

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE – EL HARRACH – ALGER

THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques



THÈME

*Etude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes
(Hymenoptera, Aculeata) en milieu steppique
(Région de Djelfa)*

Par M. CHERAIR El -Hachemi

Devant le jury d'examen :

Présidente :	M _{me} . DOUMANDJI-MITICHE Bahia	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
Directeur de thèse :	M. DOUMANDJI Salaheddine	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
Co-directeur de thèse :	M. LOUADI Kamel	Professeur (U. M. - Constantine)
Examineurs:	M. BERKANI Mohamed Laïd	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
	M _{me} . AOUAR-SADLI Malika	Maître de conférences (U.M.M.- Tizi-Ouzou)
	M _{me} . BENDHIFALLAH Leila	Maître de conférences (U.M.B.- Boumerdes)

Soutenu le 05 mai 2016

REMERCIEMENTS

Je ne peux commencer mes remerciements sans mes louanges à ALLAH le Tout puissant et Miséricordieux qui m'a donné la force, la persévérance et la volonté de mettre à fin ma thèse de doctorat. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le professeur Salaheddine DOUMANDJI, d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse. Il était patient avec moi durant toute la période de la réalisation de ma thèse de doctorat. Je le remercie aussi pour ses conseils, ses orientations, sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail. Mes remerciements sont aussi adressés à mon Co-promoteur Kamel LOUADI professeur à l'université de Constantine. Je remercie bien vivement Madame DOUMANDJI-MITICHE Bahia, professeur à l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach pour l'honneur qu'elle me fait en présidant le jury de cette thèse, pour l'intérêt qu'elle porte pour ce travail. Ma reconnaissance et mes remerciements vont également à Monsieur BERKANI Mohamed-ELAïd professeur à l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach pour l'honneur qu'il me fait en examinant ce travail. Je suis affecté à l'honneur que me fait Madame AOUAR-SADLI Malika Professeur à l'Université de Tizi Ouzou d'avoir accepté de juger ce travail. Par ses connaissances dans le domaine des apoïdes, elle rehausse ainsi la valeur de ce jury. Mes remerciements vont également à Madame BENDIFALLAH Leïla Maître de conférences à l'Université de Boumerdes pour l'honneur qu'elle me fait en s'associant en tant que membre examinateur du jury de cette thèse et par son apport dans le domaine des Apoïdes.

Je tiens également à remercier Monsieur Herbert ZETTEL conservateur de la collection des hyménoptères et Dominique ZIMMERMAN au Muséum d'Histoires Naturelle de Vienne en d'Autriche pour avoir mis à ma disposition une riche collection de spécimens d'abeilles et pour m'avoir fait profiter de leurs conseils lors de la détermination des apoïdes. Ma reconnaissance et mes remerciements vont également à Monsieur Erwin SCHEUCHL. Son immense contribution dans la publication de mon article paru dans le journal African Entomolgy ses conseils, ses suggestions et ses encouragements de rester fidèle aux abeilles malgré ses nombreuses occupations, ont été pour moi d'un précieux apport. Il m'est agréable aussi de remercier Monsieur Fritz GUSENLEITNER conservateur des Hyménoptères apoïdes au centre biologique de Linz en Autriche de m'avoir facilité l'accès à la collection des spécimens d'Apoïdes. Je ne saurais oublier Monsieur Stefan SCHMIDT pour m'avoir accueilli à la Collection Nationale de Zoologie de Munich et me permettre de travailler sur les spécimens d'Apoïdes plus particulièrement ceux de GRÜNWALDT.

Je remercie tous ceux qui de près ou de loin ont participé soit sur le terrain soit au laboratoire à la réalisation de cette thèse.

Dédicaces

Je dédie cet effort à ma mère et mon père qu'Allah ait pitié de leurs âmes et les amène dans ces spacieux paradis. Je ne puis oublier de dédier ce travail à toute ma famille, à mon indulgente épouse Amîna et à mes petits Salaheddine, Selma et Lîlia.

Sommaire

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction	2
Chapitre 1 - Présentation des régions d'étude	6
1.1. - Situations géographiques des régions d'étude	6
1.1.1. - Situation géographique de la région de Zaâfrane	6
1.1.2. - Situation géographique de la région de Messaâd	6
1.1.3. - Situation géographique de la région de Dar Chioukh	8
1.1.4. - Situation géographique de la région de Hassi Bah Bah	8
1.2. - Cadre physique des régions d'études	8
1.2.1. - Aspect géologique	8
1.2.1.1. - Aspect géologique de la région de Zaâfrane	8
1.2.1.2. - Aspect géologique de la région de Messaâd	9
1.2.1.3. - Aspects géologiques de la région de Dar Chioukh	9
1.2.1.4. - Aspects géologiques de la région de Hassi Babah	9
1.2.2. - Aspects pédologiques	10
1.2.2.1. - Particularités pédologiques de la région de Zahrez	10
1.2.2.2. - Pédologie de la région de Messaâd	11
1.2.2.3. - Pédologie de la région de Dar Chioukh	11
1.2.2.4. - Pédologie de la région de Hassi Bahbah	11
1.2.3. - Aspect hydrographique	11
1.2.3.1. - Réseau hydrographique des régions d'étude de Zaâfrane et de Hassi	11
1.2.3.2. - Réseau hydrographique de la région de Messaâd	12
1.2.3.3. - Réseau hydrographique de la région de Dar Chioukh	12
1.3. - Conditions climatiques des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah	12
1.3.1. - Température	13
1.3.1.1. - Températures de la région de Zaâfrane	13
1.3.1.2. - Températures de la région de Messaâd	14
1.3.1.3. - Températures de la région de Dar Chioukh	14
1.3.1.4. - Températures de la région de Hassi Bahbah	15

1.3.2. - Pluviométrie	15
1.3.3. - Vent	17
1.4. - Synthèse climatique	18
1.4.1. - Diagramme ombrothermique de Gaussen	18
1.4.2. - Climagramme d'Emberger	22
1.5. - Parcours steppiques des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar chioukh et de Hassi Bahbah.....	23
1.6.- Données bibliographiques sur la flore des régions d'étude	25
1.6.1. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Zaâfrane.....	25
1.6.2. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Messaâd.....	26
1.6.3. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Hassi bhabah.....	26
1.6.4. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Dar Chioukh.....	27
1.7. -Données bibliographiques sur la faune des régions d'étude.....	27
1.7.1. - Données bibliographiques sur la faune de Zaâfrane.....	27
1.7.2. - Données bibliographiques sur la faune de Messaâd	28
1.7.3. - Données bibliographiques sur la faune de Dar Chioukh	28
1.7.4. - Données bibliographiques sur la faune de Hassi Bahbah	29
Chapitre 2 - Matériels et méthodes	32
2.1. - Choix et description des stations d'étude	32
2.1.1. - Station d'Agraba.....	32
2.1.2. - Station de Dar Chioukh	33
2.1.3. - Station d'Aouket	34
2.1.4. - Station de Haniet Ouled Salem	34
2.1.5. - Station de Tamdit	35
2.1.6. - Station d'Ain Rous	36
2.2. - Caractérisation des plantes retenues.....	37
2.2.1. - Abricotier	37
2.2.2. - Prunier.....	38
2.2.3. - Fève.....	38
2.2.4. - Tomate	39
2.3. - Méthodes d'étude du peuplement des Apoïdes en milieu steppique.....	39
2.3.1. - Techniques de capture des abeilles.....	40
2.3.2.- Méthodes d'étude du peuplement d'apoïdes en milieux naturels	41
2.3.3. - Méthodes d'étude du peuplement d'apoïdes en milieux cultivés.....	42

2.3.3.1. - Méthode d'étude des abeilles dans le champ de fève	42
2.3.3.2. - Méthode d'étude des abeilles dans le champ de tomate.....	43
2.3.3.3. - Méthode d'étude des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers	43
2.4. - Identification des apoïdes	44
2.5. - Exploitation des résultats obtenus grâce à des indices écologiques	45
2.5.1. - Abondance relative (A.R. %)	45
2.5.2. - Indice de diversité de Shannon-Weaver appliqué au peuplement.....	45
2.5.3. - Indice d'équitabilité appliqué au peuplement d'apoïdes	45
2.5.4. - Exploitation par l'Indice de diversité de Simpson, du peuplement d'apoïdes.....	46
2.5.5. - Indice de similarité de Sørensen (Qs)	46
2.6. - Utilisation des méthodes d'analyses statistiques.....	47
Chapitre 3 - Résultats	49
3.1. - Composition et structure du peuplement de la faune apoïdienne dans la région de Djelfa	49
3.1.1. - Inventaire global des espèces et sous-espèces d'Apoidea de la région de Djelfa.....	49
3.1.2.- Effectif et abondance relative de la faune apoïdienne dans les six stations d'étude	53
3.1.3.- Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans chaque station d'étude.....	56
3.1.3.1.- Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans la station du milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane en 2003	57
3.1.3.2. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008	59
3.1.3.3. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005.....	60
3.1.3.4. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	61
3.1.3.5. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006	63
3.1.3.6.- Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le périmètre naturel d'Aouket en 2010	65

3.1.4. - Abondances relatives des Apoidea dans les six stations d'étude entre 2003 et 2010	67
3.1.4.1. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le milieu naturel d'Agraba en 2003	67
3.1.4.2. - Abondances relatives des Apoidea dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2005	69
3.1.4.3. - Abondances relatives des Apoidea dans les parcelles de fève à Tamdit en 2008	70
3.1.4.4. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le milieu naturel de Dar Chioukh durant l'année 2003	71
3.1.4.5. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006	73
3.1.4.6. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le périmètre naturel d'Aouket à Hassi bahbah en 2010	74
3.1.5.- Diversités de Shannon-Weaver, de Simpson et équirépartition du peuplement d'apoïdes dans les six stations d'étude (2003-2010)	76
3.1.6.- Évaluation du degré de similarité entre les stations d'étude	77
3.1.7.- Analyse factorielle des correspondances appliquées au peuplement d'apoïdes	77
3.2. - Éthologie du peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique	81
3.2.1. - Évolution mensuelle des effectifs du peuplement d'apoïdes dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010	81
3.2.2. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes en milieu steppique	82
3.2.2.1. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008	82
3.2.2.2. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005.....	84
3.2.2.3. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	85
3.2.2.4. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans le périmètre naturel d'Aouket en 2010	87
3.2.3.- Activité journalière de quelques espèces d'Apoïdes dans le milieu steppique.....	88

3.2.3.1.- Activité journalière d' <i>Andrena haemorrhoa messadensis</i> et d' <i>Apis mellifera</i> dans le verger d'abricotiers et de pruniers	88
3.2.3.2.- Activité journalière d' <i>Apis mellifera</i> pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005	90
3.2.3.3.- Activité journalière de <i>Panurgus canescens</i> d' <i>Halictus senilis</i> et d' <i>Anthophora retusa</i> dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	90
3.3.- Phénologie des plantes cultivées et densité des abeilles dans les milieux cultivés	92
3.3.1.- Phénologie des fleurs de <i>Vicia faba</i>	92
3.3.2.- Densité des abeilles dans le champ de <i>Vicia faba</i>	92
3.3.3.- Phénologie de <i>Solanum lycopersicum</i>	94
3.3.4.- Densité des abeilles dans le champ de <i>Solanum lycopersicum</i>	94
3.3.5.- Phénologie des fleurs dans le verger d'abricotiers et de pruniers	95
3.3.6.- Densité des pollinisateurs estimée à l'hectare dans le verger d'abricotiers et de pruniers	96
3.4.- Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate	97
3.5.- Efficacité pollinisatrice des abeilles dans les milieux cultivés	98
3.5.1.- Efficacité pollinisatrice dans le verger d'abricotiers et de pruniers	98
3.5.2.- Efficacité pollinisatrice dans le champ de fèves	99
Chapitre 4 – Discussions	101
4.1.- Discussions sur la composition du peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique	101
4.2.- Discussions sur le nombre de taxons répertorié dans le milieu steppique.....	103
4.3.- Discussions sur les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie	106
4.4.- Discussion sur l'activité mensuelle et journalière du peuplement d'apoïdes dans les milieux naturels et cultivés	107
4.5.- Discussions sur l'abondance relative de la faune globale dans les six stations d'étude.....	108
4.5.1. - Discussion sur la composition des pollinisateurs dans les parcelles de fève.....	108
4.5.2.- Discussion sur la composition d'abeilles pollinisatrices dans le champ de tomate	110

4.5.3.- Discussion sur la composition des abeilles pollinisatrices dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem	111
4.6. - Discussion sur l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate.....	112
4.7. - Discussion sur l'efficacité pollinisatrice des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers et dans les parcelles de fève	114
4.8.- Discussion sur la biodiversité du peuplement d'apoïdes en milieu steppique.....	115
Conclusion	119
Perspectives	121
Références bibliographiques	123
Annexes	143
Résumés	

Liste des tableaux

Tableau 1 - Températures mensuelles moyennes, maximas et minimas de la région de Zaâfrane durant l'année 2003 et de la région de Messaâd en 2005 et 2008	13
Tableau 2 - Températures mensuelles moyennes, minima et maxima de la région de Dar Chioukh en 2003 et en 2006 et de la région de Hassi Bahbah durant l'année 2010	14
Tableau 3 - Pluviométries mensuelles et annuelles ajustées à Zaâfrane en 2003, à Dar Chioukh en 2003 et 2006, à Messaâd en 2005 et 2008 et à Hassi Babah en 2010	17
Tableau 4 - Taxons répertoriés dans les stations de Zaâfrane, de Messaâd, de Tamdit, de Dar Chioukh, d'Ain Rous et de Hassi bahbah durant la période de 2003 à 2010.....	50
Tableau 5 - Effectifs et abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans les six stations durant la période de 2003 à 2010.....	54
Tableau 6 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans la station du milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane en 2003	57
Tableau 7 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008	59
Tableau 8 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005.....	60
Tableau 9 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans la station du milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	62
Tableau 10 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006.....	63
Tableau 11 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans le périmètre naturel d'Aouket en 2010.....	65
Tableau 12 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le milieu naturel d'Agraba durant l'année 2003.....	67
Tableau 13 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem durant l'année 2005	70
Tableau 14 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans les parcelles de fève à Tamdit durant l'année 2008.....	71
Tableau 15 - Abondances relatives des espèces d'Apoidea capturés dans le milieu naturel de Dar Chioukh au cours de l'année 2003.....	72

Tableau 16 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006.....	74
Tableau 17 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le périmètre naturel d'Aouket à Hassi bahbah en 2010.....	75
Tableau 18 - Valeurs de l'indice Shannon-Weaver (H'), de la Diversité de Simpson (D) et de la régularité (E) dans les six stations d'étude (2003-2010)	76
Tableau 19 - Valeurs de l'indice de similarité de Sørensen (Q_s) entre les six stations d'étude (2003-2010).....	77
Tableau 20 – Valeurs propres et pourcentage de la contribution des différents axes	78
Tableau 21 - Variations mensuelles du nombre d'abeilles dans les six stations d'étude dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010	81
Tableau 22 - Nombres moyens des pollinisateurs par 100 fleurs de <i>Vicia faba</i> pendant la floraison en 2005	93
Tableau 23 - Nombres moyens des pollinisateurs par 100 fleurs de <i>Solanum lycopersicum</i> pendant la floraison en 2006	95
Tableau 24 - Densité des pollinisateurs estimée à l'hectare dans le verger d'abricotiers et de pruniers en 2008	96
Tableau 25 - Rendement moyen de <i>Solanum lycopersicum</i> dans les quadrats libres et encagés pendant la floraison de 2006	97
Tableau 26 – Gains moyens du rendement de la tomate des quadrats libres pendant la saison de 2006.....	98
Tableau 27 - Nombre de fleurs visitées par minute par certaines espèces d'abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers	98
Tableau 28 - Nombre de fleurs visitées par minute par certaines espèces d'abeilles dans le champ de fèves.....	99

Listes des figures

Fig. 1 – Situation géographique des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah	7
Fig. 2 – Courbe d'accroissement des pluies avec l'altitude (SELTZER, 1946)	16
Fig. 3 - Diagramme Ombrothermique de la région de Zaâfrane en 2003	19
Fig. 4 - Diagramme Ombrothermique de la region de Messaad en 2005	19
Fig. 5 - Diagramme Ombrothermique de la region de Messaad en 2008	20
Fig. 6 - Diagramme ombrothermique de la region de Dar Chioukh en 2003	21
Fig. 7 - Diagramme Ombrothermique de la region de Dar Chioukh en 2006	21
Fig. 8 - Diagramme Ombrothermique de la region de Hassi Bahbah en 2010.....	22
Fig. 9 – Place des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah dans le climagramme d'Emberger.....	24
Fig. 10 - Station du milieu naturel d'Agraba	33
Fig. 11 - Verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem.....	34
Fig. 12 - Champ de fèves à Tamdit	35
Fig. 13 – Station de Dar Chioukh	36
Fig. 14 - Station d'Ain Rous.....	36
Fig. 15 - Station d'Aouket	37
Fig. 16 – Technique de capture d'abeilles par le tuyau aspirateur.....	40
Fig. 17 – Technique de capture d'abeilles par filet fauchoir	41
Fig. 18 – Transect pour la capture des abeilles en milieu naturel.....	42
Fig. 19 – Méthode des quadrats pour l'échantillonnage des abeilles dans les champs de fève et de tomate	42
Fig. 20 – Transect pour le comptage des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet ouled Salem	44
Fig. 21 – Effectifs des familles d'apoïdes répertoriées dans les stations d'Agraba, de Messaâd, de Tamdit, de Dar chioukh, d'Ain Rous et d'Aouket durant la période 2003 à 2010.....	56
Fig. 22 – Effectifs des familles d'apoïdes répertoriées dans la station du milieu naturel à Zaâfrane durant la période 2003	58

Fig. 23 – Effectifs des familles d’apoïdes dénombrées dans le verger d’abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008.....	60
Fig. 24 – Effectifs des familles d’apoïdes répertoriées dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005.....	61
Fig. 25 – Effectifs des familles d’apoïdes enregistrées dans la station du milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	63
Fig. 26 – Effectifs des familles d’apoïdes inventoriées dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006.....	64
Fig. 27 – Effectifs des familles d’apoïdes capturées dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010.....	66
Fig. 28 – Histogramme des effectifs des familles d’apoïdes inventoriées dans la région de Djelfa selon les stations d’étude (2003-2010)	66
Fig. 29 - Carte factorielle de la matrice présence-absence des différentes espèces d’apoïdes dans les six stations d’étude de la région de Djelfa entre 2003 et 2010	80
Fig. 30 - Variations mensuelles du nombre d’abeilles dans les six stations d’étude dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010	82
Fig. 31 – Évolution du nombre d’abeilles pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008	83
Fig. 32 – Activité journalière des familles d’abeilles pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008	83
Fig. 33 – Évolution du nombre d’abeilles pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005	84
Fig. 34 – Activité journalière des familles d’abeilles pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005	85
Fig. 35 – Évolution du nombre d’abeilles pendant la journée dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	86
Fig. 36 – Activité journalière des familles d’abeilles dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	87
Fig. 37 – Évolution du nombre d’abeilles pendant la journée dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010	87
Fig. 38 – Activité journalière des familles d’abeilles pendant la journée dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010	88
Fig. 39 – Activité journalière d’ <i>Andrena haemorrhoa messadensis</i> pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers en 2008.....	89

Fig. 40 – Activité journalière d’ <i>Apis mellifera</i> pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers en 2008	89
Fig. 41 - Activité journalière d’ <i>Apis mellifera</i> pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005.....	90
Fig. 42 - Activité journalière de <i>Panurgus canescens</i> dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	91
Fig. 43 - Activité journalière d’ <i>Halictus senilis</i> dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003.....	91
Fig. 44 - Activité journalière d’ <i>Anthophora retusa</i> dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003	92
Fig. 45 – Phénologie des fleurs de <i>Vicia faba</i> en 2005	93
Fig. 46 – Phénologie des fleurs de <i>Solanum lycopersicum</i> en 2006	94
Fig. 47 – Phénologie des fleurs dans le verger d’abricotiers et de pruniers en 2008.....	95

Liste des abréviations

ALSAT : Algeria satellite

D.S.A. : Direction des services agricoles

F.A.O.: Food and Agriculture Organization

I.N.R.A. : Institut Nationale de la Recherche Agronomique

IRS: Indian Remote Sensing satellite

ITCF : Institut Technique des Céréales et Fourrages

LANDSAT: Land sensing satellite

M.A.D.R. : Ministère d'Agriculture et du Développement Rural

O.N.M.D. : Office nationale de météorologie à Djelfa

D.U.C. : Direction d'urbanisme et de construction

Introduction

Introduction

L'abeille est l'une des créatures sur laquelle le Coran attire l'attention. Dans la sourate "An-Nahl", Allah révèle que les abeilles agissent à la lumière de son inspiration (Ton Seigneur a inspiré aux abeilles : «Prenez des demeures dans les montagnes, dans les arbres et dans les treillages que les hommes érigent [69]; butinez ensuite de toutes les fleurs et suivez en toute humilité les voies de votre Seigneur !» De leur abdomen est sécrétée une liqueur de diverses couleurs et aux effets salutaires pour les hommes. N'y a-t-il pas là encore un signe pour des gens qui réfléchissent ?).

Durant l'âge de la pierre et plus précisément la période du Mésolithique entre 6.000 et 12.000 ans avant J.-C., des illustrations rupestres de Bicorp (Espagne) témoignent que les abeilles ont joué un rôle important dans la culture humaine et révélèrent que l'homme était à la recherche des abeilles pour la récolte du miel et a eu conscience de l'importance de cet insecte (DUBITZKY, 2005; CARLSON, 2015). Le philosophe et scientifique Aristote a décrit dans la moitié du IV^{ème} siècle avant J.-C. les questions fondamentales de la biologie de l'abeille dans son *Historia Animalium* (GOLDER, 2004).

Les Apoidea s.str. communément connus sous le nom d'abeilles appartenant à l'ordre des Hyménoptères font partie des Aculéates, un groupe, dans lequel l'oviducte de la femelle est modifié en un dard (DUBITZKY, 2005). Elles constituent un groupe monophylétique de 7 familles, les Stenotritidae, les Colletidae, les Andrenidae, les Halictidae, les Megachilidae, les Melittidae et les Apidae incluant plus de 16.000 espèces décrites à travers le monde (MICHENER, 2000).

Du point de vue de l'anatomie, les abeilles sont réparties en deux groupes, l'un renfermant les abeilles à langue longue, et l'autre comprenant celles à langue courte. Cette division est reconnue par KIRBY (1802) et utilisée depuis cette date (ENGEL, 2001; EARDLEY *et al.*, 2010).

Les familles d'abeilles de Megachilidae et d'Apidae forment un groupe monophylétique à langue longue alors que les Melittidae, les Andrenidae, les Halictidae, les Colletidae et les Stenotritidae sont des abeilles à langue courte (HEDTKE *et al.*, 2013). Selon MICHENER (1979) d'un point de vue répartition biogéographique, les abeilles sont plus abondantes et diversifiées dans certaines régions xériques tempérées et chaudes du monde, en particulier dans le bassin méditerranéen, la région californienne et les zones désertiques.

Les abeilles sont présentes dans la plupart des écosystèmes, où elles sont principalement responsables de la pollinisation des fleurs en jouant un rôle clé dans la dynamique de ces écosystèmes (PATINY et MICHEZ, 2007).

La steppe en Algérie en tant qu'écosystème se présente comme une vaste bande régionale s'étendant de la frontière tunisienne à la frontière marocaine sur 1.000 kilomètres de long et 300 kilomètres de large entre les isohyètes 100 et 400 mm (MONTCHAUSSÉ, 1972). Cet écosystème est devenu vulnérable à cause des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes, du défrichage, du surpâturage et de la surexploitation de la végétation (TRAUTMANN, 1985; SLIMANI et AIDOUD, 2002; HIRCHE *et al.*, 2010; NEDJRAOUI, 2011; BENARADJ *et al.*, 2013). Selon ces mêmes auteurs, les facteurs de dégradation précédemment cités, exposent la surface du sol des parcours pastoraux à une désertification intense avec la formation de ravins et de dunes. D'après BRADBEAR (2010) les abeilles font partie des différents écosystèmes terrestres dont le rôle principal est leur activité de pollinisation. Plusieurs auteurs évoquent les effets néfastes de la dégradation de l'habitat sur les peuplements d'insectes. L'habitat pour toute espèce d'abeille doit se composer suffisamment de ressources florales et de sites de nidification convenables, tous en préservant le corridor entre ces deux composantes de cet habitat (CANE, 2001). La diversité des populations d'abeilles dans le paysage steppique dépend en partie de la qualité et de la quantité des ressources florales disponibles et les types d'habitats dans les milieux cultivés et naturels. En effet selon JACOB-REMACLE (1989a), CHAGNON (2008) et ROLLIN (2013) la perte d'habitats est un type de perturbation reconnu comme un des facteurs importants de la perte de la biodiversité des abeilles notamment des espèces sauvages en réduisant les populations qui ne trouvent plus en quantité suffisante les possibilités d'habitat et les ressources alimentaires.

En principe, les insectes pollinisateurs en butinant les fleurs sauvages permettent le renouvellement des ressources florales et par conséquent les parcours steppiques. Selon MICHENER (2000) et MICHENER (2007), les Apoidea sont des pollinisateurs importants de la végétation naturelle et jouent un rôle majeur dans les agro-écosystèmes notamment par leur action pollinisatrice des cultures. Environ 25.000 espèces d'abeilles sont décrites en tant qu'insectes pollinisateurs efficaces à la suite de plusieurs adaptations morphologiques qui améliorent leur capacité à collecter du pollen (CARRIE, 2007). Sur le plan agricole, pour beaucoup de cultures, une bonne pollinisation des abeilles se traduit par un rendement plus élevé et par la production de gros fruits (DELAPLANE et MAYER, 2000).

Ce présent travail cible en quelque sorte l'état écologique et l'aspect éthologique du peuplement d'apoïdes dans la steppe algérienne. Le statut écologique concerne la composition et la structure du peuplement d'apoïdes notamment la qualité de la biodiversité des abeilles domestiques et sauvages dans l'habitat steppique qui a l'air d'être en dégradation et qui est représenté par les deux types de milieux naturel et agricole. Quant à l'aspect éthologique, il s'intéresse au comportement des abeilles dans le milieu cultivé et leur rôle dans l'amélioration quantitative et qualitative du rendement des cultures.

Les apoïdes ont été et sont aujourd'hui traités à travers des thèmes variés par plusieurs auteurs dans le monde. En Algérie les anciennes recherches qui datent de la première moitié du XX^{ème} siècle sont celles de SAUNDERS (1901; 1908), de ALFKEN (1914), de DE SCHULTHESS (1924), de BENOIST (1924; 1941; 1949; 1950a; 1950b; 1961). En Algérie, les travaux récents sur les apoïdes, se résument à ceux de LOUADI et DOUMANDJI (1998a), de LOUADI et DOUMANDJI (1998b), de LOUADI (1999a, 1999b), de BENACHOUR (2008), de BENACHOUR *et al.* (2007), de LOUADI *et al.* (2007a, 2007b), de AOUAR-SADLI *et al.* (2008), de BENDIFALLAH *et al.* (2010), de BENDIFALLAH *et al.* (2012) et de BENDIFALLAH *et al.* (2014). Jusqu'à nos jours aucune étude éco-éthologique du peuplement des apoïdes dans un habitat steppique au sein des milieux cultivés et naturels en Algérie, n'a été abordée.

Le présent manuscrit est ordonné en quatre chapitres dont le premier décrit les régions d'études. Les techniques utilisées pour l'étude éco-éthologique des apoïdes en milieux naturels et cultivés et au laboratoire sont réunies dans le deuxième chapitre. La méthodologie comporte aussi l'emploi de différents indices écologiques et de méthodes statistiques pour exploiter en particulier les résultats obtenus sur la composition et la structure du peuplement d'apoïdes en milieu steppique. Dans le troisième chapitre les résultats sont présentés en trois volets. Le premier d'entre eux synthétise les résultats sur l'inventaire, la composition et la structure du peuplement de la faune apoïdienne dans la région de Djelfa. Le deuxième volet regroupe les aspects portant sur l'éthologie du peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique surtout sur l'évolution mensuelle des effectifs ainsi que l'activité journalière des abeilles dans le milieu steppique. Quant au troisième volet, il renferme les résultats de l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate et l'efficacité pollinisatrice des abeilles dans les milieux cultivés. Dans le quatrième chapitre, la confrontation des présents résultats avec différents auteurs donne lieu à des discussions fructueuses. Enfin une conclusion accompagnée de perspectives clôture cette étude.

Chapitre 1 :
Présentation des
régions d'étude

Chapitre I - Présentation des régions d'étude, celles de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah

Les situations géographiques des régions d'étude, le cadre physique avec les aspects géomorphologiques, hydrographiques, le relief et les parcours, ainsi que les données bibliographiques sur la flore et la faune sont traités.

1.1. – Situations géographiques des régions d'étude

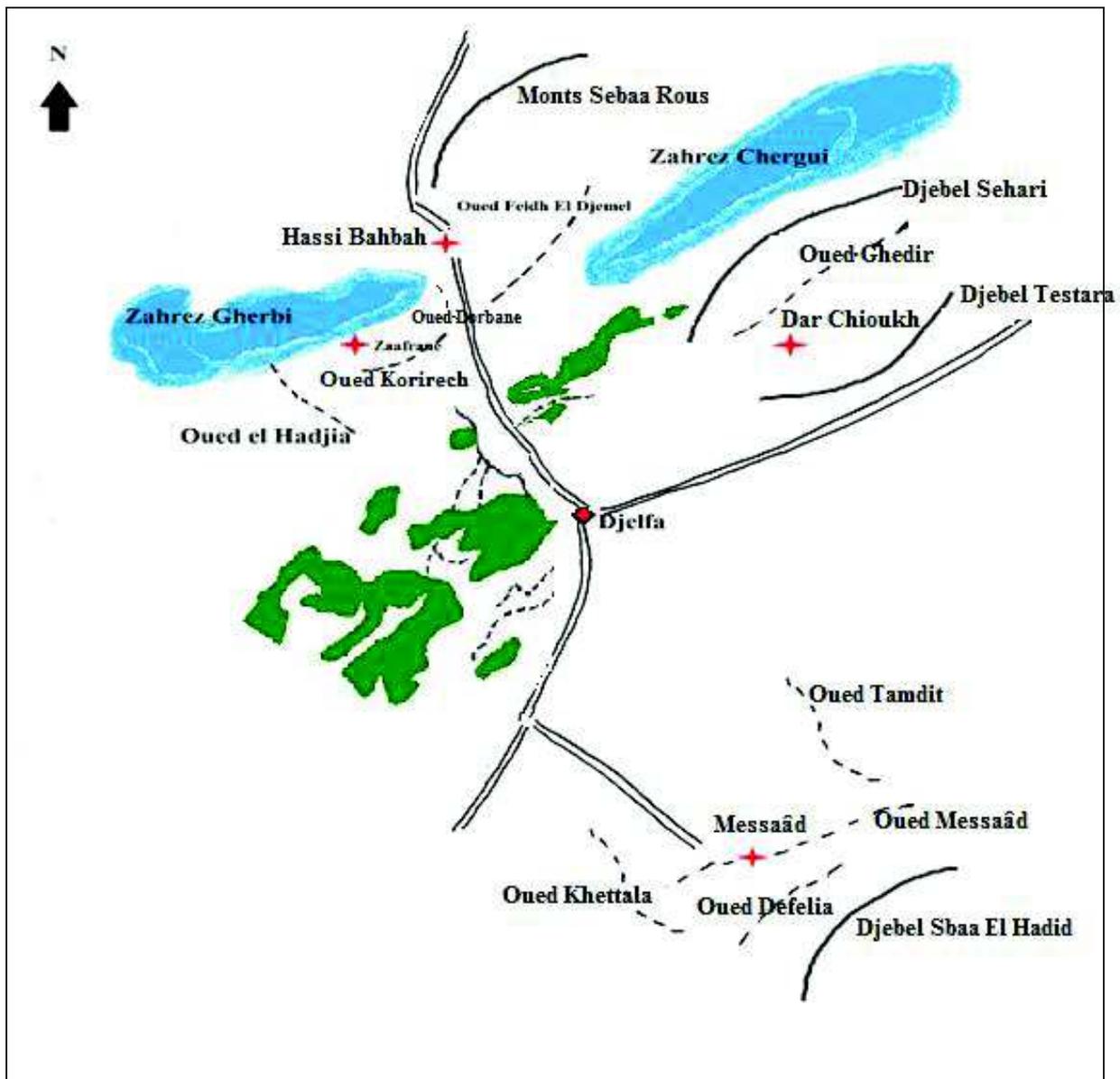
Les situations géographiques des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah sont abordées successivement.

1.1.1. - Situation géographique de la région de Zaâfrane

La région d'étude de Zaâfrane ($34^{\circ} 49'$ à $34^{\circ} 52'$ N. ; $2^{\circ} 47'$ à $2^{\circ} 54'$ E.) se situe à 950 m d'altitude dans le bassin du Zahrez Gharbi à 60 km environ au nord de l'agglomération de Djelfa. Elle s'étend sur une superficie d'environ 23.700 hectares. Sur le plan topographique, la région est limitée au nord par la Sebkhah de Zahrez gharbi, à l'ouest par Oued el hadjia, au sud-est par Oued Korirech et à l'est par Oued Dorbane (Fig. 1).

1.1.2. - Situation géographique de la région de Messaâd

La région de Messaâd ($34^{\circ} 08'$ à $34^{\circ} 12'$ N.; $3^{\circ} 24'$ à $3^{\circ} 34'$ E.) se retrouve à 800 m d'altitude et à 70 km au sud-est de Djelfa, plus exactement dans les monts des Ouled Nail qui forment la chaîne de l'atlas saharien. Elle occupe une superficie totale de 13.962 ha. Traversée par Oued Messaâd; elle est limitée au sud par Oued Defelia et Djebel Sba El Hadid qui culmine à plus de 1000 m, au nord-est par l'Oued Tamdit et à l'ouest par Oued Khettala (Fig.1).



Echelle : 1/1.000 000

Fig. 1 – Situation géographique des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah



1.1.3. - Situation géographique de la région de Dar Chioukh

Dar Chioukh est située à 41 km à l'est de Djelfa (34° 52' à 34° 58' N.; 3° 27' à 3° 33' E., 1103 m). Cette région s'étend sur une superficie de 121 km². Topographiquement, elle est traversée par l'Oued Ghedir et limitée au nord et au nord-ouest par Djebel Sahari, au sud par Djebel Testara et à l'est par Djebel el Tarf.

1.1.4. - Situation géographique de la région de Hassi Bah Bah

La région de Hassi Bahbah se situe sur les Hauts plateaux à 50 km au nord de Djelfa (35° 2' à 35° 5' N.; 3° 00' à 3° 3' E.; 885 m); elle est traversée par la route nationale n° 1. Elle est limitée au sud-est par Oued Feidh El Djemel, au sud-ouest par la limite orientale de Zahrez Gherbi et au nord par la limite méridionale des monts de Sbaa Rous.

1.2. – Cadre physique des régions d'études

Au sein du cadre physique des régions d'étude, trois aspects sont traités. Ils sont d'ordres géologique, pédologique et hydrographique.

1.2.1. – Aspect géologique

Pour chaque région d'étude l'aspect géologique est présenté.

1.2.1.1. – Aspect géologique de la région de Zaâfrane

L'analyse de la carte géologique d'Algérie à l'échelle 1/500.000^e (CORNET *et al.*, 1951), situe la zone de Zaâfrane sur les terrains sédimentaires du quaternaire continental, composés d'alluvions, de regs et de terrasses. Des dunes récentes et des alluvions actuelles se retrouvent dans l'Ouest du Zahrez. La quasi- totalité des roches sont carbonatées souvent gypseuses et salées. Dans l'étude géologique réalisée par POUGET (1980), la zone de Zahrez est décrite comme un manteau de terrains continentaux apparus après les grands mouvements orogéniques de l'écorce terrestre du milieu du Tertiaire.

1.2.1.2. – Aspect géologique de la région de Messaâd

La zone d'étude fait partie du vaste ensemble structural de l'Atlas saharien (DJEBAILI, 1978). Elle se trouve enclavée dans les dernières montagnes de la chaîne atlasique. L'Atlas saharien représente la seconde chaîne atlasique méridionale de l'Algérie, après l'Atlas tellien. Il marque la fin des structures géologiques du domaine tellien et assure la transition avec les structures beaucoup plus simples et calmes du domaine saharien. Selon le dernier auteur cité, le substratum géologique est constitué par le grès du barénien avec l'intercalation de minces couches d'argile versicolore. Les grès du barénien sont recouverts par des formations appartenant à la fin du Tertiaire, mais surtout du Quaternaire (DJEBAILI, 1978). Ces formations du Tertiaire continental, qui recouvrent le substratum, vont être soumises au processus de la morphogenèse et de la pédogenèse qui vont se succéder durant le Quaternaire (POUGET, 1980).

1.2.1.3. – Aspects géologiques de la région de Dar Chioukh

Dar Chioukh se situe sur l'axe général des plissements géologiques sud-ouest nord-est. Selon POUGET (1980) des ensembles massifs constituent les alignements des djebels comme Djebel Sahari au nord de la région, bordant l'Atlas saharien, le long de la dépression des Zahrez. Le gradient topographique général est schématisé par la diagonale nord-est – sud-ouest, depuis les reliefs jusqu'aux zones basses. Ce sont des versants sur le substratum géologique, des calcaires durs et des grès en particulier, des piedmonts encroûtés, des terrasses anciennes et récentes, des zones d'épandage, des chenaux d'oueds alluvionnés et des dayas (POUGET, 1980). Le bassin de Dar Chioukh est caractérisé d'une part par la formation du Turonien de synclinal du nord de Djelfa et de Dar Chioukh, et d'autre part par le Sénonien formé de calcaires du Maestrichtien (BOUTHELDJAOUI *et al.*, 2010).

1.2.1.4. – Aspects géologiques de la région de Hassi Babah

L'aspect géologique de la région de Hassi Bahbah est similaire à celui de la région de Zaâfrane, puisque des deux régions sont localisées dans le bassin du Zahrez. La région de Hassi Bahbah présente un relief assez varié. L'altitude minimale apparaît dans la dépression entre Zahrez Gherbi et Chergui à 850 m alors que l'altitude maximale se situe à 992 m à la limite des Monts de Sebaa Rous.

1.2.2. - Aspects pédologiques

Les particularités pédologiques des régions d'étude sont traitées tour à tour.

1.2.2.1. – Particularités pédologiques de la région de Zahrez

Les sols en zone aride sont le résultat de l'action du climat, de la roche mère et de la topographie (POUGET, 1980). Selon le dernier auteur cité, la distribution des différents sols s'effectue en relation étroite avec la situation géomorphologique. Les régions d'étude de Zaâfrane et de Hassi Bahbah partagent presque les mêmes particularités pédologiques, puisque ces deux régions se localisent dans le bassin du Zahrez. LE HOUEROU (1995) signale que les sols gypseux et salés sont fréquents dans le bassin du Zahrez. D'après l'étude agropédologique de POUGET (1971), dans la zone du Zahrez les principaux sols observés appartiennent à près de cinq types. Les uns sont minéraux bruts d'apport éolien composés par des dunes vives du grand cordon dunaire et les micro-dunes présentes çà et là dans le bassin du Zahrez avec de faibles teneurs en éléments fins. Les horizons sont peu différenciés à cause d'une forte érosion et de la mise en place récente par alluvionnement. La pédogenèse est ralentie par les apports continus de sables fins. Les dunes sont fixées par une végétation très typique à groupement à *Artisida pungens* et à *Malcolimia aegyptiaca*. Les sols minéraux bruts et peu évolués d'apport alluvial se concentrent dans les oueds principaux, alluvions à texture grossière et caillouteuse. Ils occupent une surface étendue entre le piedmont et le cordon dunaire. Sur les glacis et les terrasses du quaternaire ancien et moyen, les sols calcimagnésiques s'étendent dans le bassin. Les sols isohumiques sont à croûte calcaire représentés sur une grande surface essentiellement par le groupe désigné par sierozems. Ils se localisent en bordure nord et sud-est du Zahrez Gharbi, dans les vallées à fond plat. Ces sols sont caractérisés par une formation végétale psammophile. Très représentatifs de toute la région du bassin du Zahrez, les sols halomorphes sont localisés surtout dans la sebkha du Zahrez Gharbi, au niveau des zones d'épandages et les dépressions à nappe phréatique salée. Ils sont généralement profonds à texture variable et présentent un encroûtement gypseux à la surface. Les sols hydromorphes, dont la texture, est sableuse à argileuse, sont localisées dans les dépressions interdunaires et sont caractérisés par la présence d'une nappe phréatique peu salée.

1.2.2.2. – Pédologie de la région de Messaâd

L'examen de la carte pédologique de la région de Messaâd montre l'importante extension de la classe des sols calcimagnésiques (POUGET, 1977). Le profil pédologique de la région se classe parmi les sols calcimagnésiques xériques à croûte calcaire, installés sur des alluvions-colluvions de piedmonts assez caillouteux (POUGET, 1980).

1.2.2.3. – Pédologie de la région de Dar Chioukh

Selon BOUTHELDJAOUI et *al.*, 2010 les sols de la région de Dar Chioukh sont très riches en gypse et en calcite. De même la carte interprétée depuis les satellites d'imagerie et de télédétection ALSAT-1, IRS et de LANDSAT TM sur la région de Djelfa montre que les sols sont surtout calcimagnésiques (ZEGRAR, 2010).

1.2.2.4. – Pédologie de la région de Hassi Bahbah

Se localisant dans le bassin du Zahrez les sols de la région de Hassi bahbah prennent certaines particularités pédologiques de ce dernier. Parmi ces particularités en se basant sur l'image satellitaire ALSAT-1 (ZEGRAR, 2010), les sols de la région sont en majorité calcimagnésiques (ZEGRAR, 2010). En effet LE HOUEROU (1995) et POUGET (1971) confirment que les sols gypseux et salés sont fréquents et les sols calcimagnésiques s'étendent dans le bassin du Zahrez.

1.2.3. – Aspect hydrographique

Dans ce volet les réseaux hydrographiques des régions d'étude sont mis en valeur.

1.2.3.1. - Réseau hydrographique des régions d'étude de Zaâfrane et de Hassi Bahbah

Le bassin versant du Zahrez est endoréique, décomposé en six sous-bassins drainés par les oueds les plus importants qui se jettent tous dans les chotts Zahrez Gharbi et Chergui (BOUMEZBEUR et BEN HADJ, 2002). Le réseau hydrographique, organisé en système endoreïque, alimente de nombreuses nappes phréatiques de 1 à 6 mètres de

profondeur, et participe à la pédogenèse des sols halomorphes (POUGET, 1971). Selon POUGET (1980) le bassin des Zahrez offre vraisemblablement des ressources intéressantes pour les deux régions d'étude. Localement les arrivées des eaux souterraines sont trahies par la présence de nappes phréatiques superficielles prenant naissance à plus de 30 m au-dessus du niveau de la Sebka, particulièrement au sud de Hassi Bahbah, en bordure nord-ouest du Zahrez Chergui (POUGET, 1980).

1.2.3.2. - Réseau hydrographique de la région de Messaâd

D'après POUGET (1980) le réseau de faible vitalité s'organise en système endoréique. En fait, les Hautes plaines sont drainées en grande partie par l'Oued Touil qui prend naissance dans le djebel Amour près d'Aflou. Il arrive à franchir les chaînes telliennes pour devenir l'Oued Chellif. Après la traversée des Djebel Zerga et Mergueb, l'Oued Taadmit devenu l'Oued Mergueb se retrouve au niveau d'Ain El Bel et Messaâd et reçoit alors les eaux du grand Oued Melaga qui draine vers le sud tous les cours d'eau venant notamment de Zekkar, de Moudjbara et d'Ain Naga.

1.2.3.3. - Réseau hydrographique de la région de Dar Chioukh

Le réseau hydrographique de la région de Dar Chioukh fait partie du réseau endoréique de la région de Djelfa. Bien individualisé, il se partage entre le piedmont Nord en particulier en oued Touil, en bassin des Zahrez et en piedmont Sud dont la quasi-totalité est drainée par une série d'oueds affluents de l'oued Djedi (POUGET, 1980).

1.3. – Conditions climatiques des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah

L'étude du climat des régions d'étude va comprendre quelques paramètres notamment ceux de la température, des précipitations et du vent. Ils sont suivis par une synthèse climatique comprenant un diagramme ombrothermique et un climagramme pluviothermique d'Emberger.

1.3.1. – Température

La température représente un facteur limitant, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces et de tous les êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984). Selon LOUVEAUX (1984) l'action de la température extérieure sur le vol des abeilles a fait l'objet de très nombreuses observations. D'après ce même auteur, en fonction des conditions dans lesquelles les observations sont faites, la température minimale pour le butinage varie entre 6 et 10 °C. Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, lorsque l'altitude s'élève, la température diminue. SELTZER (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise des gradients soit 0,7 °C. de diminution pour tous les 100 m de dénivellation pour les maxima (Max), et 0,4 °C. pour tous les 100 m pour les minima (min). Les coefficients de correction pour les paramètres thermiques et pluviométriques sont calculés. Dans le cadre du présent travail la station météorologique de référence est celle de Djelfa (34° 20' N.; 3° 23' E.) dont l'altitude est de 1180 m. Les coefficients calculés permettent d'avoir des données plus précises sur les régions d'étude.

1.3.1.1. – Températures de la région de Zaâfrane :

Les températures minima au niveau de l'altitude 950 m dont la différence altitudinale est de 230 m par rapport à la station météorologique de référence augmentent de 0,92 °C. Cependant les températures maxima sont additionnées de 1,61 °C. Les températures mensuelles maxima, minima et moyennes, durant l'année 2003 pour la région de Zaâfrane sont présentées dans le tableau 1. Les valeurs de températures pour la région en 2003 montrent que la température moyenne du mois le plus chaud est observée en juillet avec 28 °C., cependant, celle du mois le plus froid est enregistrée en février (6 °C.) (Tab. 1).

Tableau 1 - Températures mensuelles moyennes, maximas et minimas de la région de Zaâfrane durant l'année 2003 et de la région de Messaâd en 2005 et 2008

Années	Températures	Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2003	min (°C.)	2,3	1,8	5,4	8	18	18	19	20	16	13	6,2	2,4
	Max (°C.)	10	10	17	21	34	33	37	35	30	24	15	10
	Max+min)/2	6,15	6	11,2	14 ,5	26	25,5	28	27,5	23	18,5	10,6	6,2

2005	min (°C.)	3	-0,2	6,5	13	14	18	23	20	16	13	11	2,7
	Max (°C.)	11	11	19	23	31	33	39	36	29	24	23	11
	Max+min)/2	7	5,4	12,75	18	22,5	25,5	31	28	22,5	18,5	17	6,5
2008	min (°C.)	1,7	3,8	5,4	8,3	13	16	22	21	17	12	4,9	2,4
	Max (°C.)	15	16	24	23	26	30	38	37	29	21	14	11
	Max+min)/2	8,35	10	14,7	15,65	19,5	23	30	29	23	16,5	9,45	6,7

(O.N.M.D., 2004, 2006, 2009)

1.3.1.2. – Températures de la région de Messaâd :

La différence altitudinale pour la région de Messaâd par rapport à la station de base, est de 380 m, donc les températures minima augmentent de 1,52 °C. et les maxima de 2,66 °C.

Les températures mensuelles maxima, minima et moyennes, durant les deux années 2005 et 2008 pour la région de Messaâd sont présentées dans le tableau 1. Il est à remarquer que le mois le plus chaud au cours des deux années est juillet avec des températures moyennes de 31 °C. en 2005 et de 30 °C. en 2008. Les mois les plus froids sont février (5,4 °C.) en 2005 et décembre (6,7 °C.) en 2008 (Tab. 1).

1.3.1.3. – Températures de la région de Dar Chioukh

Les données thermiques maximales et minimales de la région de Dar Chioukh sont calculées par rapport à celles de Djelfa, pour les deux années 2003 et 2006 (Tab. 2). Les données thermiques pour la région de Dar Chioukh montrent que les températures moyennes des mois les plus chauds sont observées en juillet 2003, respectivement 28 °C. et 26,5 °C.. Cependant, celles des mois les plus froids sont enregistrées en février 2003 (4,8 °C.) et en janvier 2006 (2,8 °C.).

Tableau 2 - Températures mensuelles moyennes, minima et maxima de la région de Dar Chioukh en 2003 et en 2006 et de la région de Hassi Bahbah durant l'année 2010

Années	Températures	Mois (à Dar Chioukh)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2003	min (°C.)	1,4	0,9	4,5	7,1	11,3	17	20,6	19,5	14,8	12,1	5,3	1,5

	Max (°C.)	8,5	8,6	15,7	18,9	24,6	31,6	35,5	33,3	28,3	22	13,6	8,7
	Max+min)/2	5,0	4,75	10,1	13	18,0	24,3	28,05	26,4	21,55	17,05	9,45	5,1
2006	min (°C.)	-0,8	5	4	9	13,3	16,4	18,8	17,8	13,3	11,4	5,2	3,1
	Max (°C.)	6,3	9,1	16,7	22,1	26	30,6	34,2	33	25,5	24,7	16,2	9
	(Max+min)/2	2,75	7,05	10,35	15,55	19,65	23,5	26,5	25,4	19,4	18,05	10,7	6,05
Mois (à Hassi Bahbah)													
2010	min (°C.)	4,1	4,7	6,2	8,8	10,4	16,1	21	20,5	16	10,8	6,8	3,3
	Max (°C.)	13,1	15	17,7	21,9	23,5	31,9	37	36	29,2	23,2	16	15
	Max+min)/2	8,6	9,85	12,0	15,4	17,0	24	29	28,25	22,6	17	11,4	9,15

(O.N.M.D., 2004, 2007, 2011)

M. : Moyennes mensuelles des températures maxima en °C.

m. : Moyennes mensuelles des températures minima en °C.

