

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



THESE DE DOCTORAT

Spécialité : Sciences Biologiques

Option : Interaction plantes-animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés.

Présentée par :

M^{lle} IKHLEF Hassina

SUJET

**Etude de la biodiversité, éco-éthologie des Apoïdes
(Hymenoptera : Apoidea) et le rôle de certaines espèces dans
la pollinisation d'une plante spontanée le Sulla (*Hedysarum
flexuosum*) dans la région de Tizi-Ouzou**

Devant le jury composé de :

Mme GOUCEM-KHELFANE	Karima	M.C.A	U.M.M Tizi-Ouzou	Présidente
Mme AOUAR-SADLI	Malika	Professeur	U.M.M Tizi-Ouzou	Directrice de thèse
Mme MEDJDOUB-BENSAAD	Ferroudja	Professeur	U.M.M Tizi-Ouzou	Co-Directrice de thèse
Mme BENDIFALLAH	Leila	Professeur	U.M.B. Boumerdes	Examinatrice
Mme MARNICHE	Faiza	Professeur	ENSV Alger	Examinatrice
Mr. DJAZOULI	Zahreddine	Professeur	U.BLIDA	Examineur

Année universitaire 2020/2021

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Mme AOUAR-SADLI Malika, professeur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou Directrice de cette thèse. Il m'est fort agréable de lui exprimer ma sincère reconnaissance pour avoir dirigé ce travail, pour son aide, sa disponibilité, ses conseils précieux et les encouragements qu'elle m'a prodigués et aussi pour sa patience.

Ma gratitude et mes remerciements les plus profonds et les plus sincères s'adressent aussi à Madame Medjdoub-Bensaad Ferroudja Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Co-directrice de cette thèse. Il m'est fort agréable de lui exprimer, ma gratitude pour sa disponibilité, ses conseils, ses orientations, ses encouragements et pour tous les efforts et intérêt qu'elle a apporté à ce travail.

Je remercie chaleureusement Madame Goucem-Khelfane Karima, Maître de Conférences A à Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury et de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à Madame Bendifallah Leila Professeur à l'Université Mohamed Bouguera de Boumerdès pour l'honneur qu'elle me fait en examinant ce travail.

Je tiens à remercier Mme Merniche Faiza Professeur à l'Ecole National Supérieur Vétérinaire d'Alger de bien vouloir être l'un des examinateurs et d'accepter de juger mon travail. Qu'elle me permette de lui exprimer mes sincères remerciements.

Mes remerciements les plus cordiaux s'adressent à monsieur Djazouli Zahreddine Professeur à l'Université de Saad Dahleb de BLIDA pour avoir accepté de juger mon travail, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance pour Melle Chougar S., pour son aide, encouragement et aussi sa disponibilité.

Je tiens à remercier vivement toute l'équipe du laboratoire de Production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour leur aide, encouragement et surtout pour leurs précieux conseils : Dr. Goucem Khelfane K., Dr. Benoufella- Kitous K., Dr. Lakabi Ahmanache L. et Dr. Guermai D.

Je remercie vivement Pr. Rasmont J.P et Pr. Mechez D. de l'Université de Mons de Belgique pour m'avoir accueillie dans le laboratoire de zoologie et l'identification des espèces et pour la mise à ma disposition des collections de références.

Je remercie également mes collègues de la direction du commerce pour leur soutien et encouragements continu particulièrement Cherifi Habbi Assia.

Mes remerciements et reconnaissances s'adresse également à la famille Bougdal pour sont aide durant la période expérimentale dans la station de Tîgzirt.

Mes vives et sincères reconnaissances à tous mes collègues pour leur gentillesse, encouragement et surtout pour leurs précieuses aides et conseils: Korichi Y., Laoudi T., Lamara Mohamed-Allahoum R. et Kheloul L.

Je remercie également Dr. Mezani Samir, pour son aide indispensable dans le traitement statistique de nos résultats.

Il m'est sincèrement agréable de remercier Pr. Kadi A. et Dr. Mouhous A., Pr. Houali K., Pr. Kellouche A., enseignants à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou qui n'ont jamais hésités à m'orienter et pour m'avoir, à maintes reprises, apporté une aide très efficace.

Enfin, je remercie affectueusement mes parents ma sœur et mes frères, pour leur soutien.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Mes frères et ma sœur

Toute ma famille

Tous mes amis (es)

Sommaire

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur les Apoïdes

1. Origine et classification des abeilles	5
2. Bio- écologie des Apoïdes	8
2.1. Morphologie externe des abeilles	9
2.2. Nutrition	11
2.3. Mode de vie	12
2.3.1. Abeilles sociales	12
2.3.2. Abeilles solitaires	13
3. Principales caractéristiques des familles d'apoïdes	14
4. Activité de butinage des abeilles.....	16
4.1. Pollinisation.....	16
4.2. Facteurs influençant la pollinisation des abeilles.....	18
4.2.1. Disponibilité des ressources alimentaires et l'attractivité des fleurs	18
4.2.2. Facteurs climatiques	18
5. Intérêt écologique et économique des Apoïdes	19
6. Déclin des abeilles	19

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou	21
1.1. Caractéristiques climatiques de la région d'étude	21
1.1.1. Température	22
1.1.2. Précipitations	22
1.1.3. Humidité.....	24
1.1.4. Vent	25
1.2. Synthèse climatique	26
1.2.1. Diagramme ombrothermique.....	26
1.2.2. Quotient Pluviothermique d'Emberger	27
2- Flore.....	28

