigmates (BITSCH, 1979). La structure de l'ovaire des nématocères n'est pas toujours de type classique (MARTOJA 1977). La vitellogénèse des Diptera Brachycera présente des différences assez importantes par rapport aux Nematocera, pour qu'il soit possible, de les rapporter à des particularités spécifiques (MARTOJA 1977).

2.3. – Bio écologie des mouches et des moustiques

Après avoir pris connaissance des caractères systématiques des Diptera, il apparaît important, d'avoir un aperçu bibliographique sur la bioécologie des mouches et des moustiques selon le stade de développement.

2.3.1. – Bioécologie des larves et des nymphes de Diptères

La relation entre les larves et les nymphes de Diptères vis-à-vis de leur environnement est caractéristique. Elle dépend de leur type de nourriture et de leur habitat.

2.3.1.1. – Nourriture et développement larvo-nymphale

La biologie des larves de Diptera varie d'une espèce à l'autre. Certaines sont des carnivores, saprophages ou phytophages (SEGUY, 1926). D'autres sont détritivores. MATILE (1995) précise que beaucoup de larves sont polyphages. Elles peuvent vivre aux dépens des tissus végétaux ou parasiter des animaux (ROTH, 1980). D'autres types d'alimentation sont observés chez les larves de Diptera comme les saprophages, les créophages qui se nourrissent de viande et de cadavre frais, ou encore nécrophages. Dans certains cas, les larves sont utiles. Ce sont des zoophages. Tous les régimes intermédiaires peuvent être notés. Les larves de Culicidae se nourrissent de particules organiques comme les

algues et d'animaux microscopiques (VILLENEUVE et DESIRE, 1973; MATILE, 1995). Les larves de Nematocera et de Brachycera Orthorrhapha ont un dispositif filtrant qui leur permet de se nourrir dans l'eau et aux dépens des tissus. Cela est possible grâce à leurs mandibules qui fragmentent les substances nutritives en plus petites particules. Par ailleurs, les larves de Cyclorrhapha grattent les matières nutritives et exercent une digestion extra-orale, et absorbent par la suite les substances ramollies ou liquéfiées (MATILE, 1995). Dans ce cas, les larves ne se déplacent pas. Au contraire, les prédatrices à la recherche de leur alimentation se déplacent d'une façon remarquable (MATILE, 1995). Les nymphes présentent une phase active qui succède à la larve, dite pro-nymph, suivie par une autre phase laquelle est immobile et désignée par le concept de nymphe (SEGUY, 1926).

2.3.1.2. – Habitats et gîtes larvaires

L'habitat des larves de diptères peut être aquatique. En effet, certaines, subissent une partie de leur développement dans l'eau. D'autres recherchent un substrat humide, notamment là où il y a de la matière organique. Les larves terrestres sont généralement humicoles (SEGUY, 1926). D'autres bouclent leur cycle dans les deux milieux. THOMAS (1969) confirme que la plupart des familles de Diptera ne sont pas exclusivement aquatiques. Pour celles vivant dans l'eau, elles préfèrent, selon MATILE (1995) des eaux calmes et stagnantes, notamment les eaux douces (MATILE, 1994). Un exemple est cité par TOUZIN (2008) sur les Chironomidae et les Syrphidae. Les larves de ces familles supportent le manque d'oxygène et la présence de polluants avec une température élevée. Pour respirer dans l'eau, les larves utilisent l'air contenu dans des végétaux immergés. Cette technique est observée chez les larves de *Coquillettidia* et de *Mansonia* (Culicidae). Les larves de Culicidae absorbent directement l'oxygène de l'air par l'intermédiaire d'une couronne de soies présentes autour des stigmates anaux et un court siphon respiratoire. Le même cas est noté chez quelques larves de Brachycera comme les Eristalinae (Syrphidae) qui vivent dans des milieux chargés en matières organiques. Ces dernières possèdent un long siphon respiratoire en forme d'une trompe, d'où la nomination larves queue-de-rat. Les gîtes larvaires des moustiques sont soit naturels comme les creux d'arbres reconnus pour *Aedes triseriatus* ou soit artificiels comme les pneus usagés qui peuvent recevoir jusqu'à 6 espèces de moustiques tels que *Aedes triseriatus*, *Anopheles punctipennis* (Say), *Culex pipiens* Linné, *Culex restuans* Theobald, *Culex territans* Walker, *Culiseta impatiens* (Walker) et *C. restuans* (BOURASSA *et al.*, 1992). Les larves des mouches préfèrent un substrat riche en matières organiques en décomposition, ce qui leur permet un

développement accéléré. MATILE (1993) estime l'existence de 8.000 asticots de la mouche domestique dans un crottin de cheval et environ de 15.000 sur une même quantité d'excréments de porc (MATILE, 1993). Cette remarque est faite par l'Institut Pasteur d'Algérie montrant que *Musca domestica* se multiplie en grand nombre dans le fumier de ferme (I.P.A., 1949). Le stade nymphal se continue dans différents habitats. Les nymphes des Tabanidae, des Asilidae et celles des Bombyliidae sont trouvées sur des substrats variables telles que la terre, la matière végétale en décomposition et l'eau.

2.3.2. – Bioécologie et habitat des adultes de Diptera

Les Diptères sont répandus dans le monde entier grâce à leurs adaptations aux différents climats à toutes altitudes (MATILE, 1993). Par exemple, la cératite, fréquente les régions du littoral mais aussi les oasis où il existe une diversité d'espèces fruitières favorables à son extension (OUKIL, 2008). Il y a exception pour certaines espèces inféodées à une région donnée. Dans ce contexte, l'Institut Pasteur d'Algérie mentionne deux espèces de moustiques strictement sahariennes. Ce sont *Anopheles multicolor* et *A. sergenti* (I.P.A., 1949). Quelques moustiques peuvent se retrouver dans les habitations car ils recherchent de la chaleur (VILLENEUVE et DESIRE, 1973). La plupart des adultes de Diptera sont terrestres (MATILE, 1993). Quelques espèces de Syrphes font des migrations annuelles (NENTWING *et al.*, 2009). Une femelle du moustique commun peut vivre plusieurs mois, parfois 10 mois (VILLENEUVE et DESIRE, 1973). Le régime alimentaire des diptères adultes peut être nectarivore, détritiphage ou parfois hématophage (MATILE, 1993). Selon ce dernier auteur, les Culicidae et les Stomoxes (Muscidae) sont hématophages.

2.4. – Rôle et importance des Diptera

Les espèces de Diptera ont une importance particulière dans l'environnement. Ils ont des rôles spécifiques selon les espèces tantôt agricoles et forestières et tantôt médicaux et vétérinaires.

2.4.1. – Diptères d'importance agricole et forestière

Certaines Diptera font des dégâts importants sur les cultures. Le stade larvaire est la phase la plus reconnue pour ces déprédations. Selon MATILE (1993) les larves se

nourrissent de végétaux cultivées, diminuant par la suite le rendement des récoltes. L'espèce la plus connue est la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*). Elle est inféodée à une centaine d'espèces de plantes cultivées (PIGUET, 1960; MATILE, 1993). D'après OUKIL (2008) cette mouche est un ravageur redoutable des cultures fruitières en Algérie. BABA AISSA *et al.* (2016) mentionnent que cet insecte s'attaque à une gamme d'arbres fruitiers notamment les agrumes et les grenadiers dans les oasis en Algérie. Un autre prédateur de la famille des Tephritidae est la mouche de l'olive, (*Bactrocera oleae*). Celle-ci pond ses œufs dans l'olive. Ses asticots creusent des galeries dans la pulpe impliquant une baisse de la qualité et une perte notable de la récolte (BELLAHCENE *et al.*, 2009). L'ordre des Diptères renferment beaucoup d'espèces utiles notamment ceux qui assurent la pollinisation des fleurs (MATILE, 1993). La famille la plus reconnue pour cette utilité est celle des Syrphidae (Fig. 15). Son importance écologique est majeure dans les écosystèmes (REDON et CHOREIN, 2009). Certaines espèces sont considérés comme des bonnes pollinisatrices (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1993; REDON et CHOREIN, 2009). Les adultes de cette famille et certains mâles d'autres familles sont floricoles, et ils se nourrissent de pollen et de nectar. C'est le cas chez les Ceratopogonidae. Cette famille regroupe environ 125 genres avec 5.500 espèces dont la plupart sont floricoles et interviennent dans la pollinisation (BALENGHIEN et DELECOLLE, 2009). Par ailleurs, certaines espèces de la famille des Calliphoridae sont utiles pour la pollinisation en agriculture (YANG *et al.*, 2014). Beaucoup d'exemples de parasitisme ou de prédation par des espèces de Diptera sont observées. MATILE (1993) note que les Tachinaires gênent le développement de nombreux insectes nuisibles comme les criquets, les punaises et les papillons. Le même phénomène est mentionné par cet auteur chez les larves des Syrphes (Syrphidae) qui consomment les pucerons. Les chenilles de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) sont parasitées par les larves de *Lydella thompsoni* (Tachinidae) (SOLTNER, 1990). Les Diptères prédateurs des acridiens sont des Asilidae (DURANTON *et al.*, 1982b; TOMASOVIC, 1998). Quelques Diptères sont des parasitoïdes de larves et d'adultes d'Acridoidea. Elles appartiennent aux Sarcophagidae, aux Calliphoridae et aux Muscidae (DURANTON *et al.*, 1982b; GREATHEAD, 1992).

2.4.2. – Diptères d'intérêt médical et vétérinaire

Les mouches et les moustiques sont dangereux vis-à-vis de l'être humain, mais aussi aux vertébrés d'une manière générale (DAJOZ, 2010). Certaines familles de Diptères



Fig. 15 – *Eristalis arbustorum* se nourrissant du nectar de *Hedera helix*
(REDON et CHOREIN, 2009)

sont hématophages et comprennent d'importants vecteurs d'organismes pathogènes, notamment des virus, des bactéries, des protozoaires et des helminthes (CALLOT et HELLUY, 1958; MATILE, 1993). Les maladies à transmission vectoriel propagée par les Diptères sont le paludisme, la fièvre jaune, la maladie du sommeil, l'éléphantiasis, l'onchocercose, la leishmaniose, la peste, le typhus, la typhoïde, le choléra, la tuberculose, la lèpre, la dysenterie amibienne et la poliomyélite (MATILE, 1993). En 2015, 13,8 millions de personnes sont atteintes par le paludisme dans le monde du à *P. vivax* (O.M.S., 2016). Cette épidémie est transmise chez l'homme par les piqûres d'anophèles (Culicidae). Elle est transmise aux passereaux par *Culex* sp. et plus précisément aux pigeons par *Lynchia maura* (Hippoboscide) (I.P.A., 1949). En outre, les larves de *Lucilia sericata* sont utilisées en thérapie pour le traitement des plaies. En général, les espèces de Calliphoridae sont très utiles pour des études en entomologie médicale (YANG *et al.*, 2014). Parmi les arbovirus transmis par les Diptera aux animaux, il est à citer la fièvre catarrhale ovine (FCO). BALDET *et al.* (2005) signalent que cette fièvre est transmise par la piqûre des femelles de *Culicoides*. Ce genre regroupe 1.250 espèces hématophages (BALENGHIEN et DELECOLLE, 2009). En Afrique, *C. imicola* est la responsable de cette transmission (BALDET *et al.*, 2005). Ce n'est qu'à partir de 1998, que cet arbovirus s'est étendu à la zone du Bassin méditerranéen où il n'avait jamais été présent auparavant (BALENGHIEN et DELECOLLE, 2009).

2.4.3. – Autres rôles des Diptères

La dégradation de la matière organique dans la nature est assurée par plusieurs espèces d'insectes, entre autres, les Diptères. Ce sont les larves créophages et coprophages qui réalisent ce phénomène de dégradation (MATILE, 1993). Cet auteur cite les Tipulidae, les Bibionidae, les Mycetophilidae et les Sciaridae qui contribuent à transformer la litière en humus. Des observations faites à long terme ont fini par créer une discipline scientifique intéressante, c'est l'entomologie médico-légale ou forentique. Les Calliphoridae sont les plus importants dans ce domaine (YANG *et al.*, 2014). Elles permettent la datation du décès d'une personne. Il est connu que dans la nature et même dans les caves vinicoles, la transformation de l'éthanol en acide acétique est le fait de bactéries transportées par les Drosophiles (*Drosophila melanogaster* Meigen, 1830). Au niveau des réseaux trophiques, les mouches et les moucheron volants servent de nourriture aux oiseaux (MATILE, 1993).

Chapitre III – Matériels et méthodes

Après le choix et la description des stations d'étude, la méthodologie adoptée sur le terrain et au laboratoire est développée avant d'aborder les techniques d'exploitation de résultats.

3.1. – Choix et description des stations d'étude

En vue d'étudier la biodiversité des Diptères dans les oasis de la région de Ghardaïa, quatre stations sont choisies, celle de Ghardaïa, de Tadjninte, de Zelfana et d'El Guerrera (Fig. 16). Il a fallu faire plusieurs visites de prospection dans la région de Ghardaïa, avant de décider de choisir les palmeraies situées le long de l'Oued M'Zab en plus d'une autre sise près de Ghardaïa. Dans chaque oasis, différentes localités sont inspectées. Leurs coordonnées géographiques, leurs altitudes et leurs superficies sont regroupées dans le tableau 8.

Tableau 8 – Coordonnées géographiques, altitudes et superficies des stations choisies

Stations d'étude	Sites d'échantillonnage	Coordonnées géographiques		Altitude (m)	Superficie
Ghardaïa	Palmeraie	32° 29' 18" N.	3° 38' 27" E.	514	0,2 (ha)
		32° 30' 24" N.	3° 37' 43" E.	524	0,25 (ha)
	Ferme d'élevage	32° 29' 59" N.	3° 39' 12" E.	508	0,1 (ha)
		32° 29' 18" N.	3° 38' 30" E.	513	10 (m ²)
	Gîte larvaire (Oued)	32° 30' 07" N.	3° 38' 58" E.	507	10 (m ²)
Tadjninte	Palmeraie	32° 27' 22" N.	3° 44' 45" E.	451	1,6 (ha)
	Ferme d'élevage	32° 27' 26" N.	3° 43' 44" E.	467	3 (ha)
	Gîte larvaire (Oued)	32° 28' 13" N.	3° 44' 53" E.	450	9 (m ²)
	Gîte larvaire (fosse)	32° 27' 22" N.	3° 44' 48" E.	451	0,8 (m ²)
Zelfana	Palmeraie	32° 22' 32" N.	4° 16' 35" E.	338	5 (ha)
	Ferme d'élevage	32° 22' 31" N.	4° 16' 43" E.	345	5 (ha)
	Gîte larvaire (Oued)	32° 22' 18" N.	4° 16' 32" E.	331	0,1 (ha)
	Gîte larvaire (fosse)	32° 22' 34" N.	4° 16' 35" E.	340	1,12 (m ²)
El Guerrera	Palmeraie	32° 45' 50" N.	4° 31' 06" E.	296	0,25 (ha)
	Ferme d'élevage	32° 46' 32" N.	4° 29' 12" E.	308	0,25 (ha)

m.: mètre; **ha**: hectare; **N**: nord; **E**: est;

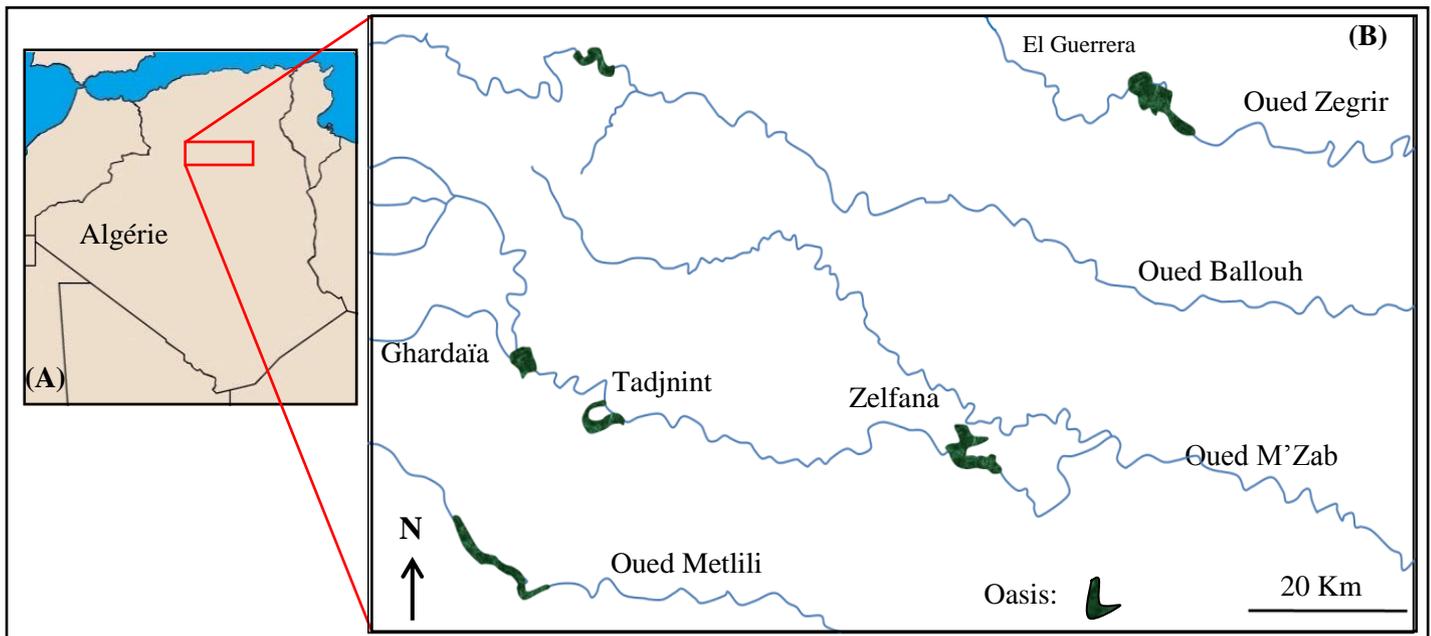


Fig. 16 – Situation géographique des stations d'étude dans la région de Ghardaïa (Originale)

D'une manière générale, les captures des mouches et des moustiques dans la région de Ghardaïa sont effectuées dans différents types de milieu, soit agricole et oasien, une ferme d'élevage et des sites préurbains. Dans trois oasis l'échantillonnage est effectué. La première oasis se retrouve à Ghardaïa en amont de l'oued M'Zab. Celle de Tadjninte est sise à la hauteur de la partie médiane de l'oued, et celle de Zelfana dans la partie située en aval. L'oasis d'El Guerrera est localisée à 90 km à vol d'oiseau au nord-est de la Vallée du M'Zab.

3.1.1. – Description de l'oasis de Ghardaïa

L'oasis de Ghardaïa se trouvent en amont de la Vallée du M'Zab entre 514 et 524 mètre d'altitude. La culture dominante est bien le palmier-dattier, (*Phoenix dactylifera*). D'autres cultures sous-jacentes sont plantées, entre autre l'oranger (*Citrus sinensis*, Osbeck; Rutaceae) et la vigne [*Vitis vinifera* (Vitaceae)] (Fig. 17). Ces arbres fruitiers offrent l'ombre et réduisent l'intensité des rayonnements solaires qui atteignent le sol. L'irrigation est traditionnelle. Elle se fait par des rigoles. L'eau utilisée provient des puits traditionnels en relation avec la nappe phréatique. La présence de l'eau et de l'ombre faite par les palmes de *Phoenix dactylifera* créent un microclimat favorable au développement des invertébrés. Dans cette oasis des bergeries et des étables sont retenues pour les observations à faire. L'une des bergeries est spécialisée dans l'élevage des ovins. Une autre est familiale et se compose d'une dizaine de chèvres de la race 'alpine'. Ces deux stations d'élevage se trouvent dans un milieu suburbain. Dans un périmètre agricole de Laâdira, des vaches laitières sont élevées en stabulation.

3.1.2. – Description de l'ancienne oasis d'El Atteuf (Tadjninte)

L'ancienne oasis de Tadjninte est sise au milieu de l'Oued M'Zab. Son élévation par rapport au niveau de la mer dépasse 450 mètres. Certains pieds de palmiers-dattiers dans cette oasis dépassent 10 m. de hauteur. Dans la palmeraie choisie, de petites parcelles sont exploitées en cultures maraîchères vivrières appartenant aux Solanaceae et aux Cucurbitaceae. Le reste du sol est occupé par des mauvaises herbes, comme le chiendent-pied-de-poule (*Cynodon dactylon*) (Fig. 18). Dans le voisinage de cette palmeraie, une ferme d'élevage de 3 ha d'Ouled Hadjou se dresse. Cette ferme, fondée en 1990, est composée de deux parties, une étable et une parcelle destinée pour la culture de la luzerne (*Medicago sativa*; Fabaceae) et du sorgho [*Sorghum vulgare* (Pers.) Fiori et P., (Poaceae)]. Ces plantes fourragères sont sous-jacentes



Fig. 17 – Les différents stades de culture dans l'oasis de Ghardaïa (Originale)

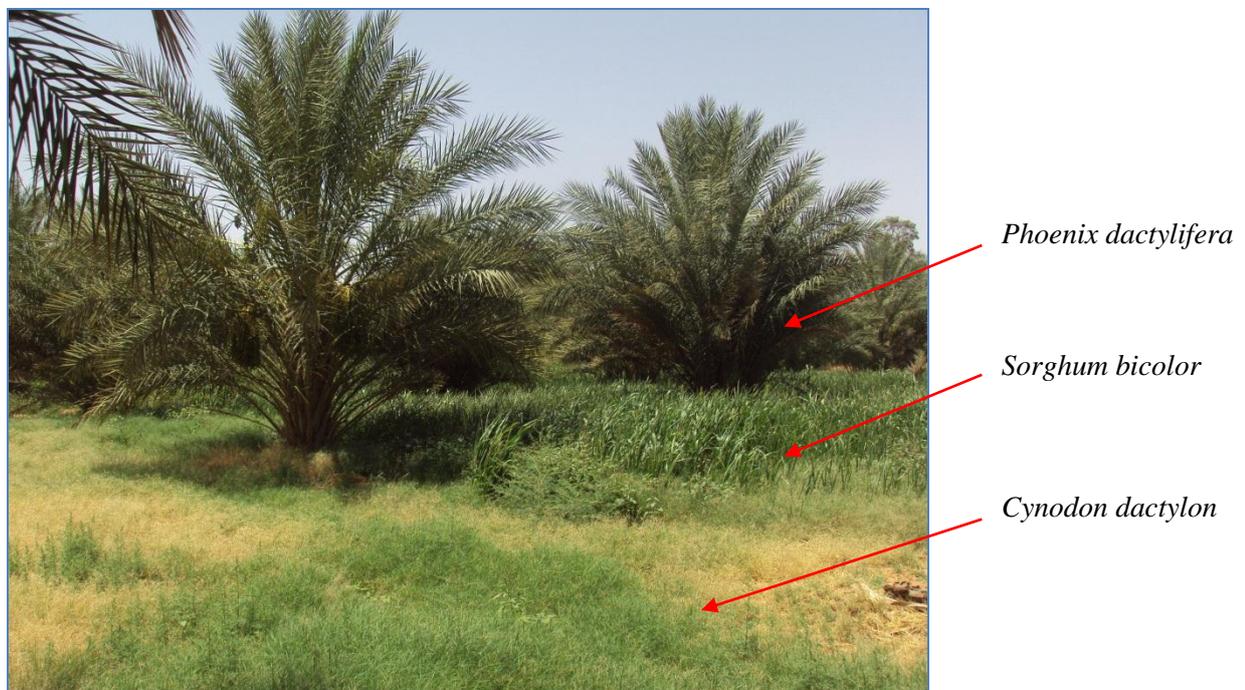


Fig. 18 – Sol occupé par la culture fourragère et par les mauvaises herbes dans l'oasis de Tadjninte (Originale)

par rapport aux palmiers-dattiers et aux agrumes. L'alimentation en fourrage vert du bétail est assurée durant toute l'année. La cour centrale des vaches laitières se trouve au pied d'une petite colline. L'étable est divisé en trois blocs destinés aux bovins laitiers (Fig. 19), en plus d'un quatrième bloc réservé pour les caprins (Fig. 20). Une grande fosse reçoit le fumier provenant des étables. Celui-ci est utilisé comme fertilisant des sols avoisinants.

3.1.3. – Stations de la mise en valeur à Zelfana

A Zelfana, le présent travail est effectué dans le périmètre de la mise en valeur de Gouifla, sise en aval de l'Oued M'Zab. L'échantillonnage est effectué dans deux palmeraies voisines, de 5 hectares chacune. La première appartient à l'A.S.P.E.C. (Association professionnelle des éleveurs de caprins) et l'autre à Boukraa. Elles sont entourées toutes les deux par des filaos (*Casuarina equisetifolia*) et par des pieds mâles de *Phoenix dactylifera*. A l'intérieur de ces deux exploitations, les pieds de palmiers-dattiers ne dépassent pas 10 mètres de hauteur. Un type d'arbuste "la Tarfa" (*Tamarix gallica*) est bien développé dans ce périmètre qui est éloigné de 5 km de la ville. Il est exposé à la remonté de la nappe phréatique surtout en période automnale. Ce surplus d'eau favorise le développement des phragmites (*Phragmites communis*) dans la palmeraie (Fig. 21). Pour empêcher l'asphyxions des plantes cultivées à cause de l'excès d'eau, un réseau de drainage est mis en place. Il est à mentionner que cette eau favorise avec les facteurs ambiants du climat le développement et la prolifération de quelques espèces de Diptères qui passent leurs stades larvaires dans l'eau comme les moustiques. L'élevage caprine de l'A.S.P.E.C. se compose d'une dizaine de chèvres et d'un bouc de la race "Chami" (Fig. 22).

3.1.4. – Oasis d'El Guerrara

Il s'agit d'une oasis installée à 90 km à vol d'oiseau de Ghardaïa (32° 45' N., 4° 31' E.). Son altitude atteint 300 m. Elle renferme des fermes d'élevage bovin et caprin en vue de la production laitière et de sous-produits. Dans la palmeraie d'El Guerrara, les agriculteurs ont planté différentes variétés de palmier-dattier notamment "Ighes outchiden". Cette variété est connue par ces valeurs nutritives pour les habitants de la région. En culture sous-jacente, des arbres fruitiers apparaissent comme le figuier (*Ficus carica*) (Fig. 23). Comme culture potagères familiales, il y a l'oignon, la fève et l'ail (Fig. 24). L'irrigation de ces cultures est traditionnelle.



Fig. 19 – Bâtiment d'élevage bovin (Holstein et Bretonne) dans l'oasis de Tadjninte (Originale)



Fig. 20 – Elevage caprin à Tadjninte (Originale)



Fig. 21 – Remontée de la nappe phréatique dans la nouvelle palmeraie de Zelfana (Originale)

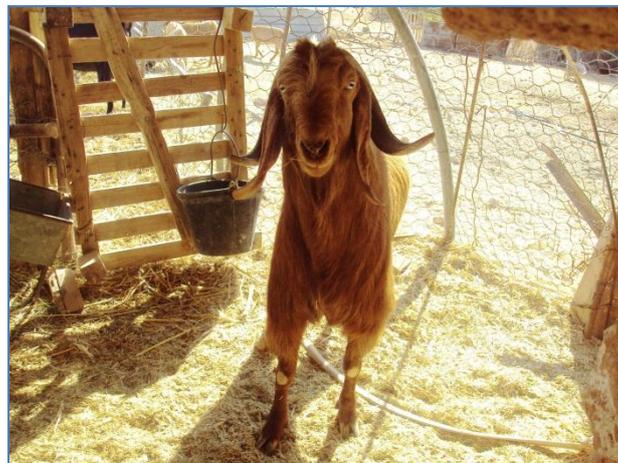


Fig. 22 – Un bouc de la race Shami de l’A.S.P.E.C. à Zelfana (Originale)



Ficus carica

Fig. 23 – Arbres fruitiers dans l'oasis 'El Guerrera (Originale)



Allium sativum

Vicia faba

Fig. 24 – Culture maraichère intercalée du palmier dattier dans l'oasis d'El Guerrera (Originale)

L'eau est distribuée grâce à des rigoles ou "séguis". L'eau utilisée en agriculture, provient des forages, Puisée, elle doit être laissée à refroidir dans des bassins avant son emploi dans l'irrigation. Cette oasis n'abrite presque aucune habitation, différence notable avec l'oasis de Ghardaïa.

3.2. – Techniques et méthodes d'échantillonnage des Diptères sur le terrain

L'échantillonnage des diptères dans le terrain, nécessite différentes techniques de capture, d'autant plus que celles employées pour les adultes diffèrent de celles utilisées pour piéger des larves.

3.2.1. – Techniques de captures des adultes de Diptera

Le choix des pièges est effectué en fonction de l'objectif de l'étude, de l'environnement et des moyens disponibles (LE GOFF *et al.*, 1993). Pour échantillonner les Diptera, il est possible d'utiliser des assiettes jaunes, des pièges lumineux, des filets fauchoirs, des pièges à phéromone, des pièges huilés, des aspirateurs à bouche et la collecte manuelle.

3.2.1.1. – Utilisation des pièges à eau colorés

BRUNEL *et al.* (1990) et HAGUET *et al.* (2002) trouvent qu'une très grande majorité des insectes ainsi recueillis à l'aide des pièges jaunes sont des Diptères. Ce sont des pièges à eau en matière plastique (BABAPENE *et al.*, 2017). Ils sont colorés en jaune citron, en vert ou en bleu (Fig. 25). Le bac employé est rempli d'eau aux 3/4 de sa hauteur, additionnée de quelques gouttes d'un mouillant inodore (Teepol) ou d'une pincée de détergent. Cet agent mouillant facilite la capture des mouches en diminuant la tension superficielle de l'eau (MATILE, 1995). L'agent mouillant contribue à l'asphyxie très rapide de l'insecte piégé (HAGUET *et al.*, 2002). Il permet la conservation temporaire des spécimens collectés sans dénaturer leurs teintes (GASPAR *et al.*, 1968). Sur le terrain, les assiettes sont placées près de la végétation, exposées au soleil, à une hauteur variant entre 0 et 90 cm par rapport au sol. La distance standard entre les pièges est de 5 mètres environ (BABA AISSA *et al.*, 2017a). Le piège demeure sur place pendant 24 heures (DUVIARD et ROTH, 1973). Ils sont installés entre le 10 et le 20 de chaque mois. Le contenu des assiettes d'une même station est conservé temporairement dans des flacons à alcool à 70°. Le coût minime et

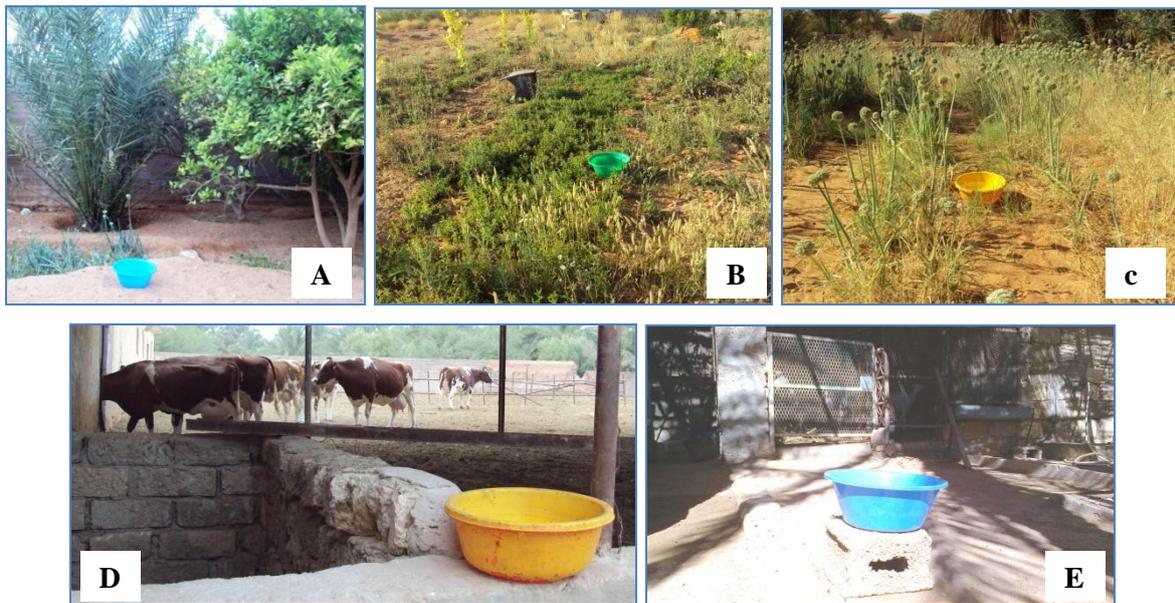


Fig. 25 – Installation des bassines colorées. A: sous les arbres fruitiers, sur les mauvaises-herbes (B), dans une culture d'oignon (C), en face du bâtiment d'élevage bovin à 90 cm d'hauteur (D), en face d'un bâtiment d'élevage ovin à 20 cm de hauteur (E)

(Originales)

la facilité de son installation sur le site sont des avantages majeurs de cette technique (BRUNEL *et al.*, 1990; LHOIR *et al.*, 2003). Les inconvénients de ce système se résument en son attractivité à l'égard des diptères en plein vol (MATILE, 1995). Le tri est difficile quand une grande quantité d'insectes, de feuilles et de grains de sable sont tombés dans le piège (LHOIR *et al.*, 2003).

3.2.1.2. – Emploi des pièges lumineux

Il est à rappeler que beaucoup de Diptera sont attirés par la lumière (MATILE, 1995). Deux types de piège lumineux sont utilisés. Le premier à une lampe ultra-violette décrite par MATILE (1995) (Fig. 26). Le deuxième, équipé d'une lampe standard, c'est le piège CDC "Communicable Disease center miniature light trap" décrit par DEDET *et al.* (1984). Une source de gaz carbonique est à ajouter pour ce type de piège. Cette technique est décrite par FRAISSIGNES *et al.*, (1968). Le dispositif est complété par un ventilateur. La lampe et le ventilateur sont alimentés par un générateur de 12 volts (ROBERT, 1983). Les diptères attirés par la lampe franchissent le ventilateur qui crée une dépression vers la nacelle de tulle où ils y restent prisonniers sous l'influence du courant d'air (FRAISSIGNES *et al.*, 1968). Le dispositif est installé à l'abri avant la tombée de la nuit et doit être récupéré le lendemain avant le lever du soleil (COZ *et al.* 1971; DEDET *et al.*, 1984). Si le piège demeure en fonction le matin, il risque d'un envol de tous les diptères capturés (ROBERT, 1983). Les individus capturés doivent être anesthésiés avant de les ramener au laboratoire. L'avantage majeur de ce type de piège, c'est qu'il permet la capture de nombreux diptères (LHOIR *et al.*, 2003), notamment des Culicidae, des Chaoboridae et des Chironomidae (DOMMANGET, 1991). La difficulté de capture pendant la nuit est résolue par ce système (LHOIR *et al.*, 2003). Ce type de piège est aisément reproductible (COZ *et al.*, 1971). Parmi les inconvénients observés avec ce type de dispositif, il est à souligner l'attraction qu'il exerce à l'égard de plusieurs espèces de papillons en même temps que les Diptères (MATILE, 1993). Le risque d'un vol et d'un court-circuit de cet appareil est désavantageux (DOMMANGET, 1991). Les rayons ultra-violetts sont éblouissants pour les yeux (LHOIR *et al.*, 2003).



Fig. 26 – Installation du piège lumineux associé à une source du gaz CO₂ à l'intérieur d'une étable à El Guerrera (Originale)

3.2.1.3. – Fauchage

Le filet fauchoir permet de capturer certains diptères qui volent à proximité des végétaux ou ceux qui restent en vol comme les visiteurs de fleurs tels que les Muscidae (OLEA *et al.* 2016; BABAPENE *et al.*, 2017). L'entomologiste est capable de capturer les individus volant à grande vitesse par des mouvements de va-et-vient du filet fauchoir (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969). Le nombre de coups est de 10 fois répété trois fois dans un champ donné (BENKHELIL, 1992) (Fig. 27). Le fauchage doit être manipulé par la même personne (LAMOTTE *et al.*, 1969). Le piège utilisé est fabriqué à base d'un tulle moustiquaire à mailles ayant 0,4 mm de diamètre. La toile est montée sur un fil métallique en cercle jouant le rôle d'entrée de 50 cm de diamètre. Les spécimens échantillonnées doivent être asphyxiés avant de les ramener au laboratoire. Parmi les inconvénients du fauchage c'est qu'il est interrompu par temps pluvieux (ACHOURA et BELHAMRA, 2010) ou lorsque la rosée est présente.

3.2.1.4. – Utilisation des pièges à phéromone

Les pièges à phéromone sexuelles permettent la capture des espèces nuisibles, tels que les Tephritidae (TAN *et al.*, 2014). Ils sont disponibles sur le marché sous la forme de différents modèles, comme le type Delta ou celui du Gobe-mouches (Fig. 28). Chaque type de piège est utilisé selon le déprédateur en vue de sa capture. Le piège Delta avec un bouchon à phéromone est installé dans un olivier pour attirer et capturer la mouche de l'olive. Les gobe-mouches sont placés dans la couronne foliaire des agrumes pour attirer la cératite. Les gobe-mouches sont composés d'un seau collecteur et d'une capsule à phéromone. Leur principe attractif peut être olfactif, alimentaire, visuel et sexuel. Ces pièges sont fournis par la S.R.P.V. (service régional de la protection des végétaux) de Ghardaïa. Ils sont employés lors d'une estimation des populations des Tephritidae dans les oasis de la Vallée du M'Zab. Les pièges sont installés dans les palmeraies à arbres fruitiers à raison de deux pièges par hectare. Ils demeurent sur place pendant 15 jours. Mais le comptage doit être journalier. BABA AISSA *et al.* (2016) concluent qu'un grand nombre d'individus de la cératite sont piégés grâce aux phéromones.



Fig. 27 – Utilisation du filet fauchoir sur le terrain (Originale)

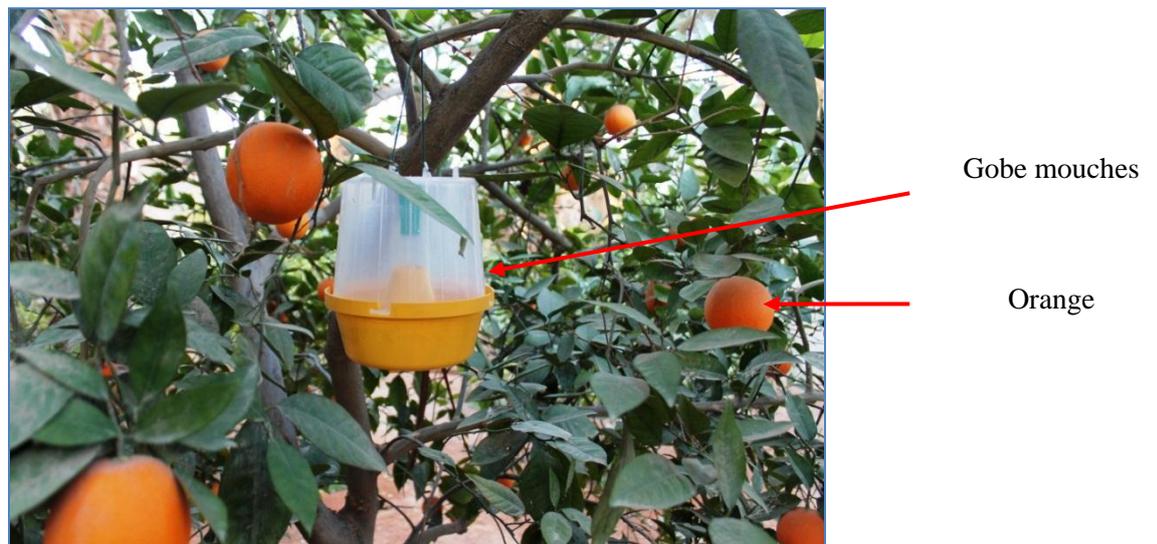


Fig. 28 – Installation du piège à phéromone de type Gobe-mouches sur un oranger (Originale)

3.2.1.5. – Emploi des pièges huilés

Le piège huilé consiste en un papier glacé de couleur blanc ou jaune, de 20 sur 20 cm de dimensions, enduit sur les deux faces d'huile de ricin (DEDET *et al.*, 1984). Ce papier est placé dans les gîtes des moucheron tels que les fissures des murs (Fig. 29). Le manipulateur doit tenir compte lors du calcul des individus collés sur les deux faces de la feuille, ce qui fait qu'un mètre carré du papier correspond donc à 2 m² de surface exposée (DEDET *et al.*, 1984). Ces pièges ne sont pas répulsifs. L'huile est soluble dans l'alcool. Cela facilite la récupération ultérieure des moucheron collés. Un autre avantage c'est que ces pièges permettent la capture des moucheron dans diverses stations d'une façon simultanée et aboutissent à un échantillonnage quantitatif. Cet avantage permet la comparaison des densités des Diptera (Indice = nombre de phlébotomes/ m²/ nuit).

3.2.1.6. – Emploi de la méthode de l'aspirateur à bouche

L'aspirateur à bouche permet de capturer des Diptera adultes. Elle aide à récolter des moucheron ou des moustiques à corps fragiles de petite taille sans les endommager (BENKHELIL, 1992). L'opération s'effectue lorsque le Diptère s'envole ou si il est au repos sur un substrat donné telles que des fleurs, des écorces, les parois d'une grotte, celles des falaises et les troncs (MATILE, 1993). Cet instrument de succion muni de deux tubes en caoutchouc traversant un flacon collecteur permet l'inventaire que des groupes choisis en vue de leur analyse (HAGUET *et al.*, 2002). Il faut prendre des mesures d'hygiène et de prévention pour ne pas risquer d'avaler l'insecte ou d'inhaler la poussière. Cette méthode ne permet pas de réaliser des études comparatives ou des mesures de densités des insectes (HAGUET *et al.*, 2002).

3.2.2. – Techniques de capture des larves aquatiques de Diptères

Sachant que certaines Diptères passent leurs stades larvaires dans les milieux aquatiques, leur récolte par la méthode de la louche "dipping" et filet longeron sera très fructueuse pour les identifications ultérieures.



Fig. 29 – Installation des pièges huilés dans les fissures du mur (Originale)

3.2.2.1. – Méthode de la louche ou ‘dipping’

C'est une méthode de capture des larves et des nymphes de Diptera dans une grande variété d'habitats (SILVER, 2008). Il s'agit d'un récipient de 1 litre rattachée à un manche de 1,2 mètre de longueur (Fig. 30). Sa couleur blanche à l'intérieur facilite la détection des larves entrées. L'opérateur doit manipuler soigneusement avec beaucoup de précautions pour ne pas déranger le mouvement des larves. Sinon, elles s'enfuient vers le fond. Dans ce cas-là, il faut attendre quelques minutes pour qu'elles reviennent à la surface (CROSET *et al.*, 1976; O.M.S., 1994). Pour éviter cette réaction, l'opérateur doit avoir le soleil en face de lui.

3.2.2.2. – Utilisation du filet longeron ou filet troubleau

Les Diptères aquatiques sont collectés aussi par le filet longeron. C'est un filet à mailles de 300 à 500 μm (TOUZIN, 2008), monté sur un quadrant métallique. Ce cadre est fixé sur un manche. Cet outil permet les prélèvements des macro-invertébrés benthiques. D'après MARSEAULT et VIGOUROUX (2009), ce filet robuste est conçu pour fouiller le fond des mares et des rivières. C'est avec des mouvements de va-et-viens au nombre de 10 coups que les insectes sont piégés dans le filet (AGBLONON HOUELOME *et al.*, 2017) (Fig. 31). Une fois piégées, les larves sont mises dans un flacon contenant de l'eau et ramenées au laboratoire (Fig. 32).

3.3. – Méthodes employées au laboratoire

Une fois arrivés au laboratoire, tous les spécimens échantillonnés sont préparés afin de les identifier. La préparation des Nematocera diffère de celles des Brachycera. Celles des adultes diffèrent de celles des stades larvaires. La conservation des moustiques, larves et imagos peut se faire dans de l'alcool à 70°. Un tri minutieux sous la loupe binoculaire des échantillons récoltés est nécessaire avant de procéder aux étapes suivantes, ce qui demande de longues heures de travail (MATILE, 1993).



Fig. 30 – La louche utilisée pour la récolte des larves dans une fosse d'irrigation (Originale)



Fig. 31 – Filet longeron utilisé pour la capture des larves de moustiques dans l'eau (Originale)

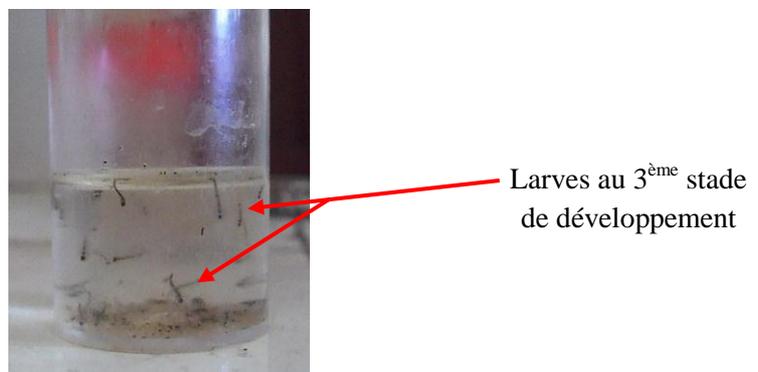


Fig. 32 – Mise en élevage des larves de Culicidae au laboratoire (Originale)

3.3.1. – Montage des larves et des génitalias

L'identification des individus jusqu'à l'espèce à partir des stades larvaires et des génitalias des adultes passe par différentes étapes. Les parties à examiner sont les corps des larves de moustique du quatrième stade larvaire et les extrémités abdominaux des adultes qui portent les génitalias. Ces parties sont mises dans un Bêcher contenant du KOH à 20 % et laissées à froid pendant quelques heures (MATILE, 1993). Pour accélérer le phénomène d'éclaircissement des pièces, il est nécessaire de placer le bêcher sur une platine chauffante jusqu'au début de l'ébullition. Ensuite, les fragments sont mis dans deux bains successifs d'eau distillée pendant 5 minutes chacun pour débarrasser les pièces des traces de potasse. A partir de cette étape, deux types de montage sont possibles, l'un provisoire et l'autre définitif. Pour le montage provisoire, l'étape suivante est de placer la larve ou les génitalias, à l'aide d'une épingle fine, entre lame et lamelle dans une goutte de glycérine. Pour le montage définitif, l'étape suivante est de placer les fragments à étudier dans trois bains d'alcool d'ordre croissant 70°, 95° et 100° pendant une minutes chacun. Un dernier bain de toluène pendant 1 à 3 secondes suffit. Par une épingle fine, la préparation finale est de mettre chaque fragment entre lame et lamelle avec une goutte de baume de Canada ou de liquide de Faure. Chaque lame doit porter la date, le lieu de récolte et le nom de l'espèce après l'identification.

3.3.2. – Préparation des adultes

L'identification des adultes de diptères est basée sur les caractères morphologiques, ce qui implique que différentes techniques de préparation de ces adultes sont utilisées. Ces techniques sont décrites par MATILE (1993) et BARTAK (1997) (Fig. 33). Selon MATILE (1993), le matériel biologique utilisé est conservé à sec dans une étuve à 35 °C pendant 48 heures. Plus tard, BARTAK (1997) a décrit une méthode pour conserver tous les spécimens à sec. D'après cet auteur, cette méthode consiste à mettre les mouches dans trois bains de solutions différents pendant 24 heure chacune. Le premier est constitué de formaline (40 % de formaldéhyde) ajouté à de l'éthanol à 96° (1 :1 à 1 :3); le deuxième bain se fait dans l'alcool à 96° mélangé avec de l'acétate d'éthyle (1 :1) et le troisième est composé d'acétate d'éthyle pur. L'étape suivante est le transfert des mouches de la dernière solution vers un papier cartonné en vue de les dessécher, séparer les ailes et les pattes les unes des autres. Après presque 30 minutes de séchage, les préparations sont épinglées sur des languettes cartonnées

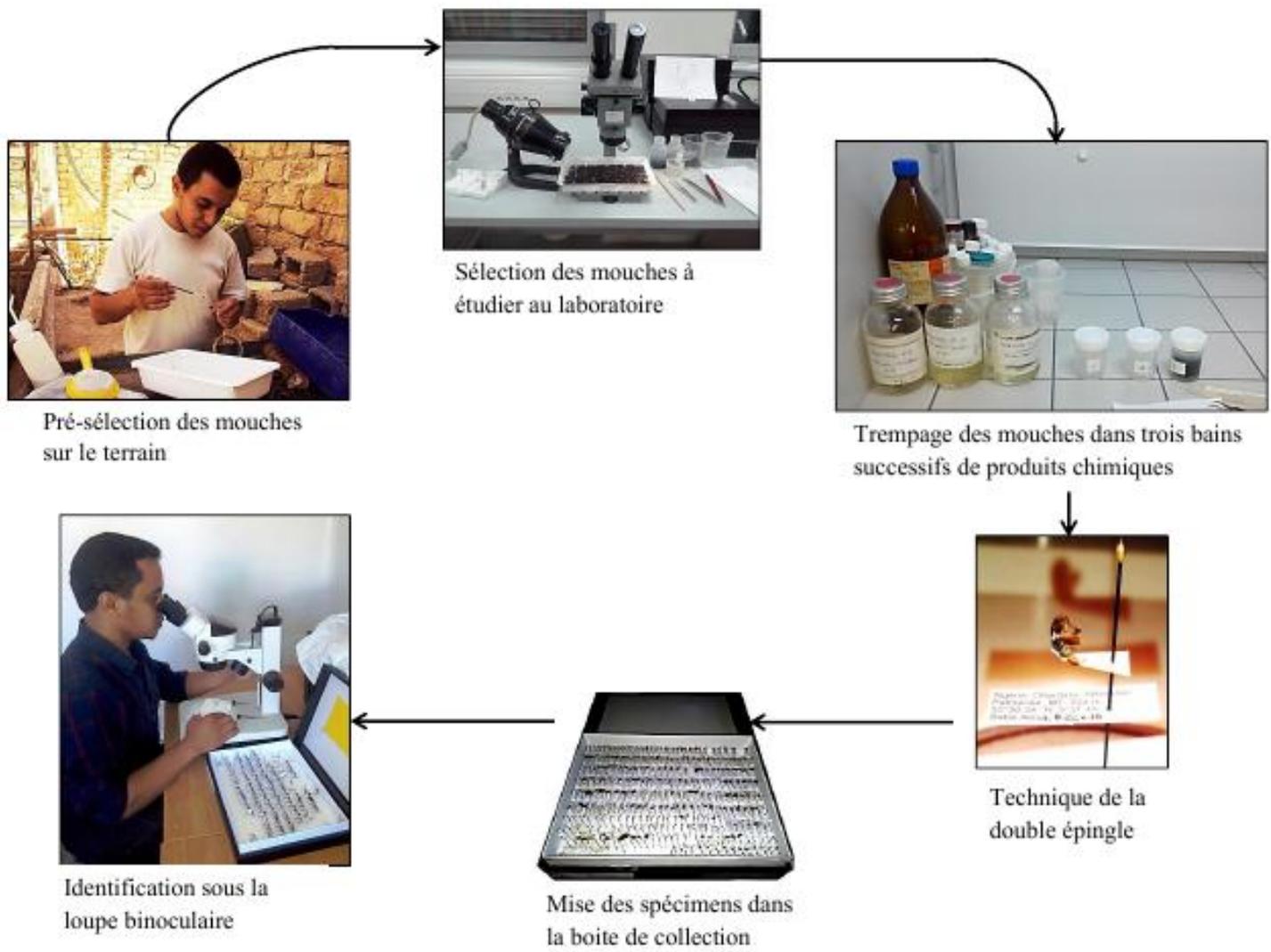


Fig. 33 – Technique de préparation des adultes (Originale)

spéciales: les mouches sont fixées avec une seule épingle, mais les moustiques de 2 à 5 mm de taille avec la technique de la double épingle est adoptée. Il est nécessaire de conserver les spécimens préparés dans une boîte de collection et de prévenir les dégâts causés par les insectes détritiphages comme les dermestes et les anthères (Coléoptères).