(M+m) / 2 : Moyennes mensuelles des températures en °C.

1.3.1.4. – Températures de la région de Hassi Bahbah :

La différence altitudinale pour la région de Hassi Bahbah est de 295 mn par rapport à Djelfa. De ce fait les températures minima augmentent de 1,18 °C. Les températures maximales s'élèvent de 2,06 °C. Les températures mensuelles maxima, minima et moyennes pendant l'année 2010 à Hassi Bahbah sont notées dans le tableau 2. Le mois le plus chaud en 2010 est juillet (29 °C.), tandis que le plus froid est janvier avec une moyenne de 8,6 °C. (Tab. 2).

1.3.2. – Pluviométrie

Les steppes algériennes sont caractérisées par une grande irrégularité interannuelle des précipitations. Selon LE HOUEROU *et al.* (1977) il s'agit cependant, pour les steppes, d'une forme particulière du climat qui comporte essentiellement de faibles précipitations avec de grandes variabilités intermensuelles et interannuelles. Les travaux de HIRCHE *et al.* (2007) portant sur une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations

steppiques, montrent que les steppes algériennes se caractérisent par une aridité croissante. Cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales. Il en est de même pour les aires arides (RAMADE, 1984). Les pluviométries mensuelles des régions d'études sont ajustées en fonction des relevés de la station météorologique de Djelfa grâce à l'abaque de SELTZER (1946) (Fig. 2). Selon cet auteur, l'étude de la carte des pluies montre que la répartition des précipitations en Algérie suit trois lois, celles de la hauteur de la pluie qui augmente avec l'altitude, du niveau des précipitations qui s'élève de l'Ouest vers l'Est et de l'importance des pluies qui se réduit au fur et à mesure qu'on s'éloigne du littoral. L'accroissement mensuel au niveau des précipitations est donné par la formule suivante :

$$A = Ni * X / B$$

A : Accroissement de la pluie par mois

Ni : Valeur à ajouter chaque mois

B : Valeur de précipitation de chaque mois

X : Total des précipitations pour l'année en question

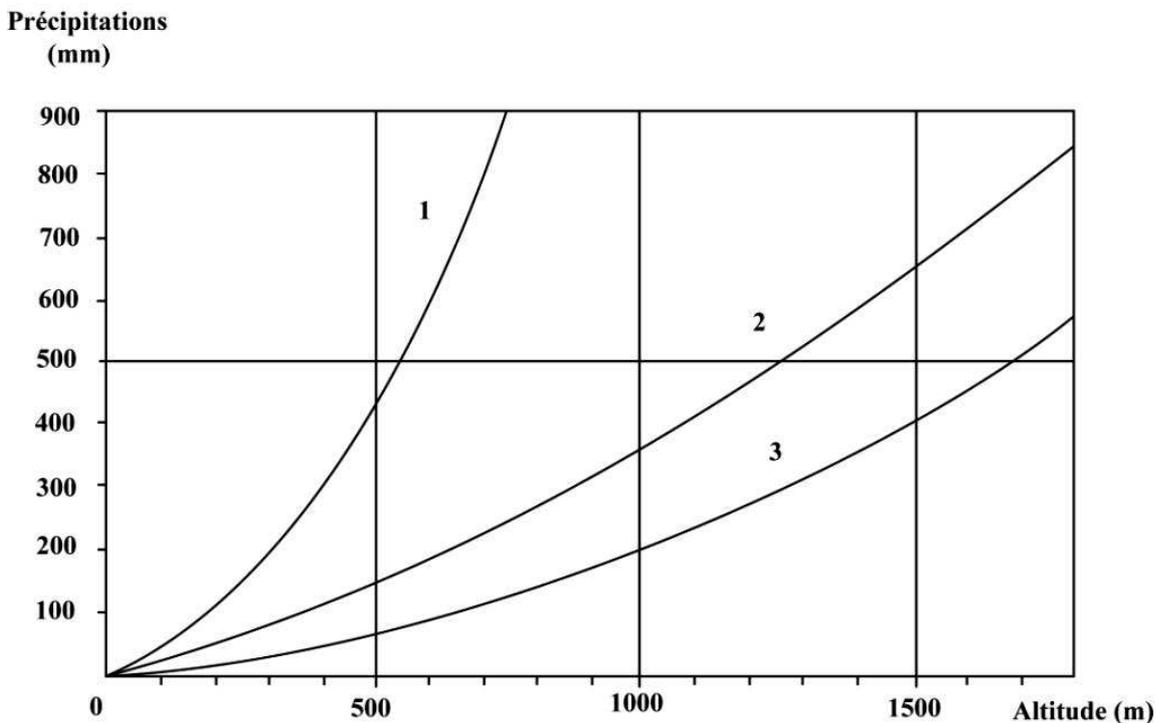


Fig. 2 – Courbe d'accroissement des pluies avec l'altitude (SELTZER, 1946)

Les valeurs de la pluviométrie mois par mois et année par année corrigées pour les quatre régions d'étude sont mises dans le tableau 3.

Tableau 3 - Pluviométries mensuelles et annuelles ajustées à Zaâfrane en 2003, à Dar Chioukh en 2003 et 2006, à Messaâd en 2005 et 2008 et à Hassi Bahbah en 2010

Régions	Années	Mois												Cumul
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Zaâfrane	2003	50	42	12,1	17	13,8	2,6	4,7	0,3	5,9	38,6	38,5	50,3	275,3
Dar Chioukh	2003	52	44	13	17	14	2,7	5	0,3	6,2	40	40,3	53	287,5
	2006	48	42	3	46	36	1,1	19	9,7	17	0,7	18,4	40	280,9
Messaâd	2005	1,5	16	9,9	5,2	0,8	27	9	0	49	37	14,4	19	188,8
	2008	5	2,8	4,4	0,3	28	27	20	64	37	61	8,06	20	277,56
Hassi Bahbah	2010	45	39	2,8	43	33	1	17	9	16	0,6	17,2	37	260,6

(O.N.M.D., 2004, 2006, 2007, 2009, 2011)

Le total annuel des pluviométries en 2003 dans la région de Zaâfrane est de 275,3 mm, dont les chutes de pluie les plus élevées sont enregistrées en décembre avec 50,3 mm (Tab. 3). La région de Dar Chioukh affiche des pluviométries annuelles de 287,5 mm en 2003 et 280,9 mm en 2006 avec les mois les plus pluvieux ceux de décembre (53 mm) en 2003 et janvier (48 mm) en 2006. Les valeurs des pluviométries annuelles dans la région de Messaâd en 2005 s'avèrent les plus basses avec 188,8 mm dont le mois durant lequel les chutes de pluie sont élevées, est septembre (49 mm). Ces valeurs dans la même région s'élèvent en 2008 à 277,6 mm avec des précipitations mensuelles plus importantes en août (64 mm) (Tab. 3). Quant à la région de Hassi Bahbah, le total annuel en 2010 est de 260,6 mm et le mois le plus pluvieux est janvier avec 45 mm (Tab. 3). Il est à remarquer que l'humidité de l'air dépend des chutes de pluie. Selon MICHENER (1974), les abeilles solitaires, et celles des petites colonies ont peu de tolérance quant à la modification de la température et de l'humidité à l'intérieur du nid.

1.3.3. – Vent

Selon POUGET (1980) dans les steppes sud-algéroises, les vents du nord sont généralement secs alors que les vents du sud amènent les pluies orageuses et le sirocco. En

matière d'influence du vent sur l'activité des abeilles, les butineuses ont une grande difficulté à voler à l'encontre d'un vent de 25 km/h (CHAUVIN, 1968). De même, d'après PESSON et LOUVEAUX (1984), l'action de vent est déterminante pour l'activité des abeilles. Une vitesse de 30 km/h réduit considérablement le vol des abeilles.

1.4. – Synthèse climatique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen des régions d'étude ainsi que l'étage bioclimatique de chacune d'elles dans le climagramme pluviothermique d'Emberger sont développés et illustrés par des figures.

1.4.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen

Comme l'Algérie du Nord, les zones steppiques ont un climat méditerranéen avec une période estivale de 6 mois environ, sèche et chaude (LE HOUEROU *et al.*, 1977). Selon ces mêmes auteurs le semestre automno-hivernal, d'octobre à avril est, par contre pluvieux et froid. Plusieurs indices climatiques sont formulés pour une expression synthétique du climat régional. Le diagramme ombrothermique adapté est celui de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) qui définit un mois sec lorsque le total mensuel des précipitations (P) exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température (T) moyenne en degrés Celsius. Cette formule permet d'établir des diagrammes ombrothermiques traduisant la durée de la saison sèche d'après l'interaction entre les courbes des températures et de la pluviométrie. Le diagramme ombrothermique de la région de Zaâfrane met en évidence la succession de deux périodes durant l'année 2003, l'une sèche et l'autre humide. La période sèche est la plus longue soit plus de sept mois qui s'étalent depuis le début de mars jusqu'à la mi-octobre. La période humide dure presque cinq mois, de la mi-octobre jusqu'au début de mars (Fig. 3).

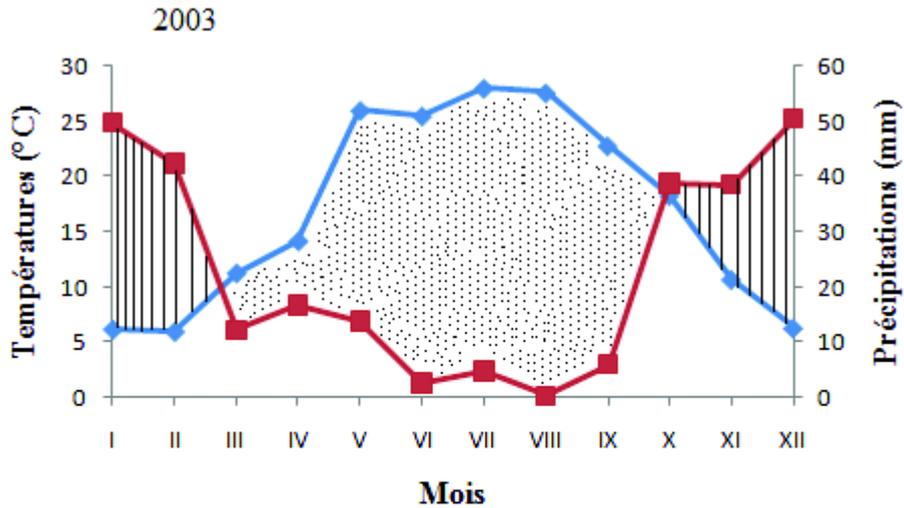
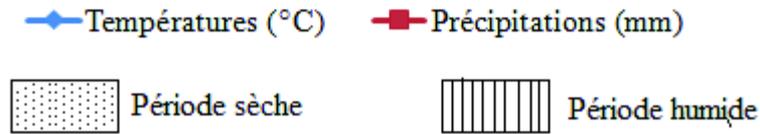


Fig. 3 - Diagramme Ombrothermique de la région de Zaâfrane en 2003



De même, les digrammes ombrothermiques de la région de Messaâd mettent en évidence durant les années 2005 et 2008, l'existence de deux périodes, l'une sèche et chaude et l'autre humide et fraîche. En 2005, la période sèche domine pendant presque toute l'année; tout au plus, elle est entrecoupée par 5 semaines humides qui interviennent vers la fin de janvier jusqu'à la première semaine de février et du début de septembre jusqu'à la mi-octobre (Fig. 4).

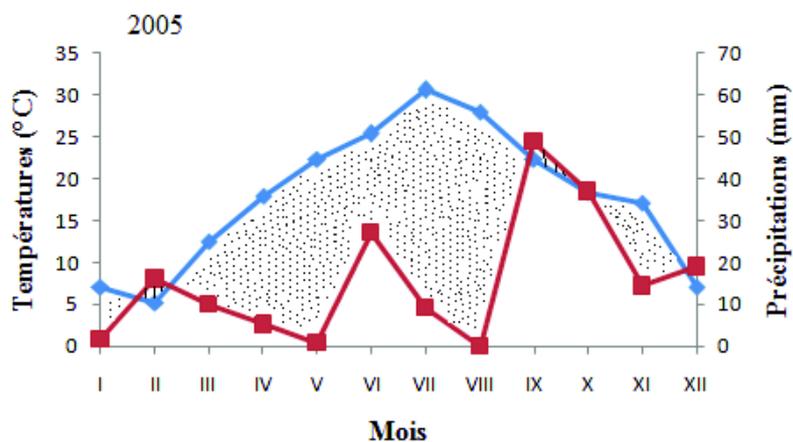
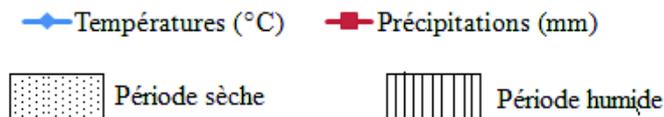


Fig. 4 - Diagramme Ombrothermique de la région de Messaâd en 2005



En 2008, la région de Messaâd connaît une période chaude et sèche de 8 mois quoique discontinue tout au long de l'année, soit de janvier à la fin de juillet, de la troisième décennie d'août pour s'interrompre à la première semaine de septembre et de la fin d'octobre jusqu'à la troisième décennie de novembre. Une semaine humide est observée en août ainsi que quatre semaines qui englobent le début de septembre jusqu'à la première décennie de novembre et une autre semaine pluvieuse en novembre (Fig. 5).

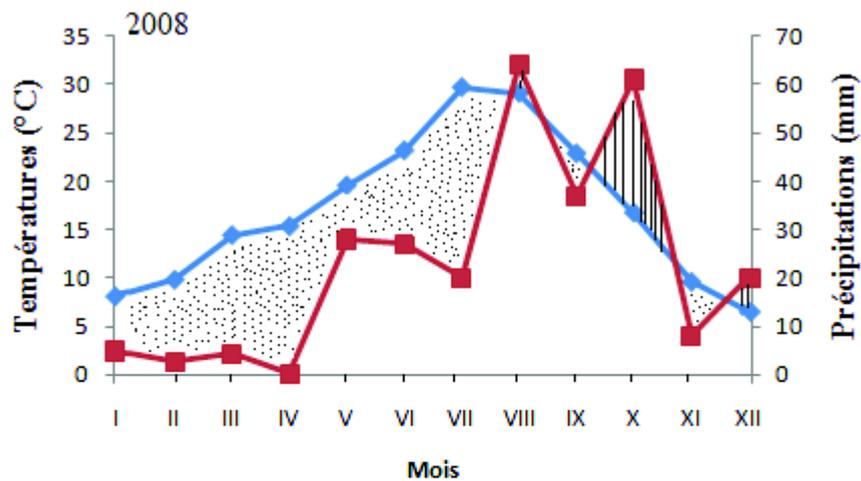
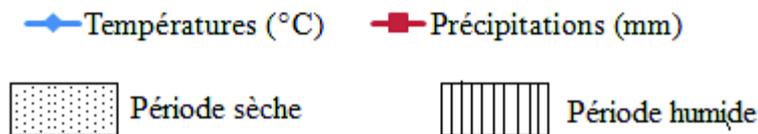


Fig. 5 - Diagramme Ombrothermique de la région de Messaâd en 2008



La région de Dar Chioukh présente deux périodes régulières durant les années 2003 et 2006, l'une sèche et chaude et l'autre humide et fraîche. En 2003, le diagramme ombrothermique montre une période de sécheresse qui dure plus de 7 mois; elle débute depuis le milieu de mars et se termine vers le 15 octobre. La période humide s'étale sur près de 5 mois, de la mi-octobre jusqu'à la mi-mars (Fig. 6).

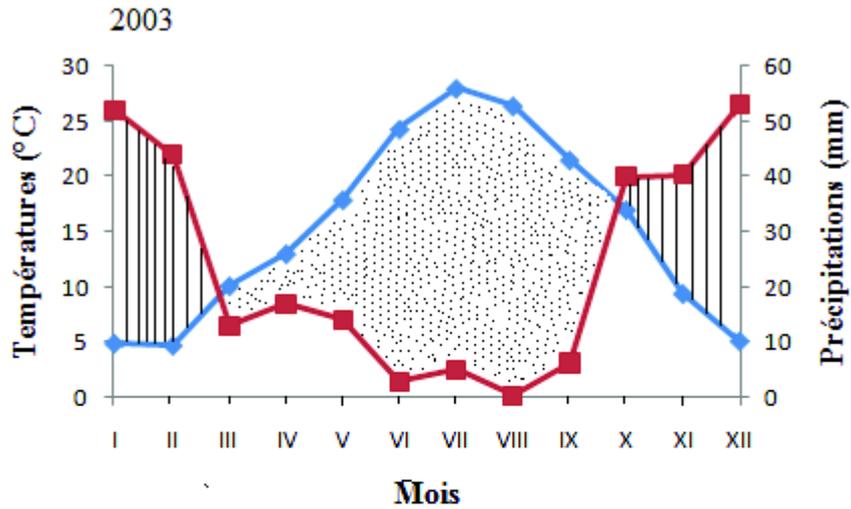
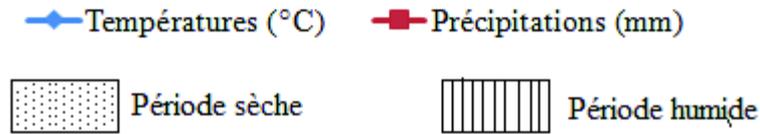


Fig. 6 - Diagramme ombrothermique de la région de Dar Chioukh en 2003



Deux périodes, l'une sèche et l'autre humide caractérisent le diagramme ombrothermique de la région de Dar Chioukh en 2006. La première est chaude et sèche et dure 7 mois, elle est comprise entre la fin de février et la mi-novembre, entrecoupée par un mois d'avril humide. La période humide en 2006, va du mi- novembre jusqu'au début de mars (Fig.7).

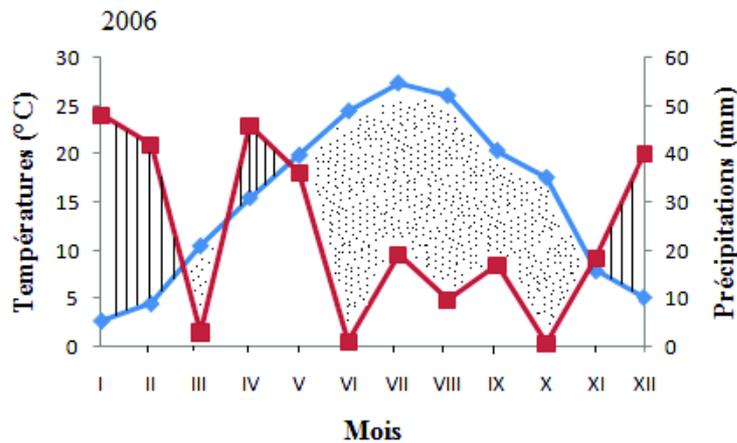
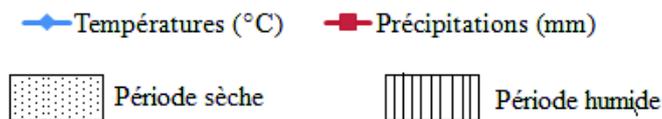


Fig. 7 - Diagramme Ombrothermique de la région de Dar Chioukh en 2006



En 2010, la région de Hassi Bahbah connaît également deux périodes, l'une sèche et chaude et l'autre froide et humide. Le tracé du digramme ombrothermique de la région montre une période sèche qui dure 7 mois, allant de la fin février jusqu'au début de décembre. Cette période est entrecoupée par 5 semaines humides. La période pluvieuse s'étale sur deux mois et demi, du mi- novembre jusqu'à la fin de février (Fig. 8).

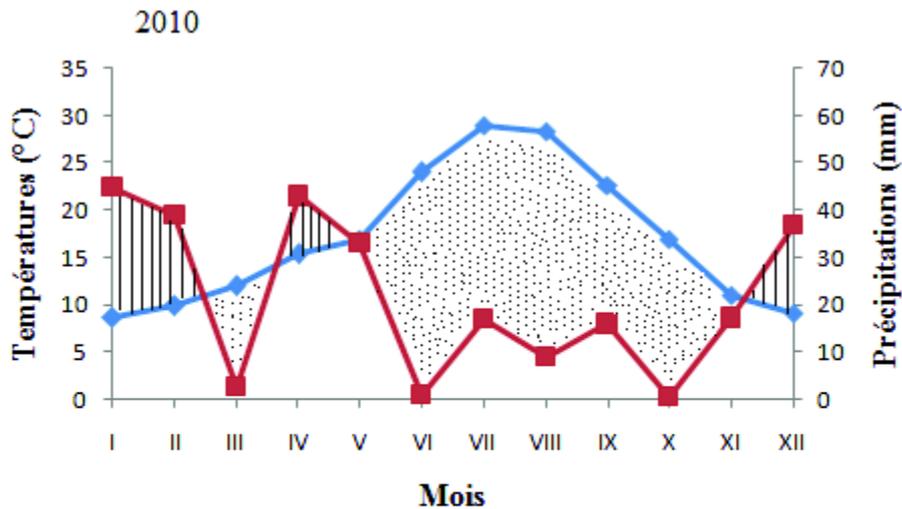
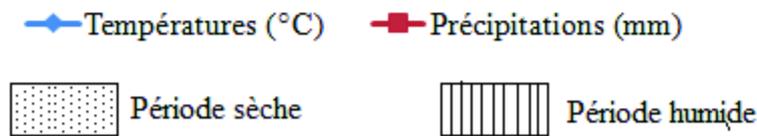


Fig.8 - Diagramme Ombrothermique de la région de Hassi Bahbah en 2010



1.4.2. - Climagramme d'Emberger

Dès l'origine de ses travaux depuis 1930, Emberger a cherché une expression synthétique du climat méditerranéen capable de rendre compte de la sécheresse (DAGET, 1977). Désirant étudier la gamme des types de climat de la région méditerranéenne, Emberger a proposé un coefficient faisant intervenir trois éléments fondamentaux, la pluie, la température et l'évaporation (SAUVAGE, 1963). Les bioclimats sont définis par un climagramme pluviothermique où le quotient pluviothermique Q_3 figure en ordonnée et la moyenne des minima des mois les plus froids m en abscisse (LE HOUEROU *et al.*, 1977). Le climagramme d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée. Il est déterminé à partir de la formule modifiée par STEWART (1969) dans laquelle les températures sont exprimées en degrés centigrades.

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

Q₃ : Quotient pluviothermique d'Emberger

P : Pluviométrie annuelle exprimée en mm

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en °C.

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en °C.

Le calcul du quotient pluviothermique de la région de Zaâfrane pour une décennie, de 1993 jusqu'à 2002 qui est égale à 16,8 a permis de déduire que la région se place dans l'étage bioclimatique aride à variante hiver frais (Fig.9). Le quotient pluviothermique de la région de Messaâd pour une période de 30 ans de l'année 1984 jusqu'en 2013, est égal à 23,17. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger on constate que la région de Messaâd se situe dans l'étage bioclimatique aride à variante hiver frais (Fig.9). Les valeurs des paramètres climatiques P, M et m de la région de Dar chioukh, obtenues sur 10 ans, de 1995 à 2004 ont permis le calcul de Q₃ qui est égal à 29,08. Cette valeur reportée dans le climagramme d'Emberger, montre que la région de Dar Chioukh se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à variante hiver frais (Fig. 9). Le quotient pluviothermique de la région de Hassi Bahbah, calculé sur une décennie de 2001 jusqu'en 2010 est égal à 26.19 ce qui implique que la région est située dans l'étage bioclimatique aride à variante hiver frais (Fig. 9).

1.5. - Parcours steppiques des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar chioukh et de Hassi Bahbah

La steppe algérienne s'étend sur 20 millions d'hectares et la surface des parcours est évaluée à 15 millions d'hectares (BENDERRADJI *et al.*, 2006). Outre son aridité climatique caractérisée par une grande variabilité pluviométrique, aussi bien interannuelle que saisonnière, cette région est très intensivement exploitée par le bétail elle nourrit les 2/3 du cheptel ovin et caprin de l'Algérie (DJEBAÏLI *et al.*, 1989). La région de Zaâfrane dispose de 13221 hectares de terre de parcours essentiellement constitués d'alfa (*Stipa tenacissima* Linné) et (*S. tournefortii* Linné) et d'atriplex (*Atriplex Halimus* Linné, 1753) et (*A. Canescens* Pursch, Nutt.). Les superficies importantes de parcours dans la région de Messaâd sont estimées à 8312 ha. Ces parcours sont dispersés au bord des montagnes et entre les plaines (D.U.C., 2004). Quant à la région de Dar Chioukh, elle possède une superficie importante des parcours estimée de 12 000 ha (D.U.C., 2004). Les terrains de parcours se localisent

essentiellement dans les régions situées entre les montagnes de l'est et les plaines de Draa Benhamza et Draa el-oust. La région de Hassi Bahbah est caractérisée par un parcours à steppe crassulescente, psammogypsohalophile à *Suaeda mollis* (Desf.) Delile. et *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Delile) Moq. (LE HOUEROU, 1995).

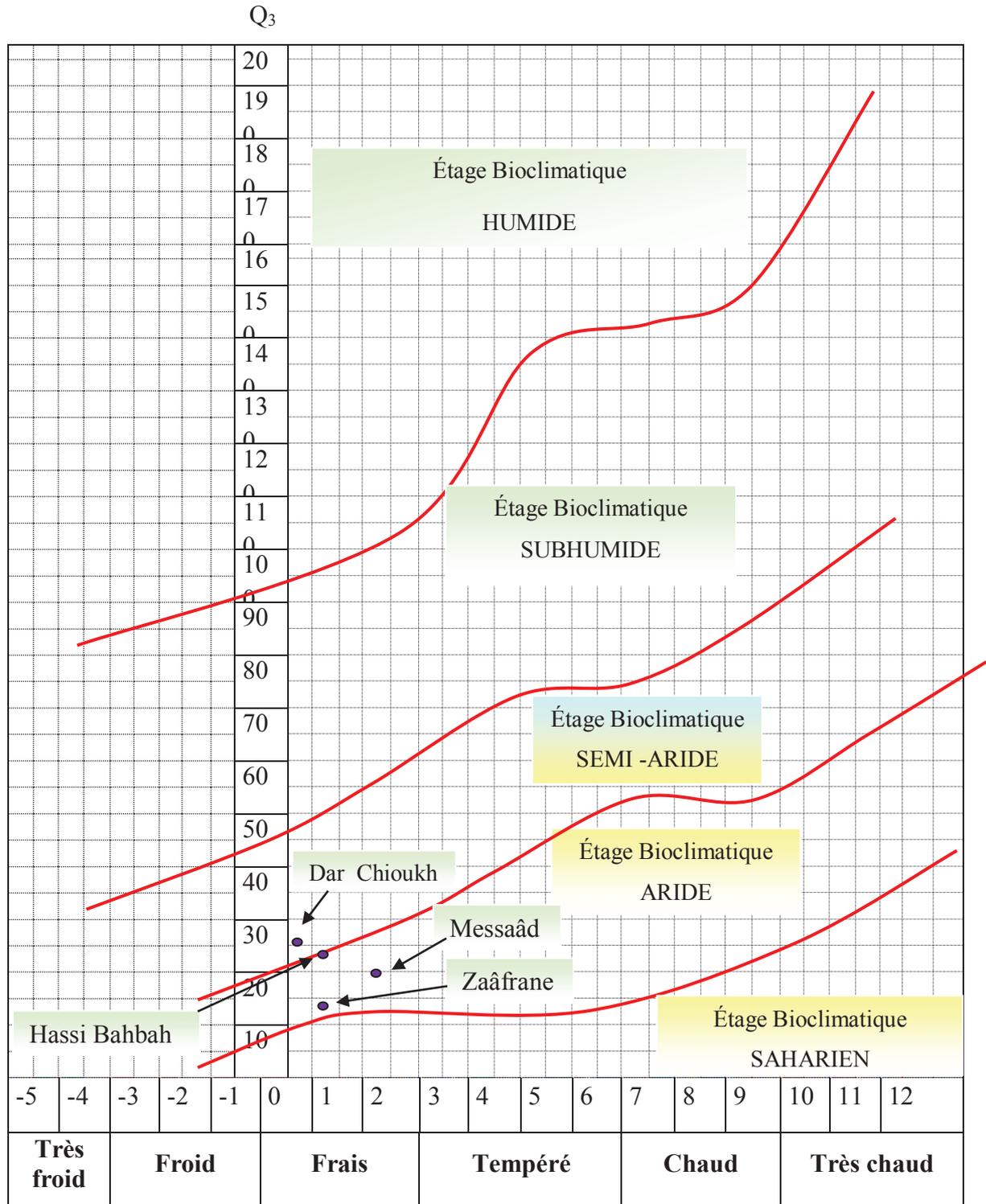


Fig. 9 – Place des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah dans le climagramme d’Emberger

1.6.-Données bibliographiques sur la flore des régions d'étude

La flore constitue un facteur de distribution des arthropodes, d'une part par le type de nourriture qu'elle offre et d'autre part par l'habitat qu'elle constitue. Dans cette partie les données concernant la végétation des régions d'étude, celles de Zaâfrane, de Messaâd, de Dar Chioukh et de Hassi Bahbah sont traitées

1.6.1.- Données bibliographiques sur la flore de la région de Zaâfrane

Au niveau du bassin de Zahrez dans les zones marginales et au niveau des dépressions interdunaires, les dunes relativement moins élevées commencent à être peu à peu colonisées et fixées par une végétation spécialisée de psammophytes vivaces et de phréatophytes notamment *Tamarix* sp. (Linné), *Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv. et *Phragmites communis* (Cav.) Trin. ex Steud. (POUGET, 1980). Selon ce même auteur, les plus beaux peuplements d'*Atriplex halimus* se trouvent dans le Bassin du Zahrez Gharbi dans la zone d'épandage de l'oued Melah.

D'après les travaux de LE HOUEROU (1995) la région se caractérise par une steppe crassulescente psammogypsohalophile à *Suaeda mollis* (Desf.) et *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Schult.), et d'espèces halophiles et gypso-halophiles comme *Suaeda fruticosa* var. *brevifolia* (Boiss.), *Salsola tetrandta* (Forssk.), *Frankenia boissieri* (Reut. ex Boiss.), *F. corymbosa* (Desf.) et *Hedysarum carnosum* (Desf.).

CHAOUCHE *et al.* (2008) travaillant dans le périmètre de Zaâfrane mentionnent une flore introduite comme *Opuntia robusta* var. *robusta* (J.C. Wendl.) et *Opuntia engelmannii* var. *linguiformis* (Salm-Dyck ex Engelm.) dans un but de post-fixation des dunes. Selon BOUMAKHLEB et CHEHMA (2014) la flore du bassin du Zahrez se compose essentiellement des types biologiques de Hémicryptophyte, de Thérophyte, de Chamaephyte, de Cryptophyte et de Phanérophyte. Dans leur ouvrage nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales QUEZEL et SANTA (1962) citent l'espèce Caryophyllacée *Herniaria mauritanica* Murb. parmi la flore endémique algérienne.

1.6.2.- Données bibliographiques sur la flore de la région de Messaâd

La région de Messaâd fait partie de la steppe à alfa. Le couvert végétal de la région de Messaâd est constitué essentiellement de hautes steppes arides avec des vides entre les touffes de végétation sur des sols généralement maigres en contact direct avec la roche mère (POUGET, 1980). Les groupements à *Stipa tenacissima* Linné et *Artemisia herba alba* Asso., régressent vers un groupement à *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin et *Thymelaea microphylla* Meisn. lorsque l'ensablement s'accroît, puis vers une steppe où domine *Astragalus armatus* Willd., seule espèce qui échappe au surpâturage ovin et qui constitue en période de disette une source alimentaire pour les camelins. La végétation tend à disparaître sous l'effet du surpâturage qui est particulièrement intense durant les années de sécheresse (POUGET, 1977). D'après les travaux d'AMGHAR et KADI-HANIFI (2008) la première espèce dominante dans la région de Messaâd est *Haloxylon scoparium* Pomel qui est une chamaephyte. C'est une région de transition entre deux types de formations végétales, les formations des hauts plateaux à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* et les formations des régions présahariennes à *Arthrophytum scoparium* Pomel (CHEBOUTI et al, 2006).

1.6.3. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Hassi bahbah

Selon POUGET (1971), il y a plusieurs types de végétations du groupement du bassin de Zahrez présenté par les deux groupements suivants. Le premier groupement est qualifié de steppique et post-cultural avec trois types de formations végétales, l'une à *Artemisia herba alba*, la deuxième à *Thymelaea virgata* (Desf.) Endl. et la troisième à *Helianthemum lippi* (L.) Dum. Cours. Le deuxième cultigène des zones d'épandage qui se situent exclusivement au sud du cordon dunaire, se compose notamment des formations à *Aristida pungens* Desf., à *Phragmites communis* et à *Schoenus nigricans* Linné. Quelques espèces annuelles plus ou moins halophiles sont enregistrées comme: *Spergularia diandra* (Guss.) Heldr., *Limonium echioides* (L.) Mill., *Aizoon hispanicum* Linné, *Frankenia pulverulenta* Linné, *Bupleurum semicompositum* Linné et *Pholiruis incurvatus* (L.) Schinz & Thell. (LE HOUEROU, 1969 cité par POUGET, 1973).

1.6.4. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Dar Chioukh

D'après OUSSEDIK *et al.*, 2003 de point de vue occupation du sol la région de Dar Chioukh est caractérisée par un couvert végétal appartenant au groupement steppique à Armoise. Ce groupement végétal type renferme la flore suivante. *Artemisia campestris* Linné, *Plantago albicans* Linné, *Peganum harmala* Linné, *Koeleria pubescens* (Lam.) P. Beauv., *Malva aegyptiaca* Linné, *Hordeum murinum* Linné, *Schismus calycinus* (Loefl.) K. Koch., *Matthiola lunata* DC. et *Xeranthemum inapertum* (Linné) Miller (KADIK, 1987). Par ailleurs d'après AIDOUD (1997) le groupement steppique à Armoise est particulièrement dominé par de sous-arbrisseaux dont les plus typiques sont celles à armoise blanche (*Artemisia herba alba*), à *Noaea mucronata* (Forssk.) Asch. & Schweinf., *Thymelaea* sp. Mill., *Salsola* sp. Linné et à *Hammada scoparia*.

1.7. - Données bibliographiques sur la faune des régions d'étude

Dans cette partie, des données bibliographiques sur la faune des régions de Zaâfrane, de Messaâd, de Hassi Bahbah et de Dar Chioukh sont présentées.

1.7.1. - Données bibliographiques sur la faune de Zaâfrane

Dans leur travail dans deux stations à Zahrez Gharbi, l'une à base d'*Atriplex canescens* et l'autre à base d'*Atriplex halimus*, BRAGUE-BOURAGBA *et al.* (2006b) ont recensé quatre classes appartenant aux arthropodes. Celle des insectes est la mieux représentée avec 59 espèces à Zaâfrane et 43 espèces à El Mesrane. La région de Zaâfrane qui se trouve à la limite du Zahrez Gharbi se caractérise par une faune diversifiée au sein de laquelle la part de l'avifaune aquatique semble importante.

Le travail de DERRADJI *et al.* (2013) sur le peuplement avien dans la région, montre que 73 % d'espèces avienne de Zahrez Gharbi est d'affinité aquatique, notamment les espèces suivantes. *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764), *Grus grus* (Linné, 1758), *Anas platyrhynchos* (Linné, 1758), *Corvus ruficollis* (Lesson, 1831), *Falco pelegrinoides* (Temminck, 1829), *Bubo ascalaphus* (Savigny, 1809), *Buteo rufinus* (Cretzschmar, 1829), *Actitis hypoleucos* (Linné, 1758), *Himantopus himantopus* (Linné, 1758), *Recurvirostra avocetta* (Linné, 1758), *Motacilla alba* (Linné, 1758), *Charadrius alexandrinus* (Linné, 1758), *Motacilla flava* (Linné, 1758) et *Aythya fuligula* (Linné, 1758). BOUMEZBEUR et BEN HADJ (2002)

noteraient la présence intéressante de la gazelle dorcas *Gazella dorcas* (Linné, 1758), et de l'Outarde houbara *Chlamydotis undulata* (Jacquin, 1784). Il est à rappeler que c'est une autre espèce de gazelle *gazella cuvieri*, qui est maintes fois citée non loin de là, sur les Hauts Plateaux dans la réserve naturelle de Mergueb (SELLAMI *et al.*, 1989).

1.7.2. - Données bibliographiques sur la faune de Messaâd

BOUDIAF-NAIKACI *et al.* (2012) citent dans la région, des Gastéropodes, des Coléoptères, des Hyménoptères et des Diptères. BRAGUE-BOURAGBA *et al.* (2006a) énumèrent 96 espèces d'Arthropodes, réparties entre trois classes dont celle des Crustacés avec une seule espèce, celle des Arachnides avec 36 espèces et celle des Insectes avec 59 espèces. Parmi la faune avienne dans la région de Messaâd, il est à noter le Bruant striolé *Emberiza striolata* (Lichtenstein, 1822) dont la Sous-espèce nicheuse *E. s. sahari* (MOALI, 2007). Selon LEDANT *et al.* (1981) le Serin, *Serin cini* (Linné, 1766) en Algérie est répandu dans une large bande allant du littoral méditerranéen jusqu'aux premières oasis sahariennes telle que Messaâd. En travaillant sur les zones d'hivernage au nord du Sahara Algérienne, JOHNSON (1971) a noté en janvier et février l'activité du Traquet pâtre *Saxicola torquata* (Linné, 1766). Les observations complémentaires de METZMACHER (1986) de la distribution des moineaux *Passer* en Algérie illustrent la répartition dans la région de *Passer domesticus* (Linné, 1758) et *Passer hispaniolensis* (Temminck 1820). Parmi les six espèces de Gangas signalées en Algérie par ISENMANN et MOALI (2000), le Ganga unibande *Pterocles orientalis* (Linné, 1758) est une espèce qui fréquente les milieux steppiques et les régions arides telle que Messaâd. Parmi les Mammifères GOUAT *et al.* (1984) observant les Cténodactylidés, citent la présence d'un rongeur qui est le Goundi *Ctenodactylus gundi* (Rothmann, 1776).

1.7.3. - Données bibliographiques sur la faune de Dar Chioukh

Confinée au sud des piémonts du djebel Sahari Guebli la région de Dar Chioukh révèle une faune particulière. MASNA *et al.* (2014) dans les pinèdes de la région ont mis en évidence l'existence de sept espèces de Blattaria, *Loboptera decipiens* (Germar, 1817), *Loboptera ovobata* (Bohn, 1991), *Dziriblatia nigriventris* (Chopard, 1936), *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra* (Fieber, 1853) *Phyllodromica trivittata* (Serville 1839), et *Ectobius* sp. (Stephens, 1835). Les espèces de Batraciens cités par LE BERRE

(1989) dans la région sont le Crapaud vert *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) et le Crapaud de Maurétanie *Bufo mauritanicus* (Schlegel, 1841). Toujours selon cet auteur les espèces de Reptiles sont la Tortue mauresque *Testudo graeca* (Linné, 1758), l'Agame variable (*Agama mutabilis* Merrem, 1820), le Fouette-queue *Uromastix acanthinurus* (Bell, 1825), le Stenodactyle élégant *Stenodactylus stenodactylus* (Lichtenstein, 1823), le Varan du désert *Varanus griseus* (Daudin, 1803) et la Vipère à corne *Cerastes cerastes* (Linné, 1758). Au sein des mammifères, il est à noter le Chacal commun *Canis aureus* (Linné, 1758), le Renard roux *Vulpes vulpes* (Linné, 1758), le Chat sauvage *Felis sylvestris* (Schreber, 1777) et le Lièvre du Cap *Lepus capensis* (Linné, 1758) (LE BERRE, 1990). Parmi les Rodentia, il y a des Gerbillidae comme *Meriones shawi trouessarti* (Lataste, 1882), *Gerbillus nanus* (Blanford, 1875), *Dipodillus simoni* (Lataste, 1881), *Gerbillus campestris* (Loche, 1867) et *Gerbillus henleyi* (Winton, 1903), des Muridae avec *Mus musculus* (Linné, 1758), *Mus spretus* (Lataste, 1883), *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), *Rattus rattus* (Linné, 1758) et *Eliomys quercinus* (Linné, 1766), des Dipodidae avec *Jaculus jaculus* (Linné, 1758) et *Jaculus orientalis* (Erxleben, 1777), un Hystricidae avec *Hystrix cristata* (Linné, 1758) et un Ctenodactylidae avec *Ctenodactylus gundi* (LE BERRE, 1990). Il est à noter la présence de la gazelle des montagnes *Gazella cuvieri* (Ogilby, 1841) dans la région de Dar Chioukh qui est considérée comme une espèce en voie de disparition (DE SMET, 1991).

1.7.4. - Données bibliographiques sur la faune de Hassi Bahbah

GUERZOU *et al.* (2014) dans la station de Taicha (5km au nord de Hassi Bahbah) ont inventorié des spécimens appartenant aux ordres Aranea, Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, hymenoptera et Diptera. BENMADANI *et al.* (2011) dans la région recensent 14 espèces d'orthoptères réparties entre deux sous-ordres, ceux des Ensifera et des Caelifera. L'étude de MECHERI *et al.* en 2014 fait ressortir 11 familles de Coléoptères celles des Buprestidae, des Carabidae, des Cetoniidae, des Coccinellidae, des Curculionidae, des Geotrupidae, des Meliodae, des Scarabidae, des Staphynilidae, des Tenebrionidae, et des Trogidae, en mentionnant la dominance de la famille des Carabidae. Quant à l'Avifaune FARHI *et al.* (2006) mentionnent la présence des Falciformes notamment du Milan noir *Milvus migrans* (Boddaert, 1783), du Circaète Jean-Le-Blanc *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788), de la Buse féroce *Buteo rufinus* (Cretzschmar, 1829), et du Faucon lanier *Falco biarmicus* (Timmink, 1825). Parmi les Gualliformes la perdrix gabra *Alectoris barbara* (Bonnaterre, 1790). Chez les Pteroclidiformes les auteurs citent la Ganga unibande *Pterocles*

orientalis (Linné, 1758). Les Columbiformes sont représentées par le Pigeon biset *Columba livia* (Gmelin, 1789), la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* (Fridvaldszky, 1838) et la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur* (Linné 1758). Pour les Strigiformes ce sont les espèces comme la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1769) et le Hibou grand-duc *Bubo bubo* (Linné, 1758). La Huppe fasciée *Upupa epops* (Linné 1758) et le Guêpier de perse *Merops persicus* (Pallas, 1773) illustrent l'Ordre des Coraciiformes. Pour les Passeriformes les spécimens énumérés dans la région sont l'Alouette lulu *Lullula arborea* (Kaup, 1829), l'Alouette de champs *Alauda arvensis* (Linné 1758), l'Alouette pispolette *Calandrella rufescens* (Vieillot, 1820), l'Ammomane élégante *Ammomanes cincturus* (Gould, 1839), l'Ammomane isabelline *Ammomanes deserti* (Lichtenstein, 1823), le Cochevis huppé *Galerida cristata* (Linné, 1758), le Cochevis de Tékla *Galerida theklae* (Brehm, 1857), l'Hirondelle de fenêtre *Delicon urbicum* (Linné, 1758), l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* (Linné, 1758), la Bergeronnette grise *Motacilla alba* (Linné, 1758), la Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea* (Tunstall, 1771), la Rubiette de moussier *Phoenicurus moussieri* (Olphe-Galliard, 1852), le Traquet orillard *Oenanthe hispanica* (Linné, 1758), le Traquet du désert *Oenanthe deserti* (Temminck, 1825), la Cisticole des joncs *Cisticola juncidis* (Rafinesque, 1810), l'Hypolaïs pâle *Hippolais pallida* (Hemprich & Ehrenberg, 1833), la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* (Linné, 1758), la Fauvette melanocephale *Sylvia melanocephala* (Gmelin, 1789), le Pouillot véloce *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817), le Gobe mouche gris *Muscicapa striata* (Pallas, 1764), le Gobe mouche noir *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764), la Pie grièche grise *Lanius excubitor* (Linné, 1758), le Grand corbeau *Corvus corax* (Linné, 1758), le Moineau hybride *Passer* sp. (Brisson, 1760), le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* (Linné, 1758), le Serin *Serinus cini*, le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis* (Linné, 1758), le Verdier d'Europe *Carduelis chloris* (Linné, 1758) et le Bruant proyer *Miliaria calandra* (Linné 1758). Parmi les Rongeurs SOUTTOU *et al.* (2013) notent les ravageurs de cultures dans la station d'El Mesrane (7km au sud de Hassi bahbah) comme la gerbille *Gerbillus* sp. (Desmarest, 1804), la gerbille de Libye *Gerbillus tarabuli* (Thomas, 1902), la mérione de Shaw *Meriones shawi* (Duvernoy, 1842) et *Mus* sp. (Linné, 1758).

Chapitre 2 :

Matériel et méthodes

CHAPITRE 2 – Matériels et méthodes

Il est traité du choix et de la description des stations d'étude. Après la caractérisation des stations d'étude et des plantes retenues, les méthodes d'échantillonnage de la faune apoïdienne en milieux naturels et cultivés sont exposées. Il s'agit du comptage et du suivi de l'activité journalière des abeilles, de la mesure de la vitesse du butinage des principaux apoïdes pollinisateurs, de l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur les populations d'abeilles et de l'évaluation de l'effet de la pollinisation sur le rendement de la tomate. Les techniques d'exploitation des résultats sont présentées par la suite.

2.1. – Choix et description des stations d'étude

Deux types de stations, les unes sises en milieu naturel et les autres en milieu cultivé sont retenues. Ainsi celles de Zaâfrane et de Hassi Bahbah se retrouvent en paysage naturel caractérisés par une végétation spontanée des hautes steppes. Quant aux stations de Messaâd, elles appartiennent surtout à des zones agricoles. Les stations de Dar Chioukh font partie à la fois de milieux naturels et cultivés. Le nombre de stations prospectées est de 6, soit celle d'Agraba dans la région de Zaâfrane, de Haniet Ouled Salem et de Tamdit à Messaâd, de Dar Chioukh et d'Ain Rous à Dar Chioukh et celle d'Aouket à Hassi Bahbah. La description de ces stations concerne notamment le cortège floristique.

2.1.1. – Station d'Agraba

C'est un lieu non anthropisé situé à 10 km au sud-est de l'agglomération de Zaâfrane et à une altitude de 930 m (34° 49' N.; 2° 57' E.) (Fig. 10). Le périmètre dont le couvert végétal est clairsemé, est caractérisé par des espèces xérophytes comme le Sparte (*Lygeum spartum* Linné) avec une dominance de l'Alfa (*Stipa tenacissima* Linné) et le "Remth" (*Arthrophytum scoparium* Pomel). Toutefois, certaines espèces végétales psammophiles ou halophiles sont présentes avec un recouvrement moindre comme la Luzerne du littoral (*Medicago littoralis* Rohde), l'Atractyle (*Atractylis serratuloides* Sieber), l'Avoine faux brome (*Avena bromoides* Gouan), l'Orge maritime (*Hordeum maritimum* Stokes) et le Tamaris commun (*Tamarix gallica* Linné).

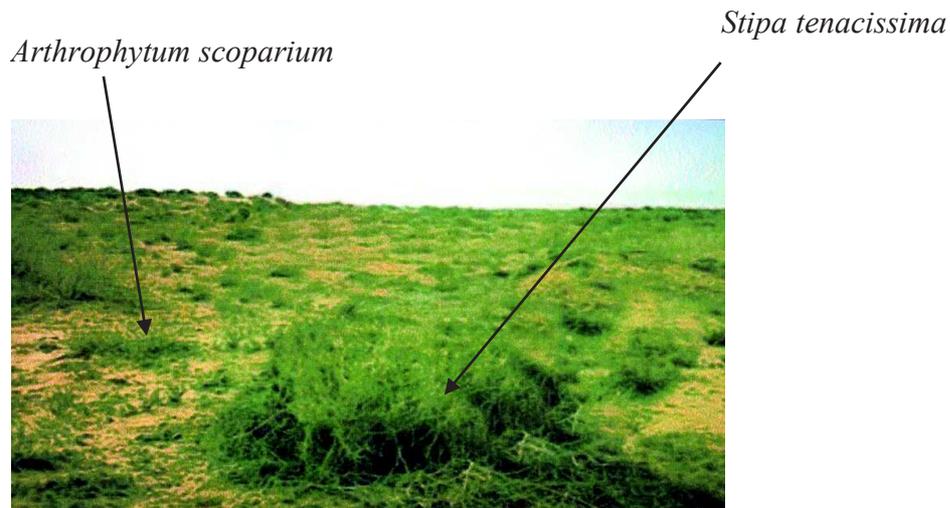


Fig. 10 - Station d'Agraba (Photographie originale)

2.1.2. – Station de Dar Chioukh

La station de Dar Chioukh est située à 4 km au nord de la localité de même nom (34° 55' N. ; 3° 29' E.). C'est un milieu naturel dont le tapis végétal est caractérisé surtout par des chamaephytes telles que l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), l'hélianthème à fleurs rosées (*Helianthemum virgatum* Desf.) et l'hélianthème de Lippi (*Helianthemum lippii*, Desf.) (Fig. 13). D'autres espèces végétales typiques du paysage purement steppique sont présentes comme le rtem (*Retama retam* Webb.), harmal (*Peganum harmala*) et le tamaris (*Tamarix gallica* Linné). Aux alentours de ce site, certaines cultures céréalières sont pratiquées sur de modestes surfaces, notamment celles du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de l'orge (*Hordeum vulgare*, Linné).