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Inventaire des abeilles sauvages dans les quatre stations	29
1.1. Présentation des stations d'étude	29
1.1.1. Choix des stations d'études	29
1.2. Méthode d'échantillonnage des apoïdes	34
1.2.1- Piégeage actif ou capture à l'aide du filet entomologique.	34
1.2.2- Piégeage passive ou attractif	35
1.2.3- Méthode de montage et conservation des abeilles	37
1.2.4- Méthode d'identification des abeilles	39
1.2.5- Flore butinée	39
2. Méthode d'étude des abeilles sauvages butineuses des fleurs de <i>H. flexuosum</i> et le rôle de quelques espèces dans la pollinisation des fleurs de cette plante	39
2.1. Choix de plante	40
2.1.1. Présentation de <i>H. flexuosum</i>	41
2.1.2. Intérêt écologique et économique de <i>H. flexuosum</i>	42
2.2. Diversité et abondance des abeilles sauvages butineuses des fleurs d' <i>H. flexuosum</i> durant trois saisons d'étude	44
2.2.1. Méthode d'échantillonnage	44
2.3.2. Méthode de montage et conservation des abeilles	44
2.3. Etude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du <i>H. flexuosum</i>	44
2.3.1. Dispositif expérimental	45
2.3.2. Méthode d'inventaire de comportement des abeilles dans les carrés	45
2.3.3. Influence des facteurs climatiques sur l'activité des abeilles	45
2.3.4. Comptage de fleurs	46
2.3.5. Vitesse et durée de butinage	46
2.4. Méthode d'étude de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du Sulla ..	46
3. Méthodes d'exploitation des résultats	47
3.1. Qualité d'échantillonnage	47
3. 2. Exploitation des résultats par des indices écologiques	47
3.2.1. Indices écologiques de composition	47
3.2.2. Indices écologiques de structure	48
4. Traitements statistiques	49

Chapitre IV : Résultats

1. Inventaire des abeilles solitaires dans quatre sites d'étude

1.1. Composition de la faune des apoïdes et structure des populations	51
1.1.1. Résultat global de l'inventaire des abeilles solitaires	51
1.1.1.1. Répartition des Apoïdes par station	57
1.1.1.1.1. Répartition du nombre d'individus par famille et par station	62
1.1.1.1.2. Répartition du nombre d'espèces par famille et par station	63
1.1.1.2. Répartition des abeilles par méthode d'échantillonnage	64
1.1.1.3. Répartition des abeilles par couleurs des pièges à eau	65
1.1.2. Traitement des espèces par une analyse de composantes principales (APC).	66
1.1.3. Qualité d'échantillonnage des abeilles solitaires capturées par le filet et les pièges colorés	69
1.1.4. Composition et structure des abeilles capturées	70
1.1.4.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	70
1.1.4.1.1. Richesse totale (S) des espèces des abeilles.....	70
1.1.4.1.2. Fréquences centésimales (F.C. %) ou abondances relatives (A.R. %) des espèces d'abeilles	70
1.1.4.1.3. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	77
1.1.4.2 Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	79
1.1.5. Phénologie des abeilles	80
1.2. Choix floraux des abeilles	84
1.2.1. Composition de la flore butinée	84
1.2.2. Familles végétales visitées par les abeilles	86
1.2.3. Espèces végétales visitées par les abeilles	88

2. Diversité et abondance des abeilles sauvages butineuses des fleurs d'*H. flexuosum*.

2.1. Résultat de l'inventaire des abeilles sauvages	93
2.1. Répartition du nombre d'individus par famille.....	94
2.1. Répartition du nombre de genre et espèces par famille	95
2.2. Qualité d'échantillonnage	96
2.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	97
2.3.1- Richesse totale	97
2.3.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R %) des abeilles capturées sur le Sulla pour chaque année d'étude	97

2.3.3. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	100
2.3.4. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure	101
3. Eude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du Sulla	
3.1. Densité florale du Sulla et phénologie des Apoïdes	102
3.1.1. Evolution de la densité florale	102
3.1.2. Phénologie des Apoïdes	103
3.1.3. Évaluation de la densité des abeilles en fonction de la densité florale	105
3.2. Diversité et densité des butineuses	106
3.3. Activité de butinage des abeilles durant les deux périodes de floraisons	107
3.3.1. Rythme saisonnier des visites des abeilles domestiques et des abeilles sauvages	107
3.3.2. Rythme journalier des visites des abeilles domestiques et des abeilles sauvages	109
3.4. Influence des facteurs climatiques	112
3.4.1. Variation des conditions climatiques durant les heures de la journée	112
3.4.2. Influence des facteurs climatiques sur le rythme journalier des visites	114
3.4.3. Evaluation de l'influence des paramètres climatiques sur l'activité des Apoïdes	117
3.5. Abondance des abeilles butineuses dans les parcelles.....	120
3.6.Evaluation du rapport entre le nombre moyen d'abeilles et le nombre moyen de fleurs dans les parcelles.	121
3.7.Activité de butinage et efficacité pollinisatrice.....	122
3.7.1. Vitesse de butinage des abeilles sur les fleurs de Sulla	122
3.7.2. Durée de visites par fleurs	123
3.7.3. Evaluation de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du Sulla	123
Chapitre V : Discussion	
1. Composition de la faune des apoïdes et structure des populations	125
1.1. Résultat global de l'inventaire des abeilles solitaires	125
1.2. Effectif des espèces dans les stations d'étude	128
1.3. Répartition des familles d'abeilles par méthode d'échantillonnage	129
1.4. Attirance des abeilles par la couleur des pièges colorés.....	130
1.5. Qualité d'échantillonnage des abeilles solitaires capturées	131
1.6. Composition et structure des abeilles capturées	132
1.6.1. Richesse totale (S) des espèces d'abeilles.....	132
1.6.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	132

1.6.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	133
1.7. Phénologie des abeilles	134
2. Les choix floraux	134
2. Diversité et écologie des abeilles sauvages butineuses des fleurs d' <i>H. flexuosum</i>	135
2.1. Résultat de l'inventaire des abeilles sauvages	135
2.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	138
2.3. Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R %) des abeilles pour chaque année.....	138
2.4. Fréquence d'occurrence et constance	138
3. Etude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du Sulla	138
3.1. Densité florale du Sulla et phénologie des Apoïdes	139
3.2. Evaluation de l'influence des paramètres climatiques sur l'activité des Apoïdes	139
3.3. Diversité et densité des butineuses	139
3.4. Activité de butinage des abeilles	140
3.4.1. Rythme saisonnier des visites	140
3.4.2. Rythme journalier des visites	141
3.4.3. Vitesse et durée de butinage des abeilles sur les fleurs de Sulla	142
3.5. Abondance des abeilles butineuses dans les parcelles	142
3.6. Evaluation de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du Sulla	142
Conclusion et perspectives	144
Références bibliographiques	148
Annexes	