3.3.3. – Identification des moustiques et des mouches au laboratoire

Tous les échantillons seront identifiés jusqu'à la famille et triés selon les critères morphologiques des espèces. Si un segment abdominal est très dur, le liquide Barber peut le ramollir. Les composantes chimiques pour la fabrication de ce liquide sont indexées dans l'annexe 3. L'échantillon doit être aussi souple que si l'on venait de le capturer (MATILE, 1993). L'identification des espèces de Diptera est faite par un groupe d'entomologistes de l'insectarium, de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, du département de zoologie de l'université Tchèque, de l'université de Cardiff et de l'université de Liège.

3.4. – Méthodes d'exploitation des résultats

L'examen des espèces s'est fait par le test de la qualité de l'échantillonnage. Il est suivi par l'exploitation des résultats grâce à des indices écologiques de composition et de structure et à des techniques statistiques.

3.4.1. – Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

Le rapport entre le nombre des espèces vues une seule fois (a) au nombre total de relevés (N) est la qualité de l'échantillonnage (Q) (BLONDEL, 1979). Plus a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande. Celle-ci est donnée par l'équation suivante:

$$Q = a/N$$

A : Nombre des espèces de Diptera vues une seule fois au cours de tous les relevés dans la station au cours de toute la période prise en considération

3.4.2. – Techniques d'analyse des résultats par des indices écologiques

L'analyse des résultats en biologie est possible grâce aux deux types d'indices écologiques, de composition et de structure.

3.4.2.1. – Indices écologiques de composition

Le traitement des résultats s'est fait par les richesses totales et moyennes, les abondances relatives, les fréquences d'occurrence et la constance.

3.4.2.1.1. – Richesses totales et moyennes

Dans le but de caractériser un peuplement d'insectes d'un endroit donné, il est nécessaire d'utiliser la richesse (RAMADE, 1984). Selon cet auteur, La richesse moyenne (S') est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope. BARBAULT (2008) définit la richesse spécifique (S) comme étant le nombre d'espèces qui constituent un peuplement. Cet indice ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces (BARBAULT, 2008).

3.4.2.1.2. – Utilisation des abondances relatives (A.R.%)

L'abondance des insectes est liée à la fécondité élevée de beaucoup d'espèces (DAJOZ, 2010). Elle est aussi liée à leur aptitude à coloniser tous les milieux sauf la haute mer où ils ne sont représentés que par quelques espèces. La fréquence F est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total des individus (N) (DAJOZ, 1971). Cette fréquence est donnée par l'équation suivante:

$$\mathbf{A.R. \% = n_i \times 100 / N}$$

3.4.2.1.3. – Fréquence d'occurrence et constance

La fréquence d'occurrence (F.O.%) est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés (DAJOZ, 1971, 1982). Il est calculé par l'équation suivante :

$$\mathbf{F.O. \% = P \times 100 / P'}$$

P : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée

P' : Nombre total de relevés effectués

La constance est l'interprétation des valeurs exprimées en pourcentage de la fréquence d'occurrence. Dans la présente étude, les fréquences d'occurrence et le nombre de classes de constance sont calculées pour les espèces trouvées séparément dans chaque piège et par

station. Pour déterminer le nombre de classes de constance (N.c.), il est fait appel à l'indice de Sturge présenté par SCHERRER (1984). L'équation est la suivante :

$$\mathbf{N.c. = 1 + (3,3 \log_{10} N)}$$

N. c. : Nombre de classes

N : Nombre total des espèces dans la région d'étude

L'intervalle (*i*) de chaque classe de constance est calculé : il est égal à 100 % que divise le nombre de classes de constance :

$$\mathbf{I = \frac{100\%}{N.c.}}$$

3.4.2.2. – Indices écologiques de structure utilisés

L'exploitation des résultats par des indices écologiques de structure fait intervenir l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équirépartition et l'indice de dispersion.

3.4.2.2.1. – Indice de diversité de Shannon

D'après BARBAULT (2008), la diversité spécifique est mesurée par différents indices dont le plus utilisé est celui de Shannon. Il est calculé grâce à l'équation suivante :

$$\mathbf{H' = - \sum q_i \log_2 q_i}$$

H' : Indice de diversité exprimé en unités bits

q_i : Fréquence relative de l'espèce **i** par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement

Q_i peut s'écrire **q_i = n_i/N**, où **n_i** est l'effectif de chaque espèce dans l'échantillon et **N** la somme des **n_i** toutes espèces confondues.

log₂ : Logarithme à base de 2

Cette analyse permet d'avoir des précisions sur la diversité des différents milieux. Si la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est faible, proche de 1, il est à conclure que le milieu est pauvre en espèces, ou bien que le milieu n'est pas favorable au développement des Diptères. Si l'indice est élevé, supérieur à 2 ou à 3, il implique que le milieu est très peuplé par les diptères et que le milieu leur est favorable. Cet indice de diversité varie à la fois en fonction du nombre des espèces présentes et de l'abondance de chacune d'elles (BARBAULT, 2008).

3.4.2.2.2. – Indice d'équirépartition et équitabilité

D'après BLONDEL (1979) et BARBAULT (2008), l'indice d'équirépartition ou d'équitabilité est le rapport de l'indice de diversité de Shannon-Weaver à l'indice maximal de diversité correspondant à l'équation suivante :

$$E = H' / H' \text{ max.} = H' / \text{Log}_2 S$$

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits

H' max. : Diversité maximale également exprimée en unités bits

S : Richesse totale correspondant au nombre d'espèces présentes

La valeur de l'équirépartition E varie entre 0 et 1. Quand E tend vers 0, cela signifie que les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en déséquilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Quand E tend vers 1, cela signifie que les effectifs des espèces capturées ont tendance à être en équilibre entre eux. Leurs abondances sont donc très voisines (RAMADE, 1984).

3.4.3. – Exploitation des résultats par une analyse factorielle de correspondance (A.F.C.)

En écologie, comme de nombreux domaines, les observations peuvent être classées dans des tableaux de données. Leur interprétation devient de plus en plus complexe lorsque leurs dimensions et leur nombre augmentent. L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est actuellement l'une des approches statistiques les plus utilisées pour interpréter de tels tableaux et de les traiter. C'est la précision d'un univers écologique où de nombreuses espèces interfèrent avec de nombreuses variables écologiques (BLONDEL, 1979). Elle est décrite comme un mode de représentation graphique des tables de contingences (DELAGARDE, 1983). C'est une méthode descriptive qui permet le traitement des variables qualitatives (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984). Dans la présente étude, l'A.F.C. permet de mettre en évidence les différences en espèces entre trois stations d'étude.

Chapitre IV – Analyse taxonomique et aspects bioécologiques des Diptera capturés dans la région de Ghardaïa

Après l'analyse taxonomique des Diptera capturés dans les oasis de la région de Ghardaïa, les rôles et l'importance des mouches et des moustiques identifiés sont exposés. Les espèces sont traitées grâce à quelques indices bioécologiques et des techniques statistiques.

4.1. – Biodiversité et taxonomie des espèces de Diptera de la Vallée du M'Zab

Les résultats sur la biodiversité et la taxonomie de quelques familles de Diptères de la région du M'Zab sont présentés. D'abord une liste des familles est dressée selon les grandes lignes de la systématique. Ensuite, les principales caractéristiques morphologiques qui ont permis de reconnaître les familles et les espèces de Diptères trouvées dans la région du M'Zab sont indiquées, suivies par une clé dichotomique d'identification des familles de Diptera.

4.1.1 – Liste des familles et des espèces de Diptera capturées dans la Vallée du M'Zab

Les principales familles du sous-ordre de Nematocera et celles du sous-ordre des Brachycera trouvées dans les oasis de la Vallée du M'Zab sont prises en considération. Les grandes lignes de la classification de ces familles sont établies dans le tableau 9.

Tableau 9 – Grandes lignes de la systématique des familles de Diptera

Sous-ordres	Infra-ordres		Superfamilles	Familles
Nematocera	Culicomorpha		Culicoidea	Culicidae
			Chironomoidea	Ceratopogonidae
Brachycera	Asilomorpha		Empidoidea	Dolichopodidae
	Muscomorpha	Ashiza	Syrphoidea	Syrphidae
		Schizophora-Acalypteratae	Tephritoidea	Tephritidae
			Sphaeroceroidea	Chyromyidae
		Schizophora-Calypteratae	Muscoidea	Muscidae
			Oestroidea	Calliphoridae
			Sarcophagidae	

L'inventaire des Diptera est fait dans la région de Ghardaïa durant une période d'étude de quatre ans, allant depuis août 2011 jusqu'en novembre 2015 dans quatre oasis (Tab. 9). L'identification finale a permis de traiter deux familles de Nématocères et sept familles de Brachycères. Pour les Brachycera, seuls les Dolichopodidae font partie des Asilomorpha. Les autres familles de Brachycera sont des Muscomorpha.

4.1.2. – Traitement du sous-ordre des Nematocera

Les Nématocères capturés dans les palmeraies de Ghardaïa ont une morphologie bien remarquable. D'abord les antennes sont filiformes. Le nombre des articles antennaires dépasse 6. Le corps est très mince et fragile. La taille varie d'une espèce à l'autre et d'une famille à une autre. Les résultats sur les familles de Culicidae et de Ceratopogonidae sont donnés.

4.1.2.1. – Culicidae

Les Culicidae, communément appelés moustiques appartiennent à la superfamille des Culicoidea. Une liste exhaustive des espèces de Culicidae capturées dans la région de Ghardaïa est dressée dans le tableau 10.

Tableau 10 – Liste des espèces de Culicidae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Genres	Espèces
<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles (Cellia) sergentii</i>
Aedes	<i>Aedes caspius</i> (Pallas, 1771)
<i>Culex</i>	<i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924 <i>Culex hortensis</i> Ficalbi, 1889 <i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758 <i>Culex theileri</i> Theobald, 1903
<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> (Macquart, 1838) <i>Culiseta subochrea</i> (Edwards, 1921)
<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia unguiculata</i> Edwards, 1913

La famille des Culicidae est représentée par 9 espèces capturées à Ghardaïa et dans les alentours de cette ville, faisant partie de 2 sous-familles, celle des Anophilinae avec un seul genre celui d'*Anopheles*, et celle des Culicinae avec 4 genres: *Aedes*, *Culex*, *Culiseta* et *Uranotaenia* (Tab. 10). Différents critères morphologiques permettent l'identification de ces espèces. Les moustiques observés dans la région de Ghardaïa, ont une taille variable selon les espèces, entre 3 et 9 mm. Les individus ont une couleur qui fluctue du jaune pâle au noir grisâtre. Les femelles possèdent un appareil buccal piqueur-suceur très long (Fig. 34). Les mâles sont reconnus grâce aux verticilles portés par les antennes. Les larves des Culicinae respirent par un siphon (Fig. 35). Les œufs de *Culiseta longiareolata*, piégées dans l'oasis de Ghardaïa en janvier 2012, sont de couleur noire, rassemblées en groupe, sous forme d'une nacelle (Fig. 36). Le nombre d'œufs pondus par femelle peut dépasser 250. L'aile d'*Anopheles sergenti* capturé à Zelfana en 2011 présente des tâches bien remarquables sur la nervure costale (Fig. 37). Le montage des parties génitales de *Culex pipiens*, permet de voir que la forme de la soie "g" du goncoxite est en feuille large et ovale (Fig. 38).

4.1.2.2. – Ceratopogonidae

Les Ceratopogonidae sont des moucheron de petite taille, qui mesurent entre 1 et 3 mm. Certains font partie du genre *Culicoides*. La liste des espèces de la famille des Ceratopogonidae capturées dans les oasis de la Vallée du M'Zab et de ses alentours est dressée dans le tableau 11.

Tableau 11 – Liste des espèces de Ceratopogonidae piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Genres	Espèces
<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides imicola</i> <i>Culicoides albicans</i> Winnertz, 1852 <i>Culicoides</i> spp.
Ceratopogonidae	sp. indét.

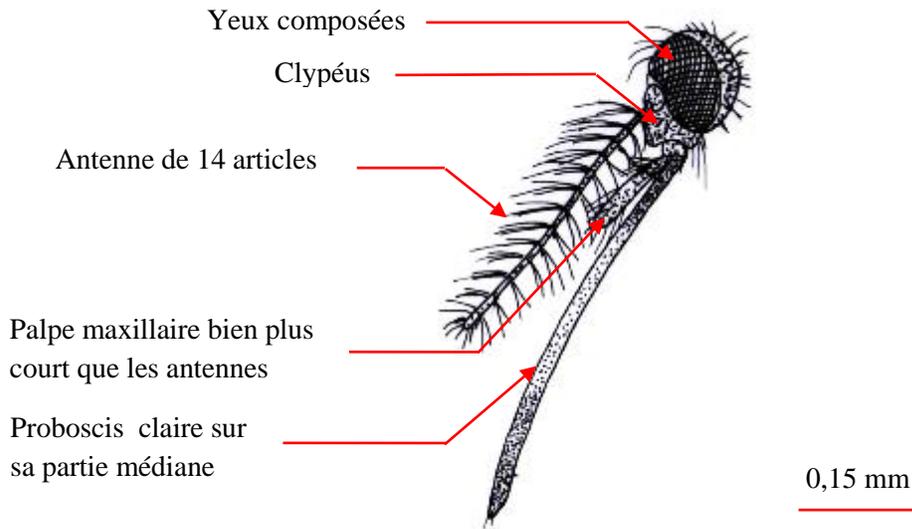


Fig. 34 – Morphologie de la tête d'*Aedes caspius* femelle (Original)

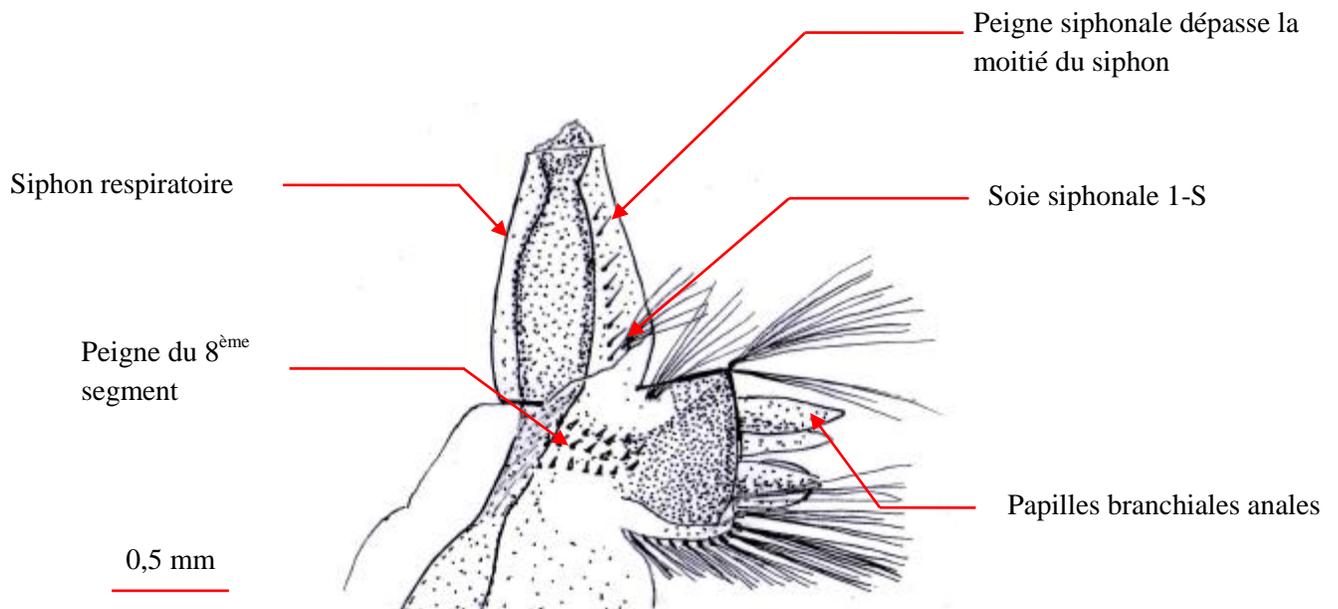


Fig. 35 – Segments abdominaux d'une larve de 4^{ème} stade de *Culiseta longiareolata* (Original)



Fig. 36 – Nacelle de *Culiseta longiareolata* (Originale)

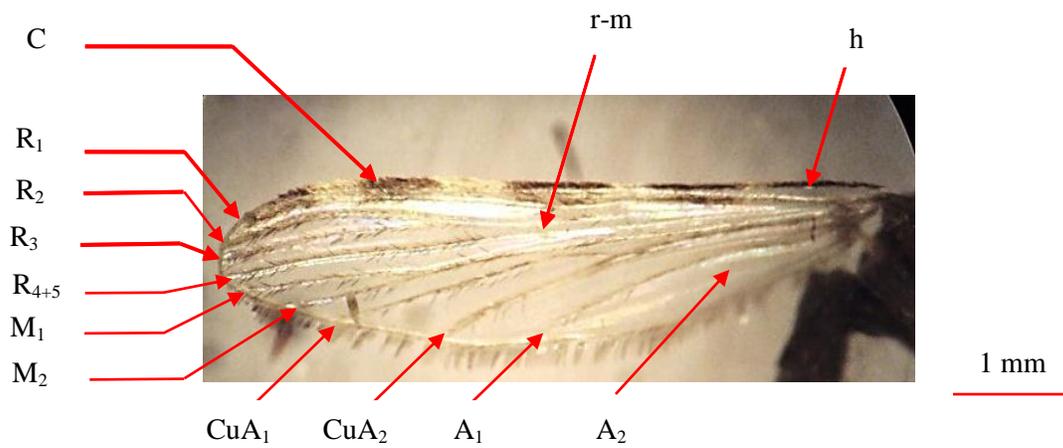


Fig. 37 – Aile d'*Anopheles sergentii* (Originale)

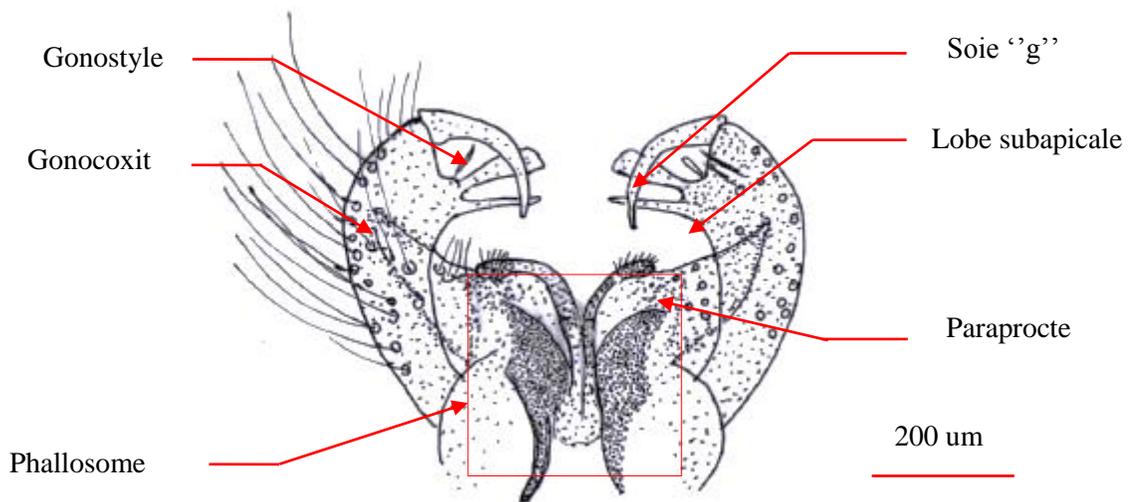


Fig. 38– Genitalia de *Culex pipiens* (Original)

Quatre espèces de Ceratopognidae sont collectées dans les palmeraies, les bergeries et les étables sises le long de l'Oued M'Zab et dans ses alentours (Tab. 11). Ils sont généralement reconnaissables à leurs caractéristiques morphologiques. La tête chez les adultes porte deux yeux composés volumineux. Les antennes sont constituées de 12 à 14 articles en chapelet. Le secteur radial (Rs) se termine au bord antérieur de l'aile (Fig. 39). Des taches alaires sont remarquables chez les espèces de *Culicoides* notamment *C. imicola* (Fig. 40). Certaines espèces piégées dans l'oasis d'El Guerrera possèdent des ailes transparentes sans écailles. C'est le cas de *Culicoides albicans* (Fig. 41). Les espèces non identifiées sont rassemblées sous l'appellation de Ceratopognidae sp. indéterminé pour en vue d'identifications ultérieures.

4.1.3. – Sous ordre des Brachycera

Les Brachycères capturées dans les palmeraies d'Oued M'Zab et d'El Guerrera se distinguent des Nématocères par les critères morphologiques suivants. Le nombre d'articles antennaires est de 3. La forme générale du corps est globuleuse, à couleurs variables, tantôt métallique, mordorée, grisâtre, noire et tantôt à bandes ou en damier. Les familles qui retiennent l'attention sont celles des Dolichopodidae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Chyromyidae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Sarcophagidae.

4.1.3.1. – Dolichopodidae

Les mouches à longues pattes ou Dolichopodidae piégées dans les assiettes jaunes dans la Vallée du M'Zab ont des couleurs spécifiques variables, les unes métalliques avec des reflets verts ou bleus, les autres sont noires ou jaunes. L'aile est fortement réduite à la base sans cellule discale. La cellule basale est très courte ou absente selon les espèces. La nervure médiane, ou discale est un critère d'identification de certaines espèces. La liste des espèces identifiées de la vallée du M'Zab est placée dans le tableau 12.

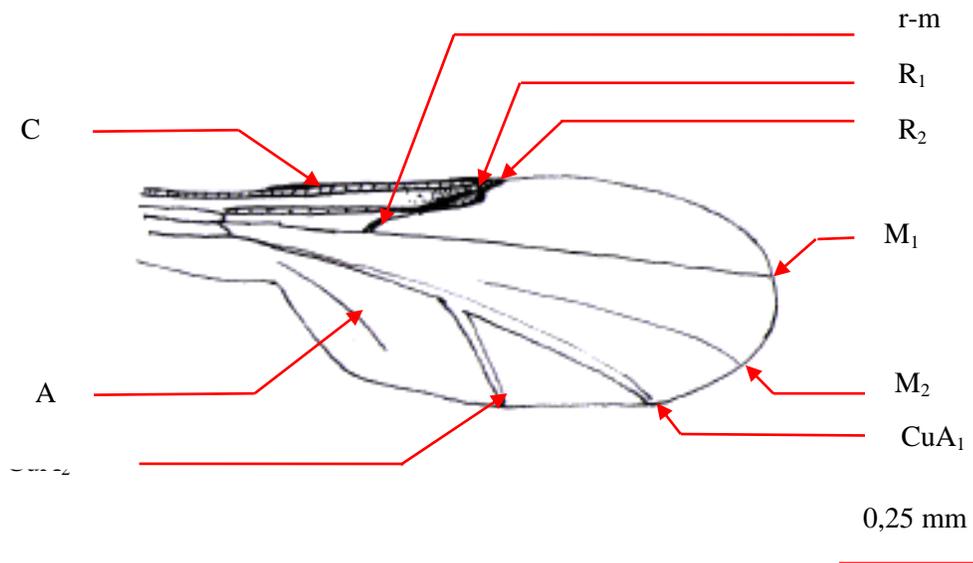


Fig. 39 – Schéma de l'aile de *Culicoides albicans* (Original)



Fig. 40 – Photographie d'une aile de *Culicoides imicola* (Originale)

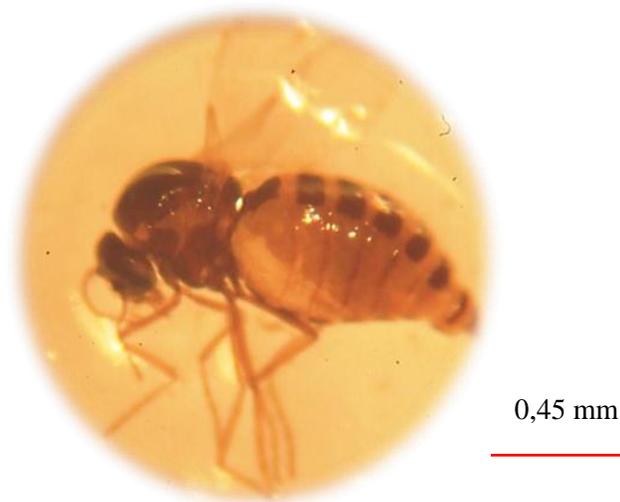


Fig. 41 – Photographie d'une femelle de *Ceratopogonidae* sp. indet. (Originale)

Tableau 12 – Liste des espèces de Dolichopodidae des oasis de la région de Ghardaïa

Genres	Espèces
<i>Asyndetus</i>	<i>Asyndetus separatus</i> (Becker, 1902)
	<i>Asyndetus</i> spp.
<i>Rhaphium</i>	<i>Rhaphium brevicorne</i> (Van Duzee, 1923)
<i>Sciapus</i>	<i>Sciapus subvicinus</i> Grichanov, 2007
<i>Gymnopternus</i>	<i>Gymnopternus</i> sp.

La famille des Dolichopodidae renferme 5 espèces capturées dans les oasis de la Vallée du M'Zab et dans celles qui sont voisines (Tab. 12). Elles appartiennent aux 4 genres. Les espèces de cette famille sont identifiées grâce aux différents critères morphologiques. La nervure médiane des ailes d'*Asyndetus* est discontinue, elle est légèrement séparée au milieu chez *Asyndetus separatus* détail auquel elle doit son nom (Fig. 42). Celle de *Sciapus* est recourbée vers la radiale (Fig. 43). La médiane de *Gymnopternus* est sinueuse (Fig. 44). Les lamelles externes des mâles de *Sciapus subvicinus* sont 2 fois plus longues que large (Fig. 45). Les femelles de cette dernière espèce portent une série de 4 épines longues et robustes installées sur la face ventrale du fémur I.

4.1.3.2. – Syrphidae

Les Syrphidae sont des mouches de couleurs et de formes très proches de celles des abeilles (Hyménoptères). La liste des espèces capturées dans différents sites de la région de Ghardaïa est dressée dans le tableau 13.

Tableau 13 – Liste des espèces de Syrphidae identifiées dans la Vallée du M'Zab

Genres	Espèces
<i>Episyrphus</i>	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
<i>Eristalis</i>	<i>Eristalis (Eristalis) tenax</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Syrphus</i>	<i>Syrphus</i> sp.
<i>Eumerus</i>	<i>Eumerus</i> spp.

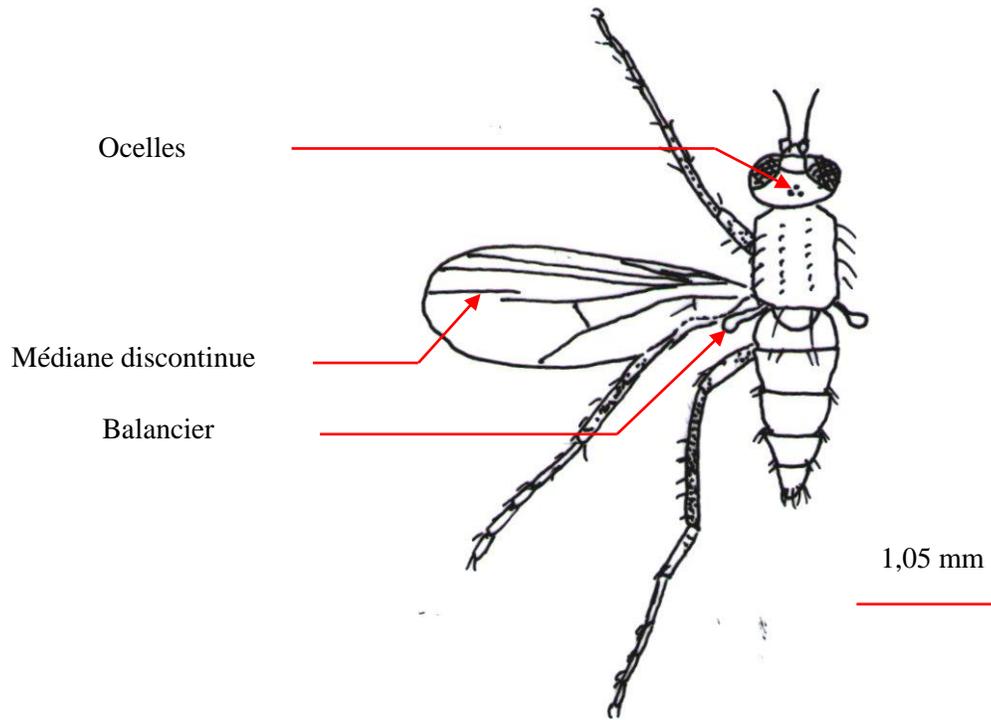


Fig. 42 – Schéma d'un imago d'*Asyndetus separatus* (Original)

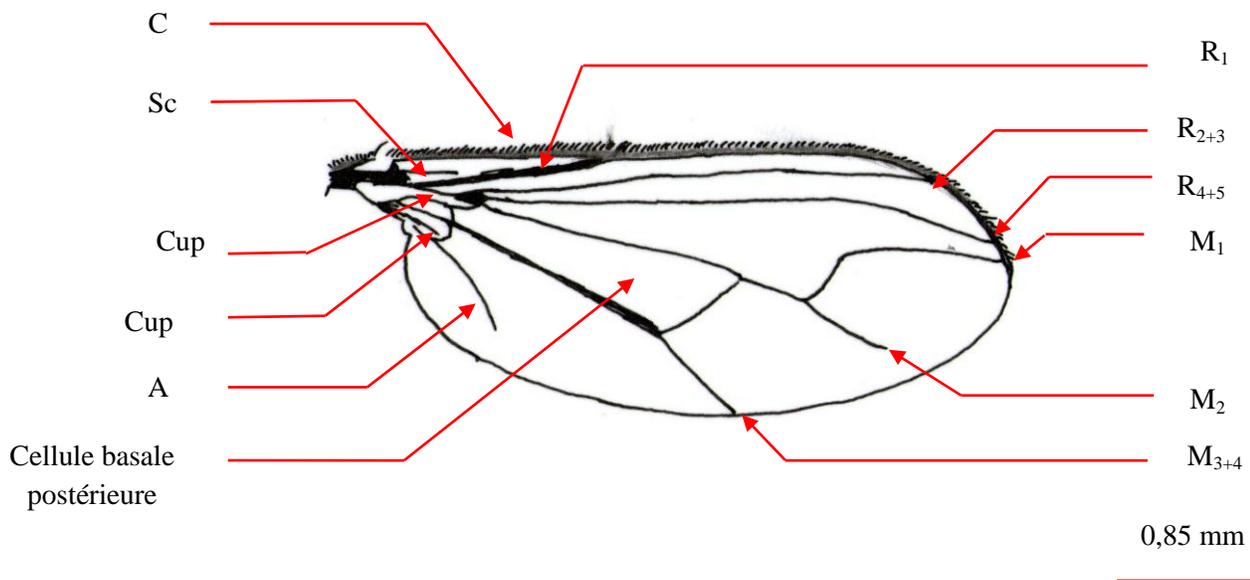


Fig. 43 – Schéma de l'aile de *Sciapus subvicinus* (Original)

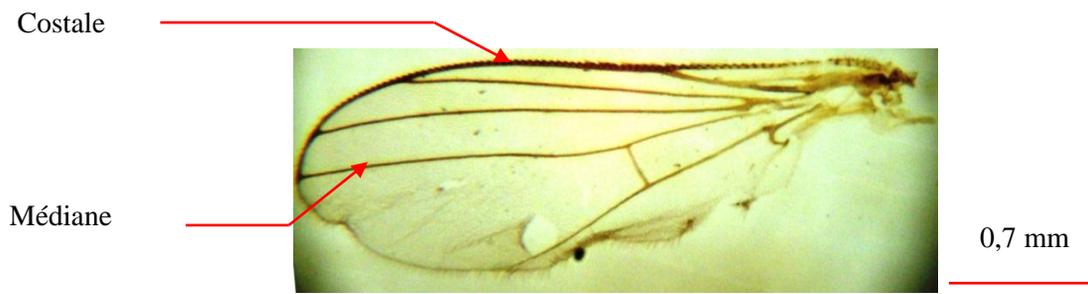


Fig. 44 – Photographie d’une aile de *Gymnopternus* sp. (Originale)

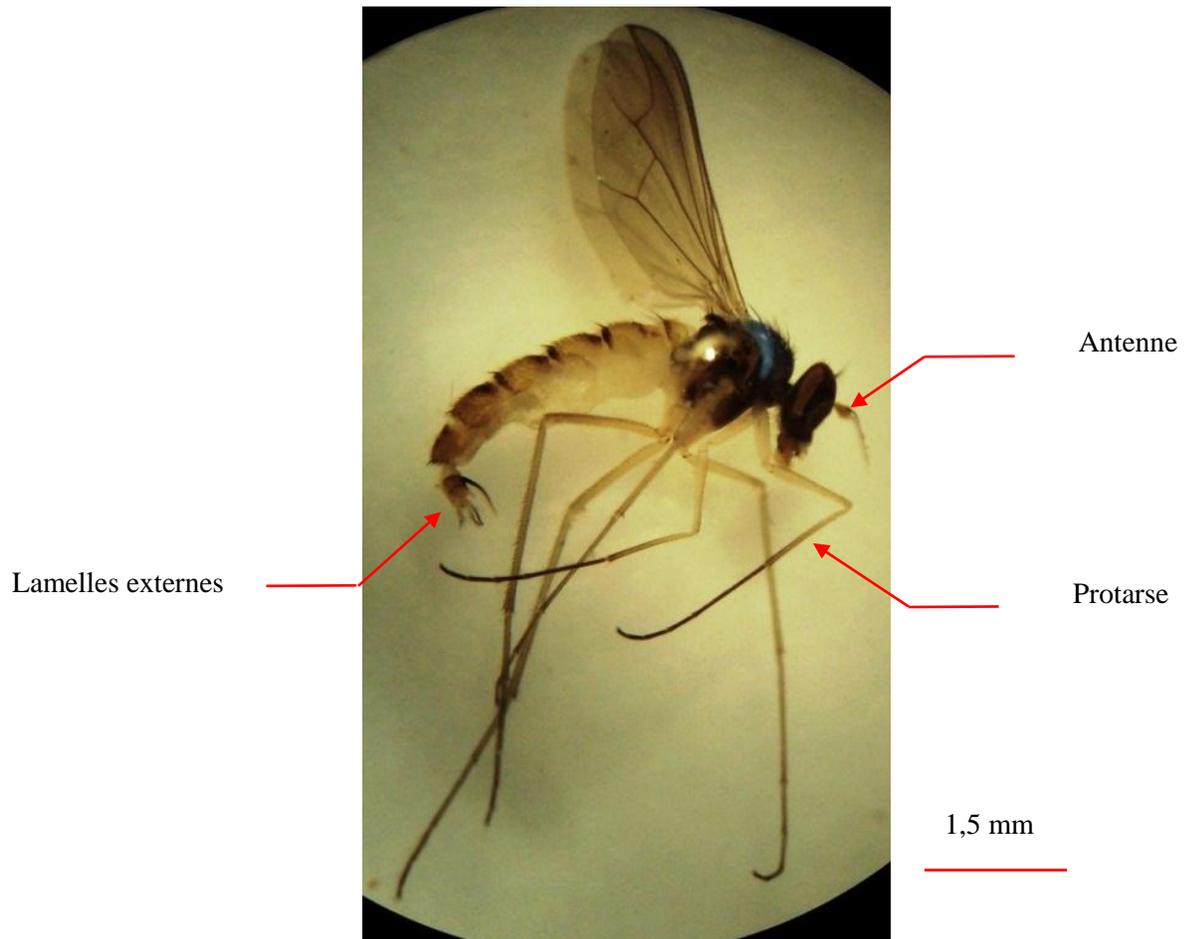


Fig. 45 – Photographie d’un imago mal de *Sciapus subvicinus* (Originale)

Les espèces de la famille de Syrphidae capturées dans la région de Ghardaïa sont au nombre de 4 (Tab. 13). Elles appartiennent à 4 genres. Leurs couleurs fluctuent selon les espèces, du jaune au noir. La taille d'*Eumerus* sp. est de 9 mm. La nervure médiane de ce genre est fortement sinueuse présente de petites extensions latérales. Elle est recourbée vers la radiale (Fig. 46). Les spécimens d'*Episyrphus balteatus* capturés dans la nouvelle palmeraie de Zelfana présente des bandes abdominales transversales jaunes et noires. La nervure médiane de cette espèce est légèrement sinueuse (Fig. 47). La couleur du thorax d'*Eristalis tenax* est complètement noire. Au stade larvaire, un long siphon respiratoire caractérise cette espèce (Fig. 48). Le premier tergite porte une bande latérale de couleur jaune pâle. L'espèce indéterminée *Syrphus* sp. possède des bandes latérales incomplète de couleur jaune sur les trois premiers tergites.

4.1.3.3. – Tephritidae

Différents espèces de la famille des Tephritidae sont vues et capturées dans les oasis de la Vallée du M'Zab. La liste des espèces piégées dans la région d'étude est exposée dans le tableau 14.

Tableau 14 – Liste des espèces de Tephritidae identifiées dans la Vallée du M'Zab

Genres	Espèces
<i>Ceratitis</i>	<i>Ceratitis capitata</i>
<i>Dacus</i>	<i>Dacus dorsalis</i> (Hendel, 1912)
<i>Bactrocera</i>	<i>Bactrocera olaea</i>
<i>Tephritis</i>	<i>Tephritis amoena</i> (Frauenfeld, 1857)

Les espèces de Tephritidae capturées dans la région de Ghardaïa sont au nombre de 4 (Tab. 14). Elles appartiennent à 4 genres. Leur nervure sous-costale est recourbée vers le milieu de la costale, formant un angle de près de 90° (Fig. 49). La cellule cubitale des Tephritidae échantillonnées est fermée (Fig. 50). Les cératites adultes, *Ceratitis capitata* mesurent près de 6 mm de long. Elles ont des tâches thoraciques très distinctes (Fig. 51). Le distitarse de *Dacus frontalis* porte un empodium (Fig. 52). La femelle de *Ceratitis capitata* possède un ovipositeur très long qui lui permet de perforer l'écorce des fruits pour introduire ses œufs. Cette espèce est



Fig. 46 – Photographie d'une ailes de *Eumerus* sp. (Originale)

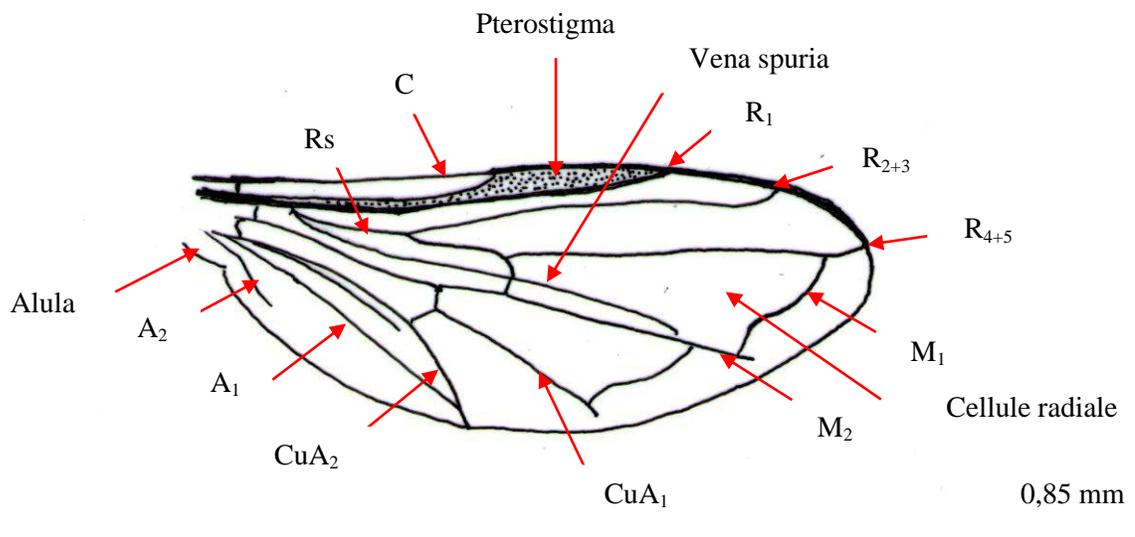


Fig. 47 – Schéma de l'aile d'une femelle de *Episyrrhus balteatus* (Original)

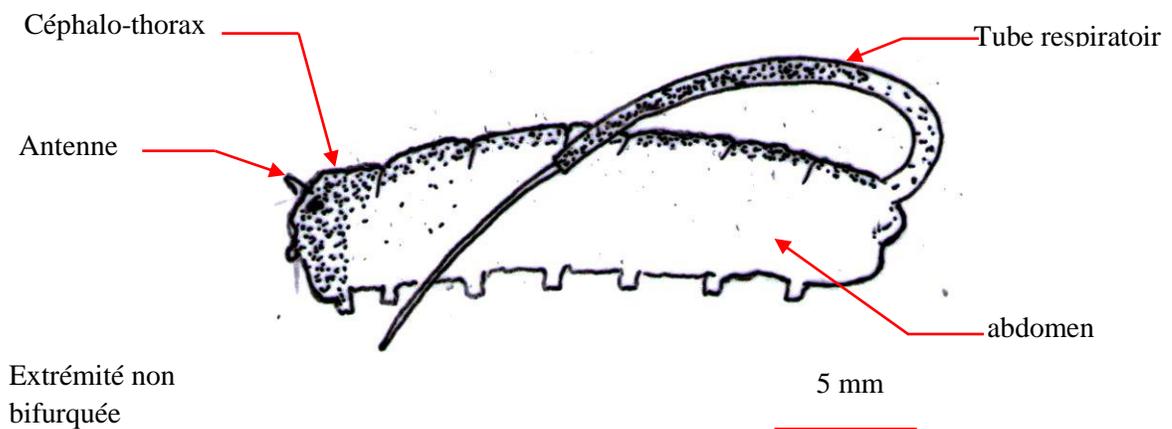


Fig. 48 – Schéma d'une vue latérale de la larve d'*Eristalis tenax* (Original)

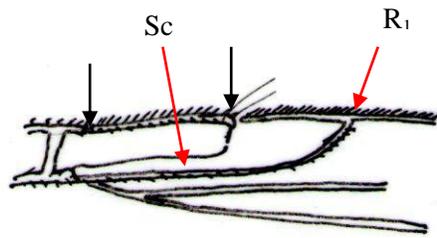


Fig. 49 – Schéma de la base de l'aile de Tephritidae (Original)

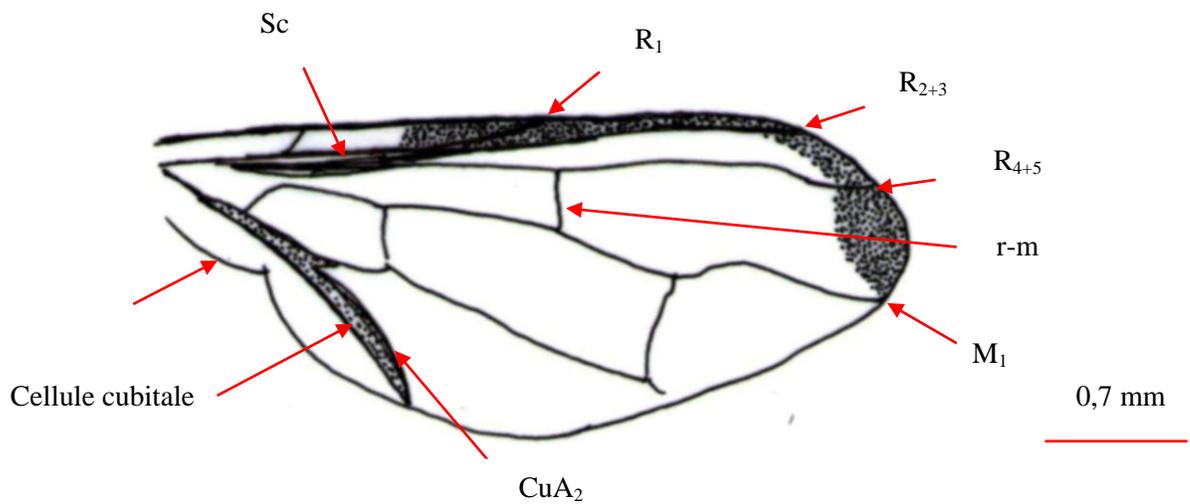


Fig. 50 – Schéma de l'aile de *Dacus frontalis* (Original)

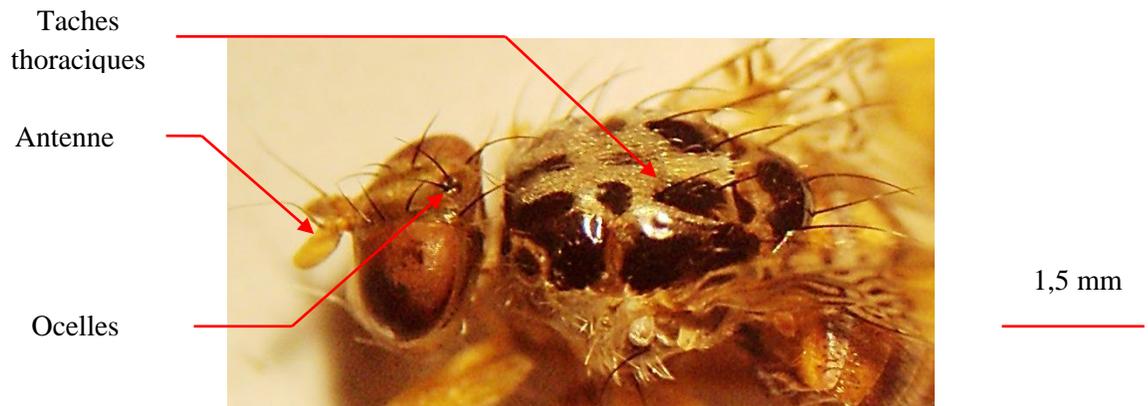


Fig. 51 – Photographie de la tête et du thorax de *Ceratitis capitata* (Originale)

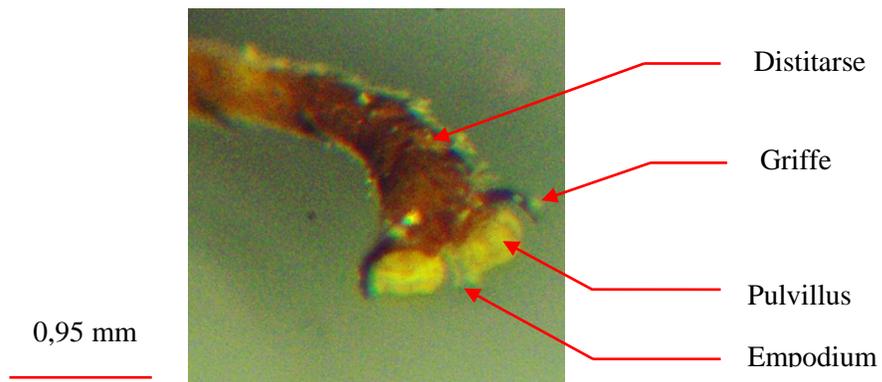


Fig. 52 – Photographie de l'extrémité du distitarse de *Dacus frontalis* (Originale)

présente compte tenu des plantations d'agrumes comme l'oranger et le mandarinier à l'ombre des palmiers. *Tephritis amoena* est reconnaissable à la forme des tâches alaires.

4.1.3.4. – Chyromyidae

Les Chyromyidae piégées dans les oasis de la Vallée du M'Zab sont des moucheron acalyptères de petite taille (0,5 à 1,5 mm). Toutes les espèces capturées appartiennent au genre *Aphaniosoma*. Leur couleur varie du jaune pâle au noir grisâtre. Leurs ailes sont hyalines dont la radiale R₅ est presque recourbée en bas vers la médiane. Les espèces identifiées capturées dans les oasis de Ghardaïa sont placées dans le tableau 15.

Tableau 15 – Liste des espèces de Chyromyidae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Genre	Espèces
<i>Aphaniosoma</i>	<i>Aphaniosoma annulatum</i> Lyneborg, 1973 <i>Aphaniosoma approximatum</i> Becker, 1903 <i>Aphaniosoma fissum</i> Collin, 1949 <i>Aphaniosoma nigricauda</i> Ebejer 1998 <i>Aphaniosoma</i> sp.

Au total, 5 espèces de la famille Chyromyidae sont piégées dans les oasis de l'Oued M'Zab (Tab. 15). Les fémurs et les tibias d'*A. annulatum* portent des anneaux bruns (Fig. 53). Les tergites chez les mâles possèdent une extension angulaire à leur angle antéro-ventral (Fig. 54). Les autres espèces sont reconnaissables aux structures particulières de leurs génitalia. Le distiphallus d'*A. approximatum* est sinueux et petit. Leur surstyli est noir et libre (Fig. 55). L'hypopigium d'*Aphaniosoma nigricauda* est complètement noir (Fig. 56). Le distiphallus d'*A. fissum* est entièrement noir.