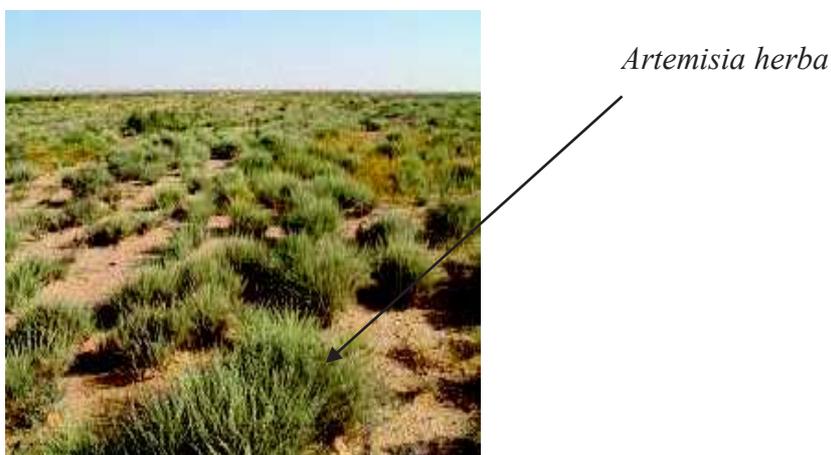


Fig. 13 – Station de Dar Chioukh (Photographie originale)

2.1.3. – Station d’Aouket

Aouket apparaît à 8 km à l’ouest de l’agglomération de Hassi Bahbah (35° 03' N. ; 2° 55' E.) et à une altitude de 880 m. La station explorée est une friche d’un hectare environ. À proximité, une jeune oliveraie se dresse (Fig. 15). Cette station présente une strate herbacée éparses. Le critère d’aridité de ce site correspond à un paysage dont la flore appartient principalement aux Magnoliophytes telles que des Fabacées avec l’Astragale Gombo (*Astragalus gombo* Bunge), l’Astragale crucifère (*Astragalus cruciatus* Link.), l’Astragale vulnérant (*Astragalus armatus* Willd.), la luzerne du littoral (*Medicago littoralis* Rohde) et L’Ononis jaune (*Ononis natrix* Linné) et des Brassicacées comme la Diplotaxe (*Diplotaxis harra* Forssk.), la Malcomie d’Égypte (*Malcolmia aegyptiaca* Spreng.) et la Riquette sauvage (*Eruca vesicaria* Linné).

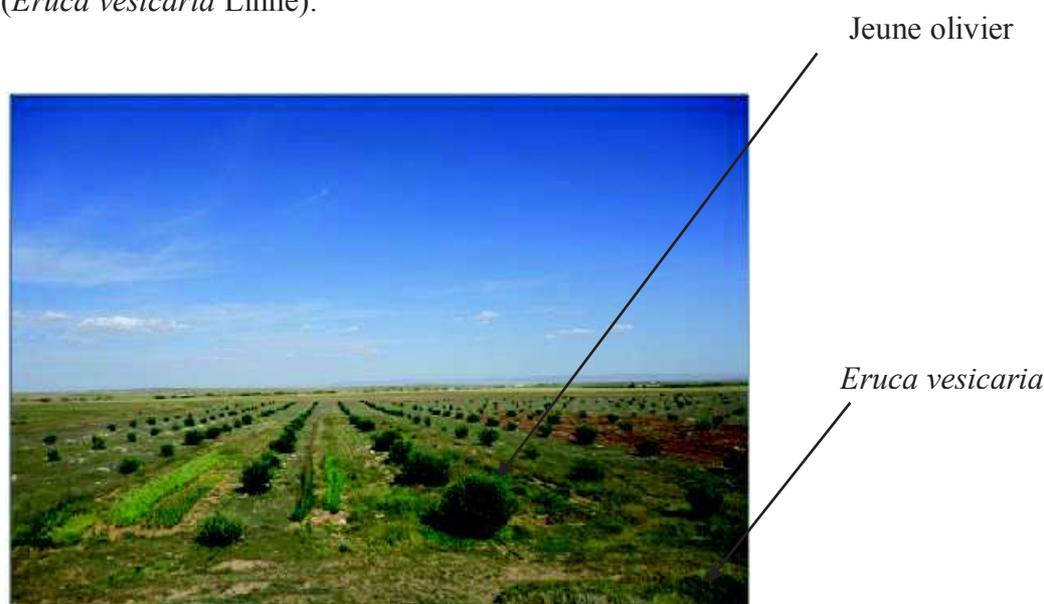


Fig. 15 - Station d’Aouket (Photographie originale)

2.1.4. – Station de Haniet Ouled Salem

Située à 2 kilomètres au nord de Messaâd et à une altitude de 761 m, d’une superficie totale de 4636 m² (61 m x 76 m), cette station est un verger d’abricotiers (*Prunus armeniaca* Linné) et de pruniers (*Prunus domestica* Linné) (34°10' N.; 3°27'E.) (Fig. 11). La parcelle investiguée compte 225 arbres fruitiers et est entourée par d’autres vergers notamment de poiriers (*Pyrus communis* Linné), de pommiers (*Malus pumila* Mill.), de pêchers (*Prunus persica* Linné) et de grenadiers (*Punica granatum* Linné). La végétation

herbacée dans le site est dominée par L'Orge des rats (*Hordeum murinum* Linné) et comprend d'autres espèces en proportions moindres comme le Chardon [*Onopordon arenarium* (Desf.) Pomel], la Luzerne du littoral (*Medicago littoralis* Rohde), l'Atractyle (*Atractylis serratuloïdes*), le Cumin arabe (*Daucus sahariensis* Murbeck), le Chardon australe (*Carduus getulus* Pomel), l'Ail rose (*Allium roseum* Linné), l'Euphorbe (*Euphorbia* sp. Linné) et le Chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon* Linné). La zone de Haniet Ouled Salem dispose d'un forage et d'un bassin de capacité de 10.000 m³. Principalement les modes d'irrigation utilisés dans la zone sont les rigoles et le goutte-à-goutte.



Fig. 11 - Verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem (Photographie originale)

2.1.5. – Station de Tamdit

Se trouvant à une distance de 12 km au nord-est de Messaâd (34° 13' N.; 3° 33' E.), la station de Tamdit est un ensemble de parcelles de fève (*Vicia faba* Linné var. *major* Harz.) dont la superficie totale est de 5332,25 m² (Fig. 12). En outre de la culture de fève pratiquée aux abords d'Oued Tamdit la localité est pourvue d'autres périmètres utilisés soit pour les cultures maraichères telles que la tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.),

l'aubergine (*Solanum melongena* Linné), la courgette (*Cucurbita pepo* Linné), les petits pois (*Pisum sativum* Linné), le concombre (*Cucumis sativus* Linné), la laitue (*Lactuca sativa* Linné), les carottes (*Daucus carota* Linné), la pastèque (*Citrullus lanatus* Thunb.) et le melon (*Cucumis melo* Linné), soit pour les arbres fruitiers comme le poirier (*Prunus communis*), l'abricotier (*Prunus armeniaca*), le pommier (*Malus pumila*) et le figuier (*Ficus carica* Mill.). La végétation spontanée aux alentours de la station est essentiellement constituée par un cortège floristique typique des hautes steppes comme l'Alfa (*Stipa tenacissima*), le Sparte (*Lygeum spartum*), l'Armoise herbe blanche (*Artemisia herba alba* Asso.), l'Armoise des champs (*Artemisia campestris* Linné), l'Astragale vulnérant (*Astragalus armatus* Willd.), l'Aristide ou le Drinn (*Aristida pungens* Linné), le "Bâguel" [*Arthrophytum schmittianum* (Pomel) Maire et Weiller], le "Remth" (*Arthrophytum scoparium*) et la Pégane ou Harmel (*Peganum harmala* Linné). Les cultures dans la localité de Tamdit sont irriguées grâce à un forage et à une source d'eau permanente, celle de l'Oued Tamdit.



Fig. 12 - Champ de fèves à Tamdit (Photographie originale)

2.1.6. – Station d'Ain Rous

La station d'Ain Rous est un champ de tomate (*Solanum lycopersicum*) d'une superficie d'un demi-hectare environ (Fig. 14). Ce champ est sis à 10 km au nord de Dar Chioukh (34° 58' N.; 3° 28' E.). Certaines espèces spontanées accompagnent la tomate dans le champ comme le coquelicot (*Papaver rhoeas* Linné), le liseron des champs (*Convolvulus*

arvensis Linné), le réséda (*Reseda alba* Linné), la vipérine (*Echium pycnanthum* Pomel), la gurna (*Centaurea tenuifolia*, Dufour), et la mauve sylvestre (*Malva silvestris*, Linné). Les techniques d'irrigation retenues dans le champ de tomate sont la gravitation de l'eau dans des rigoles, l'aspersion et le goutte-à-goutte.



Fig. 14 - Station d'Ain Rous (Photographie originale)

2.2. – Caractérisation des plantes retenues

Dans cette partie, une description botanique non détaillée des plantes cultivées avec quelques généralités portant sur leur importance économique en Algérie ainsi que de leur inflorescence est faite.

2.2.1. – Abricotier

De la famille des Rosaceae arborescentes, l'abricotier est un petit arbre à écorce brun rougeâtre, à port assez étalé, de 4 à 5 m de haut. Les feuilles sont toujours alternes et stipulées réduites à une seule foliole (BOTINEAU, 2010). Les fleurs, assez grandes, blanches ou rose pâle, apparaissent avant les feuilles. La floraison de l'abricotier se situe entre février et mars pour une récolte en avril-mai et en mai-juin pour les variétés tardives (BAHLOULI *et al.*, 2008). Dans l'ensemble l'abricotier est une espèce autofertile. La pollinisation croisée devient inutile dans le verger (GAUTIER, 2001). Généralement cultivé dans le Bassin méditerranéen, l'abricotier reste un arbre de pays à climat continental aux saisons nettement tranchées, hiver froid et continu, printemps sec et été ensoleillé (GAUTIER, 2001). C'est une espèce assez

exigeante en froid hivernal soit 700 à 1000 heures en dessous de 7,2 °C. (F.A.O, 2007). L'Algérie par une production de 100.000 tonnes en 2005 occupa la huitième place mondiale. Les variétés enregistrées, autorisées à la vente sur le marché et cultivées sont au nombre de 22 (I.N.R.A., 2006). Selon REBOUR et CHEVALIER (1952) évoquant l'état de l'arboriculture en Algérie, l'abricotier à Messaâd fait l'objet d'une culture purement indigène.

2.2.2. – Prunier

Appartenant à la famille des Rosaceae, le prunier est un arbre rustique de taille moyenne. Ses feuilles sont ovales ou elliptiques avec des bouts aigus ou obtus (QAISER et NAVEED, 2011). Les pétioles courts ont des marges crénelées. Les fleurs sont petites, blanches et ont de plus longs pédoncules. La pollinisation reste un problème majeur de la fructification du prunier (*Prunus domestica*) du fait que beaucoup de cultivars sont auto-incompatibles et nécessitent une pollinisation croisée (GAUTIER, 2001). Dans le même sens d'après GUERRA *et al.*, (2009) la plupart des cultivars du prunier japonais (*Prunus salicina* Lindl.) sont auto-incompatibles et la pollinisation croisée est nécessaire pour assurer la mise à fruits. C'est un arbre fruitier de la zone tempérée. Mais il est largement cultivé dans le monde entier à partir du climat froid de la Sibérie jusqu'aux zones subtropicales de la région méditerranéenne (LEVENT, 2006). Les deux espèces du prunier *Prunus domestica*, et *P. salicina* sont largement cultivées dans le monde. En Algérie 19 variétés de pruniers sont cataloguées et cultivées (I.N.R.A., 2006). Le verger du prunier en Algérie occupe à la fin de l'année 2000, une surface de 7.450 ha. Cette surface a connu une augmentation remarquable au cours de ces dernières années pour atteindre 22.459 ha en 2011 (M.A.D.R., 2012). En même temps, dans la région de Messaâd le prunier, notamment *Prunus salicina*, s'est étendu d'une manière très modeste en comparaison avec l'abricotier.

2.2.3. – Fève

Originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient la fève est une fabacée annuelle à tige creuse (PERON, 2009). Des fleurs blanches maculées de noir ou de violet naissent à l'aisselle des feuilles stipulées. La variété *Vicia faba* var. *major* (Harz, 1885) est cultivée dans toutes les régions d'Algérie, surtout pour sa tolérance à la salinité (I.N.R.A., 2006). La fève est semée en février-mars, en poquet à 50x30 cm ou en ligne, sept ou huit grains au mètre (MAGNOLLAY et MOTTIER, 1983). Le caractère allogame de l'espèce

contribue à l'existence d'une large variabilité génétique. *Vicia faba* préfère les sols sablo-argileux humifères (PERON, 2009). La température optimale de croissance de la plante se situe entre 18 et 22 °C. En Algérie la fève est considérée comme une légumineuse importante, tant sur le plan nutritionnel qu'agronomique. Par rapport aux rendements dans le monde, celui de l'Algérie reste faible avec 4,41 q/ha (BOUZNAD *et al.*, 2001). Pourtant, étant parmi les gros producteurs, l'Algérie enregistre une production de 118.000 tonnes par an (BRINK et DELAY, 2006). Durant la campagne 2011, la production nationale de la fève verte a atteint 1.976.367 quintaux (M.A.D.R., 2012).

2.2.4. – Tomate

Originnaire de l'Amérique du Sud, la tomate *Solanum lycopersicum* (Linné, 1753) appartient à la famille des Solanaceae (MAGNOLLAY et MOTTIER, 1983). Universellement cultivée comme plante annuelle, elle fait partie des cultures herbacées à croissance pérenne, à feuilles pennées impaires et à inflorescence cymeuse. La corolle et les anthères sont de couleur jaune (KAUL, 1991). La tomate est à l'origine une plante allogame. Mais elle est devenue autogame préférentielle dans des aires de domestication (PERON, 2009). D'après POUVREAU (1993) les fleurs de tomate, hermaphrodites et auto-fertiles, requièrent cependant l'intervention d'un agent extérieur pour bénéficier d'une pollinisation efficace. Du point de vue des exigences pédoclimatiques, la tomate donne de meilleurs résultats dans des sols sains, chauds et bien exposés (MAGNOLLAY et MOTTIER, 1983). L'espèce est adaptée à de nombreux types de sol (PERON, 2009). Au total 11 variétés de tomate sont homologuées et cultivées en Algérie (I.N.R.A., 2006). Le rendement moyen de 1.000 quintaux à l'hectare assure en Algérie une production annuelle de 200.000 tonnes (ZELLA et SMADHI, 2009).

2.3. – Méthodes d'étude du peuplement des Apoïdes en milieu steppique

Il s'agit dans ce qui suit des différentes méthodes d'étude de la faune apoïdienne utilisées dans les milieux naturels et cultivés. Les techniques de capture des abeilles sont alors présentées. Les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques de composition et de structure et exploités également par de méthodes statistiques.

2.3.1. – Techniques de capture des abeilles

Les abeilles sont capturées dans les différentes stations d'étude suivant deux techniques, le fauchage par le biais d'un filet fauchoir et par aspiration à l'aide d'un tube aspirateur. L'aspirateur est un dispositif pratique et efficace pour la collecte de petits insectes et des acariens (SCHAUFF, 2000). Il permet de récolter délicatement les insectes petits ou fragiles observés sur les fleurs (BENKHELIL, 1992). Le tube aspirateur est en matière plastique transparente de 150 cm de longueur et de 1 cm de diamètre (Fig. 16).

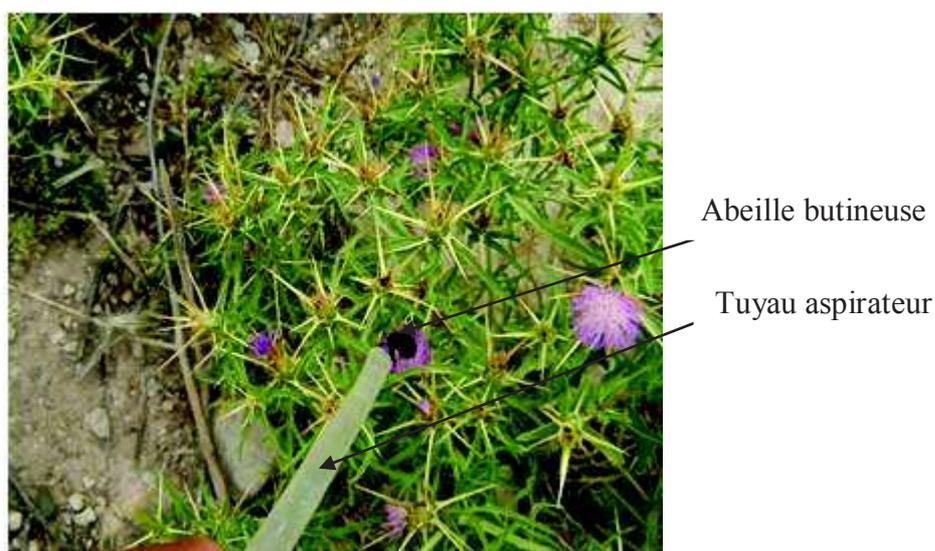


Fig. 16 – Technique de capture d'abeilles par le tuyau aspirateur (Photo originale)

Selon cet auteur le tube aspirateur sert à aspirer les spécimens de très petite taille de 4 à 6 mm, ainsi que des apoïdes délicats. Le filet fauchoir se compose d'une poche en toile forte montée sur un fil de fer de 0,3 à 0,4 cm de section, courbé en cercle de 40 cm de diamètre. La profondeur du sac varie entre 40 et 50 cm. Son fond est plat ou légèrement arrondi afin que son contenu puisse être rapidement accessible et examiné après quelques coups de fauchage. Le manche du filet mesure entre 70 cm et 160 cm de long environ (Fig. 17) (BENKHELIL, 1992).



Fig. 17 – Technique de capture d’abeilles par filet fauchoir (Photo originale)

2.3.2.- Méthodes d’étude du peuplement d’apoïdes en milieux naturels

Les observations et la capture des abeilles se font durant la floraison des plantes. La fréquence de sorties est de deux par semaine entre février et juillet. L’observateur compte les abeilles chaque heure de la journée. La méthode de comptage est celle du transect végétal adaptée aux plantes herbacées (TASEĪ, 1976; PARKER, 1981). Il s’agit d’un rectangle de 5 transects constitués en bandes de 1 m de large (Fig. 18). Les transects comprennent les deux longueurs de 100 m chacune, les deux largeurs de 60 m du périmètre de la parcelle et la médiane de 60 m parallèles aux largeurs (LOUADI, 1999a). Au total, l’observateur parcourt un transect global de 380 m.

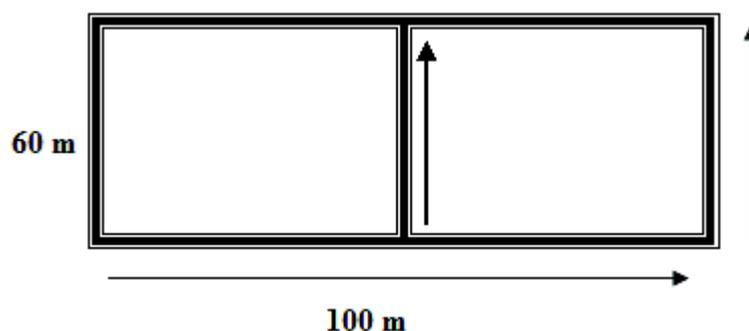


Fig. 18 – Transect pour la capture des abeilles en milieu naturel (LOUADI, 1999a)

2.3.3. – Méthodes d'étude du peuplement d'apoïdes en milieux cultivés

Les méthodes d'étude du peuplement d'apoïdes dans le verger d'abricotiers et de pruniers, dans le champ de fève et dans le champ de tomate sont exposées.

2.3.3.1. – Méthode d'étude des abeilles dans le champ de fève

Dans le champ de fève, la floraison s'établit entre le 3 mars et 5 avril. L'examen et la capture des abeilles débutent dès la floraison de la fève. La fréquence de sorties est de trois fois par semaine entre mars et avril. Le système de plantation de la fève est effectué sur des bandes de 1 m de large espacées les unes des autres de 0,25 m environ. La méthode de comptage appliquée au peuplement d'apoïdes est celle des quadrats citée par BANASZAK (1980), et SONNET et JACOB-REMACLE (1987). Sept quadrats de 1 m² chacun, pris au hasard sont délimités par le biais de fils et de pieux (Fig. 19).

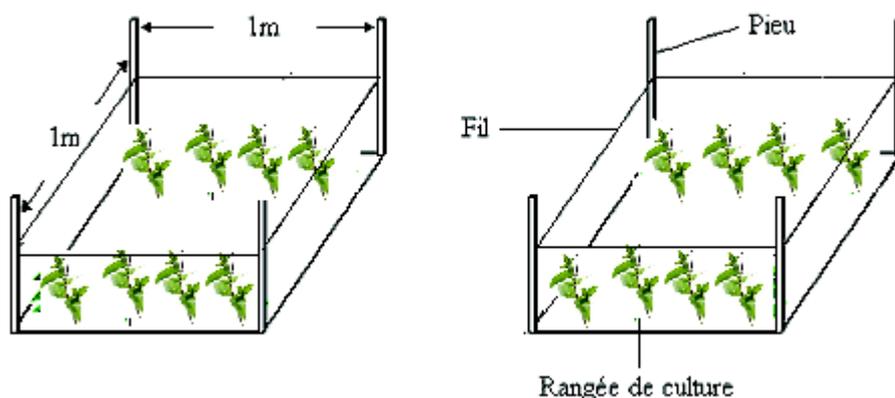


Fig. 19 – Méthode des quadrats pour l'échantillonnage des abeilles dans les champs de fève et de tomate

Par ailleurs, parallèlement le nombre de fleurs et celui des pollinisateurs par mètre carré sont comptés. L'observateur parcourt les quadrats de 8 h jusqu'à 16 h (GMT + 1). Dans chacun d'eux et pendant 7 à 8 minutes, il procède au comptage des insectes butineurs. Des spécimens de chaque espèce vue sont capturés pour une identification au laboratoire. La récolte des spécimens se fait par approche directe avec le tube aspirateur (GUIGLIA, 1972). Pour estimer la densité des pollinisateurs par rapport à la densité des fleurs dans le champ de fève, la méthode utilisée est celle de PIERRE *et al.*, (1997, 1999). Cette méthode consiste à rapporter le nombre d'insectes compté sur un nombre défini de 100 fleurs.

2.3.3.2. – Méthode d'étude des abeilles dans le champ de tomate

L'étude menée dans le champ de tomate en plus de l'estimation de la densité des abeilles, s'intéresse davantage à l'influence de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate. La méthode utilisée pour l'encagement de la tomate est celle de KEARNS et INOUYE (1994) afin d'exclure tout pollinisateur biotique. A cet effet 14 quadrats de 1m² sont délimités et mis en place grâce à de la ficelle et des piquets (Fig. 19). Sept de ces quadrats, situés dans les deux premières rangées de la culture, sont laissés libres d'accès aux pollinisateurs. Les sept autres quadrats, situés dans les deux rangées suivantes, sont encagés à l'aide de la toile de type tulle (1 m de côté pour 1 m de hauteur) afin d'interdire l'accès des pollinisateurs. L'observation des abeilles au niveau des quadrats libres se fait de 9 h jusqu'à 16 h (GMT + 1). La méthode de comptage des abeilles est la même que celle utilisée dans le champ de fève. Il est à noter que la floraison dans le champ de tomate s'étale du 28 avril au 2 juillet.

2.3.3.3. – Méthode d'étude des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers

La floraison dans le verger d'abricotiers et de pruniers, s'étale du 20 mars au 10 avril pour l'abricotier et du 22 mars au 11 avril pour le prunier. La phénologie des fleurs est déterminée en comptant le nombre de bouquets de fleurs formés sur cinq rameaux de chaque point cardinal (nord, sud, est et ouest) sur cinq arbres pris aléatoirement (DE GRANDE-HOFMANN, 1988, 1990 cité par LOUADI, 1999a). Le nombre de bouquets est multiplié par le nombre moyen de fleurs par bouquet. Le suivi de la phénologie florale s'effectue tous les deux jours lors de la floraison. Le comptage des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers est établi par la méthode de transect citée par TASEĬ (1976) et JACOB-REMACLE (1989b) et adaptée aux arbres fruitiers. Elle concerne cinq rangées de 50 m, comprenant chacune 10 arbres (Fig. 20). L'échantillonnage du peuplement des apoïdes dans les vergers se fait trois fois par semaine entre mars et avril. La densité des abeilles est estimée à l'hectare.

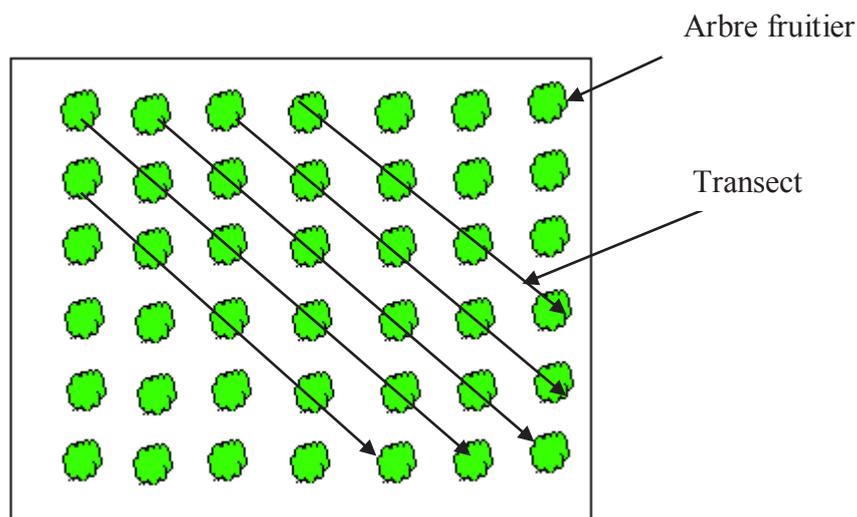


Fig. 20 – Transect pour le comptage des abeilles dans le verger d’abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem

2.4. – Identification des apoïdes

L’identification des apoïdes est établie grâce à des clés dichotomiques permettant de séparer les différents genres et espèces d’abeilles. La détermination, sous une loupe binoculaire, des spécimens capturés lors de cette étude est réalisée au moyen des clés appropriées notamment celles de PATINY (2001), de OSYSHNJUK traduites du russe par CENCI (1991), de AMIET *et al.* (2001), de SCHEUCHL, (2000), de TERZO (2000), et de GUSENLEITNER et SCHWATRZ (2002). L’identification des abeilles halictides a été effectuée par EBMER au centre biologique de Linz (Autriche). Certains spécimens d’Anthophorini et d’Andrenidae ont été déterminés par SCHEUCHL (Munich). Les mégachiles ainsi que d’autres andrenides et anthophorides ont été identifié avec l’aide de ZETTEL au niveau de musée d’histoires naturelles de Vienne (Autriche). Les spécimens récoltés sont piqués avec des épingles entomologiques et étiquetés. Chaque étiquette porte le nom de la région et ses coordonnées géographiques, là où l’insecte a été capturé, ainsi que la date de capture. Les insectes sont placés dans des boîtes de collection pour la constitution d’un matériel de référence. Les photographies d’apoïdes observées sur les plantes et dans les planches sont réalisées au moyen d’un appareil numérique (modèle SONY DSC-W570).

2.5. - Exploitation des résultats obtenus grâce à des indices écologiques

Dans ce qui va suivre, des indices écologiques basés sur des formules illustrant la composition des peuplements d'apoïdes, comme l'abondance relative par rapport à la famille et globale ainsi que les indices de structures tels que l'indice de Shannon- Weaver (H'), l'indice d'équitabilité (E) et l'indice de Simpson (D) sont exposés.

2.5.1. – Abondance relative (A.R. %)

L'abondance relative (A.R. %) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre n_i , au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N (DAJOZ, 1970; ZAIME et GAUTIER, 1989). Elle est calculée selon l'équation suivante :

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

A.R. % est l'abondance relative.

n_i est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus de toutes les espèces présentes confondues.

2.5.2. – Indice de diversité de Shannon-Weaver appliqué au peuplement d'abeilles

Cet indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité (BLONDEL *et al.*, 1973). Cet indice est illustré par l'équation suivante :

$$H' = - \sum_{n=i}^N q_i \log_2 q_i$$

H' est l'indice de diversité exprimé en unités bits.

q_i est la fréquence relative d'abondance de l'espèce i prise en considération.

2.5.3. – Indice d'équitabilité appliqué au peuplement d'apoïdes

L'indice d'équitabilité est le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H' max. (BLONDEL, 1979).

La diversité maximale (H' max.) est représentée par l'équation suivante :

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

S est le nombre total des espèces présentes. Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et se rapprochent de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (RAMADE, 1984).

2.5.4. – Exploitation par l'Indice de diversité de Simpson, du peuplement d'apoïdes

L'indice de Simpson (D) mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. L'indice est inversement proportionnel à la diversité. Cet indice varie donc de 0 diversité minimale à 1 diversité maximale (MAGURRAN, 2004). L'équation permettant le calcul de la diversité de Simpson est donnée comme suit :

$$D = \frac{N_i (N_i - 1)}{N (N - 1)}$$

D : L'indice de diversité de Simpson

N_i : Nombre de l'individu de l'espèce i

N : Nombre total des individus

2.5.5. – Indice de similarité de Sørensen (Qs)

L'indice de Sørensen est basé sur le nombre d'espèces présentes ou absentes dans deux communautés (ENGEN *et al.*, 2011). Cet indice donne un poids important à la présence d'une espèce par rapport à son absence par la multiplication par deux de la valeur de la double présence (MAGURRAN, 2004). Variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à la valeur 1 lorsque les mêmes espèces existent dans les deux communautés. L'équation de l'indice de Sørensen est illustrée de la manière suivante :

$$Q_s = \frac{2c}{S_1 + S_2}$$

Où, S_1 : Nombre total des espèces enregistrées dans la première communauté,

S_2 : Nombre total des espèces enregistrées dans la deuxième communauté,

c : Nombre des espèces communes aux deux communautés.

2.6. – Utilisation des méthodes d'analyses statistiques

Les résultats concernant la composition du peuplement d'apoïdes dans les différentes stations d'étude sont exploités par une méthode statistique, notamment celle de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C). Celle-ci traite un tableau de variables qualitatives en présence-absence et elle est remarquablement adaptée à la recherche de variables de synthèse dans la description du milieu considéré (PIALOT *et al.*, 1984). Le logiciel utilisé pour l'établissement de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) est désigné par Stat-ITCF version 5.

Chapitre 4 :

Résultats

CHAPITRE III – Résultats

Dans ce chapitre il est traité en premier lieu la composition et la structure globales du peuplement de la faune apoïdienne dans les stations de Zaâfrane, de Messaâd, de Tamdit, de Dar chioukh, d'Ain Rous et de Hassi bahbah. L'activité de butinage journalière, la phénologie mensuelle des abeilles ainsi que l'efficacité pollinisatrice sur les plantes cultivées sont ensuite développées. Par ailleurs les résultats obtenus de la composition du peuplement d'apoïdes dans les différentes stations d'étude sont exploités par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C). Pour évaluer le degré de similitude entre les différents milieux l'indice de Sørensen est appliqué. Dans ce chapitre aussi il est mis en évidence l'effet de la pollinisation par les abeilles sur le rendement des plantes cultivées notamment la tomate dans la station d'Ain Rous à Dar Chioukh.

3.1. – Composition et structure du peuplement de la faune apoïdienne dans la région de Djelfa

Les résultats portant sur l'inventaire global des espèces et sous-espèces d'Apoidea de la région de Djelfa, l'effectif et l'abondance relative de la faune apoïdienne dans les six stations d'étude ainsi que la composition et structure du peuplement des apoïdes dans chaque station d'étude sont présentés.

3.1.1. – Inventaire global des espèces et sous-espèces d'Apoidea de la région de Djelfa

Les taxons recueillis dans les stations de Zaâfrane, de Messaâd, de Tamdit, de Dar Chioukh, d'Ain Rous et de Hassi bahbah entre 2003 et 2010 sont présentés dans le tableau 4.

Les prospections durant les années 2003, 2005, 2006, 2008 et 2010 dans les stations du milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane, des vergers d'abricotiers et de pruniers à Messaâd, des parcelles de fève à Tamdit, du milieu naturel à Dar chioukh, du chap de tomate à Ain Rous et du périmètre naturel à Hassi bahbah ont permis la mise en évidence de quatre familles d'Apoïdes, celles des Apidae, des Halictidae, des Megachilidae et des Andrenidae (Tab. 4). Beaucoup de spécimens d'abeilles capturés dans les différentes stations d'études sont cités

largement dans la littérature, d'autres sont signalés comme de nouvelles espèces pour la faune apoïdienne d'Algérie.

Tableau 4 – Taxons répertoriés dans les stations de Zaâfrane, de Messaâd, de Tamdit, de Dar Chioukh, d'Ain Rous et de Hassi bahbah durant la période de 2003 à 2010

Andrenidae
<i>Andrena (Melanapis) fuscosa</i> Erichson, 1835 = <i>Andrena rutila</i> Spinola, 1838 = <i>Andrena ankarae</i> Alfken, 1935 = <i>Andrena xanthoscelis</i> Brullé, 1832
<i>Andrena (Chrysandrena) hesperia</i> Smith, 1853 = <i>Andrena opacicollis</i> Morawitz, 1886; = <i>Andrena marcescens</i> Pérez = <i>Andrena asunica</i> Strand, 1921
<i>Andrena (Zonandrena) flavipes</i> Panzer, 1799
<i>Andrena (Simandrena) biskrensis</i> Pérez, 1895
<i>Andrena (Plastandrena) bimaculata</i> Kirby, 1802 = <i>Andrena atrorubricata</i> Dours, 1872 = <i>Andrena magrettiana</i> Schmiedeknecht, 1884 = <i>Andrena gaetula</i> Benoist, 1961
<i>Andrena (Trachandrena) haemorrhoea</i> Fabricius, 1781 <i>Andrena haemorrhoea messaadensis</i> n.ssp., Scheuchl, 2013 = <i>Apis haemorrhoea</i> Fabricius, 1781 = <i>Apis convexa</i> Schrank, 1781 = <i>Apis nebulosa</i> Gmelin, 1790
<i>Andrena (Melandrena) morio</i> Brullé, 1832 = <i>Andrena collaris</i> Lepeletier, 1841 = <i>Andrena lugubris</i> Erichson, 1840
<i>Panurgus (Pachycephalopanurgus) canescens</i> Latreille, 1811 = <i>Panurgus soikai</i> Pittioni, 1951
<i>Panurgus (Pachycephalopanurgus) calceatus</i> Pérez, 1895 = <i>Panurgus algericus</i> Friese, 1897
<i>Panurgus (Panurgus) perezii</i> Saunders, 1882
Halictidae
<i>Halictus (Hexataenites) scabiosae</i> Rossi, 1790 = <i>Halictus scabiosae powelli</i> Cockerell, 1931
<i>Halictus (Halictus) rufipes</i> Fabricius, 1793 = <i>Halictus quadricinctus rubripes</i> Friese, 1916 = <i>Halictus formosus</i> Dours, 1872
<i>Halictus (Hexataenites) fulvipes</i> Klug, 1817 = <i>Hylaeus fulvipes</i> Klug, 1817 = <i>Halictus sexcinctellus</i> Dours, 1872
<i>Halictus (Argalictus) senilis</i> (Eversmann, 1852) = <i>Halictus albarius</i> Pérez, 1895; = <i>Halictus bivinctus</i> Vachal, 1902
<i>Halictus (Acalcaripes) patellatus</i> Morawitz 1874 = <i>Halictus wagneri</i> Blüthgen, 1937
<i>Halictus (Platyhalictus) constantinensis</i> Strand, 1910 = <i>Halictus tetrazonius var constantinensis</i> Strand, 1910
<i>Halictus (Vestitohalictus) pollinosus</i> Sichel, 1860, ssp. <i>thevestensis</i> Pérez, 1903

<i>Lasioglossum (Evylaeus) articulare</i> Pérez, 1895 = <i>Halictus romanetti</i> Blüthgen, 1923
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) subfasciatum</i> Imhoff, 1832 = <i>Hylaeus subfasciatus</i> Imhoff, 1832 = <i>Halictus rufocinctus</i> Nylander, 1852 = <i>Hylaeus bifasciatus</i> Schenck, 1853
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) lativentre</i> Schenck, 1853 = <i>Hylaeus lativentris</i> Schenck 1853 = <i>Halictus bisbistrigatus</i> Schenck 1853 = <i>Halictus bicinctus</i> Schenck 1874
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) bimaculatum</i> (Dours, 1872) = <i>Halictus bimaculatus</i> Dours, 1872 = <i>Halictus perezii</i> Alfken, 1907 = <i>Halictus mesoleus</i> Cockerell, 1938
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) soreli</i> Dours, 1872 = <i>Halictus xanthopus</i> Kirby, 1802 = <i>Halictus soreli</i> Dours, 1872
Apidae
<i>Apis (Apis) mellifera</i> Linné, 1758
<i>Anthophora (Paramegilla) meridionalis</i> Fedtschenko, 1875
<i>Anthophora (Dasymegilla) quadrimaculata</i> Panzer, 1798 = <i>Apis quadrimaculata</i> Panzer, 1798 = <i>Anthophora vara</i> Lepeletier, 1841
<i>Anthophora (Anthophora) fulvitaris</i> Brullé, 1832 = <i>Megilla personata</i> Erichson, 1835 = <i>Anthophora nasuta</i> Lepeletier, 1841 = <i>Anthophora arietina</i> Dours, 1870
<i>Anthophora (Pyganthophora) retusa</i> Linné, 1758 = <i>Apis retusa</i> Linné, 1758 = <i>Anthophora retusa fasciata</i> Alfken, 1913
<i>Anthophora (Petalosternon) crassipes</i> Lepeletier, 1841 = <i>Anthophora quadristrigata</i> Dours, 1869.
<i>Anthophora (Caranthophora) pubescens</i> (Fabricius, 1781) = <i>Apis pubescens</i> Fabricius, 1781 = <i>Anthophora flabellifera</i> Lepeletier, 1841
<i>Anthophora (Mystacanthophora) borealis</i> Morawitz, 1864
<i>Anthophora (Lophanthophora) hispanica</i> Fabricius, 1787 = <i>Anthophora grandis</i> Lepeletier, 1841
<i>Nomada italica</i> Dalla Torre and Friese, 1894 = <i>Nomada festiva</i> Schmiedeknecht, 1882 = <i>Nomada arida</i> Nurse, 1903
<i>Nomada similis</i> Morawitz, 1872 = <i>Nomada negroantennata</i> Schmiedeknecht, 1882
<i>Nomada fulvicornis</i> Fabricius, 1793 = <i>Nomada lineola</i> Panzer, 1798 = <i>Nomada schmiedeknechti</i> Schmiedeknecht, 1882 = <i>Nomada robusta</i> Morawitz, 1871
<i>Melecta (Melecta) luctuosa</i> Scopoli, 1770 = <i>Apis luctuosa</i> Scopoli, 1770; = <i>Melecta lachensis</i> Newman, 1835
<i>Ceratina (Euceratina) callosa</i> (Fabricius, 1794) = <i>Apis callosa</i> Fabricius, 1794
<i>Ceratina (Ceratina) cucurbitina</i> (Rossi, 1792) = <i>Ceratina decolorans</i> Brullé, 1832

<i>Amegilla</i> sp.
<i>Biastes</i> sp.
<i>Cubitalia (Pseudeucera) parvicornis</i> Mocsáry, 1878 = <i>Eucera parvicornis</i> Mocsáry, 1878
<i>Eucera (Eucera) interrupta</i> Bär, 1850 = <i>Eucera semistrigosa</i> Dours, 1873; = <i>Eucera confusa</i> Gribodo, 1881
<i>Eucera (Eucera) longicornis</i> (Linnaeus, 1758) = <i>Eucera atricollis</i> Friese, 1922; = <i>Eucera pillichii</i> Alfken, 1932
<i>Eucera (Hetereucera) notata</i> Lepeletier, 1841
<i>Eucera (Eucera) punctatissima</i> Pérez, 1895
<i>Eucera (Eucera) proxima</i> Morawitz, 1875 = <i>Eucera nitidiventris</i> Mocsáry, 1879 = <i>Eucera bipartita</i> Pérez, 1911
<i>Eucera (Hetereucera) vittulata</i> Noskiewicz, 1934
Megachilidae
<i>Megachile (Megachile) centuncularis</i> (Linné, 1758) = <i>Apis centuncularis</i> Linné, 1758 = <i>Megachile parvula</i> Lepeletier, 1841 = <i>Megachile infragilis</i> Cresson, 1878
<i>Megachile (Pseudomegachile) flavipes</i> Spinola, 1838 = <i>Chalicodoma (Pseudomegachile) flavipes</i> Spinola, 1838)
<i>Osmia (Osmia) tricornis</i> Latreille, 1811
<i>Osmia (Helicosmia) latreillei</i> (Spinola, 1806) = <i>Osmia nasidens</i> Latreille, 1811
<i>Osmia (Osmia) rufa</i> Linné, 1758 = <i>Osmia bicornis</i> Linné, 1758
<i>Osmia (Hoplosmia) anceyi</i> Pérez, 1879 = <i>Hoplosmia (Odontanthocopa) anceyi</i> (Pérez, 1879)
<i>Osmia (Helicosmia) notata</i> Fabricius, 1804 = <i>Osmia (Chalcosmia) laterofasciata</i> Costa, 1884
<i>Osmia (Helicosmia) cinctella</i> Dours, 1873 = <i>Osmia tarfensis</i> Saunders, 1908
<i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834 = <i>Lithurgus sublaevis</i> Pérez, 1897 = <i>Lithurgus analis</i> Lepeletier, 1841

Au total 55 taxons d'abeilles ont été répertoriés selon la nomenclature taxinomique récente dans les six stations. Deux taxons ont été déterminés jusqu'au niveau du genre, 53 taxons en matière d'espèce et 2 taxons à l'échelon de sous-espèce. La famille des Apidae est la plus diversifiée avec 26 espèces appartenant à 10 genres. Les Halictidae sont représentés par 12 espèces et 2 genres, les Andrenidae par 10 espèces dans 2 genres et les Megachilidae avec 9 espèces et 3 genres (Tab. 4). Les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie non signalées par les auteurs algériens sont au nombre de 13. Au sein de la famille des Apidae les abeilles répertoriées comme nouvelles espèces sont les Anthophorini, *Anthophora (Paramegilla) meridionalis*, *Anthophora (Dasymegilla) quadrimaculata*, *Anthophora (Mystacanthophora) borealis*, les Nomadini, *Nomada italica*, *Nomada similis*, les Eucerini, *Cubitalia*

(*Pseudeucera*) *parvicornis*, *Eucera* (*Eucera*) *proxima* et *Eucera* (*Hetereucera*) *vittulata*. Pour les Halictidae les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie sont celles des Halictini *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *lativentre* et *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *subfasciatum*. Quant aux Andrenidae, deux espèces de Panurgini, *Panurgus* (*Pachycephalopanurgus*) *canescens* et *Panurgus* (*Panurgus*) *perezi*. En outre un nouveau taxon *Andrena* (*Trachandrena*) *haemorrhoea messaadensis* ssp.nov., Scheuchl est ajoutée à la sous-famille des Andreninae et est considéré aussi comme une nouvelle espèce pour la faune apoïdienne d'Algérie (Tab. 4).

3.1.2. - Effectif et abondance relative de la faune apoïdienne dans les six stations d'étude

Les effectifs et les valeurs des abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans les six stations durant la période de 2003 à 2010 sont mentionnés dans le tableau 5.

Tableau 5 - Effectifs et abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans les six stations durant la période de 2003 à 2010

Familles et espèces	ni.	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena fuscosa</i>	38	19,69	2,23
<i>Andrena hesperia</i>	2	1,04	0,11
<i>Andrena flavipes</i>	53	27,46	3,11
<i>Andrena biskrensis</i>	11	5,70	0,64
<i>Andrena bimaculata</i>	22	11,40	1,29
<i>Andrena haemorrhoea messaadensis</i>	30	15,54	1,76
<i>Andrena morio</i>	5	2,59	0,29
<i>Panurgus canescens</i>	24	12,44	1,40
<i>Panurgus calceatus</i>	2	1,04	0,11
<i>Panurgus perezi</i>	6	3,11	0,35
Total	193	100	11,33
Halictidae			
<i>Halictus scabiosae</i>	10	7,04	0,58
<i>Halictus rufipes</i>	23	16,20	1,35
<i>Halictus fulvipes</i>	12	8,45	0,70
<i>Lasioglossum soreli</i>	2	1,41	0,11
<i>Halictus senilis</i>	49	34,51	2,87
<i>Halictus patellatus</i>	9	6,34	0,52
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	5	3,52	0,29

<i>Halictus constantinensis</i>	9	6,34	0,52
<i>Lasioglossum articulare</i>	1	0,70	0,05
<i>Lasioglossum lativentre</i>	2	1,41	0,11
<i>Lasioglossum subfasciatum</i>	3	2,11	0,17
<i>Halictus pollinosus thevestensis</i>	17	11,97	0,99
Total	142	100	8,33
Apidae			
<i>Apis mellifera</i>	409	38,44	24,01
<i>Anthophora meridionalis</i>	10	0,94	0,58
<i>Anthophora quadrimaculata</i>	8	0,75	0,46
<i>Anthophora fulvitaris</i>	89	8,36	5,22
<i>Anthophora retusa</i>	66	6,20	3,87
<i>Anthophora crassipes</i>	119	11,18	6,98
<i>Anthophora pubescens</i>	44	4,14	2,58
<i>Anthophora borealis</i>	2	0,19	0,11
<i>Anthophora hispanica</i>	56	5,26	3,28
<i>Nomada italica</i>	14	1,32	0,82
<i>Nomada similis</i>	11	1,03	0,64
<i>Nomada fulvicornis</i>	32	3,01	1,87
<i>Melecta luctuosa</i>	26	2,44	1,52
<i>Ceratina callosa</i>	2	0,19	0,11
<i>Ceratina cucurbitina</i>	1	0,09	0,05
<i>Amegilla</i> sp.	52	4,89	3,05
<i>Blastes</i> sp.	3	0,28	0,17
<i>Cubitaria parvicornis</i>	9	0,85	0,52
<i>Eucera interrupta</i>	28	2,63	1,64
<i>Eucera longicornis</i>	6	0,56	0,35
<i>Eucera notata</i>	67	6,30	3,93
<i>Eucera punctatissima</i>	5	0,47	0,29
<i>Eucera proxima</i>	1	0,09	0,05
<i>Eucera vittulata</i>	4	0,38	0,23
Totaux	1064	100	62,47
Megachilidae			
<i>Megachile centuncularis</i>	9	2,96	0,52
<i>Megachile flavipes</i>	12	3,95	0,70
<i>Osmia tricornis</i>	190	62,50	11,15
<i>Osmia latreillei</i>	8	2,63	0,46
<i>Osmia rufa</i>	65	21,38	3,81
<i>Osmia cinctella</i>	6	1,97	0,35
<i>Osmia anceyi</i>	3	0,99	0,17
<i>Osmia notata</i>	10	3,29	0,58
<i>Lithurgus chrysurus</i>	1	0,33	0,05
Totaux	304	100	17,85
Totaux globaux	1703		100

ni. : Nombres d'individus; A.R. % (F): Abondance relative par rapport à la famille

A.R. % (G): Abondance relative globale.

Les valeurs de l'abondance relative calculées pour les familles d'abeilles montrent que les Apidae prédominent avec 62,5 %, suivi par celle des Megachilidae avec 17,9 %. Les familles suivantes sont celles des Andrenidae (A.R. % = 11,3 %) et des Halictidae (A.R. = 8,3 %) (Tab.5). Quant à l'abondance relative des spécimens d'apoïdes au sein de leurs familles respectives, *Osmia tricornis* est l'espèce la plus abondante parmi les Megachilidae (62,5 %) suivie par *Osmia rufa* (21,4 %). Les abondances des autres espèces de la même famille s'avèrent plus faibles et sont comprises entre 0,3 % et 4,0 %. Dans la famille des Apidae, c'est l'espèce *Apis mellifera* qui est la plus abondante avec 38,4 %. En deuxième position *Anthophora crassipes* intervient avec 11,2 %. La troisième place est occupée par *Anthophora fulvitaris* (8,4 %). Les autres espèces enregistrent de faibles valeurs ($0,1 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 6,3 \%$). L'abeille sauvage *Andrena flavipes* parmi les Andrenidae est la plus abondante avec 27,5 %, suivi par *Andrena fuscata* (19,7 %), *Andrena haemorrhoa messaadensis* (15,5 %), *Panurgus canescens* (12,4 %) et *Andrena bimaculata* (11,4 %). Les autres andrènes affichent de faibles valeurs ($1,0 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 5,7 \%$). Quant aux Halictidae, *Halictus senilis* prédomine en affichant une valeur de 34,5 %. L'abeille *Halictus rufipes* succède avec une abondance de 16,20 % suivie par l'espèce endémique *Halictus pollinosus thevestensis* (12,0 %). Les autres espèces d'Halictides et *Lasioglossum* montrent des valeurs entre 0,7 % et 8,5 %. L'abondance relative des différents spécimens tout confondus au sein de la population des apoïdes pour les six stations montre la prédominance tout au loin d'*Apis mellifera* avec 24,0 % suivie par l'Osmiini *Osmia tricornis* (11,2 %). Les Anthophorini *Anthophora crassipes* et *Anthophora fulvitaris* montrent des abondances faibles respectivement de 7,0 % et 5,2 %. Les abondances des autres espèces oscillent entre des valeurs moindres ($0,05 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 3,93 \%$).