Liste des figures

Figure 01 : Phénologie des Apoïdes basée sur la morphologie de la langue	7
Figure 02 : Schéma de la classification systématique des Aculéates (modifié)	8
Figure 03: Morphologie d'une abeille (Megachilidae)	10
Figure 04: Morphologie des pièces buccales d'une abeille	10
Figure 05 : Parties d'une fleur lors de la fécondation	17
Figure 06 : Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou.....	21
Figure 07: Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude	23
Figure 08 : Variations des moyennes mensuelles des précipitations (mm) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude	24
Figure 09 : Humidité relative mensuelle de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude...25	
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 11 ans (2009 –2019).	27
Figure 11 : Climagramme d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou.....	28
Figure 12 : Station d'étude de Makouda	30
Figure 13 : Les différents paysages de la station de Makouda	30
Figure 14 : Station d'étude de Tizirt	31
Figure 15 : Les différents paysages de la station de Tizirt	31
Figure 16: Station d'étude de Bastos	32
Figure 17 : paysages de la station de Bastos.....	32
Figure 18 : Station d'étude de Draa El Mizan.....	33
Figure 19 : Les différents paysages de la station de Draa El Mizan	33
Figure 20 : Filet entomologique	34
Figure 21 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Makouda	35
Figure 22: Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Tizirt	36
Figure 23 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Bastos	36
Figure 24 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Draa El Mizan	37
Figure 25 : Extraction de génitalia d'un mâle d' <i>Anthophora</i>	38
Figure 26 : Conservation des abeilles dans des boîtes entomologiques	38
Figure 27 : Plante de Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>) dans le campus universitaire de Bastos.....	41
Figure 28 : Plante de Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>)	43

Figure 29 : Dispositif expérimental des inflorescences libres et inflorescences protégées	47
Figure 30 : Distribution du pourcentage du nombre d'individus par familles des abeilles dans quatre sites d'étude (2017- 2018).	55
Figure 31 : Distribution du pourcentage de nombre d'espèce par familles des abeilles dans quatre sites d'étude (2017- 2018).	56
Figure 32 : Distribution du pourcentage de nombre d'individus par station	61
Figure 33 : Nombre d'espèces par station	61
Figure 34 : Répartition du nombre d'individus par famille et par station	62
Figure 35 : Répartition du nombre d'espèce par famille et par station	63
Figure 36 : Distribution des abeilles par station durant les deux années d'étude	67
Figure 37: Analyse factorielle des différentes espèces d'abeilles en fonction des stations durant les deux années d'étude (2016, 2017).	68
Figure 38 : Phénologie des Mellitidae.....	82
Figure 37: Phénologie des Apidae	82
Figure 40 : Phénologie des Halictidae.....	82
Figure 41 : Phénologie des Andrenidae.....	83
Figure 42 : Phénologie des Megachilidae.....	83
Figure 43 : Phénologie des Colletidae.....	83
Figure 44: Répartition des visites florales effectuées par l'ensemble des Apoïdes entre les espèces végétales.....	91
Figure 45: Pourcentage des familles d'Apoïdes échantillonné durant les 3 années d'étude	94
Figure 46 : Distribution du pourcentage des familles d'abeilles selon les années d'étude	94
Figure 47: Distribution du nombre de genres et espèces par famille durant les 3 années d'étude..	95
Figure 48 : Distribution du nombre d'espèces par année	97
Figure 49: Abondance des espèces d'abeilles sauvages butineuses les fleurs du <i>Sulla</i> par année d'étude	101
Figure 50 : Valeurs de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H'_{max}) et équitabilité (E) des abeilles inventoriées par Année.....	101
Figure 51: Evolution du nombre moyen de fleurs épanouies de <i>H. flexuosum</i> en 2018.	102
Figure 52: Evolution du nombre moyen de fleurs épanouies de <i>H. flexuosum</i> en 2019.	103
Figure 53: Evolution du nombre de visites des abeilles et de nombre de fleurs épanouies sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2018.	104
Figure 54: Evolution du nombre de visites des abeilles et nombre de fleurs épanouies sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2019	104

Figure 55 : Droite de régression des abeilles en fonction de la floraison de <i>H. flexuosum</i> durant l'année 2018.....	105
Figure 56 : Droite de régression des abeilles en fonction de la floraison de <i>H. flexuosum</i> durant l'année 2019.....	105
Figure 57: Nombre de visites des abeilles domestiques sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2018.	107
Figure 58: Nombre de visites des abeilles domestiques sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2019.	108
Figure 59: Nombre de visites des abeilles sauvages sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2018.	108
Figure 60: Nombre de visites des abeilles sauvages sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2019.	109
Figure 61: Evolution du nombre d'abeilles butineuses des fleurs entre 9 h et 16 h durant la floraison de 2018.....	109
Figure 62: Evolution du nombre d'abeilles butineuses des fleurs entre 9 h et 16 h durant la floraison de 2019.....	110
Figure 63 : Evolution du nombre de visites par heure d' <i>A. mellifera</i> en 2018	112
Figure 64 : Evolution du nombre de visites par heure d' <i>A. mellifera</i> en 2019.....	110
Figure 65 : Evolution du nombre de visites par heure d' <i>E. punctatissima</i> en 2018	111
Figure 66 : Evolution du nombre de visites par heure d' <i>E. punctatissima</i> en 2019	111
Figure 67 : Evolution des valeurs moyennes journalières de température et d'humidité durant la floraison de 2018 (28 Avril au 31 Mai).....	112
Figure 68 : Evolution des valeurs moyennes journalières de température et d'humidité durant la floraison de 2019 (22 Avril au 13 Mai).....	113
Figure 69 : Variation journalières des valeurs moyennes de la Température et de l'Humidité relative de l'air et du nombre moyen de visites des abeilles sur <i>H. flexuosum</i> (2018)	114
Figure 70 : Variation journalières des valeurs moyennes de la Température et de l'Humidité relative de l'air et du nombre moyen de visites des abeilles sur <i>H. flexuosum</i> (2019).	114
Figure 71 : Variation journalière des valeurs de la Température et de l'Humidité et du nombre de visites de l'abeille domestique sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2018	115
Figure 72 : Variation journalière des valeurs de la Température et de l'Humidité et du nombre de visites de l'abeille domestique sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2019	115
Figure 73 : Variation journalière des valeurs de la Température et de l'Humidité et du nombre de visites d' <i>E. punctatissima</i> sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2018	116
Figure 74 : Variation journalière des valeurs de la Température et de l'Humidité et du nombre de visites d' <i>E. punctatissima</i> sur les fleurs de <i>H. flexuosum</i> en 2019	116
Figure 75: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de la température(2018)	117
Figure 76: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de la température (2019)	117