4.1.3.5. – Muscidae

Plusieurs mouches de la famille Muscidae sont capturés dans les oasis de la Vallée du M'Zab. Ils ont une morphologie différente surtout pour la pigmentation thoracique et

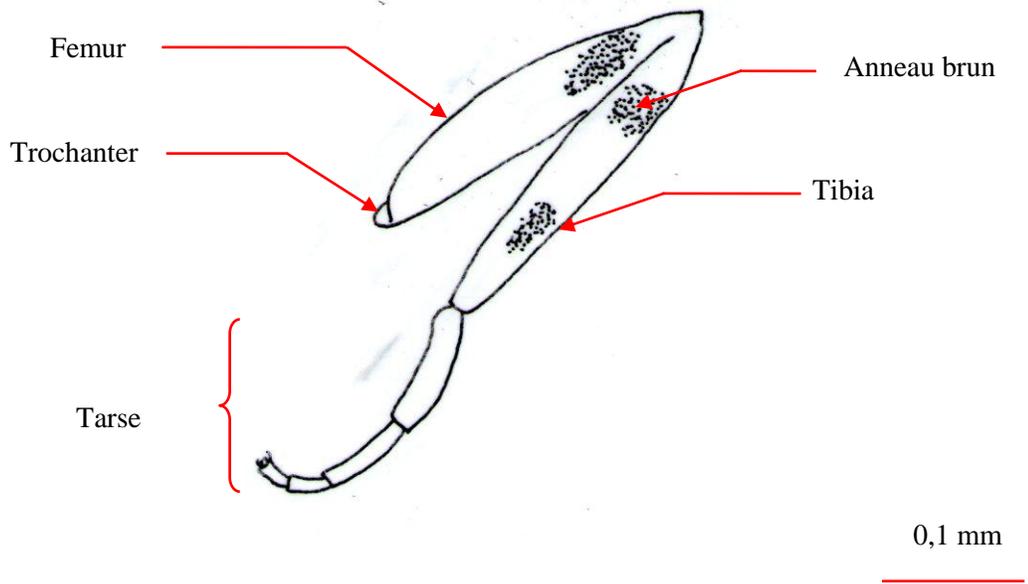


Fig. 53 – Patte thoracique 3 d'*Aphaniosoma annulatum* (Original)

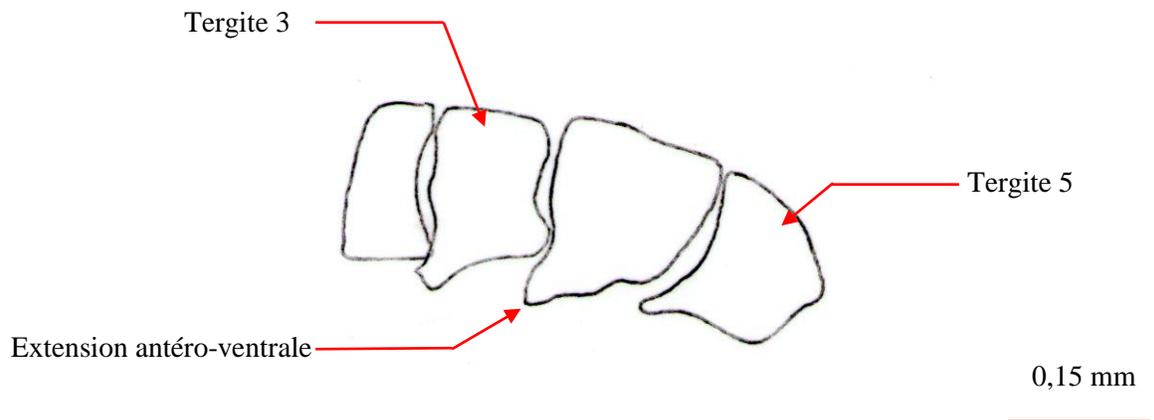


Fig. 54 – Tergites 2-5 d'*Aphaniosoma annulatum* (Original)

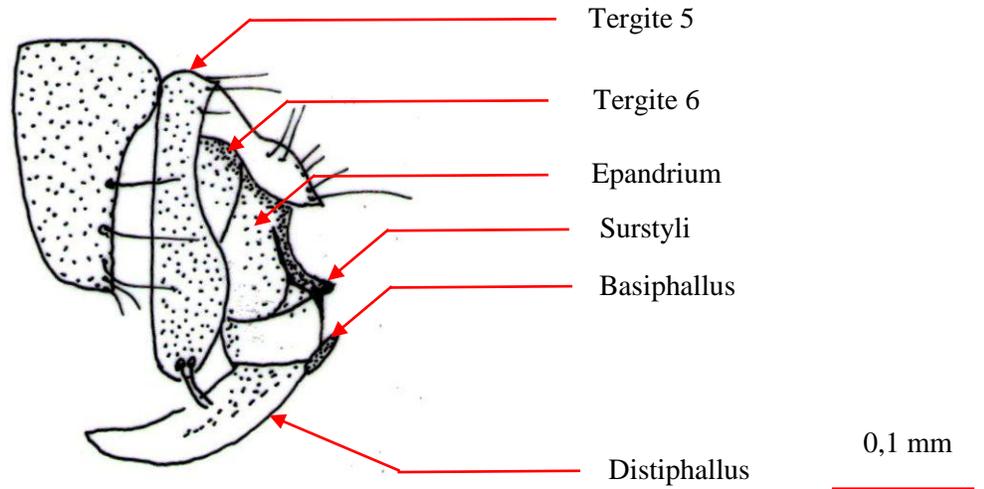


Fig. 55 – Vue de profil de l’extrémité abdominale d’*Aphaniosoma approximatum* (Original)

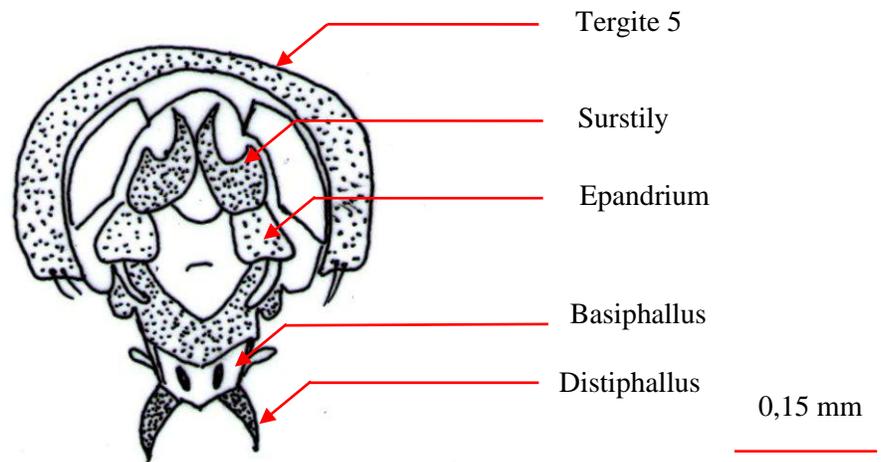


Fig. 56 – Schéma d’une vue postérieure de l’hypopygium d’*Aphaniosoma nigricauda* (Original)

abdominale. Celle-ci est généralement noire ou jaune. Il est possible de reconnaître les espèces de cette famille à partir des critères morphologiques, en particulier, à partir des ailes. En effet, la médiane est courbée en angle ou en arc vers la costale. La première nervure anale A_1 ne touche pas le bord de l'aile. La deuxième nervure anale A_2 n'est pas courbée vers A_1 (Fig. 57). Les espèces échantillonnées dans les oasis de l'Oued M'Zab et à El Guerrera et identifiées sont rassemblées dans le tableau 16.

Tableau 16 – Liste des espèces de Muscidae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Genres	Espèces
<i>Musca</i>	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758 <i>Musca autumnalis</i> De Geer, 1776 <i>Musca sorbens</i> Wiedemann, 1830
<i>Muscina</i>	<i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817)
<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Myospila</i>	<i>Myospila</i> sp.
<i>Helina</i>	<i>Helina parcepilosa</i> (Stein, 1907)
<i>Limniphora</i>	<i>Limniphora obsignata</i> (Rondani, 1866)
<i>Coenosia</i>	<i>Coenosia</i> sp.
<i>Lispe</i>	<i>Lispe pectinipes</i> Becker, 1903 <i>Lispe nana</i> Macquart, 1835 <i>Lispe</i> spp.
<i>Atherigona</i>	<i>Atherigona varia</i> <i>Atherigona</i> sp.

L'identification des Muscidae de la Vallée du M'Zab concerne 9 genres et 14 espèces (Tab. 16). La nervure médiane M chez le genre *Musca* est recourbée en angle vers la nervure R_{4+5} . (Fig. 58). Le scutellum de *Muscina stabulans* est jaune clair vers l'apex (Fig. 59). Les palpes maxillaires de *Stomoxys calcitrans* sont moins longes que le proboscis (Fig. 60). Le genre *Myospila* est caractérisé par la nervure R_{4+5} qui porte des soies sur la face dorsale. Des bandes thoraciques

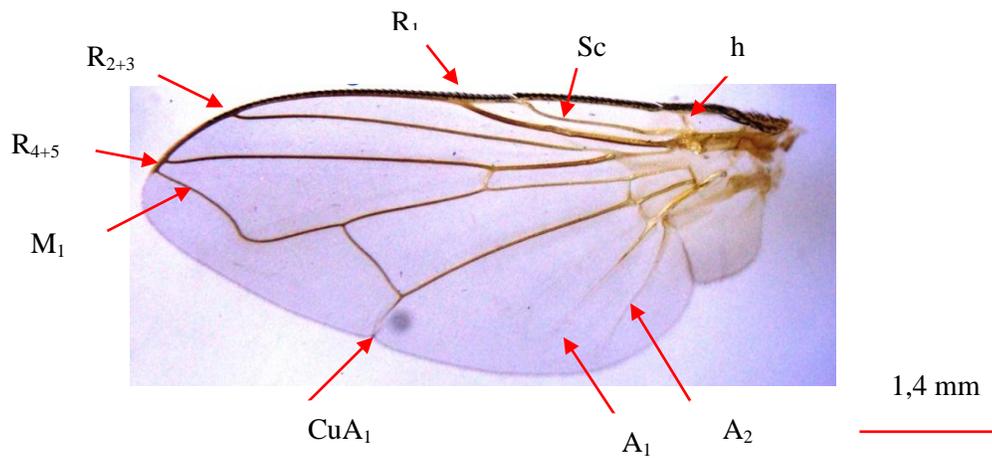


Fig. 57 – Photographie de l’aile *Musca domestica* (Muscidae) (Originale)

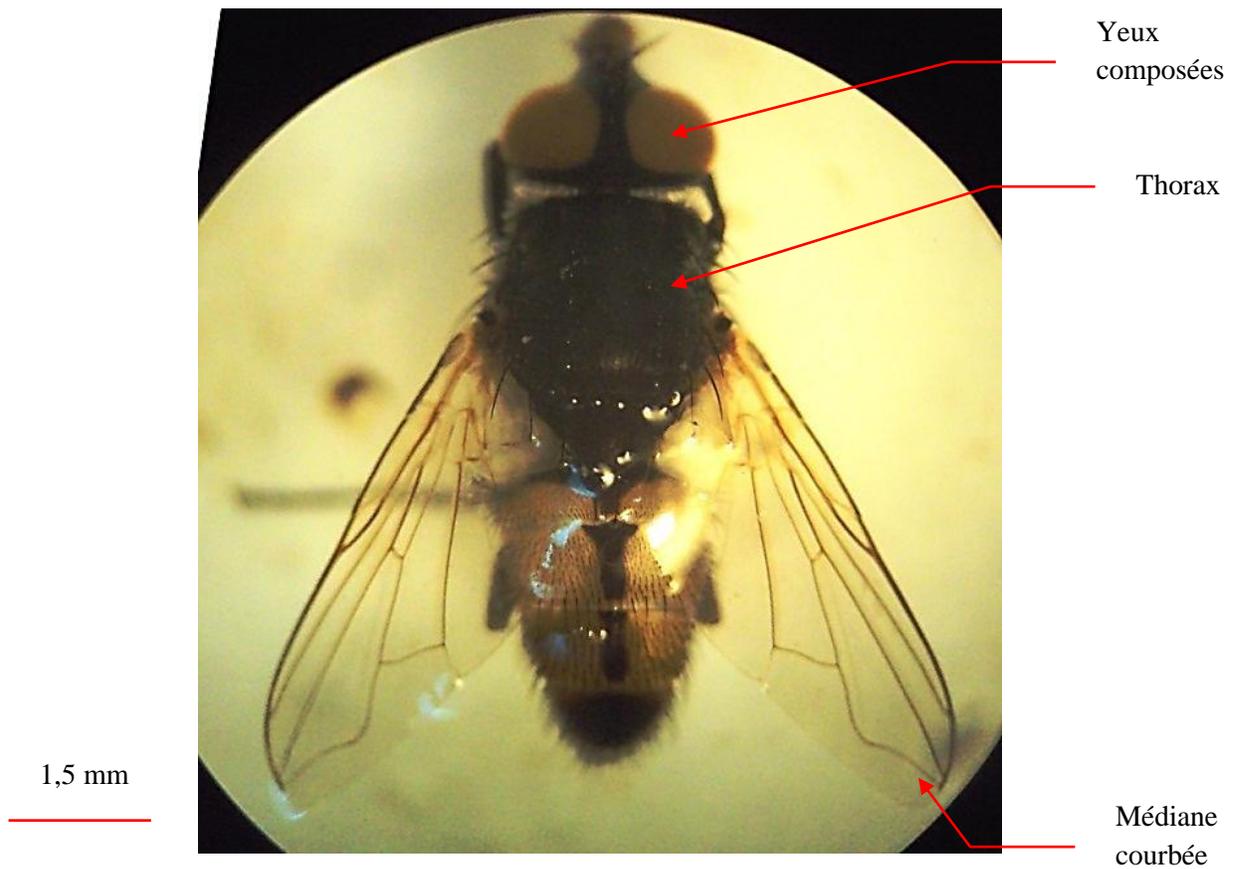


Fig. 58 – Photographie d’un imago de *Musca domestica* (Originale)

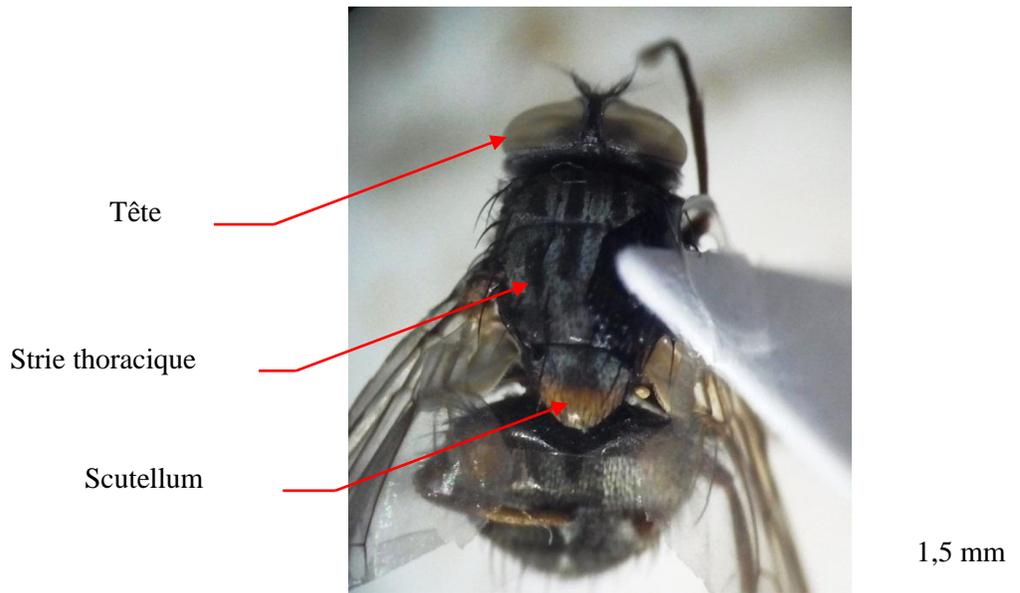


Fig. 59 – Photographie de *Muscina stabulans* (Originale)

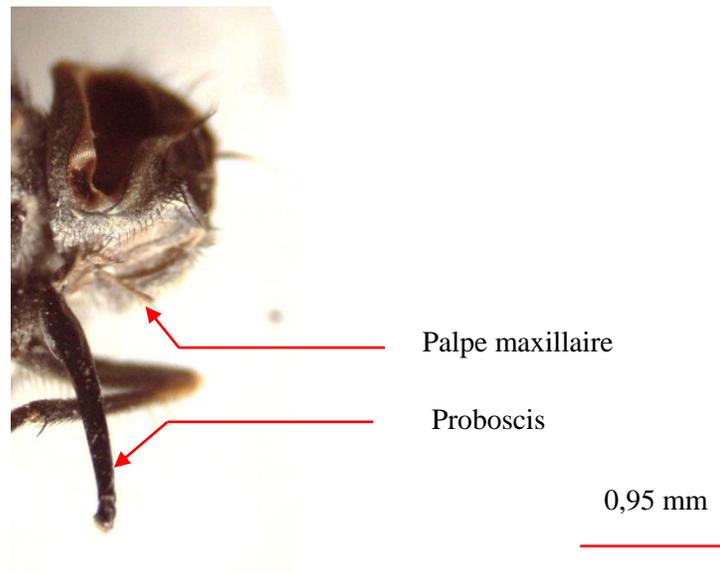


Fig. 60 – Appareil buccal de *Stomoxys calcitrans*. (Originale)

transversales remarquables se retrouvent chez *Limnophora obsignata* (Fig. 61). Un éperon robuste est installé sur la face interne-apicale du premier tibia des espèces de *Coenosia*. *Lispe pectinipes* présente des palpes sous forme de cuillère (Fig. 62). La tête d'*Atherigona* est angulaire en vue de profil (Fig. 63).

4.1.3.6. – Calliphoridae

Les Calliphoridae piégées dans les assiettes jaunes sont des mouches de teinte bleu-nuit ou à reflets verts métalliques. Elles sont quelquefois noires. La base de la radiale porte des soies ou non sur les deux côtés, dorsal et ventral. Les espèces identifiées capturées dans les oasis de l'Oued M'Zab sont regroupées dans le tableau 17.

Tableau 17 – Calliphoridae identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Genres	Espèces
<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora</i> sp.
<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) <i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)
<i>Pollenia</i>	<i>Pollenia contempta</i> Robineau-Desvoidy, 1863
<i>Chrysomya</i>	<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819) <i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)
<i>Rhyncomya</i>	<i>Rhyncomya paralutea</i> Rognes, 2002

La famille des Calliphoridae renferme 7 espèces appartenant à 5 genres (Tab. 17). Elles sont capturées dans les palmeraies et les stations d'élevages ovin, caprin et bovin dans la Vallée du M'Zab. Leurs tailles varient d'une espèce à une autre. Mais, elles ne dépassent pas 12 mm.. Le thorax et l'abdomen de *Calliphora* ne brillent pas. L'abdomen de *Lucilia sericata* est vert métallique. La pigmentation de l'abdomen de la femelle de cette dernière espèce est métallique vert ou doré. Les soies thoraciques sont dorées chez l'espèce *Pollenia contempta*, spécimen capturé appartenant à la sous-famille des Polleninae. La base de la nervure radiale porte

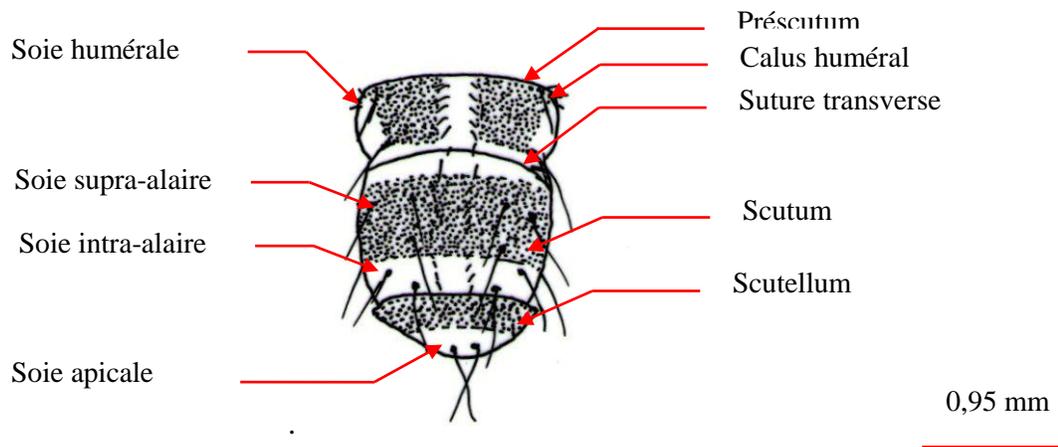


Fig. 61 – thorax de *Limnophora obsignata* (Original)

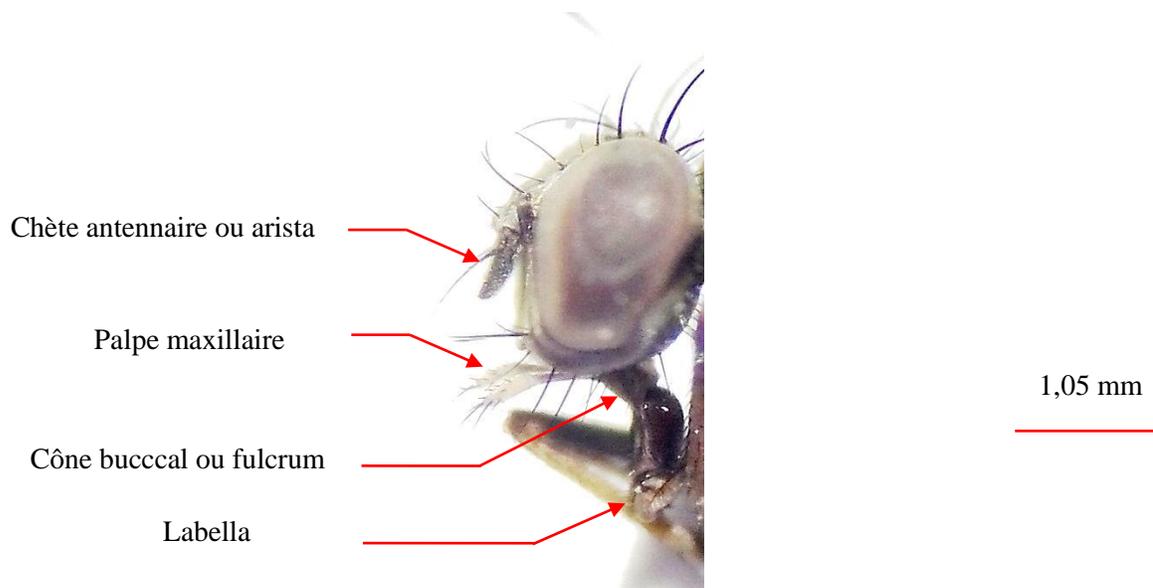


Fig. 62 – Photographie de la tête de *Lispe pectinipes* (Originale)



Fig. 63 – Photographie de la tête d'*Atherigona varia* (Originale)

des soies sur la face dorsale de *Chrysomya albiceps* et *Chrysomya megacephala* piégées, caractère présent seulement chez les espèces du genre *Chrysomya* (Fig. 64). L'arista de *Rhyncomya paralutea* est pubescent. Les soies verticales chez *Lucilia cuprina* sont internes (Fig.65).

4.1.3.7. – Sarcophagidae

Les Sarcophagidae identifiées dans la Vallée du M'Zab sont de grosses mouches. La longueur de leur corps peut dépasser 10 mm (Fig. 66). Le thorax est gris avec des rayures longitudinales noires foncées (Fig. 67). L'abdomen est gris ou noir. Les antennes des spécimens piégés possèdent chacune une arista glabre ou plumeuse selon les espèces. Une suture frontale est bien visible sur la tête. La médiane est courbée en angle droit ou aigu se terminant sur la costale. Les espèces identifiées capturées dans les oasis de Ghardaïa sont mises dans le tableau 18.

Tableau 18 – Liste des espèces de Sarcophagidae identifiées dans les oasis de la Vallée du M'Zab

Genres	Espèces
<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophaga carnaria</i> (Linnaeus, 1758) <i>Sarcophaga (Bercaea) africa</i> (Wiedemann), 1824 <i>Sarcophaga (Liosarcophaga) dux</i> Thomson, 1869 <i>Sarcophaga</i> spp.
Sarcophagidae	spp. indét.

L'examen des terminalias des Sarcophagidae capturées par différentes méthodes dans la région de Ghardaïa a permis d'identifier 5 espèces dont 4 font partie du genre ²et 2 sont en cours d'identification (Tab. 18). La mouche damier, ou *Sarcophaga carnaria* présente des taches sur les tergites abdominaux de couleur grisâtre brillante (Fig. 68). La nervure M₁ chez *Sarcophaga carnaria* est brusquement coudée. Elle se termine sur la costale près de la nervure R₄₊₅ (Fig. 69). L'adulte de *Sarcophaga dux* présente trois stries thoraciques noires longitudinales. Le phallus et la juxta de *Sarcophaga africa* sont visibles et séparées du distiphallus. L'épandrium de ces deux espèces est jaunâtre orangé. La juxta de *Sarcophaga carnaria* est noir (Fig. 70).

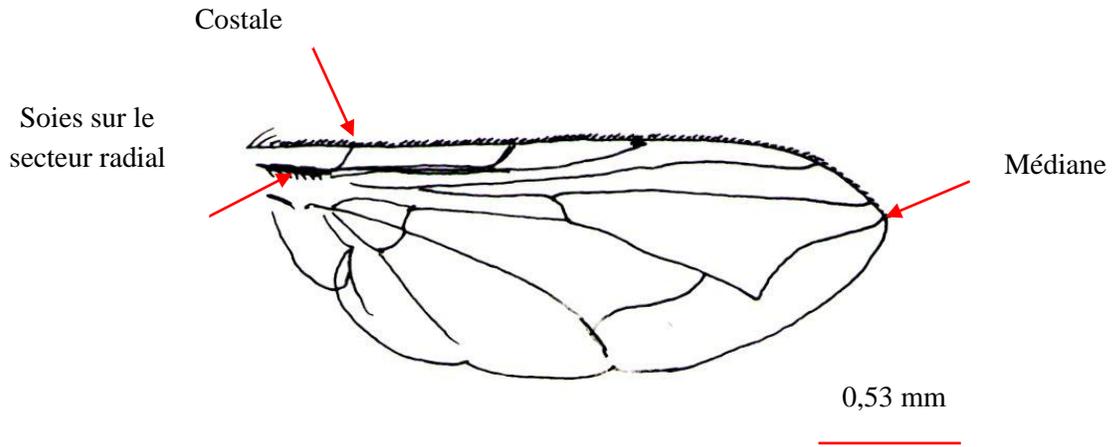


Fig. 64 – Schéma d’aile de *Chrysomya sp.* (Original)

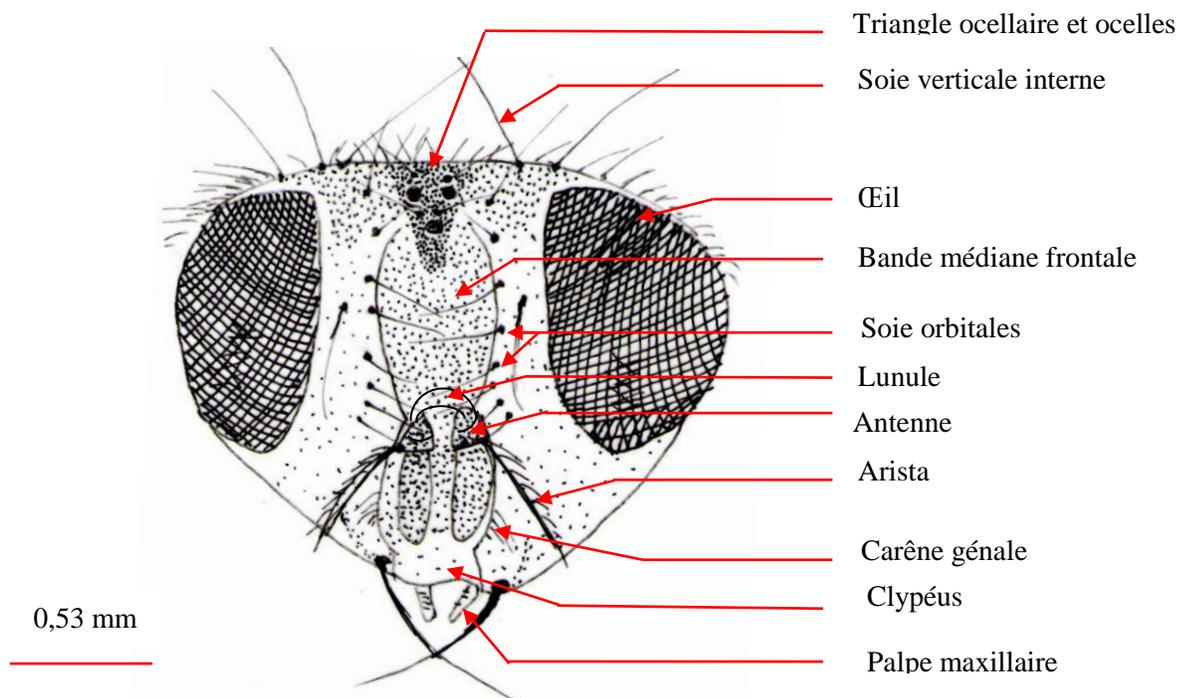


Fig. 65 – Schéma de la tête de *Lucilia cuprina* (Original)



Fig. 66 – Photographie d’une pupe et d’un imago de Sarcophagidae sp. indet. (Originale)

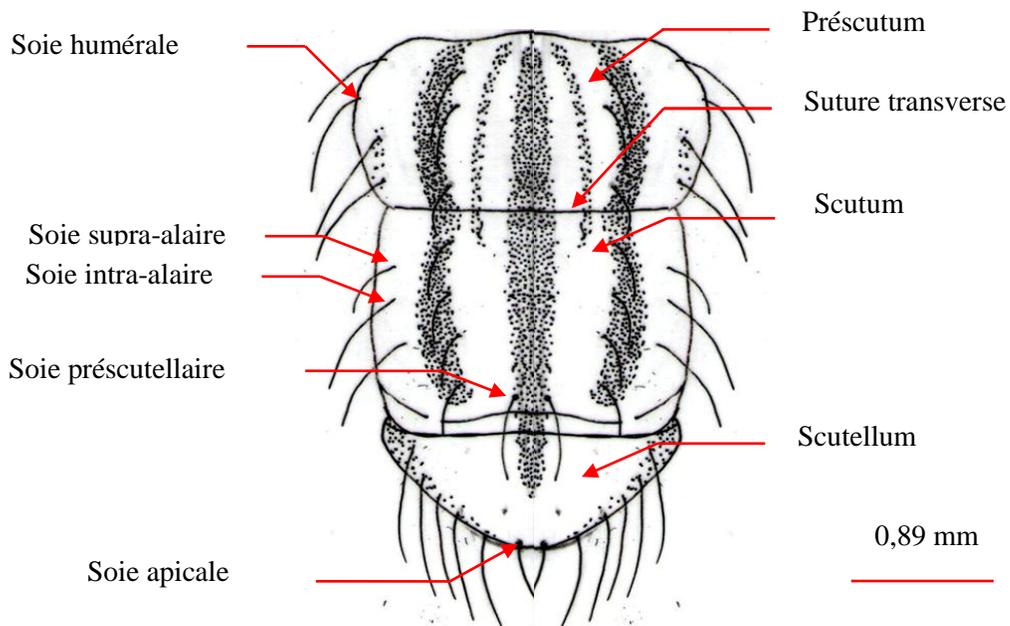


Fig. 67 – Schéma du thorax de Sarcophagidae (Original)

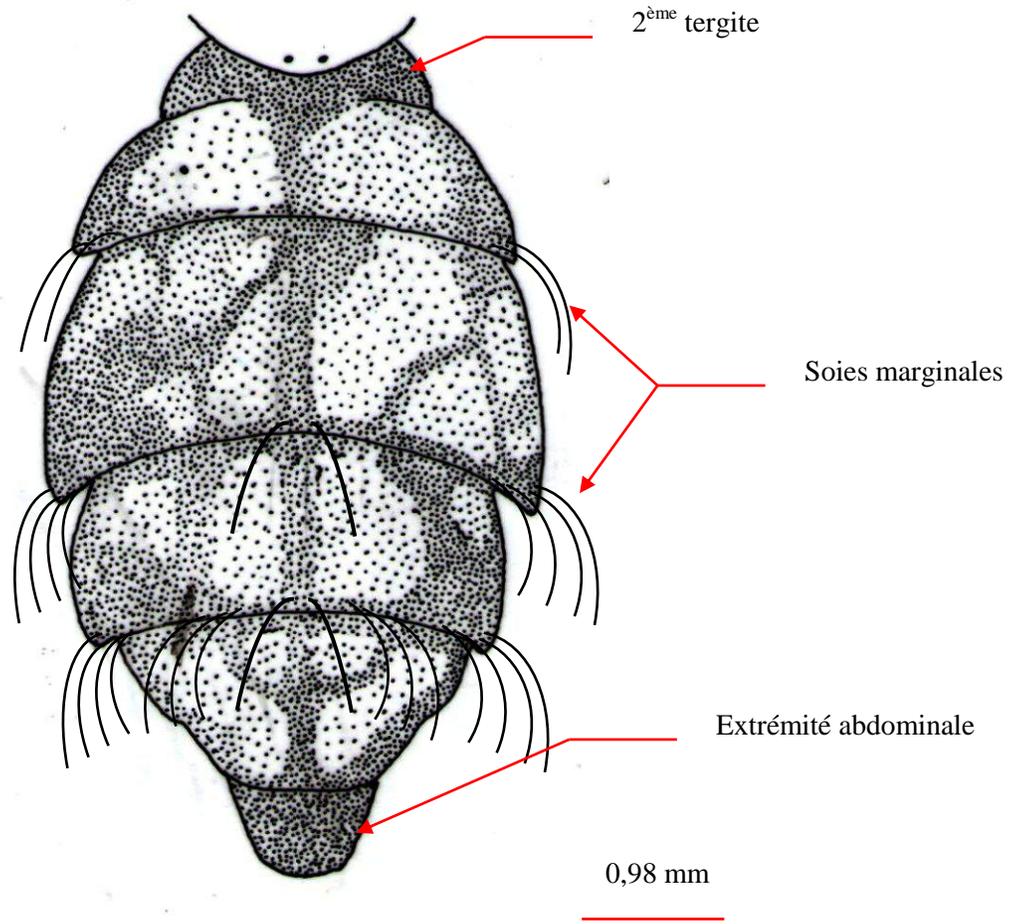


Fig. 68 – Schéma de l’abdomen de *Sarcophaga carnaria* (Original)

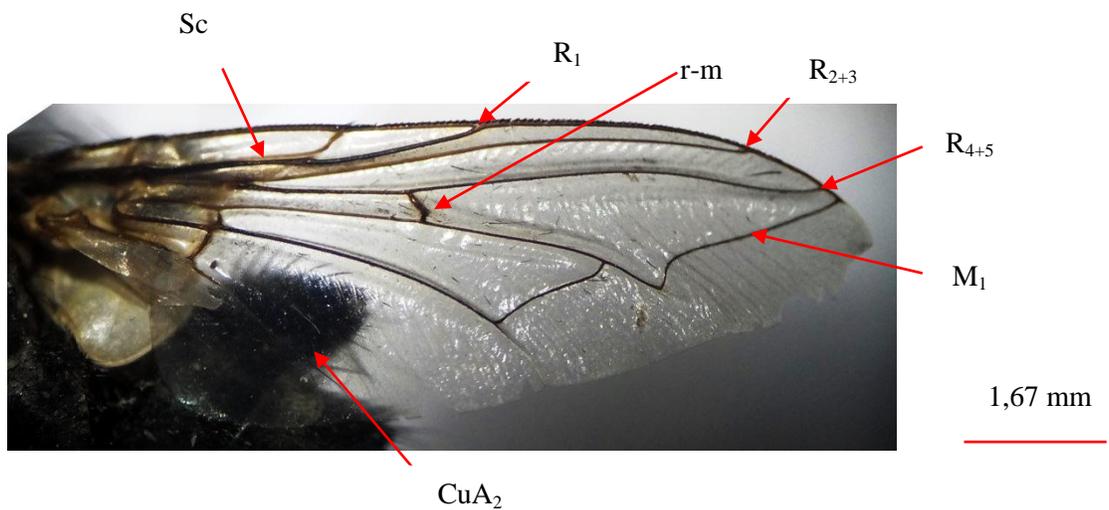


Fig. 69 – Photographie de l’aile de *Sarcophaga* sp. (Originale)

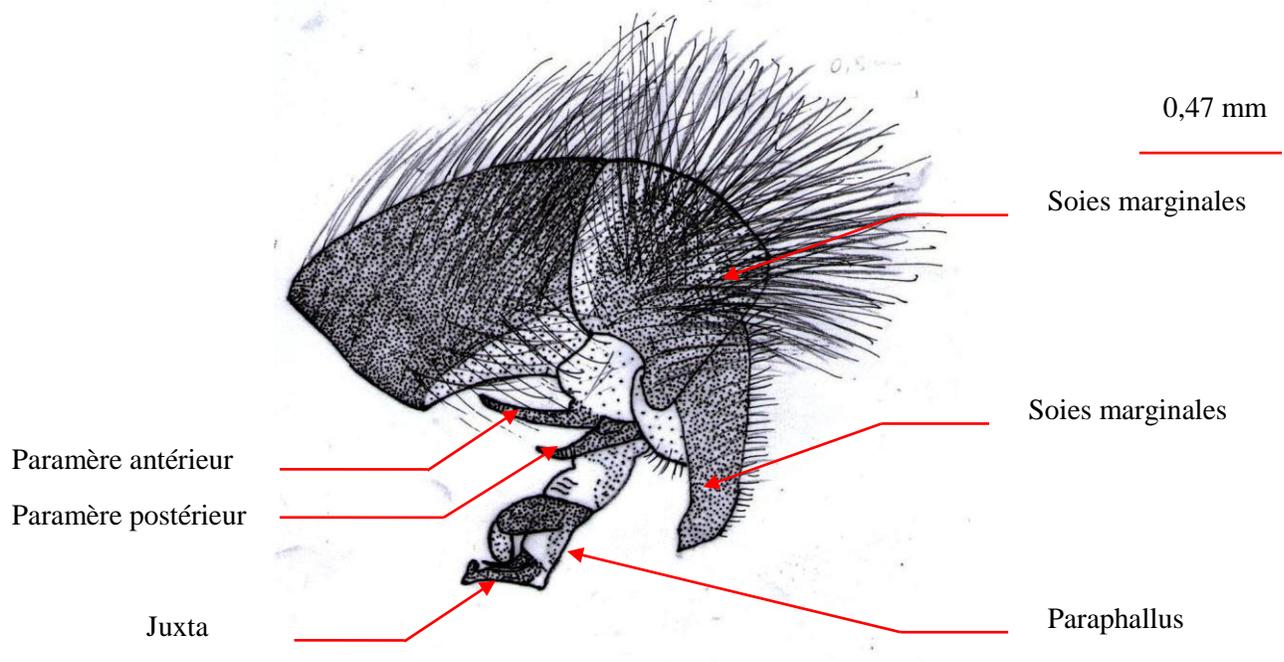


Fig. 70 – Schéma de l'extrémité abdominale de *Sarcophaga carnaria* mâle (Original)

4.1.4. – Clé d'identification des imagos des principales familles de Diptera de la Vallée du M'Zab

Plusieurs critères morphologiques sont utilisés pour réaliser cette clé dichotomique de détermination des principales familles de Diptera capturés dans les oasis de la région de Ghardaïa. La coloration du thorax, la pigmentation de l'abdomen, la nervation alaire et la chétotaxie sont les principaux éléments utilisés pour établir cette clé dichotomique. Cette clé est basée et modifiée à partir de celle de RAILLIET (1885), PIERRE (1924) et LEWIS et TAYLOR (1967),

- 1** – Longues antennes filiformes, avec 6 articles ou plus (Fig. 71), pattes délicates généralement plus longues que le corpsNematocera 2
- Antenne non filiforme, souvent avec 3 articles, le dernier plus large que les autres, et porte une arista (Fig. 72), palpes obligatoirement avec 1-2 articles, longueur des pattes égale à celle du corps,Brachycera 3
- 2** – Les écailles recouvrent toutes les nervations alaires, les pattes et l'abdomen, 10 nervures alaires aboutissent jusqu'à l'extrémité de l'aile, appareil buccal des femelles piqueur-suceur, antenne des mâles plumeuses (Fig. 73).....**Culicidae**
- Aile membraneuse, margine avec de fines soies, la médiane bifurquée, le secteur radial réduit (Fig. 74), appareil buccal visible adapté pour percer chez les femelles..... **Ceratopogonidae**
- 3** – Une fausse nervure longitudinale est présente (Fig. 75), M_1 est recourbées vers R_{4+5} , cellule r_{4+5} fermée, corps noir avec des bandes ou tâches jaunes **Syrphidae**
- avec des caractères différents, fausse nervure absente 4
- 4** – Deuxième article antennaire avec une ride supérieure (Fig. 76), une forte vibrisse ou plus, calyptre inférieur bien développé (Fig. 77)..... Calyptratae 6
- Deuxième article antennaire sans ride, calyptre inférieur petit ou absent Acalyptratae 5

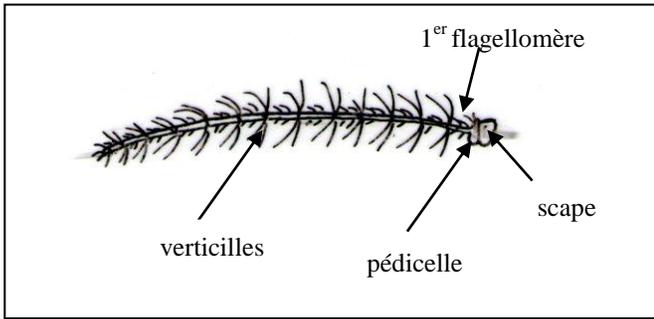


Fig. 71 – Antennes chez les Nematocera

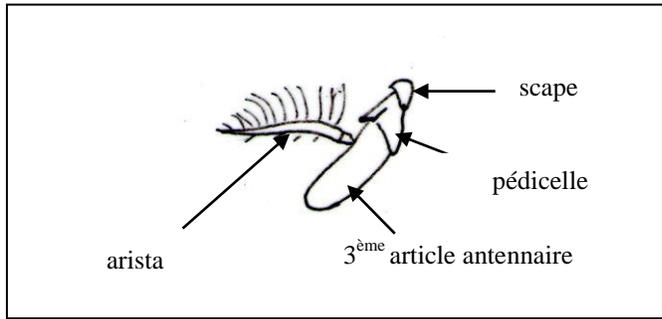


Fig. 72 – Antennes chez les Brachycera

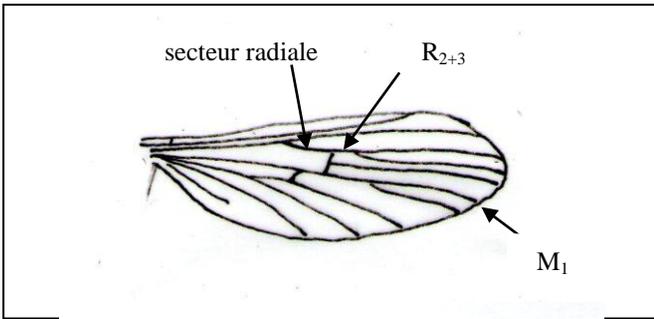


Fig. 73 – Aile chez les Culicidae

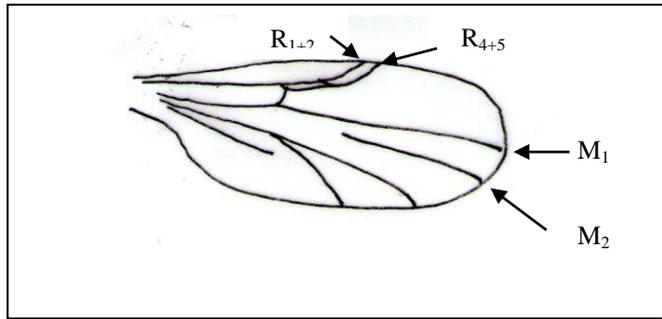


Fig. 74 – Aile chez les Ceratopogonidae

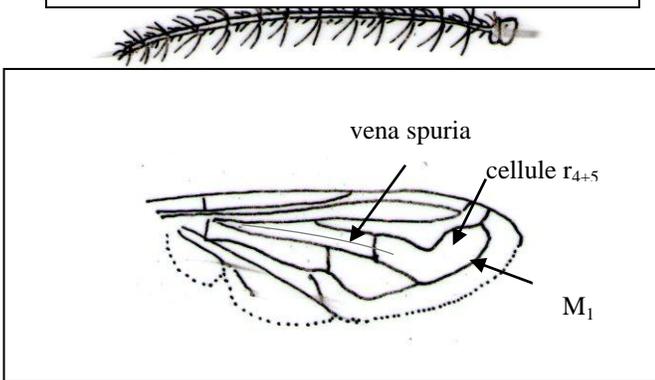


Fig. 75 – Aile chez les Syrphidae

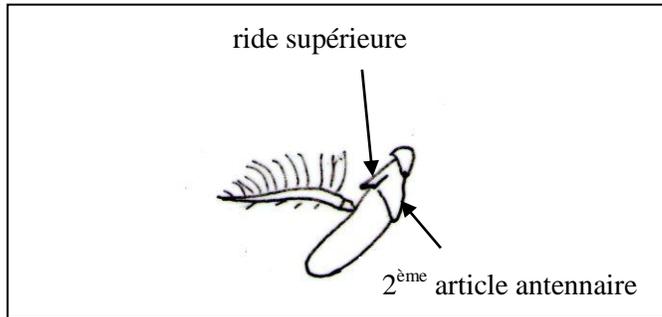


Fig. 76 – Antennes des Calypteratae

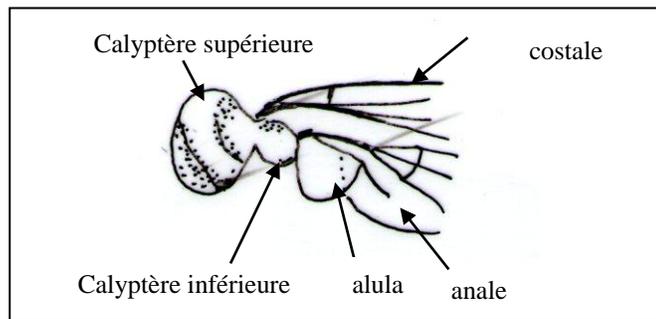


Fig. 77 – Calyptère des Calypteratae

(Originaux)

- 5** – Mouches plus petites, pas de vibrisse, ailes comportant des motifs distincts, costale ne borde pas toute l'aile. Femelle: oviscapte télescopique, aplati en lancette (Fig. 78)..... **Tephritidae**
 – R_{2+3} recourbée vers R_{4+5} (Fig. 79), mouchérons gris ou jaune pâle **Chyromyidae**
- 6** – Abdomen et thorax avec un reflet métallique bleu, vert ou gris 7
 – Abdomen mat ou légèrement luisant, taille > 3 mm, autour des habitations, des fleurs, ou matières organiques en décomposition 8
- 7** – Deux nervures issues de la nervure transversale DM-Cu orientées vers l'extrémité alaire (Fig. 80), pattes très longues **Dolichopodidae**
 – Thorax et abdomen métallique vert ou bleu, ou avec une pillosité soyeuse dorée, la médiane M_1 est courbée vers R_{4+5} (Fig. 81) **Calliphoridae**
- 8** – A_1 ne touche pas le bord de l'aile. Nervures A_2 et A_1 sont presque parallèles, nervure M_1 est courbée vers R_{4+5} (Fig. 82) ou non (Fig. 83) **Muscidae**
 – Mouches non complètement noires et chatoyantes, cuilleron thoracique grand. M_1 recourbée vers R_{4+5} , **Sarcophagidae**

4.2. – Bio-écologie et importance des espèces de Diptera étudiées

Chaque espèce de Diptera capturée dans les oasis de la région de Ghardaïa présente une importance particulière dans l'environnement. Dans cette perspective, il est utile de classer les espèces de la manière suivante, d'une part les espèces qui ont une importance agricole et forestière, et d'autre part celles qui possèdent un intérêt médicale ou vétérinaire.

4.2.1. - Diptères d'importance agricole et forestière

Les familles de Diptera retenues sont divisées en trois catégories, d'abord celle qui comprend les espèces déprédatrices puis celle qui renferme les espèces pollinisatrices, et celle qui regroupe les espèces prédatrices ou parasitoïdes.

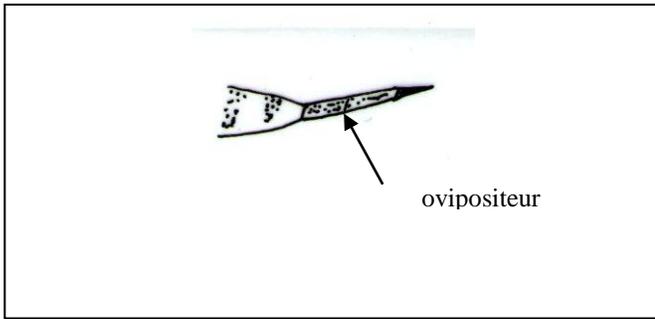


Fig. 78 – Ovipositeur des Tephritidae

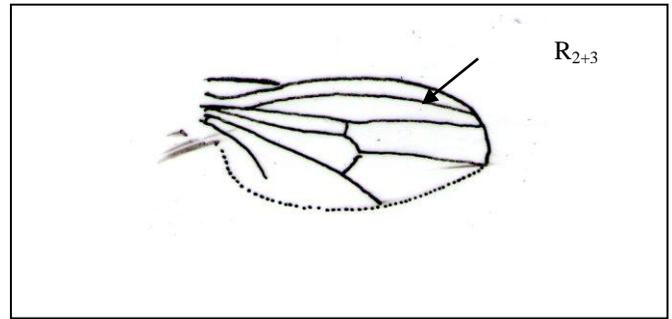


Fig. 79 – Aile des Chyromyidae

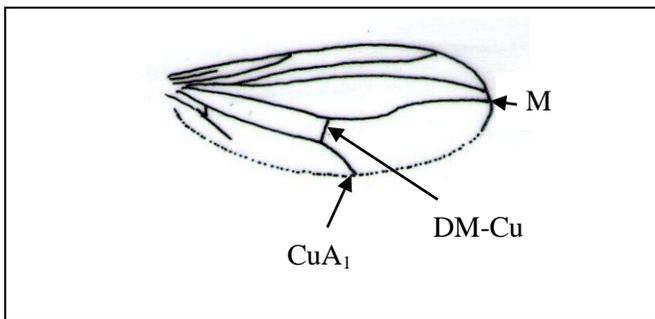


Fig. 80 – Aile des Dolichopodidae

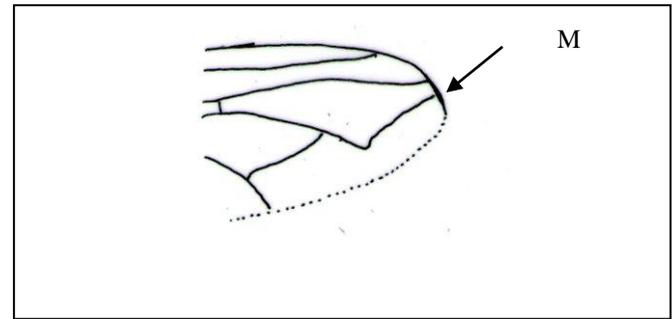


Fig. 81 – La nervure médiane des Calliphoridae

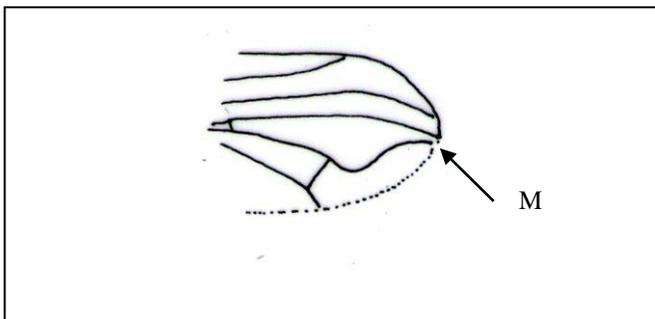


Fig. 82 – La nervure médiane des Muscidae (*Musca*)

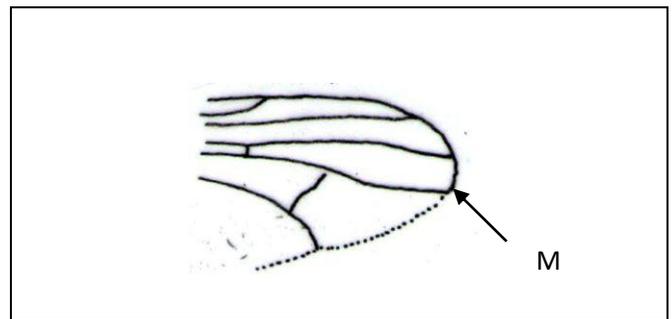


Fig. 83 – La nervure médiane des Muscidae (*Muscina*)

(Originaux)

4.2.1.1. – Diptères déprédateurs

Les Diptères déprédateurs vus dans les palmeraies de ghardaïa sont les espèces qui induisent des préjudices sur les plantes cultivées et provoquent de notables chutes de rendements. La famille des Tephritidae renferme ce type de déprédateurs. En effet, la cératite, *Ceratitis capitata* fait beaucoup de dégâts sur les agrumes notamment sur les oranges et les mandarines (fig. 84). Les femelles piquent les fruits grâce à leur ovipositeur (Fig. 85). Un autre ravageur des Cucurbitaceae trouvée dans les oasis de la Vallée du M'Zab est *Dacus frontalis*. Des attaques dues à cette espèce sont observées sur le concombre arménien (*Cucumis melo* var. *flexuosus* (L.) Naudin) cultivée sur de petites parcelles entre les pieds des palmiers-dattiers aux alentours de l'oasis de Ghardaïa. Les olives de quelques oliviers (*Olea europaea*) observées sur le terrain, dans l'ancienne oasis de Tadjninte sont inféodées par *Bactrocera oleae* (fig. 86). Une espèce de la famille des Muscidae, *Atherigona varia*, peut provoquer aussi des dégâts sur les céréales. Généralement les Graminées cultivées à l'intérieur des oasis de la Vallée du M'Zab sont destinées pour les animaux d'élevage. Dans ce contexte, il est possible de mentionner que les larves de *Chrysomya albiceps* (Calliphoridae) sont considérées parmi les responsables d'obturation des extrémités des tubes de goutte-à-goutte (Fig. 87). En résultats ce qui implique un dessèchement des plantes cultivées.