Les captures des spécimens d'abeilles dans les six stations d'étude durant la période de 2003 à 2010 ont permis le dénombrement de 1703 individus (Tab.5). La famille des Apidae vient en tête avec 1064 individus, suivie par les Megachilidae (304 individus), puis les Andrenidae avec 193 individus et en dernière position les Halictidae avec 142 individus (Fig. 21).

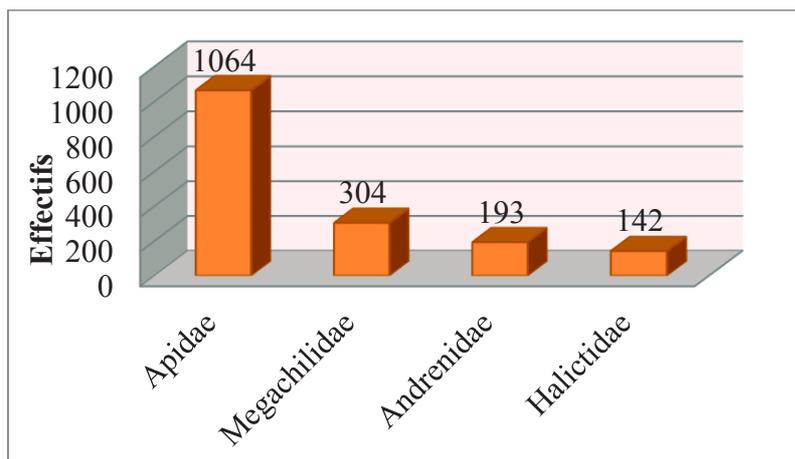


Fig. 21 – Effectifs des familles d’apoïdes répertoriées dans les stations d’Agraba, de Messaâd, de Tamdit, de Dar chioukh, d’Ain Rous et d’Aouket durant la période 2003 à 2010

3.1.3.- Composition et structure du peuplement d’apoïdes dans chaque station d’étude

Dans ce qui suit, la composition et la structure du peuplement d’apoïdes dans chaque station d’étude sont présentées.

3.1.3.1.- Composition et structure du peuplement d’apoïdes dans la station du milieu naturel d’Agraba à Zaâfrane en 2003

Le relevé des taxons déterminés et leurs effectifs dans la station du milieu naturel d’Agraba à Zaâfrane sont exposés dans le tableau 6.

Le peuplement d’apoïdes répertorié dans la station de zaâfrane durant l’année 2003 est composé de quatre familles, celle des Andrenidae (6 taxons), des Halictidae (5 taxons), des Apidae (10 taxons) et des Megachilidae (4 taxons). Au total 228 individus répartis entre 25 taxons ont été inventoriés dans cette station (Tab. 6).

Tableau 6 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans la station du milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane en 2003

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Melanapis) fuscosa</i>	3
<i>Andrena (Zonandrena) flavipes</i>	2
<i>Andrena (Melandrena) morio</i>	5
<i>Panurgus (Pachycephalopanurgus) calceatus</i>	2
<i>Panurgus (Panurgus) perezi</i>	6
<i>Panurgus (Pachycephalopanurgus) canescens</i>	2
Total	20
Halictidae	
<i>Halictus (Acalcaripes) patellatus</i>	2
<i>Lasioglossum (Evylaeus) articulare</i>	1
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) lativentre</i>	2
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) subfasciatum</i>	3
<i>Halictus (Vestitohalictus) pollinosus ssp. thevestensis</i>	17
Total	25
Apidae	
<i>Apis (Apis) mellifera</i>	3
<i>Anthophora (Petalosternon) crassipes</i>	92
<i>Anthophora (Mystacanthophora) borealis</i>	2
<i>Anthophora (Lophanthophora) hispanica</i>	56
<i>Ceratina (Euceratina) callosa</i>	2
<i>Ceratina (Ceratina) cucurbitina</i>	1
<i>Eucera (Hetereucera) notata</i>	2
<i>Eucera (Eucera) punctatissima</i>	5
<i>Eucera (Eucera) proxima</i>	1
<i>Eucera (Hetereucera) vittulata</i>	4
Total	168
Megachilidae	
<i>Megachile (Pseudomegachile) flavipes</i>	1
<i>Osmia (Osmia) rufa</i>	6

<i>Osmia (Helicosmia) notata</i>	5
<i>Osmia (Helicosmia) cinctella</i>	3
Total	15
Total global	228

En matière d'effectifs, c'est la famille des Apidae qui domine les autres familles par 168 individus suivie par celles des Halictidae (25 individus) et des Andrenidae (20 individus). Les Megachilidae viennent en dernière position avec 15 individus (Fig. 22).

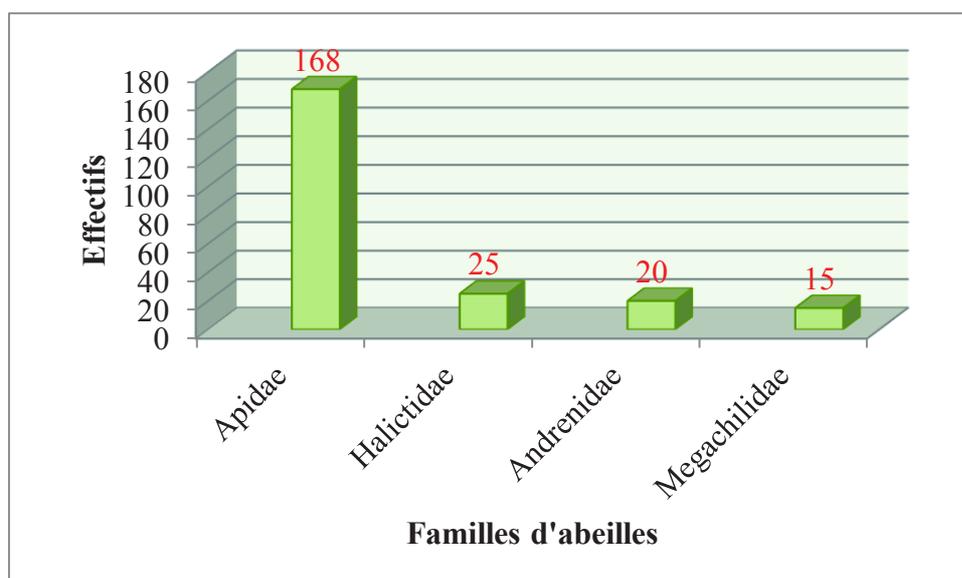


Fig. 22 – Effectifs des familles d'apoïdes répertoriées dans la station du milieu naturel à Zaâfrane durant la période 2003

3.1.3.2. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

Les taxons répertoriés dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008 et leurs effectifs sont consignés dans le tableau 7.

Tableau 7 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Zonandrena) flavipes</i>	29
<i>Andrena (Plastandrena) bimaculata</i>	22
<i>Andrena (Trachandrena) haemorrhoea messaadensis</i>	30
Total	81
Halictidae	
<i>Halictus (Platyhalictus) constantinensis</i>	9
Apidae	
<i>Apis (Apis) mellifera</i>	121
<i>Anthophora (Caranthophora) pubescens</i>	44
<i>Eucera (Heterocera) notata</i>	51
<i>Anthophora (Anthophora) fulvitaris</i>	73
<i>Amegilla</i> sp.	52
<i>Nomada fulvicornis</i>	9
Total	350
Megachilidae	
<i>Osmia (Osmia) tricornis</i>	68
Total global	508

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem, les apoïdes inventoriés en 2008 forment quatre familles, celles des Apidae, des Andrenidae, des Megachilidae et des Halictidae. Au total 508 individus distribués entre 11 taxons, constituent le peuplement d'apoïdes. C'est la famille des Apidae qui vient en première position avec 350 individus répartis entre 6 taxons. Les Andrenidae viennent ensuite avec 3 taxons et 81 individus suivis par les Megachilidae (1 taxon, 68 individus) et les Halictidae (1 taxon, 9 individus) (Fig. 23).

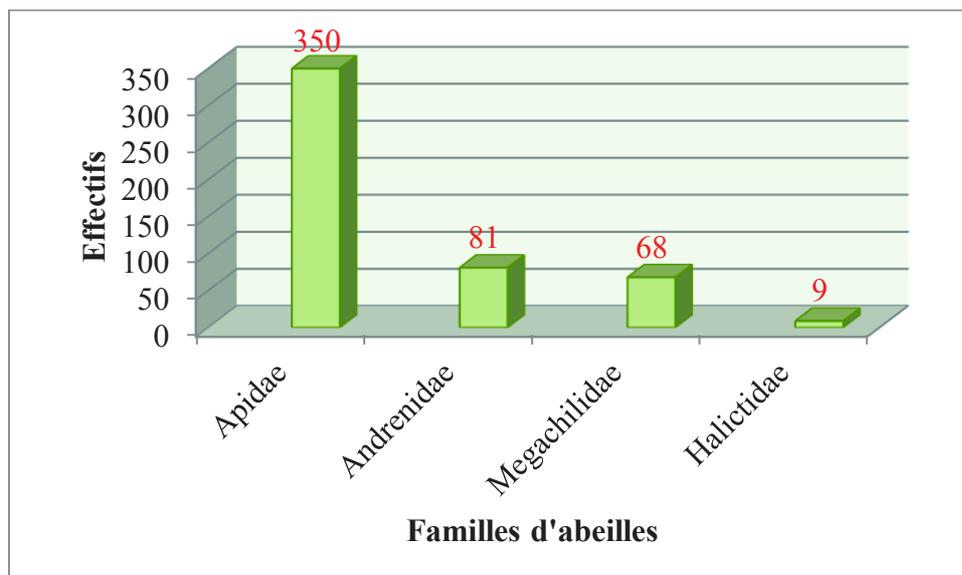


Fig. 23 – Effectifs des familles d’apoïdes dénombrées dans le verger d’abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

3.1.3.3. - Composition et structure du peuplement d’apoïdes dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

Les spécimens d’abeilles inventoriés dans les parcelles de fève à Tamdit durant l’année 2005 et leurs effectifs sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 - Inventaire des spécimens d’apoïdes capturés dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Simandrena) biskrensis</i>	11
Halictidae	
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) bimaculatum</i>	5
Apidae	
<i>Apis (Apis) mellifera</i>	164
<i>Eucera (Heterocera) notata</i>	14
<i>Anthophora (Anthophora) fulvitaris</i>	9
<i>Nomada fulvicornis</i>	19
Total	206

Megachilidae	
<i>Osmia (Osmia) tricornis</i>	92
Total global	314

De même organisation que celles des stations précédentes suscitées, les abeilles dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005 constituent les mêmes familles. Les individus capturés dans les parcelles de fève sont de 214 répartis entre 7 taxons. C'est toujours la famille des Apidae qui domine avec 206 individus distribués entre 4 taxons. En deuxième position les Megachilidae interviennent avec 1 taxon et 92 individus puis les Andrenidae avec 3 taxons et 81 individus et enfin les Halictidae avec 1 taxon et 9 individus (Fig. 24).

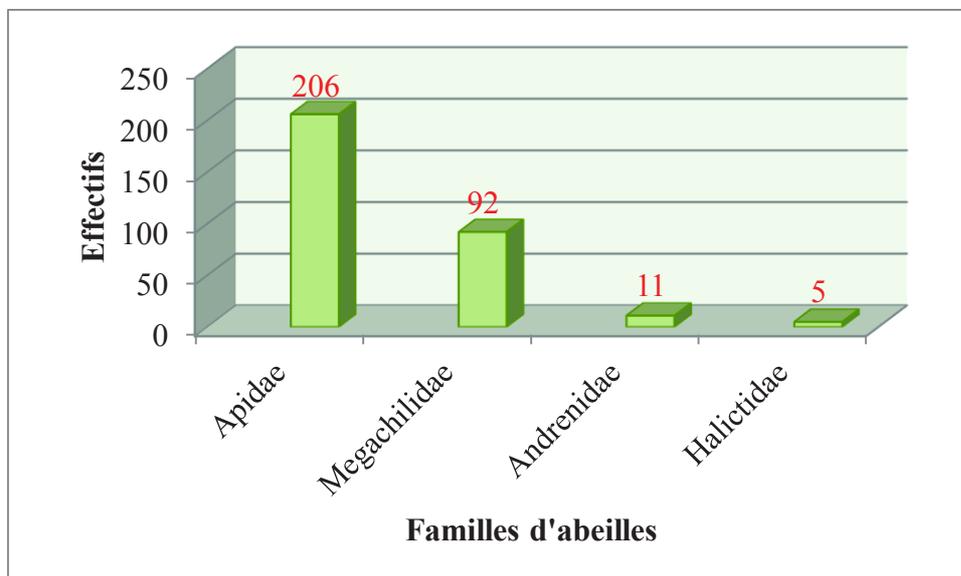


Fig. 24 – Effectifs des familles d'apoïdes répertoriées dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

3.1.3.4. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

L'ensemble des espèces d'apoïdes capturés dans la station du milieu naturel à Dar Chioukh en 2003 est enregistré dans le tableau 9.

Tableau 9 - Inventaire des spécimens d'apoïdes capturés dans la station du milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Chrysandrena) hesperia</i>	2
<i>Panurgus (Pachycephalopanurgus) canescens</i>	22
Total	24
Halictidae	
<i>Halictus (Argalictus) senilis</i>	49
<i>Lasioglossum (Lasioglossum) soreli</i>	2
Total	51
Apidae	
<i>Anthophora (Pyganthophora) retusa</i>	66
<i>Eucera (Eucera) interrupta</i>	28
<i>Eucera (Eucera) longicornis</i>	6
<i>Nomada similis</i>	11
<i>Melecta (Melecta) luctuosa</i>	26
Total	137
Megachilidae	
<i>Megachile (Pseudomegachile) flavipes</i>	5
<i>Osmia (Osmia) rufa</i>	4
<i>Osmia (Helicosmia) cinctella</i>	1
<i>Osmia (Osmia) tricornis</i>	18
<i>Osmia (Hoplosmia) anceyi</i>	3
Total	31
Total global	243

Les prospections dans milieu naturel de Dar Chioukh en 2003 ont mis en évidence quatre familles d'abeilles, celles des Apidae, des Halictidae, des Megachilidae et des Andrenidae. Au total, 243 individus rangés en 16 taxons composent le peuplement d'apoïdes. Comme c'est le cas pour les stations précédentes, c'est la famille des Apidae qui apparaît la plus fréquente avec 137 individus divisés entre 7 taxons. Les Halictidae en deuxième position affichent un

nombre d'individus de 51 et 2 taxons, les Megachilidae avec 5 taxons et 31 individus puis les Andrenidae viennent après avec 2 taxons et 24 individus (Fig. 25).

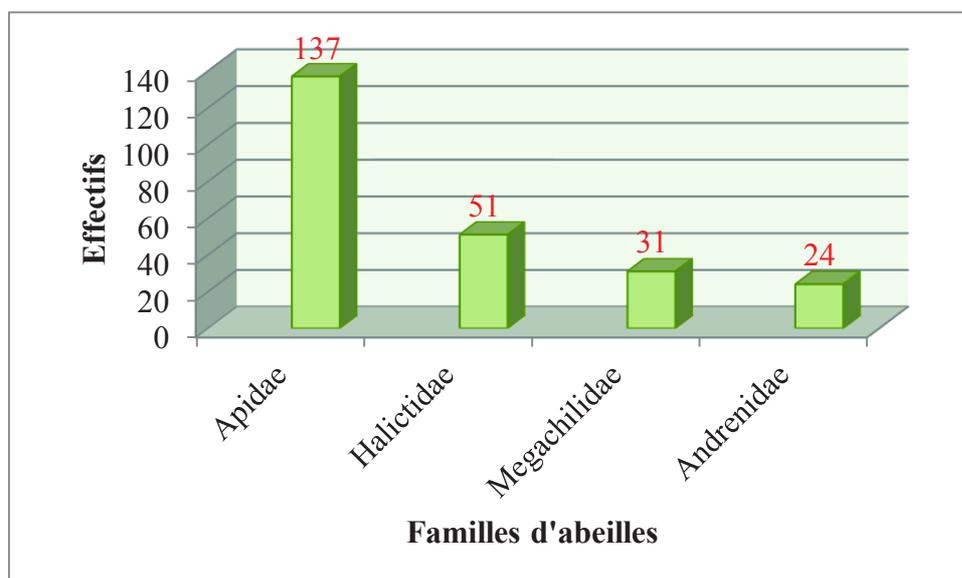


Fig. 25 – Effectifs des familles d’apoïdes enregistrées dans la station du milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

3.1.3.5. - Composition et structure du peuplement d’apoïdes dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006

L’inventaire des spécimens d’apoïdes capturés dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006 est mentionné dans le tableau 10.

Quatre familles d’apoïdes, celles des Apidae, des Halictidae, des Andrenidae et des Megachilidae sont répertoriées dans le champ de tomate à Ain Rous, représentées par 157 individus et 13 taxons. Les Apidae sont les plus nombreuses et les plus diversifiées avec 6 taxons et 74 individus. Elles sont suivies par les Halictidae (3 taxons et 38 individus), les Megachilidae (3 taxons et 29 individus) et les Andrenidae (1 taxon et 16 individus) (Fig. 26).

Tableau 10 - Inventaire des spécimens d’apoïdes capturés dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Melanapis) fuscosa</i>	16

Halictidae	
<i>Halictus (Hexataenites) scabiosae</i>	10
<i>Halictus (Halictus) rufipes</i>	16
<i>Halictus (Hexataenites) fulvipes</i>	12
Total	38
Apidae	
<i>Apis (Apis) mellifera</i>	26
<i>Anthophora (Paramegilla) meridionalis</i>	10
<i>Anthophora (Dasymegilla) quadrimaculata</i>	8
<i>Anthophora (Anthophora) fulvitaris</i>	7
<i>Cubitalia (Pseudeucera) parvicornis</i>	9
<i>Nomada italica</i>	14
Total	74
Megachilidae	
<i>Megachile (Megachile) centuncularis</i>	9
<i>Osmia (Osmia) tricornis</i>	12
<i>Osmia (Helicosmia) latreillei</i>	8
Total	29
Total global	157

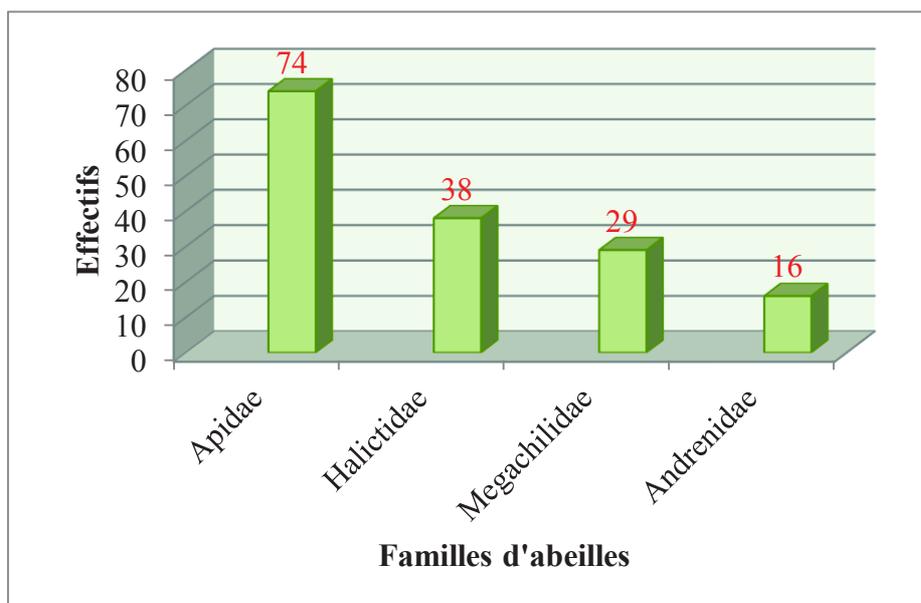


Fig. 26 – Effectifs des familles d'apoïdes inventoriées dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006

3.1.3.6. - Composition et structure du peuplement d'apoïdes dans le périmètre naturel d'Aouket en 2010

La composition du peuplement d'apoïdes dans le périmètre naturel d'Aouket à Hassi Bahbah durant l'année 2010 est mentionnée dans le tableau 11.

Les investigations dans le périmètre naturel d'Aouket ont permis de recenser 253 individus et 13 taxons d'Apoïdes répartis entre quatre familles. En termes d'individus, les Apidae sont mes plus nombreux (6 taxons et 129 individus). Les Megachilidae (5 taxons et 69 individus) interviennent avec les Andrenidae (2 taxons et 41 individus) et les Halictidae (2 taxons et 14 individus) (Fig. 27).

Tableau 11 - Inventaire des apoïdes capturés à Aouket (périmètre naturel) en 2010

Familles et espèces	Effectifs
Andrenidae	
<i>Andrena (Zonandrena) flavipes</i>	22
<i>Andrena (Melanapis) fuscosa</i>	19
Total	41
Halictidae	
<i>Halictus (Acalcaripes) patellatus</i>	7
<i>Halictus (Halictus) rufipes</i>	7
Total	14
Apidae	
<i>Apis (Apis) mellifera</i>	95
<i>Anthophora (Petalosternon) crassipes</i>	27
<i>Biastes</i> sp.	3
<i>Nomada fulvicornis</i>	4
Total	129
Megachilidae	
<i>Megachile (Pseudomegachile) flavipes</i>	6
<i>Osmia (Osmia) rufa</i>	42
<i>Osmia (Helicosmia) notata</i>	7
<i>Osmia (Helicosmia) cinctella</i>	13
<i>Lithurgus chrysurus</i>	1

Total	69
Total global	253

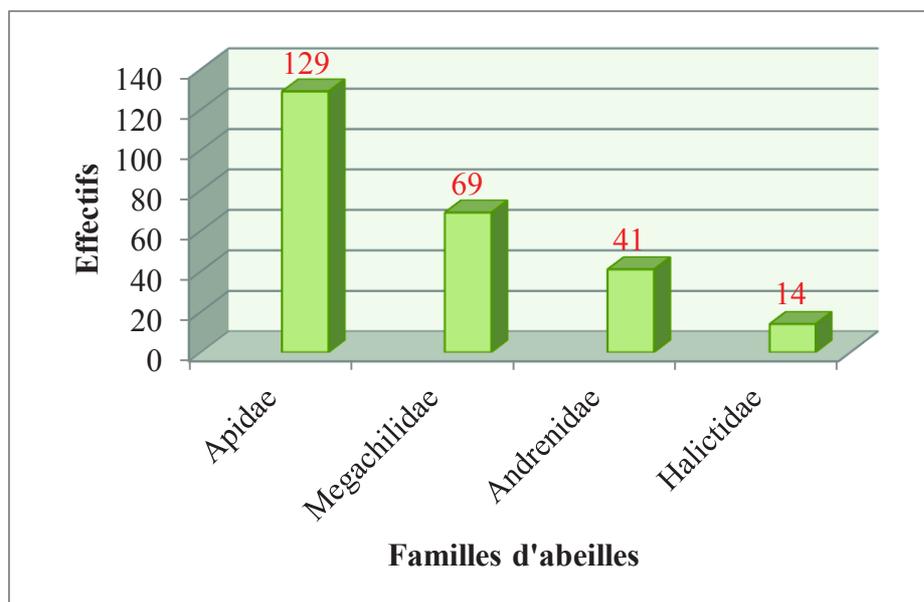


Fig. 27 – Effectifs des familles d’apoïdes capturées dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010

En matière de comparaison entre les six stations d’étude explorées, le verger d’abricotiers et de pruniers à Messaâd en 2005 affiche le nombre d’individus le plus élevé (508 individus). En présentant un effectif de 314 individus, les parcelles de fève à Tamdit en 2008 prennent la deuxième position. Quant à la station la moins peuplée en apoïdes, c’est le champ de tomate en 2006 avec 157 individus d’abeilles (Fig. 28).

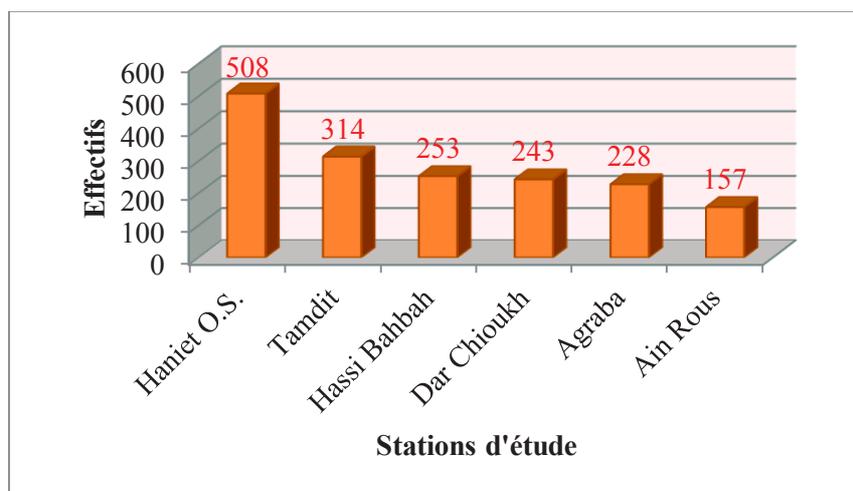


Fig. 28 – Histogramme des effectifs des familles d’apoïdes inventoriées dans la région de Djelfa selon les stations d’étude (2003-2010)

3.1.4. - Abondances relatives des Apoidea dans les six stations d'étude entre 2003 et 2010

Les valeurs des abondances relatives des Apoidea inventoriés dans le milieu naturel d'Agraba, dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem, dans les parcelles de fève à Tamdit, dans le milieu naturel de Dar Chioukh, dans le champ de tomate à Ain Rous et dans le périmètre naturel d'Aouket durant la période de 2003 à 2010 sont présentées une à une.

3.1.4.1. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le milieu naturel d'Agraba en 2003

Les abondances relatives des spécimens d'abeilles capturés dans le milieu naturel d'Agraba en 2003 sont placées dans le tableau 12.

Tableau 12 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le milieu naturel d'Agraba durant l'année 2003

Familles et espèces	ni.	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena fuscosa</i>	3	27,27	2,33
<i>Andrena flavipes</i>	2	18,18	1,55
<i>Andrena morio</i>	1	9,09	0,78
<i>Panurgus calceatus</i>	2	18,18	1,55
<i>Panurgus perezii</i>	6	54,55	4,65
<i>Panurgus canescens</i>	2	18,18	1,55
Totaux	16	100	12,40
Halictidae			
<i>Halictus patellatus</i>	2	8	1,55
<i>Lasioglossum articulare</i>	1	4	0,78
<i>Lasioglossum lativentre</i>	2	8	1,55
<i>Lasioglossum subfasciatum</i>	3	12	2,33
<i>Halictus pollinosus thevestensis</i>	17	68	13,18
Totaux	25	100	19,38

Apidae			
<i>Apis mellifera</i>	3	3,85	2,33
<i>Anthophora crassipes</i>	2	2,56	1,55
<i>Anthophora borealis</i>	2	2,56	1,55
<i>Anthophora hispanica</i>	56	71,79	43,41
<i>Ceratina callosa</i>	2	2,56	1,55
<i>Ceratina cucurbitina</i>	1	1,28	0,78
<i>Eucera notata</i>	2	2,56	1,55
<i>Eucera punctatissima</i>	5	6,41	3,88
<i>Eucera proxima</i>	1	1,28	0,78
<i>Eucera vittulata</i>	4	5,13	3,10
Totaux	78	100	60,47
Megachilidae			
<i>Megachile flavipes</i>	1	6,67	0,78
<i>Osmia rufa</i>	6	40	4,65
<i>Osmia cinctella</i>	5	33,33	3,88
<i>Osmia notata</i>	3	20	2,33
Totaux	15	100	11,63
Totaux globaux	134		100

ni. : Nombres d'individus ; A.R. % (F) : Abondances relatives par rapport à la famille

A.R. % (G) : Abondance relative globale.

L'abondance relative des familles d'abeilles dans le milieu naturel d'Agraba durant l'année 2003 révèle la prédominance des Apidae avec 60,5 % suivis par les Halictidae (A.R. % = 19,4 %), puis viennent ensuite les Andrenidae (A.R. % = 12,4 %) et les Megachilidae (A.R. % = 11,6 %) (Tab.12). Au sein de la famille des Andrenidae, *Panurgus perezii* intervient avec une abondance élevée soit 54.6 %, suivi par *Andrena fuscosa* (A.R. % = 27,27 %). *Andrena flavipes*, *Panurgus calceatus* et *Panurgus canescens* affichent la même valeur d'abondance (A.R. % = 18,2 %). Quant à *Andrena morio* décèle la plus faible abondance avec 9,1 %. Parmi les Halictidae c'est *Halictus pollinosus thevestensis* qui prédomine avec 68 %. Les autres Halictides interviennent avec des abondances entre 4 et 12 %. Quant aux Apidae, l'abeille *Anthophora hispanica* est la plus recensée (A.R. = 71,79 %). Les autres espèces sont faiblement représentées ($1,3 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 6,4 \%$). Sur 15

individus de Megachilidae, *Osmia rufa* détient l'abondance la plus élevée avec 40 % suivie par *Osmia cinctella* (A.R. % = 33,3 %) et *Osmia notata* (A.R. % = 20 %). L'abeille *Megachile flavipes* est observée une seule fois (A.R. % = 6,7 %). Quant à l'abondance relative des spécimens par rapport à l'ensemble du peuplement des Apoidea, *Anthophora hispanica* est fortement notée avec 43,4 % suivie tout par *Halictus pollinosus thevestensis* (A.R. % = 13,2 %). Les autres apoïdes sont faiblement dénombrés ($0,8 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 4,7 \%$) (Tab.12).

3.1.4.2. - Abondances relatives des Apoidea dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2005

Les valeurs de l'abondance relative des différentes espèces d'abeilles inventoriées dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem sont présentées dans le tableau 13.

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem parmi les quatre familles recensées, ce sont les Apidae qui possèdent la plus grande abondance (A.R. % = 68,3 %). La deuxième position est occupée par les Andrenidae avec 16,3 % suivies par les Megachilidae (A.R. % = 13,7 %) puis les Halictidae (A.R. % = 1,8 %). Quant à l'abondance relative des espèces au sein de leurs familles, *Andrena haemorrhoea messaadensis* parmi les Andrenidae intervient avec le plus d'individus soit 37,0 % suivie de près par *Andrena flavipes* (A.R. % = 35,8 %) et par *Andrena bimaculata* (A.R. % = 27,2 %). Chez les Apidae *Apis mellifera* se montre l'espèce la plus fréquente avec une abondance de 35,6 %. *Anthophora fulvitaris* avec 21,5 % intervient plus faiblement. Les abondances des autres Apidae oscillent entre 0,9 et 15 %. La valeur de l'abondance relative globale d'*Apis mellifera* est la plus élevée au sein du peuplement des Apoidea dans le verger d'abricotiers et de pruniers soit 24,3 %. Elle est suivie par *Anthophora fulvitaris* (A.R. % = 14,7 %) et par *Osmia tricornis* (A.R. % = 13,7 %). Les autres espèces affichent des valeurs d'abondance moindres ($0,6 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 10,2 \%$) (Tab.13).

Tableau 13 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem durant l'année 2005

Familles et espèces	ni.	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena flavipes</i>	29	35,80	5,82
<i>Andrena bimaculata</i>	22	27,16	4,42
<i>Andrena haemorrhoa messaadensis</i>	30	37,04	6,02
Totaux	81	100	16,27
Halictidae			
<i>Halictus constantinensis</i>	9	100	1,81
Apidae			
<i>Anthophora fulvitaris</i>	73	21,47	14,66
<i>Eucera notata</i>	51	15	10,24
<i>Anthophora pubescens</i>	41	12,06	8,23
<i>Xylocopa pubescens</i>	3	0,88	0,60
<i>Amegilla sp.</i>	42	12,35	8,43
<i>Apis mellifera</i>	121	35,59	24,30
<i>Nomada fulvicornis</i>	9	2,65	1,81
Totaux	340	100	68,27
Megachilidae			
<i>Osmia tricornis</i>	68	100	13,65
Totaux globaux	498		100

ni. : Nombres d'individus; A.R. % (F) : Abondances relatives par rapport à la famille
A.R. % (G) : Abondance relative globale.

3.1.4.3. - Abondances relatives des Apoidea dans les parcelles de fève à Tamdit en 2008

Les abondances relatives des spécimens d'abeilles recensées dans les parcelles de fève à Tamdit en 2008 sont mentionnées dans le tableau 14.

En 2008, dans les parcelles de fève à Tamdit, c'est la famille des Apidae qui est la plus recensée (A.R. % = 65,6 %), suivie par les Megachilidae (A.R. % = 29,3 %), par les Andrenidae (A.R. % = 3,5 %) et par les Halictidae (A.R. % = 1,6 %). Parmi les Apidae, *Apis*

mellifera correspond au plus grand nombre d'individus (A.R. % = 79,6 %). Les autres espèces d'Apidae sont mentionnées avec de faibles abondances ($4,4 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 9,2 \%$). Les familles des Andrenidae, des Halictidae et des Megachilidae renferment une seule espèce chacune. Au milieu du peuplement d'Apoïdes l'abondance relative la plus forte est celle d'*Apis mellifera* (A.R. % = 52,2 %) accompagnée ensuite par *Osmia tricornis* (A.R. % = 29,3 %). Les autres espèces du peuplement sont notées avec de modestes abondances ($1,6 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 6,1 \%$) (Tab. 14).

Tableau 14 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés dans les parcelles de fève à Tamdit durant l'année 2008

Familles et espèces	ni.	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena biskrensis</i>	11	100	3,50
Halictidae			
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	5	100	1,59
Apidae			
<i>Apis mellifera</i>	164	79,61	52,23
<i>Eucera notata</i>	14	6,8	4,46
<i>Anthophora fulvitaris</i>	9	4,37	2,87
<i>Nomada fulvicornis</i>	19	9,22	6,05
Totaux	206	100	65,61
Megachilidae			
<i>Osmia tricornis</i>	92	100	29,3
Totaux globaux	314	100	100

ni. : Nombres d'individus ; A.R. % (F) : Abondances relatives par rapport à la famille
A.R. % (G) : Abondances relatives globales.

3.1.4.4. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le milieu naturel de Dar Chioukh durant l'année 2003

Les valeurs des abondances relatives des représentants d'apoïdes énumérés dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003 sont citées dans le tableau 15.

Tableau 15 - Abondances relatives des espèces d'Apoidea capturés dans le milieu naturel de Dar Chioukh au cours de l'année 2003

Familles et espèces	Effectifs	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena hesperia</i>	2	8,33	0,70
<i>Panurgus canescens</i>	22	91,67	7,69
Totaux	24	100	8,39
Halictidae			
<i>Halictus senilis</i>	49	96	17,13
<i>Lasioglossum xanthopus</i>	2	3,92	0,70
Totaux	51	100	17,83
Apidae			
<i>Bombus terrestris</i>	22	12,22	7,69
<i>Anthophora retusa</i>	66	36,67	23,08
<i>Eucera interrupta</i>	28	15,56	9,79
<i>Eucera longicornis</i>	6	3,33	2,10
<i>Xylocopa aestuans</i>	21	11,67	7,34
<i>Nomada similis</i>	11	6,11	3,85
<i>Melecta luctuosa</i>	26	14,44	9,09
Totaux	180	100	62,94
Megachilidae			
<i>mégachile flavipes</i>	5	16,13	1,75
<i>Osmia rufa</i>	4	12,90	1,40
<i>Osmia cinctella</i>	1	3,23	0,35
<i>Osmia tricornis</i>	18	58,06	6,29
<i>Osmia anceyi</i>	3	9,68	1,05
Totaux	31	100	10,84
Totaux globaux	286		100

ni. : Nombres d'individus ; A.R. % (F) : Abondances relatives par rapport à la famille

A.R. % (G) : Abondances relatives globales

Dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003, la famille qui dispose d'une abondance relative la plus élevée est celle des Apidae (A.R. % = 62,9 %) à laquelle celles des Halictidae

(A.R. % = 17,8 %), des Megachilidae (A.R. % = 10,8 %) et des Andrenidae (A.R. % = 8,4 %) succèdent. Le calcul des abondances relatives des espèces au sein de leurs familles démontre que chez les Andrenidae *Panurgus canescens* possède la valeur la plus forte (A.R. % = 91,7 %). L'autre espèce Andrenide *Andrena hesperia* possède une abondance moindre soit 8,3 %. De son côté *Anthophora retusa* parmi les Apidae prédomine avec une abondance de 36,7 % suivie par les autres espèces dont les abondances relatives varient entre 3,2 et 15,6 %. Globalement au sein des Apoidea à Dar Chioukh, c'est *Anthophora retusa* qui domine avec une abondance de 23,1 % accompagnée par *Halictus senilis* (A.R. % = 17,1 %). Les autres espèces du peuplement ont des abondances relatives assez basses ($0,4 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 9,8 \%$) (Tab. 15).

3.1.4.5. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006

Les valeurs des abondances relatives des espèces d'abeilles inventoriées dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006 sont répertoriées dans le tableau 16. Au sein du peuplement des abeilles dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006, la famille des Apidae est la plus abondante avec 49,3 % (Tab. 16). Au deuxième rang, ce sont les Halictidae qui lui succèdent avec 20,7 % d'abondance devant les Megachilidae (A.R. % = 19,3 %) et les Andrenidae (A.R. % = 5,6 %). Parmi les espèces des Halictidae, *Halictus fulvipes* prédomine avec 38,7 %. Chez les Apidae, l'abondance d'*Apis mellifera* vient en premier avec 35,1 %. Les autres Apidae montrent des abondances comprises entre 9,5 % et 18,9 %. Parmi les Megachilidae c'est *Osmia tricornis* qui intervient le plus (A.R. % = 41,4 %) suivie par *Megachile centuncularis* (A.R. % = 31,0 %) puis par *Osmia latreillei* (A.R. % = 27,6 %). En termes d'abondance relative globale des espèces d'abeilles à Ain Rous, c'est *Apis mellifera* occupe le premier rang dans le peuplement des Apoidea (A.R. % = 17,3 %), devant *Andrena fuscosa* (A.R. % = 10,7 %), *Nomada italica* (A.R. % = 9,3 %), *Halictus fulvipes* (A.R. % = 8 %) et *Osmia tricornes* (A.R. % = 8 %). Les autres espèces du peuplement ont de faibles valeurs d'abondances ($4,7 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 6,7 \%$) (Tab. 16).

Tableau 16 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés
dans le champ de tomate à Ain Rous en 2006

Familles et espèces	Effectifs	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena fuscosa</i>	16	100	10,67
Halictidae			
<i>Halictus scabiosae</i>	10	32,26	6,67
<i>Halictus rufipes</i>	9	29,03	6
<i>Halictus fulvipes</i>	12	38,71	8
Total	31	100	20,67
Apidae			
<i>Apis mellifera</i>	26	35,14	17,33
<i>Anthophora meridionalis</i>	10	13,51	6,67
<i>Anthophora quadrimaculata</i>	8	10,81	5,33
<i>Anthophora fulvitaris</i>	7	9,46	4,67
<i>Cubitalia parvicornis</i>	9	12,16	6,00
<i>Nomada italica</i>	14	18,92	9,33
Total	74	100	49,33
Megachilidae			
<i>Megachile centuncularis</i>	9	31,03	6,00
<i>Osmia tricornis</i>	12	41,38	8,00
<i>Osmia latreillei</i>	8	27,59	5,33
Total	29	100	19,33
Total global	150		100

ni. : Nombres d'individus ; A.R. % (F) : Abondances relatives par rapport à la famille
A.R. % (G) : Abondances relatives globales

3.1.4.6. - Abondances relatives de la faune apoïdienne dans le périmètre naturel d'Aouket à Hassi bahbah en 2010

Les abondances relatives des espèces d'abeilles dénombrées dans le périmètre naturel de Dar Chioukh en 2010 sont ordonnées dans le tableau 17.

Tableau 17 - Abondances relatives des spécimens d'apoïdes capturés
dans le périmètre naturel d'Aouket à Hassi bahbah en 2010

Familles et espèces	Effectifs	A.R. % (F)	A.R. % (G)
Andrenidae			
<i>Andrena flavipes</i>	22	53,66	8,98
<i>Andrena fuscosa</i>	19	46,34	7,76
Totaux	41	100	16,73
Halictidae			
<i>Halictus patellatus</i>	7	50	2,86
<i>Halictus rufipes</i>	7	50	2,86
Totaux	14	100	5,71
Apidae			
<i>Apis mellifera</i>	95	78,51	38,78
<i>Anthophora crassipes</i>	19	15,70	7,76
<i>Biastes</i> sp.	3	2,48	1,22
<i>Nomada fulvicornis</i>	4	3,31	1,63
Totaux	121	100	49,39
Megachilidae			
<i>Megachile flavipes</i>	6	8,70	2,45
<i>Osmia rufa</i>	42	60,87	17,14
<i>Osmia notate</i>	7	10,14	2,86
<i>Osmia rufa</i>	13	18,84	5,31
<i>Lithurgus chrysurus</i>	1	1,45	0,41
Totaux	69	100	28,16
Totaux globaux	245		100

En 2010, au sein du peuplement des abeilles dans le périmètre naturel de Hassi Bahbah, les Apidae dominent les autres familles avec une valeur de 49,4 % (Tab. 17). Puis les Megachilidae interviennent avec une abondance relative de 28,2 %, suivis par les Andrenidae (A.R. % = 16,7 %) et les Halictidae (A.R. % = 5,7 %) (Tab. 17). Par rapport à l'abondance relative des espèces parmi leurs familles, chez les Andrenidae *Andrena flavipes* occupe le premier rang avec une abondance de 53,7 % suivie par *Andrena fuscosa* (A.R. % = 46,3 %). Les deux espèces d'Halictides, *Halictus patellatus* et *Halictus rufipes* montrent une même

valeur d'abondance (A.R. % = 50 %). Quant aux Apidae c'est *Apis mellifera* qui vient en premier (A.R. % = 78,5 %). Les autres apidés possèdent des valeurs d'abondances plus basses comprises entre 2,5 % et 15,7 %. À propos des Megachilidae, l'espèce la plus observée, c'est *Osmia rufa* (A.R. % = 60,9 %) dépassant de loin les autres espèces dont les valeurs fluctuent entre 1,5 et 18,8 % (Tab. 17). Pour ce qui est des abondances relatives globales des abeilles dans le périmètre naturel de Hassi Bahbah, *Apis mellifera* est l'espèce la plus notée dans le peuplement des Apoidea (A.R. % = 38,8 %). Plus modestement, le Mégachile *Osmia rufa* intervient avec une abondance de 17,1 %. Les abondances relatives des autres espèces sont comprises entre 0,4 et 7,8 % (Tab. 17).

3.1.5.- Diversités de Shannon-Weaver, de Simpson et équirépartition du peuplement d'apoïdes dans les six stations d'étude (2003-2010)

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité de Simpson (D) et de l'équirépartition (E) sont notées dans le tableau 18.

Tableau 18 - Valeurs de l'indice Shannon-Weaver (H'), de la Diversité de Simpson (D) et de la régularité (E) dans les six stations d'étude (2003-2010)

Indices Stations	H' (bits)	E	D
Agraba	0,99	0,71	0,21
Haniet Ouled Salem	0,94	0,90	0,13
Tamdit	0,56	0,66	0,36
Dar chioukh	1,01	0,86	0,12
Ain Rous	1,08	0,97	0,08
Hassi bahbah	0,86	0,77	0,20

En matière de diversité biologique durant la période de 2003 à 2010, les six stations se caractérisent par de faibles valeurs des indices (Tab. 19). En effet, c'est le cas de la station du milieu naturel à Dar Chioukh ($H' = 1,01$ bits ; $D = 0,12$) et de la station du champ de la tomate à Ain Rous ($H' = 1,08$ bits; $D = 0,08$). Les autres stations sont illustrées par des diversités

moindres ($0,86 \text{ bits} \leq H' \leq 0,99 \text{ bits}$; $0,20 \leq D \leq 0,21$). Parallèlement les valeurs d'équitabilité sont élevées ($0,66 \leq E \leq 0,97$) dans les six stations d'étude. De ce fait, la régularité de la répartition des spécimens d'apoïdes est grande et les effectifs des différentes espèces d'abeilles ont tendance à être en équilibre entre eux (Tab. 18).

3.1.6. - Evaluation du degré de similarité entre les stations d'étude

Les valeurs de l'indice de similarité de Sørensen (Q_s) entre les six stations d'étude prises deux à deux sont mentionnées dans le tableau 19.

Tableau 19 - Valeurs de l'indice de similarité de Sørensen (Q_s) entre les six stations d'étude (2003-2010)

Stations	Haniet Ouled Salem	Tamdit	Dar Chioukh	Ain Rous	Hassi bahbah
Agraba	0,22	0,19	0,2	0,05	0,32
Haniet Ouled Salem	1	0,67	0,3	0,25	0,42
Tamdit		1	0,09	0,3	0,3
Dar Chioukh			1	0,07	0,07
Ain Rous				1	0,15
Hassi bahbah					1

Les valeurs de l'indice de similarité de Sørensen (Q_s) entre les six stations d'étude prises deux à deux montrent que le plus fort indice de similarité apparaît entre le verger d'abricotiers et de pruniers de Haniet ouled salem et la parcelle de fève de Tamdit ($Q_s = 0,67$). Les autres valeurs dénotent une faible similarité de la composition spécifique du peuplement d'apoïdes entre le reste des stations ($0,05 \leq Q_s \leq 0,42$) (Tab. 19).

3.1.7. - Peuplement d'apoïdes traité par une analyse factorielle des correspondances

Les valeurs propres (variances) ainsi que les pourcentages de la contribution à l'inertie totale des axes sont mentionnées dans le tableau 20.

Tableau 20 – Valeurs propres et pourcentage de la contribution des différents axes

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Valeurs propres (Variances)	0,7722	0,6824	0,6291	0,3756	0,3628
Contribution à l'inertie totale	27,4 %	24,2 %	22,3 %	13,3 %	12,9 %

La contribution à l'inertie totale des stations d'étude et des espèces d'abeilles recensées est de 27,4 % pour la construction de l'axe 1 et de 24,2 % pour celle de l'axe 2. La somme des deux axes est égale à 51,6 % (Tab. 20). En conséquence le plan déterminé par les axes 1 et 2 renferme le maximum d'informations, ce qui apparaît suffisant pour la suite de l'analyse afin d'interpréter les résultats. Pour la construction de l'axe 1, c'est la station du milieu naturel de Dar Chioukh (DCH) qui participe le plus à la formation de cet axe avec 37,9 %. Elle est suivie par la station du champ de tomate à Ain Rous (AIR) avec 35,5 % et la station des vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem (HOS) avec 10,9 %.

Pour la construction de l'axe 2, la station du milieu naturel de Dar Chioukh (DCH) vient en premier avec 43,6 %. Elle est suivie par la station du milieu naturel d'Agraba (AGB) avec 38 % et la station du champ de la tomate à Ain Rous (AIR) avec 14,6 %. Les contributions des espèces d'abeilles varient d'une espèce à une autre pour la construction des axes 1 et 2. Les contributions varient entre 0,1 % et 4,5 %. La répartition des stations d'étude suivant les 4 quadrants ressort dans la figure 29. La station du Milieu naturel de Dar Chioukh (DCH) se situe dans le quadrant 1, tandis que les stations des milieux naturels d'Agraba (AGB) et d'Aouket (AOK) se retrouvent dans le quadrant 2. Par contre, la station des vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem (HOS) se retrouve dans le quadrant 3 et la station des parcelles de fève à Tamdit (TAM) et celle du champ de tomate à Ain Rous (AIR) dans le quadrant 4. Les stations de Dar Chioukh (DCH) et de Haniet Ouled Salem (HOS) sont isolées dans un quadrant particulier, ce qui implique qu'elles diffèrent les unes des autres par leurs compositions en espèces d'abeilles recensées. Il est à remarquer que la station d'Ain Rous (AIR) et celle de Tamdit (TAM) se trouvent dans le même quadrant ce qui laisse à supposer que ces stations présentent une similarité en matière de la composition en espèces d'abeilles inventoriées (Fig. 18). Il est de même pour les stations d'Agraba (AGB) et d'Aouket (AOK). A propos de la répartition des espèces d'abeilles en fonction des quadrants, il est à noter la formation de nuages de points désignés par A, B, C, D, E, F, G, H, et I (Fig. 29).