Figure 77: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de l'humidité (2018).	118
Figure 78 : Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de l'humidité (2019)	118
Figure 79: Droite de régression du nombre moyen d'abeille domestique en fonction de la température et de l'humidité (2018)	119
Figure 80: Droite de régression du nombre moyen d'abeille domestique en fonction de la température et de l'humidité (2019)	119
Figure 81 : Droite de régression du nombre <i>E. punctatissima</i> en fonction de la température et de l'humidité (2018)	120
Figure 82 : Droite de régression du nombre <i>E. punctatissima</i> en fonction de la température et de l'humidité (2019)	120
Figure 83: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction du nombre moyen de fleurs d' <i>H. flexuosum</i> (2018)	121
Figure 84 : Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction du nombre moyen de fleurs d' <i>H. flexuosum</i> (2019)	122

Liste des tableaux

Tableau 01 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Tizi-Ouzou couvrant la période d'étude	26
Tableau 02 : Liste des espèces d'abeilles sauvages inventoriées durant deux années d'étude (2016 et 2017)	51
Tableau 03 : Répartition de nombre d'individus et d'espèces dans les 4 stations pour les deux années d'étude (2016 et 2017).	57
Tableau 04 : Répartition du nombre d'abeilles capturés par année et par méthode d'échantillonnage	64
Tableau 05 : Répartition du nombre d'abeilles piégées dans les pièges colorés par station.....	65
Tableau 06 : Poids factoriel sans rotation et extraction des composantes principales.	66
Tableau 07 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des abeilles sauvages de l'année (2016-2017)	69
Tableau 08 - Valeurs de la richesse spécifique (S) pour les deux années d'étude.....	70
Tableau 09 : Nombre d'individus et l'abondance relative des espèces d'abeilles sauvages durant les deux années d'étude (2016 et 2018).....	72
Tableau 10 - L'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) pour les deux années d'études.....	79
Tableau 11 : Nombre de spécimens par mois de l'ensemble d'apoïdes répertoriés dans les stations d'étude et durant deux ans (2016 et 2017)	80
Tableau 12 : Nombre de spécimens d'apoïdes répertoriés par mois dans les stations capturés au filet entomologique durant deux ans d'étude (2016 et 2017)	81
Tableau 13 : Nombre de spécimens d'apoïdes répertoriés par mois dans les stations, piégés dans les bassines colorées durant deux années d'étude (2016 et 2017).....	81
Tableau 14 : Composition de la flore visitée par l'ensemble des abeilles	84
Tableau 15 : Familles végétales visitées par l'ensemble des Apoïdes (2016-2017)	86
Tableau 16 : Taux de visites des familles d'Apoïdes sur les espèces végétales	88
Tableau 17 : Abondance et fréquence des visites des abeilles sur les fleurs d' <i>H. flexuosum</i> durant les trois années d'étude (2017, 2018 et 2019).	93
Tableau 18 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des Abeilles sauvages durant trois années d'étude (2017, 2018 et 2019)	96

Tableau 19 : Nombre d'individus et abondance relative des espèces d'abeilles sauvages répertoriées sur les fleurs du Sulla pour les trois années d'étude (2017, 2018 et 2019)	98
Tableau 20 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces d'abeilles capturées sur les fleurs de Sulla durant trois ans d'étude (2017, 2018 et 2019)	100
Tableau 21 : Liste et fréquence des visites des espèces d'abeilles rencontrées sur les fleurs du <i>H. flexuosum</i> (2018-2019)	106
Tableau 22 : Répartition du nombre moyen de fleurs et visites par parcelle durant deux saisons (2018-2019)	121
Tableau 23: Nombre moyen des fleurs visitées par minute par les trois espèces d'abeilles les plus fréquentes durant l'année 2018 et 2019.	122
Tableau 24: Durée moyenne de visite des fleurs par les deux espèces d'abeilles les plus fréquentes durant les années 2018 et 2019.	123
Tableau 25 : Rendement en grains des fleurs du Sulla protégées des abeilles et des fleurs sans protection	124

Introduction

Les abeilles constituent le groupe d'Apoïdes, de l'ordre des Hyménoptère le mieux adapté à la récolte de nectar et de pollen (Pouvreau, 1983, 1987 ; Terzo et Rasmont, 2007). L'évolution des abeilles et la spécialisation des espèces actuelles sont probablement liées à celles des Angiospermes. Parallèlement à l'apparition des premières plantes à fleurs, l'ancêtre des abeilles qui était une guêpe solitaire prédatrice, a développé un régime végétarien et exploite les ressources produites par les fleurs (Gillon, 1986 ; Michener et Grimaldi, 1988 ; Michener, 2007; Kirk et Howes, 2012).

A la différence d'un grand nombre de groupes biologiques, les abeilles sont connues à l'échelle mondiale par leur grande diversité, pour plus de 20 000 espèces répertoriées, présentes sur tous les continents et occupent des milieux et des climats différents. Elles sont plus riches et abondantes dans les points chauds des zones géographiques présentant un climat tempéré sec, notamment dans la région méditerranéenne dont l'Afrique du Nord (Peyvel, 1994 ; Michener, 2007). En Algérie, peu de données sont présentes dans la bibliographie sur l'existence et la répartition de ces apoïdes. Cependant, les quelques travaux effectués dans différentes régions du pays, révèlent l'existence d'une grande diversité d'espèces d'abeilles sauvages appartenant à 6 familles d'Apoïdes (Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae, Colletidae et Mellitidae). Ces mêmes familles sont présentes partout dans le monde, en plus de la famille des Stenotritidae qui est endémique d'Australie. La richesse spécifique déclarée jusqu'à maintenant en Algérie révèle une diversité faunistique non négligeable. Quoiqu'en Algérie une seule espèce d'abeille domestique (*Apis mellifera*) est présente avec deux races (*A. mellifera intermissa* et *A. mellifera sahariensis*), très connue par les apiculteurs, elle est très productive de miel et aussi utile pour la pollinisation des plantes cultivées. Sa domestication dans des ruches facilite leurs déplacements vers des lieux de cultures des plantes spontanées et cultivées et des arbres fruitiers (Le Conte, 2003). Par ailleurs, les abeilles sauvages ou solitaires qui ont une grande réputation par leur diversité spécifique, se distinguent des abeilles domestiques par leur mode de vie complètement différent, elles ne sont pas sociales et ne fournissent pas de société bien organisée, à l'exception des Bourdons qui forment des petites sociétés non pérennes, gérées par une reine. Par contre, la plupart de ces espèces entreprennent une vie solitaire d'où leur nom. Elles construisent leurs nids soit dans le sol ou dans le bois, chaque femelle pond ses œufs individuellement et garantit seule l'entretien de sa descendance (Brisson et *al.*, 1994).