4.2.1.2. – Diptères pollinisateurs

La majorité des mâles et même quelquefois des femelles de Diptera sont floricoles. Ces mouches et moustiques sont observées sur le terrain en plein vol près des fleurs des plantes surtout au cours des mois d'avril et de mai 2013 (Fig. 88). Elles se nourrissent du nectar ou du pollen des fleurs. Elles interviennent par la suite dans la pollinisation. C'est le cas des mâles des Culicidae et de la plupart des adultes de Syrphidae. Au printemps, *Epysurphus balteatus* et *Eristalis tenax* sont vues au vol autour des fleurs des mauvaises-herbes présentes dans les palmeraies et en dehors de celles-ci. Il est à mentionner que les adultes de Chyromyidae sont abondants dans la strate herbacée où se trouve des fleurs et des inflorescences d'adventices telles *Sonchus oleraceus* (Asteraceae) et *Setaria verticillata* et *Cynodon dactylon* (Poaceae). en outre partie, plusieurs individus sont capturées sous *Tamarix gallica* à Zelfana (Fig. 89).



Piqures dues aux cératites

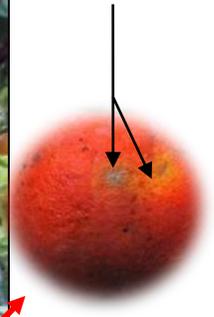


Fig. 84 – Mandarinier infesté par la cératite (Originale)



0,4 mm

Fig. 85 – Ovipositeur de la cératite (Tephritidae) (Originale)



Fig. 86 – Olives attaquées par *Bactrocera oleae* (Tephritidae) (Originale)

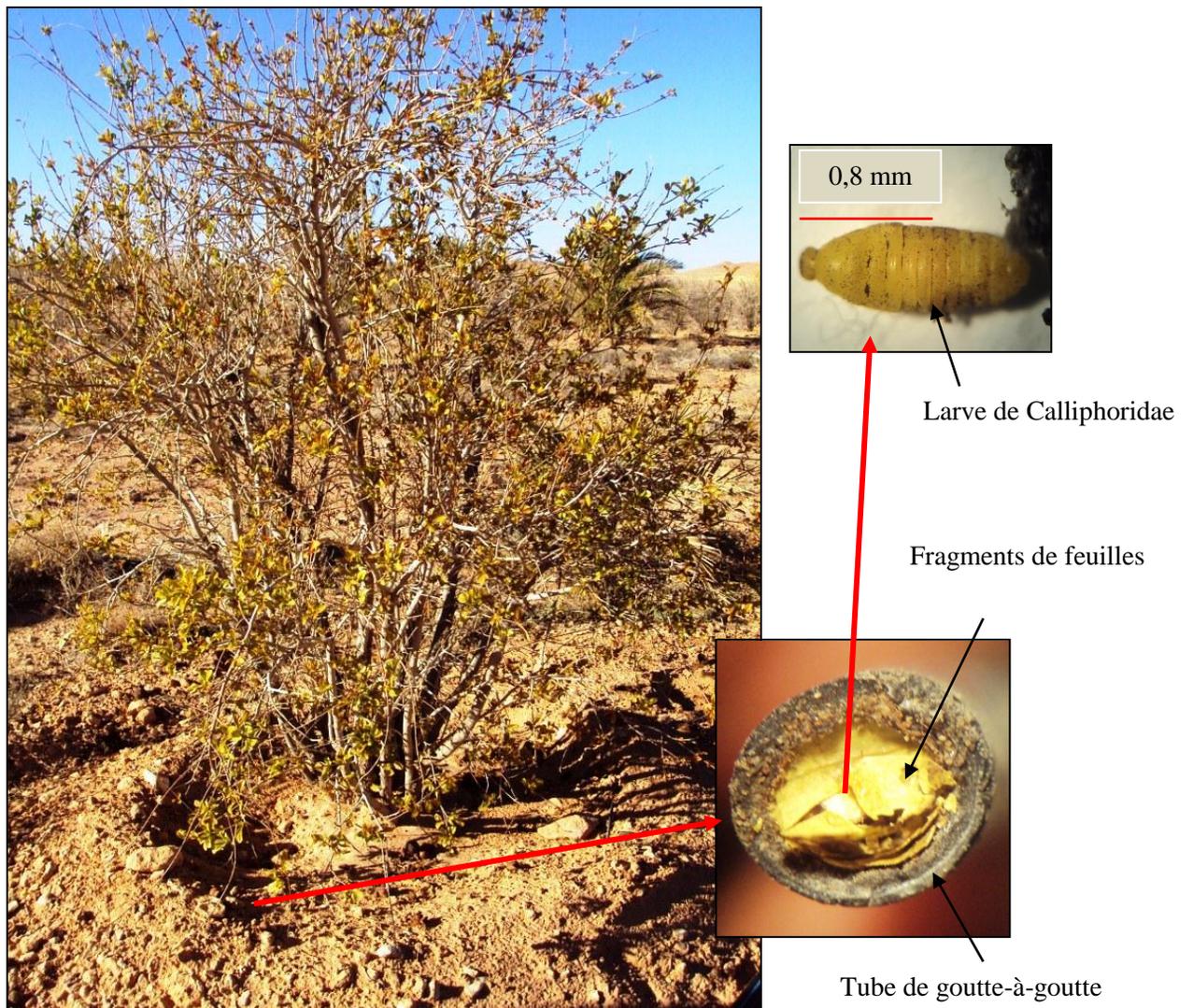


Fig. 87 – Obturation des tubes goutte-à-goutte causé par *Chrysomya albiceps* (Calliphoridae) (Originales)

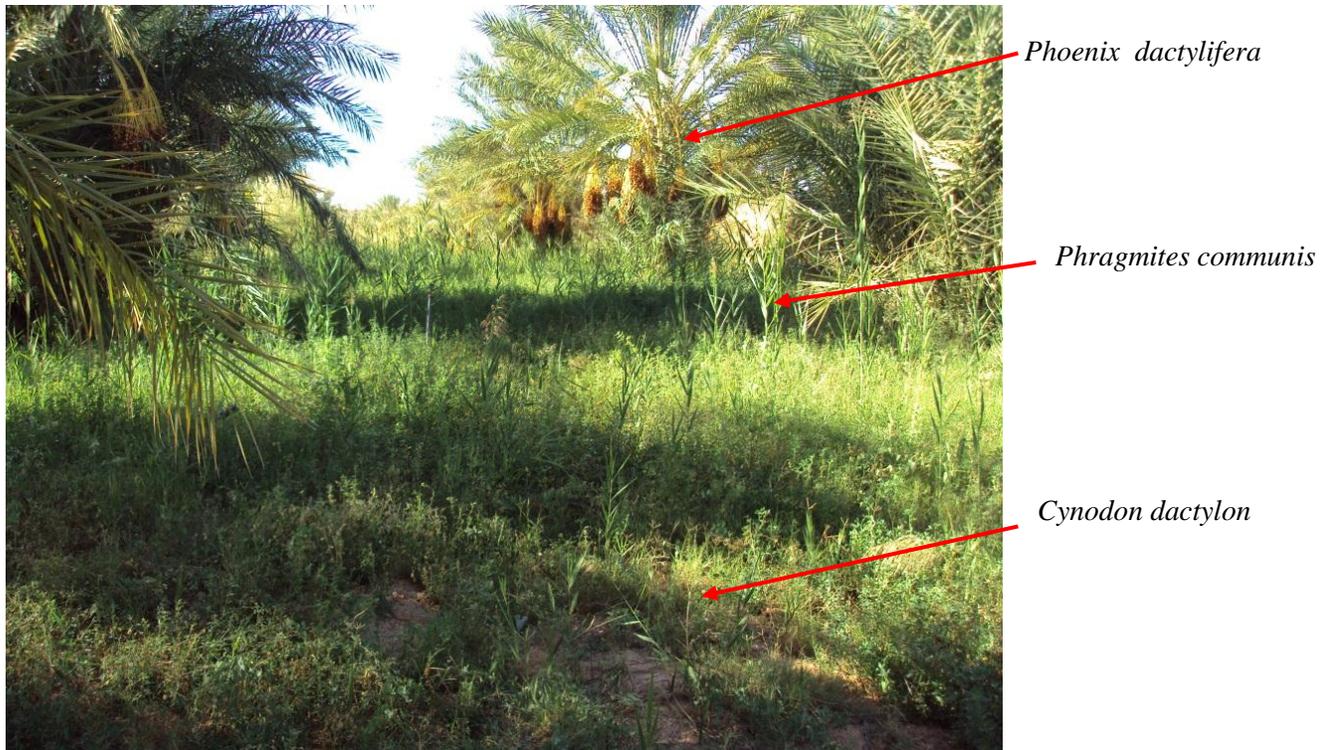


Fig. 88 – Sol occupé par les mauvaises herbes dans la nouvelle palmeraie de Zelfana (Originale)



Fig. 89 – *Tamarix gallica* dans la nouvelle palmeraie de Zelfana (Originale)

4.2.1.3. – Diptères prédateurs et parasitoïdes

Certaines familles de Diptera capturées à Ghardaïa renferment des espèces utiles dans l'environnement. Elles interviennent dans les équilibres naturels par la prédation ou par le parasitisme notamment contre d'autres insectes déprédateurs des cultures. Pour les espèces de Diptera prédateurs, il est à mentionner que les larves du syrphe ceinturé *Episyrphus balteatus* s'attaquent aux Aphididae. Ce phénomène est observé à Zelfana. Pour les autres prédateurs, il est à marquer la présence d'espèces appartenant à la famille des Dolichopodidae comme *Asyndetus separatus* et *Sciapus subvicinus*. Cette dernière espèce présente 5 dents au niveau de leur fémur antérieur, ce qui lui permet de capturer une proie et de s'en nourrir (Fig. 90). La présence des genres *Limnophora* et *Lispe* dans l'oasis de Ghardaïa révèle que ces espèces jouent un rôle très important dans la régulation des populations d'autres insectes à tégument mou. Certaines espèces de la famille des Sarcophagidae sont des parasitoïdes. Une espèce de cette famille est observée en position de guet sur une feuille du figuier (Fig. 91).

4.2.2. – Familles de Diptères d'intérêt médical et vétérinaire

Certaines espèces de Diptera capturées dans la région de Ghardaïa ont un intérêt médical ou vétérinaire. Ces espèces sont mentionnées.

4.2.2.1. – Familles et espèces de Diptères d'intérêt médical

Bon nombre de problème au niveau de la santé humaine sont engendrés par des Diptères dans la Vallée du M'Zab. Les espèces hématophages ont plus d'importance que d'autres. La principale famille qui retient l'attention par son intérêt médical est celle des Culicidae. Seules les femelles sont hématophages (Fig. 92). Leurs pièces buccales forment une trompe rigide de type piqueur-suceur. C'est le cas d'*Anopheles sergenti*. Cette espèce est le responsable du paludisme qui a rendu malades des habitants de la région en 2013. D'autres espèces de moustiques sont considérées comme une source de nuisance pour les êtres humains. C'est le cas de *Culex pipiens* et de *Culiseta longiareolata*. Un Muscidé hématophage, *Stomoxys calcitrans*, peut transmettre dans des cas extrêmes des agents pathogènes aux personnes de la région.

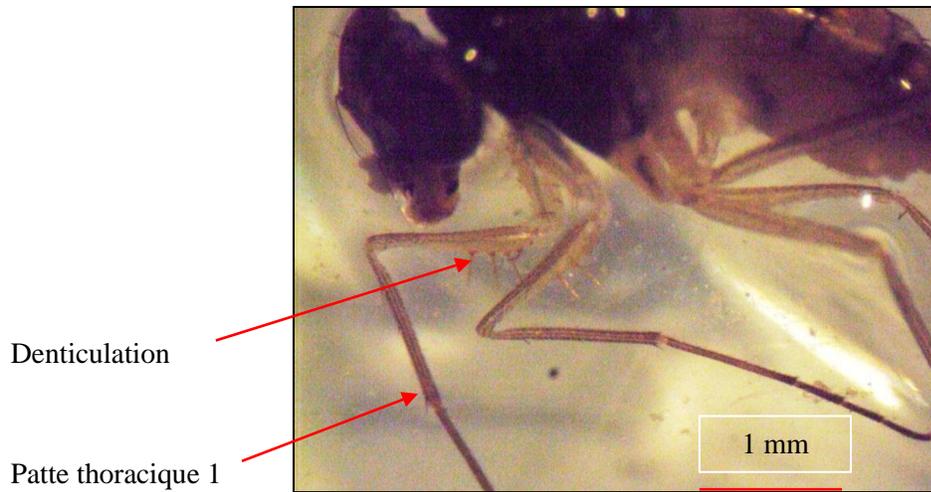


Fig. 90 – Première patte thoracique de *Sciapus subvicinus* (Dolichopodidae) (Originale)



Fig. 91– Sarcophagidae sp. Indét. en position de guet sur une feuille de figuier (Originale)

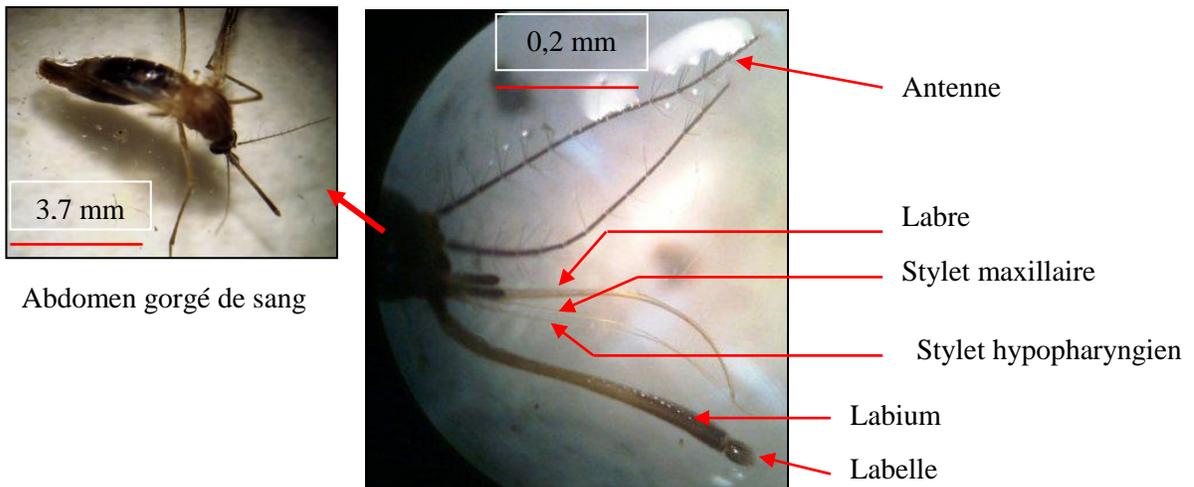


Fig. 92 – Tête d'*Aedes caspius* femelle (Culicidae) (Originales)

4.2.2.2. – Familles et espèces de Diptères d'intérêt vétérinaire

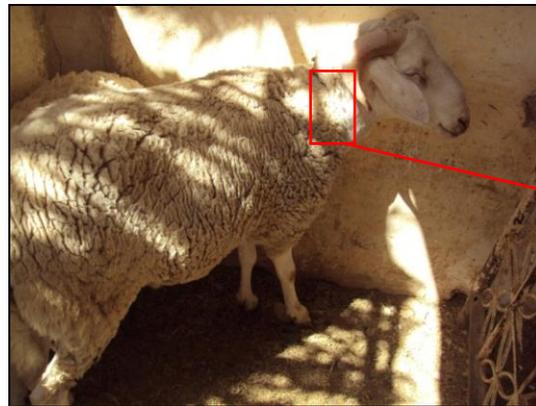
Plusieurs espèces de Diptera sont capturées à l'intérieure ou auteur des bâtiments d'élevage dans la Vallée du M'Zab. Elles appartiennent à différentes familles. Les Ceratopogonidae sont de petits moucheron. Certaines espèces font partie du genre *Culicoides* et sont vectrices d'agents pathogènes surtout pour les animaux domestiques, mammifères et oiseaux. Dans la présente étude, *Culicoides imicola* serait capable de transmettre des agents causaux de maladie. Cependant, aucun cas de fièvre catarrhale ou Bluetongue n'a été observé lors des échantillonnages sur le terrain. Le Muscidé, *Stomoxys calcitrans* surtout à cause de ses piqûres peut provoquer un stress chez les animaux d'élevage, ce qui aura pour effet la diminution de leurs productions laitières et de leurs poids. Cette espèce peut sucer le sang des animaux d'élevage (Fig. 93).

4.2.3. – Autres importance des mouches et des moustiques

Les espèces de Diptera représentent une ressource alimentaire pour d'autres organismes. Certaines sont des recycleurs de la matière organique. D'autres ont une importance médico-légale.

4.2.3.1. – Diptera en tant que ressources alimentaires pour d'autres organismes

L'importance des diptères dans l'écosystème comme ressource de nutrition pour d'autres organismes est prouvée. Il existe en effet des animaux qui chassent et se nourrissent d'insectes d'une manière générale et de diptères en particulier. Parmi ces prédateurs, il y a des Invertébrés et des Vertébrés. Plusieurs mouches sont observées piégées dans des toiles d'araignées. Certaines parmi elles sont vues dans les maisons des agriculteurs capturées dans les toiles d'une espèce de la famille des Folcidae (Fig. 94). Certaines d'autres sont vues piégées dans une toile tissée au milieu de la végétation par une espèce de la famille des Arenidae. Dans ces toiles, des espèces de Culicidae, de Muscidae et de Calliphoridae sont piégées. Dans les milieux aquatiques (Fig. 95), les larves de libellules tels qu'*Orthetrum chrysostigma* (Burmeister, 1839), *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832) et *Trithemis kirbyi* (Selys 1891)



Asticot d'une Calliphoridae sur la plaie au niveau du cou



Fig. 93 – Mouton attaché dans la bergerie (Originale)



Araignée

Proies: mouches, moucherons et moustiques

Fig. 94 – Photographie d'une araignée de la famille des Folcidae avec ses proies (Originale)

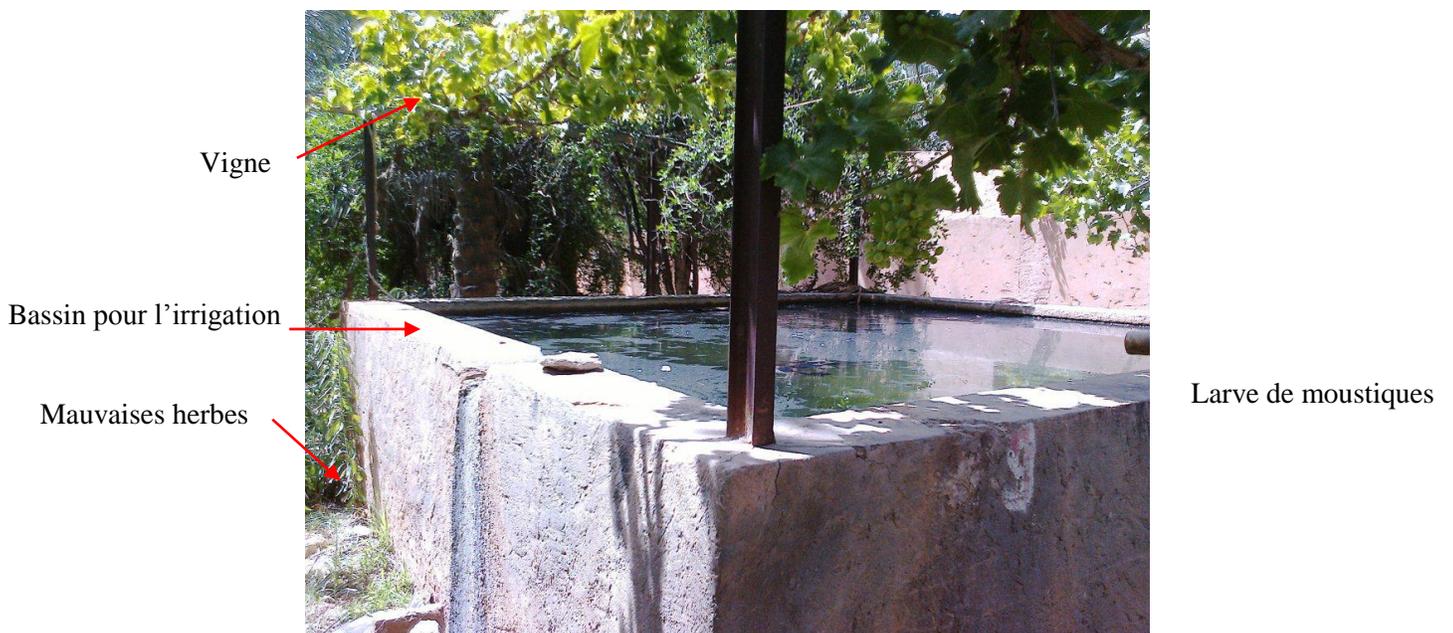


Fig. 95 – Milieu favorable pour le développement des moustiques et de leurs ennemis (Originale)

chassent les larves de moustiques. Ces larves sont chassées également dans les bassines d'irrigation, à l'intérieur des palmeraies, par les grenouilles. Parmi les oiseaux, deux espèces sont observées en vol poursuivant des mouches. C'est le cas à l'intérieur de l'oasis de Tadjnint en mai 2013, d'un gobe-mouche gris [*Muscicapa striata* (Pallas, 1764)]. C'est aussi le cas, à proximité de la palmeraie de Ghardaïa en septembre 2014, d'un traquet à tête blanche, *Enanthe leucopyga* (Brehm, 1855). Des espèces de Chiroptera sp. indéterminées sont notées en train de capturer en groupe des moustiques. Face au danger les moustiques se rejoignent et volent en groupe. Ces attaques sont observées pendant l'été 2015, peu après le coucher du soleil dans l'oasis de Ghardaïa.

4.2.3.2. – Diptères recycleurs de la matière organique

Les espèces de Diptera piégées dans les oasis de la Vallée du M'Zab et près de Ghardaïa jouent un rôle écologique très important dans le recyclage de la matière organique. Les asticots de la cératite (*Ceratitis capitata*), interviennent dans la consommation du péricarpe des fruits qui tombent par terre comme des abricots, des grenades et des mandarines. Quelques espèces de la famille des Chyromyidae sont capturées et vues là où il y a de la matière organique en décomposition tels que des feuilles et des fruits pourris (Fig. 96). Pendant l'échantillonnage, une dizaine de mouches de la famille des Calliphoridae, quelques individus de la famille des Sarcophagidae et de celles des Muscidae sont observés tout autour d'un pigeon mort dans la palmeraie de Ghardaïa. Plusieurs individus de *Lucilia sericata* sont remarqués en train de pondre leurs œufs sur un morceau de viande laissée à l'air libre pour le dessécher. Le nombre d'œufs est calculé. Il varie entre 140 à 180 œufs (Fig. 97).

4.3. – Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage sont calculées pour les espèces de Diptera capturés dans les quatre oasis de la région de Ghardaïa. Elles sont regroupées dans le tableau 19.

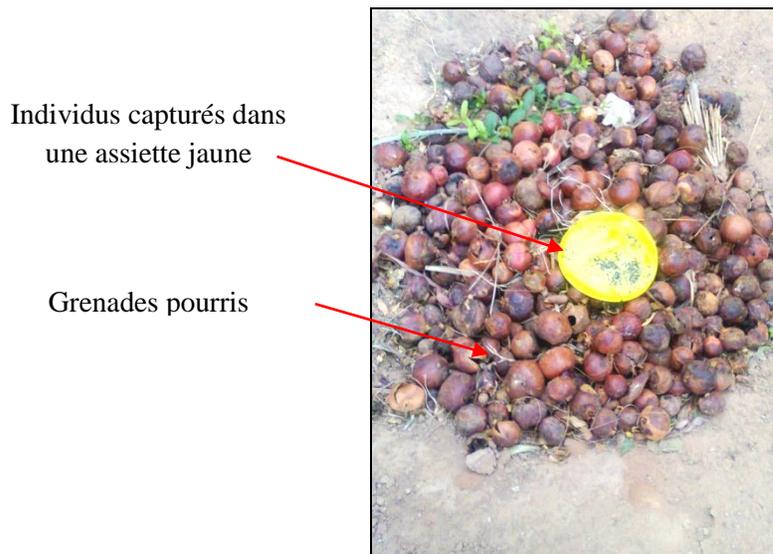


Fig. 96 – Capture intense de Diptera sur matière organique, grenades en décomposition (Originale)

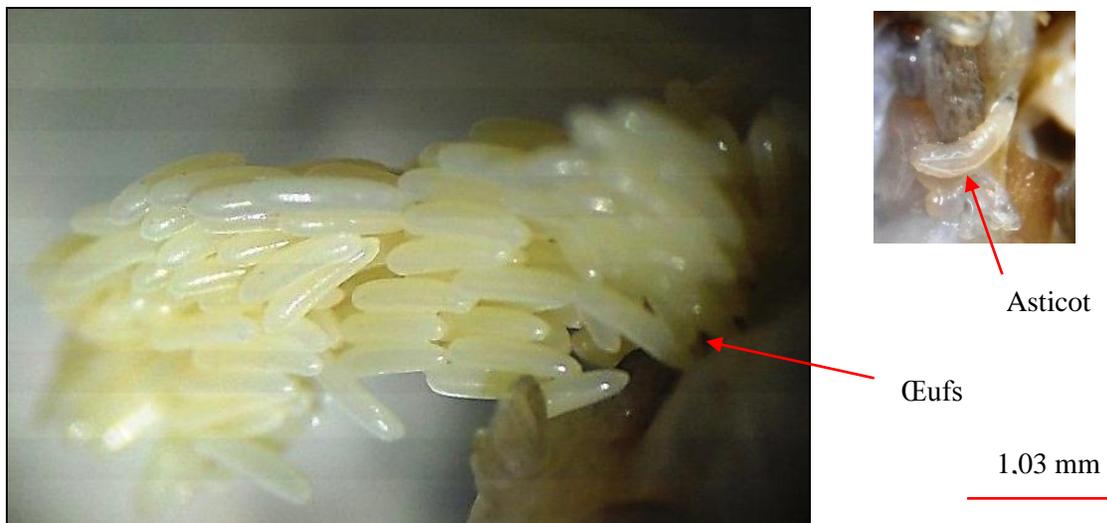


Fig. 97 – Ponte des œufs et développement larvaire de *Lucilia sericata* (Calliphoridae) sur de la viande (Originales)

Tableau 19 – Qualité d'échantillonnage des espèces de Diptères identifiées dans chaque station

Indice \ Oasis	Ghardaïa	El Atteuf	Zelfana	El Guerrera	Totaux
a.	3	9	6	1	3
N	75	54	45	27	201
a/N	0,04	0,17	0,13	0,04	0,01

a : nombres d'espèces vues une seule fois; **N** : nombre de relevés effectués.

Les nombres d'espèces vues une seule fois dans chaque station sont différents (Tab. 19). En effet, ils varient de 1, cas de *Syrphus* sp. piégé dans l'oasis d'El Guerrera jusqu'à 9 à Tadjninte. Il s'agit de *Culicoides* sp. *Bactrocera oleae*, *Musca sorbens*, *Atherigona* sp. *Calliphora* sp. *Lucilia sericata*, *Sarcophaga carnaria* et *Sarcophaga africa*. Les trois espèces vues une seule fois dans l'oasis de Ghardaïa sont *Rhaphium brevicorne*, *Epysyrphus balteatus*, et *Syrphus* sp. Dans la nouvelle palmeraie de Zelfana il y en a 6. Il s'agit de *Tephritis amoena*, *Aphaniosoma* sp. *Stomoxys calcitrans*, *Atherigona* sp. *Pollenia contempta* et *Chrysomya megacephala*. Les nombres N de relevées sont obtenus pour les 4 stations et pour tous les pièges utilisés pendant les 5 ans d'échantillonnages. Compte tenu du fait que dans toutes les oasis de la région de Ghardaïa la valeur de la qualité de l'échantillonnage est proche de 0 ($0,05 \leq a/N \leq 0,16$), il est possible de conclure que l'effort expérimental est très suffisant. Cela est dû par conséquent au faible nombre d'espèces vues une seule fois par rapport au grand nombre de relevés.

4.4. – Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les résultats obtenues sur les échantillons de Diptères sont exploités et analysés par des indices écologiques de composition et de structure.

4.4.1. – Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de compositions utilisées pour l'exploitation des résultats sont les richesses totales et moyennes, les fréquences centésimales ou abondances relatives, les fréquences d'occurrence et les constances.

4.4.1.1. – Richesses totales et moyennes

Les résultats concernant les richesses totales et moyennes portant sur les espèces de Diptères échantillonnées et identifiées dans la région du M'Zab grâce aux différents types de pièges sont portées sur le tableau 20.

Tableau 20 – Richesses totales (S) et moyennes (Sm) de Diptères identifiées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Stations	Ghardaïa	Tadjninte	Zelfana	El Guerrera	Totaux
S	50	35	32	21	56
Sm	4,08	5,54	5,5	8,7	5,3

S: Richesses totales; **Sm:** Richesses moyennes

L'identification des espèces de Diptères capturées dans la région de Ghardaïa par différents types de pièges, soit les pièges colorés à eau, le piège lumineux à UV ou CDC, le filet longeron et la méthode de Dipping concerne un total de 56 espèces (Tab. 20). Les valeurs de la richesse totale varient selon les stations d'étude. En effet, la palmeraie de Ghardaïa présente le plus grand nombre d'espèces, soit 50 espèces. Elle est suivie par Tadjninte (S = 35) et Zelfana (S = 32) qui présentent presque le même nombre d'espèces. L'oasis d'El Guerrera intervient avec la richesse totale la plus faible, soit 21 espèces. D'une manière générale, les familles des Culicidae, des Muscidae et des Calliphoridae sont les plus représentées en nombre d'espèces par rapport aux autres familles. Les 9 espèces de moustiques représentent plus de 16 % de la population (Fig. 98). Les 14 espèces de Muscidae correspondent à 25 % des Diptera et les Calliphoridae 13 % de cette population. Les valeurs de la richesse moyenne (Sm) montrent une légère variation entre les sites d'échantillonnage. Ces valeurs sont de 4,1 espèces par relevé dans l'oasis de Ghardaïa. Elle est de 8,7 espèces dans l'oasis d'El Guerrera. Ces différences sont dues aux nombres de relevés effectués dans chacune de ces deux oasis, Soit 75 relevés à Ghardaïa et 27 à El Guerrera (Tab. 19). Il est possible de conclure que les richesses diffèrent par rapport aux types de piège et des caractéristiques des oasis.

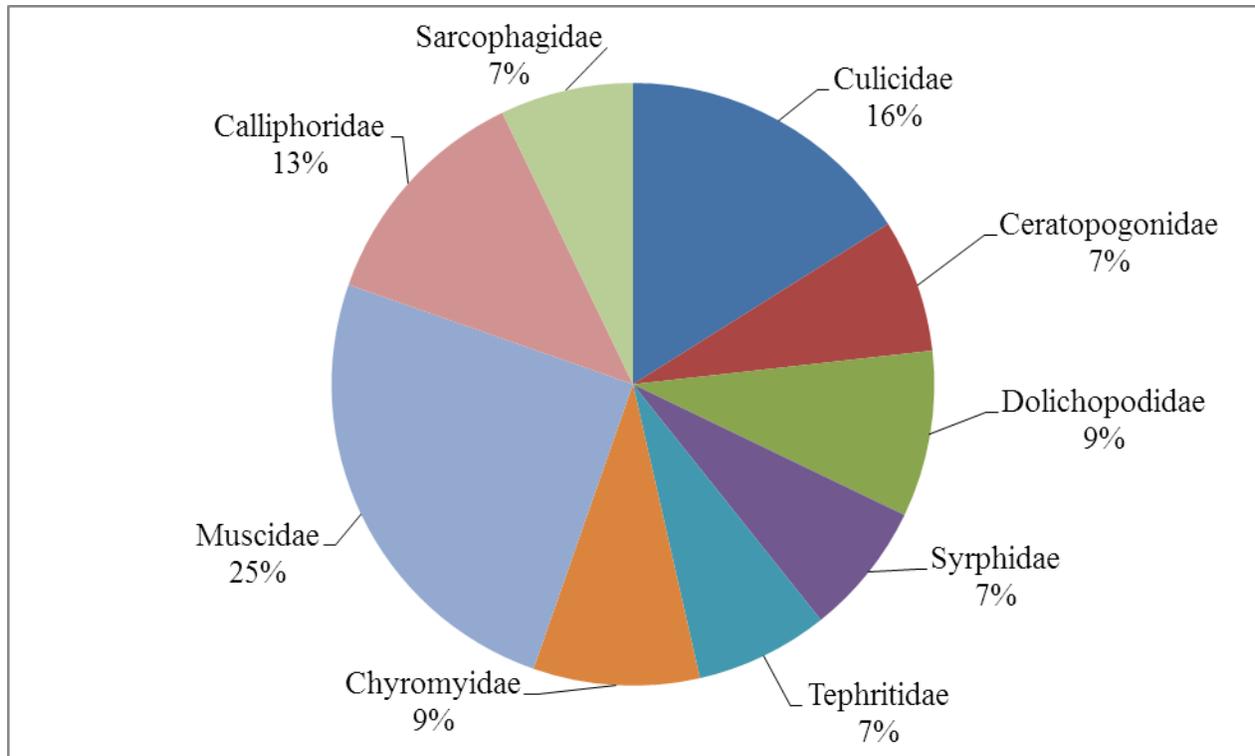


Fig. 98 – Pourcentage des familles de Diptera dans la région de Ghardaïa

4.4.1.2. – Effectifs, fréquences centésimales des Diptera piégés dans la Vallée du M’Zab

Les effectifs des familles de Diptera piégées dans les quatre stations de la région de Ghardaïa et les valeurs de la fréquence centésimale ou abondance relative (A.R. %) sont réunis dans le tableau 21.

Tableau 21 – Effectifs et abondances relatives de chaque famille de Diptera piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Stations	Ghardaïa		Tadjninte		Zelfana		El Guerrera		Région de Ghardaïa	
	Ni	A.R. %	Ni	A.R. %	Ni	A.R. %	Ni	A.R. %	Ni	A.R. %
Culicidae	625	16,88	375	40,9	777	32,05	29	8,87	1806	24,50
Ceratopogonidae	104	2,81	92	10,0	1302	53,71	34	10,40	1532	20,79
Dolichopodidae	64	1,73	239	26,1	208	8,58	69	21,10	580	7,87
Syrphidae	12	0,32	10	1,1	43	1,77	86	26,30	151	2,05
Tephritidae	5	0,14	3	0,3	1	0,04	4	1,22	13	0,18
Chyromyidae	194	5,24	6	0,7	51	2,10	12	3,67	263	3,57
Muscidae	1776	47,97	165	18,0	40	1,65	93	28,44	2074	28,14
Calliphoridae	752	20,31	9	1,0	2	0,08	0	0	763	10,35
Sarcophagidae	170	4,59	18	2,0	0	0	0	0	188	2,55
Totaux	3702	100	917	100	2424	100	327	100	7370	100

Ni: Nombres d’individus; **A.R. %:** Abondances relatives

Le nombre total des individus identifiées dans la Vallée du M’Zab et El Guerrera est de 7.370 (Tab. 21). Plus de la moitié de ce nombre est capturé dans l’oasis de Ghardaïa, soit 3.702 ind.. La famille des Muscidae occupe une place très importante dans cette oasis, correspondant à 1.776 individus. Elle est suivie par la famille des Ceratopogonidae qui est bien représentée dans l’oasis de Zelfana avec un effectif total de 1.302 individus. Mais cette famille est rare dans l’oasis d’El Guerrera où elle est notée que par 34 individus. La valeur de l’abondance relative la plus élevée est mentionnée pour la famille des Muscidae dans l’oasis de Ghardaïa (A.R. %= 48,0 %) (Fig. 99). Au contraire, cette famille est faiblement capturée dans l’oasis de Zelfana (A.R. %= 1,7 %). D’une manière générale, dans toutes les oasis de la Vallée du M’Zab la famille des Muscidae est bien représentée (A.R. %= 28,1 %). Elle est suivie par celle des Culicidae (A.R. %= 24,5 %) et celle des Ceratopogonidae (A.R. %= 20,7 %).

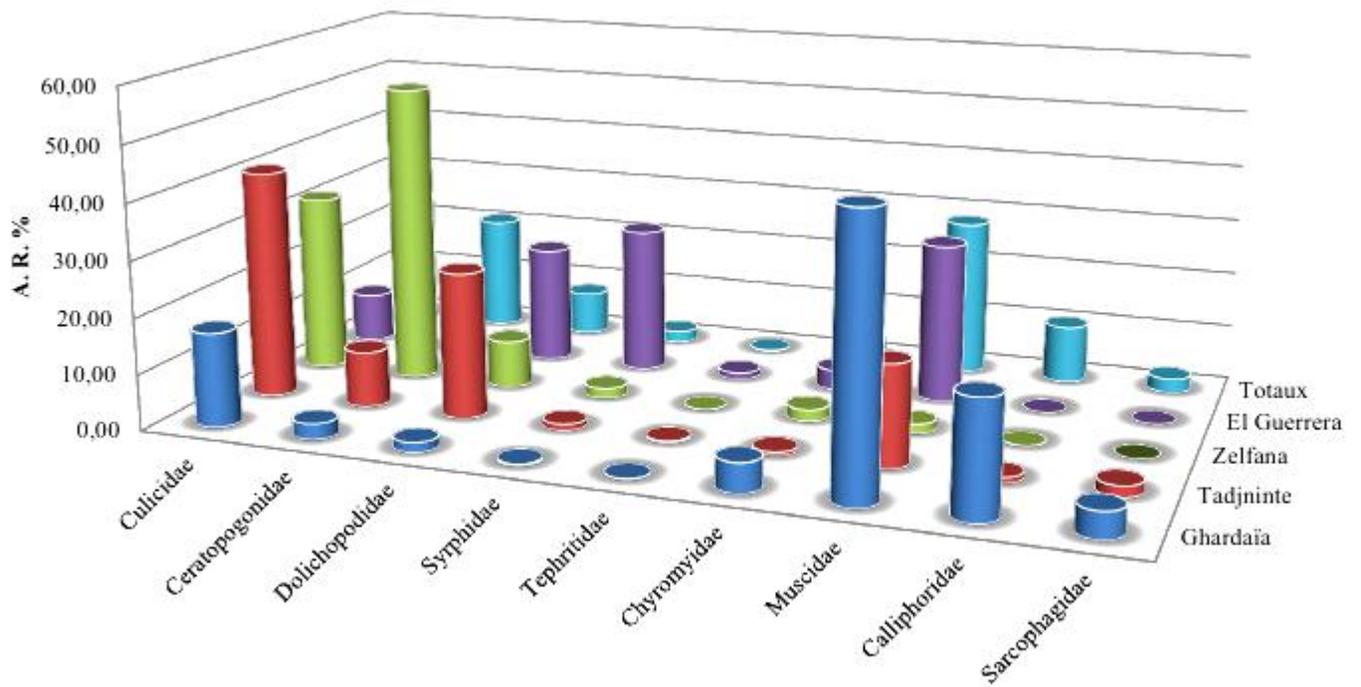


Fig. 99 – Abondances relatives des familles de Diptera dans la région du M'Zab

Les nombres des espèces piégées dans l'oasis de Ghardaïa et ses valeurs de l'abondance relative sont dressés dans le tableau 22. Le choix de cette station s'est fait en raison du fait que la majorité des espèces sont capturées dans cette oasis et que ce milieu est perturbé par l'Homme.

Tableau 22 – Abondance relatives des Diptera piégées dans l'oasis de Ghardaïa

Espèces	Ni	A.R.%
<i>Anopheles sergentii</i>	10	0,27
<i>Culiex deserticola</i>	7	0,19
<i>Culex hortensis</i>	17	0,46
<i>Culex pipiens</i>	98	2,65
<i>Culiseta longiareolata</i>	481	12,99
<i>Culiseta subochrea</i>	10	0,27
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	2	0,05
<i>Culicoides imicola</i>	43	1,16
<i>Culicoides albicans</i>	13	0,35
<i>Culicoides</i> sp.	8	0,22
Ceratopogonidae spp. indét	40	1,08
<i>Asyndetus separatus</i>	4	0,11
<i>Asyndetus</i> spp.	11	0,30
<i>Rhaphium brevicorne</i>	1	0,03
<i>Sciapus subvicinus</i>	18	0,49
<i>Gymnopternus</i> sp.	30	0,81
<i>Episyrphus balteatus</i>	1	0,03
<i>Eristalis tenax</i>	2	0,05
<i>Syrphus</i> sp.	1	0,03
<i>Eumerus</i> spp.	8	0,22
<i>Ceratitis capitata</i>	5	0,14
<i>Aphaniosoma annulatum</i>	107	2,89
<i>Aphaniosoma approximatum</i>	3	0,08
<i>Aphaniosoma fissum</i>	31	0,84
<i>Aphaniosoma nigricauda</i>	53	1,43
<i>Musca domestica</i>	1.380	37,28
<i>Musca autumnalis</i>	21	0,57
<i>Musca sorbens</i>	27	0,73
<i>Muscina stabulans</i>	19	0,51
<i>Stomoxys calcitrans</i>	27	0,73
<i>Myospila</i> sp.	36	0,97
<i>Helina parcepilosa</i>	7	0,19
<i>Limniphora obsignata</i>	142	3,84
<i>Coenosia</i> sp.	18	0,49
<i>Lispe pectinipes</i>	7	0,19
<i>Lispe nana</i>	5	0,14
<i>Lispe</i> sp.	13	0,35
<i>Atherigona varia</i>	46	1,24

<i>Atherigona</i> sp.	28	0,76
<i>Calliphora</i> sp.	9	0,24
<i>Lucilia sericata</i>	9	0,24
<i>Lucilia cuprina</i>	465	12,56
<i>Pollenia contempta</i>	24	0,65
<i>Chrysomya albiceps</i>	231	6,24
<i>Chrysomya megacephala</i>	10	0,27
<i>Rhyncomya paralutea</i>	4	0,11
<i>Sarcophaga carnaria</i>	118	3,19
<i>Sarcophaga africa</i>	28	0,76
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) dux</i>	20	0,54
<i>Sarcophaga</i> spp.	4	0,11
Tortaux	3.702	100

Ni: Nombres d'individus; **A.R. %:** Abondances relatives

Le nombre total des individus identifiés de la région de Ghardaïa est de 3.702 individus (Tab. 22). *Musca domestica* est capturée en 1.380 exemplaires ce qui représente une abondance relative très grande (A.R. % = 37,3 %). Elle est suivie par *Culiseta longiareolata* (A.R. % = 13,0 %) et *Lucilia cuprina* (A.R. % = 12,6 %). Ces Diptera sont capturés surtout entre août et octobre durant les années d'échantillonnage. Il est à remarquer que le pic des températures intervient en août (Fig. 49). Une température élevée et l'humidité du sol engendrée par la pluviométrie sont les facteurs qui permettent la pullulation des Diptera. Les trois espèces suivantes *Rhaphium brevicorne*, *Episyrphus balteatus* et *Syrphus* sp. sont capturées en un seul exemplaire dans l'oasis de Ghardaïa. Il est à mentionner que cette palmeraie se trouve dans un milieu suburbain en amont de l'Oued M'Zab. Apparemment les conditions à l'intérieur de la palmeraie ne permettent pas le développement de ces trois espèces. Des présentations de l'abondance relative de chaque espèce dans chaque station est établie, d'une part pour les espèces Nematocera (Fig. 100) et d'autre part pour les espèces Brachycera (Fig. 101).

4.4.1.3. – Fréquences d'occurrence et constances des Diptera échantillonnées dans les palmeraies de Ghardaïa

Le classement des mouches et des moustiques de la Vallée du M'Zab est fait en tenant compte des classes de constance déterminées grâce à l'équation de Sturge. Les classes de

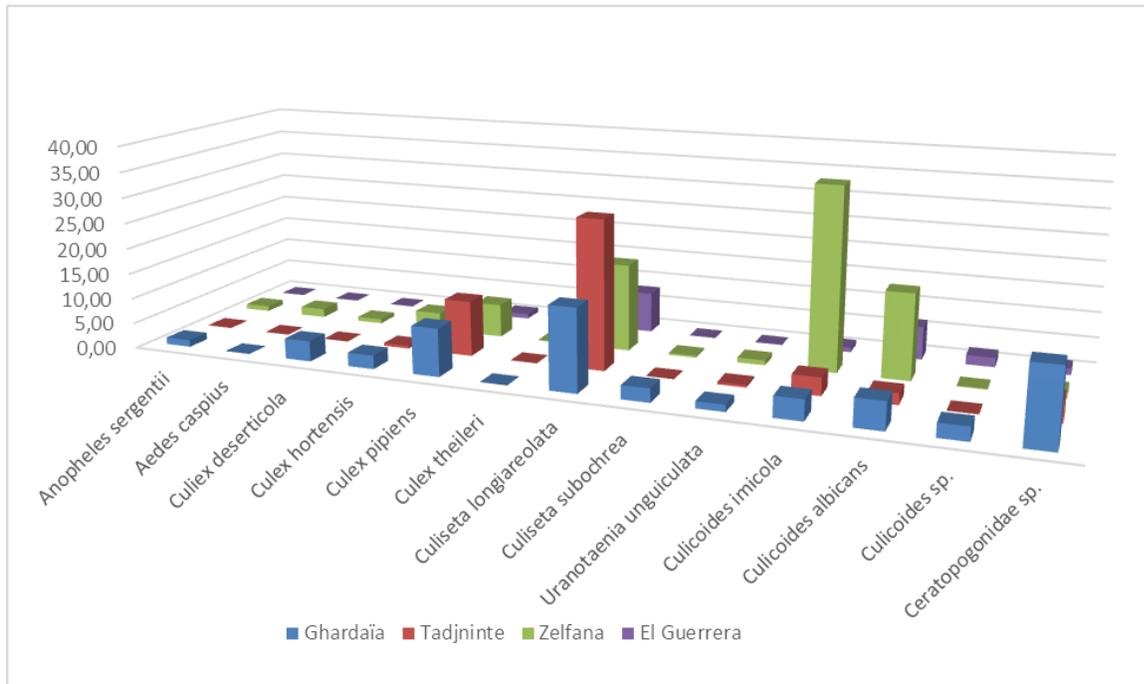


Fig. 100 – Abondances relatives des Nematocera dans les oasis de la Vallée du M’Zab et de ses alentours

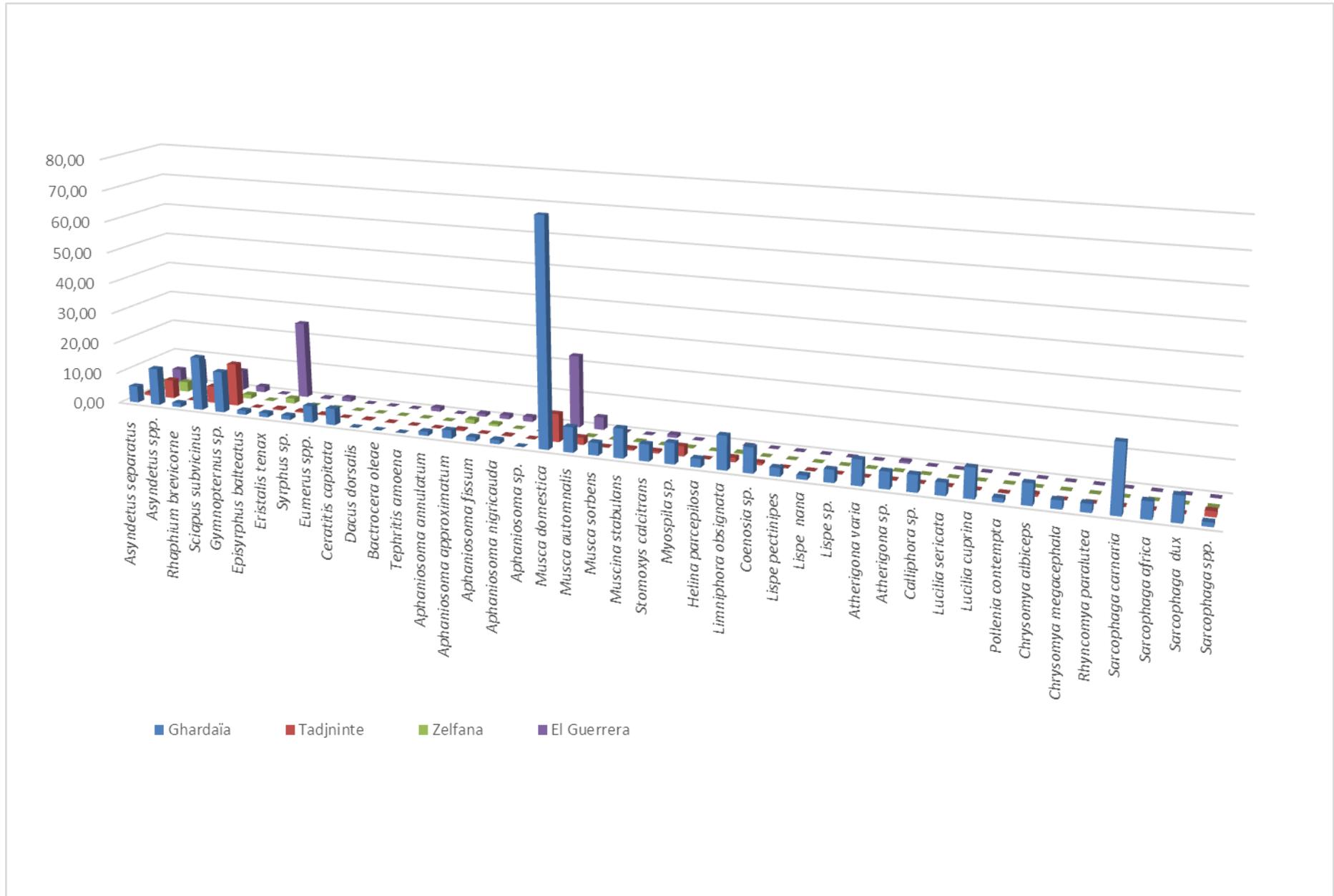


Fig. 101 – Abondances relatives des Brachycera dans les oasis de la Vallée du M’Zab et de ses alentours

constance sont réunies dans le tableau 23. Les valeurs des fréquences d'occurrence sont mises dans le tableau 24.

Tableau 23 – Classes de constances des espèces de Diptera piégées dans la Chebka du M'Zab

Type d'espèces	Indice	S	56
		N. c.	13,8
Extrêmement rares (E.R.)			0 % < F.O. % ≤ 7,3 %
Très rares (T.R.)			7,4 % < F.O. % ≤ 14,5 %
Rares (R.)			14,6 % < F.O. % ≤ 21,8 %
Peu rares. (P.R.)			21,9 % < F.O. % ≤ 29,1 %
Accidentelles. (A.)			29,2 % < F.O. % ≤ 36,3 %
Peu accidentelles. (P.A.)			33,6 % < F.O. % ≤ 43,6 %
Accessoires. (Ar.)			43,7 % < F.O. % ≤ 50,9 %
Peu accessoires. (P.Ar.)			51 % < F.O. % ≤ 58,1 %
Régulières. (Rg)			58,2 % < F.O. % ≤ 65,4 %
Peu régulières. (P. Rg)			65,5 % < F.O. % ≤ 72,7 %
Constantes. (C.)			72,8 % < F.O. % ≤ 79,9 %
Fortement constantes. (F.C.)			80 % < F.O. % ≤ 87,2 %
Peu Omniprésentes (P. O.)			87,3 % < F.O. % ≤ 94,5 %
Omniprésentes (O.)			94,6 % < F.O. % ≤ 100 %

S: Richesse totale; N. c: Nombres de classes de constance; F.O. %: Fréquences d'occurrence

Le nombre de classe des mouches et de moustiques capturées dans l'ensemble des oasis du Oued M'Zab et d'El Guerrera et par l'ensemble des techniques de piégeage est de 14 (Tab. 23).