Le groupement A se situe dans le quadrant 1 et renferme les espèces qui sont recensées que dans la station de Dar Chioukh (DCH), comme *Andrena hesperia* (002), *Lasioglossum soreli* (014), *Halictus senilis* (015), *Anthophora retusa* (027), *Nomada similis* (033), *Melecta luctuosa* (035), *Eucera interrupta* (041), *Eucera longicornis*(042) et *Osmia anceyi* (053).

Sur l'axe 1 entre les quadrants 1 et 2, il y a le nuage de points B qui comporte les espèces d'abeilles *Megachile flavipes* (048), *Osmia rufa* (051) et *Osmia cinctella* (052), qui sont inventoriées dans les stations d'Agraba (AGB), de Dar Chioukh (DCH) et d'Aouket (AOK).

La catégorie C dans le quadrant 2 comprend les deux espèces d'abeilles *Biastes* sp. (039) et *Lithurgus chrysus* (055) capturées exclusivement dans le périmètre naturel d'Aouket (AOK). Dans ce même quadrant le nuage de points D rassemble les espèces d'apoïdes *Halictus patellatus* (016), *Anthophora crassipes* (028) et *Osmia notata* (054), qui se montrent dans les deux stations de milieux naturels d'Agraba (AGB) et d'Aouket (AOK).

Dans le quadrant 2 le groupement E concerne les spécimens d'apoïdes inventoriés uniquement dans la station d'Agraba (AGB). Il s'agit de *Panurgus calceatus* (009), *Panurgus perezi* (010), *Lasioglossum articulare* (019), *Lasioglossum lativentre* (020), *Lasioglossum subfasciatum* (021), *Halictus pollinosus* (022), *Anthophora borealis* (030), *Anthophora hispanica* (031), *Ceratina callosa* (036), *Ceratina cucurbitana* (037), *Eucera punctatissima* (044), *Eucera proxima* (045) et *Eucera vittulata* (046).

Dans le quadrant 3, le nuage de points F se retrouve avec les spécimens d'abeilles *Andrena bima*. (005), *Andrena haemorrhoea messaadensis* (006), *Halictus constantinensis* (018), *Anthophora pubescens* (029) et *Amegila* sp. (038). Celles-ci ne sont cataloguées que dans la station de Haniet ouled Salem (HOS). Ainsi le groupement G, présent dans le même quadrant renferme les deux apoïdes *Apis mellifera* (023) et *Nomada fulvicornis* (034). Ces deux espèces sont énumérées de façon simultanée dans les stations de Haniet Ouled salem (HOS), de Tamdit (TAM) et d'Aouket (AOK). Les nuages de points H et I sont illustrés dans le quadrant 4. Le groupement H concerne surtout les espèces d'abeilles qui sont cataloguées dans la station d'Ain Rous. Il s'agit de *Halictus scabiosae* (011), *Halictus fulvipes* (013), *Anthophora meridionalis* (024), *Anthophora quadrimaculata* (025), *Nomada italica* (032), *Cubitalia parvicornis* (040), *Megachile centuncularis* (047) et *Osmia latreillei* (050). Quant au nuage de points I, il englobe les deux spécimens d'apoïdes *Andrena biskrensis* (004) et *Lasioglossum bimaculatum* (017), présentes uniquement dans la station de Tamdit (TAM) (Fig. 29).

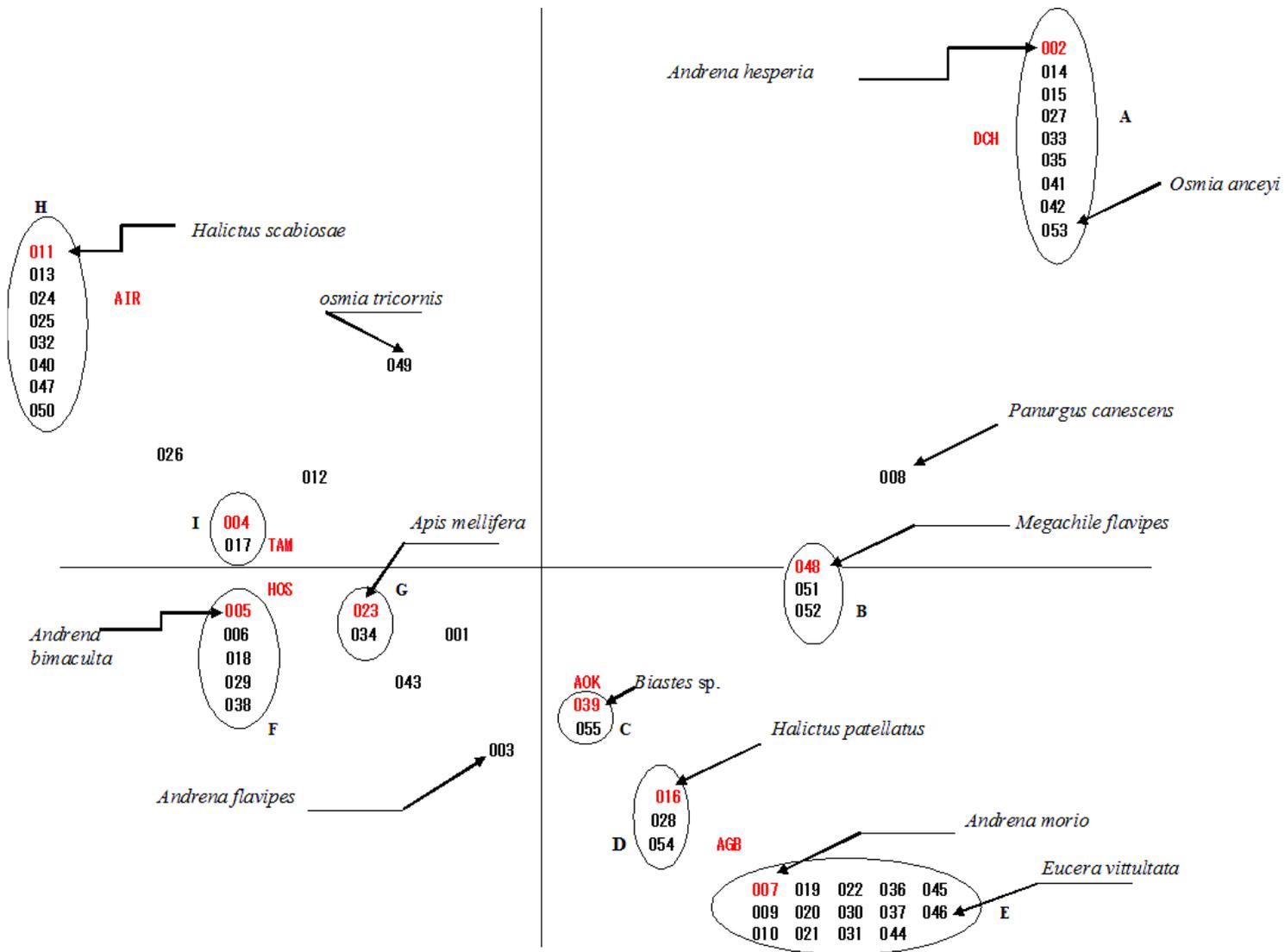


Fig. 29- Carte factorielle de la matrice présence-absence des différentes espèces d'apoïdes dans les six stations d'étude de la région de Djelfa entre 2003 et 2010

3.2. – Éthologie du peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique

Dans ce volet l'évolution mensuelle et journalière du nombre d'abeilles dans le milieu steppique est exposée.

3.2.1. – Évolution mensuelle des effectifs du peuplement d'apoïdes dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010

Les variations mensuelles du nombre d'abeilles dans les six stations d'étude sont mentionnées dans le tableau 21.

Tableau 21 - Variations mensuelles du nombre d'abeilles dans les six stations d'étude dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010

Mois Stations	II	III	IV	V	VI	VII	Totaux
Agraba		3	4	138	72	11	228
Haniet O.S.		22	486				508
Tamdit		170	144				314
Dar chioukh	7	10	26	76	116	8	243
Ain Rous			55	65	37		157
Aouket			48	175	30		253
Totaux	7	205	763	454	255	19	1703

Les dénombrements mensuels des abeilles dans les six stations d'étude montrent que l'effectif du peuplement d'apoïdes varie au cours des périodes d'échantillonnage (Tab. 21). Ainsi, c'est la période allant de mars jusqu'en juin où les effectifs les plus élevés sont constatés. En mars, ce sont les vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem (486 individus) et les parcelles de fève à Tamdit (170 individus) où les nombres d'abeilles capturés sont élevés (Fig. 30). Dans le milieu naturel d'Agraba l'effectif du peuplement d'apoïdes a atteint en mai 138 individus pour régresser en juillet à 11 individus. Au sein des milieux naturels de Dar Chioukh et d'Aouket, les captures les plus importantes sont faites en mai (175 individus) et en juin (116 individus). Durant les trois mois d'investigation dans le champ de tomate à Ain

Rous le peuplement d'abeilles a atteint son apogée en mai avec 65 individus. Au cours des mois de février et de juillet, les nombres d'abeilles capturées oscillent entre 7 et 11 individus selon les stations (Fig. 30).

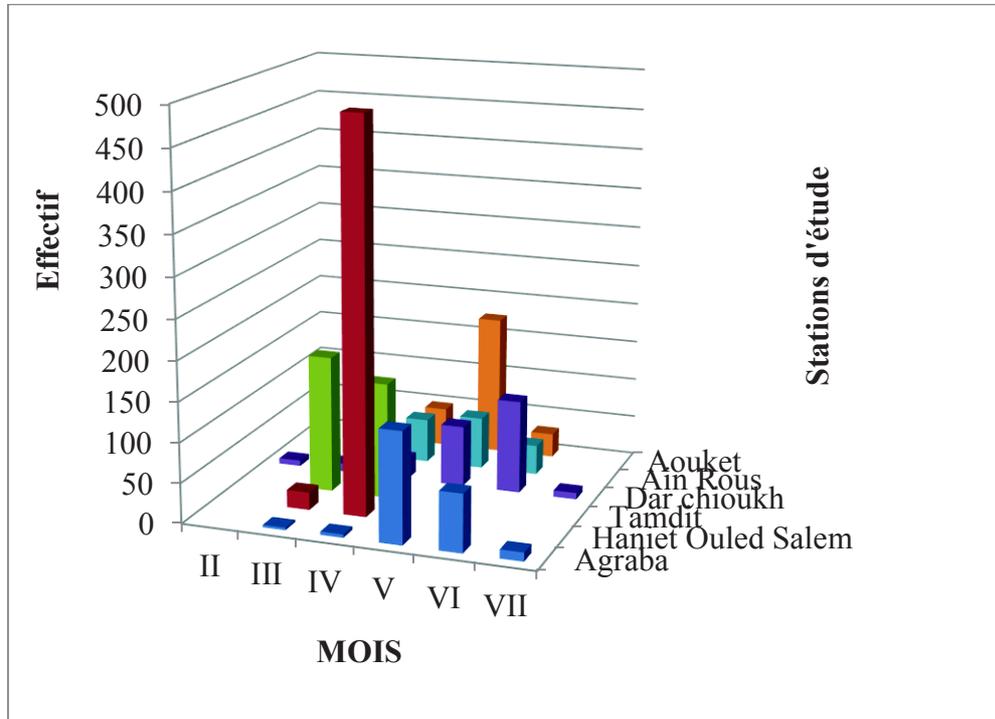


Fig. 30 - Variations mensuelles du nombre d'abeilles dans les six stations d'étude dans la région de Djelfa entre 2003 et 2010

3.2.2. – Activité journalière du peuplement d'apoïdes en milieu steppique

Dans cette partie le suivi de l'activité journalière des abeilles dans les stations d'étude est détaillé.

3.2.2.1. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

A Haniet Ouled Salem les abeilles commencent à être observées pendant la journée à partir de 9h (Fig. 31). Le pic de l'intensité de l'activité journalière du peuplement d'apoïdes est atteint entre 11h et midi. Cette intensité se diminue vers 14h et reste stationnaire jusqu'à 15h avant de régresser pour atteindre un niveau bas à 18h. L'activité des abeilles

pendant la journée dans les vergers d'abricotiers et de pruniers en mars et avril 2008 s'achève vers 19h avec une hausse légère du nombre d'abeilles (Fig. 31).

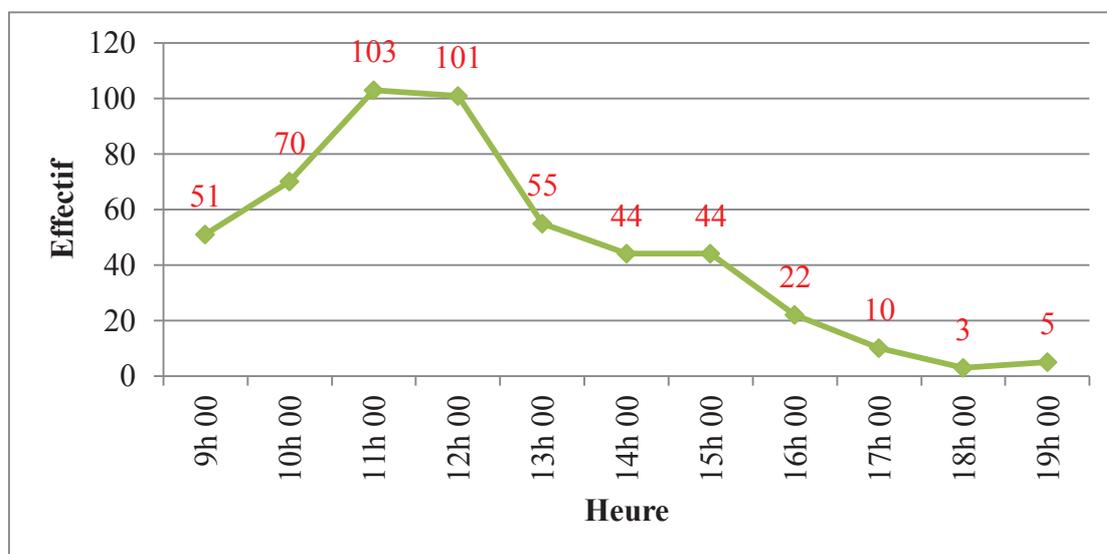


Fig. 31 – Évolution du nombre d'abeilles pendant la journée dans les vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

D'une manière générale les familles d'abeilles dans les vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en mars et avril 2008 possèdent des horaires d'activité journalière d'une façon séparée. Bien que la première apparition des quatre familles d'apoïdes à Haniet Ouled Salem s'établit à 9h, ce sont les Apidae vers midi qui montrent une intensité d'activité journalière la plus élevée et restent les derniers à disparaître (19h) (Fig. 32).

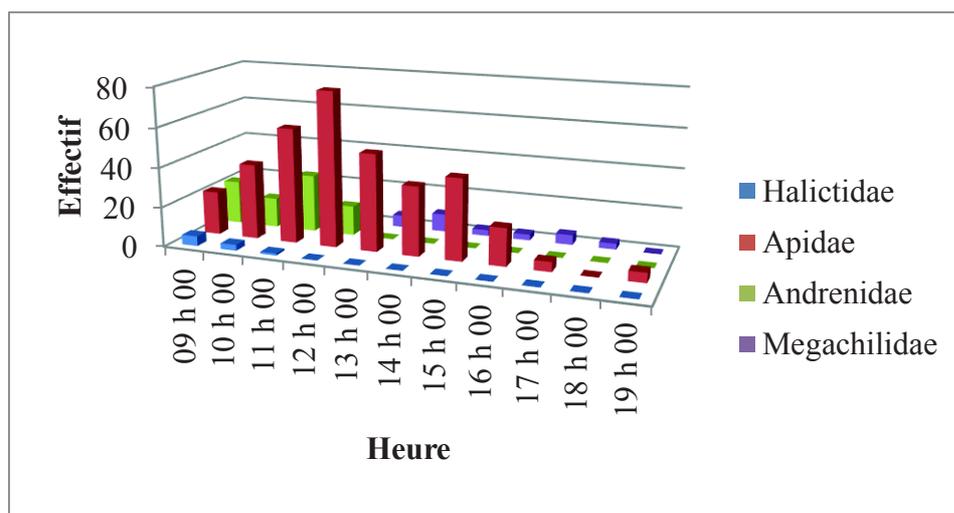


Fig. 32 – Activité journalière des familles d'abeilles pendant la journée dans les vergers d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem en 2008

La famille des Halictidae représentée par la seule espèce *Halictus constantinensis* est la plus nombreuse à 9h et elle est la première à quitter les vergers à midi. En apparaissant avec un effectif très élevé à midi les andrènes se retirent par la suite vers 13h. Au sujet des mégachiles, représentés seulement par *Osmia tricornis*, intensifient leur activité vers 11h et demeurent présents avec les apidés jusqu'à 18h avant de disparaître à 19h (Fig. 32).

3.2.2.2. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

Le peuplement d'apoïdes dans les parcelles de fève de Tamdit débute son activité journalière dès 8h (Fig. 33). L'importance numérique du peuplement est enregistrée vers 10h. Les abeilles continuent à se retrouver dans les parcelles de fève d'une manière décroissante pour achever leur activité journalière à 16h (Fig. 33).

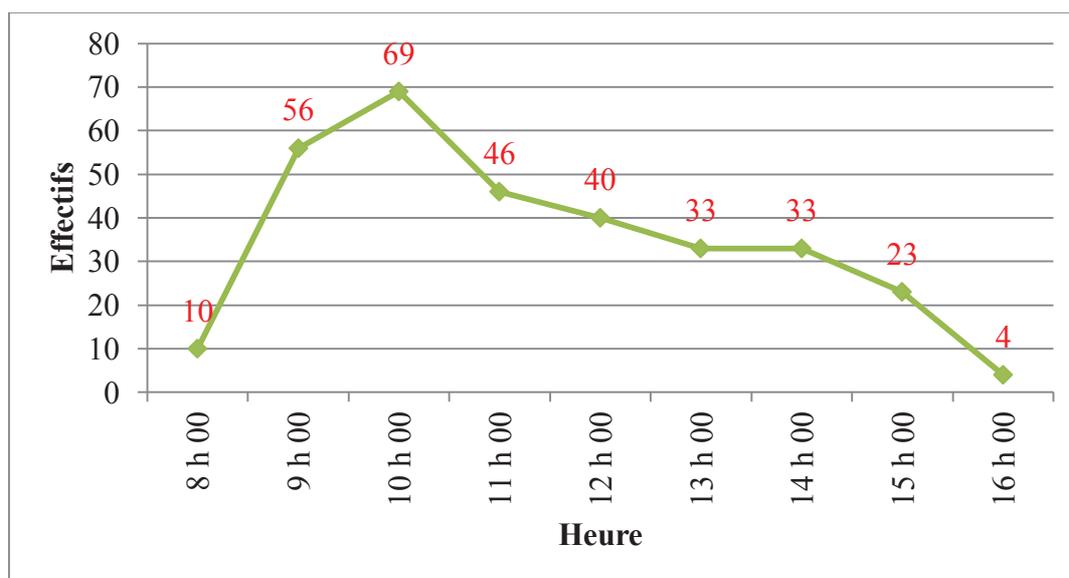


Figure 33 – Évolution du nombre d'abeilles pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

Parmi les familles d'apoïdes, ce sont les Apidae qui se manifestent les premières vers 8h (Fig. 34). Les Andrenidae avec *Andrena biskrensis* et les Megachilidae avec *Osmia tricornis* débutent ensuite leur activité journalière à 9h accompagnées par les Halictidae comme *Lasioglossum bimaculatum* à partir de 10h. Pour ce qui est de l'intensité de l'activité journalière des familles d'abeilles dans les parcelles de fève, ce sont les Apidae qui deviennent les plus nombreuses à 9h. Mais, elles s'absentent à midi pour réapparaître de

nouveau vers 13h et continuer à s'activer jusqu'à 16h. L'abeille représentant les Halictidae se montre abondamment à 10h. Elle achève tôt son activité pendant la journée et se retire la première vers midi. Ensuite se sont les Andrenidae qui disparaissent vers 13h en affichant une activité plus au moins accrue à 10h suivis par les Megachilidae qui atteignent un pic vers midi avant de se retirer des parcelles de fève à 14h (Fig. 34).

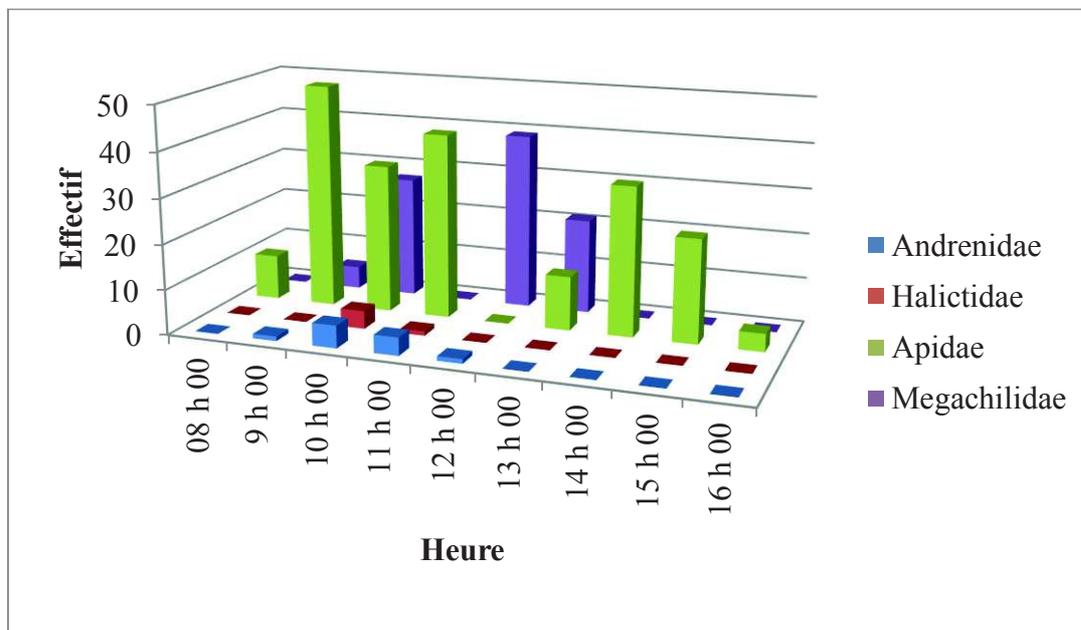


Figure 34 – Activité journalière des familles d'abeilles pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

3.2.2.3. - Activité journalière du peuplement d'apoïdes dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

En 2003, de février à juillet l'activité de butinage des abeilles dans le milieu naturel de Dar chioukh s'observe tôt le matin. D'une manière générale et selon les journées d'échantillonnage durant la période allant de février à juillet, les abeilles apparaissent dans la nature au plus tôt à 7h (Fig. 35).

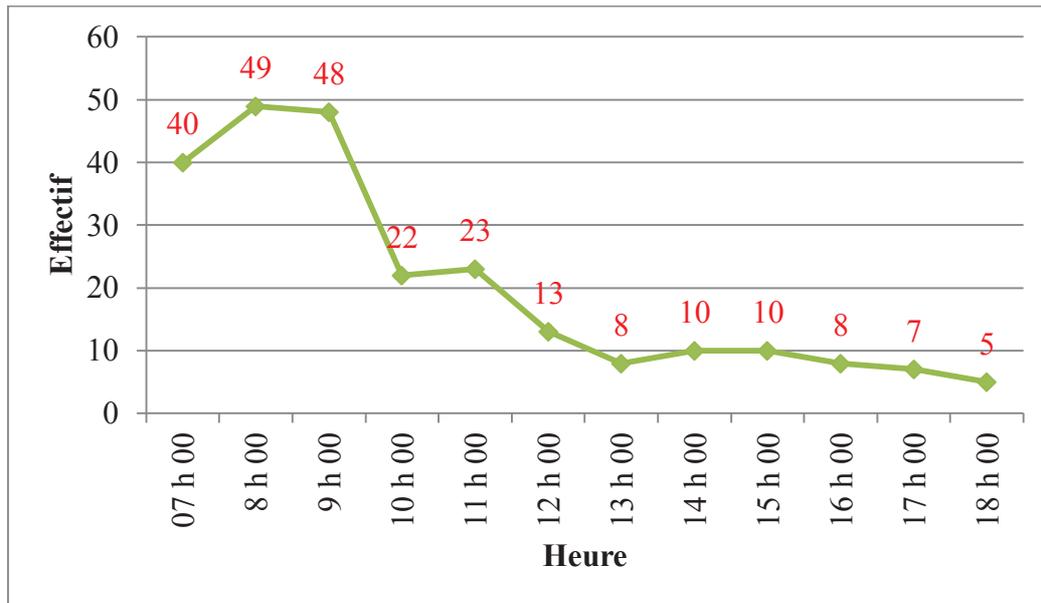


Figure 35 – Évolution du nombre d'abeilles pendant la journée dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

Leur activité s'intensifie durant les matinées entre 8 et 9h avec un nombre d'individus le plus élevé (Fig. 35). Cette activité demeure constante entre 10 et 11h, puis elle régresse progressivement à partir de l'après-midi jusqu'à 18h.

Les familles du peuplement d'apoïdes dans le milieu naturel de Dar chioukh montrent quant à elles des horaires d'activités journalières distinctes. En effet, à 7h ce sont les Andrenidae, les Halictidae et les Apidae qui commencent tôt leur butinage. De leur côté les Megachilidae apparaissent vers 9h (Fig. 36). Par la suite, les halictides se retirent à 11h et les andrènes disparaissent vers 13h. Quant aux apidés elles poursuivent leur activité durant la période d'échantillonnage de 7h à 18h. L'activité journalière des mégachiles fluctue d'une heure à l'autre. Ces derniers s'éclipsent à midi, réapparaissent à 15h pour enfin arrêter leur activité vers 18h (Fig. 36). Les nombres d'individus des familles d'abeilles pendant la journée varient d'une heure à l'autre. Distinctivement ce sont les apidés qui enregistrent le nombre d'individus le plus élevé entre 8h et 9h, suivis par les Halictidae qui intensifient leur activité vers 9h. Pour leur part les andrènes accentuent leur activité tôt le matin (7h). Quoique le nombre des mégachiles pendant la journée reste faible, c'est au début de la matinée que leur activité se renforce (10h) (Fig. 36).

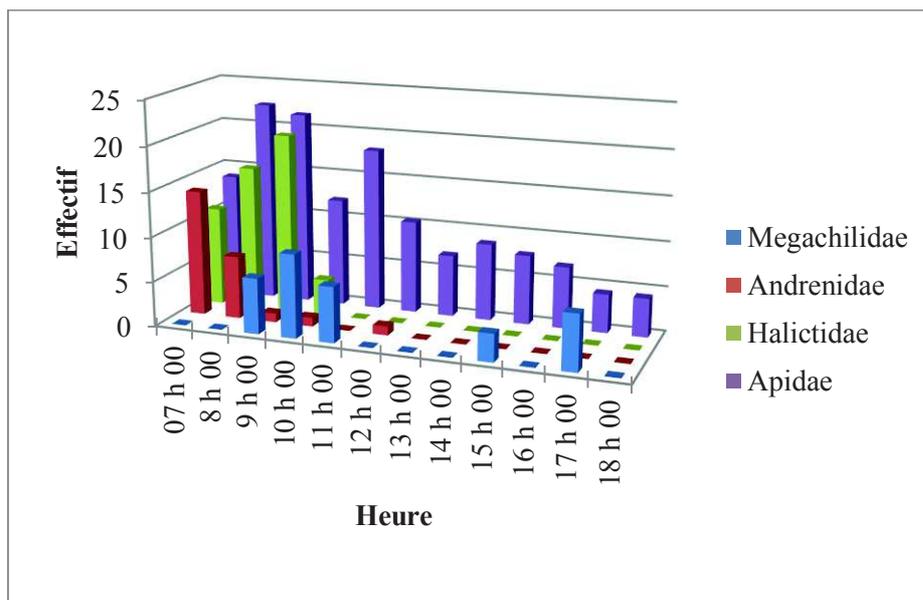


Fig. 36 – Activité journalière des familles d’abeilles dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

3.2.2.4. - Activité journalière du peuplement d’apoïdes dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010

Les abeilles pendant la journée dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010, s’observent de 7 à 17h (Fig. 37). Les apoïdes intensifient leur activité journalière entre 8h et 10h et la diminuent à midi pour la relancer ensuite entre 13h et 15h. C’est vers 17h que le peuplement d’apoïdes décline (Fig. 37).

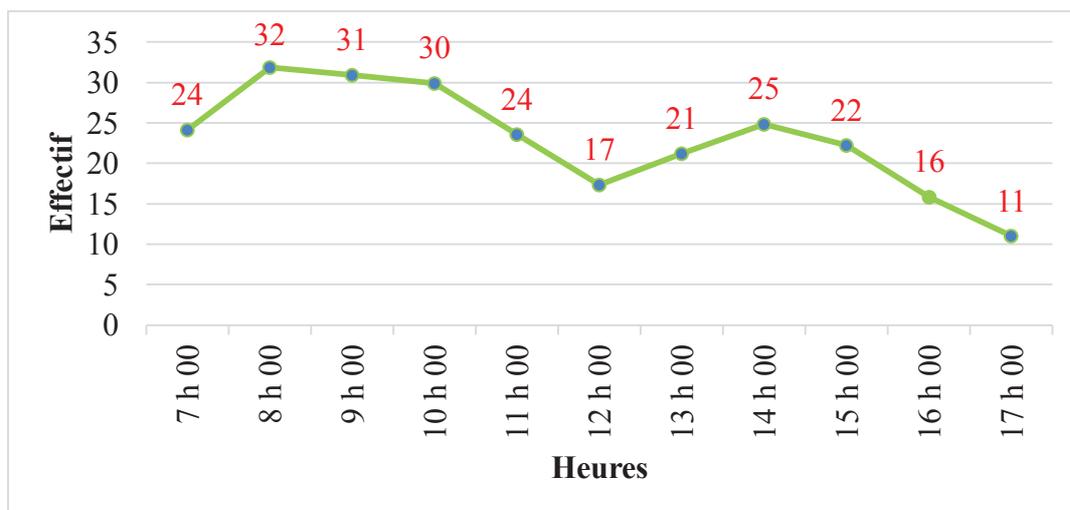


Fig. 37 – Évolution du nombre d’abeilles pendant la journée dans le périmètre naturel d’Aouket en 2010

Dans le périmètre naturel d'Aouket les apparitions des familles d'abeilles sont presque synchrones, exception faite pour les andrènes qui sont énumérés en grand nombre tôt le matin (7h) et qui quittent les premières la station à 13h. Les autres familles continuent à s'activer jusqu'à 17h (Fig. 38). Les Halictidae disparaissant entre 9h et 10h et réapparaissent entre 11h et midi, s'absentent à 13h, reviennent entre 14h et 15h, disparaissent vers 16h pour enfin revenir pour reprendre leur activité jusqu'à 17h (Fig. 38).

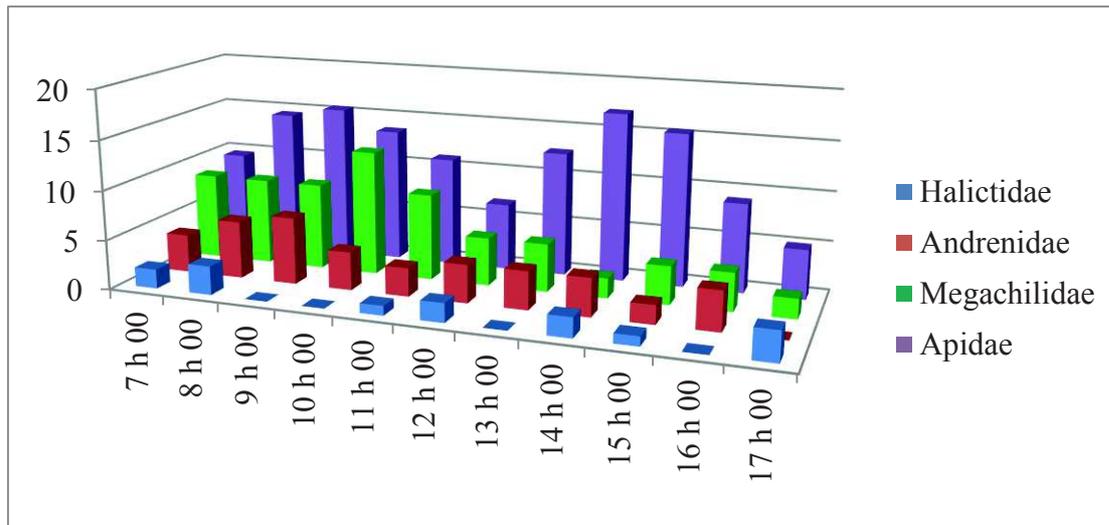


Fig. 38 – Activité journalière des familles d'abeilles pendant la journée dans le périmètre naturel d'Aouket en 2010

3.2.3.- Activité journalière de quelques espèces d'Apoïdes dans le milieu steppique

L'activité journalière de quelques espèces dans les stations d'étude en milieu steppique est mentionnée.

3.2.3.1.- Activité journalière d'*Andrena haemorrhoa messadensis* et d'*Apis mellifera* dans le verger d'abricotiers et de pruniers

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers la nouvelle sous-espèce d'Andrenidae *Andrena haemorrhoa messadensis* est vue à partir de 9h et disparaît vers midi (Fig. 39). Quoique le nombre des individus du spécimen après l'échantillonnage dans le verger atteint 30, l'espèce intensifie son activité à midi (13 individus) pour s'absenter ensuite (Fig. 39).

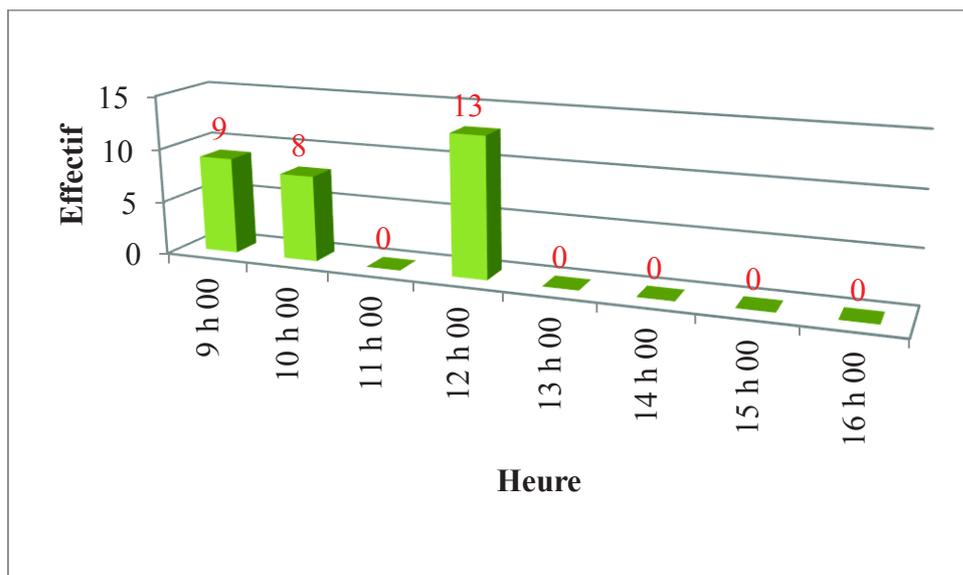


Fig. 39 – Activité journalière d’*Andrena haemorrhoa messadensis* pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers en 2008

Quant à l’abeille domestique (*Apis mellifera*), elle est présente pendant toute la journée dans le verger d’abricotiers et de pruniers. Son activité de butinage commence vers 8h et s’arrête à 19h (Fig. 40). Il est à remarquer que c’est vers 9h que l’abeille montre la plus forte activité avec un nombre de 22 individus. Cette intensité journalière diminue l’après-midi pour se relever entre 17 et 19h (Fig. 40).

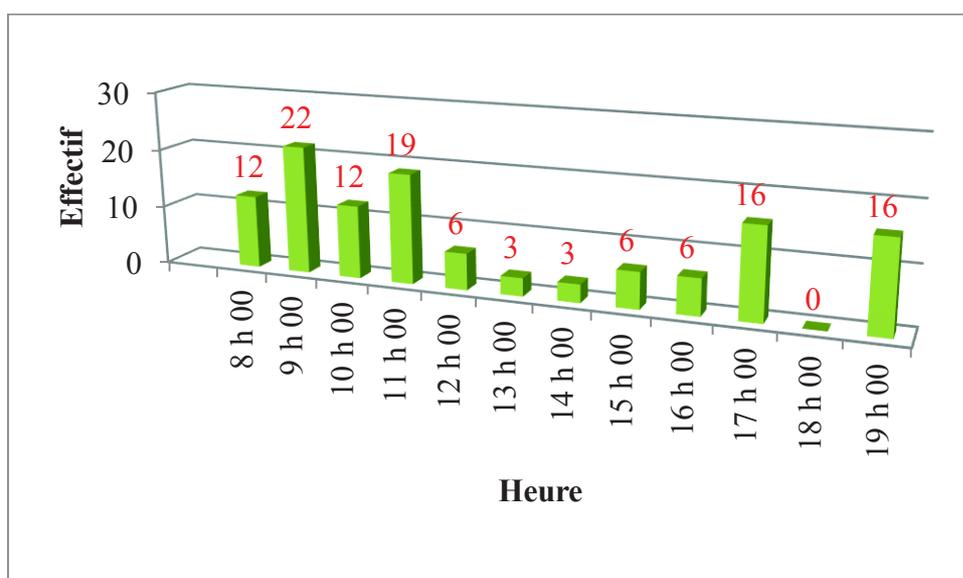


Fig. 40 – Activité journalière d’*Apis mellifera* pendant la journée dans les vergers d’abricotiers et de pruniers en 2008

3.2.3.2.- Activité journalière d'*Apis mellifera* pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

A Tamdit, dans les parcelles de fève, durant les mois de mars et d'avril, l'abeille domestique débute son butinage à 8h avec des effectifs qui fluctuent pendant toute la journée (Fig. 41). En effet, *Apis mellifera* intensifie son activité de butinage vers 9h, disparaît à midi et réapparaît vers 13h pour achever son travail de butinage vers 16h (Fig. 41).

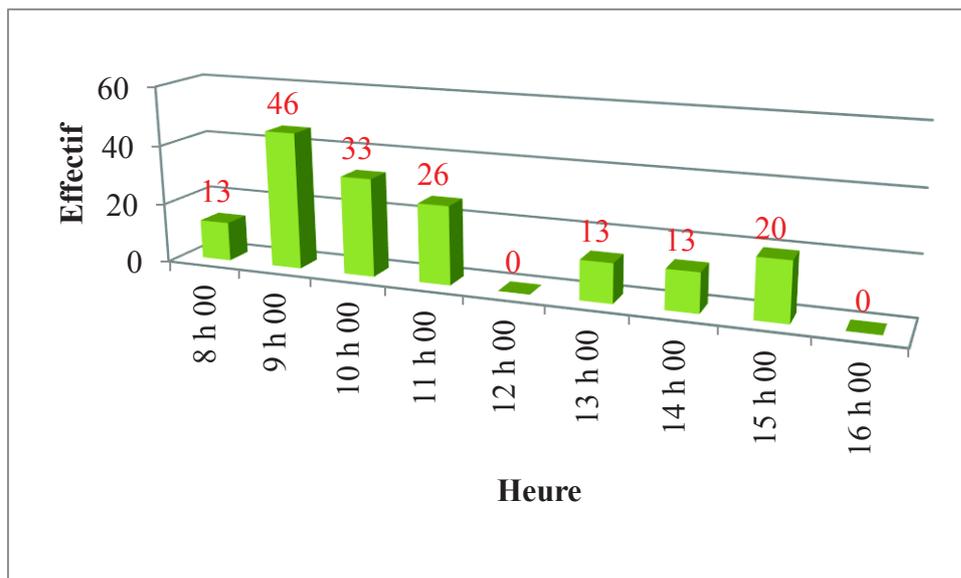


Fig. 41 - Activité journalière d'*Apis mellifera* pendant la journée dans les parcelles de fève à Tamdit en 2005

3.2.3.3.- Activité journalière de *Panurgus canescens* d' *Halictus senilis* et d'*Anthophora retusa* dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

Dans le milieu naturel de Dar Chioukh, l'abeille Panurginae (*Panurgus canescens*) s'active dès 7h avec un effectif de 11 individus (Fig. 42). Par la suite, elle se raréfie, puis s'absente à 11h pour se retirer définitivement vers 13h (Fig. 42).

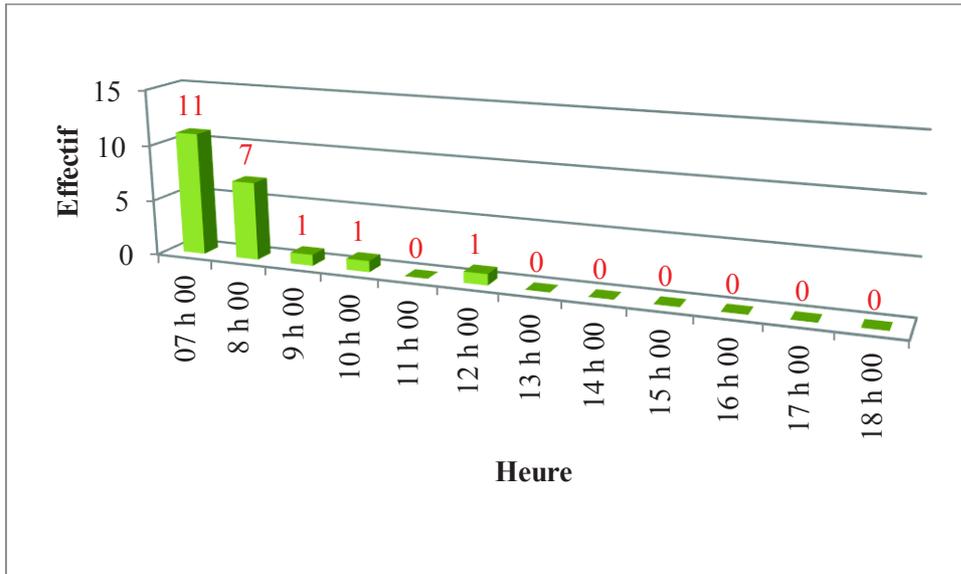


Fig. 42 - Activité journalière de *Panurgus canescens* dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

Pour *Halictus senilis*, l'activité journalière dans le milieu naturel de Dar Chioukh est très courte en comparaison avec celles des autres spécimens du peuplement d'apoïdes. Le butinage par cette Halictidae commence à 7h, s'intensifie à 9h et s'arrête très tôt à 11h (Fig. 43).

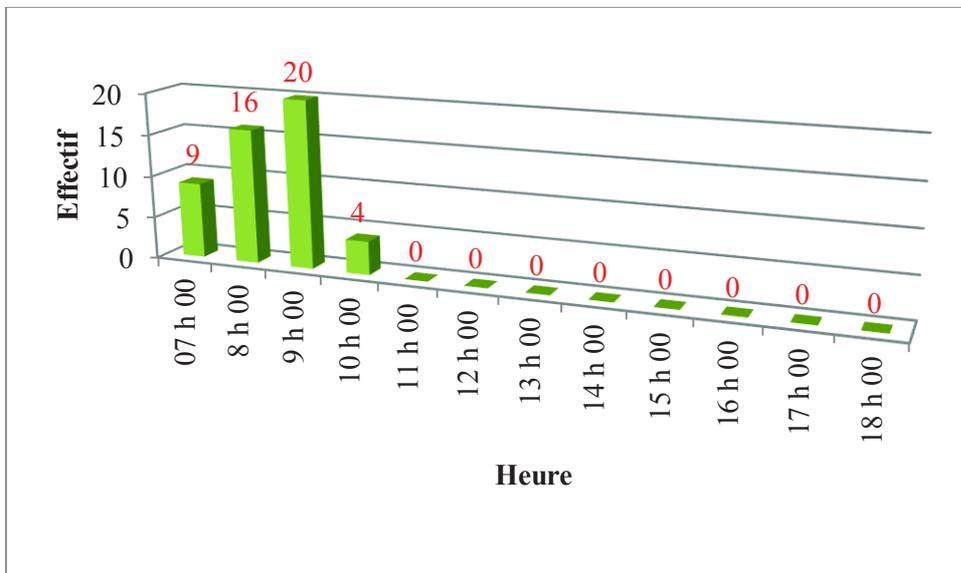


Fig. 43 - Activité journalière d' *Halictus senilis* dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

L'Anthophorini (*Anthophora retusa*) dans le milieu naturel de Dar Chioukh demeure active pendant la journée. Bien que son apparition soit modeste vers 7h, cette espèce intensifie ses apparitions entre 8 et 9h pour régresser en nombre vers la fin de la journée à 18h (Fig. 44).

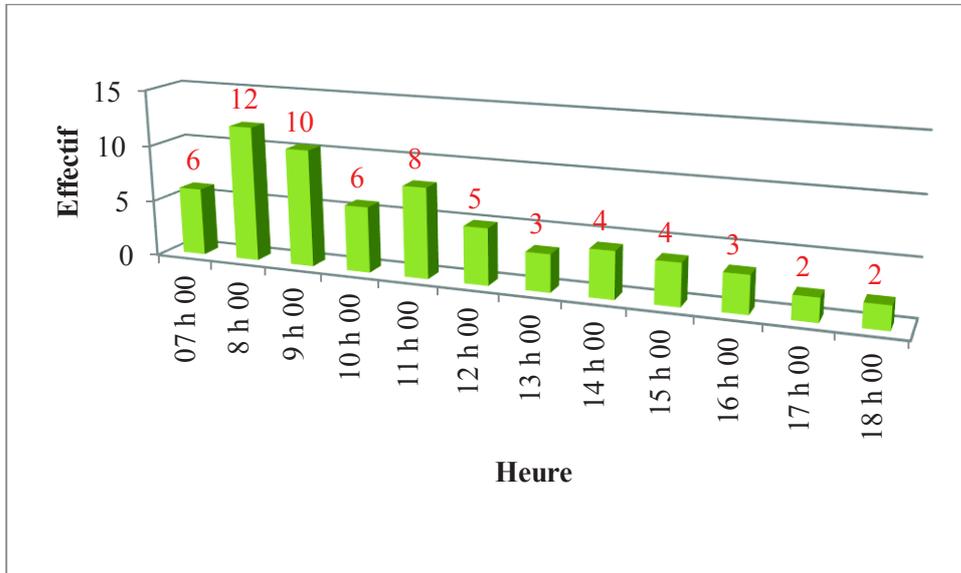


Fig. 44 - Activité journalière d'*Anthophora retusa* dans le milieu naturel de Dar Chioukh en 2003

3.3.- Phénologie des plantes cultivées et densité des abeilles dans les milieux cultivés

La phénologie des plantes cultivées et l'estimation des densités des abeilles sur les fleurs de *vicia faba*, de *Solanum lycopersicum* et sur celles de *Prunus* est exposée.

3.3.1.- Floraison de *Vicia faba*

La floraison de *Vicia faba* en 2005 débute au cours de la première semaine du mois de mars. La floraison maximale de la fève s'est étalée entre les 12 et 18 mars (Fig. 45).

3.3.2.- Densité des abeilles dans le champ de *Vicia faba*

Les observations effectuées lors de la floraison de *Vicia faba* ont montré que les apoïdes qui butinent les fleurs sont notamment des espèces appartenant aux Andrenidae, aux Apidae et aux Megachilidae (Tab. 22).

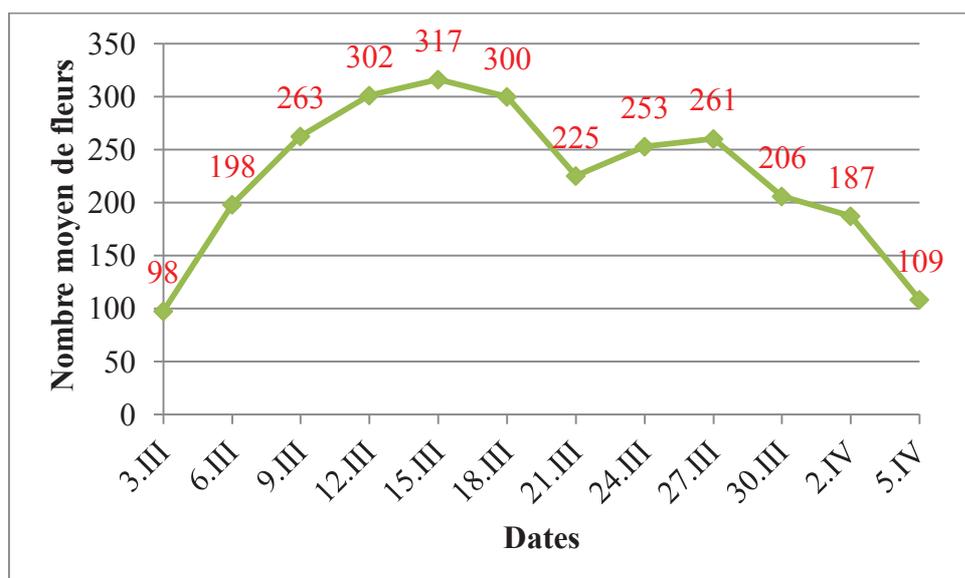


Fig. 45– Phénologie des fleurs de *Vicia faba* en 2005

Tableau 22 - Nombres moyens et pourcentages des pollinisateurs par 100 fleurs de *Vicia faba* pendant la floraison en 2005

Familles	Espèces	N. pollinisateurs /100 fleurs	Pourcentages
Andrenidae	<i>Andrena biskrensis</i>	5	3,60
	<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	2	1,44
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	73	52,52
	<i>Eucera notata</i>	6	4,32
	<i>Anthophora fulvitaris</i>	4	2,88
	<i>Nomada fulvicornis</i>	8	5,76
Megachilidae	<i>Osmia tricornis</i>	41	29,50
Totaux	7	139	100

N. : Nombres

La famille des Halictidae n'est pas représentée. Les densités des abeilles par 100 fleurs illustrent toutefois une estimation approchée puisque les butineuses sont dispersées sur quelques fleurs seulement. Parmi les pollinisateurs de la fève, les espèces notées sont *Apis mellifera* avec 73 abeilles et *Osmia tricornis* avec 41 individus qui totalisent, ensemble le nombre élevé de visites. Les autres abeilles sont beaucoup moins fréquentes, chacune notée entre 2 et 8 fois (Tab. 22).