L'intérêt des abeilles dans l'écosystème ne réside pas seulement dans leurs diversités mais également dans le rôle important qu'elles assurent dans la pollinisation des plantes à fleurs. Le principal rôle des abeilles est leur activité de pollinisation, par la participation à la dispersion

et le transport de pollen d'une fleur à une autre, assurant ainsi le développement et la production d'un grand nombre d'espèces de plantes spontanées et cultivées dans le monde (Pouvreau, 1983, 1987 ; Terzo et Rasmont, 2007). Les abeilles garantissent des croisements utiles à l'encontre des espèces végétales et les hybridations de toute sorte qui assurent leur diversification, elles assurent ainsi une pollinisation efficace et une fécondation croisée souvent avantageuse en ce qui concerne la production de fruits et de grains (Pouvreau, 1987). De plus, les abeilles, en permettant la fécondation croisée, contribuent à réduire les risques de dégénérescence par consanguinité et participent à la biodiversité végétale. En agriculture, la contribution des abeilles est considérable sur le rendement quantitatif mais aussi qualitatif de très nombreuses cultures (Vaissière, 2002). Ceci est démontré par plusieurs études sur les légumineuses cultivées (Lerin, 1982 ; Sonet et Jacob- Remarcle, 1987 ; Satta et *al.*, 2000 ; Benachour et *al.*, 2007 ; Aouar-Sadli et *al.*, 2008).

L'Algérie, tout comme le Nord de l'Afrique est caractérisé par un climat méditerranéen favorable à l'installation d'une faune très diversifiée (Michener, 2007). En effet, les travaux de Louadi et Doumandji (1998) dans la région de Constantine et Louadi et *al.* (2008) dans le Nord Est algérien révèlent l'existence de 382 espèces d'apoïdes. Bendifallah et *al.* (2015) ont recensé 198 espèces dans la région du Nord-Centre de l'Algérie. Dans la région de Tizi-Ouzou, les premières recherches effectuées sur les apoïdes sauvages sont celles d'Aouar-Sadli (2009, 2012) où cet auteur a signalé la présence de 103 espèces. Dans cette même région 104 espèces sont répertoriées par Ikhlef en 2015 et 110 espèces recensées par Korichi durant la même année. Cependant, plusieurs régions de l'Algérie ne sont pas explorées pour la recherche des apoïdes ou bien, les données fournies sont incomplètes, c'est le cas du Sahara. En effet, les données disponibles pour cette grande zone du pays remontent aux travaux de Benoist (1961) dans la région du Hoggar et Saunders (1908) à Biskra. La seule étude récente effectuée dans le Sahara est celle de Bendifallah et *al.* (2012) dans la région de Biskra.

L'étude des Apoïdes sauvages suscite l'intérêt de beaucoup d'écologistes et entomologistes amateurs de la nature. La grande diversité des espèces d'abeilles donne l'opportunité de connaître de près la diversité morphologique, écologique et comportementale de ces prodigieux insectes. La couleur de leurs cuticules est typique, pour chaque groupe, et leur comportement de nidification est très diversifié mais inconnu pour la plupart des espèces, notamment les espèces parasites qui ont besoin de nids d'autres abeilles pour pondre leurs œufs. Ces dernières ont un mode de vie complexe et elles sont d'ailleurs très rares (Jacob-Remarcle, 1989). L'objectif principal de la présente étude consiste dans un premier temps à connaître les espèces d'abeilles sauvages existantes dans la région de Tizi-Ouzou à travers des

investigations effectuées dans différentes stations en réalisant un suivi hebdomadaire dès les premières sorties des abeilles au mois de Janvier jusqu'aux dernières abeilles présentes dans les stations en Novembre et parfois en Décembre. Ceci n'est possible que grâce à l'emploi de deux méthodes d'échantillonnage, l'une est effectuée par approche directe par l'utilisation de filet entomologique et l'autre, complémentaire à la première, est passive par l'installation des coupelles colorées dans chaque station. Nos investigations nous ont permis d'effectuer une étude de la biodiversité et une étude éco-éthologique des populations d'abeilles. Le deuxième objectif tracé dans le présent travail, comporte l'identification des espèces d'abeilles fréquentant les fleurs du *Sulla Hedysarum flexuosum*. Cette étude est réalisée durant trois années successives, pour connaître la diversité et l'abondance des espèces d'abeilles sauvages butineuses de cette légumineuse et réaliser un suivi de leurs populations. Vu le grand intérêt que fournissent les abeilles et notamment l'abeille domestique, aux fleurs du *Sulla H. flexuosum*, nous avons opté pour approfondir l'étude du rôle des abeilles sauvage et domestique dans la pollinisation des fleurs de cette plante. Durant cette étude, un suivi rigoureux et journalier est lancé pour étudier de près plusieurs paramètres comportementaux des abeilles et définir leur impact sur le rendement de cette plante fourragère.

Le choix de plante dans la présente étude est porté sur *H. flexuosum*, car c'est une plante très appréciée par les abeilles, puisqu'elle présente une importante source en nectar et pollen pour les pollinisateurs. Les espèces végétales du genre *Hedysarum* sont très répandues en Afrique du Nord et originaires de la région Méditerranéenne, dont malheureusement certaines d'entre elles sont en voie de disparition (Ben Fadhel et Boussaid, 2006). *H. flexuosum* ne persiste que dans quelques régions sous des populations isolées au Nord d'Algérie et spécialement dans la région de la grande Kabylie. Cette plante a presque disparu au Nord sous l'influence des pressions anthropiques, par le surpâturage ou la récolte au stade végétatif pour l'alimentation du bétail (Boussaid et al., 2004 ; Ben Fadhel et Boussaid, 2006).

De plus, le travail portant sur l'inventaire des abeilles sauvages butineuses des fleurs d'*H. flexuosum* s'avère pionnier sachant que cette plante est très peu étudiée et que le suivi des insectes qui assurent sa pollinisation est inexistant. De ce fait, il nous semble intéressant de nous pencher sur cet aspect purement original. Par ailleurs, nous avons entamé cette étude pour valoriser cette plante locale très abondante dans notre région et observer la relation plante - pollinisateur pour évaluer l'impact de la pollinisation des abeilles sur le rendement grainier.