Tableau 24 – Fréquence d'occurrence et constance des Diptera piégées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Espèce	Paramètres	N	F.O. %	C
<i>Anopheles sergentii</i>		3	1,49	E.R.
<i>Aedes caspius</i>		1	0,50	E.R.
<i>Culiseta deserticola</i>		6	2,99	E.R.
<i>Culex hortensis</i>		6	2,99	E.R.
<i>Culex pipiens</i>		22	10,95	T.R.
<i>Culex theileri</i>		2	1,00	E.R.
<i>Culiseta longiareolata</i>		35	17,41	R.
<i>Culiseta subochrea</i>		4	1,99	E.R.
<i>Uranotaenia unguiculata</i>		6	2,99	E.R.
<i>Culicoides imicola</i>		32	15,92	R.
<i>Culicoides albicans</i>		32	15,92	R.
<i>Culicoides</i> sp.		9	4,48	E.R.
Ceratopogonidae spp. indét		26	12,94	T.R.

<i>Asyndetus separatus</i>	19	9,45	T.R.
<i>Asyndetus</i> spp.	33	16,42	R.
<i>Rhaphium brevicorne</i>	1	0,50	E.R.
<i>Sciapus subvicinus</i>	54	26,87	P.R.
<i>Gymnopternus</i> sp.	40	19,90	R.
<i>Episyrphus balteatus</i>	2	1,00	E.R.
<i>Eristalis tenax</i>	27	13,43	T.R.
<i>Syrphus</i> sp.	3s	1,49	E.R.
<i>Eumerus</i> spp.	7	3,48	E.R.
<i>Ceratitis capitata</i>	4	1,99	E.R.
<i>Dacus dorsalis</i>	1	0,50	E.R.
<i>Bactrocera oleae</i>	1	0,50	E.R.
<i>Tephritis amoena</i>	3	1,49	E.R.
<i>Aphaniosoma annulatum</i>	1	0,50	E.R.
<i>Aphaniosoma approximatum</i>	7	3,48	E.R.
<i>Aphaniosoma fissum</i>	3	1,49	E.R.
<i>Aphaniosoma nigricauda</i>	3	1,49	E.R.
<i>Aphaniosoma</i> sp.	1	0,50	E.R.
<i>Musca domestica</i>	105	52,24	Ac.
<i>Musca autumnalis</i>	19	9,45	T.R.
<i>Musca sorbens</i>	4	1,99	E.R.
<i>Muscina stabulans</i>	13	6,47	E.R.
<i>Stomoxys calcitrans</i>	7	3,48	E.R.
<i>Myospila</i> sp.	7	3,48	E.R.
<i>Helina parcepilosa</i>	2	1,00	E.R.
<i>Limniphora obsignata</i>	15	7,46	T.R.
<i>Coenosia</i> sp.	9	4,48	E.R.
<i>Lispe pectinipes</i>	2	1,00	E.R.
<i>Lispe nana</i>	1	0,50	E.R.
<i>Lispe</i> sp.	3	1,49	E.R.
<i>Atherigona varia</i>	6	2,99	E.R.
<i>Atherigona</i> sp.	7	3,48	E.R.
<i>Calliphora</i> sp.	5	2,49	E.R.
<i>Lucilia sericata</i>	4	1,99	E.R.
<i>Lucilia cuprina</i>	7	3,48	E.R.
<i>Pollenia contempta</i>	2	1,00	E.R.
<i>Chrysomya albiceps</i>	7	3,48	E.R.
<i>Chrysomya megacephala</i>	3	1,49	E.R.
<i>Rhyncomya paralutea</i>	2	1,00	E.R.
<i>Sarcophaga carnaria</i>	17	8,46	T.R.
<i>Sarcophaga africa</i>	5	2,49	E.R.
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) dux</i>	6	2,99	E.R.
<i>Sarcophaga</i> spp.	2	1,00	E.R.

N. : nombres de relevés où l'espèce i est présente; **F.O. %**: Fréquences d'occurrence; **C**: Classes de constance; **E.R.**: extrêmement rares; **T.R.**: très rares; **R**: rares; P.R. peu rares. Ac. accidentelles

Au total 42 espèces capturées dans l'ensemble des oasis sont extrêmement rares (Tab. 24). Seulement 7 espèces sont très rares dans la région de Ghardaïa. Il s'agit de *Culex pipiens*, *Ceratopogonidae* spp., *Asyndetus separatus*, *Eristalis tenax*, *Musca autumnalis*, *Limniphora obsignata* et *Sarcophaga carnaria*. Parallèlement 5 autres espèces sont classées rares dans la région de Ghardaïa. Ce sont *Culiseta longiareolata*, *Culicoides imicola*, *Culicoides albicans*, *Asyndetus* spp. et *Gymnopternus* sp. La seule espèce classée peu rare est *Sciapus subvicinus*. La seule espèce qui fait partie de la classe accidentelle est *Musca domestica*. Cette dernière espèce est capturée en très grand nombre. Les espèces vues dans un seul relevé en plusieurs exemplaires sont au nombre de 4. *Aedes caspius* est capturée par la méthode de Dipping dans la station de Zelfana en décembre 2011. Cette station subit le problème de la remontée de la nappe phréatique. *Dacus dorsalis* est piégée dans les assiettes jaunes dans l'ancienne oasis de Tadjnint en 2013. Le même type de piège a permis la capture d'*Aphaniosoma annulatum* et de *Lispe nana* dans l'oasis de Ghardaïa en octobre 2015. Des présentations des fréquences d'occurrences des espèces de Nematocera (Fig. 102) et des espèces de Brachycera (Fig. 103) sont données.

4.4.2. – Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisée pour l'exploitation des résultats sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équirépartition. Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale ($H' \text{ max}$) et de l'équirépartition des espèces de Diptera sont calculées et exposées dans le tableau 25.

Tableau 25 – Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale ($H' \text{ max}$) et de l'indice d'équirépartition des espèces de Diptera

Stations	Ghardaïa	Tadjninte	Zelfana	El Guerrera	Totaux
H' (bits)	1,06	1,03	0,94	1,01	1,23
H' max (bits)	1,7	1,5	1,5	1,3	1,7
E	0,62	0,67	0,62	0,76	0,7

H' : indice de diversité de Shannon-Weaver; **H' max** : diversité maximale; **E** : équirépartition

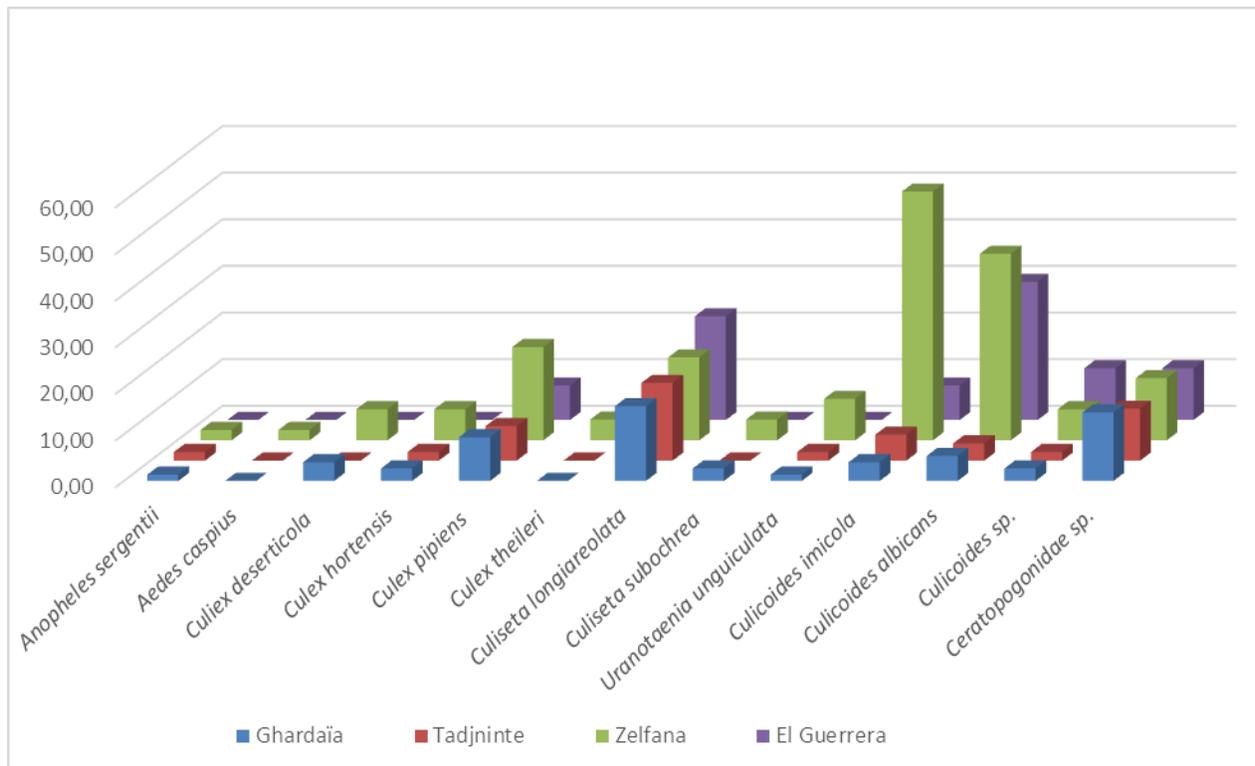


Fig. 102 – Fréquences d’occurrence des Nematocera dans les palmeraies de la région de Ghardaïa

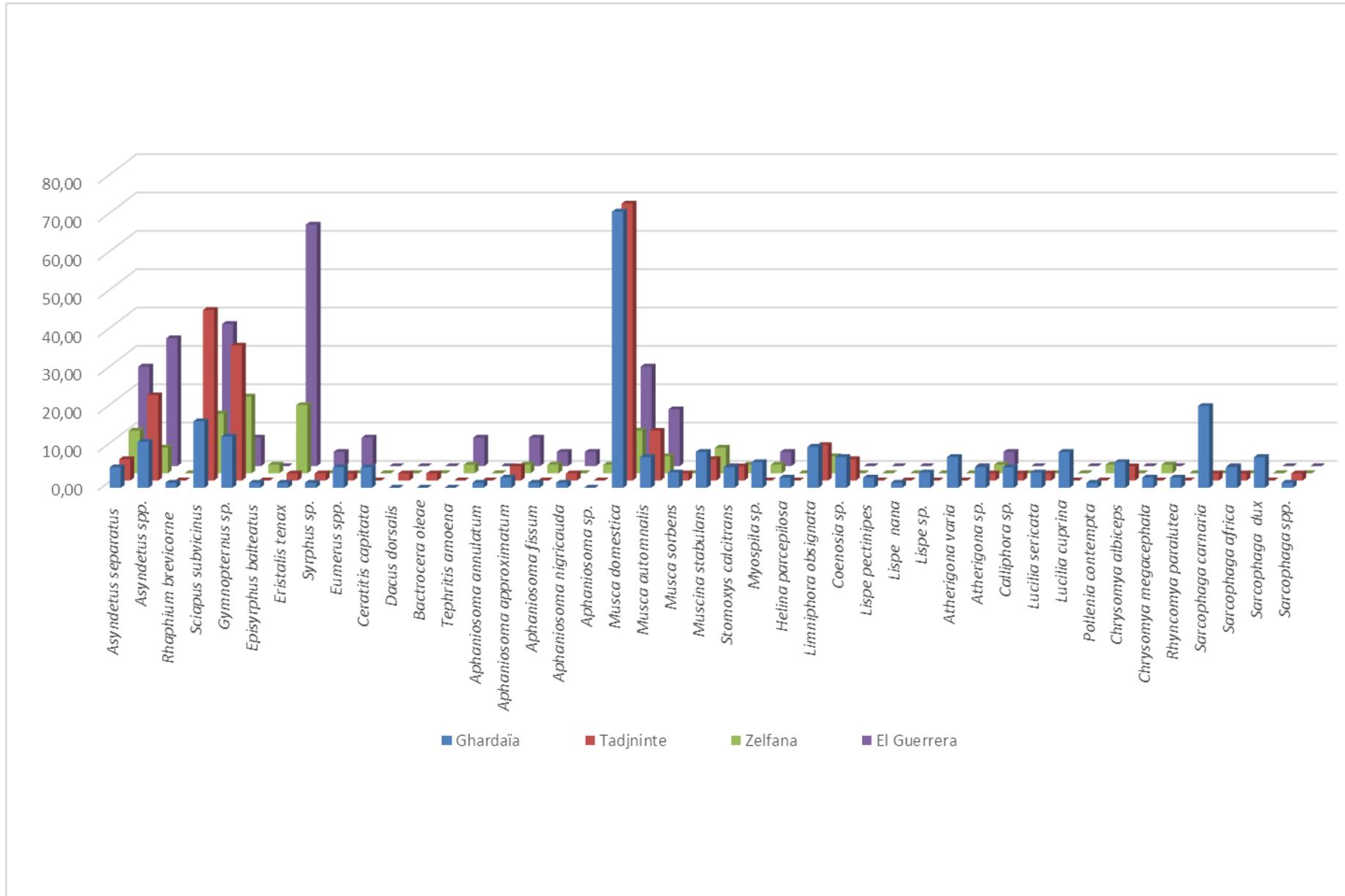


Fig. 103 – Fréquences d'occurrence des Brachycera dans les palmeraies de la région de Ghardaïa

Toutes les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver calculées pour les espèces de Diptera piégées dans la région de Ghardaïa sont proches de 1 (Tab. 25). Ces valeurs varient entre $H' = 0,94$ bits pour la nouvelle palmeraie de Zelfana et $H' = 1,06$ bits pour les oasis de Ghardaïa. Cette valeur est égale à 1,23 bits dans l'ensemble des oasis. Il est à conclure que le milieu est pauvre en espèces ou bien que le milieu n'est pas favorable pour le développement des Diptères. Les valeurs de l'équirépartition obtenues par l'utilisation de différents types de pièges varient entre 0,62 et 0,76 (Tab. 25). Ces valeurs tendent vers 1. Cela signifie que les effectifs des espèces présentes dans toutes les stations ont tendance à être en équilibre entre eux.

4.5. – Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

L'analyse factorielle des correspondances a pour but de faire ressortir les différences dans la diversité et la répartition des espèces de Diptera entre les oasis de la région de Ghardaïa: Ghardaïa elle-même, Tadjninte, Zelfana et Guerrera. La présence et l'absence des espèces en fonction des stations pour les années allant de 2011 jusqu'en 2015 sont mentionnées dans le tableau 26 (annexe 4).

– La contribution à l'inertie totale des espèces de Diptera pour les quatre oasis de la région de Ghardaïa, est égale à 44,78 % pour l'axe 1 et de 34,32 % pour l'axe 2. La somme de ces taux est égale à 79,10 %. En conséquence, l'essentiel des informations sont contenues dans le plan défini par les axes 1 et 2 et qui suffit pour exploiter les présents résultats (Fig. 104).

– La participation des oasis pour la formation des axes 1 et 2 est la suivante :

Axe 1 : l'oasis de Ghardaïa participe avec 40,47 % et la nouvelle palmeraie de Zelfana avec 40,32 % pour la formation de l'axe 1.

Axe 2 : C'est l'oasis de Tadjninte qui intervient le plus avec un taux de 44,32 %. La palmeraie d'El Guerrera contribue avec 14,64% pour la formation de l'axe 2.

– La participation des espèces de Diptera dans la construction des axes 1 et 2 est la suivante :

Axe 1 : l'espèce qui contribue le plus à la construction de l'axe 1 est *Trupanea amoena* (026) avec 5,50 %. *Aedes caspius* (002), *Culex theileri* (006) et *Aphaniosoma* sp. (031) n'interviennent qu'avec 5,30 % chacune. D'autres espèces participent plus faiblement avec 3,40 % chacune

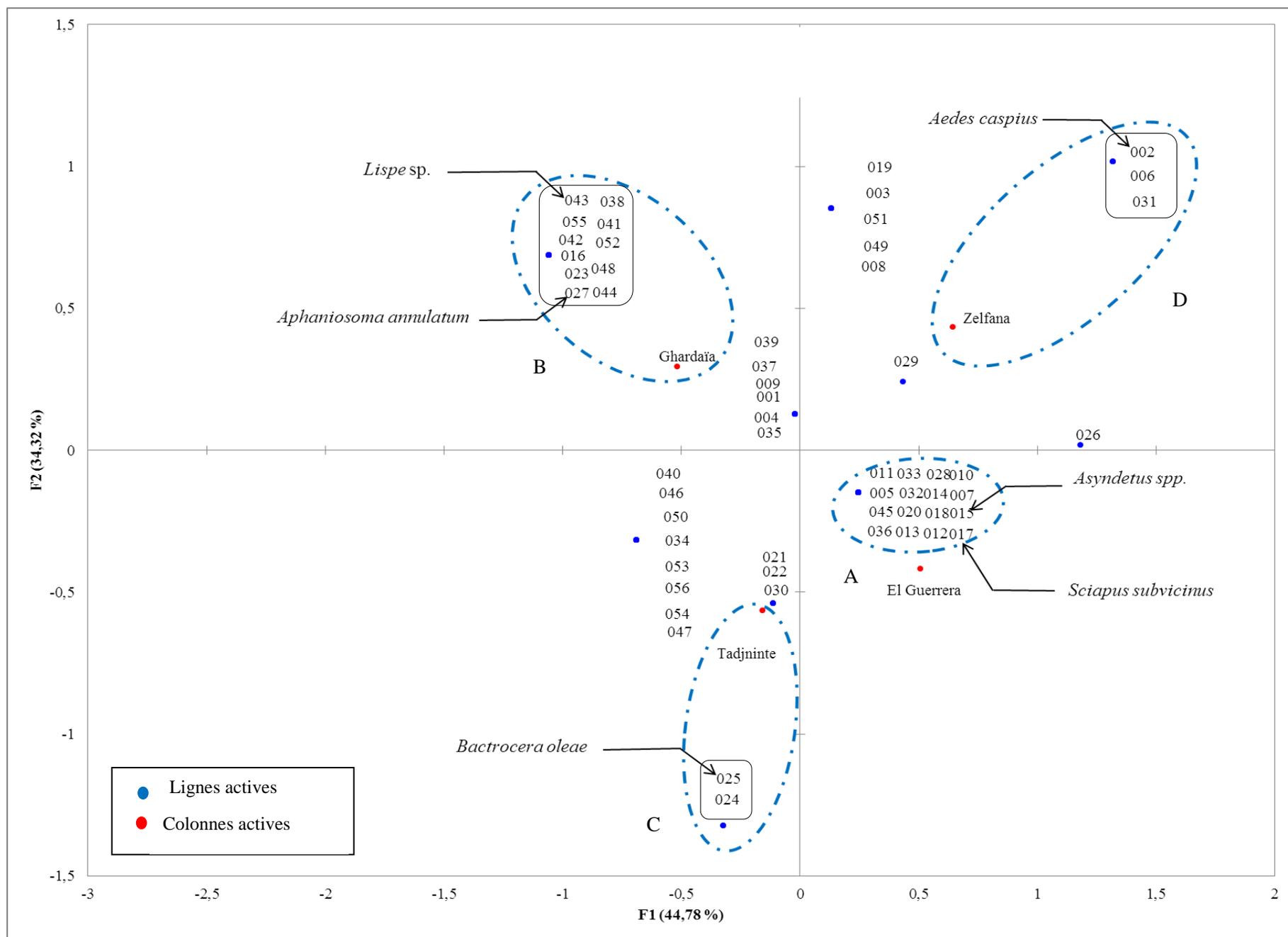


Fig. 104 – Carte factorielle axes (1-2) des espèces de Diptera échantillonnées dans les oasis de la région de Ghardaïa entre 2011 et 2015

comme *Rhaphium brevicorne* (016), *Helina parcepilosa* (038), *Rhyncomya paralutea* (052) et *Sarcophaga dux* (055). Les autres espèces contribuent encore plus faiblement. Par contre, les cinq espèces qui ne contribuent pas (0 %) pour la formation de l'axe 1 sont *Anopheles sergentii* (001), *Culex hortensis* (004), *Uranotaenia unguiculata* (009), *Muscina stabulans* (035), *Myospila* sp. (037) et *Limnophora obsignata* (039).

Axe 2 : les espèces qui participent le plus à la formation de l'axe 2 avec 6,95 %, sont *Dacus dorsalis* (024) et *Bactrocera oleae* (025). Cinq espèces interviennent avec 5,76 %. Ce sont *Culex deserticola* (003), *Culiseta subochrea* (008), *Episyrphus balteatus* (019), *Pollenia contempta* (049) et *Chrysomya megacephala* (051). Les espèces qui participent avec 3,46 % sont *Syrphus* sp. (021), *Eumerus* spp. (022) et *Aphaniosoma nigricauda* (030). Huit espèces n'interviennent qu'avec 0,80 % chacune dans la formation de l'axe 2. Ce sont notamment *Calliphora* sp. (046) et *Chrysomya albiceps* (050). Les autres espèces jouent un rôle beaucoup plus faible.

– Répartition des stations suivant les quadrants :

En vue générale, il est à remarquer la distribution des sites d'étude entre les quatre quadrants. En effet, l'oasis de Ghardaïa se situe dans le premier quadrant, la nouvelle palmeraie de Zelfana dans le deuxième, celle d'El Guerrera dans le troisième quadrant, l'ancienne oasis de Tadjninte dans le quatrième quadrant. Les oasis sont isolées chacune dans un quadrant particulier. Ce fait s'explique par des différences quant à leurs compositions respectives en espèces de Diptera inventoriées. Pour ce qui est la répartition des espèces en fonction des quadrants, il est à noter la formation de 7 groupements dont 4 remarquables désignés par A, B, C et D (Fig. 104).

Le groupement A renferme 16 espèces omniprésente. Il s'agit de *Culex pipiens* (005), *Culiseta longiareolata* (007), *Culicoides imicola* (010), *Culicoides albicans* (011), *Culicoides* sp. (012), *Ceratopogonidae* spp. indét (013), *Asyndetus separatus* (014), *Asyndetus* spp. (015), *Sciapus subvicinus* (017), *Gymnopternus* sp. (018), *Eristalis tenax* (020), *Aphaniosoma approximatum* (028), *Musca domestica* (032), *Musca autumnalis* (033), *Stomoxys calcitrans* (036) et *Atherigona* sp. (045).

Le nuage de points B rassemble 11 espèces signalées uniquement dans l'oasis de Ghardaïa. Ce sont *Rhaphium brevicorne* (016), *Ceratitis capitata* (023), *Aphaniosoma annulatum* (027) *Helina parcepilosa* (038), *Lispe pectinipes* (041), *Lispe nana* (042), *Lispe* sp. (043), *Atherigona varia* (044), *Lucilia cuprina* (048), *Rhyncomya paralutea* (052) et *Sarcophaga dux* (055).

Le groupement C comprend deux espèces capturées seulement dans l'ancienne oasis de Tadjninte. Ce sont *Dacus dorsalis* (024) et *Bactrocera oleae* (025)

Le nuage de points D réunit trois espèces qui ne sont vues que dans la palmeraie de Zelfana. Il s'agit d'*Aedes caspius* (002), de *Culex theileri* (006) et de *Aphaniosoma* sp. (031).

Chapitre V – Discussion sur les Diptera capturées dans les oasis de la région de Ghardaïa

Les discussions portent sur plusieurs aspects, tout d'abord sur la biodiversité et la taxonomie des espèces de Diptères vues et identifiées après l'échantillonnage dans la Vallée du M'Zab et aux alentours de Ghardaïa. Puis, des comparaisons bibliographiques avec les présents résultats à propos de la bioécologie et l'importance des mouches et des moustiques observés sont entreprises. Les discussions se terminent par l'examen des résultats exploités par différents indices écologiques et statistiques.

5.1. – Biodiversité et taxonomie des espèces de Diptera de la Vallée du M'Zab

La discussion sur la liste des familles et des espèces de la région du M'Zab est présentée. Ensuite, les familles des Nematocera et des Brachycera sont traitées séparément. Il sera question par la suite de la clé dichotomique d'identification des familles de Diptera.

5.1.1 – Discussion sur la liste des familles de Diptera capturées dans la Vallée du M'Zab

Les deux familles de Nematocera étudiées lors de la présente étude sont les Culicidae et les Ceratopogonidae. Les familles Brachycères qui retiennent notre attention sont celles des Dolichopodidae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Chyromyidae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Sarcophagidae. Les résultats obtenus diffèrent de ceux d'ARIGUE *et al.* (2009). Ces auteurs ont capturé 13 familles de Diptera à Oued El Haï près de Biskra. Parmi ces familles, 7 appartiennent aux Brachycera. Ce sont les Tabanidae, les Dolichopodidae, les Athericidae, les Ephydriidae, les Anthomyiidae, les Rhagionidae et les Thaumaleiidae. Dans un champ de la luzerne à Ouargla, KHERBOUCHE *et al.* (2015) ont piégé dans les pots Barber et grâce au filet fauchoir des espèces appartenant aux Dolichopodidae, aux Syrphidae, aux Culicidae, et aux Tephritidae. Ces auteurs n'ont pas échantillonné des espèces de la famille des Ceratopogonidae, ni de celle des Sarcophagidae. Les résultats obtenus sur les familles de Brachycères confirment ceux de BABA AISSA *et al.* (2017a). Ces auteurs signalent la présence de 20 familles de Brachycera dans les oasis de l'Oued M'Zab. Il s'agit des Dolichopodidae, des Hybotidae, des Empididae, des Phoridae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Sepsidae, des Sphaeroceridae, des Chyromyiidae, des Opomyzidae, des Agromyzidae, des Drosophilidae, des Ephydriidae, des Chloropidae, des Muscidae, des Ulidiidae, des Calliphoridae, des Rhinophoridae, des Tachinidae et des Sarcophagidae.

5.1.2. – Discussion sur le sous-ordre des Nematocera

Les deux familles de Nematocera qui retiennent l'attention dans les oasis de la région de Ghardaïa sont celles des Culicidae et des Ceratopogonidae.

5.1.2.1. – Culicidae observés dans la Vallée du M'Zab

Le nombre d'espèces de la famille des Culicidae capturées dans l'ensemble des oasis du M'Zab est égal à 9. MERABTI et OUAKID (2011) ont pu identifier 22 espèces de moustiques à Biskra. BOUKRAA *et al.* (2013) font état de l'existence de 10 espèces de la famille des Culicidae capturées dans les gîtes situés tous au long de l'Oued M'Zab. Il est à rappeler que BRUNHES *et al.* (2000) estiment à 50 les espèces de Culicidae présentes en Algérie. Les espèces piégées dans les oasis faisant partie de deux sous-familles, celle des Anophilinae avec un seul genre et une seule espèce: *Anopheles sergenti* et celle des Culicinae avec 4 genres dont les espèces *Aedes caspius*, *Culix deserticola*, *Culex hortensis*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta subochrea* et *Uranotaenia unguiculata*. D'autres auteurs citent six autres espèces de moustiques signalées dans les oasis de la Vallée du M'Zab autres que celles identifiées dans la présente recherche. Quatre parmi elles sont citées récemment et deux dans les littératures anciennes. Il s'agit d'*Anopheles labranchiae* Falleroni, 1926 (BRUNHES *et al.*, 1999), d'*Anopheles multicolor* Falleroni, 1926 (BENABADJI et LARROY 1969a, b; BRUNHES *et al.*, 1999; HAMMADI *et al.*, 2009; D.S.P.G., 2017), d'*Anopheles cinereus* Theobald, 1903 et d'*Anopheles d'thali* Patton, 1905 (D.S.P.G., 2017), de *Culex perexiguus* Theobald, 1903 (BENABADJI et LARROY 1969b; BRUNHES *et al.*, 1999). D'après BRUNHES *et al.* (1999) la nomenclature d'*Anopheles hispaniola* Theobald, 1903 citée par JACQUEMIN (1952) et BENABADJI et LARROY (1969a) est devenue *Anopheles cinereus* et celle de *Culex tipuliformis* Edwards 1952, mentionnée par JACQUEMIN (1952) est remplacée par *Culex theileri*. Les résultats obtenus confirment ceux de BOUKRAA *et al.* (2013), mis à part *Culex laticinctus* Edwards, 1913.

5.1.2.2. – Ceratopogonidae piégés dans la Vallée du M'Zab

Les espèces de la famille des Ceratopogonidae sont capturées à l'intérieur des oasis de la Vallée du M'Zab, en particulier là où se trouvent les animaux d'élevage. Ce résultat ne correspond pas à ceux de KOURIM *et al.* (2011) dans les oasis de l'Ahaggar, de

GUERZOU *et al.* (2014) dans une région steppique de Djelfa; de KHERBOUCHE *et al.* (2015) dans les champs de luzerne à Ouargla et ni de DEGHICHE-DIAB *et al.* (2015) dans les oasis de Biskra. Ces auteurs n'ont capturé aucune espèce de la famille des Ceratopogonidae. Cette différence peut être expliquée par l'absence d'animaux d'élevage dans les sites où ces auteurs ont installé leurs pièges. Les quatre espèces échantillonnées lors de la présente étude sont *Culicoides imicola*, *Culicoides albicans*, *Culicoides* spp. et un Ceratopogonidae indéterminé. Ces espèces sont vues dans toutes les palmeraies de Ghardaïa. LOUNACI *et al.* (2014) capturent 4 espèces de Ceratopogonidae dans le marais de Réghaïa. Ces espèces appartenant toutes au genre *Culicoides*. Il s'agit de *C. absoletus*, *C. albicans*, *C. copiosus*. et *C. imicola*.

5.1.3. – Familles des Brachycera notées dans la région d'étude

Les principales familles de Brachycera signalées dans les palmeraies de la région de Ghardaïa à discuter sont celles des Dolichopodidae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Chyromyidae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Sarcophagidae.

5.1.3.1. – Dolichopodidae piégées dans le M'Zab

La famille des Dolichopodidae est signalée dans les oasis de l'Oued M'Zab. Cette remarque se rapproche de celle de KHERBOUCHE *et al.* (2015) qui indiquent l'existence de cette famille dans les oasis d'Ouargla. Le nombre d'espèces identifiées est de 5, soit *Asyndetus separatus*, *Asyndetus* spp., *Rhaphium brevicorne*, *Sciapus subvicinus* et *Gymnopternus* sp.. Cet résultat est conforme à celui de BABA AISSA *et al.* (2017a) qui notent la présence de 5 Dolichopodides dans les oasis de l'Oued M'Zab. Mais, ces résultats diffèrent de ceux de LOUNACI *et al.* (2014) qui confirment l'existence de 4 espèces de Dolichopodidae au niveau du lac du Marais de Réghaïa. Ce sont *Dolichopus* sp., *Dolichopus claviger*, *Hercosomus* sp. et *Hydrophorus* sp. Les deux espèces d'*Asyndetus*, soit *A. separatus* et *A. transversalis* Becker 1907 ainsi que les deux espèces de *Sciapus*, *S. algirus* Macquart 1849 et *S. maurus* Parent, 1930 ont été signalées en Algérie par PARENT (1938). GRICHANOV (2006; 2016) mentionne deux espèces du genre *Rhaphium* en Algérie, mais différentes de celle capturée à Ghardaïa. Il s'agit de *Rhaphium caliginosum* Meigen, 1824 et *Rhaphium appendiculatum* Zetterstedt, 1849.

5.1.3.2. – Syrphidae capturés dans la région d'étude

Les Syrphidae notés dans la région de Ghardaïa appartiennent à quatre genres. Il s'agit d'*Episyrphus balteatus*, d'*Eristalis tenax*, de *Syrphus* sp. et d'*Eumerus* spp. KOURIM *et al.* (2011) ont capturé deux espèces de Syrphidés dans les oasis de Tamanrasset. Ce sont *Syrphus criorrhina* et une autre espèce indéterminée or la nomenclature de *Syrphus criorrhina* n'est pas valide. Le terme *criorrhina* désigne tout d'abord le nom du genre et non pas celui d'une espèce de Syrphidae. *Episyrphus balteatus* et *Eristalis tenax* sont signalées par DJELLAB *et al.* (2013) dans la Numidie et par BABA AISSA *et al.* (2017a) dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab. DJELLAB *et al.* (2013) citent trois espèces du genre *Eumerus* dans la Numidie. Les résultats obtenus ne sont pas conformes à ceux de DEGHCHE-DIAB *et al.* (2015). Ces auteurs citent 4 espèces de Syrphidae dans les oasis de Biskra. Il s'agit de *Sphaerophoria scripta* (Linné, 1758), de *Cheilosia variabilis* (Penzer, 1798), de *Syrphus vitripennis* Meigen, 1822 et de *Melanostoma mellinum* (Linné, 1758). Aux abords du lac de Réghaïa, 8 espèces de Syrphidae sont piégées dans les assiettes jaunes entre octobre 2009 et juin 2010 (LOUNACI *et al.* 2014). Ce sont *Eristalis tenax*, *Eristalis aeneus*, *Syrphus bifasciatus*, *Episyrphus balteatus*, *Syrphus auricollis* Meigen, 1822, *Sericomyia silensis* (Harris, 1776), *Helophilus frutetorum* (Fabricius, 1775) et *Epistrophe* sp.. Plus tard, BERROUANE *et al.* (2016) citent deux espèces seulement échantillonnées entre juillet et septembre 2013 près du même lac de Réghaïa et à l'aide du même type de piège. Il s'agit d'*Eristalis* sp. et *Helophilus* sp. DJELLAB *et al.* (2013) capturent 73 espèces de Syrphidae dans le Nord-Est de l'Algérie, soit à Tébessa et à Numidia.

5.1.3.3. – Tephritidae des oasis du M'Zab

La famille des Tephritidae est signalée dans la présente étude dans les oasis de la région de Ghardaïa. Ce fait constitue une différence avec l'étude de DEGHCHE-DIAB *et al.* (2015) qui n'ont pas trouvé cette famille dans les oasis de Biskra. Ainsi, quatre espèces sont échantillonnées au M'Zab. Ce sont *Ceratitis capitata*, *Dacus dorsalis*, *Bactrocera oleae* et *Trupanea amoena*. La cératite existait dans les oasis du M'Zab depuis longtemps, citée notamment en novembre 1937 par LANGRONIER (1941). Plusieurs travaux récents se sont orientés vers l'étude des Tephritidae en Algérie notamment sur la cératite dans la Vallée du M'Zab (BABA AISSA *et al.*, 2014; 2016; SALAH OU ELHADJ *et al.*, 2017). BABA AISSA *et al.* (2014) notent l'existence de *Trupanea amoena* et de *Bactrocera oleae* dans les oasis de

Ghardaïa. La présence de la mouche de l'olive est confirmée par BABA AISSA *et al.* (2017a) dans les oasis de la Vallée du M'Zab. Les résultats obtenus ne correspondent pas à ceux de LOUNACI *et al.* (2014), qui citent deux autres espèces de Tephritidae capturées aux abords du lac de Réghaïa. Il s'agit d'*Acanthiophilus* sp. et de *Tephritis* sp.

5.1.3.4. – Espèces de Chyromyidae observées

La famille des Chyromyidae est trouvée dans les palmeraies de la région de Ghardaïa. Pourtant, la seule espèce de cette famille capturée en Algérie l'a été par SOOS (1984). Il s'agit de *Chyromya flava* (Linné, 1758). Dans les oasis sises le long de l'Oued M'Zab et aux alentours de Ghardaïa, BABA AISSA *et al.* (2017c) citent 5 espèces signalées pour la première fois en Algérie. Elles appartiennent toutes au genre *Aphaniosoma*. COLLIN (1949) a échantillonné 8 espèces du même genre dans le désert en Egypte. Ultérieurement, EBEJER (2016) fait état de la présence de 33 espèces d'*Aphaniosoma* dans le Nord de l'Afrique. Parmi elles, 5 espèces sont capturées uniquement au Maroc telle que *A. propinquans* Collin, 1949, 5 espèces en Tunisie comme *A. seticauda* Ebejer, 1998 et 7 autres espèces échantillonnées en Egypte comme *Aphaniosoma deemingi* (Ebejer, 1996). Les autres espèces sont vues dans deux pays à la fois ou davantage. Les espèces identifiées lors de la présente étude sont *A. annulatum*, *A. approximatum*, *A. fissum*, *A. nigricauda*, auxquelles il faut ajouter une *Aphaniosoma* indéterminée. EBEJER (2016) mentionne *Aphaniosoma nigricauda* au Maroc, *A. annulatum* et *A. nigricauda* en Tunisie; *A. approximatum* et *A. fissum* en Egypte.

5.1.3.5. – Muscidae de la vallée du M'Zab

La famille des Muscidae est présente par 14 espèces échantillonnées dans la région d'étude. Dans un milieu humide, LOUNACI *et al.* (2014) n'ont échantillonné que 3 espèces de Muscidae près du Lac du Réghaïa. Différents auteurs notent l'existence des espèces de Muscidae dans les régions désertiques. BEDDIAF *et al.* (2014) mentionnent l'existence de deux espèces de Muscidae dans les oasis du Tassili. KHERBOUCHE *et al.* (2015) signalent 3 espèces de Muscidae capturées dans les champs de luzerne à Ouargla. Les résultats obtenus confirment ceux de BABA AISSA *et al.* (2017a) qui soulignent la présence de 8 espèces de Muscidae dans les palmeraies de l'Oued M'Zab. Par contre DEGHICHE-DIAB *et al.* (2015) ne font mention d'aucune espèce de Muscidae dans les oasis de Biskra.

Les espèces identifiées lors de la présente étude sont *Musca domestica*, *Musca autumnalis*, *Musca sorbens*, *Muscina stabulans*, *Stomoxys calcitrans*, *Myospila* sp., *Helina parcepilosa*, *Limniphora obsignata*, *Coenosia* sp., *Lispe pectinipes*, *Lispe nana*, *Lispe* sp., *Atherigona varia* et *Atherigona* sp.. Les mouches domestique et charbonneuse sont citées par BERROUANE *et al.* (2016) dans l'Algérois et par BABA AISSA *et al.* (2017a) dans les oasis de la Vallée du M'Zab. *Musca autumnalis* est citée par BABA AISSA *et al.* (2017b) dans les oasis de Ghardaïa. BEDDIAF *et al.* (2014) remarquent la présence d'une espèce indéterminée de Muscidae en même temps que la mouche domestique dans les palmeraies du Tassili. *Muscina stabulans* et *Musca domestica* sont capturées autour d'un cadavre de sanglier (*Sus scrofa*) en été 2013 à Bordj Bou Arreridj par SAIFI *et al.* (2014). Les espèces de Muscidae piégées aux abords du lac de Réghaïa par LOUNACI *et al.* (2014) sont *Musca domestica*, *Hydrotea irritans*, et *Stomoxys calcitrans*.

5.1.3.6. – Calliphoridae de la région du M'Zab

La famille des Calliphoridae est représentée dans la région d'étude par 7 espèces. Ce sont *Calliphora* sp., *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina*, *Pollenia contempta*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala* et *Rhyncomyia paralutea*. BRAHMI *et al.* (2013) n'ont piégée qu'une seule espèce de Calliphoridae près du Barrage de Taksebt (Tizi-Ouzou). Il s'agit de *Cynomyia mortuorum*. SAIFI *et al.* (2014) ne citent que *Lucilia sericata* comme Calliphoridae échantillonnée au niveau d'un cadavre de sanglier (*Sus scrofa*) en été 2013 à Bordj Bou Arreridj. LOUNACI *et al.* (2014) ont noté 4 espèces de Calliphoridae aux abords du lac de Réghaïa. Il s'agit de *Calliphora vicina*, *Calliphora erythrocephala*, *Calliphora* sp. et *Lucilia* sp.. BERROUANE *et al.* (2016) remarquent l'existence d'une seule espèce de Calliphoridae non identifiée près de ce même lac de Réghaïa. Plusieurs auteurs n'ont trouvé aucune espèce de cette famille dans les oasis d'Algérie. C'est le cas de KOURIM *et al.* (2011) à Tamanrasset, de BEDDIAF *et al.* (2014) à Djanet, de DEGHCHE-DIAB *et al.* (2015) à Biskra et de KHERBOUCHE *et al.* (2015) à Ouargla.

5.1.3.7. – Famille et espèces de Sarcophagidae

Les Sarcophagidae piégés dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab et aux alentours de Ghardaïa sont au nombre de 5. Ce sont *Sarcophaga carnaria*, *Sarcophaga africa*, *Sarcophaga dux*, *Sarcophaga* sp. et Sarcophagidae spp. indét. (espèce en cours de

détermination). La seule espèce de cette famille capturée dans la palmeraie de Beni-Izguen (Ghardaïa), attirée par un appât de viande, le 4 avril 2014 est *Sarcophaga africa* (TALEB *et al.*, 2014). Les résultats obtenus ne concordent pas avec ceux de SAIFI *et al.* (2014) qui ne citent dans leurs travaux que *Sarcophaga* sp. près de la dépouille d'un sanglier à Bordj Bou Arreridj. Par contre, les résultats du présent travail confirment ceux de LOUNACI *et al.* (2014). Ces derniers auteurs identifient 3 espèces de Sarcophagidae à proximité du lac de Réghaïa. Ces espèces appartiennent toutes au même genre *Sarcophaga*. Ce sont *Sarcophaga carnaria*, *Sarcophaga melaneura* et *Sarcophaga muscaria*. Dans la même station, BERROUANE *et al.* (2016) rapportent la présence des Sarcophagidae sans préciser les noms des espèces observées. Cette famille n'est pas mentionnée dans plusieurs régions désertiques et même humides d'Algérie comme KOURIM *et al.* (2011) dans la région de Tamanrasset, BRAHMI *et al.* (2013) près de Tizi-Ouzou, DEGHICHE-DIAB *et al.* (2015) à Biskra, KHERBOUCHE *et al.* (2015) aux alentours d'Ouargla, BEDDIAF *et al.* (2014) à Djanet et GUERZOU *et al.* (2014) dans la steppe de Djelfa.

5.1.4. – Discussion sur la clé d'identification des imagos des principales familles de Diptera vues dans les oasis de Ghardaïa

Une clé dichotomique de détermination des principales familles de Diptera capturées dans les oasis de la région de Ghardaïa est présentée. Différents critères morphologiques permettant l'identification des Diptères notamment la coloration du thorax, la pigmentation de l'abdomen, la nervation alaire et la chétotaxie et dans certains cas, les particularités des génitalias sont utilisés. SIVINSKI (1997) estime que les diptères doivent être examinés à partir des têtes, des particularités des pattes et de la taille des organes génitaux. La clé dichotomique est l'outil de base pour les systématiciens. Cet outil de grande importance a subi actuellement de grandes améliorations grâce à la biologie moléculaire. En effet les espèces sont confirmées par examen de leurs ADN ou ARN. Mais jusqu'à l'heure actuelle, les diptéristes continuent de présenter de nouvelles clés surtout quand il s'agit des espèces nouvellement découverts. Selon HARBACH (2007) l'approche hautement souhaitable pour l'étude des espèces cryptiques est l'intégration de la taxonomie morphologique avec des études moléculaires, ce qui garantit que les résultats du séquençage de l'ADN sont correctement connectés à la systématique existante. Cette nouvelle méthode surmonte certains problèmes liées à la morphologie des mouches et de moustiques (ROLO *et al.*, 2013). Les Nematocera piégés dans l'oasis de Ghardaïa sont caractérisés par de longues

antennes filiformes, avec au moins 6 articles, des pattes fragiles généralement plus longues que le corps. ELOUARD (1981) mentionne que les Nematocera sont caractérisés par des antennes longues de 6 à 40 articles et des palpes généralement grêles. Pour ce qui concerne les espèces de Brachycera capturées dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab et dans ses alentours, leurs antennes ne sont pas filiformes. Mais, elles sont souvent composées de 3 articles courts dont le dernier est plus large que les autres et porte une arista. Ces caractères sont tout à fait comparables à ceux des brachycères décrites dans les publications et ouvrages classiques. Les palpes maxillaires se composent de 1 à 2 articles. La longueur des pattes est égale à celle du corps. ELOUARD (1981) précise que la tête des imagos des Brachycera porte des antennes courtes de 3 articles et trois ocelles insérées sur une plaque frontale de forme triangulaire. Les Culicidae échantillonnées dans la nouvelle palmeraie de Zelfana ont les caractéristiques suivantes. Des écailles recouvrent toutes les nervures alaires, les pattes et l'abdomen. Les 10 nervures alaires aboutissent jusqu'à l'extrémité de l'aile. L'appareil buccal des femelles est piqueur-suceur. Les antennes des mâles sont plumeuses. Pour WOOD (1984) les caractéristiques morphologiques principales des Culicidae s'appuient sur la forme, la longueur et les écailles du proboscis, sur le revêtement par les écailles du corps, des pattes et des 10 nervures alaires dont la costale (C), la sous-costale (Sc), les radiales (R_1 , R_2 , R_3 et R_{4+5}), les médianes (M_1 et M_2), les deux branches antérieures cubitales (CuA_1 et CuA_2), la branche postérieure cubitale (CuP). et l'anale (A). La cubitale et la Cu. n'ont pas une importance dans la systématique (WOOD, 1984). Les Ceratopogonidae vues dans les étables à Ghardaïa portent des ailes membraneuses bordées de fines soies. La médiane est bifurquée et le secteur radial réduit. L'appareil buccal visible est adapté pour piquer chez les femelles. D'après REMM (1988), les espèces de cette famille se caractérisent par une nervure médiane bifurquée, et des pièces buccales bien développées, adaptées chez les femelles pour piquer et sucer. Les Syrphidae sont reconnaissables à la fausse nervure longitudinale. M_1 est recourbée vers R_{4+5} . La cellule r_{4+5} est fermée. Le corps est noir avec des bandes ou des tâches jaunes. SPEIGHT et SARTHOU (2012) mentionnent que cette fausse nervure n'est absente que chez les espèces du genre *Flaviventris*. Les Calyptera se reconnaissent à une ride supérieure au niveau du deuxième article antennaire et à une ou plusieurs vibrisses. D'après ROTH (1980) les Calyptera ont des cuillerons thoraciques bien développés. Le deuxième article antennaire porte une incision longitudinale. Au contraire, le deuxième article antennaire des Acalyptera est sans ride. Selon ROTH (1980) les Acalyptera possèdent des cuillerons alaires vestigiaux ou petits ne cachant pas les haltères. Les espèces des Tephritidae de la région de Ghardaïa sont de petite taille et n'ont pas de vibrisse. Leurs ailes comportent des motifs

distincts avec une costale qui ne borde pas toute l'aile. L'oviscapte est télescopique et aplati en lancette. Selon A.C.T. (2011) les ailes des Tephritidae portent des motifs en bandes et la nervure sous costale est dirigée vers la costale formant un angle droit. Pour ce qui concerne les Chyromyidae, R_{2+3} est recourbée vers R_{4+5} . Ces espèces sont grises ou de teinte jaune pâle. Selon EBEJER (2009) quelques espèces de Chyromyidae sont noires. Mais, la plupart sont de couleur jaune pâle. Les Dolichopodidae ont deux nervures issues de la nervure transversale DM-Cu qui sont orientées vers l'extrémité alaire. Les pattes sont très longues. Selon D'ASSIS FONSECA (1968) la cellule basale est très petite ou parfois absente. La nervure cubitale n'est jamais bifurquée. Et la majorité des espèces ont une couleur du corps métallique. Le thorax et l'abdomen des Calliphoridae sont brillants verts ou bleus, ou portent une pilosité soyeuse dorée. La médiane M_1 est recourbée vers R_{4+5} . Ces critères sont présentés par AMAT *et al.* (2008). Pour les spécimens de Muscidae recueillis dans la région de Ghardaïa, la nervure anale A_1 ne touche pas le bord de l'aile. Chez cette famille, les deux nervures A_2 et A_1 sont presque parallèles, la médiane M_1 est recourbée vers R_{4+5} ou non. Ces critères confirment ceux de D'ASSIS FONSECA (1968). Les Sarcophagidae piégés dans le M'Zab sont complètement noires et chatoyantes. Leur cuilleron thoracique est grand. Les ailes portent une nervure M_1 recourbée vers R_{4+5} . Selon DAHLEM et NACZI (2006) l'abdomen des Sarcophagidae est surtout noir.

5.2. – Importance des espèces de Diptera étudiées

Les discussions sur des aspects bioécologiques en même temps que sur l'importance agricole, forestière, sanitaire et vétérinaire des espèces de Diptera échantillonnées dans les oasis de la Vallée du M'Zab sont présentées.

5.2.1. – Discussion sur les Diptères d'importance agricole et forestière

La discussion sur les familles de Diptera d'importance agricole et forestière porte sur trois aspects: d'abord les espèces déprédatrices, puis celles pollinisatrices et celles prédatrices ou parasitoïdes observées dans les oasis de la région de Ghardaïa.

5.2.1.1. – Discussion sur les Diptères déprédateurs

Plusieurs espèces de Diptera échantillonnées dans les oasis de la Vallée du M'Zab sont considérées comme des déprédateurs potentiels. Ces espèces appartiennent aux

Muscidae et aux Tephritidae. La plupart de celles du genre *Atherigona* sont phytophages. Elles se développent sur les jeunes pousses des graminées (PONT, 1981). Ces mouches ont une importance économique très élevée. PONT et DEEMING (2001) ont découvert une nouvelle espèce de ce même genre en Egypte, *Atherigona tritici* qui se développe aux dépens du blé, *Triticum aestivum*. Les Tephritidae retiennent l'attention. Elles ont une importance particulière du point de vue économique dans la région méditerranéenne (MERZ et BLASCO-ZUMETA, 1995). Les mouches de fruits sont exclusivement phytophages et endophytes à l'état larvaire (BOUGNEE 2006; RIAZ et SARWAR 2013). BABA AISSA *et al.* (2016, 2017b) remarquent la présence des asticots de la cératite (*Ceratitis capitata*) dans certains fruits à l'intérieur des palmeraies tels que les oranges, les mandarines, les abricots et les grenades. Les derniers auteurs cités soulignent la chute du rendement lors de la récolte de ces fruits. Ces observations confirment celles de LAAMARI *et al.* (2015) qui mentionnent que la cératite infeste aussi les abricots, les figues, les grenades et les pommes dans les régions de Batna et de Khenchela. Ces déprédations sur plusieurs arbres fruitiers sont dues aux changements climatiques (LAAMARI *et al.*, 2015). La mouche des citrouilles, *Dacus frontalis* est inféodée au concombre arménien cultivée dans les oasis de M'Zab. Cette remarque confirme celle de HAFSI *et al.* (2015). Ces auteurs signalent cette espèce de Tephritidae pour la première fois en Tunisie. Cette mouche phytophage sur plusieurs Cucurbitaceae a comme hôtes principaux, la citrouille (*Cucurbita melo*) et la pastèque (*Citrillus lanatus*). D'autres Cucurbitacées sont considérées comme hôtes secondaires comme la coloquinte (*Citrillus colocynthis*) (HAFSI *et al.*, 2015). Quelques cas de dégâts sur les olives sont observés dans l'oasis de Tadjninte. Ils sont le fait de *Bactrocera oleae*. FRAH (2014) mentionne que le taux d'infestation des olives par la mouche de l'olive, varie entre 15 et 60 % dans les oliveraies de l'Est algérien.

5.2.1.2. – Diptères pollinisateurs

Les deux sexes de certaines espèces de Diptera comme *Eristalis tenax* (Syrphidae) et *Aphaniosoma nigricauda* (Chyromyidae) sont observées sur le terrain près des plantes en fleurs. Cela confirme les remarques de DOWNES et WIRTH (1981) qui précisent que les deux sexes des Ceratopogonidae visitent les fleurs. La même remarque est faite pour les mouches à longues pattes ou Dolichopodidae (KEVAN, 2002). La plupart des adultes de Syrphidae sont observés auteur des fleurs dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab. FRANCIS (2001) note que les adultes des syrphes sont couramment vus sur les fleurs d'une

grande diversité d'espèces végétales. Selon GILBERT (1981) les syrphes visitent les fleurs à longue corolle qui contiennent plus de nectar. Durant l'échantillonnage au printemps, *Episyrphus balteatus* et *Eristalis tenax* sont vues autour des fleurs des adventices dans les palmeraies de Ghardaïa et celles de Zelfana. Cette observation confirme les recherches expérimentales de GILBERT (1981) qui montre que 80 % des femelles d'*Eristalis tenax* contre 8 % seulement d'*Episyrphus balteatus* se nourrissent de nectar. Cela est dû aux différences morphologiques du proboscis entre les deux espèces.