3.3.3. - Phénologie de *Solanum lycopersicum*

L'étude de la phénologie de *Solanum lycopersicum* en 2006 montre que la floraison a eu lieu entre 28 avril et le 2 juillet. Les maxima des nombres moyens des fleurs sont enregistrés entre le 22 mai et le 10 juin (Fig. 46).

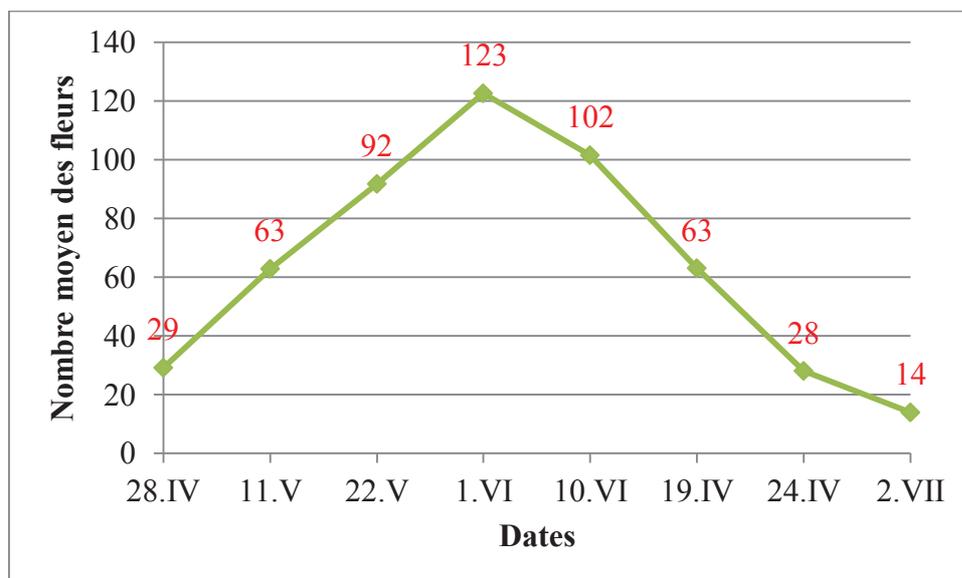


Fig. 46 – Phénologie des fleurs de *Solanum lycopersicum* en 2006

3.3.4. - Densité des abeilles dans le champ de *Solanum lycopersicum*

Lors de la floraison de la tomate, le butinage des espèces appartenant aux Andrenidae, aux Halictidae, aux Apidae et aux Megachilidae est noté (Tab. 23).

Par ailleurs le nombre moyen de visites par 100 fleurs, le plus élevé est celui d'*Apis mellifera* avec 41 visites, d'*Andrena fuscosa* avec 25 visites, autant pour *Halictus rufipes* (25), et de *Nomada italica* (22). Les autres espèces d'apoïdes interviennent moins dans le champ de tomaten soit entre 11 et 19 visites en moyenne chacune (Tab. 23).

Tableau 23- Nombres moyens des pollinisateurs par 100 fleurs de *Solanum lycopersicum* pendant la floraison en 2006

Familles	Espèces	N. pollinisateurs /100 fleurs	Pourcentages
Andrenidae	<i>Andrena fuscosa</i>	25	10,08
Halictidae	<i>Halictus scabiosae</i>	16	6,45
	<i>Halictus rufipes</i>	25	10,08
	<i>Halictus fulvipes</i>	19	7,66
	<i>Apis mellifera</i>	41	16,53
	<i>Anthophora meridionalis</i>	16	6,45
	<i>Anthophora quadrimaculata</i>	13	5,24
Apidae	<i>Anthophora fulvitaris</i>	11	4,44
	<i>Cubitalia parvicornis</i>	14	5,65
	<i>Nomada italica</i>	22	8,85
	<i>Megachile centuncularis</i>	14	5,65
Megachilidae	<i>Osmia tricornis</i>	19	7,66
	<i>Osmia latreillei</i>	13	5,24
Totaux	13	248	100

N. : Nombres moyens

3.3.5. - Phénologie des fleurs dans le verger d'abricotiers et de pruniers

La floraison dans le verger d'abricotiers et de pruniers en 2008 débute à la troisième décennie de mars et s'achève le 11 avril. La floraison maximale est enregistrée entre le 26 mars et le 1 avril (Fig. 47).

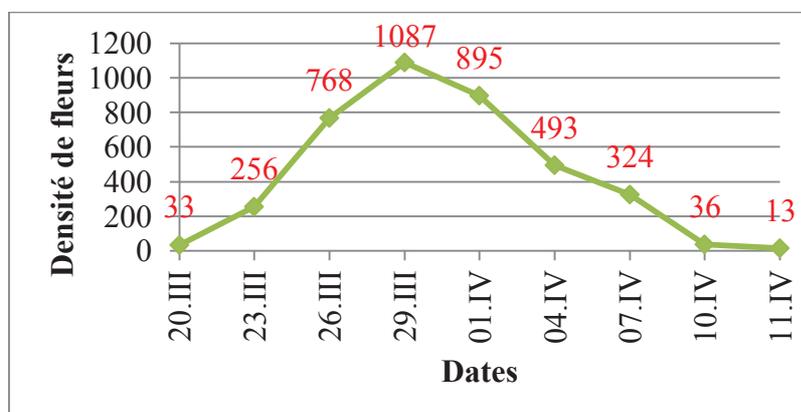


Fig. 47 – Phénologie des fleurs dans le verger d'abricotiers et de pruniers en 2008

3.3.6.- Densité des pollinisateurs estimée à l'hectare dans le verger d'abricotiers et de pruniers

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers en fleurs, ce sont notamment des Andrenidae, des Halictidae, des Apidae et des Megachilidae qui sont observées en train de butiner (Tab. 24).

Tableau 24- Densité des pollinisateurs à l'hectare dans le verger d'abricotiers et de pruniers en 2008

Familles	Espèces et sous-espèces	D. des abeilles/ ha	Pourcentages
Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i>	63	5,75
	<i>Andrena bimaculata</i>	47	4,29
	<i>Andrena haemorrhoea messaadensis</i>	65	5,94
Halictidae	<i>Halictus constantinensis</i>	19	1,74
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	261	23,84
	<i>Anthophora pubescens</i>	95	8,68
	<i>Eucera notata</i>	110	10,05
	<i>Anthophora fulvitaris</i>	157	14,34
	<i>Amegilla</i> sp.	112	10,23
	<i>Nomada fulvicornis</i>	19	1,74
Megachilidae	<i>Osmia tricornis</i>	147	13,42
Totaux	11	1095	100

D : Densité des abeilles / ha

La densité des abeilles estimée à l'hectare montre nettement la supériorité des Apidae par rapport aux autres familles. En effet, *Apis mellifera* est la plus fréquente avec 261 individus par hectare, suivie par *Anthophora fulvitaris* avec 157 individus, *Amegilla* sp. (112), *Eucera notata* (110), *Eucera notata* (95) et *Anthophora pubescens* (95). Au deuxième rang le Megachilidae *Osmia tricornis* dresse aussi une densité élevée avec 147 individus par hectare. Quant aux densités des espèces d'Andrenidae et de Halictidae, elles demeurent faibles (Tab. 24).

3.4.- Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate

L'étude de l'effet de la pollinisation par les apoïdes sur le rendement de la tomate lors de la floraison de 2006, montre que la présence de pollinisateurs améliore visiblement le rendement de la culture (Tab. 25). Le poids moyen par plant et le poids moyen du fruit des quadrats libres sont presque deux fois plus élevés que ceux des quadrats encagés. En comptant le nombre moyen de pépins par fruit il apparaît que celui des tomates libres est supérieur à ceux des quadrats encagés. Pour le calibre moyen du fruit, celui de la tomate libre dépasse presque de 2 cm le calibre des fruits encagés. De ce fait la production à l'hectare de la tomate des quadrats libres est plus élevée que celle des tomates des quadrats encagés (Tab. 25).

Tableau 25 - Rendement moyen de *Solanum lycopersicum* dans les quadrats libres et encagés pendant la floraison de 2006

Critères	Tomates libres	Tomates encagées
Poids moyen /Plant (grammes)	2270,86 ± 585,79	1208,8±411,67
Poids moyen du fruit (grammes)	133,58±8,03	75,55±7,30
Nombre moyen de pépins/fruits	164,91±9,91	149,75±14,72
Taille moyenne de fruits (cm)	5,99±0,36	4,00±0,39
Poids moyen /Quadrat (grammes)	4541,72± 812,53	2417,6± 700,62
Poids moyen / ha (Qx)	454,172	241,76

Par ailleurs du point de vue du gain de rendement en tomates, l'effet de la pollinisation montre une nette amélioration. Le gain du rendement est calculé de la façon suivante

$$\frac{(\text{Rendement du quadrat libre} - \text{Rendement du quadrat encagé})}{\text{Rendement du quadrat libre}} \times 100$$

De ce fait le gain du poids moyen du fruit est de 43,4 %, le gain du nombre moyen de pépins égale à 43,4 % et le gain du poids moyen à l'hectare atteint 46,8 % (Tab.25).

Tableau 26 – Gains moyens du rendement de la tomate des quadrats libres en 2006

Gain du nombre moyen de pépins (%)	9,19
Gain du poids moyen du fruit (%)	43,44
Gain du poids moyen / ha (Qx) (%)	46,77

3.5.- Efficacité pollinisatrice des abeilles dans les milieux cultivés

L'efficacité pollinisatrice des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem et dans le champ de fève à Tamdit est exposée. La vitesse de butinage de certaines espèces observées sur les fleurs est notée. L'efficacité pollinisatrice des abeilles est démontrée par le nombre de fleurs visitées par minute.

3.5.1. - Efficacité pollinisatrice dans le verger d'abricotiers et de pruniers

Il est à constater que la vitesse de butinage est différente d'une espèce à une autre (Tab. 27).

Tableau 27 - Nombre de fleurs visitées par minute par certaines espèces d'abailles dans le verger d'abricotiers et de pruniers

Espèces	Nombre d'individus observés	Vitesse de butinage (Fleurs /minute)
<i>Andrena bimaculata</i>	22	10,56 ± 2,87
<i>Andrena flavipes</i>	29	10,70 ± 2,22
<i>Andrena haemorrhoa messadensis</i>	10	7,16 ± 1,60
<i>Anthophora fulvitaris</i>	30	7,35± 1,96
<i>Eucera notata</i>	24	12,06± 1,86
<i>Anthophora pubescens</i>	11	8,33± 1,96
<i>Apis mellifera</i>	57	13,68± 2,59
<i>Halictus constantinensis</i>	9	7,66± 2,08
<i>Osmia tricornis</i>	56	12,52± 2,17

Les abeilles qui détiennent les vitesses de butinage les plus élevées et donc plus fréquentes à visiter les fleurs que d'autres sont *Apis mellifera* ($13,68 \pm 2,59$ f/m), *Osmia tricornis* ($12,52 \pm 2,17$ f/m) et *Eucera notata* ($12,06 \pm 1,86$ f/m). En deuxième lieu les espèces dont la vitesse de butinage dépasse les 10 f/m, sont *Andrena flavipes* ($10,70 \pm 2,22$ f/m) et *Andrena bimaculata* ($10,56 \pm 2,87$ f/m). Le troisième groupe d'abeilles considéré comme espèces lentes comprend *Anthophora pubescens* ($8,33 \pm 1,96$ f/m), *Halictus constantinensis* ($7,66 \pm 2,08$ f/m), *Anthophora fulvitaris* ($7,35 \pm 1,96$ f/m) et enfin *Andrena haemorrhoa messadensis* qui est la moins rapide avec une vitesse de $7,16 \pm 1,60$ fleurs par minute (Tab. 27).

3.5.2.- Efficacité pollinisatrice dans le champ de fèves

D'une manière générale, il est à constater que les vitesses de butinage dans le champ de fèves sont plus faibles que celles mentionnées dans le verger d'abricotiers et de pruniers (Tab. 28).

Tableau 28 - Nombre de fleurs visitées par minute par certaines espèces d'abeilles dans le champ de fèves

Espèces	Nombre d'individus observés	Vitesse de butinage (Fleurs /minute)
<i>Anthophora fulvitaris</i>	9	$4,04 \pm 1,02$
<i>Eucera notata</i>	14	$5,81 \pm 0,98$
<i>Apis mellifera</i>	64	$7,23 \pm 1,10$
<i>Osmia tricornis</i>	12	$5,33 \pm 1,36$

L'abeille domestique *Apis mellifera* fait preuve de visites les plus fréquentes avec une moyenne de $7,23 \pm 1,10$ f/m. Les autres espèces d'abeilles sauvages faisant partie des Anthophorini comme *Anthophora fulvitaris* ($4,04 \pm 1,02$ f/m) ainsi que l'Eucerini *Eucera notata* ($5,81 \pm 0,98$ f/m) ont des vitesses de butinage plus faibles. L'abeille *Osmia tricornis* butine en moyenne $5,33 \pm 1,36$ de fleurs/minute. Elle est plus rapide dans le verger d'abricotiers et de pruniers avec une vitesse de $12,52 \pm 2,17$ f/m.

Chapitre 5 :
Discussions

CHAPITRE IV – Discussions

Les discussions porteront sur la composition du peuplement de la faune apoïdienne et le nombre de taxons répertoriés en milieu steppique, sur les espèces nouvelles cataloguées pour la faune d'Algérie, sur l'abondance relative de la faune globale dans les six stations d'étude et sur l'activité mensuelle et journalière du peuplement d'apoïdes dans les milieux naturels et cultivés. Il est aussi discuté de la diversité des abeilles pollinisatrices en milieux cultivés, de l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate et de l'efficacité pollinisatrice des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers.

4.1.- Discussions sur la composition du peuplement de la faune apoïdienne et le nombre de taxons répertoriés en milieu steppique

Les investigations durant les années 2003, 2005, 2006, 2008 et 2010 dans le milieu steppique ont permis la mise en évidence de quatre familles d'Apoïdes, celles des Apidae, des Halictidae, des Megachilidae et des Andrenidae. Ces familles sont celles citées par LOUADI et DOUMANDJI (1998a), LOUADI (1999a; 1999b), BENACHOUR (2008) et par BENDIFALLAH *et al.* (2010). Selon une étude sur la pollinisation de plantes cultivées dans la région de Tizi-Ouzou AOUAR-SADLI *et al.* (2008) citent la présence des Apidae et des Halictidae sur *Vicia faba*. Par ailleurs les travaux de LOUADI *et al.* (2007a, 2007b) à Constantine, les investigations menées par LOUADI *et al.* (2008) dans le Nord-Est algérien et la distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages à travers les régions du Nord-Ouest d'Algérie établie par BENDIFALLAH *et al.* (2014) ont mis en évidence en plus des familles suscitées dans le milieu steppique, celles des Colletidae et des Melittidae. Selon LOUADI (1999a) l'absence de ces deux familles relève probablement de l'échantillonnage qui a été effectué au printemps et que les espèces appartenant aux deux familles volent beaucoup plus tardivement. Les deux familles ont été également mentionnées par BARBOUCHE (2010) lors d'un inventaire des apoïdes en Tunisie. En outre, dans l'ancienne littérature ALFKEN (1914) a répertorié quelques spécimens de la famille des Melittidae dans les régions d'Alger et de Médéa.

En termes d'espèces d'apoïdes listées par des auteurs dans des habitats à caractère steppique BANASZAK (2010) cite dans les terres basses steppiques de la Pologne orientale certaines espèces d'abeilles inventoriées dans le milieu steppique de Djelfa. Ce sont les Andrenidae *Andrena bimaculata*, *Andrena flavipes*, *Andrena haemorrhoa*, les Halictidae comme

Lasioglossum lativentre, *Lasioglossum subfasciatum*, *Lasioglossum xanthopus*, les Megachilidae avec *Osmia rufa*, *Megachile centuncularis*, et les Apidae comme *Anthophora pubescens*, *Anthophora retusa*, *Anthophora quadrimaculata*, *Eucera interrupta*, *Eucera longicornis*, *Nomada fulvicornis* et *Apis mellifera*. D'après une étude de l'écologie de la pollinisation de certaines plantes herbacées steppiques dans le Nord-Ouest de l'Afghanistan PESENKO *et al.* (1980) ont compté 297 individus d'abeilles répartis entre 32 espèces.

Dans le milieu steppique de Djelfa, 55 taxons d'apoïdes jusqu'à l'espèce sont déterminés. Parmi eux 3 taxons sont notés jusqu'à la sous-espèce. Quoique les périodes d'étude ne sont pas assez suffisantes pour décrire le niveau de la biodiversité du peuplement d'abeilles dans une région à bioclimat semi-aride à aride, il est tout à fait remarquable que le nombre de taxons est élevé dans une telle région. Selon MICHENER (1979) les abeilles semblent atteindre leur plus grande abondance, leur plus grand nombre d'espèces, et probablement le plus grand nombre de genres et de sous-genres, non pas sous les tropiques, mais plutôt dans les diverses régions, xériques chaudes et tempérées du monde. Dans le même sens, O'TOOLE et RAW (2004) notent que la plus grande diversité d'espèces d'apoïdes se trouve dans les zones sèches et chaudes entre autres celles du pourtour méditerranéen. D'après RASMONT *et al.* (1995) le Maghreb en général et l'Algérie en particulier présentent une diversité proche de celle de la Californie. L'Afrique du Nord illustre une diversité très élevée. En matière de biogéographie, au Sud de la Péninsule Ibérique, la frange septentrionale présaharienne du Maghreb montre également une diversification spécifique importante et un endémisme intéressant (PATINY, 2001). A travers une étude de la diversité et l'activité de butinage des abeilles dans une pelouse à Thérophytes de Constantine, LOUADI et DOUMANDJI (1998a) dénombrent 11 taxons d'apoïdes. Les investigations de LOUADI (1999a) dans la région de Constantine ont permis de recenser 56 taxons d'abeilles identifiés jusqu'à l'espèce et même à la sous-espèce. Selon cet auteur la région possède l'avantage d'être un bastion et un terroir pour une flore diversifiée avec un recouvrement végétal de 64 % et donc une source alimentaire et un habitat pour les abeilles nidifiant dans le sol et le bois.

Dans les localités à bioclimat semi-aride LOUADI *et al.* (2008) ont dénombré 46 espèces à Tébessa et 91 à Khenchela. En étudiant la diversité et l'activité pollinisatrice des abeilles sur certaines plantes cultivées, BENACHOUR (2008) fait état de 46 taxons dans la région de Constantine. D'après une étude de la variation géographique de la diversité des abeilles pollinisatrices au sein de l'écosystème naturel en Algérie, BENDIFALLAH *et al.* (2012) énumèrent 173 taxa de la faune apoïdienne dans trois zones bioclimatiques, subhumide (Blida et Rouïba), semi-aride (Boudouaou) et saharienne (Biskra). Dans le Sud de la Moravie

(Pologne) au sein de la steppe serpentine PŘIDAL et VESELÝ (2011) dénombrent un ensemble de 176 espèces d'abeilles y compris *Apis mellifera*.

4.2. - Discussions sur les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie

Les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie non signalées jusqu'à ce jour par les auteurs de la première moitié du XX^{ème} siècle et les auteurs algériens qui ont récemment conduit des recherches sur la Superfamille des Apoidea sont au nombre de 13 spécimens. D'après MICHENER (2007) le nombre d'espèces décrites d'abeilles en tenant compte de la synonymie pourrait bien être plus de 18.000 et de nouvelles espèces encore à trouver et à nommer va probablement dépasser le nombre de nouveaux synonymes reconnus.

Dans sa distribution *Anthophora meridionalis* (Anthophorini) possède comme limite sud, la sous-région Sibérienne du Paléarctique. Le spécimen n'est signalé que par ASCHER et PICKERING (2015) dans l'Ouzbékistan. L'autre spécimen Anthophorini, soit *Anthophora borealis* est mentionné par RASMONT *et al.* (1995) et RASMONT (2014) dans la région Ouest-paléarctique et plus particulièrement dans la sous-région Nord-européenne entre autres la France, la Belgique, la Suisse et le Grand-duché du Luxembourg. La découverte de ce spécimen a été aussi révélée dans la Turquie orientale en particulier à Erzerum (GRACE, 2010). Selon DUFRENE *et al.* (2014), la Nomadini *Nomada italica* fait partie de la faune apoïdienne de la France continentale, la Corse comprise. La répartition de *Nomada italica* s'étend à partir de la Grèce continentale au Nord de l'Égée jusqu'en Turquie (GRACE, 2010). RASMONT *et al.* (1995) l'ont citée parmi les taxons Nomadini de la France, de la Belgique, de la Suisse et du Grand-duché du Luxembourg.

Nomada similis est une espèce qui se distribue à travers la région de l'Est-paléarctique comme la Moravie (BOGUSCH *et al.*, 2007). Ce spécimen est cité aussi par DUFRENE *et al.* (2014) en France métropolitaine et en Corse. PŘIDAL (2004) a inventorié *Nomada similis* parmi les apoïdes de la république tchèque et de la Slovaquie notamment dans les territoires bohémiens et de la Moravie. En outre, *Nomada similis* est listée au sein de la faune apoïdienne de la France, de la Belgique, de la Suisse et du Grand-duché du Luxembourg (RASMONT *et al.*, 1995).

Dans le paléarctique *Cubitalia parvicornis* est une espèce présente au centre et à l'Est de l'Europe. Cette espèce se répartit aussi à partir de l'Est de la Méditerranée jusqu'en Anatolie (GÜLER et DİKMEN, 2013). D'après MICHENER (2007) et GRACE (2010) ce spécimen se distribue en Hongrie, en Italie, en Grèce et dans l'Est de l'Ukraine.

La répartition paléarctique d'*Eucera proxima* occupe le centre et le Sud de l'Europe, en particulier la Sicile et l'Anatolie, sise à l'Est de la Méditerranée (QUARANTA *et al.*, 2004). *Eucera vittulata* est mentionnée parmi les apoïdes des territoires bohémiens et de la Moravie (PRIDAL, 2004). KHALID and MAHARRAMOV (2015) dans une répartition récente de cet Eucerini mentionne le territoire autonome de Nakhchivan de la République d'Azerbaïdjan. STANDFUSS (2009) l'a signalée aussi dans le Sud-Est de la Thessalie (Grèce).

D'après GRACE (2010) *Lasioglossum subfasciatum* est très répandue dans la Grèce continentale, en Turquie et en Iran. Cet Halictini est mentionné aussi au sein de la faune apoïdienne des territoires bohémiens et de la Moravie (PRIDAL, 2004). RASMONT *et al.* (1995) ont souligné la présence de *Lasioglossum subfasciatum* dans la région francophone de l'Europe Occidentale, soit la France, la Belgique, la Suisse et le Grand-duché du Luxembourg. Le Panurgini *Panurgus canescens* qui est une espèce des zones ibérique et Maghrébine notamment le Maroc, est catalogué en Italie du Nord, en Sardaigne et en Corse (PITTONI, 1948; PATINY, 2001). Cette espèce est dénombrée aussi parmi la faune apoïdienne de la France, de la Belgique, de la Suisse et du Grand-duché du Luxembourg (RASMONT *et al.*, 1995).

Panurgus perezi est une espèce ibère, largement distribuée en Espagne et au Portugal, mais qui ne s'étend ni au Maghreb, ni en Afrique du Nord (PATINY et GASPARD, 2000; PATINY, 2001). Pour ROSADO-GORDON (2002) et ORTIZ-SANCHEZ (2011) *Panurgus perezi* fait partie de la faune apoïdienne de l'Espagne ibéro-baléarique.

Quant à la nouvelle espèce d'*Andrena haemorrhoa*, RASMONT *et al.* (1995) mentionnent sa présence dans la région francophone d'Europe Occidentale, soit la France, la Belgique, la Suisse et le Grand-duché du Luxembourg. Déjà, ce taxon a été répertorié dans les parties centrale et septentrionale de l'Espagne, excepté les provinces des îles Baléares (WARNCKE, 1976), en France, en Corse, en Italie à l'exception de la Sicile et de la Sardaigne. D'après SÖDERMAN et LEINONEN (2003) le spécimen est noté dans l'ensemble de l'Europe centrale y compris l'Angleterre, l'Irlande et les Îles de la Manche jusqu'à l'Europe du Nord dont les limites latitudinales n'excèdent pas le 68^{ème} degré nord. Plus tôt encore, *Andrena haemorrhoa* est observée en Syrie (MAGRETTI, 1890), dans le Caucase (RADDE, 1899), en Europe de l'Est depuis le Nord-Ouest de la Russie jusque dans le Sud de la Grèce à l'exception de la région Péloponnèse et des îles grecques comme Lesbos; ainsi qu'en Turquie (FAHRINGER, 1922; WARNCKE 1965; WARNCKE 1974), en Sibérie (WNUKOWSKY, 1927), en Iran (ALFKEN, 1935; WARNCKE, 1966; DATHE, 1980; SKHIRTLADZE, 2002) et dans l'Extrême-Orient de la Russie (Kamchatka, Khabarovsk, Oblast, Primorskiy Kray,

Sakhaline, Yakoutie, district autonome de Tchoukotka et région du Baikal) (PROSHCHALYKIN, 2007). La mention de l'espèce a été aussi divulguée par HIRASHIMA (1957), TADAUCHI et LEE (1992) dans l'extrême Sud-Est de l'Asie notamment au Japon et en Corée. Certains spécimens provenant de l'extrême Nord-Est de la Chine (Mandchourie) pourraient être examinés dans la collection Grünwaldt à Munich (Collection nationale zoologique). Une carte de distribution de l'Ouest Paléarctique est donnée par GUSENLEITNER et SCHWARZ (2002). Les spécimens du Japon et de la Corée sont considérés comme une sous-espèce distincte. Effectivement *A. haemorrhoea japonibia* (HIRASHIMA, 1957) diffère principalement de la sous-espèce européenne par sa taille et sa sculpture. L'unique relevé d'*A. haemorrhoea* en Afrique du Nord est rapporté par GUIGLIA (1929) sous le synonyme *Andrena albicans* (Müller, 1776) avec trois femelles capturées à Porto Badia dans le Nord de la Libye (31° 46' N; 25° 06' E). Celles-ci diffèrent des spécimens d'Europe centrale par une pubescence blanche réduite sur la mésopleure et des poils bruns plus abondants. Bien que WARNCKE (1966) ait étudié un très grand nombre d'*Andrena* d'Afrique du Nord, il n'a jamais mentionné un tel taxon dans cette région. Par conséquent, il a déclaré le relevé d'*A. haemorrhoea* par GUIGLIA (1929) en Afrique du Nord comme étant une erreur d'identification (WARNCKE, 1967). La découverte de ce spécimen en Algérie et plus particulièrement à Messaâd, laisse considérer la sous-espèce d'*A. haemorrhoea messadensis* comme un nouveau taxon pour la faune apoïdienne d'Algérie.

Plusieurs auteurs algériens travaillant sur les apoïdes rapportent presque chaque année de nouvelles espèces pour la faune apoïdienne d'Algérie. LOUADI (1999a) rapporte dans la région de Constantine 9 nouvelles espèces et 3 nouvelles sous-espèces pour l'Algérie. Ce sont *Bombus ruderatus* (Scopoli, 1763), avec la sous-espèce *B. ruderatus siculus* (Friese, 1882), *Eucera hispana* (Lepeletier, 1841), *Eucera obliterated* (Perez, 1896), *Eucera notata* (Lepeletier, 1841), *Halictus brunnescens* (Eversmann, 1852), *Lasioglossum perclavipes* (Blüthgen, 1934), *Lasioglossum leucozonium* (Schrank, 1781) avec la sous-espèce *L. leucozonium cedri* (Ebmer, 1976), *Lasioglossum discum* (Smith, 1853) avec la sous-espèce *L. discum fertoni* (Vachal, 1853) et *Lasioglossum pauxillum* (Schenk, 1853). Dans le Nord-Est algérien trois nouvelles espèces du genre *Andrena*, soit *Andrena (Parandrenella) tebessana* Scheuchl, 2011, *A. (Orandrena) monilia* (Warncke, 1967) et *A. (Suandrena) cyanomicans* (Pérez, 1895) sont mentionnées par SCHEUCHL *et al.* (2011) et par BENARFA *et al.* (2014). De son côté BENDIFALLAH *et al.* (2014) en étudiant la distribution spatio-temporelle, des abeilles sauvages à travers les régions du Nord-Ouest de l'Algérie révèlent 5 espèces nouvelles pour l'Algérie. Il s'agit de *Xylocopa pubescens* (Spinola, 1838), d'*Anthophora*

holoxantha (Pérez, 1895), d'*Anthophora rogenhoferi* (Morawitz, 1872), d'*Amegilla albigena* (Lepeletier, 1841), et de *Sphecodes albilabris* (Fabricius, 1793). Dans l'Est algérien, AGUIB *et al.* (2014) ont signalé un taxa de Megachilidae, nouveau pour le pays. C'est *Stelis simillima* (Morawitz, 1876).

4.3.- Discussions sur l'abondance relative de la faune globale dans les six stations d'étude

Les abondances relatives calculées pour les familles d'abeilles dans le milieu steppique à Djelfa montrent que les Apidae prédominent avec 62,5 %, suivis par les Megachilidae avec 17,9 %. Les autres familles sont celles des Andrenidae (A.R. % = 11,3 %) et des Halictidae (A.R. = 8,3 %). La prédominance de la famille des Apidae dans les présents résultats confirme les remarques de plusieurs auteurs à ce sujet (LOUADI, 1998a, 1999a; ZANELLA, 2000; BENACHOUR, 2008; PAWLIKOWSKI, 2010; BARBOUCHE, 2010; AOUAR-SADLI *et al.*, 2012; BENDIFALLAH *et al.*, 2014). En effet, il est à rappeler que d'après LOUADI (1998a), la composition du peuplement d'apoïdes dans une parcelle de végétation naturelle à Constantine fait apparaître la prédominance des abeilles sauvages avec 66,3 %. L'abeille domestique (*Apis mellifera*) couvre à elle seule 32,0 %. L'étude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes dans la région de Constantine montre que les Apidae interviennent avec le plus fort pourcentage (A.R. % = 59,9 %) suivis par les Halictidae (A.R. % = 19,3 %) puis par les Megachilidae (A.R. % = 17,2 %).

Les Andrenidae correspondent à peine à 3,7 % de la faune apoïdienne sauvage. En 1999a, LOUADI montre que parmi les espèces d'apoïdes *Eucera notata* est la mieux représentée (32,6 %). BENDIFALLAH *et al.* (2010) quant à eux, révèlent que les familles d'abeilles sauvages au Nord de l'Algérie sont représentées pour 30 % des espèces observées par la famille des Halictidae. Cette famille apparaît comme la famille la plus diversifiée. Celle des Andrenidae est la plus abondante avec 36,8 % des spécimens observés. La famille des Megachilidae est peu diversifiée et peu abondante (A.R. % = 6,2 %). BENDIFALLAH *et al.* (2014) remarquent que dans la distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages à travers les régions du Nord-Ouest de l'Algérie cinq familles interviennent, dont les plus abondantes sont celles des Apidae (A.R. % = 34 %), des Andenidae (A.R. % = 26 %), des Halictidae (A.R. % = 22 %) et des Megachilidae (A.R. % = 14 %).

Sur la rive Nord des Pyrénées-Orientales, BLONDIAU (2009) a mentionné que 33 % des espèces observées appartiennent à la famille des Megachilidae. Cette famille apparaît comme

la famille la plus diversifiée. Or les familles des Halictidae et des Andrenidae sont les familles les plus abondantes représentant à elles-seules 75% des spécimens observés. La dominance des Apidae a été observée à l'Est de l'Europe dans un milieu naturel par PAWLIKOWSKI (2010) à Torun (Pologne) dont *Apis mellifera* constituait parmi les 8 spécimens inventoriés du peuplement d'apoïdes 91% en 2002 et 89% en 2003. PŘIDAL et VESELÝ (2011) dans la steppe serpentine au Sud de la Moravie caractérisent le peuplement d'abeilles de la région comme étant xérothermophiles dont les abondances relatives sont les suivantes, soit *Andrena flavipes* (A.R. % = 4,3 %), *Andrena haemorrhoa* (A.R. % = 0,7 %), *Osmia rufa* (A.R. % = 0,5 %), *Lasioglossum xanthopus* (A.R. % = 0,3 %), *Ceratina cucurbitina* (0,3 %), *Eucera longicornis* (0,2 %), *Nomada fulvicornis* (0,1 %) et *Megachile centuncularis* (0,0 %).

4.4.- Discussion sur l'activité mensuelle et journalière du peuplement d'apoïdes dans les milieux naturels et cultivés

Les dénombrements mensuels des abeilles dans les six stations d'étude montrent que les effectifs du peuplement d'apoïdes les plus élevés sont constatés durant la période allant de mars jusqu'en juin. Quoique l'activité des abeilles solitaires dépende des conditions climatiques (JACOB-REMACLE, 1989b), l'émergence de la plupart des abeilles solitaires coïncide avec le pic de la floraison dans leurs habitats particuliers (O'TOOLE et RAW, 2004). Ces auteurs notent que l'activité des abeilles dans le Nord-Ouest de l'Europe s'intensifie au cours de la saison printanière, pour diminuer à la fin de l'été. Les périodes des vols des abeilles depuis leurs nids vers les ressources de nourriture varient en fonction de la disponibilité spatiale et temporelle de celles-ci dans le paysage (GUEDOT *et al.*, 2009 cités par BIDDINGER *et al.*, 2013).

D'après LOUADI (1999a) travaillant dans le Constantinois, au début du printemps l'apparition des apoïdes coïncide généralement avec l'ouverture des pétales des différentes fleurs depuis mars jusqu'à la mi-mai et les abeilles ont montré une certaine tendance alimentaire variable dans la journée et au cours du printemps. Cet aspect a été constaté également lors de la présente étude. Dans le milieu naturel, les plus grands effectifs sont enregistrés dès l'apparition des premières fleurs printanières entre le 27 mars et le 18 avril (LOUADI, 1999a). Dans une pelouse à Thérophytes à Constantine LOUADI et DOUMANDJI (1998a) constatent que les Apidae commencent à voler à partir du 12 mars. Le 20 mars, les Megachilidae ont été observés ainsi que les Halictidae. Les Andrenidae

apparaissent peu plus tard vers le début d'avril. Dans une autre étude à Tizi-Ouzou en milieu cultivé, le nombre d'abeilles a atteint une valeur maximale pendant la floraison de *Vicia faba* entre le 19 et le 24 mars (AOUAR-SADLI *et al.*, 2008).

En avril l'abeille domestique (*Apis mellifera*) est très active durant toute la journée. Le nombre maximal de butineuses est enregistré à 10h (LOUADI, 1999a). Déjà en 1988, DELBRASSINNE et RASMONT écrivent que l'abeille domestique butine de préférence au milieu de la matinée de 9 à 14H GMT. Selon BENACHOUR *et al.* (2007) les plus grands nombres d'observations de l'abeille domestique sur *Vicia faba* se font entre 10h et 14h. Les butineuses d'*Apis mellifera* ne présentent pas une activité constante au cours de la journée. Elles sont plus actives le matin et en fin d'après-midi d'après DECHAUME-MONCHARMONT (2003).

Au Sud de l'Espagne dans un milieu naturel HERRERA (1990) note que la majorité des abeilles s'activent sur les fleurs des plantes spontanées de 5h 00' à 19h 00'. Leur abondance, toutes espèces confondues, est restée assez élevée tout au long de la journée, avec trois pics, tôt le matin, à midi, et l'après-midi.

4.5.- Discussion sur la composition d'abeilles pollinisatrices en milieux cultivés

La discussion porte sur la composition du peuplement des pollinisateurs dans les parcelles de fève à Tamdit, dans le champ de tomate à Ain Rous et dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem.

4.5.1. - Discussion sur la composition des pollinisateurs dans les parcelles de fève

GUPTA (1981), dans un inventaire des pollinisateurs des plantes cultivées, révèle *Andrena fuscosa* en dehors des Apidae visitant *Vicia faba*. Les observations effectuées lors de la floraison de *vicia faba* ont montré que les apoïdes qui butinent les fleurs appartiennent notamment aux familles des Andrenidae, des Apidae et des Megachilidae. BENACHOUR *et al.* (2007) constatent que les insectes qui butinent les fleurs lors de la floraison de *Vicia faba* sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant aux Apidae comme *Eucera numida* (Lepeletier, 1841), *Apis mellifera*, *Xylocopa violacea* (Linné, 1758), *Bombus terrestris africanus* (Kruger, 1956), *Bombus ruderatus siculus* (Friese, 1882), *Eucera alternans* (Brullé, 1832), *Anthophora* sp. et aux Megachilidae notamment *Osmia hebraea* (Benoist, 1934).

D'après WESTPHAL *et al.* (2015) la pollinisation croisée chez la fève est uniquement assurée par les abeilles, les bourdons et autres abeilles sauvages en transférant le pollen d'autres plants et donc induisant la fertilisation. D'après AOUAR-SADLI *et al.* (2008) ce sont surtout les Apidae *Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, *Eucera pulveracea* (Dours, 1873), *Eucera numida* (Lepeletier, 1841), *Anthophora dispar* (Lepeletier, 1841), *Xylocopa violacea*, *Xylocopa valga* (Gerstaecker, 1872) et les Halictidae *Lasioglossum clavipes* (Dours, 1872) et *Lasioglossum villosulum* (Kirby, 1802) qui visitent les fleurs de la fève. D'après le suivi du processus de la pollinisation GOODWIN et TUSTIN (2011) ont révélé que les principaux insectes qui visitent les fleurs de la fève sont l'abeille domestique et les bourdons. Cependant ces auteurs font remarquer que les abeilles et les bourdons à langue courte comme *Bombus terrestris* peuvent généralement ne recueillir que le pollen mais pas de nectar.

Dans son étude sur l'éco-éthologie des abeilles visiteurs de *vicia faba* BENDIFALLAH *et al.* (2015) mentionnent que les principaux genres étaient ceux d'*Apis*, d'*Andrena*, d'*Eucera* et de *Xylocopa*. Dans la partie orientale de l'Égypte orientale, durant la floraison, les espèces d'abeilles qui ont été observées sont *Andrena ovatula* (Kirby, 1802), *Andrena* sp. (Andrenidae), *Chalicodoma siculum* (Rossi, 1792), *Colletes lacunatus* (Dours, 1872), *Apis mellifera*, *Anthophora hispanica*, *A. aegyptiaca* (Dalla Torre et Friese, 1895) et *Xylocopa pubescens* (Spinola, 1838) en train de butiner les fleurs de *Vicia faba* (SHEBL et FARAG, 2015).

Dans un projet d'étude sur l'attractivité des abeilles pollinisatrices pour la collecte du nectar et / ou le pollen par les cultures agricoles, il est noté qu'*Anthophora* sp., *Eucera* sp., *Megachile* sp., *Xylocopa* sp., sont des spécimens potentiels pour la pollinisation de *Vicia faba* (U.S.D.A., 2015).

Selon STREET *et al.* (2008) en comparaison avec l'abeille domestique, les abeilles solitaires sont des pollinisateurs appropriés pour *Vicia faba*.

Il est à noter l'apparition de *Nomada fulvicornis* parmi le peuplement d'apoïdes pollinisateurs dans les parcelles de fève à Tamdit. D'après les observations de JOSEPH *et al.* (2015) les *Nomada* peuvent être vue en train de prendre un bain de soleil reposant sur des feuilles, des brindilles ou des fleurs pour s'approvisionner en nectar ou en attendant la chance pour s'infiltrer dans le nid de leur hôte.

Au sein de la présente étude, en matière de nombres moyens des abeilles dans les parcelles de fève à Tamdit par 100 fleurs de *Vicia faba* pendant la floraison ce sont surtout *Apis mellifera* (73 individus) et *Osmia tricornis* (41 individus) qui enregistrent le nombre élevé de visites. BENACHOUR *et al.* (2007) dans le milieu cultivé à Constantine compte pendant les

floraisons de *Vicia faba* 6 individus d'*Apis mellifera* par 100 fleurs pour l'an 2000, 16 individus pour l'année 2001 et 1 seul individu pour 2002. A Tizi-Ouzou le nombre de 2 visites d'*Apis mellifera* estimé par 100 fleurs est considéré comme très faible (AOUAR-SADLI *et al.*, 2008).

4.5.2.- Discussion sur la composition d'abeilles pollinisatrices dans le champ de tomate

Dans le champ de tomate lors de la floraison le butinage des Andrenidae, des Halictidae, des Apidae et des Megachilidae est constaté. Le nombre moyen d'individus par 100 fleurs le plus fort est celui d'*Apis mellifera* (41 individus), devant *Andrena fuscosa* (25 individus), *Halictus rufipes* (25 individus), et *Nomada italica* (22 individus). Selon FLURI *et al.* (2001), VAISSIERE (2005) et TERZO et RASMONT (2010) *Solanum lycopersicum* est une plante qui fait partie des cultures entomophiles pollinisées par les abeilles, les bourdons et par d'autres insectes. Parmi les insectes pollinisateurs de la tomate en plein champ BISPO DOS SANTOS *et al.* (2009) ont recueilli sur les fleurs de la plante vivrière *Vicia faba* des espèces appartenant aux familles de Halictidae, d'Apidae et de Megachilidae, quoique KASINA *et al.* (2009) ont constaté que les espèces d'abeilles efficaces pour la pollinisation de la tomate sont *Xylocopa* sp. et *Megachile* sp. GREENLEAF et KREMEN (2006) et MAHINDRU (2007) dans leurs enquêtes sur le rôle des abeilles sauvages dans l'accroissement du rendement de la tomate ont noté l'activité de trois genres d'abeilles, soit *Lasioglossum* (4%), *Halictus* (2%), et *Apis* (<1%). D'après KLEIN *et al.* (2007) et GALLAI *et al.* (2009), soit 80% des plantes vivrières sont entièrement dépendants de la pollinisation par les animaux. Ces plantes comprennent des cultures économiquement importantes telles que les tomates.

D'après TERPNER (2005), CHOUGOUROU *et al.* (2012) et SCARAMUSSA-DEPRA (2014), dans une culture de tomate en plein champ, les abeilles étaient les seuls visiteurs des fleurs notamment *Apis mellifera*, *Bombus* et *Xylocopa* et celles appartenant aux Halictidae et Andrenidae. Les abeilles, comme *Bombus* et *Lasioglossum*, peuvent être de bons pollinisateurs en faisant vibrer facilement les anthères des fleurs de la tomate (TEPPNER, 2005).

WINFREE *et al.* (2007) ont constaté que le taux de visites des abeilles sauvages sur les fleurs de la tomate en plein champ est significativement plus élevé par rapport à ceux des abeilles domestiques. Ces auteurs constatent qu'*Apis mellifera* ne fournit que de visites

complémentaires. SANTOS *et al.* (2014) ont conclu d'après une étude sur le rôle des apoïdes dans la pollinisation des cultures en plein champ qu'*Apis mellifera* et d'autres abeilles solitaires sont des pollinisateurs potentiels de la tomate.

Il est à souligner la présence de *Nomada italica* qualifiée d'abeille-coucou dans le champ de tomate. Selon JACOB-REMACLE (1992) ces espèces parasites présentent en général une pilosité réduite et sont dépourvues d'appareil de récolte du pollen. Elles sont parasites des Andrènes. Les observations de FITZPATRICK *et al.* (2006) sur le comportement des abeilles cléptoparasites montrent que les spécimens du genre *Nomada* peuvent entreprendre des visites florales. Certaines espèces de *Nomada* visitent les mêmes espèces de fleurs restreintes que celles de leurs abeilles-hôtes (EDWARDS et TELFER, 2001).

4.5.3.- Discussion sur la composition des abeilles pollinisatrices dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem, ce sont notamment des Andrenidae, des Halictidae, des Apidae et des Megachilidae qui sont capturés pendant leurs visites sur les fleurs. Les espèces pour lesquelles la pollinisation par les abeilles est importante sont les légumineuses (cultivées pour la semence) et un grand nombre d'espèces fruitières entre autres l'abricotier et le prunier (Al-GHARBI *et al.*, 1983). Parmi les arbres et arbustes fruitiers, les cerisiers, les pommiers, les pêchers, les pruniers, les abricotiers, les framboisiers, les groseilliers et les cassis sont, durant leur floraison, des sources de nectar et de pollen très appréciées par de nombreuses espèces d'abeilles précoces, notamment les Andrènes et les Osmies (TASEÏ, 1988). Selon DELAPLANE et MAYER (2000) les abeilles sont des pollinisateurs le plus importants de la prune. Ces auteurs constatent que les abeilles domestiques peuvent être utiles dans des conditions défavorables de pollinisation notamment d'ordre climatique. La plupart des arbres fruitiers nécessitent la pollinisation croisée pour un optimum de fruits et de graines (McGREGOR, 1976; BOURG, 1982), entre autres l'abricotier et le prunier (BOSCH et KEMP, 2001; WOODCOCK, 2012). Certaines abeilles solitaires sont particulièrement des pollinisateurs efficaces pour les arbres fruitiers, comme les abeilles d'*Osmia* (BRADBEAR, 2010). D'après TREPEDINO *et al.* (2007) l'inventaire des abeilles dans les vergers d'abricotiers, de pruniers, de cerisiers et de pommiers a mis en évidence les spécimens des genres d'apoïdes comme *Andrena* sp., *Anthophra* sp., *Apis mellifera*, *Bombus* sp., *Halictus* sp., *Lasioglossum* sp., *Nomada* sp., *Osmia* sp. et *Xylocopa* sp. VERGARA (2005) cite *Andrena* sp. (Andreninae) comme

pollinisateur du prunier. Les abeilles interviennent dans la pollinisation de très nombreuses cultures, notamment les rosacées fruitières comme l'abricotier et le prunier (VAISSIERE *et al.*, 2015). En milieu semi-aride, parmi les insectes pollinisateurs prédominants du prunier européen (*Prunus domestica*) figuraient les abeilles avec *Apis mellifera* et *Halictus* sp. (WADHWA et SIHAG, 2015).

4.6. - Discussion sur l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la tomate

La fleur de *Solanum lycopersicum* est hermaphrodite. Elle possède à la fois les organes reproducteurs mâles et femelles (McGREGOR, 1976). L'auto-pollinisation passive, et son extrême cléistogamie, ne constitue que rarement le mode de pollinisation dominant et le vent n'est le vecteur de pollen principal que chez 10 % des plantes à fleurs. Par contre, ce sont les insectes qui pollinisent toutes les autres espèces de façon exclusive ou dominante (BUCHMANN et NABHAN, 1996; ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998 cités par VAISSIERE, 2005).

Les fleurs de tomates sont auto-compatibles, mais requièrent la pollinisation par les animaux ou par le vent pour la formation des fruits (FREE, 1993). SLAA *et al.* (2006) dans leur étude de l'efficacité de la pollinisation de la tomate par les abeilles au Brésil annoncent que parmi les fleurs de tomates qui ne reçoivent aucune visite d'abeilles, plus de la moitié n'ont pas produit de fruits. Ces auteurs confirment aussi que les fruits obtenus en absence des abeilles avaient significativement moins de graines que les fruits produits grâce à la pollinisation des par les apoïdes. Ainsi lorsque les abeilles sont soit absentes ou en faible densité, il s'en suit dans les champs de tomates des déficits lors de la récolte (BERGAMINI *et al.*, 2013). En effet, par rapport à la culture de la tomate en 2006 à Ain Rous, la présence des pollinisateurs apoïdes au moment de la floraison, améliore visiblement le rendement de la culture. Cette remarque va dans le même sens que celle de BARTOMEUS *et al.* (2014) qui écrivent que la pollinisation par les insectes améliore le rendement jusqu'à 18 à 71 % selon les cultures. Selon ces auteurs une pollinisation adéquate conduit souvent à des productions de meilleures qualités dans les cultures entomophiles comme la tomate.

A Ain Rous dans le champ de *Solanum lycopersicum*, le poids moyen du fruit dans les quadrats libres ($133,58 \pm 8,03$ gr) est de deux fois plus élevé que celui des tomates récoltées dans les quadrats engagés ($75,55 \pm 7,30$ g.).

En comptant le nombre moyen de pépins par fruit, il s'avère que celui des tomates libres ($164,91 \pm 9,91$) est supérieur à celui des quadrats encagés ($149,75 \pm 14,72$). Pour la taille moyenne du fruit, celle de la tomate non protégée ($5,99 \pm 0,36$ cm) dépasse presque de 2 cm celle des baies encagées ($4,00 \pm 0,39$). Les présents résultats confortent ceux mentionnés par DOGTEROM *et al.* (1998), BERGAMINI *et al.* (2013) et DE MELO *et al.* (2013) confirment l'effet favorable de la pollinisation de la tomate par les abeilles sur l'accroissement de la production. En effet DOGTEROM *et al.* (1998) en utilisant l'analyse de la variance (ANOVA) constatent que les moyennes sont significativement différentes au niveau de $P = 0,05$. Le poids moyen du fruit dont la fleur non pollinisée ($149,9 \pm 6,8$ gr) est inférieur à celui issu de la fleur pollinisée ($188,4 \pm 4,5$ gr) par les apoïdes. Il en est de même pour la taille moyenne du fruit. Qui est de $5,55 \pm 0,7$ cm pour le fruit encagé et de $6,06 \pm 6,04$ cm pour le fruit libre. Pour ces auteurs le nombre moyen de pépins par fruit encagé est de $165,2 \pm 8,4$ alors que pour celui du fruit libre, il est de $277,8 \pm 10,1$.