Le présent travail est articulé autour de cinq chapitres. Le premier chapitre rassemble les données bibliographiques sur l'origine et la classification des abeilles, la bio-écologie, les principales caractéristiques des familles d'apoïdes, l'activité de butinage, l'intérêt écologique et économique des Apoïdes et les causes de leur déclin. Dans le deuxième chapitre sont présentées la situation géographique de la région d'étude ainsi que ses principales caractéristiques. Dans le troisième chapitre sont détaillés le matériel et les méthodes d'études employées pour la réalisation de ce modeste travail. Le quatrième chapitre est consacré à l'interprétation des résultats fournis en procédant aux différentes analyses des populations par divers indices écologiques. L'ensemble des résultats sont discutés dans le cinquième chapitre. Le présent travail est clôturé par une conclusion générale suivie des perspectives pour des travaux futurs.

Chapitre I

Généralités sur les Apoides

1. Origine et classification des abeilles

L'origine des abeilles était sujette à plusieurs théories et des hypothèses proposées pour définir la phylogénie des Apoïdes actuels. Des recherches récentes ont évoqué de nouvelles pistes vers l'origine des premières abeilles. Ces découvertes se sont déroulées en parallèle avec l'évolution de la biologie moléculaire. Selon Michener et Grimaldi (1988), les premières abeilles sont apparues au Crétacé (96-74 millions d'années). L'évolution de l'abeille a probablement eu lieu au cours de 50 millions d'années entre le début du Crétacé lorsque des plantes à fleurs (dont dépendent les abeilles) sont apparues et au temps de la première abeille à miel *Trigona prisca* origine des abeilles sociales (Meliponinae). Depuis lors, cette lignée phylétique n'a subi aucune évolution morphologique.

D'après Engel (2000), la plus ancienne abeille fossile « *Trigona prisca* » (Apidae : Meliponini), est redéfinie et mise en valeur, elle est datée du Crétacé supérieur est découverte dans l'ambre du New Jersey aux Etats Unis d'Amérique. Le fossile est placé dans un nouveau genre « *Cretotrigona* ». Les détails entre *Cretotrigona* et les genres récents sont discutés ainsi que les implications de la présence de ce groupe d'abeilles sans dard dérivé à la fin du Mésozoïque. Une analyse cladistique exploratoire de la tribu des Meliponini dévoile que le genre *Cretotrigona* soutenu comme sœur du genre africain *Dactylurina*. Les abeilles de l'ambre balte sont généralement alliées à des groupes qui vivent actuellement en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud-Est, un modèle biogéographique commun à de nombreux groupes d'ambre baltes (Engel, 2001).

Les études récentes basées sur des travaux de la biologie moléculaire plus développée démontrent que l'ancêtre commun des abeilles était très certainement une guêpe solitaire prédatrice. A cette époque les plantes à fleurs (Angiospermes) commencent à apparaître. Parallèlement, certaines espèces de guêpes solitaires abandonnent leur comportement carnivore ancestral en développant un régime végétarien et exploitent les ressources produites par ces nouveaux types de plantes et donneront les abeilles d'aujourd'hui (Michener, 2007; Kirk et Howes, 2012 ; Sann et *al.*, 2018).

Plusieurs recherches sont consolidées par des travaux rigoureux sur la phylogénie pour comprendre à la fois l'importance de variation de pollen comme moteur de la diversification des fourmis et des abeilles. Ces derniers sont étonnamment liées, ce qui a une incidence sur l'évolution du comportement important des espèces, comme la construction de nid, la recherche de nourriture des Aculéates eusociales (Johnson et *al.*, 2013). Les fourmis sont des insectes sociaux dominants sur le plan écologique dans presque tous les écosystèmes

terrestres, et les abeilles sont parmi les pollinisateurs les plus importants de la plus grande lignée de plantes vasculaires (Angiospermes) (Michener, 2007; Huber, 1993; Debevec et *al.*, 2012). Par ailleurs, les travaux de Danforth et *al.* (2006 b) basés sur des données très récentes de la biologie moléculaire et les données sur les gènes combinés, démontrent des fortes relations familiales et intrafamiliales entre les abeilles. Il fournit également des appuis assez solides aux relations entre les Colletidae et les Stenotritidae et place les Halictidae comme jumeaux de ce clade combiné. Les analyses placent les Melittidae et le clade d'abeille à longue langue (Apidae et Megachilidae) près de la base de l'arbre avec les Colletidae et les Stenotritidae dans une position assez élevée (Danforth et *al.*, 2006a). Les abeilles à langue courte n'apparaissent plus comme ancêtres des abeilles à langue longue ou des abeilles primitives. Cependant, les Melittidae forment un groupe para-phylétique à la base du clade des abeilles. Comme la plupart des Melittidae sont oligolectiques, c'est probablement un caractère ancestral et le polylectisme est un caractère dérivé (Michez et *al.*, 2004, 2006; Michez et Patiny 2005, 2006 ; Michez 2007). Par ailleurs, la diversité des Melittidae étant maximale en Afrique, l'origine des abeilles est probablement liée à ce continent, ce qui fait que l'ancêtre des abeilles est donc probablement un spécialiste africain (Fig.01) (Danforth et *al.*, 2006 a ; Michez, 2007).

L'ordre des hyménoptères comporte le groupe d'insecte à sociabilité très élevée caractérisé par des ailes membraneuses et le métathorax soudé au premier segment abdominal. Les abeilles constituent, avec les fourmis et les guêpes, l'infra ordre des Aculéates, groupe majeur des Hyménoptères (Michener, 2007 ; Brothers, 2019). La super famille des Apoidea comportent deux grands groupes distincts, le sous ordre des Spheciformes qui comprend les guêpes et le sous ordre des Apiformes ou abeilles renferme près de 25000 espèces (Fig.02) (Michener, 2007).

La classification des abeilles a connu divers changements depuis les premiers travaux de Kirby (1802) et Latreille (1802) cités par Roig-Alsina et Michener (1993) où plusieurs hypothèses sont proposées. Cependant, et parallèlement avec les nouvelles espèces qui apparaissent, l'arrangement des abeilles change au fur et à mesure que de nouvelles espèces sont répertoriées. Ainsi, la première classification moderne des apoïdes est réalisée pour la première fois par les travaux de Doctorat de Michener (1944). Six familles sont définies dans son système : Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae et Melittidae. La classification de niveau supérieur actuellement favorisée par les melittologues comme les travaux de Michener (2007), diffère très peu de celle proposée par Michener (1944).