5.2.1.3. – Diptères prédateurs ou parasitoïdes

Dans la nouvelle palmeraie de Zelfana, des asticots du syrphe ceinturé, (*Episyrphus balteatus*) sont observées en train de se nourrir sur des pucerons. Cette remarque confirme celle de DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (1993) qui notent que les Syrphidae sont prédateurs de pucerons et celle de VANHAELEN *et al.* (2002) qui précisent que *Episyrphus balteatus* est un aphidiphage généraliste. Selon BROOKS (2002) tous les Syrphinae et quelques espèces d'Eristalinae sont des prédateurs d'Aphididae, d'autres Homoptères, et occasionnellement de thrips (Thysanoptera) et de chenilles de Lepidoptera. Les Syrphes prédateurs de pucerons d'agrumes près de Tizi-Ouzou sont *Epistrophe balteata* De Geer, 1763 et *Epistrophe corollae* Fabricius, 1822 (KITOUS *et al.*, 2014). Les Syrphides zoophages dans les oasis des Ziban (Biskra) sont *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus vitripennis* et *Melanostoma mellinum* (DEGHICHE-DIAB *et al.*, 2015). Parmi les Dolichopodidae capturées dans les palmeraies de la région de Ghardaïa, *Sciapus subvicinus* présente 5 dents au niveau de leur fémur antérieur, ce qui lui permet de capturer une proie et de s'en nourrir. BRUNEL et COZIC (2009) mentionnent que les adultes de Dolichopodidae sont des prédateurs polyphages. Les espèces de cette famille se nourrissent de différents petits invertébrés y compris quelques déprédateurs (BRUNEL *et al.*, 1990; GRICHANOV et TONGUÇ, 2010). VERVES (2007) mentionne que les asticots de 2^{ème} et de 3^{ème} stade larvaire de *Chrysomya albiceps* sont des prédateurs de larves d'autres mouches. Toutes les femelles des Ceratopogonidae à l'exception de celles des *Culicoides* sont prédatrices des petits insectes comme les Chironomidae et les Culicidae (WERNER et PONT, 2003). Les espèces des genres *Limnophora* et *Lispe* (Muscidae) sont présentes dans l'oasis de Ghardaïa. Les larves et les adultes de ces deux genres sont prédatrices de Simuliidae (WERNER et PONT, 2006). Aucun Muscidae n'est parasitoïde d'autres insectes (D'ASSIS FONSECA, 1968). Dans l'oasis de Ghardaïa, une espèce de la famille des Sarcophagidae est observée en position de

guet sur une feuille du figuier. Un cas de parasitisme est découvert dans les conditions de laboratoire chez *Sarcophaga dux* (Sarcophagidae) sur le scorpion doré de Mandchourie, *Mesobuthus martensii* (Karsch, 1879) par SHI *et al.* (2015). Les Rhinini (Calliphoridae) se nourrissent en tant que prédateurs ou parasitoïdes sur les larves d'autres insectes (SKEVINGTON, 2002).

5.2.2. – Discussion sur les Diptères d'intérêt médical et vétérinaire

Les discussions portent sur les Diptera capturés dans la région de Ghardaïa et qui ont un intérêt médical ou vétérinaire.

5.2.2.1. – Discussion sur les familles et les espèces de Diptera d'intérêt médical

Les problèmes sanitaires engendrés par les Diptères sont perçus dans la Vallée du M'Zab. De nombreuses espèces de Diptera sont des parasites et d'autres colportent activement des microorganismes comme des virus, des bactéries, des protozoaires et des helminthes (CALLOT et HELLUY, 1958; SEGUY, 1983). Plusieurs espèces de moustiques du genre *Culex* sont particulièrement efficaces pour la transmission du virus de la fièvre d'Ouest du Nile (West Nile Fever Virus, WNFV) (BALDACCHINO *et al.*, 2013; BOUKRAA *et al.*, 2013). *Anopheles sergenti* est responsable de 5 cas du paludisme affectant les habitants de la région de Ghardaïa en 2011 (ADJMI HAMOUD *et al.*, 2015). Ces derniers auteurs précisent que parmi les malades autochtones hospitalisés, il y a eu 2 décès en 2012. Par ailleurs, les mouches sont la cause des agents cutanés et de la myiase systémique affectant la population humaine (MUNARI, 2010). VERVES (2007) signale que *Chrysomya albiceps* et *C. megacephala* sont des vecteurs de maladies et sont responsables de myiases. Selon le dernier auteur cité, ces espèces peuvent constituer un danger potentiel en favorisant les épidémies et ralentir le développement du tourisme. D'autres espèces de Calliphoridae causent des myiases au niveau des voies respiratoires chez l'homme. C'est le cas de *Lucilia cuprina*. Les asticots de cette lucilie sont vus dans les voies nasales et pulmonaires d'une patiente de 91 ans à Costa Rica (QUESADA-LOBO *et al.* 2012). En plus, JANG *et al.* (2013) ont identifié des larves de *Lucilia sericata* qui causent une myiase des voies orales chez un homme coréen de 37 ans. ABED-BENAMARA *et al.* (1997) signalent un cas d'otomyiase humaine ou myiase nasale observée chez un adolescent de 16 ans à Médéa due à *Chrysomya bezziana*. Les espèces hématophages sont considérées comme une source de nuisance pour les

êtres humains. C'est le cas des Culicidae notamment *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata* et *Stomoxys calcitrans*. En étant cosmopolite, la dernière espèce citée pourrait avoir un impact plus important qu'initialement imaginé sur la transmission de pathogènes à l'homme (BALDACCHINO *et al.*, 2013). Les chevilles de l'homme peuvent être parmi les sites d'infestation de *Stomoxys calcitrans* (TRIKI-YAMANI, 2005).

5.2.2.2. – Discussion sur les familles et les espèces de Diptères d'intérêt vétérinaire

Les espèces appartenant au genre *Culicoides* (Ceratopogonidae) sont échantillonnées dans les oasis de la région de Ghardaïa. Le nombre de femelles capturées dans les bâtiments d'élevage et dans leurs alentours, est bien plus grand que celui des males. Les femelles de *Culicoides* ont besoin de protéine pour le développement de leurs œufs. Cette protéine, substance nutritive est obtenus grâce à la succion du sang des Vertébrés (DOWNES et WIRTH, 1981). Ces espèces sont capables de transmettre des agents causaux de maladie aux animaux domestiques. Les *Culicoides* sont des vecteurs de la filariose, des protozoaires sanguins, et de certains virus, notamment la bluetongue, ou langue bleue aux ovins et bovins (DOWNES et WIRTH, 1981). Aucun cas de la fièvre catarrhale ou bluetongue n'a été observé lors des échantillonnages sur le terrain. Beaucoup de Muscidés fréquentent les animaux et s'abreuvent, soit de leur sang, soit des humeurs excrétés (RAILLIET, 1885). C'est le cas des stomoxes, *Stomoxys calcitrans* qui piquent les animaux d'élevage pour se nourrir de sang. Elles perturbent les animaux et provoquent un stress ce qui traduit par une diminution de la production laitière. Ces espèces sont considérés comme une nuisance pour les animaux sauvages et le bétail à travers le monde (GARROS *et al.*, 2004). Leur trompe peut être souillée par des substances septiques ou virulentes puisées sur les cadavres ou sur des animaux malades (RAILLIET, 1885). D'après BALDACCHINO *et al.* (2013) plusieurs impacts causés par la présence de stomoxes dans les bâtiments d'élevage sont notés, comme la perturbation des animaux par le vol à proximité de leurs yeux, les lésions de la peau, la réduction de l'alimentation, le stress et la spoliation sanguine. Un autre Muscidé, soit *Musca autumnalis* ou communément appelée mouche d'automne, peut les pourtours des yeux, du nez, de la bouche et des lèvres (TRIKI-YAMANI, 2005). Cet auteur précise que les mouches vertes du genre *Lucilia* sont responsables des myiases chez les animaux d'élevage.

5.2.3. – Discussion sur les Diptera-proies et recycleurs

Parmi les espèces de Diptera piégées dans la Vallée du M'Zab, certaines jouent le rôle de ressource alimentaire pour d'autres organismes, alors que d'autres interviennent en tant qu'insectes recycleurs de la matière organique ou d'indicateurs forensiques.

5.2.3.1. – Diptera notées comme ressources trophiques pour d'autres organismes

En effet, dans le présent travail certains diptères dans la région de Ghardaïa sont consommés par d'autres espèces animales. Cette observation confirme la remarque de VOCKEROTH (2002) qui écrit que plusieurs organismes sont des prédateurs non sélectifs de larves ou d'adultes de Diptera. Précisément dans les oasis du M'Zab, durant la présente étude, des mouches et moustiques sont vus piégés dans les toiles d'araignées de la famille des Folcidae dans les locaux d'élevage et des Araneidae au milieu des cultures maraîchères. ALIOUA *et al.* (2016) citent 13 espèces d'araignées dans la Sebket El Melah à El Goléa notamment *Benoitia lepida* (Agelenidae). Les larves de libellules d'*Orthetrum chrysostigma* (Burmeister, 1839), de *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832) et celles de *Trithemis kirbyi* Selys, 1891 chassent les larves de moustiques dans les plans d'eau dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab. Cette relation de chasse des larves des odonates à l'égard de celles des moustiques confirme l'observation de DEGABRIELE (2013). Les espèces d'Odonates citées sont mentionnées par SAMRAOUI et MENAÏ (1999) dans la région de Ghardaïa avec 9 autres espèces de cet ordre notamment *Selysiotthemis nigra* (Vander Linden, 1825). Cette dernière espèce citée est déjà notée par RIS (1913) dans le M'Zab. D'après SHAALAN et CANYON (2009) les larves des odonates (Libellules) et celles des Syrphidae sont des prédateurs majeurs des larves de Culicidae. En juillet 2015, le gobe mouche gris est vu en plein vol en train de chasser des Diptera nécrophages au dessus d'un cadavre de pigeon ramier (*Columba palumbus* Linné, 1758), à l'intérieur de la palmeraie de Ghardaïa. Selon BOUKHEMZA-ZEMMOURI *et al.* (2011) les Diptera représentent deux tiers du régime alimentaire de *Muscicapa striata* dans la ferme expérimentale d'El Harrach. MARNICHE *et al.* (2013) précisent que la majorité des proies (40,7 %) du guêpier de Perse (*Merops superciliosus* Linné, 1799 dans le Grand Erg Oriental est composée de Diptères dont les Syrphidés correspondent au tiers de ce pourcentage. Pendant les étés et juste après la coucher du soleil, des espèces de Chiroptera sp. indéterminées interviennent pour la capture au vol de moustiques. DJILALI *et al.* (2011) mentionnent l'existence de deux espèces de Chiroptera à

Sebseb dans la région de Ghardaïa. L'une, c'est la pipistrelle soprane, *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) et l'autre étant indéterminée. Parmi les vertébrés prédateurs de grande importance, les poissons sont classés au premier rang (VOCKEROTH, 2002). Il est à citer la gambusie (*Gambusia affinis* (Baird and Girard, 1853) pour le contrôle des larves de moustiques (SOLTANI et ZAIDI, 2011).

5.2.3.2. – Diptères recycleurs de la matière organique

Il est remarqué que dans les oasis de Ghardaïa et de ses alentours, les espèces de Diptera jouent un rôle écologique important dans le recyclage de la matière organique en décomposition. MUNARI (2010) constate que les Diptera constituent un groupe très important dans les écosystèmes. Certaines sont saprophages et d'autres sont mycophages (SARTHOU, 2011). VERVES (2007) signale que les larves de *Chrysomya albiceps* se développent dans les fèces. Ce dernier auteur trouve que *Chrysomya megacephala* est une espèce nécrophage. Les asticots des Muscides sont saprophage ou carnivores (D'ASSIS FONSECA, 1968). EBEJER (1998, 2010) et ROHACEK (2013) notent que les asticots des Chyromyidae se nourrissent de substances organiques en décomposition. BABA AISSA *et al.* (2017c) expliquent la présence des Chyromyidae dans les oasis par celle des feuilles mortes tombées par terre. VERVES (2007) signale que les asticots de *Chrysomya albiceps* se consomment la chair morte des charognes. Une nouvelle branche de cette discipline est créée, c'est l'entomo-toxicologie. Dans ce contexte, MAHAT *et al.* (2012) étudient la concentration du malathion dans les larves de *Chrysomya megacephala* nourries sur le cadavre d'un lapin. Selon TRIKI-YAMANI (2005) les mangeurs de charognes sont retrouvés au stade larvaire dans des charognes. SAIFI *et al.* (2015) mentionnent 6 espèces de Diptera nécrophages sur cadavre d'un chacal notamment *Lucilia sericata*, (Calliphoridae) *Musca domestica*, *Muscina stabulans* (Muscidae) et *Sarcophaga* sp. (Sarcophagidae). *Sarcophaga carnaria* est vivipare. Cette espèce porte 20 000 larves dans son oviducte (RAILLIET, 1885). Des asticots et des adultes de *Calliphora vicina*, et de *Lucilia sericata* ainsi qu'un imago de *Sarcophaga africa* sont vus sur un morceau de viande servant d'appât dans la palmeraie de Beni Izguen le 4 avril 2014 (TALEB *et al.*, 2014).

5.3. – Examen de l'exploitation des résultats sur les Diptères par divers indices

Les différentes techniques utilisées pour l'exploitation des résultats sont la qualité de l'échantillonnage, les indices écologiques de structure et de composition et celles de l'analyse statistique grâce à une analyse factorielle des correspondances.

5.3.1. – Qualité de l'échantillonnage par rapport aux espèces de Diptera à Ghardaïa

Les nombres d'espèces vues une seule fois dans chacune des quatre oasis, pour l'ensemble des pièges varient de 1, cas de *Syrphus* sp. piégée dans l'oasis d'El Guerrera jusqu'à 9 dans l'ancienne oasis de Tadjninte comme *Bactrocera oleae*, *Musca sorbens*, *Atherigona* sp. *Calliphora* sp et *Lucilia sericata*. Cette remarque est conforme avec celle de LOUNACI *et al.* (2014) qui trouvent une différence entre le nombre d'espèces vues une seule fois dans trois aux abords du lac de Réghaïa, soit 2 dans le maquis, et 11 près de l'étang. Ces espèces sont notamment *Anopheles labrachiae*, *Culex hortensis*, *Culicoides albicans*, *Ersitalis tenax*, *Calliphora vicina*, et *Calliphora* sp.. La capture des espèces des insectes dans les palmeraies d'Ouargla au niveau des sites cultivées de luzerne à l'aide du filet fauchoir a permis d'avoir un seul individu de Dolichopodae dans le site 1, un seul Syrphidae dans le site 2, et une seule espèce de moustique dans le site 3 (KHERBOUCHE *et al.*, 2015). Au cours de 201 relevés effectués, les valeurs du rapport a/N calculé pour les quatre oasis de la région de Ghardaïa appartiennent au même ordre de grandeurs ($0,05 \leq a/N \leq 0,16$). Elles sont proches de 0. Cela permet de conclure que l'effort expérimental est suffisant. Néanmoins, les valeurs trouvées diffèrent de celles de BRAHMI *et al.* (2013) près de Tizi-Ouzou, qui font état de a/N égale à 0,08 en utilisant la technique du filet fauchoir dans un site d'élevage de Fréha, et de 0,58 près du barrage de Taksebt.

5.3.2 – Exploitation des espèces par des indices écologiques

Les discussions portent sur les espèces exploitées par des indices écologiques de composition comme les richesses totales et moyennes, les fréquences centésimales les fréquences d'occurrence et les constances d'une part et sur les indices écologiques de structure, comme la diversité de Shannon-Weaver et l'équirépartition d'autre part.

5.3.2.1. – Richesses totales et moyennes des espèces de Diptera échantillonnées dans la région de Ghardaïa

L'identification des espèces de Diptères capturées dans la région de Ghardaïa entre août 2011 et novembre 2015 par l'ensemble des techniques d'échantillonnage a permis d'avoir une richesse totale S égale à 56 espèces. KOURIM *et al.* (2011) n'ont pu échantillonner que 9 espèces de Brachycera en employant le filet fauchoir et les pots Barber dans des oasis à Tamanrasset pendant les étés de 2008 et de 2009 et les hivers de 2009 et de 2010. GUERZOU *et al.* (2014) capturent 12 individus de Diptera Brachycera durant 5 mois d'échantillonnage à l'aide de pots Barber en milieu steppique près de Djelfa. Entre juillet et septembre 2009, BERROUANE *et al.* (2016) aux abords du marais de Réghaïa, ont piégé 31 espèces de Diptera grâce aux assiettes colorées, au filet fauchoir et à la récolte des larves. Après cette période d'échantillonnage, entre octobre 2009 et juin 2010, LOUNACI *et al.* (2014) échantillonnent à l'aide des assiettes jaunes 88 espèces de Diptera appartenant à 34 familles. BABA AISSA *et al.* (2017a) signalent la présence de 48 espèces appartenant à 20 familles de Diptera Brachycera dans les oasis d'Oued M'Zab. Les valeurs de la richesse totale varient entre 50 espèces dans la palmeraie de Ghardaïa, 35 espèces à Tadjninte, 32 espèces à Zelfana et 21 espèces à Guerrera. Il est à remarquer que l'oasis de Ghardaïa est la plus riche en espèces. Par ces variations, les présents résultats se rapprochent de ceux de LOUNACI *et al.* (2014) qui, près du lac de Réghaïa, ont capturé 55 espèces au niveau du marécage, 34 dans le maquis et 29 dans l'étang. BABA AISSA *et al.* (2017a) capturent 12 espèces dans l'oasis de Ghardaïa, 38 espèces dans l'ancienne oasis de Tadjninte et 24 à Zelfana. Les résultats obtenus lors de la présente étude contredisent celles indiquées par BABA AISSA *et al.* (2017a). Les valeurs de la richesse moyenne (S_m) sont de 4,1 espèces par relevé dans l'oasis de Ghardaïa et de 8,7 espèces dans celle d'El Guerrera. Ces différences sont dues aux nombres de relevés effectués dans chacune de ces deux oasis, soit 75 relevés à Ghardaïa et 27 à El Guerrera. Ces résultats diffèrent de ceux de BRAHMI *et al.* (2013) qui, utilisant le filet fauchoir aux abords du barrage de Taksebt, font état de $S_m=12,7$ espèces contre $S_m=1,7$ dans une ferme d'élevage à Fréha. Il est possible de conclure que les richesses diffèrent par rapport aux types de piège et aux caractéristiques des oasis notamment la présence ou l'absence des animaux d'élevage à l'intérieur des palmeraies et à l'existence ou à l'absence de plans d'eau. LE BERRE (1991) indique que la richesse d'un peuplement animal est conditionnée par les contraintes climatiques de l'environnement et par les ressources que le milieu naturel peut offrir aux populations animales.

5.3.2.2. – Effectifs et fréquences centésimales des mouches et des moustiques capturés dans la région de Ghardaïa

Le nombre total des spécimens identifiés dans la région de Ghardaïa est de 3.702 individus. Cette valeur est bien modeste, comparée aux 22,406 individus de Diptera capturés par LOUNACI *et al.* (2014) près du lac de Reghaïa, sis dans l'étage bioclimatique humide. Il est à remarquer qu'aux abords du même lac, BERROUANE *et al.* (2016) capturent entre juillet et septembre 2009, 1.630 spécimens de Diptera. KHERBOUCHE *et al.* (2015) échantillonnent 893 individus de Diptera durant 6 mois (octobre 2010 - mars 2011) dans les palmeraies d'Ouargla. L'échantillonnage de Diptera dans l'ensemble des oasis de la région de Ghardaïa par l'utilisation de l'ensemble de techniques de capture a permis d'avoir 238 *Chrysomya albiceps* contre 10 *Lucilia sericata*. Cette différence en nombre d'individus entre ces deux espèces est conforme aux résultats de BAZ *et al.* (2007). En effet, ces derniers auteurs ont capturé 7.938 *Chrysomya albiceps* contre 68 *Lucilia sericata* attirées par des charognes-appâts. Il est à signaler que *Lucilia cuprina* est piégée en 465 exemplaires dans l'ensemble des oasis de la région de Ghardaïa. Selon ABOU ZIED *et al.* (2003), la population de la mouche australienne du mouton, *Lucilia cuprina*, et celle de *Chrysomya albiceps* ont une stratégie de développement de type (r). Cela signifie qu'elles pondent beaucoup d'œufs dans un intervalle du temps très court. C'est peut-être de là que vient l'explication des grands nombres d'individus capturés pour ces deux espèces de Calliphoridae. Les effectifs des espèces est influencé par le type de piège, et par des conditions du milieu, biotiques et abiotiques. En effet, FRASSIGNES *et al.* (1968) remarquent que le piège lumineux lors de certaines soirées permet des récoltes massives de moustiques jusqu'à plus de 1.000 spécimens pendant les premières heures de la nuit alors qu'au cours d'autres nuits ce même piège reste vide alors qu'il y avait aux alentours de nombreux moustiques très agressifs. Parmi les facteurs abiotiques, l'altitude joue un rôle dans la distribution des espèces. En effet, les nombres d'individus de *Chrysomya albiceps* et de *Lucilia sericata* capturées aux altitudes plus basses que 1100 m. sont plus importants que ceux comptés à plus de 1900 m. (BAZ *et al.*, 2007). L'abondance relative des Dolichopodidae dans l'ensemble des oasis de la région d'étude est de 7,9 %. Au niveau de l'Oued El Haï près de Biskra, cette valeur est très faible (A.R.% = 0,05%) selon ARIGUE *et al.* (2009). Dans la présente étude, ce sont les Muscidae qui sont les plus fréquents avec 2.074 individus (A.R.% = 28,1%). Ce résultat confirme celui de KHERBOUCHE *et al.* (2015) qui notent 371 spécimens de Muscidae (A.R. % = 41 %) dans les palmeraies d'Ouargla. La mouche domestique est capturée en 1.380 exemplaires

(A.R. % = 37,3 %) dans l'oasis de Ghardaïa, suivie par *Culiseta longiareolata* (A.R. % = 13,0 %) et par *Lucilia cuprina* (A.R. % = 12,6 %). Ces résultats diffèrent de ceux de LOUNACI *et al.* (2014) qui indiquent que *Musca domestica* et *Culiseta longiareolata* piégés près du lac de Réghaïa ne sont représentées que par 2 individus chacune (A.R.% = 0,5 %). Les résultats obtenus lors de la présente étude confirment ceux de BRAHMI *et al.*, (2013) qui montrent une grande abondance de Culicidae sp. ind. (A.R.% = 47,3 %) et de *Culex pipiens* (A.R.% = 44,5 %) récoltées à l'aide du filet troubleau dans une station d'élevage à Fréha (Tizi Ouzou). Les trois espèces suivantes *Rhaphium brevicorne*, *Episyrphus balteatus* et *Syrphus sp.* sont capturées en un seul exemplaire dans l'oasis de Ghardaïa. Il est à mentionner que cette palmeraie se trouve dans un milieu suburbain en amont de l'Oued M'Zab. Apparemment les conditions à l'intérieur de la palmeraie ne permettent pas le développement de ces trois espèces. Les espèces vues une seule fois dans le marécage de Réghaïa d'après LOUNACI *et al.* (2014) sont au nombre de 7, notamment *Hilophilus frutetorum*.

5.3.2.3. – Fréquences d'occurrence et constances des espèces de Diptera piégées dans la région d'étude

Les fréquences d'occurrence sont calculées pour l'ensemble des espèces de Diptera piégées dans les oasis de l'Oued M'Zab et d'El Guerrera. Le nombre de classes des mouches et de moustiques capturés dans ces oasis grâce à toutes les techniques de piégeage confondues est de 14 avec un intervalle de I = 7,3 %. Il est à rappeler que ni BRAHMI *et al.* (2013); ni LOUNACI *et al.* (2014); ni BERROUANE *et al.* (2016) et ni BABA AISSA *et al.* (2017a) n'ont classé les espèces de Diptera. Cette méthode d'analyse des résultats permet d'avoir 7 espèces de la classe de constance très rare ($7,4 \% < F.O. \% \leq 14,5 \%$) comme *Eristalis tenax*. Cette espèce est piégée à 27 reprises lors de 201 relevés. LOUNACI *et al.* (2014) ont capturé cette Eristale 7 fois par rapport à 27 relevés dans le lac de Réghaïa. La seule espèce qui fait partie de la classe accidentelle dans les palmeraies de Ghardaïa est *Musca domestica* ($29,2 \% < F.O. \% \leq 36,3 \%$). Cette espèce est piégée 105 fois durant 201 relevés. Le nombre de relevés de cette espèce dans le lac de Réghaïa est de 5 fois au cours de 27 relevés (LOUNACI *et al.* 2014). Les espèces vues dans un seul relevé en plusieurs exemplaires sont au nombre de 4 dans les oasis de l'Oued M'Zab. *Aedes caspius* est capturée par la méthode de Dipping dans la station de Zelfana en décembre 2011. *Dacus dorsalis* est piégée dans les assiettes jaunes dans l'ancienne oasis de Tadjnint en 2013. Le même type de piège a permis la capture d'*Aphaniosoma annulatum* et de *Lispe nana* dans l'oasis de Ghardaïa en octobre 2015.

LOUNACI *et al.* (2014) citent 15 espèces de Diptera dans un seul relevé en plusieurs exemplaires notées dans les assiettes jaunes dans le marais de Réghaïa telles que *Culiseta longiareolata* en mai 2010, *Hydroataea irritans* en octobre 2010 et le même cas pour *Hercostomus* sp. vue dans l'étang de Réghaïa en septembre 2009.

5.3.2.4. – Diversité de Shannon-Weaver (H') et équirépartition (E) pour les Diptera de la région de Ghardaïa

Toutes les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver calculées pour les espèces de Diptera piégées dans la région de Ghardaïa sont proches de 1. Ces valeurs varient entre $H' = 0,94$ bits pour la nouvelle palmeraie de Zelfana et $H' = 1,06$ bits pour l'oasis de Ghardaïa. Cette valeur est égale à 1,23 bits dans l'ensemble des oasis. Il est à conclure que le milieu est pauvre en espèces ou bien que le milieu n'est pas favorable pour le développement des Diptères. Les résultats obtenus diffèrent de ceux de BRAHMI *et al.* (2013) qui trouvent des valeurs différentes de l'indice de Shannon-Weaver près de Tizi-Ouzou, soit $H' = 0,59$ bits en milieu d'élevage à Fréha et $H' = 4,83$ bits près du barrage de Taksebt. LOUNACI *et al.* (2014) signalent que les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver varient entre 1,27 bits et 3,37 bits aux abords de l'étang à Réghaïa. Les derniers auteurs cités expliquent les valeurs de H' par une grande diversité des espèces de Diptera. Les valeurs de l'équirépartition obtenues par l'utilisation de différents types de pièges varient entre 0,62 et 0,76. Ces valeurs tendent vers 1. Cela signifie que les effectifs des espèces présentes dans toutes les stations ont tendance à être en équilibre entre eux. Cette remarque confirme celle de BRAHMI *et al.* (2013) près de Tizi-Ouzou pour les valeurs d'équirépartition qui fluctuent entre 0,59 et 0,93 et celle de LOUNACI *et al.* (2014) qui font état près du lac de Réghaïa de valeurs d'équirépartition supérieures à 0,52.

5.3.3. – Traitement des résultats traités par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

La représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances montre une répartition des oasis dans les quatre quadrants. L'oasis de Ghardaïa se situe dans le premier quadrant, la nouvelle palmeraie de Zelfana dans le deuxième, celle d'El Guerrera dans le troisième quadrant, l'ancienne oasis de Tadjninte dans le quatrième quadrant. La présente remarque se rapproche de celle de LOUNACI *et al.* (2014) qui montrent une répartition des stations situées aux abords du lac de Réghaïa, entre trois quadrants. Le maquis

est sis dans le premier quadrant, le marécage dans le deuxième et l'étang dans le troisième quadrant. Dans la région de Ghardaïa, 4 groupements apparaissent lorsque l'ensemble des espèces de Diptera capturées est pris en considération dans le plan défini par les axes 1 et 2. Le groupement A renferme 16 espèces omniprésentes telles que *Culex pipiens* (005), *Culicoides imicola* (010), *Culicoides albicans* (011), *Culicoides* sp. (012), *Eristalis tenax* (020), *Musca domestica* (032), et *Atherigona* sp. (045). Ces résultats obtenus dans le M'Zab confirment ceux de BRAHMI *et al.* (2013) qui mentionnent que les espèces du genre *Culicoides* comme omniprésentes près de Tizi-Ouzou. Par contre, ces résultats sont en contradiction avec ceux de LOUNACI *et al.* (2014) qui ont trouvé 3 espèces omniprésentes complètement différentes de celles citées dans la présente étude. Ces auteurs précisent que *Culex pipiens* est présente au niveau de la bordure du marais de Réghaïa et que *Culicoides albicans* l'est près de l'étang. Le groupement B rassemble 11 espèces signalées uniquement dans l'oasis de Ghardaïa tels que *Rhaphium brevicorne* (016), *Ceratitis capitata* (023) et *Aphaniosoma annulatum* (027). L'explication de l'existence de *Ceratitis capitata* que dans l'oasis de Ghardaïa est due probablement à la présence d'arbres fruitiers ramenés depuis le Tell. Le groupement C regroupe deux espèces de Tephritidae capturées uniquement dans l'ancienne oasis de Tadjninte. Ce sont *Dacus dorsalis* (024) et *Bactrocera oleae* (025). Les deux espèces ont une importance économique. Dans les milieux humides, ni BRAHMI *et al.* (2013); ni LOUNACI *et al.* (2014) et ni BERROUANE *et al.* (2016) n'ont trouvé ces deux espèces. Or KHERBOUCHE *et al.* (2015) mentionnent que des espèces de Tephritidae sont omniprésentes dans les trois parcelles de Luzerne près de Ouargla sans indiquer leurs noms. Le groupement D renferme trois espèces vues uniquement dans la palmeraie de Zelfana. Il s'agit d'*Aedes caspius* (002), de *Culex theileri* (006) et d'*Aphaniosoma* sp. (031). Cette station est reconnue par le problème de la remontée de la nappe phréatique. BOUKRAA *et al.* (2014) signalent que les espèces de moustiques potentiellement vectrices d'agents pathogènes et qui peuvent causer des problèmes réels en santé humaine et animale dans la région du M'Zab sont: *Culex pipiens*, *Culex theileri* et *Ochlerotatus (Aedes) caspius*.

Conclusion

L'étude de la biosystématique des Diptera, est effectuée dans quatre oasis de la région de Ghardaïa en utilisant différents techniques d'échantillonnage sur le terrain durant une période de 4 ans, d'août 2011 à novembre 2015. Ce travail a abouti à la découverte de 5 espèces de mouches nouvelles pour l'Algérie. L'inventaire a permis de capturer 7.370 individus et de recenser parmi eux 56 taxons de Diptera. Parmi ces taxons 12 sont identifiées jusqu'au genre et 44 jusqu'à l'espèce. Les Nématocères renferment 13 espèces réparties entre 2 familles et les Brachycères 43 espèces appartenant à 7 familles. Les familles de Nematocera retrouvées lors de l'échantillonnage sont les Culicidae et les Ceratopogonidae. Les familles des Brachycera sont celles des Dolichopodidae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Chyromyidae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Sarcophagidae. A travers cette étude, l'accent est mis sur l'importance des Diptera d'intérêts agricole et forestier, vétérinaire, médicale et autres. Cet effort effectué pour la systématique est accompagné par la mise en place d'une collection de référence. La famille des Muscidae renferme le plus grand nombre d'espèces identifiées ($S=14$) et le plus grand nombre d'individus échantillonnés ($N = 2.074$). Ghardaïa apparaît comme l'oasis dont le peuplement de Diptera est le plus dense, suivie par la nouvelle palmeraie de Zelfana. Par contre, l'oasis d'El Guerrera présente le moins de Diptera. Les valeurs de a/N obtenues pour toutes les oasis de la région de Ghardaïa sont proches de 0 ce qui caractérise un bon échantillonnage. La richesse totale la plus élevée est notée dans l'oasis de Ghardaïa ($S = 50$ espèces), l'oasis d'El Guerrera étant la moins représentée. Les valeurs de la richesse moyenne varient d'une oasis à l'autre, entre 4,08 (Ghardaïa) à 8,7 espèces (Guerrera). L'abondance relative la plus élevée concerne la famille des Ceratopogonidae dans la nouvelle palmeraie de Zelfana, due à la présence de bergeries dans les palmeraies. Les Muscidae prédominent dans l'oasis de Ghardaïa, milieu très perturbé par l'Homme. Compte tenu du fait que les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver sont faibles ($H' < 1$ bits), il est conclu que la diptérofaune des oasis de la région de Ghardaïa est peu diversifiée. Cependant, dans ces peuplements, les effectifs des populations de mouches et de moustiques ont tendance à être en équilibre entre eux ($0,62 \leq E \leq 0,76$). L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) montre que les oasis sont isolées chacune dans un quadrant particulier, ce qui s'explique par des différences quant à leurs compositions en espèces de Diptera. Il est à noter la formation de 4 groupements remarquables, A, B, C et D dont A renferme 16 espèces omniprésente tel que *Culex pipiens*. Le nuage de points B rassemble 11 espèces signalées seulement dans l'oasis de Ghardaïa comme *Rhaphium brevicorne*. Le groupement C comprend deux espèces piégées

que dans l'ancienne oasis de Tadjninte, soit *Dacus dorsalis* et *Bactrocera oleae*. En D, il y a 3 espèces vues que dans la nouvelle palmeraie de Zelfana, cas de *Culex theileri*.

Perspectives :

L'identification des Diptera aussi bien Nematocera que Brachycera des oasis révèle un nombre important d'espèces pour les familles prises en considération. C'est le premier travail de ce type effectué dans le Sud d'Algérie. Il serait utile de faire une carte de répartition pour chaque espèce identifiée. La surveillance entomologique des espèces d'intérêt agricole, médicale et vétérinaire est nécessaire afin de connaître l'origine des maladies. Cette surveillance aura pour but de prévenir l'apparition de nouvelles espèces introduites lors des échanges commerciaux et à la faveur des changements climatiques, dans le but d'en éradiquer les foyers à temps. Dans ce même but, il serait utile de disposer de plusieurs stations désertiques pour comprendre la dynamique des populations des espèces de Diptera. Il serait mieux encore de chercher à préciser les périodes de pullulation pour chaque espèce, année par année. Par ailleurs, les moyens matériels et financiers sont nécessaires pour approfondir les connaissances dans le séquençage de l'A.D.N. de certaines espèces à risque. Il est mieux encore d'avoir quelles sont les espèces qui possèdent une relation directe soit avec les plantes soit avec les animaux d'élevage.

Références bibliographiques

- 1 – ABDELGERFI A., 2003 – *Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture*. Rapport synth. biodiv. import. agri. Algérie, Mate- Gef/Pnud: projet Alg/97/G.31. T. 9, 122 p.
- 2 – ABED-BENAMARA M., ACHIR I., RODHAIN F. et PEREZ-EID C., 1997 – Premier cas algérien d'otomyiase humaine à *Chrysomya bezziana*. *Parasitologie*, 90 (1823): 172 – 175.
- 3 – ABONNEAU J., 1983 – *Préhistoire du M'Zab (Algérie-Wilaya de Laghouat)*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle Art Archéol., Univ. Paris I, 268 p.
- 4 – ABOU ZIED E. M., GABRE R.M. and CHI H., 2003 – Life table of the Australian sheep blow fly *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae). *Egypt. J. Zool.*, 41: 29 – 45.
- 5 – ACHOURA A. et BELHAMRA M., 2010 – Aperçu sur la faune arthropodologique des palmeraies d'El Kantara. *Courrier du savoir*, 10: 93 – 101.
- 6 – ACHOUR M., 2005 – *Note relative aux ressources en eau souterraines de la wilaya de Ghardaïa*. Rapport agence nati. ressources hydr., Ghardaïa, 19 p.
- 7 – A.C.T., 2011 – *The Australian handbook for the identification of fruit flies*. Ed. Plants Health Australia, Canberra, 140 p.
- 8 – ADJMI HAMOUDI H., ABDELOUAHED K. et BEKHOUCHE S., 2015 – Epidémiologie du paludisme en Algérie. 6^{ème} Congrès mondial des infirmières et infirmiers francophones, 1–6 juin 2015, Montréal.
- 9 – AGBLONON HOUELOME T.M., ADANDEDJAN D., CHIKOU A., IMOROU TOKO I., KOUDENOUKPO C., BONOU C., YOUSSAO I. et LALEYE P., 2017 – Inventaire et caractéristiques faunistiques des macros invertébrés de la rivière Alibori dans le bassin cotonnier du Bénin. *International journal innovation, applied studies*, 21 (3): 433 – 448.
- 10 – ALIOUA Y., BISSATI S. KHERBOUCHE O. and BOSMANS R., 2016 – Spiders of Sebket El Melah (Northern Sahara, Algeria): Review and new records. *Serket*, 15 (1): 33 – 40.
- 11 – AMAT E., VÉLEZ M. C. and WOLFF M., 2008 – Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*, 30 (1): 231 – 244.
- 12 – ARIGUE S. F., BEBBA N., HAFIANE M. et ARAB A., 2009 – Etude de la répartition des diptères et de la qualité d'eau de l'oued El Haï (Batna, Biskra). 3^{ème} Congrès internati. popul. comm. aquat. 3-6 octobre 2009, El Goléa.

- 13 – BABA AISSA N., BARTÁK M. et DOUMANDJI S., 2017b – Ecologie et importance des Diptères dans les oasis (Sahara septentrional, Algérie). *Journ. nati. 'Biodiversité animale, dégâts et lutte'*, 24-25 mai 2017, *Dép. zool. agri. for., Ecolé nati. sup. agro. El Harrach.*
- 14 – BABA AISSA N., DOUMANDJI S. and EBEJER M., 2017c – First records of *Aphaniosoma* (Diptera: Chyromyidae) from Algeria. *African. entomol.*, 25 (2): 481 – 484,
- 15 – BABA AISSA N., SALAH OU EL HADJ B., CHOUIHET N. et DOUMANDJI S., 2016 – La cératite, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) dans les palmeraies de la Vallée du M'Zab: Surveillance de la population et méthodes de lutte. 1^{er} *Coll. internati. écophysio. an. biodiv.*, 22-23 novembre 2016, *Univ. sci. tech. Houari Boumedién, Alger.*
- 16 – BABA AISSA N., BARTÁK M., BOUKRAA S., LOUNACI Z. and DOUMANDJI S., 2017a – A preliminary study of Brachyceran flies (Insecta: Diptera) in oases of Ghardaïa (Sahara, Algeria). *Adv. environ. biol.*, 11 (3): 81 – 88.
- 17 – BABA AISSA N., BOUKRAA S., ALI BEN ALI-LOUNACI Z., ABDELAZIZ B. et DOUMANDJI S., 2014 – Contribution à la connaissance des mouches de fruits (Diptera: Tephritidae) de la région du M'Zab avec une nouvelle citation pour le Sahara d'Algérie. *Sém. nati. biodiv. faun.*, 7-9 décembre 2014, *Ecol. nati. sup. agro. El Harrach, Alger.*
- 18 – BABAPENE A., ALARA A., KANKONDA M., KADA K., MPIANA P. T., NGOMA N., AKAIIBE D. and MBUMBA J., 2017 – Diversité et écologie des parasitoïdes Hyménoptères de la région de Kisangani, république démocratique du Congo. *Internati. j. innovation sci. res.*, 32 (1): 57 – 63.
- 19 – BALDACCHINO F., MUENWORN V., DESQUESNES M., DESOLI F., CHAROENVIRIYAPHAP T. and DUVALLET G., 2013 – Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, 20 (26): 1 – 13.
- 20 – BALDET T., MATHIEU B., DELECOLLE J.C., GARBIER G. et ROGER F., 2005 – Emergence de la fièvre catarrhale ovine dans le bassin méditerranéen et surveillance entomologique en France. *Rev. élev. méd. vét. pays trop.*, 58 (3): 125 – 132.
- 21 – BALENGHIEN T. et DELECOLLE J.C., 2009 – Les Culicoides moucheron vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine. *Insectes*, 154 (3) : 25 – 30.
- 22 – BARBAULT R., 2008 – *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère.* Ed. Dunod, Paris, 390 p.
- 23 – BARTÁK M., 1997 – The biomonitoring of Diptera by means of yellow pan water traps. *Folia facultatis scientiarum naturalium universitatis Masarykianae brunensis, Biologia*, 95: 9 – 16.

- 24 – BAYOUD H.B., 1962 – *Les oasis*. Ed. Delmas, Bordeaux, 53 p.
- 25 – BAZ A., CIFRIÁN B., DÍAZ-ARANDA L.M. and MARTÍN-VEGA D., 2007 – The distribution of adult blow flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in central Spain, *Ann. soc. entomol. Fr.*, 43 (3): 289 – 296.
- 26 – BEDDIAF R., KHERBOUCHE Y., SEKOUR M., SOUTTOU K., ABABSA L., DJILALI K., DOUMANDJI S., EBOUZ A., GUERGUER L., HAMID OUDJANA A. et HADJ SEYD A., 2014 – Aperçu sur la faune arthropodologique de Djanet (Tassili N’Ajjjer, Algérie). *Rev. el wahat rech. Etud.*, 7 (2): 70 – 78.
- 27 – BELGUEDJ M., TIRICHINE A. et GUERRADI M., 2008 – *La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa (Algérie)*. Ed. Institut nati. rech. agro., algér. (I.n.r.a.a.), Alger, 196 p.
- 28 – BELLAHCENE M., SAAD D., KADDOUS M. et FORTAS Z., 2009 – La culture de l’olive en Algérie, sa répartition et les principales maladies et ravageurs de l’olive (*Olea europea* L.). *Atelier région. rech. sci. dévelop. Agricul.*, 12–13 janvier 2009, Mostaganem, p.p. 1 – 77.
- 29 – BENABADJI M. et LARROUY G., 1969a – Récolte de Culicidae dans l’oasis de Ghardaïa. *Bull. soc. hist. natu., Afr. Nord*, 60 (1,2): 3 – 5.
- 30 – BENABADJI M. et LARROUY G., 1969b – Évolution de la faune culicidienne d’une nouvelle oasis au Sahara. *Bull. soc. hist. natu. Afr. Nord*, 60 (1,2): 7 – 9.
- 31 – BENKHELIL M.L., 1992 – *Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office pub. univ., Alger, 68 p.
- 32 – BENSABA H., BENSABA L., et ACHOUR M., 2010 – *Réflexion pour préserver l’environnement: cas de la vallée du M’Zab (Algérie)*. Ed. Agence nati. rech. hydr. (A.n.r.h.), secteur Ghardaïa, 13 p.
- 33 – BENYOUCEF B., 1982 – *Le M’Zab: espace et société*. Ed. S.n.e.d., Alger, 119 p.
- 34 – BENYOUCEF B., 1991 - *Le M’Zab, Espace et Société*. Ed. Aboudaoud, El Harrach, 290 p.
- 35 – BERROUANE F. Z., IDOUHAR-SAAD H., LOUNACI Z., SOUTTOU K., MAHDI K. and DOUMANDJI S., 2016 – Bio-ecological relationship on Dipter’an order among invertebrates of Reghaïa Lake (Algeria). *Adv. env. biol.*, 10 (5): 254 – 264.
- 36 – BITSCH J., 1979 – *Morphologie abdominale des insectes*. 291 – 587, in GRASSE P.P., *Traité de zoologie: anatomie, systématique, biologie*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 8, Fasc. 2, 600 p.
- 37 – BITSCH J. et MATSUDA R., 1979 – *Insectes: thorax et abdomen*. 588 – 600, in GRASSE P.P., *Traité de zoologie: anatomie, systématique, biologie*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 8, Fasc. 2, 600 p.

- 38 – BLONDEL J., 1979 – Biogéographie de l'avifaune algérienne et dynamique des communautés. *Sem. internati. avi. alg.*, 5 – 11 juin 1979, *Inst. nati. agro., El Harrach*, pp. 1 – 15.
- 39 – BOUBIDI S.C., BENALLAL K., BOUDRISSA A., BOUIBA L., BOUCHAREB B., GARNI R., BOURATBINE A., RAVEL C., DVORAK V., VOTYPKA J., VOLF P. et HARRAT Z., 2011 – *Phlebotomus sergenti* (Parrot, 1917) identified as *Leishmania killicki* host in Ghardaïa, South Algeria. *Microbes and Infection*, 13 (7): 691 – 696.
- 40 – BOUGNEE J.Y., 2006 – Contribution à la connaissance des Tephritidae de Belgique (Diptera: Brachycera). *Notes fauniques de Gombleux*, 59 (2): 63 – 113.
- 41 – BOUKHEMZA-ZEMMOURI N., BELHAMRA M., BOUKHEMZA M., DOUMANDJI S., and VOISIN J. F., 2011 – Trophic ecology of the spotted flycatcher *Muscicapa striata* during the breeding period in Algeria. *Rev. écol. (terre et vie)*, 66: 183 – 194.
- 42 – BOUKRAA S., BABA AISSA N., ABDELAZIZ B., DOUMANDJI S., FRANCIS F., 2014 – Moustiques (Diptera: Culicidae) de la région de Ghardaïa et (ré)-émergence des maladies vectorielles. 1^{er} Congrès internati. milieu aride (C. i. m. a.), 9 décembre 2014, Ghardaïa.
- 43 – BOUKRAA S., BABA AISSA N., ABDELAZIZ B., LOUNACI Z., DOUMANDJI S. et FRANCIS F., 2013 – les moustiques (Diptera : Culicidae) de la région du M'Zab-Ghardaïa, Algérie: biodiversité et importance médico-vétérinaire. 11^{ème} journée entomologique de Gembloux, «L'entomologie, une science réservée aux professionnel(le)s?», 19 octobre 2013, Gembloux.
- 44 – BOUKRAA S., BOUBIDI S. C., ZIMMER J. Y., FRANCIS F., HAUBRUGE E., ALI BEN ALI-LOUNACI Z. and DOUMANDJI S., 2011 – Insects vectors of *Leishmania* in Ghardaïa (Algeria): updated Inventory of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Sém. internati. protec. vég.*, 18-21 avril 2011, *Dép. zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*, p.174.
- 45 – BOURASSA J. P., MAIRE A. et BELLONCIK S., 1992 – Espèces culicidiennes colonisant les pneus abandonnés dans l'environnement québécois et impact potentiel sur la santé humaine et animale. *Mém. soc. r. belge entomol.*, 35: 89 – 95.
- 46 – BOUTELHIG A., BAKELLI Y., HADJ MOHAMMED I. and HADJ ARAB A., 2012 – Performance study of different PV powered DC pump configuration for an optimum energy rating at different heads under the outdoor conditions of a desert area. *Energy*, 39: 33 – 39.

- 47 – BRAHMI K., OUELHADJ A., GUERMAH D. et DOUMANDJI S., 2013 – Inventaire des diptères en particulier ceux d'intérêt médico-vétérinaire dans le Barrage Taksebt et la ferme d'élevage à Fréha (région de Tizi-Ouzou, Algérie). 11^{ème} journée entomol. Gembloux, «L'entomologie, une science réservée aux professionnel(le)s?», 19 octobre 2013, Gembloux.
- 48 – BROOKS S.E., 2002 – Audacious predacious lifestyles. *Biodiversity*, 3 (4): 6 – 8.
- 49 – BRUNEL C. et COZIC Y., 2009 – Les diptères dolichopodidés des roselières de la réserve de chasse et de la faune sauvage de Masserau (Loire-Atlantique) et découverte d'une nouvelle espèce pour la faune de France: *Ludovicus impar* Rondani, 1843. *Invertébrés Armoricaains*, 3: 61 – 68.
- 50 – BRUNEL E C., BRUNEL E. et FRONTIER S., 1990 – Structure spatio-temporelle d'un peuplement de Diptères Dolichopodidés le long d'un transect culture/côteau calcaire/vallée humide (Vallée de la Somme). *Bull. écol.*, 21 (2): 97 – 117.
- 51 – BRUNHES J., HASSAINE K., RHAIM A. et HERVY J.P., 2000 – Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne: espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bull. Société entomol. France*, 105 (2): 195 – 204.
- 52 – BRUNHES J., RHAIM A., GEOFFROY B., ANGEL G. et HERVY J.P., 1999 – *Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne*. Logiciel, Ed. Inst. rech. dév. Montpellier.
- 53 – CALLOT J. et HELLUY J., 1958 – *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
- 54 – CHEHMA S. et LAAMARI M., 2014 – Etude bioécologique des hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa. *Bioressources*, 4 (2): 62 – 75.
- 55 – CHOBAUT A., 1898 – *Voyage chez les Béni – M'Zab (Contribution à l'étude de la faune entomologique du Sahara Algérien)*. Ed. Avignon, Paris, 108 p.
- 56 – COLLIN J.E., 1949 . The Palearctic species of the Genus *Aphaniosoma* Beck. (Diptera, Chiromyidae). *The Annals and Magazine of Natural History*, 2 (14): 127 – 147,
- 57 – COYNE A., 1879 – *Le M'Zab*. Ed. Adolphe Jourdan, Alger., 41 p.
- 58 – COZ J., HAMON J., VERVENT G. et SALES S., 1971 – Contribution à l'étude du piège lumineux "C.D.C. miniature light trap" comme moyen d'échantillonnage des populations anophéliennes dans le Sud-Ouest de la Haut-Volta. *Cah. Org. rech. sci. techn. outremer (O. r. s. t. o. m.)*, sér. entomol. médic. parasitol, 9 (4) : 417 – 480.

- 59 – CROSET H., PAPIEROK B., RIOUX J. A., GABINAUD A., COOSERANS J. and ARNAUD D., 1976 – Absolute estimates of larval population of Culicidae mosquitoes of capture – recapture, removal and dipping methods. *Ecolog., entomol.*, 1: 251 – 256.
- 60 – DAHLEM G.A. and NACZI R.F.C., 2006 – Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) associated with North American pitcher plants (Sarraceniaceae) with descriptions of three new species. *Annals entomol. Soc. America*, 99 (1,2): 218 – 240.
- 61 – DAJOZ R., 1971 – *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 343 p.
- 62 – DAJOZ R., 1974 – *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 63 – DAJOZ R., 1982 – *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- 64 – DAJOZ R., 2010 – *Dictionnaire d'Entomologie*. Ed. Lavoisier, Paris, 336 p.
- 65 – D'ASSIS FONSECA E.C.M., 1968 – *Diptera Cyclorrhapha Calyptrata. Section (b) Muscidae*. Ed. Royal entomol. society London, 10 (4-b), 118 p.
- 66 – DEDET J. P., ADDADI K. et BELAZZOUG S., 1984 – Les Phlébotomes (Diptera, Psychodidae) d'Algérie. *Cah. O.r.s.t.o.m., Sér. entomol.médec. parasitol.* 22 (2): 99 - 127.
- 67 – DEGABRIELE G., 2013 – An overview of the dragonflies and damselflies of the Maltese Islands (Central Mediterranean) (Odonata). *Bull. entomol. soc. Malta*, 6: 5 – 127.
- 68 – DEGICHE–DIAB N., PORCELLI F. and BELHAMRA M., 2015 – Entomofauna of Ziban oasis, Biskra, Algeria. *J. insect. sci.*, 15 (41): 1 – 7.
- 69 – DELAGARDE J., 1983 – *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod, Paris, 157 p.
- 70 – DELECOLLE J. C., 1999 – Cératopogonidés (Diptera, Nematocera) de Los Monegros. *Bol. soc. entomol. aragnesa.*, 24: 137.
- 71 – DENIS J. R. et BITSCH J., 1973 – *Structure céphalique dans les ordres d'insectes. Ordre des Odonates*. 158 – 168, in GRASSE P. P., *Traité de Zoologie, Insectes: tête, aile, vol.* Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 8, fasc. 2, 600 p.
- 72 – DJELLAB S., VAN ECK A. and SAMRAOUI B., 2013 – A survey of the hoverflies of northeastern Algeria (Diptera: Syrphidae). *Egypt. j. biol.*, 15: 1 – 12.
- 73 – DJENNANE A., 1990 – Constat de situation des zones sud algériennes. *Options méditerranéennes, Sér. A*, (11): 29 – 40.
- 74 – DJILALI K., SEKOUR M., BEDDIAF R., SOUTTOU K. GUEZOUL O. et ABABSA L., 2011 – Etude du régime alimentaire du hibou ascalaphe *bubo ascalaphus* (Savigny, 1809) dans la région de Sebseb (Ghardaïa). *Sém. internati. biodiv. faun. zone aride et semi-aride*, pp. 252 – 257.
- 75 – DOMMANGET J.L., 1991 – Un piège lumineux pour estimer la richesse des milieux aquatiques. *Insectes*. 83 (4): 17 – 19.