BERGAMINI *et al.* (2013) ont interprété leurs résultats obtenus lors de la mise en œuvre du protocole expérimental de l'encagement des fleurs de la tomate en plein champ. Ces auteurs montrent que le rendement en fruits est en moyenne de 64,5 % ($t = 9,55$; $P = 0,000$), soit plus grand pour les inflorescences libres que chez les inflorescences encagées. En outre, les fleurs libres ont produit plus de 50,2 % ($t = 4,91$; $P = 0,000$) de fruits en termes de poids en comparaison avec les fleurs de tomates encagées. La taille des fruits était également significativement différente entre les plants encagés et libres. Les fruits issus de fleurs libres étaient plus gros en taille de 9,7 % par rapport à ceux issus de fleurs encagées ($t = 2,66$; $p = 0,01$). Pour le nombre moyen de graines, il a été augmenté de 208,5 % ($t = 12,37$; $P = 0,000$) et la corrélation entre la masse de fruits et le nombre de graines apparaît élevée ($r^2 = 0,8395$; $P = 0,00003$; $y = 28,2011 + 0,360 * x$) (BERGAMINI *et al.*, 2013).

Pour ce qui concerne les résultats de DE MELO *et al.* (2013), le poids moyen d'une tomate encagée est de $47,06 \pm 26,88$ g. et de $70,69 \pm 20,40$ g. pour la tomate non encagée. La taille moyenne de la tomate non encagée est de $51,12 \pm 5,43$ mm alors que celle du fruit du plant protégé sous du tulle est de $46,59 \pm 8,14$ mm. Le nombre moyen de pépins dans la tomate libre est de $183,94 \pm 46,34$ contre $59,63 \pm 38,54$ pour la tomate encagée.

4.7. - Discussion sur l'efficacité pollinisatrice des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers et dans les parcelles de fève

Dans le verger d'abricotiers et de pruniers parmi les abeilles visiteuses de fleurs, les plus fréquentes sont *Apis mellifera* ($13,68 \pm 2,59$ fls/min), *Osmia tricornis* ($12,52 \pm 2,17$ fls/min) et *Eucera notata* ($12,06 \pm 1,86$ fls/min). Moins actives *Andrena flavipes* ($10,70 \pm 2,22$) et *Andrena bimaculata* ($10,56 \pm 2,87$) interviennent. Les espèces lentes sont *Anthophora pubescens* ($8,33 \pm 1,96$), *Halictus constantinensis* ($7,66 \pm 2,08$), *Anthophora fulvitaris* ($7,35 \pm 1,96$) et enfin *Andrena haemorrhoa messadensis* se montre la moins rapide avec une vitesse de $7,16 \pm 1,60$ fls/min. De même dans les parcelles de fève à Tamdit, l'abeille domestique (*Apis mellifera*) se montre la plus active avec une moyenne de $7,23 \pm 1,10$ fls/min. Elle est suivie par *Eucera notata* (Eucerini) avec $5,81 \pm 0,98$ fls/min et par *Anthophora fulvitaris* (Anthophorini) avec $4,04 \pm 1,02$ fls/min. L'abeille *Osmia tricornis* butine moins, en moyenne avec $5,33 \pm 1,36$ fl/m.

D'après JACOB-REMACLE (1990) la vitesse de butinage dans le verger de pommier de certains genres (Osmies, Anthophores, Bourdons) est supérieure à celle de l'abeille domestique. Des travaux effectués dans plusieurs parcelles agricoles cultivées mettent en évidence la supériorité pollinisatrice de quelques espèces d'abeilles comme *Megachile* sp. et *Osmia* sp. comparées à l'abeille domestique (PAYETTE, 2004).

En étudiant le comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique, JACOB-REMACLE (1989b) note les vitesses de butinage d'*Andrena haemorrhoa* ($2,8 \pm 1,7$ fls/min), d'*Andrena flavipes* ($3,8 \pm 2,9$ fls/min), d'*Apis mellifera* ($7,6 \pm 2$ fls/min) et d'*Anthophora* sp. ($14,1 \pm 2,3$ fls/min). D'après ce même auteur les vitesses de butinage sur le colza sont différents, les andrènes 3 à 9 fls/min et l'abeille domestique 10 à 14 fls/min en fonction de la température.

Selon TASEĪ (1976) l'abeille *Apis mellifera* (85 individus) sur féverole affiche une vitesse de $5,0 \pm 0,2$ fls/min.

Des observations sur certaines abeilles butineuses du colza DELBRASSINNE et RASMONT (1988) révèle qu'*Apis mellifera* butine en moyenne 10,6 à 14 fls/min. Ces auteurs soulignent aussi qu'*Andrena haemorrhoa* butine en moyenne 6 fls/min. Dans le champ de fève à Tizi-Ouzou, l'abeille domestique enregistre une vitesse de butinage de $9,7 \pm 4,3$ fls/min (AOUARSADLI *et al.*, 2008). Selon une étude sur le rôle des abeilles sauvages et domestiques dans la pollinisation de la fève dans la région de Constantine, BENACHOUR *et al.* (2007)

remarquent que l'abeille domestique (*Apis mellifera*) fait preuve de nombres moyens de visites florales égaux à $6,7 \pm 0,8$ fls/min en 2000 et à $7,3 \pm 2,4$ fls/min en 2001.

4.8.- Discussion sur la biodiversité du peuplement d'apoïdes en milieu steppique

La diversité biologique durant la période de 2003 à 2010, dans les six stations correspond à des indices de faibles valeurs. En effet, c'est le cas de la station du milieu naturel à Dar Chioukh ($H' = 1,01$ bits ; $D = 0,12$) et de la station du champ de la tomate à Ain Rous ($H' = 1,08$ bits; $D = 0,08$). Les autres stations sont illustrées par des diversités moindres ($0,86$ bits $\leq H' \leq 0,99$ bits ; $0,20 \leq D \leq 0,21$). Parallèlement les valeurs d'équitabilité sont élevées ($0,66 \leq E \leq 0,97$) dans les six stations. D'après LEDANT (2002) la biodiversité comme critère d'évaluation écologique des sites à l'échelle locale sera jugée d'autant plus haute que les espèces sont nombreuses et équiréparties en abondance. Ainsi les abeilles se distribuent dans plusieurs écosystèmes et leurs déplacements sont conditionnés par les facteurs environnementaux dont la disponibilité du pollen et du nectar (TORNÉ-NOGUERA *et al.*, 2014). Du point de vue niveau de la diversité des apoïdes dans les différents types de milieux ou habitats SHEFFIELD *et al.* (2013) citent que les abeilles ne sont pas restreintes aux milieux agricoles, naturels et semi-naturels et se déplacent librement dans tout l'espace pour y exploiter les ressources de nourriture et de nidification dans les sites favorables. Par ailleurs à titre de comparaison de la diversité des abeilles entre le milieu naturel et le milieu cultivé SCOTT-DUPREE et WINSTON (1987) remarquent que l'abondance et la diversité des abeilles sauvages dans la vallée de l'Okanagan (Canada) sont plus grandes dans les endroits incultes que dans les vergers. BARBOUCHE (2010) constate dans des sites de milieux naturels caractérisés par des bioclimats semi-aride (Tunis) et aride (Ouled Haffouz) en Tunisie que la biodiversité des abeilles pollinisatrices oscille entre 1,6 bits et 1,8 bits. PŘIDAL et VESELÝ (2011) en étudiant la composition des populations d'abeilles en milieu steppique dans le Sud de la Moravie (Pologne) enregistrent comme indice de diversité du peuplement d'abeilles, $H' = 3,97$ bits, comme équitabilité $E = 0,77$ et comme indice de Simpson $D = 0,04$. Une recherche sur la diversité des abeilles au sein des pelouses et des fourrés xérothermiques dans la basse vallée de Gruczno (Nord Centrale de la Pologne) BANASZAK *et al.* (2006) enregistrent un indice de diversité du peuplement d'apoïdes égal à $H' = 2,71$ bits et une équitabilité $E = 0,69$. En étudiant la dynamique des communautés des abeilles dans un milieu naturel en Pologne (Bassin du Torun) durant deux saisons consécutives, PAWLIKOWSKI (2010) remarque que les valeurs de l'indice de Shannon-

Waeber oscillent entre 3,11 bits et 4,18 bits et que l'équitabilité fluctuent entre 0,64 et 0,83. En étudiant la diversité des bourdons dans la vallée d'Eyne (Pyrénées-Orientales, France) ISERBYT *et al.* (2008) mentionnent un indice de diversité de 4,04 bits pour 33 espèces du genre *Bombus*.

L'étude de la niche écologique de l'Apifaune en milieu naturel dans la réserve de Revecom (Brésil) dont le taux de recouvrement végétal est élevé fait ressortir une valeur de l'indice de diversité égale à 2,38 bits (CANTUÁRIA, 2010).

En ce qui concerne la diversité des abeilles dans les milieux cultivés, au sein d'un verger du genre *Prunus* dans cinq sites différents à bioclimat aride, TOPITZHOFER (2014) obtient des valeurs d'indice de diversité de Shannon-Weaver qui fluctuent entre 0,08 et 0,71 bits.

Conclusion
et
perspectives

Conclusion

Les résultats de l'étude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes en milieu steppique servent comme indicateurs de l'état écologique des abeilles sauvages et domestiques dans un habitat steppique considéré comme étant en cours de dégradations. Ils montrent leur importance du point de vue éthologique dans les milieux cultivés. Les investigations faites sur le peuplement d'apoïdes dans des milieux les uns naturels steppiques et les autres cultivés dans la région de Djelfa ont permis la mise en évidence de quatre familles, celles des Apidae (24 espèces et 9 genres), des Halictidae (12 espèces et 2 genres), des Megachilidae (9 espèces et 3 genres) et des Andrenidae (10 espèces et 2 genres). Ce sont ces mêmes familles qui interviennent dans les six stations d'étude. Au total 1.703 individus répartis entre 55 taxons d'abeilles ont été répertoriés dont deux taxons ont été identifiés jusqu'au genre, 53 taxons jusqu'à l'espèce et 3 taxons à la sous-espèce. En termes de nombre d'espèces, c'est le milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane qui vient en première position avec 25 taxons. Le milieu naturel de Dar Chioukh (16 taxons), le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem (11 taxons), le champ de tomate à Ain Rous (13 taxons), le périmètre naturel d'Aouket (13 taxons) et les parcelles de fève à Tamdit (7 taxons) interviennent après le milieu naturel. Les espèces nouvelles pour la faune d'Algérie non signalées par les auteurs algériens sont au nombre de 12. Ce sont 8 espèces d'Apidae, soit *Anthophora meridionalis*, *Anthophora borealis*, *Nomada italica*, *Nomada similis*, *Cubitalia parvicornis*, *Eucera interrupta*, *Eucera proxima* et *Eucera vittulata*, 2 espèces de Halictidae avec *Lasioglossum xanthiopus* ssp. *Soreli* et *Lasioglossum subfasciatum* et 2 Andrenidae, soit *Panurgus canescens*, *Panurgus perezi* et *Andrena haemorrhoea messaadensis* ssp. nov., Scheuchl.

D'une manière globale, les valeurs de l'abondance relative calculées pour les familles d'abeilles en milieu steppique montrent que les Apidae prédominent largement devant les autres familles. Ce caractère de prédominance des Apidae est remarqué dans toutes les stations d'étude.

L'échantillonnage du peuplement d'apoïdes qui s'est étalé de 2003 jusqu'en 2010 dans le milieu steppique a permis d'évaluer la biodiversité des abeilles sauvages et domestiques en comparaison avec d'autres types de milieux. Cette biodiversité est considérée comme faible.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver varie entre 0,86 et 1,08 bits et de Simpson entre 0,20 et 0,08. Parallèlement, les valeurs de l'équitabilité sont élevées ($0,66 \leq E \leq 0,97$) dans les différents milieux. De ce fait, la régularité de la répartition des spécimens d'apoïdes est grande et les effectifs des différentes espèces d'abeilles ont tendance à être en équilibre entre

eux. Il est à noter qu'en milieu steppique, deux grands types de ressources florales peuvent être considérés. Ce sont les cultures fleuries qui fournissent des ressources mono-spécifiques en abondance, mais temporaires et les milieux naturels avec des ressources plus diversifiées, disponibles tout au long de la saison printanière, mais en plus faibles quantités. Cette caractéristique phytoécologique peut toutefois en plus des dégradations du milieu steppique influencer le statut de la biodiversité du peuplement d'apoïdes.

Les valeurs de l'indice de similarité de Sørensen (Qs) entre les six stations d'étude prises deux à deux témoignent du fait que le plus fort indice de similarité apparaît entre les deux milieux cultivés, le verger d'abricotiers et de pruniers de Haniet Ouled Salem et la parcelle de fève de Tamdit. La similarité entre les autres stations est faible.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a révélé que les espèces d'abeilles sont inféodées soit uniquement à une seule station, à deux stations ou au maximum à trois stations.

Les dénombrements mensuels des abeilles dans les six stations d'étude démontrent que les effectifs en termes d'individus les plus élevés sont observés durant la période allant de mars à juin. Les mois de février et de juillet affichent quant à eux moins d'individus.

Les horaires de l'activité quotidienne des abeilles dans les six stations d'étude ne diffèrent pas autant. D'une manière globale, les abeilles sauvages et domestiques dans le milieu steppique activent plus pendant la matinée et voient leur nombre s'accroître entre 10 h et midi pour les milieux cultivés et entre 8 h et 10 h pour les milieux naturels.

Les observations effectuées lors de la floraison de *vicia faba*, de *Solanum lycopersicum*, de *Prunus domestica* et de *Prunus armeniaca* montrent qu'*Apis mellifera* est la plus fréquente en termes de visites florales. La densité estimée par 100 fleurs ou par hectare de cet apidé dans les milieux cultivés dépasse largement celle des autres butineuses.

L'effet de la pollinisation par les apoïdes sur le rendement de la tomate lors de la floraison de 2006 se traduit tangiblement par une amélioration du rendement de la culture. L'analyse de la variance (Anova) à un seul facteur (encagement) pour la taille des fruits, le poids moyen des fruits et le nombre de pépins par fruit démontre qu'il y a une différence significative (ddl=1, P = 0,00) entre les quadrats encagés et les quadrats libres. Le poids moyen par plant, ceux du fruit et des pépins par fruit et la taille du fruit sont manifestement améliorés grâce aux visites des abeilles sauvages et domestiques. En conséquence ces visites ont eu pour effet, un gain en rendement de la production de tomate.

L'efficacité pollinisatrice des abeilles mesurée par rapport au nombre de fleurs butinées par minute dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem et dans le champ de fève à Tamdit est variable selon les espèces ciblées. L'abeille domestique *Apis mellifera* fait

preuve de vitesses de butinage élevées, comparée aux autres espèces butineuses dans les deux milieux cultivés.

Perspectives

Les abeilles sont bien souvent les premières touchées par la dégradation de leur habitat en particulier celle de la biodiversité floristique en milieu steppique. En premier lieu, il faut attirer l'attention sur le rôle des abeilles sauvages et domestiques qui par leur pollinisation maintiennent en permanence le réservoir des ressources végétales des parcours steppiques et leur diversité. Dans ces régions pastorales sans les abeilles, il ne peut y avoir de ressources fourragères diversifiées et inversement.

Il est donc souhaitable de valoriser l'intérêt écologique des abeilles sauvages et domestiques dans le milieu steppique par l'acquisition d'une connaissance approfondie des facteurs agissant sur la diversité des abeilles. Il s'agit d'œuvrer d'abord pour le maintien d'un équilibre entre les effectifs du cheptel ovin et du patrimoine floristique des parcours steppiques. Il faudra aussi arrêter la fragilisation de l'habitat steppique due à la pression anthropique.

Ainsi, bien que le système agricole dans la région steppique ne soit pas intensif et pour améliorer le rendement des cultures, il est recommandé d'installer plus de ruches d'abeilles domestiques dans les milieux cultivés. Dans le même but, compte-tenu aussi du rôle important des abeilles sauvages dans la pollinisation des plantes spontanées et des cultures vivrières, et face à la dégradation de leurs habitats, il est donc conseiller de repeupler les milieux cultivés par des abeilles solitaires en recréant des habitats qui leur conviennent pour les encourager à s'y installer et y construire leurs nids. Pour cela, la principale façon d'y parvenir, c'est de construire des nichoirs spécifiques pour les abeilles sauvages.

Cette première approche sur l'éco-éthologie des abeilles sauvages et domestiques dans le milieu steppique doit être complétée par d'autres études notamment un inventaire complémentaire sur les autres zones steppiques insuffisamment ou non prospectées de manière à affiner l'état écologique des espèces et de développer tout ce qui a trait à leur éthologie dans ce type d'habitat hostile.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- 1- AGUIB S., LOUADI K. et SCHWARZ M., 2014 - Le genre *Stelis* Panzer 1806 (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) de l'Algérie avec une espèce nouvelle pour la faune de ce pays. *Entomofauna, Zeitschrift für Entomologie*, 35 (26): 553 - 572.
- 2- AIDOU D A., 1997- Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. *Recueil des Conférences, Lab. Ecol. Vég. Univ., Rennes 1*, 50 p.
- 3- ALFKEN J.D., 1914 - Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Algerien. *Mém. Soc. Entomol. Belgique*, (22): 185-237.
- 4- ALFKEN J.D., 1935 - Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Persien. *Mitt. Ent. Ver. Bremen*, (23): 21 - 24.
- 5- AL GHARBI A., KECHAOU M. et TRIKI M., 1983- Influence de la pollinisation par les abeilles sur l'accroissement de la production de la collection d'amandiers d'Et Toaus - Sfax. *Colloque Grempa*. Paris, Ciheam,: 165 - 175.
- 6- AMGHAR F. et KADI-HANIFI H., 2008- Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du Sud algérois. *Les Cahiers d'Orphée*, (5): 1 - 11.
- 7- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. et NEUMEYER R.,2001- *Fauna Helvetica - Apidae 3. (Lasioglossum, Halictus)*. Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Neuchâtel, 208 p.
- 8- AOUAR-SADLI M., DOUMANDJI S. et LOUADI K., 2012 - Comportement de butinage et efficacité pollinisatrice de quelques espèces d'abeilles en milieu cultivé. 3^{ème} Congrès franco-maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie, 6-10 novembre, Marrakech,: 24.
- 9- AOUAR-SADLI M., LOUADI K. and DOUMANDJI S., 2008 - Pollination of the broad bean *Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou Area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research*, 3 (4): 266 - 272.
- 10- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. hist. natu., Toulouse* (88): 193 - 240.
- 11- BAHLOULI F., TIAIBA A. et SLAMANI A., 2008 - Étude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Rev. Énergies Renouvelables*, (8): 61- 66.
- 12- BANASZAK J., 1980- Studies on methods of censusing the numbers of bees (Hymenoptera: Apoidea). *Pol. Ecol. Stud.*, (6): 355 - 366.

- 13-** BARBOUCHE N., 2010 - Inventaire des abeilles en Tunisie et Impact des pesticides sur leur biodiversité. *Quatrième Forum Méditerranéen d'Apiculture*, 11-12 novembre, Beyrouth, p. 31.
- 14-** BARTOMEUS I., POTTS S.G., STEFFAN-DEWENTER I., VAISSIÈRE B.E., WOYCIECHOWSKI M.L., KREWENKA K.M., TSCHEULIN T., ROBERTS S.P.M., SZENTGYÖRGYI H., WESTPHAL C. and BOMMARCO R., 2014 - Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. *PeerJ* (2): 328.
- 15-** BENACHOUR K., 2008 - *Diversité et activité pollinisatrice des abeilles Hymenoptera Apoidea sur les plantes cultivées*. Thèse Doctorat, Univ. Mentouri Constantine, 151 p.
- 16-** BENACHOUR K., LOUADI K. et TERZO M., 2007 - Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* var. *major*) en région de Constantine, Algérie. *Annls. Soc. entomol. Fr.*, 43 (2): 213 - 219.
- 17-** BENARADJ A., BOUCHERIT H., HASNAOUI O., MEDERBAL K. and SEHLI A., 2013 - Rehabilitation of the steppe *Lygeum spartum* in the region of Naama (western Algeria). *Energy Procedia*, (36): 349 - 357.
- 18-** BENARFA N., LOUADI K. et SCHEUCHL E., 2014 - Liste taxonomique des abeilles du genre *Andrena* (Hymenoptera : Apoidea : Andrenidae) du Nord-Est de l'Algérie avec les commentaires et les ajouts aux autres régions du pays. *Annls. Soc. entomol. Fr.*, 49 (4): 383 - 397.
- 19-** BENDERRADJI M.E.H., ALATOU D., ARFA A.M.T., et BENACHOUR K., 2006 - Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation. Impact du phénomène en Algérie. *New Medit. N.*, (4): 1 - 8.
- 20-** BENDIFALLAH L., LOUADI K. et DOUMANDJI S., 2010 - Apoidea et leur Diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*, 18 (1): 85 - 102.
- 21-** BENDIFALLAH L., LOUADI K., DOUMANDJI S. and ISERBYT S., 2012 - Geographical variation in diversity of pollinator bees at natural ecosystem (Algeria). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 2 (11): 26 - 31.
- 22-** BENDIFALLAH L., DOUMANDJI S., LOUADI K., ISERBYT S. and ACHEUK F., 2015 - Eco-ethology of Bees visitors on *Vicia faba* L. var. *major* (Fabaceae) in Algeria. *Agricultural and Biosystems Engineering*, 1 (1): 312.
- 23-** BENDIFALLAH L., KOUDJIL M., ACHEUK F., DOUMANDJI S., LOUADI K., BOUDIA I. et ACHOUR O., 2014 - Distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages à travers les régions du Nord-Ouest d'Algérie. *Rev. Nature et Technologie, B- Sci. agro. et biol.*, (12): 86 - 99.

- 24- BENKHELIL M.A., 1992 - *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 40 p.
- 25- BENMADANI S., DOUMANDJI-MITICHE B. et MOUMENE K., 2011- La faune Orthoptérologique des milieux steppiques, cas d'El Mesrane (Djelfa-Algérie). *Actes Séminaire Internati. Biodiv. faunist. zones arides, semi-arides*, 18-21 avril 2011, Ecole nat. sup. El Harrach, : 258 - 264.
- 26- BENOIST R., 1924 - Sur la provenance de quelques Hyménoptères Mellifères décrits par J. Pérez. *Bull. Soc. entomol. France*, (29): 109 - 111.
- 27- BENOIST R., 1941- Hyménoptères Apidés. Récolte de R. Paulin et A. Villiers dans le Haut Atlas marocain (XVII^{ème} note). *Annls. Soc. entomol. Fr.*, (110): 79 - 82.
- 28- BENOIST R., 1949- Hyménoptères récoltés par une mission Suisse au Maroc (1947). Apidae, Genre *Andrena*. Hyménoptères. *Bull. Soc. Sci. natu. Maroc*, (9): 253 - 258.
- 29- BENOIST R., 1950a. Apidés recueillis par MM. L Bertrand et J. Panouze dans le Sud marocain en 1947. *Bull. Soc. Sci. natu. Maroc*, (30) : 37 - 48.
- 30- BENOIST R., 1950b- Hyménoptères Apidae. *Mém. Inst. fr. Afr. Noire*, (10): 305 - 313.
- 31- BENOIST R. 1961- Hyménoptères Apides recueillis au Hoggar par A. Giordani Soika. *Boll. Museo Civico di Storia Natu. Venezia*, (14): 43 - 53.
- 32- BERGAMINI L., FRANCESCHINELLI E. V. e ELIAS M., 2013- Abelhas nativas polinizar as flores de tomate e aumento da fruta produção. *Jornal Ecologia polinização*, 11 (6): 41 - 45.
- 33- BIDDINGER D.J., NEELENDRA K.J., RAJOTTE E.G., HALBRENDT N.O., PULIG C., NAITHANI K.J. and VAUGHAN M., 2013 - An immunomarking method to determine the foraging patterns of *Osmia cornifrons* and resulting fruit set in a cherry orchard. *Apidologie*, 44 (6): 738 - 749.
- 34- BISPO DOS SANTOS S.A., ROSELINO A.C., HRNCIR M. and BEGO L.R., 2009 - Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genetics and Molecular Research*, 8 (2): 751 - 757.
- 35- BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973- Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, (10): 63 - 84.
- 36- BLONDEL J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- 37- BLONDIAU L., 2009 - *Faunistique des apoïdes apiformes solitaires (Hymenoptera :Apidae) de la commune d'Eyne (Pyrénées-Orientales, France)*. Mémoire de fin d'études, Univ. Mons-Hainaut, 69 p.

- 38-** BOGUSCH P., STRAKA J. and KMENT P., 2007- Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Suppl.*, (11): 1 - 300.
- 39-** BOSCH J. and KEMP W.P., 2001- Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. *Bull. Entomol. Res.*, (92): 3 - 16.
- 40-** BOTINEAU M., 2010- *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Ed. Lavoisier, Paris, 1403 p.
- 41-** BOUDIAF-NAITKACI M., HEDDE M., MOUAS-BOURBIA S. et DERRIDJ A., 2012- Effet du climat sur l'abondance des bio-indicateurs des sols des oliveraies : Cas des vergers de Tizi-Ouzou, Bouira et Djelfa. *Colloque Internati. Bio-surveillance des Écosystèmes en Algérie*, 11-12 mars 2012, Tiaret, : 26 - 28.
- 42-** BOUMAKHLEB A. et CHEHMA A., 2014- Diversité floristique des Atriplexaies de la région de Djelfa. *Revue des BioRessources*, 4 (2) : 29-39.
- 43-** BOUMEZBEUR A. et BEN HADJ M., 2002 - *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, Le Chott de Zahrez Gharbi*. Ed. Direct. gén. for., Min. agric. dev. rur., 16 p.
- 44-** BOURG S. P., 2006 - *Abeilles et insecticides phytosanitaires*. Thèse Doctorat, Univ. Paul- Sabatier, Toulouse, 125 p.
- 45-** BOUTHELDJAOUI F., BESSENASSE M. and KETTAB A., 2010 - Hydrochemical Characteristics of Mioplio-Quaternary Groundwater and its Suitability in the Agricultural Area of Djelfa (Algeria). *Second International Conference Agadir, 24-26 March*, : 113 -122.
- 46-** BOUZNAD Z., LOUANCHI M., ALLALA L. et MERABTI N., 2011 - Les maladies de la fève en Algérie: cas de la maladie à taches chocolat causée par *Bortrytis* spp. *Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires*, 12-13 novembre 2011, *Inst. nati. protec.vég. El Harrach*, : 1 - 2.
- 47-** BRADBEAR N., 2010 - *Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles*. Ed. Food Alimentary Organization, Rome, 248 p.
- 48-** BRAGUE-BOURAGBA N., CHERRAK S. et BRAGUE A., 2006a - Contribution à l'étude écologique et systématique de quelques groupes de la pédofaune dans une zone pré-saharienne M'Laga (région de Mesaâd, Djelfa). *Journées études internati. Désertification, développement durable*, 10-12 juin, *Cent. Rech. sci. tech. rég. arid. Biskra*, p. 40.

- 49-BRAGUE-BOURAGBA N., HABITA A. & LIEUTIER F., 2006b- Les arthropodes associés à *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* dans la région de Djelfa. *Actes du Congrès international d'entomologie et de nématologie*, du 17 au 20 avril, Alger, : 168-177.
- 50- BRINK M. et DELAY G., 2006 - *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1: céréales et légumes secs*. Ed. Fondation Prota, Backhuys publishers, Wageningen, 328 p.
- 51- CANE J.H., 2001- Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? *Conservation Ecology*, 5 (1): 1 - 6.
- 52- CANTUÁRIA D.C., 2010 - *Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de fragmento de floresta urbana, santana, amapá, Brasil*. Dissertação Mestrado Integrado em Desenvolvimento Regional. Univ. federal do Amapá, 62 p.
- 53- CARLSON R.D., 2015 - *The Honey Bee and Apian Imagery in Classical Literature*. Doctoral Thesis, Univ. Washington, 167 p.
- 54- CARRIE A.C., 2007- *Monitoring, assessing and evaluating the pollinator species (Hymenoptera: Apoidea) found on a native brush site, a revegetated site and an urban garden*. Doctoral Dissertation, Office Graduate Studies, Texas University, Texas City, 104 p.
- 55- CENCI I., 1991- *Clef de détermination des insectes de la partie européenne d'URSS, Tome III. Hyménoptères. Première partie. Traduction partielle: Superfamille Apoidea (apoïdes). Anthophoridae*. Mémoire fin études, Univ. Mons-Hainaut, École d'Interprètes Internationaux, 100 p.
- 56- CHAGNON M., 2008 - *Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier*. Ed. Fédération Canadienne Faune, Bureau régional Québec, 70 p.
- 57- CHAOUICHE F.Z. et ABDUL - HUSSAIN M. S., 2008- Contribution à l'étude de l'opuntia et perspectives d'amélioration, dans le milieu steppique. *Agricultura StiinŃă si practică*, (1-2) : 65-66.
- 58- CHAUVIN R., 1968 - *Traité de biologie de l'abeille*. Ed. Masson et Cie, Univ. Wisconsin, Madison, Vol. I, II, 569 p.
- 59- CHEBOUTI A., MAAMRI F., BROURI L., BEKAI F. et RAHMANI D., 2006 - Étude phytoécologique et valeur pastorale des parcours de la région de Messaâd (w.de Djelfa). *Actes des Journées Internati. Désertification, Développement durable, 10-12 juin 2006, Biskra*, : 205 - 208.
- 60- CHOUGOUROU D.C., AGBAKA A., ADJAKPA J.B., KOUTCHIKA R.E., KPONHINTO U.G. et ADJALIAN E. J.N., 2012- Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la commune de Djakotomey au Bénin. *J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (4): 1798 - 1804.

- 61-** CORNET A., DALLONI M., P. DELEAU, FLANDRIN J., GAUTIER M., GOURINARD Y., GOUSKOV N. et LAFFITTE R., 1951 - *Carte géologique de l'Algérie au 1/50.000: Alger, Gouvernement Général de l'Algérie*. Ed. Direction du commerce, de l'énergie et de l'industrie, Service de la carte géologique, Alger, 1 p.
- 62-** DAGET P., 1977 - Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, (34) 2 :87 - 103.
- 63-** DAJOZ R., 2006 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, Collection "Sciences Supérieures", 631 p.
- 64-** DATHE, H.H., 1980- Zur Hymenopterenfauna des Naturschutzgebietes Teberda im Westkaukasus. *Milu*, 5 (1-2): 194 - 217.
- 65-** DECHAUME-MONCHARMONT F.X., 2003 - *Butinage collectif chez l'abeille Apis mellifera L.: étude théorique et expérimentale*. Thèse Doctorat Sci., Univ.Paris VI, 319 p.
- 66-** DELAPLANE K.S. and MAYER D.F., 2000 - *Crop pollination by bees*. Ed. Cabi Publishing, Wallingford and New York, 352 p.
- 67-** DELBRASSINE S. et RASMONT P., 1988 - Contribution à l'étude de la pollinisation du Colza, *Brassica napus* L. var. *oleifera* (Moench) Delile, en Belgique. *Bull. Recherches Agro. Gembloux*, (23): 123 - 152.
- 68-** DE MELO C.S.N., LIMA F.G., GONÇALVES B.B., BERGAMINI L.L., BERGAMINI B.A.R., DA SILVA M.A.E. and FRANCESCHINELLI E.V., 2013 - Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. *Journal Pollination Ecology*, 11 (6): 41 - 45.
- 69-** DERRADJI N., BOUCHELOUCHE D. et MOULAÏ R., 2013 - Place des oiseaux d'eau dans le fonctionnement de deux zones humides continentales, Zehrez Chergui et Zehrez Gharbi (wilaya de Djelfa). *Usthb-Fbs- 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems, C.i.p.c.a. 4, 19-21 novembre, Taghit (Béchar)*,: 1 - 13.
- 70-** DE SMET K., 1991- Cuvier's Gazelle in Algeria. *Oryx*, (25): 99 - 104.
- 71-** DJEBAILI S., 1978 - *Steppe algérienne, phyto-sociologique et écologie*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 178 p.
- 72-** DOGTEROM M. H.; MATTEONI J. A. and PLOWRIGHT R. C., 1998 - Pollination of Greenhouse Tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Journal Economic Entomology*, (91):71 - 75.
- 73-** DUBITSKY A., 2005- *Studies in phylogeny and biosystematics of bees: The bee genus Andrena (Andrenidae) and the tribe Anthophorini (Apidae) (Insecta: Hymenoptera: Apoidea)*.

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades, Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität, München, 214 p.

74- DUFRÊNE E., SCHWARZ M. et SMIT J., 2014 - Le genre *Nomada* Scopoli en France continentale et en Corse: citation de 15 espèces nouvelles pour la faune de France et mise à jour de la liste taxonomique des espèces (Hymenoptera: Apoidea, Anthophila). *Linzer biol. Beitr.*, 46 (2): 1479 - 1490.

75- EARDLEY C., KUHLMANN M. and PAULY A., 2010 - The Bee Genera and Subgenera of sub-Saharan Africa. *ABC Taxa*, (7): 1 - 138.

76- EDWARDS R. and TELFER M., 2001 - *Provisional atlas of the aculeate Hymenoptera of Britain and Ireland* -Part 3. Ed. Biological Records Centre, Huntingdon, 145 p.

77- ENGEL M.S., 2001- A monograph of the Baltic amber bees and evolution of the Apoidea (Hymenoptera). *Bull. American Museum Natural History*, (259): 1 - 192.

78- ENGEN S., GRØTAN V. and SÆTHER B.E., 2011 - Estimating similarity of communities: a parametric approach to spatio-temporal analysis of species diversity. *Ecography*, (34): 220 - 231.

79- FAHRINGER J., 1922 - Hymenopterologische Ergebnisse einer wissenschaftliche Studienreise nach der Türkei und Kleinasien (mit Ausschluss des Amanus- Gebirges). *Archiv für Naturgeschichte*, 88 (9): 149 - 222.

80- F.A.O., 2007 - *Annuaire de la Production*. Ed. Food and Agriculture Organization, Rome, 539 p.

81- FARHI Y., BELHAMRA M. et BOUKHEMZA M., 2006 - Effets de la structure de l'habitat sur la biodiversité avienne en régions arides et semi-arides : cas de Biskra, Guerrara, Djelfa et Mergueb. *Journées Internati. Désertification, Développement durable*, 10-12 juin 2006, *Cent. Rech. scient. tech. rég. ari. Biskra*, : 233 - 242.

82- FITZPATRICK Ú., MURRAY T.E., BYRNE A., PAXTON R.J. and BROWN M.J.F., 2006 - *Regional red list of Irish bees*. Ed. Queen University, Belfast, 38 p.

83- FLÜRI P., PICKHARDT A., COTTIER V. et CHARRIÈRE J. D., 2001 - La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles - Biologie, écologie, économie, Biologie de la fleur. *Rev. Suisse apiculture*, (98): 215 – 219.

84- FREE J.B., 1993 - *Insect pollination of crops*. Ed. Academic Press. Harcourt Brace Jovanich, London, 684 p.

85- GALLAI N., SALLES J.M., SETTELE J., VAISSIERE B.E., 2009 - Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline *Ecological Economics*, (68): 810 - 821.

- 86-** GAUTIER M., 2001 - *La culture fruitière: Production fruitière, Vol. 2.* Ed. Tech. et doc., Paris, 665 p.
- 87-** GOLDBER W., 2004 - Propolis. The bee glue as presented by the Graeco-Roman. *Literature Wurzburg Medizinhist Mitteilungen*, (23): 133 - 145.
- 88-** GOODWIN M. and TUSTIN S., 2011 - *Crop Pollination.* Ed. Foundation for arable research, Far Focus, Canterbury, Vol. 7, 56 p.
- 89-** GOUAT P., GOUAT J. et COULON J., 1984 - Répartition et habitat de *Massoutiera mzabi* (Rongeurs, Cténodactylidés) en Algérie. *Mammalia*, 48 (3): 227 - 238.
- 90-** GRACE A., 2010 - *Introductory Biogeography to Bees of the Eastern Mediterranean and Near East.* Ed. Bexhill Museum. Sussex, 285 p.
- 91-** GREENLEAF S.S. and KREMEN C., 2006- Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*, (133): 81 - 87.
- 92-** GUERRA M. E., RODRIGO J., LÓPEZ-CORRALES M. and WÜNSCH A., 2009 - *S-RNase* genotyping and incompatibility group assignment by PCR and pollination experiments in Japanese plum. *Plant Science*, 128 (3): 304 - 311.
- 93-** GUERZOU A., DERDOUKH W., GUERZOU M. et DOUMANDJI S., 2014- Arthropod biodiversity in 3 steppe regions of Djelfa area (Algeria). *International Journal of Zoology and Research*, 4 (3): 41 - 50.
- 94-** GUIGLIA D., 1929 - Hymenoptera Aculeata in Risultati zoologici della Missione inviata dalla R. Società Geografica Italiana per l'esplorazione dell'oasi di Giarabub (1926 - 1927). *Annali Museo Civico Storia Naturale Genova*, (53): 393 - 421.
- 95-** GUIGLIA D., 1972 - *Les guêpes sociales (Hymenoptera, Vespidae) d'Europe occidentale et septentrionale.* Ed. Masson et Cie, Paris, 186 p.
- 96-** GÜLER Y. and DİKMEN F., 2013 - Potential Bee Pollinators of Sweet Cherry in Inclement Weather Conditions. *Entomol. Res. Soc.*, 15 (3): 9 - 19.
- 97-** GUPTA A., 1981 - *The Complete Book on Beekeeping and Honey Processing.* Npcs Board of Consultants & Engineers, Delhi, 325 p.
- 98-** GUSENLEITNER F. und SCHWATRZ M., 2002 - Weltweite Checkliste der Bienengattung *Andrena* mit Bemerkungen und Ergänzungen zu paläarktischen Arten. *Entomofauna, suppl.*, (12): 1 - 280.
- 99-** HEDTKE S.M., PATINY S. and DANFORTH B.N., 2013 - The bee tree of life: a supermatrix approach to apoids phylogeny and biogeography. *BMC Evolutionary Biology*, (13): 125 - 138.

- 100-** HERRERA C.M., 1990 - Bumble bees feeding on non-plant sources. *Bee World*, (71): 67 - 69.
- 101-** HIRASHIMA Y., 1957 - Descriptions and records of bees of the genus *Andrena* (Hymenoptera, Andrenidae) from Eastern Asia. *Mushi*, 30 (9): 49 - 57.
- 102-** HIRCHE A., BOUGHANI A. et SALAMANI M., 2007 - Évolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse*, 18 (4): 314 - 320.
- 103-** HIRCHE A., SALAMANI M., ABDELLAOUI A., BENHOUBOU S. and VALDERRAMA J. M., 2010 - Landscape changes of desertification in arid areas: the case of south-west Algeria. *Environ. Monit. Assess.*, (179): 403 - 420.
- 104-** I.N.R.A, 2006 - *Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture*. Ed. Institut nati. rech. agro., Hassen Badi, 67 p.
- 105-** ISENMANN P. et MOALI A., 2000 - *Les Oiseaux d'Algérie - Birds of Algeria*. Ed. Société d'Etudes Ornithologiques de France, Paris, 336 p.
- 106-** ISERBYT S., DURIEUX E.A. and RASMONT P., 2008 - The remarkable diversity of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) in the Eyne Valley (France, Pyrénées-Orientales). *Ann. soc. entomol. Fr.*, 44 (2): 211- 241.
- 107-** JACOB-REMACLE A., 1989a - Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20 (4): 271 - 285.
- 108-** JACOB-REMACLE A., 1989b - Relations plantes-abeilles solitaires en milieu urbain : l'exemple de la ville de Liège. *Comptes rendus du Symposium 'Invertébrés' de Belgique*, : 387 - 394.
- 109-** JACOB-REMACLE A., 1990 - *Abeille sauvage et pollinisation*. Ed. Agro-Gembloux, 40 p.
- 110-** JACOB-REMACLE A., 1992 - Les abeilles solitaires: des insectes pollinisateurs peu connus. *Biologie des espèces. Insectes*, (84): 20 - 22.
- 111-** JOHNSON E.D.H., 1971 - Wintering of *Saxicola torquata* in the algerian Sahara. *Bull. British Ornithologist's Club*, (91): 103 - 107.
- 112-** JOSEPH S., WILSON O.J. and MESSINGER C., 2015 - *The Bees in Your Backyard: A Guide to North America's Bees*. Ed. Princeton University Press, New Jersey, 288 p.
- 113-** KADIK B., 1987 - *Les arbres et les arbustes dans la lutte contre la désertification*. Rapport du Programme de Recherche Agrimed, les espèces à usages multiples des zones méditerranéennes, Saragosse, Food Alimentary Organization, : 111 - 140.

- 114-** KASINA M.H., KRAEME M., NDERITU M., MARTIUS J. and WITTMANN C.D., 2009 - Bee pollination enhances crop yield and fruit quality in Kakamega , Western Kenya. *East African agri. for. Journal*, 75 (1): 1 - 11.
- 115-** KAUL M.L.H., 1991 - Genetic Improvement of Tomato. *Monographs on Theoretical and Applied Genetics*, (14): 39 - 50.
- 116-** KEARNS C.A. and INOUYE D.W., 1994 - *Techniques for Pollination Biologists*. Ed. University Press of Colorado, Niwot, CO., 583 p.
- 117-** KHALID A. A. and MAHARRAMOV M. M., 2015 - Contribution on the study of *Eucera Scopoli* (Hymenoptera: Apidae) from Nakhchivan Autonomous Republic (Azerbaijan). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, (8): 247 - 250.
- 118-** KIRBY W., 1802 - *Monographia Apum Angliae; Or, An Attempt to Divide Into Their Natural Genera and Families, Such Species of the Linnean Genus Apis as Have Been Discovered in England: with Descriptions and Observations. To which are prefixed Some Introductory Remarks upon the Class Hymenoptera, and a Synoptical Table of the Nomenclature of the External Parts of These Insects. With Plates. Vol. I*. Ed. Ipswich, London, 324 p.
- 119-** KLEIN A.M., VAISSIERE B.E., CANE J.H., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C. and TSCHARNTKE T., 2007 - Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London*, (274): 303 - 313.
- 120-** LE BERRE M., 1989 - *Faune du Sahara - Poissons - Amphibiens - Reptiles*. Ed. Lechevalier - R. Chabaud, Paris, coll. "Terres africaines", T. 1, 332 p.
- 121-** LE BERRE M., 1990 - *Faune du Sahara - Mammifères*. Ed. Lechevalier - R. Chabaud, Paris, coll. "Terres africaines", T. 2, 359 p.
- 122-** LEDANT J.P., 2002 - Remarques critiques sur les critères d'évaluation biologique. *Annales Gembloux*, (97) : 157 - 176.
- 123-** 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 De Giervalk*, (71): 295 – 398.
- 124-** LE HOUEROU H.N., 1995 - *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique: Diversité biologique, développement durable et désertisation*. Ed. C.i.h.e.a.m., Montpellier, Options méditerranéennes, série B (10), 396 p.
- 125-** LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J. et POUGET M., 1977 - Étude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 68 (3-4) : 33 – 74.

- 126-** LEVENT S., 2006 - Determination on quality characteristics of some important Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars grown in Mersin-Turkey. *African Journal agri. Res.*, 5 (10): 1144 - 1146.
- 127-** LOUADI K., 1999a - *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et leurs relations avec l'agrocénose dans la région de Constantine*. Thèse Doctorat, Sci. natu., Univ. Mentouri, Constantine, 168 p.
- 128-** LOUADI K. 1999b - Contribution à la connaissance des genres *Halictus* et *Lasioglossum* de la région de Constantine (Algérie) (Hymenoptera, Apoidea, Halictidae). *Bull. Société entomol. France*, 104 (2) : 141 - 144.
- 129-** LOUADI K. et DOUMANDJI S., 1998a- Diversité et activité de butinage des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) dans une pelouse à thérophytes de Constantine. *The Canadian Entomologist*, 130 (5): 691 - 702.
- 130-** LOUADI K. et DOUMANDJI S., 1998b- Note d'information sur l'activité des abeilles et l'influence des facteurs climatiques sur les populations. *Sciences et Technologie*, (9): 83 - 87.
- 131-** LOUADI K., BENACHOUR K. et BERCHI S., 2007a- Floral visitation patterns during spring in Constantine, Algeria. *African Entomology*, 15 (1): 209 - 213.
- 132-** LOUADI K., MAGHNI N., BENACHOUR K., BERCHI S., AGUIB S. et MIHOUBI I., 2007b- Présence de *Dasygoda maura* Perez, 1895, en Algérie (Hym., Apoidea, Melittidae). *Bull. Société Entomol. France*, 112 (2): 232.
- 133-** LOUADI K., TERZO M., BENACHOUR K., BERCHI S., AGUIB S., MAGHNI N. et BENARFA N., 2008 - Les Hyménoptères Apoidea de l'Algérie orientale avec une liste d'espèces et comparaison avec les faunes Ouest-paléarctiques. *Bull. Société entomol. France*, 113(4) :459 – 472.
- 134-** LOUVEAUX J., 1984 - *L'abeille domestique dans ses relations avec les plantes cultivées in Pollinisation et productions végétales*. Ed. Inst. nati. rech. agro., Paris, : 527 - 555.
- 135-** MAGNOLLAY P. et MOTTIER P.PH., 1983 - *Culture maraîchère*. Ed. Delta et Spes S.A., Paris, 200 p.
- 136-** MAGURRAN A.E., 2004 - *Measuring biological diversity*. Blackwell publishing. Oxford, 70 p.
- 137-** MAGRETTI P., 1890 - Imenotteri di Siria raccolti dall'Avv.to Augusto Medana. *Annali Museo Civico Storia Naturale Genova*, (29): 522 - 548.
- 138-** MAHINDRU S.N., 2007 - *Beekeeping*. Ed. A.H.P Publishing corporation, New Delhi, 207 p.

- 139-** MASNA F., HABBACHI W., MECHERI H., OUAkid M. et ADAMOUE A.E., 2014 - Inventaire des blattes forestières des pinèdes de la région de Djelfa. *Rev. El Wahat, Recherches, Études*, 7 (2): 1 - 6.
- 140-** MC GREGOR S.E., 1976 - *Insect pollination of cultivated crops plants*. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook n° 496, Washington, 411 p.
- 141-** MECHERI H., ADJAMI Y., MASNA F. et OUAkid M. L., 2014 - Les Coléoptères des pinèdes des zones semi-arides en Algérie. *Rev. El Wahat Recherches Etudes*, 7 (2): 27 - 36.
- 142-** METZMACHER M., 1986 - Distribution des moineaux, *Passer*, en Algérie: Observations Complémentaires. *Gerfaut*, (762): 131 - 133.
- 143-** MICHENER C. D., 1974 - *The Social Behaviour of the Bees*. Ed. Harvard Univ. Press, Cambridge (Massachusetts), 404 p.
- 144-** MICHENER C.D., 1979 - Biogeography of the bees. *Annals Missouri Botanical Garden*, (66): 277 - 347
- 145-** MICHENER C. D., 2000 - *The Bees of the World*. Ed. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 913 p.
- 146-** MICHENER C.D., 2007 - *The Bees of the World*. Ed. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 913 p.
- 147-** MOALI A., 2007 - Passereaux des zones arides. Publication du Projet Alg/00/G35. *Rev. Nature vivante, Bull. information*, (6) : 8 - 11.
- 148-** MONTCHAUSSÉ G., 1972 - *La steppe algérienne, cadre d'interactions entre l'homme et son milieu*. Ed. C.i.h.e.a.m., Options Méditerranéennes, Paris, 6 p.
- 149-** NEDJRAOUI D., 2011 - Vulnérabilité des écosystèmes steppiques en Algérie. *Séminaire Effet changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb*, 21-24 novembre 2011, Univ., Kasdi Merbah, Ouargla, : 41 - 53.
- 150-** ORTIZ-SANCHEZ F.J., 2011 - Lista actualizada de las especies de abejas de España (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, (49): 265 - 281.
- 151-** O'TOOLE C. and RAW A., 2004 - *Bees of the World*. Ed. Blandford, London, 192 p.
- 152-** OUSSEDIK A., IFTÈNE T., ZEGRAR A., 2003- Development of the desertification. Sensitivity map of Algeria using remote sensing. *Sécheresse*, 14 (3): 195 - 201.
- 153-** PARKER F.D., 1981 - Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees and their effect on seed yields. *J. Apic. Res.*, 20 (1): 49 - 61.