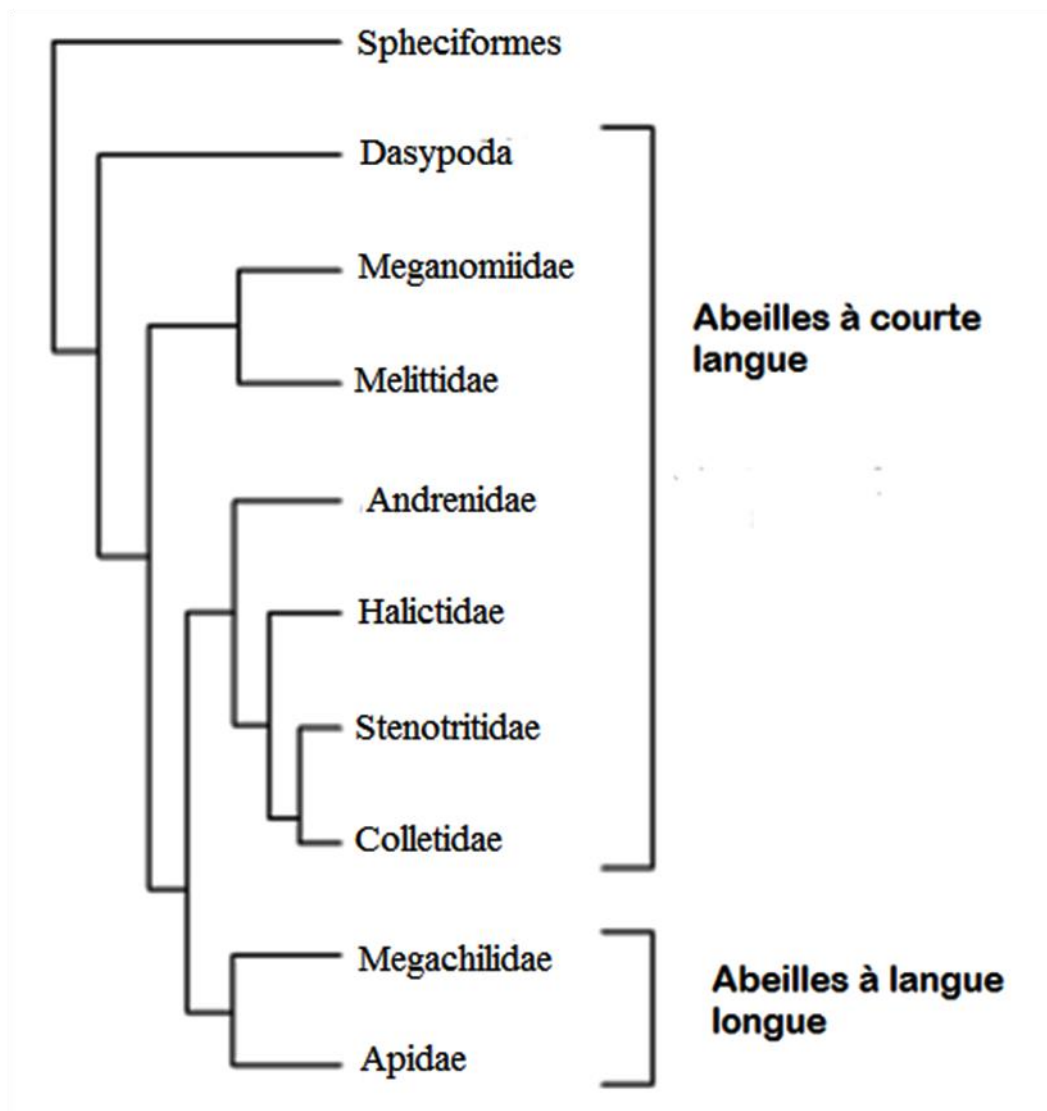


Figure 01 : Phénologie des Apoïdes basée sur la morphologie de la langue (Michener, 2007).

Sept familles sont adoptées, dont six du système de 1944 plus les Stenotritidae. Seuls quelques changements plus significatifs sont introduits. La base de ces changements majeurs de classification est fournie principalement par les analyses phylogénétiques présentées dans Roig-Alsina et Michener (1993) ; Finnamore et Michener (1993) ; Alexander et Michener (1995) ; Patiny, 1999 ; Engel (2001) ; Danforth et *al.* (2004 ; 2006a ; 2008) ; Melo et Gonçalves (2005) ; Danforth et *al.* (2006a) ; Debevec et *al.* (2012) ; De Meulemeester et *al.* (2012). Une présentation de la classification complète de haut niveau des abeilles est tranchée, dans laquelle l'ensemble du groupe est traité comme une seule famille, les Apoidea. Il est divisé en sept sous-familles correspondant aux familles connues adoptées dans le classement de Michener (1944). Cette classification révisée des abeilles comporte un total de sept sous-familles (Stenotritidae, Andrenidae, Halictidae, Mellitidae, Megachilidae, Colletidae et

Apidae), répartis en 51 tribus et 27 sous-familles sont reconnues (Melo et Gonçalves, 2005 ; Michener, 2007).

L'organisation la plus connue et la plus courante des abeilles est liée à la longueur de la langue où sont distinguées les abeilles à langue longue (les Megachilidae et les Apidae) qui sont considérées comme le groupe le plus évolué des abeilles. Les abeilles à langue courte (Andrenidae, Colletidae, Halictidae et les Mellitidae) qui sont des abeilles primitives (Engel, 2001; Le Conte, 2002 a; Patiny, 2003 ; Melo et Gonçalves, 2005 ; Michener, 2007 ; Almeida ; *al.*, 2012).