- 76 – DOUMANDJI-MITICHE B. et DOUMANDJI S., 1993 – *La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures*. Ed. Office pub. univ. (O.p.u.), Alger, 94 p.
- 77 – DOWNES J. A. and WIRTH W. W., 1981 – Ceratopogonidae. 393 – 421, in. McALPINE J. F., PETERSON B. V., SHEWELL G. E., TESKEY H. J., VOCKEROTH J. R., WOOD D. M., *Manual of Nearctic Diptera*. Ed. Minister of supply and services, Ontario, Monographe 27, 674 p.
- 78 – DREUX P., 1980 – *Précis de l'écologie*. Ed. Presses univ. France (P.u.f.), Paris, 231 p.
- 79 – D.S.P.G., 2017 – *Données actualisés sur le paludisme à Ghardaïa*. Ed. Direction de la santé publique de Ghardaïa, 3 p.
- 80 – DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982a - *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed. G.e.r.d.a.t., Paris, T. I, 707 p.
- 81 – DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982b – *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed. G.e.r.d.a.t., Paris, T. 2: 707 – 1496.
- 82 – DUVIARD D. et ROTH M., 1973 – Utilisation des pièges à eau colorées en milieu tropical. Exemple d'une savane pré forestière de côte d'ivoire. *Sér.biol., cah. organi. rech. sci. tech. outer-mer (O.r.s.t.o.m.)*, 18: 91 – 97.
- 83 – EBEJER M.J., 1998 – A review of the palaeartic species of *Aphaniosoma* Becker (Diptera, Chyromyidae), with descriptions of new species and a key for the identification of adults. *Mitteilungen museum für naturkunde Berliner deutsche entomologische zeitschrift*, 45 (2): 191 – 230.
- 84 – EBEJER M.J., 2009 – A revision of the afrotropical Chyromyidae (excluding *Gymnochiromyia* Hendel) (Diptera; Schizophora), with the recognition of two subfamilies and the description of new genera. *African invertebrates*, 50 (2): 321 – 434.
- 85 – EBEJER M.J., 2010 – The identification of females of the west palaeartic species of *Gymnochiromyia* Hendel (Diptera: Chyromyidae) and description of five new species from Israel and the United Arab Emirates,. *Isr. J. Entomol.* 40: 145 – 168.
- 86 – EBEJER M.J., 2016 – The Moroccan species of Chyromyidae (Diptera) with descriptions of five new species of *Aphaniosoma* Becker. *Zootaxa*, 4208 (3): 221 – 236.
- 87 – ELOUARD J.M., 1981 – *Diptères, caractères généraux, clés systématiques et familles peux importantes*. 553 – 567, in DURAND J. R. et LEVEQUE C., *Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne*. Ed. Office rech. sci. tech. Outre-Mer (O.r.s.t.o.m.), Paris. 45 (2), 873 p.

- 88 – ETCHECOPAR R.D. et HUE F., 1964 – *Les oiseaux du Nord de l'Afrique*. Ed. N. Boubée et C^{ie}, Paris, 606 p.
- 89 – FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1984 – *Ecologie*. Ed. Baillière J.B., Paris, 168 p.
- 90 – FRAH N., 2014 – Etude de quelques aspects bioécologiques de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Diptera-Tephritidae) dans deux oliveraies de l'est algérien à étages bioclimatiques distincts. *A.f.p.p.*, 10^{ème} Conf. Internati. "Les ravageurs en agriculture", 22-23 octobre 2014, Montpellier.
- 91 – FRAISSIGNES B., CHIPPAUX A. et MOUCHET J., 1968 – Capture des moustiques par des pièges lumineux associés à une source de gaz carbonique. *Médecine tropicale*, 28 (2) : 215 – 221.
- 92 – FRANCIS F., 2001 – Evaluation de la diversité des Syrphidae d'un site de la région liégeoise (rue de Targon, Theux, Belgique). *Notes fauniques de Gembloux*, 43: 3 – 15.
- 93 – GARROS C., GILLES J. et DUVALLET G., 2004 – Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *C. niger* (Diptera: Muscidae), comparaison de population de l'île de la réunion. *Parasite*, 11: 329 – 332.
- 94 – GASPAR C., KRZELJ S., VERSTRAETEN C. et WOLF F., 1968 – Recherches sur l'écosystème forêt. La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont. Insectes récoltés dans des bacs d'eau. *Bull. rech. agr. Gembloux*, 3 (2): 293 – 300.
- 95 – GILBERT F. S., 1981 – Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. *Ecological entomol.*, 6: 245 – 262.
- 96 – GOETGHEBUER M. E. M., 1928 – *Faune de France, diptères Nématocères*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 174 p.
- 97 – GOUAT P., GOUAT J. et COULON J., 1984 – Répartition et habitat de *Massoutiera mzabi* (Rongeur Cténodactylidé) en Algérie. *Mammalia*, 48 (3): 351 – 362.
- 98 – GREATHEAD D. J., 1992 – *Natural enemies of tropical locust and grasshoppers: their impact and potential as biological control agents*. 105–220, in LOMER C. J. et PRIOR C., *Biological control of Locusts and Grasshoppers*. Ed. C.a.b. internati., Wallingford, 394 p.
- 99 – GRICHANOV I. Y., 2006 – *A checklist and keys to North European genera and species of Dolichopodidae (Diptera)*. Ed. all-Russian inst. plant protect., 120 p.
- 100 – GRICHANOV I. Y., 2016 – On the Dolichopodidae (Diptera: Empidoidea) from Serbia. *Acta entomologica serbica*, 21: 27 – 37.
- 101 – GRICHANOV I. and TONGUÇ A., 2010 – New contribution to the Turkish Dolichopodidae fauna (Diptera). *Acta zool. bulgar.* 62 (3): 355 – 357.

- 102 – GUENDOOUZ A. and MICHELOT J.L., 2006 – Chlorine-36 dating of deep groundwater from northern Sahara. *J. hydrol.*, 328: 572 – 580.
- 103 – GUERZOU A., DERDOUKH W., GUERZOU M. and DOUMANDJI S., 2014 – Arthropod biodiversity in 3 steppe regions of Djelfa área (Algeria). *Internati. j. Zool. res.*, 4 (3): 41 – 50.
- 104 – HAFSI A., ABBES K., HARBI A., BEN OTHMEN S., LIMEM E., ELIMEM M., KSANTINI M. and CHERMITI B., 2015 – The pumpkin fly *Dacus frontalis* (Diptera: Tephritidae): a new pest of cucurbits in Tunisia. *Bull. O.e.p.p./E.p.p.o. Bull.*, 45:1 – 5.
- 105 – HAGUET G., CHEVRIER M. et BRUNEL E., 2002 – *Les invertébrés de la dune de Bon Abri*. Ed. Direction générale de l'environnement, Rennes, 24 p.
- 106 – HAMMADI D., BOUBIDI S. C., CHAIB S. E., SABER A., KHECHACHE Y., GASMI M. et HARRAT Z., 2009 – Le paludisme au Sahara algérien. *Bull. soc. pathol. éxot.*, 102: 185 – 192.
- 107 – HARBACH R.E., 2007 – The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668: 591 – 638.
- 108 – HASSAINE K., GOURMALA S. et METGE G., 2001 – Cinétique démographique des populations pré-imaginales d'*Aedes mariaae* (Diptera: Culicidae) des côtes occidentales algériennes. *Ann. limnol.* 37 (1): 59 – 69.
- 109 – HAUPT J. et HAUPT H., 2000 – *Guide des mouches et des moustiques*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 352 p.
- 110 – HEIM de BALSAC H. et MAYAUD N., 1962 – *Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. Ed. P. Lechevalier, Paris, T. 10, 486 p.
- 111 – HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J., 1984 – *Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Ed. Delachaux et Nieslé, Neuchâtel, 319 p.
- 112 – I.P.A., 1949 – *Notice sur l'Institut Pasteur d'Algérie*. Ed. Institut Pasteur d'Algérie, Alger, T. 2, 619 p.
- 113 – JACQUEMIN P., 1952 – Création artificielle d'un foyer palustre en territoire saharien. *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 14: 6.
- 114 – JANG M., RYU S.M., KWON S.C., HA J.O., KIM Y.H., KIM D. H., JUNG S.M., LEE S.L., SOHN W.M., CHA H.J., and OCK M., 2013 – A case of oral myiasis caused by *Lucilia sericata* (Díptera: Calliphoridae) in Korea. *Korean j. parasitol.*, 51 (1): 119 – 123.
- 115 – JOLY P., 1977 – *Le développement post-embryonnaire des insectes*: 411, in GRASSE P. P., *Traité de Zoologie: Généralités sur les insectes*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 8, fasc. V-A, 793 p.

- 116 – KADA A. et DUBOST G., 1975 – Le Bayaud à Ghardaïa. *Bull. agro. sahar.*, 1: 29 – 61.
- 117 – KAPROFF R., 1952 – Observation préliminaire sur l'hydrologie du Bas-Sahara. 19^{ème} congrès géol. internati., 8-15 septembre 1952, Alger, pp. 201 – 231.
- 118 – KEVAN P.G., 2002 – Flowers, pollination, and the associated diversity of flies. *Biodiversity*, 3 (4): 6 – 8.
- 119 – KHERBOUCHE Y., SEKOUR M., GASMI D., CHAABNA A., CHAKALI G., LASSERRE-JOULIN F. and DOUMANDJI S., 2015 – Diversity and distribution of arthropod community in the lucerne fields in northern Sahara of Algeria. *Pakistan j. zool.*, 47 (2): 505 – 514.
- 120 – KITOUS S., BENSALÉM R. and ADOLPHE L., 2012 – Air flow patterns within a complex urban topography under hot and dry climate in the Algerian Sahara. *Building and environment*, 56: 162 – 175.
- 121 – KOURIM M. L., DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S. et REGGANI A., 2011 – Biodiversité entomologique dans le parc national de l'Ahaggar (Tamanrasset, Sahara). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, 63 (3): 149 – 155.
- 122 – KREMER M., DELECOLLE J. C., BAILY-CHOUMARA H. et CHAKER E., 1979 – Cinquième contribution à l'étude faunistique des Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) du Maroc. Description de *C. calloti* n. sp.. *Cah. Org. rech. sci. techn. outremer (O. r. s. t. o. m.)*, sér. ent. méd. parasitol., 17 (3): 195 – 199.
- 123 – LAAMARI M., TALBI Y., et MAHMOUDI R., 2015 – *Ceratitis capitata*, une nouvelle menace pour le pommier en Algérie. *Bull. O.e.p.p./E.p.p.o. Bull.*, 15 (2): 207 – 208.
- 124 – LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1969 – *Problème d'écologie: L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, 303 p.
- 125 – LAMOTTE M., DOMINIQUE M., GILLON Y. et RICOU G., 1969 – L'échantillonnage quantitatif des peuplements d'invertébrés en milieux herbacés: pp. 56 - 64, in LAMOTTE M. et BOURLIERE F., *Problème d'écologie: L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, 303 p.
- 126 – LANGRONIER C., 1941 – *Ceratitis capitata* dans les oasis sahariennes. *Bull. Soc. hist. nat. Afr. Nord*, 31 (9): 157 – 159.
- 127 – LE BERRE M., 1989 – *Faune du Sahara – Poissons – Amphibiens – Reptiles*. Ed. Lechevalier R.C., Paris, Collection "Terres africaines", T. 1, 332 p.
- 128 – LE BERRE M., 1991 – *Faune du Sahara – Mammifères*. Ed. Lechevalier R.C., Paris, Collection "Terres africaines", T. II, 359 p.

- 129 – LEDANT J.P., JACOB J.P., JACOBS P., MALHER F., OCHANDO B. et ROCHE J., 1981– Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut*, 71: 295 – 398.
- 130 – LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1984 – *Ecologie numérique – La structure des données écologiques*. Ed. Masson, Paris, coll. "Presses Univ. Québec", T. 2, 335 p.
- 131 – LE GOFF G., CARNEVALE P. et ROBERT V., 1993 – Comparaison des captures sur Homme et aux pièges lumineux CDC pour l'échantillonnage des moustiques et l'évaluation de la transmission du paludisme au Sud-Cameroun. *Ann. soc. Belge méd. trop.* 73: 55 – 60.
- 132 – LEPINEY J., 1939 – Solifuges et Opilionides du Maroc déterminés par le Docteur Roewer C.F.. *Bull. Soc. sci. natu. Maroc*, p. 116.
- 133 – LEWIS T., and TAYLOR L.R., 1967 – *Introduction to experimental ecology*. Ed. Academic press I.n.c. London, 401 p.
- 134 – LHOIR J., FAGOT J., THIEREN Y. et GILSON G., 2003 – Efficacité du piégeage par les méthodes classiques des Coléoptères saproxyliques en région wallonne (Belgique). *Note faunistique de Gembloux*, 50: 49 – 61.
- 135 – LOUNACI Z., DOUMANDJI S., DOUMANDJI-MITICHE B. and BERROUANE F. Z., 2014 – Dipterans biodiversity of agricultural and medico veterinary interest in the marsh of Reghaïa (Algeria). *Internati. j. zool. res.*, 4 (5): 71 – 82.
- 136 – LUKA Y, LEMON L. et GOUBELY C., 2011 – *La biodiversité wallonne au fil des saisons*. Ed. Delbouch C., Namur, 63 p.
- 137 – MAHAT N. A., JAYAPRAKASH P. T. and ZAFARINA Z., 2012 – Malathion extraction from larvae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) for determining death due to malathion, *Tropical biomedicine*, 29 (1): 9 –17.
- 138 – MARNICHE F., MILLA A, VOISIN J.F. et DOUMANDJI S., 2013 – Régime alimentaire du guêpier de perse *Merops superciliosus* dans le Grand Erg Oriental algérien. 4th *internati. cong. popul. animal communities "Dynamics and biodiversity of the terrestrial and aquatic ecosystems" C.i.p.c.a.4" Taghit, 19-21 novembre 2013, Béchar*.
- 139 – MARSEAULT J. et VIGOUROUX J. P., 2009 – Filet troubleau. *J. animation*, 97: 3 – 4.
- 140 – MARTOJA R., 1977 – Les organes génitaux femelles. 1 – 123. in GRASSE P. P., *Traité de Zoologie: généralités sur les insectes*, Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 8, fasc. 5-A, 793 p.
- 141 – MATILE L., 1993 – *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris, T.1, 439 p.
- 142 – MATILE L., 1994 – *Diptera*. 341 – 357, in JUBERTHIE C. et DECU V., *Encyclopaedia biospeologica*, Ed. Société biospéol., Bucarest, T.1. 835 p.
- 143 – MATILE L., 1995 – *Les Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée. Paris 6, T. 2, 381p.

- 144 – McALPINE J. F., 1981 – *Morphology and terminology – adults*. 393 – 421, in McALPINE J.F., PETERSON B.V., SHEWELL G. E., TESKEY H. J., VOCKEROTH J. R., and WOOD D. M., *Manual of Nearctic Diptera*. Ed. Minister of supply and services, Ottawa, Monographe, 27, 674 p.
- 145 – McALPINE J.F., PETERSON B. V., SHEWELL G. E., TESKEY H. J., VOCKEROTH J. R., WOOD D. M., 1981 – *Introduction*. 1 – 7, in McALPINE J. F., PETERSON B. V., SHEWELL G. E., TESKEY H. J., VOCKEROTH J. R. and WOOD D. M., *Manual of Nearctic Diptera*. Ed. Minister of supply and services, Ottawa, Monographe, 27, 674 p.
- 146 – MERABTI B. et OUAKID M. L., 2011 – Contribution à l'étude des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (Nord-Est d'Algérie). *Sém. internati. biodiv. faun. zone aride et semi-aride, 22-24 novembre 2011, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla*, pp. 185 –188.
- 147 – MERZ B. and BLASCO-ZUMETA J., 1995 – The fruit fly (Diptera: Tephritidae) of the Monegros region (Zaragoza, Spain), with the record of the host plant of *Rhagoletis zernyi* Hendel, 1927. *Zapateri revta. Agagon. Ent.*, 5:127 – 134.
- 148 – MUNARI L., 2010 – Insecta Diptera. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17 (suppl. I): 572 – 583.
- 149 – NENTWING W., BACHER S. et BRANDL R., 2009 – *Ecologie, manuel de synthèse*. Ed. Vuibert, Paris, 368 p.
- 150 – OLEA M. S., PATITUCCI L. D., MARILUIS J. C., ALDERETE M. and MULIERI P. R., 2016 – Assessment of sampling methods for sarcosaprophagous species and other guilds of Calyptratae (Diptera) in temperate forests of southern south America. *J. med. entomol.*, 0 (0):1 – 13.
- 151 – O.M.S., 1994 – *Techniques entomologiques pratiques pour la lutte antipaludique (guide du stagiaire)*. Ed. Organisation mondiale de la santé (O.m.s.), partie I, Genève, 77 p.
- 152 – O.M.S., 2016 – *Rapport sur le paludisme dans le monde 2015*. Ed. Organisation mondiale de la santé (O.m.s.), partie I, Genève, 30 p.
- 153 – O.N.M.G., 2017 – *Les données climatiques de la station météorologique de Ghardaïa: période 2007 – 2016*. Ed. Station météorologique de Ghardaïa, 3 p.
- 154 – OUKIL S., 2008 – Lutte par la technique de l'insecte stérile (T.I.S.) contre *Ceratitis capitata*: effet d'une dose substérilisante au Cobalt ⁶⁰ de 30 Gy sur la descendance. *Journ. sci. agri. environm.*, 28 avril 2008, Sidi Bel Abbès, 128 p.
- 155 – OZENDA P., 1977 – *Flore du Sahara*. Ed. Centre nati. rech. sci. (C.n.r.s.), Paris, 620 p.
- 156 – PARENT O., 1938 – *Faune de France – Diptères Dolichopodidae*. Ed. P. lechevalier, Paris, 720 p.

- 157 – PERRIER R., 1937 – *la faune de France Diptères – Aphaniptères*. Ed. Delagrave, Fasc. 8, Paris, 216 p.
- 158 – PIERRE C., 1924 – *Diptères: Tipulidae*. Ed. P. Lechevalier, Paris, 159 p.
- 159 – PIGUET P., 1960 – *Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord*. Ed. Société Shell Algérie, Alger, 117 p..
- 160 – PONT A.C., 1981 – Some new oriental shoot-flies (Diptera: Muscidae, genus *Atherigona*) of actual or suspected economic importance. *Bull. entomol. res.*, 71: 371 – 393.
- 161 – PONT A.C. and DEEMING J.C., 2001 – A shoot-fly *Atherigona tritici* sp. n. (Diptera: Muscidae), attacking wheat *Triticum aestivum* on Egypt. *Bull. entomol. res.*, 91: 297 – 300.
- 162 – QUESADA-LOBO L., TROYO A. y CALDERÓN-ARGUEDAS Ó., 2012 – Primer reporte de miasis hospitalaria por *Lucilia cuprina* (Díptera: Calliphoridae) en Costa Rica. *Biomédica*, 32 (4): 485 – 489.
- 163 – RAILLIET A., 1885 – *Éléments de zoologie médicale et agricole*. Ed. Asselin et Houzeau, Paris, 1053 p.
- 164 – RAMADE F., 1984 – *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 165 – RATO C., BRITO J. C., CARRATERO M. A., LARBES S., SHACHAM B. and HARRIS D. J., 2007 – Phylogeography and genetic diversity of *Psammophis schokari* (Serpents) in North Africa based on mitochondrial DNA sequences. *Africans Zoology*, 42 (1): 112 – 117.
- 166 – REDON M. et CHOREIN A., 2009 – Nouvelles espèces de syrphes (Diptera, Syrphidae) pour le département du Calvados (Basse Normandie, France). *Invertébrés armoricains*, (3): 23 – 24.
- 167 – REMM H., 1988 – *Ceratopogonidae*. 11 – 109, in SOOS A. et PAPP L., *Catalogue of Palearctic Diptera: Ceratopogonidae – Mycetophilidae*. Ed. Akadémiai kiadó, Budapest, T. 10, fasc. 1, 448 p.
- 168 – RIAZ M. and SARWAR M., 2013 – A new record of fruit fly *Trupanea amoena* (Frauenfeld) within genus *Trupanea* Schrank of subfamily Tephritinae (Diptera: Tephritidae) from Pakistan. *Res. rev. j. zool. sci.*, 1 (2): 7 – 12.
- 169 – RIOUX J.A., GUIVARD E. et PASTEUR N., 1998 – Description d'*Aedes (Ochlerotatus) coluzzi* n. sp. (Diptera – Culicidae), espèce jumelle du complexe *A. detritus*. *Parasitologia*, 40: 353 – 360.
- 170 – ROBERT J. C., 1983 – Le piège lumineux directionnel, ses utilisations. *Cah. liaison O.p.i.e.*, 17 (1-4): 21 – 25.

- 171 – RODHAIN F. et PEREZ C., 1985 – *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Ed Maloine S.A., Paris, 458 p.
- 172 – ROHÁČEK J., 2013 – The fauna of Acalypterate families Trixoscelididae, Chyromyidae and Sphaeroceridae (Diptera) in the Gemer area (Central Slovakia): supplement 2. *Casopis Slezského Zemského Muzea Opava*, 62 (A): 155 – 172.
- 173 – ROLO E. A., OLIVEIRA A. R., DOURADO C. G., FARINHA A., REBELO M. T., and DIAS D., 2013 – Identification of sarcosaprophagous Diptera species through DNA barcoding in wildlife forensics. *Forensic sci. internati.*, 228: 160 – 164.
- 174 – ROTH M., 1980 – *Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes*. Ed. Organisme. rech. sci. tech. Outre-Mer (O.r.s.t.o.m.), Paris, 213 p.
- 175 – SAIFI M., BERROUANE F., BENZAADA F., TALEB M., DOUMANDJI S., 2014 – First data on the forensic entomofaune of the corpses of the wild boar (*Sus scrofa*) in the area of Bordj Bou Arreridj, Algeria. *Balkan agri. cong.*, 8-11 septembre 2014, Edirne.
- 176 – SAIFI M., BERROUANE F., BENZAADA F., TALEB M., BOUBAKEUR A. et DOUMANDJI S., 2015 – Bio-systématique des Diptera nécrophage sur une charogne d'un chacal (*Canis aureus*) dans une zone semi-aride Bordj Bou Arreridj, Algérie. 2^{ème} *sém. internati. biodiv. faun. zones aride, semi-arides*, 29-30 novembre 2015, Univ. Kasdi Merbah. Ouargla.
- 177 – SALAH OU EL HADJ B., BABA AISSA N., BELADIS B., BAY AHMAD S., 2017 – Contribution à l'étude de la bio écologie de quelques déprédateurs du grenadier *Punica granatum*. L. (1753) rencontrés dans les oasis algériennes. *Journ. nati. 'Biodiversité animale, dégâts et lutte'*, 24-25 mai 2017, *Dep. zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro. El Harrach, Alger*.
- 178 – SAMRAOUI B. and MENAÏ R., 1999 – A contribution to the study of algerian Odonata. *Internati. J. Odonatol.*, 2: 145 – 165.
- 179 – SARTHOU V., 2011 – Diversité des Syrphidae en grandes cultures et intérêt entomologique. *Colloque de restitution du programme C.a.s.d.a.r. 'Les entomophages en grandes cultures: diversité, service rendu et potentialité des habitations'*, 17 novembre 2011, Paris.
- 180 – SCHAFFNER F., ANGEL G., GEOFFROY B., HERVY J.P., RHAÏEM A. et BRUNHES J., 2001 – *Les moustiques d'Europe*. Logiciel, Ed. Entente interdépartementales pour la démoustication du littoral mérid. inst. rech. dév., Montpellier.
- 181 – SCHERRER B., 1984 – *Biostatistique*. Ed. Gaëtan Morin. Louiseville, 850 p.

- 182 – SEGUY E., 1923 – *Faune de France: Diptères Anthomyides*. Ed. Presses Univ. France et P. Lechevalier, Paris, 390 p.
- 183 – SEGUY E., 1924 – *Les moustiques de l'Afrique Mineure, de l'Égypte et de la Syrie*. *Encyclopédie entomologique*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 257 p.
- 184 – SEGUY E., 1925 – *Faune de France, Diptères Nématocères piqueurs*. Ed. P. Lechevalier, Paris, 109 p.
- 185 – SEGUY E., 1926 – *Faune de France. Diptères (Brachycères)*. Ed. P. Lechevalier, Paris, 308 p.
- 186 – SEGUY E., 1930 – Contribution à l'étude des diptères du Maroc. *Mémoire oc. sci. nat., Maroc*. 24, 206 p.
- 187 – SEGUY E., 1947 – *La vie des mouches et des moustiques*. Ed. P. Lechevalier, Paris, 252 p.
- 188 – SEGUY E., 1950 – *La biologie des Diptères*. *Encyclopédie entomologique*. Ed. P. Lechevalier, Paris, sér. A, T. 26, 609 p.
- 189 – SEGUY E., 1951 - *Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758)*, 449 – 744, in GRASSE P. P., *Traité de Zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hemipteroïdes*. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, T. 10, fasc. 1, 975 p.
- 190 – SEGUY E., 1983 – *La Faune de la France: Diptères*. Ed. Librairie Delagrave, Paris, 216 p.
- 191 – SENOUSSE A. et BENSEMAOUNE Y., 2011 – Les parcours sahariens entre usage et enjeu! Cas de la région de Ghardaïa. *Algérien. j. arid. env.*, 1 (1): 37 – 49.
- 192 – SHAALAN E. A. and CANYON D. V., 2009 – Aquatic insects predators and mosquito control. *Tropical Biomedicine*, 26 (3): 223 – 261.
- 193 – SHI C. M., ZHANG X. S. and ZHANG D. X., 2015 – Parasitoidism of the *Sarcophaga dux* (Diptera: Sarcophagidae) on the *Mesobuthus martensii* (Scorpiones: Buthidae) and its implications. *Annal. entomol. soc. America*, 108 (6): 978 – 985.
- 194 – SILVER J. B., 2008 – *Mosquito ecology: Field sampling methods*. Ed. Springer, Dordrecht, 22, 1477 p.
- 195 – SIVINSKI J., 1997 – Ornaments in the Diptera. *Florida Entomologist*, 80 (2): 142 – 164.
- 196 – SKEVINGTON J. H., 2002 – Intimate neighbours: parasitoids and parasites. *Biodiversity*, 3 (4): 6 – 8.
- 197 – SOLTANI N. and ZAIDI N., 2011 – Environmental assesement of pesticides for Mosquito control: impact and status of recovery in a larvivorous fishes *Gambusia affinis*. *3^{ème} séminaire internati. biol. anim.*, 9-11 mai 2011, Contantine.
- 198 – SOLTNER D., 1990 – *Les grandes productions végétales (céréales, plantes sarclées, prairies)*. Ed. sciences technol. agri., Paris, 464 p.

- 199 – SOÓS A., 1984 – *Family Chyromyidae*. 56–60, in SOÓS A. and PAPP L., *Catalogue of Palaearctic Diptera: Clusiidae – Chloropidae*. Vol.10. Ed. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- 200 – SPEIGHT M. C. D. and SARTHOU J. P., 2012 – *StN keys for the identification of adult European Syrphidae (Diptera) 2012/Clés StN pour la détermination des adultes des Syrphidae Européens (Diptères) 2012*. Ed. Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Dublin, Vol. 70, 130 p.,.
- 201 – STEWART P., 1969 – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. soc. Afrique du Nord*, 59 p.
- 202 – TALEB M., GHANIA T., BERRABAH D. E., SAIFI M., BERROUANE F. and DOUMANDJI S., 2014 – Identification of necrophagous Diptera visiting bait traps in Ghardaïa, Algeria. 21st *Benelux Congress of Zoology*, 12-13 décembre 2014, Liège.
- 203 – TAN K.H., NISHIDA R., JANG E. B. and SHELLY T.E., 2014 – *Pheromones, male lures, an trapping of Tephritid fruit flies*. 15 – 74, in SHELLY T., EPSKY N., JANGG E.B. REYES-FLORES J. and VARGAS R.. Ed. Springer, London, 638 p.
- 204 – TESKEY H.J., 1981 – *Morphology and terminology – larvae*. 393-421, in McALPINE J. F., PETERSON B.V., SHEWELL G.E., TESKEY H.J., VOCKEROTH J.R., WOOD D. M., *Manual of Nearctic Diptera*. Ed. Minister of supply and services, Ottawa, Monographe, 27, 674 p.
- 205 – THOMAS A., 1969 – Sur l'importance des Diptères dans l'environnement de quelques cours d'eau des Pyrénées. *Ann. limnol.*, 5 (1): 61 – 71.
- 206 – TOMASOVIC G., 1998 – Evaluation de la faune des Asilidae (Diptères Brachycères) de Belgique au cours de ce dernier siècle. *Note faunistique de Gembloux*, 35: 7 – 19.
- 207 – TOUZIN D., 2008 – *Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec*. Ed. Université Laval, Québec, 40 p.
- 208 – TRIKI-YAMANI R.R., 2005 – *Parasitoses des animaux domestiques*. Ed. Office publ. univ. (O.p.u.), Alger, 251 p.
- 209 – VACHON M., 1952 – *Etude sur les scorpions*. Ed. Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 482 p.
- 210 – VANHAELEN N., GASPARD C. and FRANCIS F., 2002 – Influence of prey host plant on a generalist aphidiphagous predator: *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Euro. j. entomol.*, 99: 561 – 564.
- 211 – VERVES Y.G., 2007 – The new faunistic data on Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) of the Republic of Seychelles. *Phelsuma*, 15: 71 – 81.
- 212 – VIAL Y. et VIAL M., 1974 – *Sahara, milieu vivant*. Ed. Hattier, Paris, 224 p.

- 213 – VILARDEBO A., 1975 – Enquête diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies du Sud-Est algérien. *Bull. agro. sahar.*, 01 (03): 1 – 27.
- 214 – VILLE L., 1872 – *Exploration géologique de Béni-M'Zab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger*. Ed. Imprimerie nationale, Paris , 540 p.
- 215 – VILLENEUVE F. et DESIRE C., 1973 – *Zoologie*. Ed. Bordas. Paris, 335 p.
- 216 – VOCKEROTH J.R., 2002 – Introducing the ubiquitous Diptera. *Biodiversity*, 3 (4): 3 – 5.
- 217 – WERNER D. and PONT A.C., 2003 – Dipteran predators of Simuliid blackflies: a worldwide review. *Med. vet. entomol.*, 17: 115 – 132.
- 218 – WERNER D. and PONT A.C., 2006 – New results on Diptera predators in the blackfly *Plague areas* of Central Europe and the Caucasus. *Acta entomologica Serbia, Supplement*, 131 – 140.
- 219 – WILMS T.M., BOME W., WAGNER P., LUTZMANN N. and SCHMITZ A., 2009 – Ontophylogeny and taxonomy of the genus *Uromastyx* Merrem 1820 (Reptilia: Squamata, Agamidae: Uromastycinae). Resurrection of the genus *Saara* Gray, 1845. *Bonner zoologische Beitrage*, 56: 55 – 99.
- 220 – WOOD D.M., 1984 – *Clés des genres et des espèces de moustiques du Canada*. Ed. Ministre des Approvisionnements et Services, Ottawa, 6:1 – 92.
- 221 – YANG S. T., KURAHASHI H., and SHIAO S.F. 2014 – Keys to the blow flies of Taiwan, with a checklist of recorded species and the description of a new species of *Paradichosia* Senior-White (Diptera, Calliphoridae). *Zookeys*, 434: 57 – 109.

Annexe 1- Tableau 2 – Données climatiques des différentes années d'étude (O.N.M., 2017)

Années	Données climatiques	Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	m. (°C.)	28	27	34	126	145	162	246	245	180	123	80	35
	M. (°C.)	231	241	290	340	400	410	446	450	431	307	288	210
	(M+m)/2 (°C.)	12,95	13,4	16,2	23,3	27,25	28,6	34,6	34,75	30,55	21,5	18,4	12,25
	P (mm)	3,2	0	57	19,9	1,7	13,3	1,2	0,1	45,1	13,2	0	0,1
	Insol. (H)	250	252	252	301	341	351	357	345	265	292	265	259
2012	m. (°C.)	13	-5	56	77	150	232	233	231	183	139	55	22
	M. (°C.)	211	161	270	348	408	437	470	446	405	373	330	249
	(M+m)/2 (°C.)	11,2	7,8	16,3	21,25	27,9	33,45	35,15	33,85	29,4	25,6	19,25	13,55
	P (mm)	9,7	1	6,3	7,2	0,2	1,9	0,2	0,6	7,5	0,3	4	0
	Insol. (H)	251	266	267	289	352	329	352	330	280	258	236	275
2013	m. (°C.)	26	27	48	79	136	222	222	222	195	146	40	30
	M. (°C.)	250	252	310	359	408	437	257	420	422	382	290	220
	(M+m)/2 (°C.)	13,8	13,95	17,9	21,9	27,2	32,95	23,95	32,1	30,85	26,4	16,5	12,5
	P (mm)	4	0	5,3	2,9	0,4	0	0	2,7	4,7	2,4	14,9	30,3
	Insol. (H)	268	261	273	290	345	354	329	335	287	290	250	196
2014	m. (°C.)	28	44	70	96	148	158	244	253	197	140	85	33
	M. (°C.)	219	264	274	384	415	440	460	466	428	380	286	201
	(M+m)/2 (°C.)	12,35	15,4	17,2	24	28,15	29,9	35,2	35,95	31,25	26	18,55	11,7
	P (mm)	1,8	12,4	0,2	0	14,6	7,3	1	0,3	2,9	0,1	4,3	1,9
	Insol. (H)	250	245	266	329	339	340	306	321	247	292	223	246
2015	m. (°C.)	54	65	110	160	209	241	268	274	234	181	114	68
	M. (°C.)	165	166	227	299	348	372	401	399	352	292	215	181
	(M+m)/2 (°C.)	11,0	11,6	16,9	23,0	27,9	30,7	33,5	33,7	29,3	23,7	16,5	12,5
	P (mm)	4	11	0	0	0	0	0	15	13	5	5	0
	Insol. (H)	247	216	316	288	358	344	387	275	244	274	272	263

M : Température maximale du mois en 1/10 de °C

m : Température minimale du mois en 1/10 de °C

(M+m)/2 : Moyennes mensuelles des températures en 1/10 de °C

P : Quantité mensuelle de pluie pendant le mois

Insol. : Durée d'insolation par heurs pendant le mois

Annexe 2- Tableau 7 – Classification des diptera selon McALPINE (1981)

Subordres	Infrordres	Super familles	Familles
Nematocera	Tipulomorpha	Tanyderoidea	Tanyderidae
		Tipuloidea	Tipulidae
	Blephariceromorpha	Blephariceroidea	Blephariceridae
		Deuterophlebioidea	Deuterophlebiidae
		Nymphomyioidea	Nymphomyiidae
	Axymyiomorpha	Axymyioidea	Axymyiidae
	Bibionomorpha	Pachyneuroidea	Pachyneuridae
			Bibionoidea
		Sciaroidea	Mycetophilidae
			Sciaridae
			Cecidomyiidae
	Psychodomorpha	Psychodoidea	Psychodidae
		Trichoceroidea	Trichoceridae
		Anisopodoidea	Anisopodidae
		Scatopsoidea	Scatopsidae
	Synneuridae		
	Ptychopteromorpha	Ptychopteroidea	Ptychopteridae
	Culicomorpha	Culicoidea	Dixidae
			Chaoboridae
			Culicidae
		Chironomoidea	Thaumaleidae
			Simuliidae
			Ceratopogonidae
Chironomidae			
Brachycera	Tabanomorpha	Tabanoidea	Pelecorrhynchidae
			Tabanidae
			Athericidae
			Rhagionidae

		Stratiomyoidea	Xylophagidae
			Xylomyidae
			Stratiomyidae
		Asiloidea	Therevidae
			Scenopinidae
			Vermileonidae
			Mydidae
			Apioceridae
			Asilidae
		Bombylioidea	Acroceridae
			Nemestrinidae
			Bombyliidae
			Hilarimorphidae
		Empyroidea	Empididae
			Dolichopodidae
	Muscomorpha-Aschiza	Lonchopteroidea	Lonchopteridae
		Platypezoidea	Platypezidae
			Phoridae
		Syrphoidea	Syrphidae
	Pipunculidae		
	Muscomorpha Schizophora-Acalyptratae	Conopoidea	Conopidae
		Nerioidea	Cypselosomatidae
Micropezidae			
Neriidae			
Diopsoidea		Tanypezidae	
		Strongylophthalmyiidae	
		Psilidae	
		Diopsidae	
Tephritoidea		Lonchaeidae	
		Otiridae	

			Platystomatidae
			Pyrgotidae
			Tephritidae
			Richardiidae
			Pallopteridae
			Piophilidae
		Opomyzoidea	Clusiidae
			Acartophthalmidae
			Oдиниidae
			Agromyzidae
			Opomyzidae
			Anthomyzidae
			Aulacigastridae
			Periscelididae
			Asteiidae
			Milichiidae
			Carnidae
			Braulidae
		Sciomyzoidea	Coelopidae
			Dryomyzidae
			Sciomyzidae
			Ropalomeridae
			Sepsidae
		Lauxanioidea	Lauxaniidae
			Chamaemyiidae
		Sphaeroceroidea	Heleomyzidae
			Trixoscelididae
			Chyromyidae
			Rhinotoridae
			Sphaeroceridae

		Ephydroidea	Curtonotidae
			Drosophilidae
			Diastatidae
			Camillidae
			Ephydridae
			Chloropidae
			Cryptochetidae
			Tethinidae
			Canacidae
	Schizophora-Calyptratae	Muscoidea	Scathophagidae
			Anthomyiidae
			Muscidae
		Oestroidea	Calliphoridae
			Oestridae
			Sarcophagidae
			Rhinophoridae
			Tachinidae
		Hippoboscoidea	Hippoboscidae
Nycteribiidae			
Streblidae			

Annexe 3 – Formule du liquide de Barber d’après MATILE (1993).

Alcool 95 ⁰ :	330 cc
Eau distillée :	300 cc
Acétate d’éthyle :	150 cc
Ether ordinaire :	120 cc
Acide acétique :	10 à 20 gouttes

Annexe 4- Tableau 26 –Tableau présence et absence des espèces de Diptera de la région de Ghardaïa en fonction des stations pour les années allant de 2011 jusqu'en 2015

Paramètres Espèce	numéro	Ghardaïa	Tadjninte (El Atteuf)	Zelfana	El Guerrera
<i>Anopheles sergentii</i>	001	1	1	1	0
<i>Aedes caspius</i>	002	0	0	1	0
<i>Culix deserticola</i>	003	1	0	1	0
<i>Culex hortensis</i>	004	1	1	1	0
<i>Culex pipiens</i>	005	1	1	1	1
<i>Culex theileri</i>	006	0	0	1	0
<i>Culiseta longiareolata</i>	007	1	1	1	1
<i>Culiseta subochrea</i>	008	1	0	1	0
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	009	1	1	1	0
<i>Culicoides imicola</i>	010	1	1	1	1
<i>Culicoides albicans</i>	011	1	1	1	1
<i>Culicoides</i> sp.	012	1	1	1	1
Ceratopogonidae spp. indét	013	1	1	1	1
<i>Asyndetus separatus</i>	014	1	1	1	1
<i>Asyndetus</i> spp.	015	1	1	1	1
<i>Rhaphium brevicorne</i>	016	1	0	0	0
<i>Sciapus subvicinus</i>	017	1	1	1	1
<i>Gymnopternus</i> sp.	018	1	1	1	1
<i>Episyrphus balteatus</i>	019	1	0	1	0
<i>Eristalis tenax</i>	020	1	1	1	1
<i>Syrphus</i> sp.	021	1	1	0	1
<i>Eumerus</i> spp.	022	1	1	0	1
<i>Ceratitis capitata</i>	023	1	0	0	0
<i>Dacus dorsalis</i>	024	0	1	0	0
<i>Bactrocera oleae</i>	025	0	1	0	0
<i>Tephritis amoena</i>	026	0	0	1	1

<i>Aphaniosoma annulatum</i>	027	1	0	0	0
<i>Aphaniosoma approximatum</i>	028	1	1	1	1
<i>Aphaniosoma fissum</i>	029	1	0	1	1
<i>Aphaniosoma nigricauda</i>	030	1	1	0	1
<i>Aphaniosoma</i> sp.	031	0	0	1	0
<i>Musca domestica</i>	032	1	1	1	1
<i>Musca autumnalis</i>	033	1	1	1	1
<i>Musca sorbens</i>	034	1	1	0	0
<i>Muscina stabulans</i>	035	1	1	1	0
<i>Stomoxys calcitrans</i>	036	1	1	1	1
<i>Myospila</i> sp.	037	1	1	1	0
<i>Helina parcepilosa</i>	038	1	0	0	0
<i>Limniphora obsignata</i>	039	1	1	1	0
<i>Coenosia</i> sp.	040	1	1	0	0
<i>Lispe pectinipes</i>	041	1	0	0	0
<i>Lispe nana</i>	042	1	0	0	0
<i>Lispe</i> sp.	043	1	0	0	0
<i>Atherigona varia</i>	044	1	0	0	0
<i>Atherigona</i> sp.	045	1	1	1	1
<i>Calliphora</i> sp.	046	1	1	0	0
<i>Lucilia sericata</i>	047	1	1	0	0
<i>Lucilia cuprina</i>	048	1	0	0	0
<i>Pollenia contempta</i>	049	1	0	1	0
<i>Chrysomya albiceps</i>	050	1	1	0	0
<i>Chrysomya megacephala</i>	051	1	0	1	0
<i>Rhyncomya paralutea</i>	052	1	0	0	0
<i>Sarcophaga carnaria</i>	053	1	1	0	0
<i>Sarcophaga africa</i>	054	1	1	0	0
<i>Sarcophaga dux</i>	055	1	0	0	0
<i>Sarcophaga</i> spp.	056	1	1	0	0

Résumé

Bio systématique et aspects écologiques de quelques familles de Diptères dans la région de Ghardaïa

La présente étude porte sur les aspects systématique et écologique des principales espèces de Diptera de la région du Ghardaïa. Ces principales familles ont une importance particulière: agricole, forestière, médicale, vétérinaire ou autre. D'abord, les caractéristiques des stations choisies sont présentées: trois situées de part et d'autre de l'Oued M' Zab. Ce sont celles de Ghardaïa, de Tadjint et de Zelfana. Plus loin, celle d'El Guerrera retient l'attention. La période d'échantillonnage est de quatre ans, d'août 2011 à novembre 2015. Différents techniques sont appliquées pour la capture des larves et des imagos des Diptera notamment celles du piège lumineux, des assiettes jaunes et la méthode de Dipping. Une clé d'identification des familles est établie. Au total, 7.370 individus sont identifiés. Ils se répartissent entre 56 espèces dont 13 Nematocera et 43 Brachycera. Deux familles, celles des Culicidae et des Ceratopogonidae représentent les Nematocera. Les Familles de Brachycera sont celles des Dolichopodidae, des Syrphidae, des Tephritidae, des Chyromyidae, des Muscidae, des Calliphoridae et des Sarcophagidae. La station la plus riche en espèces est celle de Ghardaïa avec 50 espèces.

Des pertes agronomiques sont dues aux espèces de Tephritidae comme *Ceratitis capitata* et *Bactrocera oleae*. D'autres espèces sont utiles comme les pollinisatrices (*Epysurphus balteatus*) et les prédatrices comme *Sciapus subvicinus*. D'autres espèces sont dangereuses à l'égard de la population humaine locale, comme *Anopheles sergenti* qui est le vecteur du *Plasmodium*, responsable du paludisme. D'autres espèces zoophiles jouent le rôle d'ectoparasites par rapport aux animaux d'élevages, bovins, caprins et ovins. *Culicoides imicola* est le vecteur potentiel de la maladie de la fièvre catarrhale. Quelques espèces de la famille des Chyromyidae contribuent dans le processus du recyclage de la matière organique. *Lucilia sericata* (Calliphoridae), espèce utile dans l'entomologie forensique est notée à Ghardaïa. Un grand nombre d'espèces de Muscidae est capturé dans l'oasis de Ghardaïa soit 14 espèces. Apparemment, l'écosystème de cette oasis est influencé par les habitations humaines. La station de Zelfana est reconnue par le problème de la remontée de la nappe. Cela favorise la pullulation de 9 espèces de moustiques.

Mots-clés : Diptera, Culicidae, Tephritidae, oasis, assiettes jaunes, Sahara, Ghardaïa

ملخص

دراسة تصنيف وبعض الجوانب الإيكولوجية لبعض عائلات ثنائيات الأجنحة في منطقة غرداية

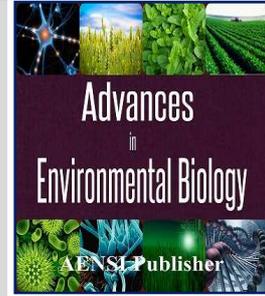
الدراسة الحالية تهدف أساسا إلى التعرف على تصنيف و معرفة بعض الجوانب الإيكولوجية لأهم الأنواع التي تنتمي لثنائيات الأجنحة بولاية غرداية. أهم العوائل التي تنتمي لهذه الرتبة من الحشرات لها أدوار مختلفة ومتنوعة، منها: الفلاحية، الغابية، الطبية، البيطرية وأخرى.. في البداية تم عرض أهم خصائص المحطات المختارة لهذه الدراسة، ثلاث منها متوزعة على ضفاف وادي مزاب والمتمثلة في محطة غرداية، تجنيت وكذا زلفانة. ويجدر بالذكر أن المحطة الرابعة وهي محطة القرارة موجودة أبعد نسبيا عن المحطات الثلاث الأخرى. وقد تمت عملية أخذ العينات على مدار أربع سنوات، من أوت 2011 إلى نوفمبر 2015. وأما بخصوص الطرق المختلفة لأخذ عينات من اليرقات وكذا الحشرات البالغة لرتبة ثنائيات الأجنحة، فقد استعملت طريقة الأفخاخ الضوئية، الصحون الصفراء وكذلك طريقة الغمر. وقد تم إنجاز وثيقة مفتاحية للتعرف على عائلات ثنائيات الأجنحة بهذه المنطقة. كما تم التعرف على 7.370 فردا في المجموع، يتوزعون على 56 نوعا، منها 13 نوعا ينتمون إلى خيطيات قرون الاستشعار و 43 نوعا إلى قصيرات قرون الاستشعار. هناك عائلتين تمثلان خيطيات قرون الاستشعار وهما *Culicidae* و *Ceratopogonidae* أما العائلات التي تمثل قصيرات قرون الاستشعار هي *Dolichopodidae* و *Syrphidae* و *Tephritidae* و *Chyromyidae* و *Muscidae* و *Calliphoridae* و *Sarcophagidae*. وقد تبين أن محطة غرداية هي التي تتوفر على أكبر عدد من الأنواع بـ 50 نوعا. ومن ضمن النتائج تسجيل خسائر معتبرة في المحاصيل الزراعية والتي تتسبب فيها بعض الأنواع من عائلة *Tephritidae* مثل ذبابة الفواكه *Ceratitis capitata* و *Bactrocera oleae*. وأما عن الأنواع المفيدة، فتوجد الأنواع الملقحة للأشجار مثل *Epysurphus balteatus* وكذلك المفترسات مثل *Sciapus subvicinus*. ومن الأنواع التي تشكل خطرا على السكان المحليين، *Anopheles sergenti* التي تعتبر ناقلة للـ *Plasmodium* والذي يتسبب في وباء الملاريا. وهناك أنواع أخرى متطفلة مصاصة لدماء الحيوانات الأليفة مثل الأبقار والماعز والأغنام. *Culicoides imicola* هو الناقل الأساسي لحمى اللسان الأزرق. وهناك بعض الأنواع التي تنتمي إلى عائلة *Chyromyidae* تساهم في عملية إعادة تدوير المواد العضوية. وقد وجد نوع مفيد في علم الحشرات الجنائية في غرداية وهو *Lucilia sericata* (*Calliphoridae*). وهناك 14 نوعا من عائلة *Muscidae* تم العثور عليها في واحة غرداية. ومن الواضح أن النظام الإيكولوجي لهذه الواحة يتأثر بالمساكن البشرية. أما بمحطة زلفانة والمعروفة بمشكل صعود المياه الجوفية، مما ساعد في توفير وسط ملائم لتكاثر 9 أنواع من البعوض.

الكلمات الرئيسية: ثنائيات الأجنحة، *Culicidae*، *Tephritidae*، واحة، الصحون الصفراء، الصحراء، غرداية

Abstract**Systematic and bioecological aspects of some families of Diptera in the region of Ghardaïa**

This study examines the systematic and ecological aspects of the Dipteran species in the region of Ghardaïa. These main families have particular importance: agricultural, forestry, medical, veterinary and other. Firstly, the characteristics of the selected stations are presented: three located on either side of Oued M'Zab. These are those of Ghardaïa, Tadjnint and Zelfana. Further on, that of El Guerrera retains the attention. The sampling period is four years, from August 2011 to November 2015. Different techniques are applied for the capture of larvae and Dipteran imagos, especially those of the light trap, yellow plates and soaking method. A key identification of family is established. A total of 7,370 individuals are identified. They are distributed among 56 species including 13 Nematocera and 43 Brachycera. Two families, the Culicidae and the Ceratopogonidae, represent the Nematocera. The families of Brachycera are those, Dolichopodidae, Syrphidae, Tephritidae, Chyromyidae, Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae. The richest species is Ghardaïa with 50 species. Agronomic losses are due to Tephritidae species such as *Ceratitis capitata* and *Bactrocera oleae*. Other species are useful as pollinators (*Epysurphus balteatus*) and as predators like *Sciapus subvicinus*. Other species are dangerous to the local human population, such as *Anopheles sergenti* which is the vector of *Plasmodium*, responsible for malaria. Other zoophilous species do the role of ectoparasites in relation to livestock, cattle, goats and sheep. *Culicoides imicola* is the potential vector of Blue tongue disease. Some species of the family Chyromyidae do a role in the process of recycling organic matter. *Lucilia sericata* (Calliphoridae), a species useful in forensic entomology, is noted in Ghardaïa. A large number of species of Muscidae is caught in the oasis of Ghardaïa, such as 14 species. Apparently, the ecosystem of this oasis is influenced by human habitations. The station of Zelfana is recognized by the problem of the rise of the tablecloth. This favors the multiplication of 9 species of mosquitoes.

Keywords: Diptera, Culicidae, Tephritidae, oasis, yellow plates, Sahara, Ghardaïa



A preliminary study of biodiversity and bio-ecology of Brachyceran flies (Insecta: Diptera) in oases of Ghardaïa (Sahara, Algeria)

¹Baba Aissa N., ²Barták M., ³Boukraa S., ⁴Lounaci Z. and ¹Doumandji S.

¹Laboratory Research of Plant Protection, Department of Agricultural and Forestry Zoology, E.N.S.A., Av. Hassen Badi, El-Harrach, PB 16200, Algiers, Algeria

²Department of Zoology and Fisheries, Faculty of Agrobiological, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6-Suchbát, Czech Republic.

³Unit of functional and evolutionary entomology, Gembloux Agro-Bio Tech (University of Liège), Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgium.

⁴Faculty of Biological and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University, PB 15000 Tizi-Ouzou, Algeria.