- 154-** PATINY S., 2001 - *Monographie des Panurginae de l'Ancien Monde (Hymenoptera: Apoidea, Andrenidae)*. Thèse Doctorat, Sci. agro. ingén. biol., univ. sci. agro., Gembloux, 206 p.
- 155-** PATINY S. and MICHEZ D., 2007 - Biogeography of bees (Hymenoptera, Apoidea) in Sahara and the Arabian deserts. *Insect Syst. Evol.*, (38): 19 - 34.
- 156-** PATINY, S. et GASPARD, C., 2000. - Premier aperçu de la biodiversité des Panurginae (Hym.:Andrenidae) de l'Anti-Atlas (Maroc). *Notes fauniques de Gembloux*, 41: 33 - 43.
- 157-** PAWLIKOWSKI T., 2010 - Pollination activity of bees (Apoidea: Apiformes) visiting the flowers of *Tilia cordata* (Mill.) and *Tilia tomentosa* (Moench) in an urban environment. *Journal Apicultural Science*, 54 (2): 73 - 79.
- 158-** PAYETTE A., 2004 - *Biodiversité et conservation des abeilles dans les bleuets*. Ed. Insectarium de Montréal, 9 p.
- 159-** D.U.C., 2004 - *Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de Djelfa, de Hassi bahbah et de Dar Chioukh, Phase finale*. Ed. Direction urbanisme, construction, Djelfa, 89 p.
- 160-** PERON J.Y., 2006 - *Production légumière*. Ed. Synthèse Agricole, Lavoisier, Paris, 613 p.
- 161-** PESENKO Yu.A., RADCHENKO V.G. and KAYGORODOVAM.S., 1980 - The ecology of pollination of *Strigosella grandiflora* and *Erysimum badghysi* (Brassicaceae) by wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Badghys: estimation of the pressure of competitive relationships. *Ent. Obozrenie*, 59 (4): 768 - 782.
- 162-** PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984 - *Pollinisation et production végétale*. Ed. Institut nati. rech. agro., Paris, 637 p.
- 163-** PIALOT D., CHESSEL D., et AUDA Y., 1984 - Description de milieu et analyse factorielle des correspondances multiples. *Comptes rendus séances 'Académie sci. Série 3. Sci. vie*, 298 (11): 309 - 314.
- 164-** PIERRE J., LE GUEN J., ESNAULT R., DEBBAGH S. et SADIKI M., 1997 - Méthode d'étude de la fréquentation de diverses féveroles par les insectes pollinisateurs. 88^{ème} Colloque légumineuses aliment. Méditerran., Rennes, 20-22 février, *Inst. nati. rech. agro., Paris*,:199 - 206.
- 165-** PIERRE J., SUZO M.J., MORENO M.T., ESNAULT R. et LE GUEN J., 1999 - Diversité et efficacité de l'entomofaune pollinisatrice (Hymenoptera:Apidae) de la féverole (*Vicia faba* L.) sur deux sites, en France et en Espagne. *Ann. Société entomol. France*, (35) : 312 - 318.

- 166-** PITTONI B., 1948 - Register card collection BMNH (E) 1954-79. *Zeitschrift der Wiener Entomologischen Gesellschaft*, (37): 186.
- 167-** POUGET M., 1971 - *Étude agropédologique du Bassin du Zahrez Gharbi (Feuille Rocher de Sel) au 1/100.000*. Étude Direction Etudes Milieu, Rech. Hydraul., Alger, 160 p.
- 168-** POUGET M., 1973 - Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du sud-algérois : les plages de salure sur les glacis quaternaires a croute calcaire. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Alger*, 64 (1-2): 15 - 24.
- 169-** POUGET M., 1977 - *Cartographie des zones arides. Géomorphologie, pédologie, groupement végétal, aptitude du milieu pour mise en valeur Région de Messaâd - Ain El Ibel*. Ed. Organisme Rech. Sci. Techn. Outre Mer, Paris, Notice explicative n° 67, 69 p.
- 170-** POUGET M., 1980 - *Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises*. Univ. Aix- Marseille III, Paris, 466 p.
- 171-** POUVREAU A., 1993- Les bourdons pollinisateurs menacés. *Courrier 'Environnement, Inst. nati. rech. agro.*, (19): 63 - 70.
- 172-** PŘIDAL A., 2004 - Checklist of the bees in the Czech Republic and Slovakia with comments on their distribution and taxonomy (Insecta: Hymenoptera: Apoidea). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis, (Brno)*, 52 (1): 29 - 65.
- 173-** PŘIDAL A. and VESELÝ P., 2011 - Changes in the composition of the bee populations of the Mohelno Serpentine Steppe after 70 years (Hymenoptera: Apiformes). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae Brunensis*, 59 (6): 291 – 311.
- 174-** PROSHCHALYKIN, M.Y., 2007 - *Family Andrenidae*, 884 - 886 in Lelej, A.S., Belokobylskij, S.A., Kasparyan, D.R., Kupianskaya, A.N. and Proshchalykin, M.Y., (Eds) Key to the Insects of Russian Far East. Vol. 4, Neuropteroidea, Mecoptera, Hymenoptera, Dalnauka, Vladivostok, Pt., (5): 2 p.
- 175-** QAISER J. and NAVEED A., 2011 - The pharmacological activities of prunes: The dried Plums. *Journal Medicinal Plants Research*, 5 (9): 1508 - 1511.
- 176-** QUARANTA M., AMBROSELLI S., BARRO P., BELLA S., CARINI A., CELLI G. COGOI P., COMBA L., COMOLI R., FELICOLI A., FLORIS I., INTOPPA F., LONGO S., MAINI S., MANINO A., MAZZEO G., MEDRZYCKI P., NARDI E., NICCOLINI L., PALMIERI N., PATETTA A., PIATTI C., PIAZZA M.G., PINZAUTI M., PORPORATO M., PORRINI C., D'ALBORE G.R., ROMAGNOLI F., RUIU L., SATTA A. and ZANDIGIACOMO P., 2004 - Wild bees in agro-ecosystems and semi-natural landscapes. 1997-2000 collection periods in Italy. *Bull. Insectology*, 57 (1): 11 - 61.

- 177-** QUEZEL, P. et SANTA S., 1962 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. Centre National rech. sci., Paris, T. I, 565 p.
- 178-** RADDE, G., 1899 - *Die Sammlungen des Kaukasischen Museums*. Band I. Zoologie. (17), 520 p.
- 179-** RAMADE F., 1984- *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 180-** RASMONT P., EBMER P.A., BANASZAK J. et VAN DER ZANDEN G., 1995 - Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand- duché de Luxembourg. *Bull. Soc. Ent. France (hors série)*, (100): 1 - 98.
- 181-** REBOUR H. et CHEVALIER A., 1952 - Les cultures fruitières d'Algérie. État actuel. Perspectives d'avenir in *Rev. Internati. Botanique appl. agri. tropicale*, 32, *Bull.* 359 - 360 : 474 - 479.
- 182-** ROLLIN O., 2013 - *Etude multi-échelles du patron de diversité des abeilles et utilisation des ressources fleuries dans un agro-système intensif*. Thèse doctorat, Univ. Avignon, 192 p.
- 183-** ROSADO-GORDON M.A., 2002 - *Polinizadores y biodiversidad*. Ed. Observatorio agentes polinizadores, Asoc. esp. Entomol., Jard. botan. Atlan. y Cent. Iberoamer. Biodiv., Madrid, 160 p.
- 184-** SANTOS A.O.R., BARTELLI B.F., and NOGUEIRA-FERREIRA F.H., 2014 - Potential Pollinators of Tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in Open Crops and the Effect of a Solitary Bee in Fruit Set and Quality. *Journal Economic Entomology*, 107 (3): 987 - 994.
- 185-** SAUNDERS E., 1901 - *Hymenoptera Aculeata collected in Algeria*. Part I- Heterogyna and Fossores to the end of Pompilidae. *Trans. Ent. Soc. Lond.*, (4): 515 - 525.
- 186-** SAUNDERS. E, 1908 - Hymenoptera Aculeata collected in Algeria. Partie II - Diptoptera, Fossores, 1905, Part III- Anthophilla, *Trans. Ent, Soc, Lond.*, (2): 177 - 273.
- 187-** SAUVAGE C., 1963 - Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. *Service de physique du globe et de météorologie, Annales*, (20) : 11 - 13.
- 188-** SCARAMUSSA-DEPRA M., 2014 - Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) in Rio de Janeiro state, Southeast Brazil. *Journal Pollination Ecology*, 12 (1): 1 - 8.
- 189-** SCHAUFF M.E., 2000 - *Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools*. Ed. National Museum of Natural History, Washington D.C. Systematic Entomology Laboratory, Usda, 69 p.

- 190-** SCHEUCHL E., 2000 - *Clé des genres de la superfamille des Apoidea : Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs*. Apollo Books, International Natural history publishers, Vester Skerninge, 9 p.
- 191-** SCHEUCHL E., BENARFA N. and LOUADI K.; 2011 - Description of a new *Andrena* species from Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *Entomofauna*, (32): 221 - 232.
- 192-** SCHULTHESS, D.A., 1924 - Contribution à la connaissance de la faune des hyménoptères de l'Afrique de Nord, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, 15 (6): 293 - 320.
- 193-** SCOTT-DUPREE A.C.D., and WINSTON A.M.L., 1987 - Wild bee pollinator diversity and abundance in orchard and uncultivated habitats in the Okanagan valley, British Columbia. *The Canadian Entomologist*, 119 (7-8): 735 - 745.
- 194-** SELLAMI M., BOUREDJLI H.A. et CHAPUIS J.L., 1989 - Répartition de la Gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri* Ogilby, 1841) en Algérie. *Vie et Milieu* 40 (2/3): 234 - 237.
- 195-** SELTZER P., 1946 - *Le climat d'Algérie*. Ed. Université d'Alger, Alger, 219 p.
- 196-** SHEBL M. A. and FARAG M. M., 2015 - Bee diversity (Hymenoptera: Apoidea) visiting Broad Bean (*Vicia faba* L.) flowers in Egypt. *Zoology in the Middle East* 61 (3): 256.
- 197-** SHEFFIELD C., PINDAR A., PACKER L. and KEVAN P., 2013 - The potential of cleptoparasitic bees as indicator taxa for assessing bee communities. *Apidologie, Springer Verlag*, 44 (5): 501 - 510.
- 198-** SKHIRTLDADZE I.A., 2002. List of short tramp bees (Hymenoptera, Andrenidae) of Georgia. *Proceedings of the Institute of Zoology*, (21): 214 - 222.
- 199-** SLAA E.J., CHAVES L. A.S., MALAGODI-BRAGA K.S. and HOFSTEDDE F.E., 2006- Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie, Springer Verlag*, 37 (2): 293 - 315.
- 200-** SLIMANI H. and AIDOUUD A., 2002 - Desertification in the Maghreb: A Case Study of an Algerian High-Plain Steppe. *Environmental Challenges in the Mediterranean 2000-2050. Nato Sci. Ser.*, (37): 93 - 108.
- 201-** SÖDERMAN G. and LEINONEN R., 2003 - *Suomen Mesipistiäiset ja niiden uhanalaisuus*. Tremex Press, Helsinki, 420p.
- 202-** SONET, M. et JACOB-REMACLE, A., 1987 - Pollinisation de la légumineuse fourragère *Hedysarum coronarium* L. en Tunisie. *Bull. Rech. Agro. Gembloux*, 22 (1): 19 - 32.
- 203-** SOUTTOU K., SEKOUR M., ABABSA L., GUEZOUL O. GOUISSEM K., et DOUMANDJI S., 2013- Paramètres biométriques des rongeurs recensés dans un milieu semi aride a Djelfa (Algérie). *Revue Bioressources*, 4 (4) :29 - 40.

- 204-** STANDFUSS K., 2009 - Zur aktuellen Bienenfauna der Ölbaumzone in Südost-Thessalien/Griechenland (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). 3. Colletidae, Melittidae, Apidae pro parte. *Entomofauna*, 30 (12): 197 - 208.
- 205-** STEWART P., 1969 - Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, (59) : 23 - 36.
- 206-** STREET K., ISMAIL A. and RUKHKYAN N., 2008 - *Regeneration guidelines: Faba bean*. Ed. International Center agric. res. dry area, Alepo, 9 p.
- 207-** TADAUCHI, O. and LEE, C.E., 1992 - The Family Andrenidae of Korea (Hymenoptera, Apoidea) I. *Esakia*, (32): 47 - 58.
- 208-** TASEĚ J.N., 1976 - Les insectes pollinisateurs de la fêverole d'hiver (*Vicia faba equina* L.) et la pollinisation des plantes mâles-stériles en production de semences hybrides. *Apidologie* 7 (1): 1 - 38.
- 209-** TASEĚ J. N., 1988- Votre jardin peut aider les pollinisateurs. *Insectes*, 70 (3): 14 - 15.
- 210-** TEPEDINO V.J., GRISWOLD T.L., ALSTON D.G., TOLER T.R. and BRADLEY B.A., 2007 - Orchard pollination in Capitol Reef National Park, Utah, USA. Honey bees or native bees. *Biodivers. Conserv.*, (16): 3083 - 3094.
- 211-** TEPPNER H., 2005 - Pollinators of tomato, *Solanum lycopersicum* (Solanaceae), in. Central Europe. *Phyton*, 45 (2): 217.
- 212-** TERZO M., 2000 - *Classification phylogénétique des Cératines du monde et monographie de la région Ouest-Paléarctique et de l'Asie centrale (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae : Ceratina Latreille)*. Thèse Doctorat, Univ. Mons-Hainaut, 263 p.
- 213-** TERZO M. et RASMONT P., 2010 - *Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Livrets de l'Agriculture*. Ed. Ministère Région wallonne, Direction générale Agriculture (Namur), 61 p.
- 214-** TOPITZHOFER E., 2014 - *Effects of pollen collected by honey bees from pollination dependent agricultural cropping systems on honey bee nutrition*. Master of Science thesis, Oregon State University, 99 p.
- 215-** TORNÉ-NOGUERA A., RODRIGO A., ARNAN X., OSORIO S., BARRIL-GRAELLS H., DA ROCHA-FILHO L.C. and BOSCH J., 2014- Determinants of Spatial Distribution in a Bee Community: Nesting Resources, Flower Resources, and Body Size. *PLoS One*, 9 (5): 1-9.
- 216-** TRAUTMANN W., 1985 - The Impact of the agrarian revolution on nomadism of the algerian steppe. *Nomadic Peoples*, (17): 22 - 33.

- 217-** TREPEDINO V. J.; GRISWOLD T. L.; ALSTON D. G.; TOLER T. R.; and BRADLEY, B. A., 2007 - Orchard pollination in Capitol Reef National Park, Utah, USA. Honey bees or native bees. *Biodivers. Conserv.*, (16):3083-3094.
- 218-** U.S.D.A., 2015 - *Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen*. United States Depart. agri., Guidance Document, Washington, 45 p.
- 219-** VAISSIERE B., 2005 - Abeilles et pollinisation. *Le courrier de la Nature, Spécial Abeilles*, (196): 24 - 27.
- 220-** VAISSIERE B., MORISON N. et CARRÉ G., 2015 - Abeilles, pollinisation et biodiversité. *Abeilles et Cie*, 3 (105): 10 - 14.
- 221-** VERGARA C.H., 2005 - Effects of Agriculture on Bee Community (Hymenoptera: Apoidea) Structure in a Mixed Orchard in Central Mexico. *Journal Agronomy*, 4 (4): 277 - 280.
- 222-** WADHWA N. and SIHAG R.C., 2015 - Melittophilous Mode of Pollination Predominates in European Plum (*Prunus domestica* L.) in the semi-arid environment of Northwest India. *Asian J. agric. Res.*, (9): 189 - 207.
- 223-** WARNCKE K., 1965 - Beitrag zur kenntnis der bienengattung *Andrena* F. in der Türkei (Hymenoptera, Apoidea). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, (55): 244 - 273.
- 224-** WARNCKE K., 1966 - Beitrag zurkenntnis der bienengattung *Andrena* F. im Kaukasus, mit beschreibung einer neuen art aus Südeuropa (Hymenoptera). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, (63): 116 - 127.
- 225-** WARNCKE K., 1967 - Faunistische bemerkunge nüber west paläarktische bienen der gattung *Andrena* F. (Hymenoptera Apoidea). *Bull. Recherches agro. Gembloux*, 2 (3): 569 - 581.
- 226-** WARNCKE K., 1974 - Die sandbienen der Türkei (Hymenoptera, Apoidea, *Andrena*), teil A. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 64: 81 - 116.
- 227-** WARNCKE K., 1976 - Die bienengattung *Andrena* F., 1775, in Iberien (Hymenoptera. Apidae). Teil B. *Eos*, (50): 119 - 223.
- 228-** WINFREE R., GROSS B. J. and KREMEN C., 2007 - Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics*, (71): 80 - 88.
- 229-** WNUKOWSKY W., 1927 - Verzeichnis der Hymenopteren des Bezirkes Kamenj (südwestliches Sibirien, früheres Gouvernement Tomsk). *Konowia*, (6): 31 - 34.

- 230-** WOODCOCK, B.A., EDWARDS, M., REDHEAD, J., MEEK, W.R., NUTTALL, P., FALK, S., NOWAKOWSKI, M. and PYWELL, R.F., 2013 - Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (171): 1 - 8.
- 231-** ZAIME A. et GAUTIER J.Y., 1989 - Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. *Revue Écologie (Terre et vie)* 44 (3): 263 - 278.
- 232-** ZANELLA C.V.F., 2000 - The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie*, (31): 579 – 592.
- 233-** ZEGRAR A., 2010 - Determination and analysis of the trend of desertification through the use of Alsat-1 satellite data and Landsat in the Algerian steppe. *Journées Stratégie lutte contre la désertification, Centre of Space Techniques*, :1 - 14.
- 234-** ZELLA L. et SMADHI D., 2009 - Micro-irrigation de la tomate sous serre. *Courrier du Savoir*, (9): 119 - 126.

Autres Références

- 234-** ASCHER J., and PICKERING J., 2014. Bee Species Guide (Hymenoptera: Apoidea: *Anthophila* [online]. Available from http://www.discoverlife.org/mp/20q?=&Apoidea_species&flags=HAS (consulté le 19 mars 2014).
- 235-** M.A.D.R., 2012- Le Renouveau Agricole et Rural en marche, Revue et Perspectives, Ministère d'Agriculture et de Développement Rural, disponible en ligne : http://www.minagri.dz/pdf/Divers/Juillet/LE_RAR-FR.pdf (consulté le 20 février 2014).
- 236-** WESTPHAL C., BRÜNJES L., und WOLFGANG L., 2015 - Anbauvarianten und Bestäuberinsekten der Ackerbohne. *Pre-publication von Georg-August-Universität Göttingen*. [Online] 1p., <https://www.uni-goettingen.de/de/bachelormasterarbeiten/96112.html> (Consulté le 1 mai 2015).

Annexes

Annexe 1 :

Andrenidae



Andrena hemorrhhoa messadensis



Andrena flavipes



Andrena hesperia



Andrena biskrensis



Panurgus canescens

Apidae



Anthophora fulvitaris



Anthophora retusa



Anthophora crassipes



Anthophora hispanica



Melecta luctuosa



Eucera longicornis

Halictidae



Halictus rufipes



Halictus pollinosus thevestensis



Halictus constantinesis



Lasioglossum subfasciatum



Halictus sacbiosae



Lasioglossum subfasciatum

Megachilidae



Osmia tricornis



Osmia latreillei



Osmia notata



Osmia rufa

Annexe 2

Tableau 29 - Moyennes mensuelles de températures et de précipitations de la région de Zaâfrane sur une décennie de 1993 jusqu'à 2002

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Moy. T (°C)	9,80	12,73	16,49	18,89	24,39	30,95	34,17	32,97	27,13	21,30	14,05	11,48
Moy. P(mm)	9,82	12,47	16,55	19,18	24,47	30,97	34,20	33,20	27,29	21,50	13,96	11,58

(O.N.M.D., 2003)

Tableau 30 - Moyennes mensuelles de températures et de précipitations de la région de Messaâd sur 10 ans de 2001 à 2010

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Moy. T (°C)	7,14	8,79	12,23	14,88	19,5	25,29	29,27	28,14	22,73	18,35	11,6	8,32
Moy. P(mm)	18,92	16,03	14,83	19,99	26,73	7,27	7,3	19,18	26,81	21,17	21,39	21,33

(O.N.M.D., 2011)

Tableau 31 - Moyennes mensuelles de températures et de précipitations de la région de Dar Chioukh sur une décennie de 1995 à 2004

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Moy. T (°C)	5,27	6,7	9,62	11,17	16,87	22,83	26,34	25,69	20,5	15,7	9,41	6,3
Moy. P(mm)	37,51	20,51	18,63	29,36	29,41	10,78	6,58	23,32	35,22	21,77	23,45	32,42

Tableau 32 - Moyennes mensuelles de températures et de précipitations de la région de Hassi bahbah sur une décennie de 2001 à 2010

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Moy. T (°C)	5,43	6,99	10,40	13,47	18,20	24,41	28,46	52,82	41,64	16,75	10,52	6,79
Moy. P(mm)	24,46	27,81	17,31	29,32	30,74	15,42	12,64	28,51	31,89	33,20	30,48	29,33

(O.N.M.D., 2011)

سمحت المعاينات التي أجريت على عشائر النحل في الوسط السهبي بمنطقة الجلفة بتسليط الضوء على أربع فصائل كل من Halictidae ، Apidae ، Megachilidae و Andrenidae. فيما يخص عدد أنواع النحل كان في المقام الأول الوسط الطبيعي لعقربة ب 25 نوعا.

إن التنوع الحيوي لعشيرة النحل في الوسط السهبي يعتبر ضعيفا. بالنسبة لمؤشر سورنسن (Qs) بين الست محطات الدراسية أظهرت القيم وجود أقوى مؤشر تشابه ذلك الذي بين بستان أشجار المشمش و البرقوق بحنية أولاد سالم وكذا حقول الفول بتامديت. إن الملاحظات التي أجريت على كل من *vicia faba* و *Solanum lycopersicum* و *Prunus domestica* و *Prunus armeniaca* أظهرت أن نحل العسل *Apis mellifera* هو الأكثر شيوعا من حيث زيارته للأزهار.

إن أثر تأبير النحل لنبته الطماطم خلال فترة الإزهار لعام 2006 يظهر جليا من خلال تحسين مردود هذا المحصول. تعتبر الفعالية التأبيرية للنحل في بستان أشجار المشمش بحنية أولاد سالم و في حقول الفول بتامديت متغيرة وذلك حسب الأنواع المستهدفة. **كلمات مفتاحية:** عشائر النحل ، الوسط السهبي، التنوع الحيوي، تشابه، تأثير التأبير، الفعالية التأبيرية، الجلفة، الجزائر.

Etude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes (Hymenoptera, Aculeata) en milieu steppique

Résumé

Les investigations faites sur le peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique dans la région de Djelfa ont permis la mise en évidence de quatre familles, celles des Apidae, des Halictidae, des Megachilidae et des Andrenidae.

En termes de nombre d'espèces, c'est le milieu naturel d'Agraba à Zaâfrane qui vient en première position avec 25 taxons.

La biodiversité du peuplement d'apoïdes dans le milieu steppique est considérée comme faible. Les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen (Qs) entre les six stations d'étude témoignent du fait que le plus fort indice de similarité apparaît entre les deux milieux cultivés, le verger d'abricotiers et de pruniers de Haniet Ouled Salem et les parcelles de fève de Tamdit. Les observations effectuées lors de la floraison de *vicia faba*, de *Solanum lycopersicum*, de *Prunus domestica* et de *Prunus armeniaca* montrent qu'*Apis mellifera* est la plus fréquente en termes de visites florales.

L'effet de la pollinisation de la tomate lors de la floraison de 2006 par les apoïdes se traduit tangiblement par une amélioration du rendement de la culture. L'efficacité pollinisatrice des abeilles dans le verger d'abricotiers et de pruniers à Haniet Ouled Salem et dans le champ de fève à Tamdit est variable selon les espèces ciblées.

Mots clés : Apoïdes, Milieu steppique, Biodiversité, Similarité, Effet de la pollinisation, Efficacité pollinisatrice, Djelfa, Algérie.

Eco-ethological study of the settlement of apoids (Hymenoptera, Aculeata) in steppe medium

Abstract

The investigations made on the settlement of apoids in the steppe medium the region of Djelfa allowed the description of four families, those of Apidae, Halictidae, Megachilidae and Andrenidae.

In terms of number of species, it is the natural environment of Agraba in Zaâfrane which comes in first position with 25 taxa.

The biodiversity of the settlement of apoids in the steppe medium is regarded as poor. The values of the index of similarity of Sørensen (Qs) between the six stations of study testify that the strongest index of similarity appears between the two cultivate mediums, the orchard of apricot and plum trees of Haniet ouled salem and the broad bean plots of Tamdit.

The observations carried during time of flowering of *Vicia faba*, of *Solanum lycopersicum*, of *Prunus domestica* and *Prunus armeniaca* show that *Apis mellifera* is the most frequent in terms of floral visiting. The effect of pollination on tomato by the apoids at the time of flowering in 2006 is tangibly translated by an improvement of the yield on the culture.

The pollinating effectiveness of the bees in the orchards of apricot and plum trees at Haniet Ouled Salem and in the broad bean plots at Tamdit is variable according to the targeted species.

Keywords: Apoids, Steppe medium, Biodiversity, Similarity, Effect of pollination, pollinating effectiveness, Djelfa, Algeria.

A new record and a new subspecies of *Andrena haemorrhoa* (Fabricius, 1781) in Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae)

El-H. Cherair^{1*}, E. Scheuchl², S. Doumandji³ & K. Louadi⁴

¹Département d'Agrovétérinaire, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ziane Achour, Djelfa, 17000, Algeria

²Kastanienweg 19, 84030 Ergolding, Germany

³Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, 16000 Algeria

⁴Laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri, 25000 Constantine, Algeria

Andrena haemorrhoa (Fabricius, 1775) is recorded for the first time in Algeria. In this paper, a new subspecies, *Andrena haemorrhoa messaadensis* subsp. n., is described. *Andrena haemorrhoa*, which is able to live north of the polar circle, can also survive in a hot and dry region in North Africa. Characteristics of the study area are provided. The sample site and the morphology related to the description of female *Andrena haemorrhoa messaadensis* is illustrated.

Key words: arid steppes, apricot and plum orchards, hot and dry region, Messaâd, Algeria, North Africa, new record, new subspecies.

INTRODUCTION

Andrena (Fabricius, 1775), commonly called sand or solitary mining bees, is the largest genus of bees in terms of number of species (Michener 2007). This genus contains about 1500 valid species and about as many synonyms (Gusenleitner & Schwarz 2002). The genus itself has a Holarctic distribution, but most species have much narrower geographic ranges.

The bee fauna of Algeria has been the subject of many studies (Lepelletier 1841; Lucas 1849; Dours 1872, 1873; Pérez 1895, 1903; Saunders 1909; Alfken 1914; Schulthess 1924; Benoist 1961). Warncke (1974) summarized the distribution of *Andrena* in North Africa according to contemporary knowledge. He listed 199 species from this region, 147 of which were recorded from Algeria. Unfortunately, after Warncke, research on the Algerian bee fauna came to a standstill, until Louadi & Doumandji (1998a,b), and Louadi (1999) restarted taxonomic work on bees in the northeast of Algeria (Constantine). According to our data, more than 180 *Andrena* species have now been found in Algeria, many of them represented by two or more subspecies.

This report of a new subspecies of *Andrena haemorrhoa* (Fabricius, 1781) in Algeria adds an unexpected new record to the biogeographical distribution of this species. The discovery of *A. haemorrhoa messaadensis*, as well as the finding of

the recently described *Andrena tebessana* Scheuchl, Benarfa & Louadi, 2011, suggests that further exploration of Algeria's bee fauna could yield new taxa not yet described (Scheuchl *et al.* 2011).

MATERIAL AND METHODS

Andrena haemorrhoa messaadensis subsp. n. was sampled in Messaâd region (34°10'N 3°30'E, 761 m a.s.l.) (Djelfa district), 370 km south of Algiers. The site was located in the Ouled Nail Mountains, which form the chain of the Saharan Atlas.

The vegetation cover of this area consists mainly of arid steppes with large gaps between clumps of vegetation on generally thin soil, in direct contact with the bedrock (Pouget 1980).

The climate of Messaâd region is Mediterranean. It is located in the bioclimatic semi-arid to arid, with a dry summer and a fresh or cold rainy winter.

On average, over the period 2001–2011 rainfall did not exceed 313 mm/year; noting that during the sampling periods in 2008 and 2010 the average annual rainfall reached 337.3 mm and 309.4 mm, respectively.

Our sampling site (34°10'12.13"N 3°27'12.78"E, 761 m a.s.l.) was characterized by a stony, sandy soil. The main vegetation was orchards of apricot and plum (Fig. 1A) (total area of both orchards together measured 4636 m²) and non-cultivated plants, which were dominated by a sagebrush

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



Fig. 1. Sampling site in Messaâd region, Algeria. **A**, Apricot and plum orchard; **B**, non-cultivated vegetation.

(*Artemisia herba alba*; Asteraceae) (Fig. 1B). Other herbaceous plants present in lower numbers belonged to Poaceae (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Aristida pungens*), Asteraceae (*Artemisia c. campestris*), Amaranthaceae (*Arthrophytum scoparium*, *Arthrophytum schmittianum*), Fabaceae (*Astragalus armatus*), and Nitrariaceae (*Peganum harmala*).

Andrena haemorrhoa messaadensis was first captured with a flexible hose (1.5 m long, 1 cm in diameter) on 3 March 2008, and next on 5 March 2010, while it was gathering flowers in apricot and plum orchards. During two sampling periods (in 2008 and 2010), we collected 29 individuals of *A. haemorrhoa messaadensis* subsp. n., including 28 females and one male.

TAXONOMY

Andrena haemorrhoa belongs to the subgenus *Trachandrena* Robertson, 1902, which is represented by 24 species in the Nearctic and six species in the Palaearctic.

- Palaearctic *Trachandrena* species are characterized by the combination of the following characters:
- Pronotum without a humeral angle or dorso-ventral ridge;
- Propodeal enclosure strongly rugose, transversely carinate posteriorly;
- Dorsal face of propodeum and mesopleurae coarsely sculptured;
- Tergites 1–4 smooth between punctures;
- Forewing with three submarginal cells.

Female

- Facial foveae deeply impressed, distinctly constricted in the lower half or less, well separated from the inner margin of the eye;
- Hind tibia with inner spur unmodified, not widened or curved basally.

Male

- Genitalia with dorsal lobes of gonocoxites strongly produced and acute.

***Andrena (Trachandrena) haemorrhoa*
messaadensis Scheuchl, **subsp. n.**, Fig. 2**

Description of the female

Body length. 10–12 mm.

Colour. Cuticula of head, thorax, and abdomen black (Fig. 2A). Wings slightly infumate, veins and stigma dark reddish-brown to black (Fig. 2B). Tegulae reddish brown. Distal tarsal segments of fore and middle legs, hind tibiae, and tarsi ferruginous (Fig. 2C). Tibial spurs yellowish (Fig. 2D).

Pubescence. Hairs on head and thorax rather short, those on metasoma scant; hairs on head black to blackish grey (Fig. 2A). Facial fovea blackish grey. Hairs on scutum, scutellum, and metanotum fulvous (Fig. 2F). Dorsal fringe of propodeal corbicula blackish, long, more or less well arranged; interior of corbicula with fine white hairs. Hairs on mesopleurae longer than those on mesoscutum, black. Trochanteral floccus blackish, apical parts white. Femoral fringes of fore and middle legs black and of hind legs white. Tibial scopa yellowish, blackened basally (Fig. 2G). Tergites largely hairless, only laterally with black hairs (Fig. 2A); caudal fimbria black (Fig. 2H); sternites with very short black hairs, apical margin with a sparse fringe of moderately long black hairs.

Structure. Process of labrum with apical margin entire. Clypeus convex, shiny, coarsely and densely punctate (Fig. 2E). Facial fovea constricted medially, distinctly separated from eye margin by a shiny space. Vertex dulled by shagreening, rugoso-punctate. Scutum with coarse, deep, round punctures separated by 0.1–0.5 puncture diameters except in small posteromedian area where often separated by up to 1.5 puncture diameters; surface with distinct and fine reticular shagreening. Scutellum similar to scutum. Propodeum outside of enclosure coarsely sculptured with dense irregular rugae; enclosure well indicated, carinate posteriorly, interior of enclosure principally longi-

tudinally wrinkled. Mesopleurae with punctures extremely dense, honeycomb-like. Tergites with basal portion shiny and apical parts (depression) shagreened; tergite 1 with fine and shallow longitudinal rugulae, punctures extremely fine and sparse. Tergite 2 with basal portion densely punctate (punctures separated by 0.5–1.5 puncture diameters basally, interspaces becoming wider and punctures becoming coarser towards the apical depression); apical depression broad, weakly shagreened, punctures smaller and sparser than in basal portion. Tergites 3 and 4 with punctures coarser and denser, apical depression more distinctly shagreened. Pygidial plate V-shaped, with raised internal triangle (Fig. 2H).

Description of the male

Body length. about 9 mm.

Colour. Cuticula of head, thorax, and abdomen black, including posterior margins of tergites. Wings, including veins and stigma, yellowish. Tegulae reddish-brown subhyaline posteriorly, blackish anteriorly. Tarsi of all legs and hind tibiae ferruginous, the latter with basal and central part more or less obscured.

Pubescence. Hairs on whole body (including legs) nearly concolourous, whitish yellow to whitish brown; hairs on head and thorax rather long and abundant, on metasoma short and rather sparse; hairs on tergite 6 also whitish brown.

Structure. Mandibles elongated, falciform, decussate, apices pointed. Process of labrum trapezoidal, apical margin slightly thickened. Clypeus convex, shiny, strongly and rather coarsely rugoso-punctate. Antennae elongated with flagellomere 1 slightly longer than broad, about 0.7 times shorter than segment 4, which is indistinctly shorter than next segment. Scutum with punctures dense to extremely dense and coarse, interspaces roughly shagreened. Scutellum with punctures separated only by a thin wall, thus resembling a honey-comb. Propodeum and mesopleurae as in female. Legs slender, without special modification. Tergites as in female, but punctures finer (half the diameter of punctures on female), and apical depressions smooth.

Differential diagnosis. The female differs from *A. haemorrhoa haemorrhoa* as follows: wings slightly infumate, veins and stigma dark reddish-brown to black (*A. h. haemorrhoa*: wings yellowish subhyaline, veins and stigma yellowish). Basitarsi of middle legs ferruginous (*A. h. haemorrhoa*: black).



Fig. 2. Female of *Andrena haemorrhhoa messaadensis*. **A**, Abdomen, view of tergites; **B**, wings, veins and stigma; **C**, distal tarsal segments of fore, middle legs and hind tibiae; **D**, basitarsus of middle leg and tibial spur; **E**, frontal view of head; **F**, fulvous hairs on scutum, scutellum; metanotum; **G**, tibial scopa; **H**, caudal fimbria.

Hairs on head black to blackish grey (*A. h. haemorrhoa*: hairs on head whitish). Facial fovea blackish grey (*A. h. haemorrhoa*: whitish). Dorsal fringe of propodeal corbicula blackish (*A. h. haemorrhoa*: whitish). Hairs on mesopleurae black (*A. h. haemorrhoa*: white). Trochanteral floccus blackish (*A. h. haemorrhoa*: white). Femoral fringe of fore and middle legs black (*A. h. haemorrhoa*: white). Tibial scopa yellowish, blackened basally (*A. h. haemorrhoa*: not blackened basally). Tergites largely hairless, only laterally with black hairs (*A. h. haemorrhoa*: with white hairs); caudal fimbria black (*A. h. haemorrhoa*: golden); pubescence of sternites black (*A. h. haemorrhoa*: white). Propodeal enclosure roughly wrinkled, but rugae somewhat finer than in *A. haemorrhoa*. Tergite 1 with punctures extremely fine and sparse, separated by 0.2–1 puncture diameters (*A. h. haemorrhoa*: punctures of intermediate size, separated by 1–3 puncture diameters), tergites 2–4 with basal portion densely punctate, punctures of intermediate size, separated by 0.5–1.5 puncture diameters basally (*A. h. haemorrhoa*: punctures moderately coarse, separated by 0.1–0.5 puncture diameters).

The male differs from *A. h. haemorrhoa* as follows: posterior margins of tergites black, not translucent (*A. h. haemorrhoa*: usually slightly translucent reddish-brown). Hairs on tergite 6 whitish-brown (*A. h. haemorrhoa*: golden). Mandibles elongated, falciform, decussate, apices pointed (*A. h. haemorrhoa*: mandibles short, apex blunt). Tergites 2–4 with punctures moderately fine, separated by 1–4 puncture diameters basally (*A. h. haemorrhoa*: punctures of intermediate size, separated by 1–2 puncture diameters).

The most striking feature of the male is the elongated mandibles, a character that only appears among the other known Palaearctic *Trachandrena* species in the Far East *Andrena foveopunctata* Alfken, 1932. *Andrena haemorrhoa* (all subspecies) differs from *A. foveopunctata* as follows: punctures of the scutellum separated by interspaces of distinctly less than one diameter (*A. foveopunctata*: about one diameter), vertex and genae distinctly shagreened, completely dull (*A. foveopunctata*: about one diameter), and legs having at least hind tibiae and middle and hind tarsi ferruginous (*A. foveopunctata*: legs completely black).

Etymology. The specific epithet refers to the site of discovery near the Algerian town of Messaâd.

Material examined. Holotype: 1♀, 'March 5th 2010, Messaâd 1, 34°10'12.13"N, 3°27'12.78"E', deposited

in the Oberösterreichisches Landesmuseum, Biologiezentrum, Linz (Austria).

Paratypes: 1♀, 'March 3rd 2008, Messaâd, 34°10' N, 3°30' E'; 2♀, 1♂, 'March 5th 2010, Messaâd 1, 34°10'12.13"N, 3°27'12.78"E', in coll. E. Scheuchl, Ergolding (Germany); 20♀, 'March 5th 2010, Messaâd 1, 34°10'12.13" N, 3°27'12.78" E', in coll. E. H. Cherair, Djelfa (Algeria); 4♀, 'March 5th 2010, Messaâd 1, 34°10'12.13"N, 3°27'12.78"E', deposited in the Bavarian State Collection of Zoology in Munich (Germany).

DISCUSSION

Andrenidae occur on all continents except Australia, although they are nearly absent from the tropical Asian region. In the northern temperate areas, the genus *Andrena* is ubiquitous (Michener 2007). Among the *c.* 1060 described species occurring in the Palaearctic region, only about 30 are distributed over the whole range, from Portugal to the Far East of Russia. Two of these species, *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802) and *Andrena clarkella* (Kirby, 1802), are Holarctic in distribution, and a third, *Andrena wilkella* (Kirby, 1802), was introduced into the Nearctic region (*cf.* Ebmer 2011). About 10 of these 30 species occur also in Japan, and the same number extends into North Africa. *Andrena haemorrhoa* is now the only species recorded from all subregions of the Palaearctic.

Andrena haemorrhoa has been recorded from central and northern Spain (Warncke 1976; no records from the Balearic Islands), France, Corsica, Italy (no records from Sicily or Sardinia), the whole of central Europe (including England, Ireland, and the Channel Islands), northern Europe up to 68° N (Söderman & Leinonen 2003), eastern Europe from northwestern Russia southwards to Greece (no records from the Peloponnese region or the Greek Islands, except Lesbos), Turkey (Fahringer 1922; Warncke 1965; Warncke 1974), Syria (Magretti 1890), Iran (Alfken 1935), the Caucasus (Radde 1899; Warncke 1966; Dathe 1980; Skhirtladze 2002), Siberia (Wnukowsky 1927), the Far East of Russia (Kamchatka, Khabarovsk, Amur Oblast, Primorskiy Kray, Sakhalin, Yakutia, Chukotka Autonomous District, and Baikal Region; *cf.* Proshchalykin 2007), Japan (Hirashima 1957), and Korea (Tadauchi & Lee 1992). Some specimens from the extreme northeast of China (Manchuria) could be examined in the Grünwaldt collection. A distribution map for the West Palaearctic is given

in Gusenleitner & Schwarz (2002). The specimens from Japan and Korea are regarded as a distinct subgenus, *A. haemorrhoea japonibia* Hirashima 1957, differing mainly in size and sculpture.

A single record of *A. haemorrhoea* in North Africa was reported by Guiglia (1929: 414) under the synonym *Andrena albicans* Müller, 1776. Guiglia recorded three females from Porto Badia in north-eastern Libya (31°46'N 25°06'E) that differed from Central European specimens by a reduced white pubescence on the mesopleurae and more abundant brown hairs (*Negli esemplari di Porto Bardia ho osservato una sensibile diminuzione della pubescenza bianca dei lati del torace e una maggiore abbondanza di peli fulvi rispetto agli altri esemplari europei da me esaminati.*).

Although Warncke studied a very large number of *Andrena* specimens from North Africa, he never found *A. haemorrhoea* from there. Therefore, he declared Guiglia's record to be a misidentification (Warncke 1967: 572). In consideration of our new discoveries in Algeria, the Guiglia records may have been correct. We were unable to find and study these specimens, leading us to consider *A. haemorrhoea messaadensis* as a new record.

The description of *A. haemorrhoea messaadensis* as a new subspecies is justified, since in macroscopic

view, we will not recognize the female of this taxon as a close relative of *A. haemorrhoea haemorrhoea*. But the most remarkable difference is the elongated mandibles of the male. Elongated male mandibles appear in a good number of *Andrena* species, and as far as we know, they are an issue of sexual behaviour.

It is interesting that a species that is able to live beyond the polar circle and at altitudes of 1600 m (de Beaumont 1958) can also survive in a hot and dry region in North Africa. Although euryoecious, the nominate form of *A. haemorrhoea* prefers moderately humid habitats; at least in central Europe, it is rarely found in xeric grasslands. Thus, the taxonomic establishment of a new subspecies must be based not only on morphological characters, but also on a consideration of ecological factors.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank S. Schmidt of the Bavarian State Collection of Zoology in Munich (Germany) for his permission to examine specimens of *A. haemorrhoea*, especially those of R.W. Grünwaldt. We are also grateful to M.F. Gusenleitner of the Centre of Biology (Oberösterreichisches Landesmuseum, Biologiezentrum), Linz (Austria), for his help accessing the Warncke collection.

REFERENCES

- ALFKEN, J.D. 1914. Beitrag zur kenntnis der bienenfauna von Algerien. *Mémoires de la Société Entomologique de Belgique* 22: 185–237.
- ALFKEN, J.D. 1935. Beitrag zur kenntnis der bienenfauna von Persien. *Mitteilungen des Entomologischen Verein Bremen* 23: 21–24.
- BENOIST, R. 1961. Contribution à la connaissance des *Andrena* de l'Algérie. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 34(1): 83–85.
- DATHE, H.H. 1980. Zur Hymenopterenfauna des Naturschutzgebietes Teberda im Westkaukasus. *Milu* 5(1–2): 194–217.
- DE BEAUMONT, J. 1958. Les Hyménoptères Aculéates du Parc National Suisse et des régions limitrophes. In: *Ergebnisse der Wissenschaftlichen Untersuchung des Schweizerischen National Parks (Résultats des recherches scientifiques entreprises au Parc National suisse)* 6(40): 145–236.
- DOURS, J.A. 1872. Hyménoptères nouveaux du bassin Méditerranéen. *Revue et Magazine de Zoologie* 2(23): 293–311, 349–359, 396–399, 419–434; pl. 28.
- DOURS, J.A. 1873. Hyménoptères du bassin méditerranéen *Andrena* (suite). *Biareolina, Eucera*. *Revue et Magazine de Zoologie* 3(1): 274–325; pl. 14.
- EBMER, A.W. 2011. Holarktische bienenarten – autochthon, eingeführt, eingeschleppt. *Linzer Biologische Beiträge* 43(1): 5–83.
- FABRICIUS, J.C. 1781. *Species Insectorum exhibentes eorum differentias specificas, synonyma auctorum, loca natalia, metamorphosin adiectis observationibus, descriptionibus*. 1, viii+552pp. (Bienen, 472–488).
- FAHRINGER, J. 1922. Hymenopterologische Ergebnisse einer wissenschaftliche Studienreise nach der Türkei und Kleinasien (mit Ausschluss des Amanus-Gebirges). *Archiv für Naturgeschichte* (A) 88(9): 149–222.
- GUIGLIA, D. 1929. Hymenoptera Aculeata. In: *Risultati zoologici della Missione inviata dalla R. Società Geografica Italiana per l'esplorazione dell'oasi di Giarabub* (1926–1927). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova* 53: 393–421.
- GUSENLEITNER, F. & SCHWARZ, M. 2002. Weltweite checkliste der bienengattung *Andrena* mit bemerkungen und ergänzungen zu paläarktischen arten (Hymenoptera, Apidae, Andreninae, *Andrena*). *Entomofauna*, Supplement 12.
- HIRASHIMA, Y. 1957. Descriptions and records of bees of the genus *Andrena* from Eastern Asia. III (Hymenoptera, Andrenidae). *Mushi* 30(9): 49–57.
- LEPELETIER, A. 1841. *Histoire naturelle des Insectes. Hyménoptères. Suites à Buffon II*. Vol. 2, 1–680, 24 pls.
- LOUADI, K. 1999. *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et leur relation avec l'agrocénose dans la région de Constantine*. Thèse de Doctorat,

- Sciences naturelles, Université Mentouri, Constantine.
- LOUADI, K. & DOUMANDJI, S.A. 1998a. Diversité et activité de butinage des Abeilles (Hymenoptera, Apoidea) dans une pelouse à Thérophytes de Constantine (Algérie). *Canadian Entomologist* **130**(5): 691–702.
- LOUADI, K. & DOUMANDJI, S.A. 1998. Note d'information sur l'activité des abeilles (domestiques et sauvages) et l'influence des facteurs climatiques sur les populations. *Revue Sciences et Technologie, Université Constantine* **9**: 83–87.
- LUCAS, H. 1849. L'histoire naturelle des animaux articulés. Cinquième Ordre. Les Hyménoptères. Première Famille. Les Apiens. In: *Exploration Scientifique de l'Algérie Pendant les Années 1840, 1841, 1842, Zoologie* **3**: 141–224, pl. 1–10. Imprimerie Nationale, Paris, France.
- MAGRETTI, P. 1890. Imenotteri di Siria raccolti dall'Avv. to Augusto Medana. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova* **29**: 522–548.
- MICHENER, C.D. 2007. *The Bees of the World*. 2nd Edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A.
- PÉREZ, J. 1895. *Espèces Nouvelles de Mellifères de Barbarie. (Diagnoses Préliminaires)*. Gounouilhou, Bordeaux, France.
- PÉREZ, J. 1903. *Espèces nouvelles de Mellifères (paléarctiques)*. *Procès-verbaux des Séances de la Société Linnéenne de Bordeaux* **58**: 78–93, 208–236.
- POUGET, M. 1980. *Les relations sols-végétation dans les steppes sud-algéroises*. Travaux et Documents del'ORS-TOM, No. 116, Paris, France.
- PROSHCHALYKIN, M.Y. 2007. Family Andrenidae. In: Lelej, A.S., Belokobylskij, S.A., Kasparyan, D.R., Kupianskaya, A.N. & Proshchalykin, M.Y. (Eds) *Key to the Insects of Russian Far East. Vol. 4. Neuropteroidea, Mecoptera, Hymenoptera*, Pt. 5. 884–886. Dalnauka, Vladivostok, Russia. (In Russian).
- RADDE, G. 1899. *Die Sammlungen des Kaukasischen Museums. Band I. Zoologie*.
- SAUNDERS, E. 1909. Hymenoptera Aculeata collected in Algeria by the Rev. A.E. Eaton, M.A., F.E.S., and the Rev. Francis David Morice, M.A., F.E.S. Part III. Anthophila. *Transactions of the Entomological Society of London* **1908**: 177–274.
- SCHEUCHL, E., BENARFA, N. & LOUADI, K. 2011. Description of a new *Andrena* species from Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *Entomofauna* **32**(12): 221–232.
- SCHULTHESS, A. 1924. Contribution à la connaissance da la faune des Hyménoptères de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* **15**(6): 293–320.
- SKHIRTLADZE, I.A. 2002. List of short tramp bees (Hymenoptera, Andrenidae) of Georgia. *Proceedings of the Institute of Zoology* **21**: 214–222.
- SÖDERMAN, G. & LEINONEN, R. 2003. *Suomen Mesipistiäiset ja niiden uhanalaisuus*. Tremex Press Oy, Helsinki, Finland.
- TADAUCHI, O. & LEE, C.E. 1992. The Family Andrenidae of Korea (Hymenoptera, Apoidea) I. *Esakia* **32**: 47–58.
- WARNCKE, K. 1965. Beitrag zur kenntnis der bienengattung *Andrena* F. in der Türkei (Hymenoptera, Apoidea). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft* **55**: 244–273.
- WARNCKE, K. 1966. Beitrag zurkenntnis der bienengattung *Andrena* F. im Kaukasus, mit beschreibung einer neuen art aus Südeuropa (Hymenoptera). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* **63**: 116–127.
- WARNCKE, K. 1967. Faunistische bemerkunge nüber west paläarktische bienen der gattung *Andrena* F. (Hymenoptera Apoidea). *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux* **2**(3): 569–581.
- WARNCKE, K. 1974. Die sandbienen der Türkei (Hymenoptera, Apoidea, *Andrena*), teil A. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft* **64**: 81–116.
- WARNCKE, K. 1976. Die bienengattung *Andrena* F., 1775, in Iberien (Hymenoptera. Apidae). Teil B. *Eos* **50** [1974]: 119–223.
- WNUKOWSKY, W. 1927. Verzeichnis der Hymenopteren des Bezirkes Kamenj (südwestliches Sibirien, früheres Gouvernement Tomsk). *Konowia* **6**: 31–34.