Address For Correspondence:

Baba Aissa Nadir, Department of Agricultural and Forestry Zoology, E.N.S.A., Av. Hassen Badi, El-Harrach, PB 16200, Algiers, Algeria.
Phone : +213 667792752; E-mail: baba.nadir@yahoo.fr.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Received 8 January 2017; Accepted 26 March 2017; Available online 28 March 2017

ABSTRACT

In the region of Ghardaïa (32°21' to 32°36'N.; 3°29' to 4°17' E.), belonging to the Saharan bioclimatic region and characterized by a dry climate, we studied the faunal composition of Diptera Brachycera between August and October 2011. We undertook a comparative biodiversity study in three oases located along the Oued M'Zab. Altogether, 48 species from 20 families of Diptera Brachycera were found. The family Muscidae is represented by eight species, followed by Calliphoridae (six species) and Dolichopodidae (five species). The highest species richness was found in the oasis of Tadjint (38 species), followed by Zelfana (24 species) and Ghardaïa (12 species). The highest relative abundance was from Ghardaïa (90.4 %, family Muscidae) and from Zelfana (69.3 %, family Dolichopodidae) and as such both these families have a particular importance in this study. The environment of the oasis of Ghardaïa is disturbed by the surrounding human dwellings. This may explain low species richness and eudominance of synanthropic species *Musca domestica*. On the other hand, the environment of the Zelfana oasis is still very little disturbed. The traditional oasis (old system of date palms) of Tadjint hosts economically important harmful Diptera species such as *Bactrocera oleae* (Tephritidae) and *Stomoxys calcitrans* (Muscidae).

KEYWORDS: Diptera, biodiversity, economic importance, oasis ecosystem, M'Zab Valley, Sahara, Algeria

INTRODUCTION

Throughout the world, much work has been done on taxonomy and the biology of different families of Diptera. In the desert and arid environments and the Palearctic, it is worth mentioning the studies of Leclercq [31] in Morocco and Leclercq [32] in Saudi Arabia and Oman on the family Tabanidae. El-Hawagry [18] and El-Hawagry and Evenhuis [19] studied Bombyliidae in Egypt, which belongs to the great Afro-Asiatic desert belt. In the arid and semi-arid regions of Algeria the work of Becker [4] on Diptera in general is noteworthy., Raffone [35] reported on Empididae, Hybotidae and Microphoridae, Munari [34] on Tethinidae, Arigue *et al.* [1] on the distribution of aquatic Diptera in Biskra (35°05' to 35°35'N; 5°30' to 6°17'E), Hafiane *et al.* [24] studied Diptera of Oued El Abiod (34°43'N; 5°22'E), Kourim *et al.* [28] worked on diversity of insects and partially also on the Diptera in the vicinity of Tamanrasset (22°47'N.; 5°31'E.), Baba Aissa *et al.* [2] on Tephritidae of Ghardaïa (32°21' to 32°36' N; 3°29' to 4°17'E), Chouihet and Doumandji-Mitiche [12] on the

entomofauna of M'Zab Valley and that of Deghiche-Diab *et al.* [14] on the entomofauna of the Ziban oases. These papers give much data on Diptera Brachycera particularly in the M'Zab.

The present paper attempts to add additional data on this taxonomic group in the region of Ghardaïa. It deals with the diversity of Brachycera and aspects of their bio-ecology under extreme conditions of desert climate.

MATERIAL AND METHODS

Study area:

Oued M'Zab in the region of Ghardaïa (Fig. 1) is located in the mid-northern part of the Sahara in Algeria, in the Hamada plateau (32°21' to 32°36' N; 3°29' to 4°17' E). The average altitude is 500 m and the average annual temperature is 22.2 °C. The annual rainfall: 153.9 mm. The study area is located in the Saharan bioclimatic zone with temperate winters. The dominant plant culture in the oases is date palm (*Phoenix dactylifera* L. 1753). It protects the underlying fruit crops such as orange: (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck 1765), olive (*Olea europaea* L. 1753) and vegetables such as several Cucurbitaceae.

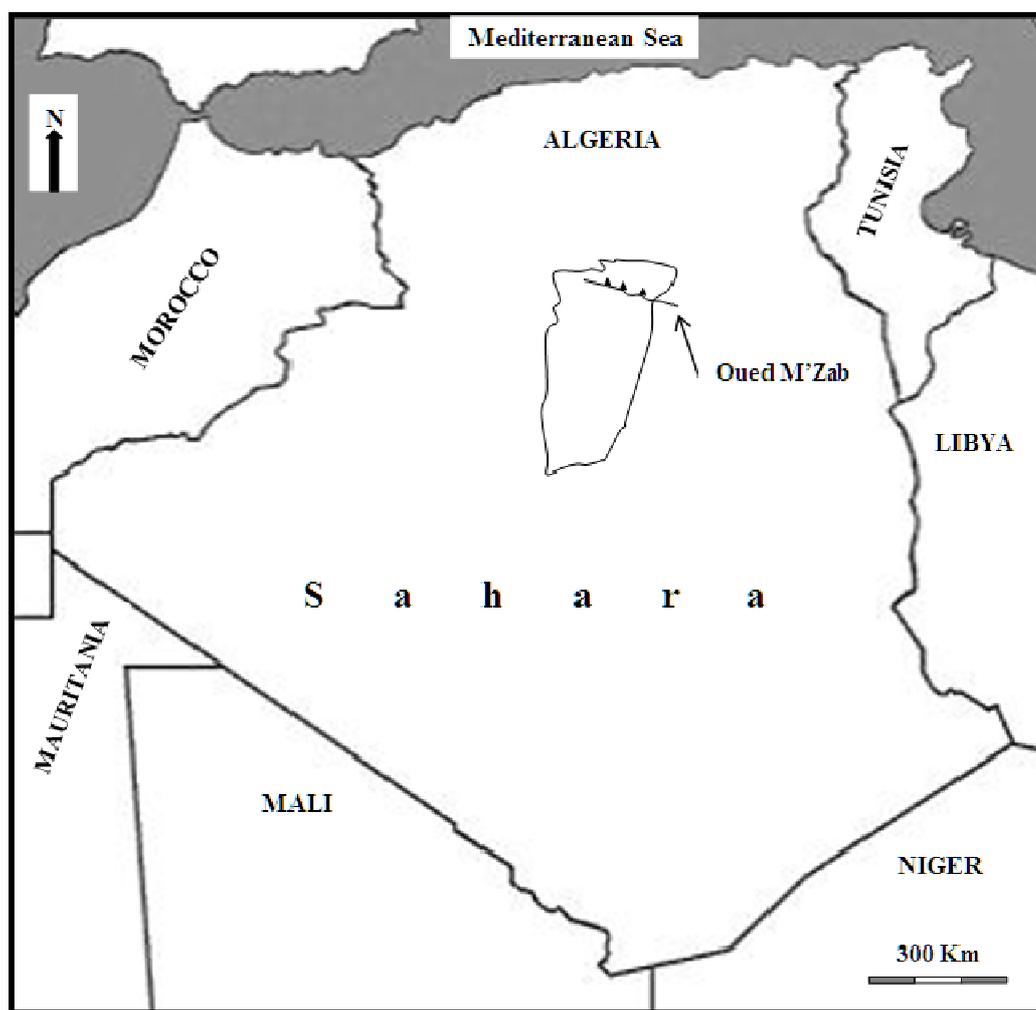


Fig. 1: Geographical location of the study area (Oued M'Zab) with sampling sites (black triangles)

Methodologies adopted in the field and in the laboratory:

This study was carried out in three oases located along the Oued M'Zab including traditional, suburban and modern. The sampling of Diptera was performed by means of lemon-yellow colored water pan traps (35 cm diameter and 12 cm deep). Each trap was filled with water into 3/4 height, and a drop of detergent was added. Altogether 18 dishes were installed in the three studied oases, located at random on distances of nearly 5 meters. The dishes were put on the ground between 10th and 20th of each month, from August until October 2011, and emptied after 24 hours. Specimens were then collected and placed in small plastic bottles with 70° alcohol

provided with locality data, before being transported to the laboratory of Zoologie agricole et forestière – El Harrach for closer examination, preparation and identification.

All specimens were mounted dry using a method described by Barták [3]. According to this method, flies are placed into the following three successive solutions: I – formalin (40% water solution of formaldehyde) + 96% ethyl alcohol (1:1 to 1:3); II – 96% ethyl alcohol + ethyl acetate (1:1); and III – pure ethyl acetate. In each of these three solutions, flies should stay at least 12 hours. From practical reasons, 24 hours may be better but flies are not damaged if they remain several days in any of these three solutions. Flies are transferred from the solution III onto a piece of cardboard using soft tweezers, and the wings and legs, if necessary, are stretched adding additional drops of ethyl acetate (sometimes when putting the fly on cardboard, the wings are folded and to correct this we must immediately put another drop of ethyl acetate holding the wing by surface tension between it and the tweezers as the ethyl acetate dries). After being dried for approximately 30 minutes, the flies are mounted on cards. Material obtained (620 specimens) was identified to family level and separated into morpho-species.

Results:

A total of 620 individuals of Diptera belonging to 48 species distributed between 20 families of Brachyceran flies were trapped by means of yellow dishes in three locations along the Oued M'Zab during the period from mid-summer to October 2011 (Tab. 1).

Table 1: Total richness and relative abundance of Diptera families in the oases of Ghardaïa in 2011

Oasis	Ghardaïa			Tadjnint			Zelfana			Région de Ghardaïa		
	Ni	S	A.R.%	ni	S	A.R.%	ni	S	A.R.%	Ni	S	A.R.%
Dolichopodidae	8	3	3,67	104	4	39,25	95	5	69,34	207	5	33,39
Hybotidae	0	0	0,00	6	4	2,26	0	0	0,00	6	4	0,97
Empididae	0	0	0,00	2	1	0,75	2	1	1,46	4	1	0,65
Phoridae	0	0	0,00	2	2	0,75	0	0	0,00	2	2	0,32
Syrphidae	0	0	0,00	2	2	0,75	3	1	2,19	5	3	0,81
Tephritidae	0	0	0,00	3	2	1,13	1	1	0,73	4	3	0,65
Sepsidae	0	0	0,00	10	2	3,77	1	1	0,73	11	2	1,77
Sphaeroceridae	0	0	0,00	6	1	2,26	2	1	1,46	8	1	1,29
Chyromyiidae	0	0	0,00	13	1	4,91	3	1	2,19	16	1	2,58
Opomyzidae	1	1	0,46	10	2	3,77	7	2	5,11	18	2	2,90
Agromyzidae	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	0,73	1	1	0,16
Drosophilidae	1	1	0,46	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	0,16
Ephydriidae	0	0	0,00	7	2	2,64	0	0	0,00	7	2	1,13
Chloropidae	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	0,73	1	1	0,16
Muscidae	197	3	90,37	85	8	32,08	18	6	13,14	300	8	48,39
Uliidiidae	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	0,73	1	1	0,16
Calliphoridae	10	3	4,59	8	3	3,02	2	2	1,46	20	6	3,23
Rhinophoridae	0	0	0,00	3	1	1,13	0	0	0,00	3	1	0,48
Tachinidae	0	0	0,00	1	1	0,38	0	0	0,00	1	1	0,16
Sarcophagidae	1	1	0,46	3	2	1,13	0	0	0,00	4	2	0,65
	218	12	100	265	38	100	137	24	100	620	48	100

Two families were dominant: Muscidae (48.4 %) with 8 species and Dolichopodidae (33.4 %) with 5 species. All other families were much less represented (Fig. 2).

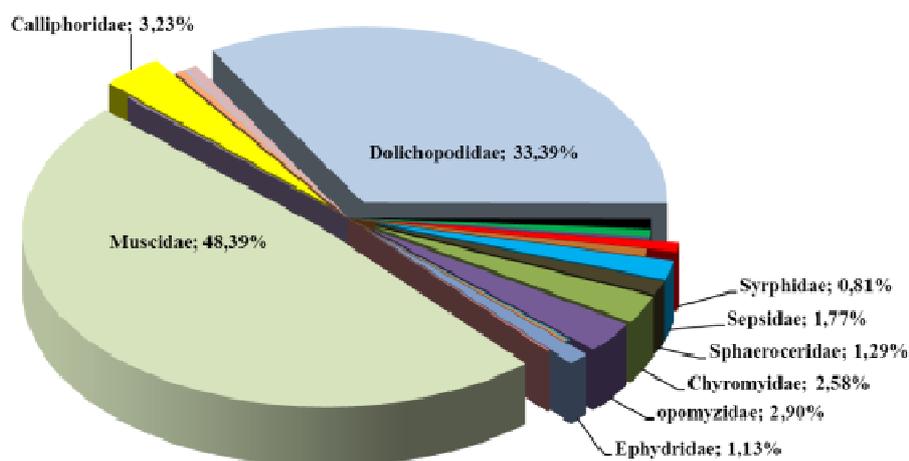


Fig. 2: Relative abundances (RA %) of Diptera families in the region of Ghardaïa

In the oasis of Ghardaïa, a total of 218 individuals from Brachycera, distributed among 12 species and 6 families, were captured (Fig. 3).

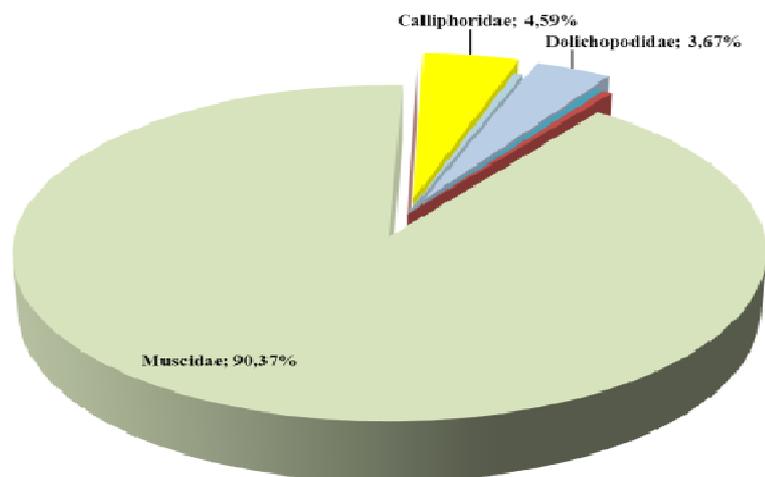


Fig. 3:Relative abundances (RA %) of Diptera in the oasis of Ghardaïa. Superdominance of the family Muscidae is apparent (90.4 %).

In the oasis of Tadjnint, pan traps captured 265 individuals distributed among 24 species and 16 families. The family of Dolichopodidae (39.3 %) and this of Muscidae (32.1 %) were ranked first among the captured individuals. The other families were poorly represented (Fig. 4).

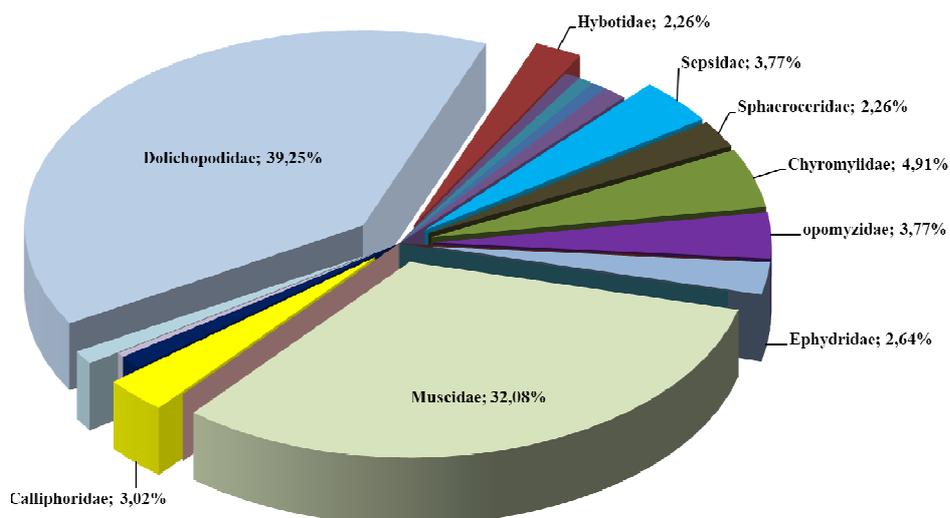


Fig. 4:Relative Abundances (RA %) of Brachycera families in the oasis of Tadjnint

In the palm groves of Zelfana, a total of 137 individuals from Brachycera, distributed among 26 species and 13 families, were trapped. Within these catches, the Dolichopodidae dominated (69.3 %) followed by Muscidae (13.1 %) (Fig. 5).

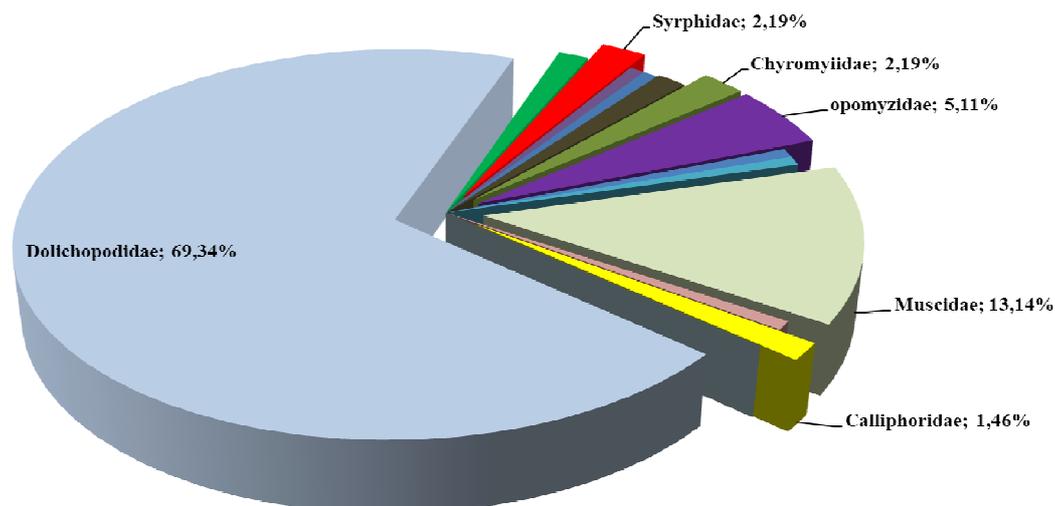


Fig. 5: Relative abundances (RA %) of Diptera families in the oasis of Zelfana

It should be noted that some families present in an oasis are not represented in another oasis. This is the case of *Drosophilidae*. Indeed, *Drosophila melanogaster* was captured only in the oasis of Ghardaïa. However, five families were found only in the oasis of Tadjnint. These were Hybotidae, Phoridae, Ephydriidae, Rhinophoridae and Tachinidae. In addition, three other families were noticed only in the palm groves of Zelfana: Agromyzidae, Chloropidae and Ulidiidae.

The Syrphidae caught by the yellow traps in Ghardaïa were *Eristalis tenax* and *Episyrphus balteatus*. The housefly, *Musca domestica* (Muscidae) was captured in very large numbers in Ghardaïa (194 ind.). This species was less numerous in Tadjnint (7 ind.) and still less in Zelfana (2 ind.). Five species of Dolichopodidae were trapped in the oasis of Zelfana, while in Ghardaïa, 3 species of this same family were collected.

The small diversity of dipteran families together with superdominance of *Musca domestica* indicate that the oasis ecosystem in Ghardaïa is more disturbed than the other two.

The families present in oases may be distinguished according to their economic or environmental importance into six categories: those of crop pests such as *Bactrocera oleae* (Tephritidae) and *Phytomyza* sp. (Agromyzidae), predators such as Dolichopodidae and Syrphidae, pollinators (Syrphidae), recyclers of organic matter (Calliphoridae, Sarcophagidae, Sphaeroceridae), parasitoids (Tachinidae), and vectors of disease such as *Musca domestica* (Muscidae).

Discussion:

Diptera species are extremely economically important. Some of them damage agricultural crops e.g. Leaf-miner flies (Agromyzidae), fruit flies (Tephritidae) [41,6]. This is confirmed by Merz *et al.* [33] who report the importance of Tephritidae species in the Mediterranean region. Indeed, fruit flies are exclusively phytophagous and endophytic in the larval state [7,36]. In addition, some species of Diptera are saprophagous or even mycophagous [37]. Scavengers provide nutrients for plants, space for all organisms, and support for healthy ecosystems and clean environments [41]. The role of flies in decomposition is physical rather than chemical [38]. This last author mentions that about a half of all Diptera families have larvae that feed on decaying organic matter. Skevington [40] listed 24 families of flies which contain at least one parasitoid species including Sarcophagidae.

It is worth recalling that Ghardaïa region is known by its arid ecosystem. Specifically, the richness of animals depends upon the climatic constraints of the environment and upon the resources that the natural environment can offer to animal populations [29]. For example, Kourim *et al.* [28] were able to sample only nine species belonging to five families of Brachycera using the sweep net and Barber pots in the oases of Tamanrasset during the summers of 2008 and 2009 and the winters of 2009 and 2010. Even Guerzou *et al.* [23] captured only 12 individuals of Brachycera during five months of sampling in Barber pots in the steppe and semi-arid region of Djelfa.

We found altogether 20 families of Diptera Brachycera in our study. In Oued El Haï near Biskra, Arigue *et al.* [1] reported 13 families of Diptera of which six belong to the Brachycera. These were Tabanidae, Dolichopodidae, Athericidae, Ephydriidae, Anthomyiidae and Rhagionidae.

The species richness increases in the presence of large water bodies. This is the case of the Lake of Reghaïa (36°44' N; 03°21' E). Indeed, Lounaci *et al.* [32] captured by the same type of trap as used in this study 22.406 individuals distributed among 88 species including 59 species belonging to 23 families of Brachycera out of a total of 34. Similarly, Berrouane *et al.* [5] near the same lake caught between July and September 2009

altogether 1.630 individuals of Diptera belonging to 31 species and 16 families including 10 families of Brachycera. More specifically, from the surrounding area of Lake Reghaïa, Lounaci *et al.* [32] captured 59 species of Brachycera, 40 in the marshes, 25 in the maquis and 13 near the lake margin. Chouihet and Doumandji-Mitiche [12] found a similarity between Al Atteuf and Beni Izguen in terms of invertebrate species, in contrast to Dayah. The last authors emphasized spatial variation; indeed, the oasis which is located at the midpoint of the Oued M'Zab presents a significant diversity in Diptera compared to those located in upstream and downstream because its habitat diversity. In addition, it is worth mentioning that the oasis of Ghardaïa is located upstream of the Oued M'Zab comparing to the altitude of the other oases. It was generally dry during sampling periods. In Tadjninte located halfway, there is a sewage waste water treatment plant. Zelfana palm plantations are located downstream of Oued M'Zab where a rise of the water level was observed in October.

The family Muscidae was eudominant in our studies (48.4 %) with eight collected species. Lounaci *et al.* [32] captured four species of this family in the Lake of Reghaïa. Some species of this family are considered as nuisance in the adult stage to man, wildlife and livestock around the world by annoying attention such as *Musca* spp., *Stomoxys* spp., etc. [26,21]. Others are vectors of microorganisms such as viruses, bacteria, protozoa and helminthes [11,40,42,27]. De Carvalho *et al.* [13] indicated that the housefly, *Musca domestica* is associated as an ambient of humans. This cosmopolitan fly is considered as a potential agent of disease transmission to humans and domestic animals [21,28]. Some other representatives of this family are serious pest of crops (*Atherigona* spp.).

The family Dolichopodidae was ranked second with the relative abundance of 33.4 %. Five species were trapped in the oasis of Zelfana, while four in Tadjnint and three in Ghardaïa. According to Arigue *et al.* [1] the relative abundance of the family Dolichopodidae at the Oued El Haï was 0.05%. Lounaci *et al.* [33] captured four species of this family with three near the pond of Reghaïa, one in the maquis and none in the marshes. Species of this family are very important in ecosystems. Adults are efficient predators of agricultural pests [10]. They are also significant as indicators of degraded environments [9].

The Calliphoridae (3.2 %) was represented by six species in the region of Ghardaïa. Lounaci *et al.* [33] captured four species of this family.

The Syrphidae was only poorly represented in Ghardaïa. Kourim *et al.* [29] captured in the oases of Tamanrasset only two species. Deghiche-Diab *et al.* 2015 captured four species in the Ziban oases between II and IV 2010: *Sphaerophoria scripta*, *Cheilosia variabilis*, *Syrphus vitripennis* and *Melanostoma mellinum*. Generally, flies of this family are useful and beneficial in the environment. They play an important ecological role as natural enemies of a wide variety of organisms [8], especially aphids [15]. Larvae of some species are even phytophagous. Adults are important pollinators.

Sarcophagidae and Tephritidae are less represented in Ghardaïa (0.65 %). Sarcophagidae are represented by two species, Tephritidae by three species.

The families Agromyzidae, Drosophilidae, Chloropidae, Ulidiidae and Tachinidae were more scarce (0.16 %) in Ghardaïa region. These families were each represented by only a single specimen. Lounaci *et al.* [33] captured *Drosophila melanogaster* only in marshes of Reghaïa with relative abundance of 0.43% in October 2009.

Tachinidae are parasitoids of various arthropods, mainly insects [42,17,23]. Deghiche-Diab *et al.* [14] aptured in the Ziban oasis one species of Tachinidae, *Peleteria varia*.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the farmers of the Ghardaïa region for the acceptance of this work in their palm groves. Special thanks to Martin Ebejer (Cowbridge, UK) for comments on earlier versions of the manuscript.

REFERENCES

- [1] Arigue, S.F., N. Bebbba, M. Hafiane, A. Arab, 2009. Etude de la répartition des diptères et de la qualité d'eau de l'oued El Haï (Batna, Biskra). 3^{ème} Congrès International des Populations et des Communautés Aquatiques (CIPCA 03), El Goléa, Algérie. 3-6.X.
- [2] Baba Aissa, N., S. Boukraa, Z. Ali Ben Ali-Lounaci, B. Abdelaziz, S. Doumandji, 2014. Contribution à la connaissance des mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) de la région du M'Zab avec une nouvelle citation pour le Sahara d'Algérie. Séminaire national sur la biodiversité faunistique, Ecol. Nat. Sup. Agro., Alger, 7-9.XII.
- [3] Barták, M., 1997. The biomonitoring of Diptera by means of yellow pan water traps. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia* 95:9-16.
- [4] Becker, T., 1907. Die Ergebnisse meiner dipterologischen Frühjahrsreise nach Algier und Tunis, 190 6. *Zeitschrift für systematische Hymenopterologie und Dipterologie*, 7:33-61, 97-128, 225-256, 369-407.

- [5] Berrouane, F.Z., H. Iduhar-Saadi, Z. Lounaci, K. Souttou, K. Mahdi and S. Doumandji, 2016. Bio-ecological relationship on Dipter'a order among invertebrates of Reghaïa Lake (Algeria). *Advances in environmental biology*,10(5): 254-264.
- [6] Boucher, S. and T.A. Wheeler, 2002. Going vegetarian: plant and fungus feeding. *Biodiversity*3(4): 15–16
- [7] Bougnee J.-Y., 2006 – Contribution à la connaissance des Tephritidae de Belgique (Diptera: Brachycera). *Notes fauniques de Gombieux*,59(2):63-113.
- [8] Brooks, S.E., 2002. Audacious predacious lifestyles. *Biodiversity*,3(4):6-8.
- [9] Brunel, C.,Y. Cozic, 2009. Les diptères Dolichopodidés des roselières de la réserve de chasse et de la faune sauvage de Masserau (Loire-Atlantique) et découverte d'une nouvelle espèce pour la faune de France: *Ludovicus impar* Rondani, 1843. *Invertébrés Armoricaïns*, 3: 61-68.
- [10] Brunel, C., E. Brunel,S. Frontier, 1990. Structure spatio-temporelle d'un peuplement de diptères Dolichopodidés le long d'un transect culture/coteau calcaire/vallée humide (Vallée de la Somme). *Bull. écol.*,21 (2): 97-117.
- [11] Callot, J., J. Helluy, 1958.*Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, pp: 645.
- [12] Chouihet, N.,B. Doumandji-Mitiche, 2014. Variations spatio-temporelles de la biodiversité de l'entomofaune des milieux cultivés dans la Vallée du M'Zab (Ghardaïa). *Séminaire nati., biodiv. Faun., Ecole nati. sup. agro., El Harrach, Alger, 7-9.XII*.
- [13] De Carvalho, C.J.B., M.O. Moura and P.B. Ribeiro, 2002. Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) associados ao ambiente humano no Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*46(2): 107-114.
- [14] Deghiche–Diab, N., F. Porcelli and M. Belhamra, 2015. Entomofauna of Ziban oasis, Biskra, Algeria. *Journal of Insect sciences*,15(41): 1-7.
- [15] Doumandji-Mitiche, B., S. Doumandji, 1993.*La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures*. Ed. Office Publ. Univ. (O.P.U.), Alger, p: 94.
- [16] Duviard, D.,M. Roth, 197. Utilisation des pièges à eau colorées en milieu tropical. Exemple d'une savane pré forestière de côte d'ivoire. *Sér.biol.,Cah. Organi. rech. sci. tech. Outer-Mer (O.R.S.T.O.M.)*,18: 91-97.
- [17] Efil, L., K. Kara, 2004. Tachinid parasitoids (Diptera: Tachinidae) of *Spodoptera exigua* in cotton fields in Diyarbakir, Turkey. *Phytoparasitica*32(4): 363-366.
- [18] El–Hawagry, M.S., 2002. Distribution, activity periods and an annotated list of bee flies (Diptera: Bobylyiidae) from Egypt. *Efflatounia*, 2:21-40.
- [19] *et Hemipteroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. I, 975 p.
- [20] El–Hawagry, M.S. and N.L. Evenhuis, 2008. an updated key to the genera of Egyptian beflies (Diptera: Bombyliidae). *Egyptian Journal of Biology*, 3(10):104-121.
- [21] Fasanella, A., S. Scasciamacchia, G. Garofolo, A. Giangaspero, E. Tarsitano and R. Adone, 2010. Evaluation of the house fly *Musca domestica* as mechanical vector for an anthrax. *PlosOne*, 5(8): e12219, doi: 10.1371/journal.pone.0012219
- [22] Garros, C., J. Gilles,G. Duvallet, 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *C. niger* (Diptera: Muscidae), comparaison de population de l'île de la réunion. *Parasite*11: 329-332.
- [23] Gheibi, M., H. Ostovan and K. Kamali, 2010. A contribution to the Tachinidae flies of the subfamilies Exoristinae and Tachininae (Diptera: Tachinidae) from Fars province, Iran. *Turk J Zool*,34: 35-43.
- [24] Guerzou, A., W. Derdoukh, M. Guerzou and S. Doumandji, 2014. Arthropod biodiversity in 3 steppe regions of Djelfa (Algeria). *International journal of zoology and research*, 4(3):41-50.
- [25] Hafiane, M., N. Bebbba, S.F. Arigue, A. Arab, 2009. Variation spatio-temporelle des diptères dans l'oued El Abiod (Région d'Aourès). *3^{ème} Congrès International des Populations et des Communautés Aquatiques (CIPCA 03), El Goléa, Algérie.3-6.X*.
- [26] Haguët, G., M. Chevrier,E. Brunel, 2002.*Les Invertébrés de la dune de Bon Abri*. Ed. Direction générale de l'environnement, Bretagne, p: 24.
- [27] Hockette, H.C., 1975. The Muscidae of California. Exclusive of subfamilies Muscinae and stomoxyinae, *Bulletin of the California insect survey*, 18: 148.
- [28] Khetter, N.A., 2013. Transmission of bacterial pathogens by the house fly *Musca domestica vicina*. *American Journal of Research Communication* 1(7):1-12.
- [29] Kourim, M.L., B. doumandji-Mitiche, S. Doumandji,A. Reggani, 2011. Biodiversité entomologique dans le parc national de l'Ahaggar (Tamanrasset, Sahara). *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*,63(3): 149-155.
- [30] Le Berre, M., 1991.*Faune du Sahara–Mammifères*. Ed. Lechevalier–R. Chabaud, Paris, Coll. "Terres africaines ", T. II, p: 359.
- [31] Leclercq, M., 1967. Tabanidae (Diptera) du Maroc. III. Description de *Tabanus choumarae*. *Cahiers de l'ORSTOM, série Entomologie médicale*,5: 127-131.

- [32] Leclercq, M., 2000. A faunistic account of Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia and Oman. *Fauna of Arabia* 18: 285-292.
- [33] Lounaci, Z., S. Doumandji, B. Doumandji-Mitiche, F.Z. Berrouane, 2014. Dipterans biodiversity of agricultural and medico veterinary interest in the marsh of Reghaïa (Algeria). *International journal of zoology and research*, 4(5):71-82.
- [34] Merz, B., and J. Blesco-Zumeta, 1995. The fruit fly (Diptera: Tephritidae) of the Monegros region (Zaragoza, Spain), with the record of the host plant of *Rhagoletis zernyi* Hendel, 1927. *Zapateri revta. Agagon. Ent.* 5:127-134.
- [35] Munari, L., 2005. Species of *Tethina* Haliday from the Sahara and inland biotopes of the Mediterranean subregion (Diptera: Tethinidae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie)*, 683: 1-11.
- [36] Raffone, G., 1991. Ricerche condotte dal Prof. A. Giordani Soika in Algeria. 3. Diptera Empididae, Hybotidae, Microphoridae. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 40(1989): 53-60.
- [37] Riaz, M., M. Sarwar, 2013. A new record of fruit fly *Trupanea amoena* (Frauenfeld) within genus *Trupanea* Schrank of subfamily Tephritinae (Diptera: Tephritidae) from Pakistan. *Research and reviews, journal of zoological sciences*, 1(2):7-12.
- [38] Sarthou, V., 2011. Diversité des Syrphidae en grandes cultures et intérêt entomologique. *Colloque de restitution du programme CASDAR "les entomophages en grandes cultures: diversité, service rendu et potentialité des habitations"*, Paris le 17.XI.
- [39] Savage, J., 2002. Cleaning up the world: Dipteran decomposers. *Biodiversity*, 3(4):12-15.
- [40] Séguy, E., 1983. *La Faune de la France: Diptères*. Ed. Librairie Delagrave, Paris, p: 216.
- [41] Skevington, J.H., 2002. Intimate neighbours: parasitoids and parasites. *Biodiversity*, 3(4):8-12.
- [42] Vockeroth, J.R., 2002. Introducing the ubiquitous Diptera. *Biodiversity*, 3(4):3-5.

First records of *Aphaniosoma* Becker (Diptera: Chyromyidae) from Algeria

N. Baba Aissa^{1*}, S.E. Doumandji¹ & M.J. Ebejer²

¹Laboratory of Plants Protection in Natural and Agricultural Areas Against Depredators, National Superior School of Agronomy, El Harrach, Algiers, Algeria

²Entomology Section, Department of Natural Sciences, Cathays Park, Cardiff, CF10 3NP, U.K.

Five species of *Aphaniosoma* Becker, 1903 are recorded for the first time from Algeria: *Aphaniosoma annulatum* Lyneborg, 1973, *A. approximatum* Becker, 1903, *A. fissum* Collin, 1949, *A. nigricauda* Ebejer, 1998 and *Aphaniosoma* sp. All were collected in the northern Sahara of Algeria in the oases of Oued M'Zab and in the region of Ghardaïa. The limited information on distribution, biology and ecology of each species is presented and discussed.

Key words: record, *Aphaniosoma*, Chyromyidae, Oued M'Zab, Sahara, Algeria, oases, ecology.

INTRODUCTION

The family Chyromyidae is known from all parts of the world except the polar regions (Ebejer 2009). It contains 182 described species (Ebejer 2016) of small acalyptrate flies (0.75–4.5 mm). Some species are dark, but most have a pale yellow integument with green or purple eyes. Their ecology and biology were reviewed by Ebejer (2009). Chyromyidae are active throughout the year especially in hot and fairly dry regions. These favourable environmental conditions correspond to the period from April to October for the northern hemisphere (Ebejer 2008, 2009). Species from the genus *Chyromya* Robineau-Desvoidy, 1830 and *Gymnochyromyia* Hendel, 1933 are reported in forests, coastal dunes and marshy areas according to Andrade & Almeida (2010), Ebejer (2010) and Roháček (2013). *Aphaniosoma* species are collected in a wide range of habitats including shores of fresh and saline water bodies and desert with and without sand dunes (Ebejer 2006). The preferred habitat for *Aphaniosoma* species includes vegetation dominated by *Tamarix* Linnaeus (Tamaricaceae) and low grasses. In most cases the proximity of wetlands or bodies of water whether coastal or inland is required (Ebejer 2009). However, there are a few exceptions where species of *Aphaniosoma* inhabit anthropogenically disturbed inland sites (Ebejer 2001). Becker (1903) described the genus *Aphaniosoma* from Egypt with *A. approximatum* as the type species. In Malta, species of *Aphaniosoma* were found to develop in the leaf litter of *Salicornia* (Amaranthaceae) and *Phragmites* (Poaceae) (Ebejer 1996). One species was reared from a rodent's nest

in the south of Spain (Ebejer & Deeming 1997). In the Palaearctic Region 101 described species belong to the genus *Aphaniosoma*.

STUDY AREA

The study area is located in the mid-north zone of the Algerian Sahara, in the plateau of Hamada which is traversed by many oueds (Fig. 1). The temperature varies during the year from a minimum of -2°C . to a maximum of $+48^{\circ}\text{C}$. Rainfall is low, irregular and falls mainly in April, September and October, at an annual average of 155 mm (O.N.M. 2017). In the middle of summer this region is exposed to the sirocco, a hot dry wind. The study area is located in the Saharan bioclimatic zone, with a temperate winter.

MATERIAL AND METHODS

The biological material was collected by the first author using Malaise trap (MT) and yellow pan traps (PT) placed on the soil under date palms in the oases located on either side of Oued M'Zab and northeast of Ghardaïa ($32^{\circ}22'$ to $32^{\circ}45' \text{N}$ $03^{\circ}38'$ to $04^{\circ}31' \text{E}$). Their altitude ranged from 295 to 524 m above sea level. Specimens were stored in vials with 70 % ethanol until transported to the laboratory. Once dried, they were glued on card points. The identified individuals are kept in the collection of the insectarium at École Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, with some duplicates in the private collection of M.J. Ebejer (Wales, U.K.) and the CULSP (Czech Uni-

*Author for correspondence. E-mail: baba.nadir@yahoo.fr

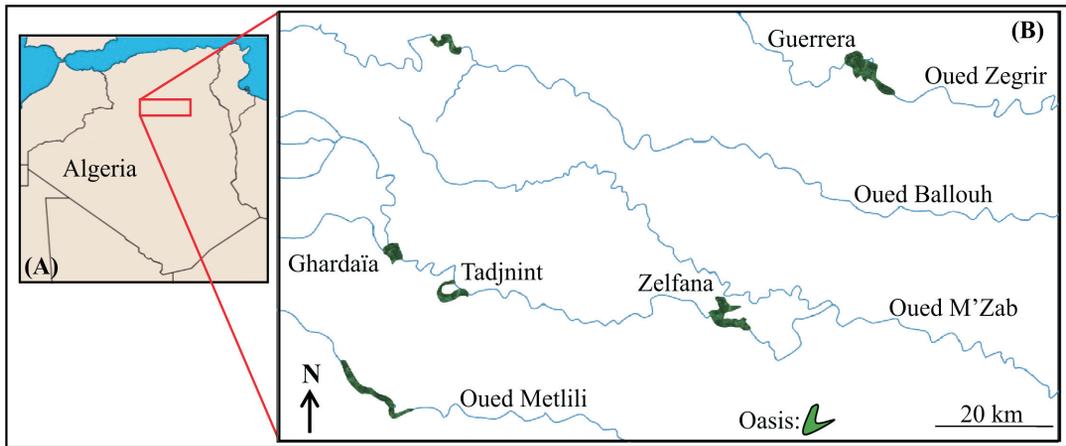


Fig. 1. Map of the study area. **A**, Location in Algeria; **B**, map of Ghardaïa region with sampling sites.

versity of Life Sciences, Prague, Czech Republic). The taxonomy and nomenclature used in this manuscript follow those of Ebejer (2009).

RESULTS

A total of 266 individuals were identified to five species belonging to *Aphaniosoma* (subfamily Aphaniosominae): *A. annulatum*, *A. approximatum*, *A. fissum*, *A. nigricauda* and *Aphaniosoma* sp. The last species is probably a new one but it is not in a good enough condition to be described and it is represented by a single male specimen.

Aphaniosoma Becker, 1903

Type species: *A. approximatum* Becker, 1903

Aphaniosoma annulatum Lyneborg, 1973

The head of both males and females from the oases of Ghardaïa are longer than high as is typical for this species. The frons is completely yellow in males, but with a transverse brown band in females. The eyes are very elongated and horizontal. The gena is very narrow. Tergites of males have an angular extension at their anteroventral angle. This species has distinctive brown banded femora and tibiae. Males measure an average of 0.9 mm and females 1.0 mm in length.

Material examined. 15♂, 26♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 4–6.x.2015, (15♂, 26♀, ENSA coll.); 1♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 7–9.x.2015, Baba Aissa, (1♀, CULSP coll.); 1♀, Ghardaïa: Belghannem, sheepfold, PT, 513 m, 32°29'18"N 03°38'30"E,

7–9.x.2015, (1♀, ENSA coll.); 18♂, 7♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 24–28.x.2015, Baba Aissa, (2♂, ENSA coll., 1♂, 1♀, MJE coll., 15♂, 6♀, CULSP coll.); 12♂, 26♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 29–31.x.2015, Baba Aissa, (7♂, 22♀, ENSA coll., 1♂, 1♀, MJE coll., 4♂, 3♀, CULSP coll.).

Aphaniosoma approximatum Becker, 1903

Length: male 1.3 mm, female 1.2 mm.

Material examined. 1♀, Ghardaïa: Guerrera, palm grove (garden), PT, 296 m, 32°45'50"N 04°31'06"E, 23–24.iv.2013, (1♀, ENSA coll.); 2♀, Ghardaïa: Guerrera, cowshed, PT, 308 m, 32°46'32"N 04°29'12"E, 23–24.iv.2013, (2♀, ENSA coll.); 1♀, Ghardaïa: Zelfana, sheepfold, PT, 338 m, 32°22'32"N 04°16'35"E, 25–26.iv.2013, (1♀, ENSA coll.); 16♂, 15♀, Ghardaïa: Zelfana, sheepfold, PT, 345 m, 32°22'31"N 04°16'43"E, 25–26.iv.2013, (16♂, 15♀, ENSA coll.); 2♂, 2♀, Ghardaïa: El Atteuf, palm grove (garden), PT, 451 m, 32°27'22"N 03°44'45"E, 12–13.v.2013, Baba Aissa, (2♂, 2♀, MJE coll.); 1♂, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), MT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 5.x.2015, Baba Aissa, (1♂, CULSP coll.); 2♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 4–6.x.2015, (2♀, ENSA coll.); 1♂, 1♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 24–28.x.2015, Baba Aissa, (1♂, CULSP coll., 1♀ ENSA coll.); 1♂, 2♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 29–31.x.2015, Baba Aissa, (1♂, 2♀, ENSA coll.).

***Aphaniosoma fissum* Collin, 1949**

Length: male 0.9 mm, female 0.75 mm.

Material examined. 11♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 4–6.x.2015, (11♀, ENSA coll.); 13♂, 5♀, Ghardaïa: Zelfana, sheepfold, PT, 345 m, 32°22'31"N 04°16'43"E, 25–26.iv.2013, (13♂, 5♀, ENSA coll.); 1♂, Ghardaïa: Guerrera, palm grove (garden), PT, 296 m, 32°45'50"N 04°31'06"E, 23–24.v.2013, Baba Aissa, (1♂, ENSA coll.); 3♀, Ghardaïa: Guerrera, cowshed, PT, 308 m, 32°46'32"N 04°29'12"E, 23–24.iv.2013, (3♀, ENSA coll.); 1♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 7–9.x.2015, Baba Aissa, (1♀, CULSP coll.); 1♂, 12♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 24–28.x.2015, Baba Aissa, (7♀, ENSA coll., 1♂, 5♀, CULSP coll.); 1♂, 5♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 29–31.x.2015, Baba Aissa, (3♀, ENSA coll., 1♂, 2♀, CULSP coll.).

***Aphaniosoma nigricauda* Ebejer 1998**

Length: male 0.8 mm, female 1.0 mm.

Material examined. 2♂, 3♀, Ghardaïa: Guerrera, palm grove (garden), PT, 296 m, 32°45'50"N 04°31'06"E, 23–24.iv.2013, (2♂, 3♀, ENSA coll.); 2♂, Ghardaïa: El Atteuf, palm grove (garden), PT, 451 m, 32°27'22"N 03°44'45"E, 12–13.v.2013, Baba Aissa, (1♂, ENSA coll., 1♂, MJE coll.); 2♂, 7♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 4–6.x.2015, (2♂, 7♀, ENSA coll.); 1♂, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 7–9.x.2015, Baba Aissa, (1♂, CULSP coll.); 26♂, 10♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 24–28.x.2015, Baba Aissa, (5♂, 8♀, ENSA coll., 3♂, MJE coll., 18♂, 2♀, CULSP coll.); 3♂, 4♀, Ghardaïa: Akhelkhal, palm grove (garden), PT, 524 m, 32°30'24"N 03°37'43"E, 29–31.x.2015, Baba Aissa, (1♂, 1♀, ENSA coll., 2♂, 3♀, CULSP coll.).

***Aphaniosoma* sp. indet.**

Material examined. 1♂, Ghardaïa: Zelfana, sheepfold, PT, 345 m, 32°22'31"N 04°16'43"E, 25–26.iv.2013, (1♂, ENSA coll.).

DISCUSSION

The Chyromyidae have been found in Ghardaïa within the oases. This may be an effect of a favour-

able microclimate of this area. Indeed, the date palms, *Phoenix dactylifera* Linnaeus, (Arecaceae), at more than 10 m in height, protect the underlying strata from hot or cold wind and tend to stabilise the temperature and relative humidity compared to the exposed surrounding area. This supports Ebejer (2008) who notes that most Chyromyidae prefer a more Mediterranean type climate, compared to tropical forests or extreme desert. In addition, the presence of Chyromyidae in the oases can be explained also by the presence of water in pools and in irrigation channels, decaying organic matter of animal origin such as cow and sheep manure, bird droppings and fallen fruit. Lyneborg (1973) and Steyskal (1977) had emphasised the saprophagous nature of Chyromyidae larvae. Ebejer (1993, 2010) and Roháček (2013) also noted that Chyromyidae larvae feed on decaying organic matter.

In this study, adults of *Aphaniosoma* were abundant in the herbaceous layer with inflorescences of weeds such as *Sonchus oleraceus* Linnaeus (Asteraceae), *Setaria verticillata* (Linnaeus) Palisot de Beauvois and *Cynodon dactylon* (Linnaeus) Persoon (Poaceae). Ebejer (1996) reported that adults of the same genus were frequenting the flowers of *Euphorbia* Linnaeus (Euphorbiaceae), *Foeniculum* Miller (Apiaceae) and *Tamarix* (Tamaricaceae). Similarly, Roháček (2013) reported the presence of several Chyromyidae on blooming plants. In Zelfana, 51 specimens of *Aphaniosoma* were captured near *Tamarix aphylla* (Linnaeus) Karsten. Attraction of Chyromyidae to *Tamarix* is possibly because the tree emits floral chemicals and not merely because the tree provides shade or nectar (Ebejer 2009).

The greater frequency of *Aphaniosoma* individuals in Ghardaïa oases was during October. This observation is in keeping with that of Ebejer (2008) who mentions a greater presence of individuals of this genus during October and November in Al-Ajban, United Arab Emirates. However, many *Aphaniosoma* have been found in the eastern Mediterranean as early as 14 January and as late as 24 November (Ebejer 2006).

A total of five species of *Aphaniosoma* are reported for the first time from Algeria. One remains undetermined. The only previous record of Chyromyidae in Algeria was for *Chyromyia flava* (Linnaeus, 1758) (Soós 1984). Collin (1949), in the desert of Egypt, had sampled eight species of the same genus.

Ebejer (2016) noted 33 species of *Aphaniosoma* in North Africa: 14 species in Morocco, 16 in Tunisia and 11 in Egypt. *Aphaniosoma nigricauda* is reported from Morocco, *A. annulatum* and *A. nigricauda* from Tunisia and *A. approximatum* and *A. fissum* from Egypt.

The number of species of Chyromyidae reported from Algeria compared to those of neighbouring countries suggests that the real diversity in Algeria is certainly higher than the present records indicate.

REFERENCES

- ANDRADE, R. & ALMEIDA, J. 2010. New records of the family Chyromyidae (Diptera: Brachycera) for mainland Portugal. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* **46**: 146.
- BECKER, T. 1903. Aegyptische Dipteren (Fortsetzung und Schluss). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin* **2**: 67–195.
- COLLIN, J.E. 1949. The Palearctic species of the genus *Aphaniosoma* Beck. (Diptera, Chyromyidae). *Annals and Magazine of Natural History* **2**(14): 127–147.
- EBEJER, M.J. 1996. Chyromyidae (Diptera: Schizophora) from the Arabian Peninsula with descriptions of twelve new species. *Fauna of Saudi Arabia* **15**: 280–299.
- EBEJER, M.J. 1998. A review of the Palearctic species of *Aphaniosoma* Becker (Diptera, Chyromyidae), with descriptions of new species and a key for the identification of adults. *Mitteilungen Museum für Naturkunde Berliner Deutsche Entomologische Zeitschrift* **45**(2): 191–230.
- EBEJER, M.J. 2006. New species of *Aphaniosoma* Becker (Diptera, Chyromyidae) from Central Asia. *Studia Dipterologica* **13**(2): 249–296.
- EBEJER, M.J. 2008. New species of *Gymnochiromyia* Hendel, 1933 (Diptera; Schizophora: Chyromyidae) from southern Africa. *African Invertebrates* **49**(1): 77–108.
- EBEJER, M.J. 2009. A revision of the Afrotropical Chyromyidae (excluding *Gymnochiromyia* Hendel) (Diptera; Schizophora), with the recognition of two subfamilies and the description of new genera. *African Invertebrates* **50**(2): 321–434.
- EBEJER, M.J. 2010. The identification of females of the West Palearctic species of *Gymnochiromyia* Hendel (Diptera: Chyromyidae) and description of five new species from Israel and the United Arab Emirates, *Israel Journal of Entomology* **40**: 145–168.
- EBEJER, M.J. 2016. The Moroccan species of Chyromyidae (Diptera) with descriptions of five new species of *Aphaniosoma* Becker. *Zootaxa* **4208**(3): 221–236.
- EBEJER, M.J. & DEEMING, J.C. 1997. Chyromyidae (Diptera, Schizophora) new to Spain with descriptions of the adult and puparium of a new species of *Aphaniosoma*. *Entomologists Monthly Magazine* **133**: 157–160.
- EBEJER, M.J., ROHÁČEK, J. & BARTAK, M. 2001. Chyromyidae. 411–414. In: Bartak, M. & Vanhara, J. (Eds) *Diptera in an Industrially Affected Region (North-Western Bohemia, Bilina and Duchov Enviroins II*. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. 514 pp. Brno, Czech Republic.
- LYNEBORG, L. 1973. On some Chyromyidae from southern Spain, with description of three new species of *Aphaniosoma* (Insecta, Diptera). *Stentropia* **3**: 51–56.
- O.N.M. 2017. *Les Données Climatiques de la Station Météorologique de Ghardaïa: Période 2007–2016*. Station Météorologique de Ghardaïa, 3 pp.
- ROHÁČEK, J. 2013. The fauna of acalypterate families Trixoscelididae, Chyromyidae and Sphaeroceridae (Diptera) in the Gemer area (Central Slovakia): supplement 2. *Časopis Slezského Zemského Muzea Opava (A)* **62**: 155–172.
- SOÓS, A. 1984. Family Chyromyidae, In: Soós, A. & Papp, L. (Eds) *Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 10: Clusiidae – Chloropidae*. 56–60. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank the farmers in the Ghardaïa region that supported our work in their plantations and around their livestock buildings.