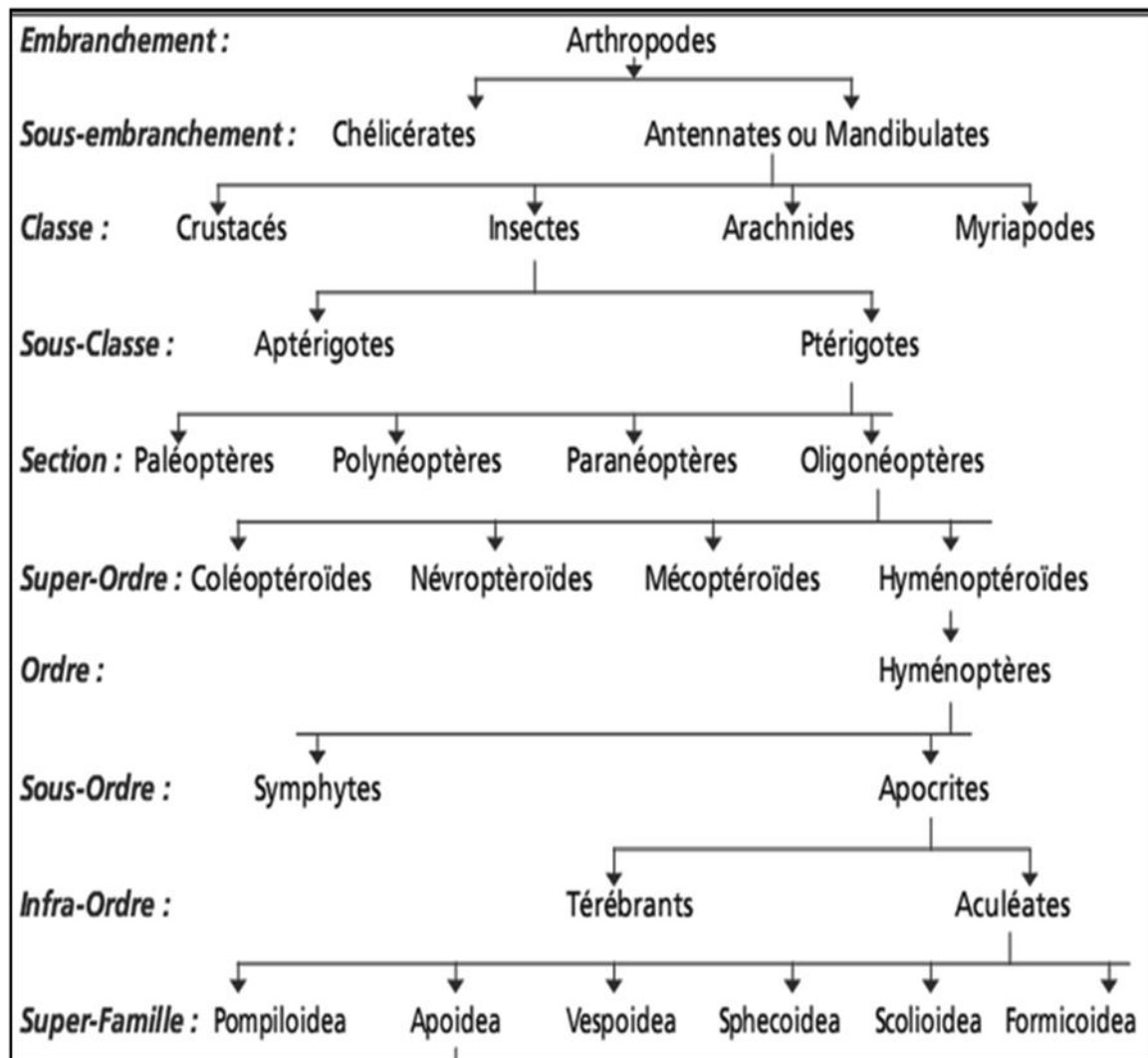


Figure 02 : Schéma de la classification systématique des Aculéates (modifié) (Le Conte, 2002a)

2. Bio-écologie des Apoïdes

Les abeilles sont parmi les insectes les plus évolués et spécialisés pour la récolte de pollen. Elles diffèrent des autres insectes par une morphologie très remarquable, caractérisées par la présence de nombreux poils sur la cuticule, une langue longue, une alimentation à base de

nectar et de pollen, et dotées aussi d'un système pour stocker le pollen (Brisson et *al.*, 1994). Du point de vue écologique, une grande diversité de mode de vie et comportementale sont remarqués chez la famille des Apoïdes. En effet, il est à distinguer les apoïdes inférieurs qui sont tous solitaires et des apoïdes supérieurs qui possèdent un degré de sociabilité au sein de la même espèce.

2.1. Morphologie externe des abeilles

La récolte de pollen est une activité importante qui assure la survie des abeilles. Elle est facilitée par la présence des poils plumeux, qui retiennent particulièrement les grains de pollen, sur le corps ou bien recourbés sur les pattes postérieures ou sous l'abdomen. Seuls les femelles possèdent une structure anatomique de récolte et de transport située sur la patte postérieure pour la plupart des Apoïdes; les espèces de la famille des Megachilidae sont pourvues de poils de récolte sur la face ventrale de l'abdomen (Bernard, 1951 ; Jacob-Remacle A., 1992 ; Brisson et *al.*, 1994; Terzo et Rasmont, 2007). Par contre, les abeilles sauvages du genre *Hylaeus* ne sont pas poilus, elles transportent le pollen et le nectar dans leur jabots qui sont ensuite régurgités dans le nid. Ces abeilles accumulent des provisions constituées de pollen additionnés d'une proportion importante de nectar (Jacob-Remacle, 1990). A rappeler aussi que le corps des abeilles est formé de 3 parties distinctes trouvées chez tous les insectes, aussi une extension du premier segment abdominal qui est spécifique des Hyménoptères (Fig.03) (Le Conte, 2002b).

2.1.1. Tête

La tête est une capsule de forme ovoïde, composée de deux yeux composés et trois ocelles, deux antennes sensorielles possédant différents types de récepteurs de température et d'humidité qui leur permettent de détecter les odeurs et les diverses phéromones de son environnement (Le Conte, 2002b). Chaque antenne est divisée en deux parties principales, le scape et le flagelle. Ce dernier est aussi divisé en onze articles pour les femelles et en douze articles chez le mâle (Engel, 2001). Les pièces buccales des femelles sont du type lécheur, bien adaptées à la récolte de nectar. Les différentes pièces sont allongées de façon à former un dispositif apte à lécher et à aspirer le nectar (Fig.04). Elles sont également du type broyeur pour broyer les aliments et construire les nids, et munies d'une glosse ou langue qui leur permet de lécher le nectar (Brisson et *al.*, 1994).

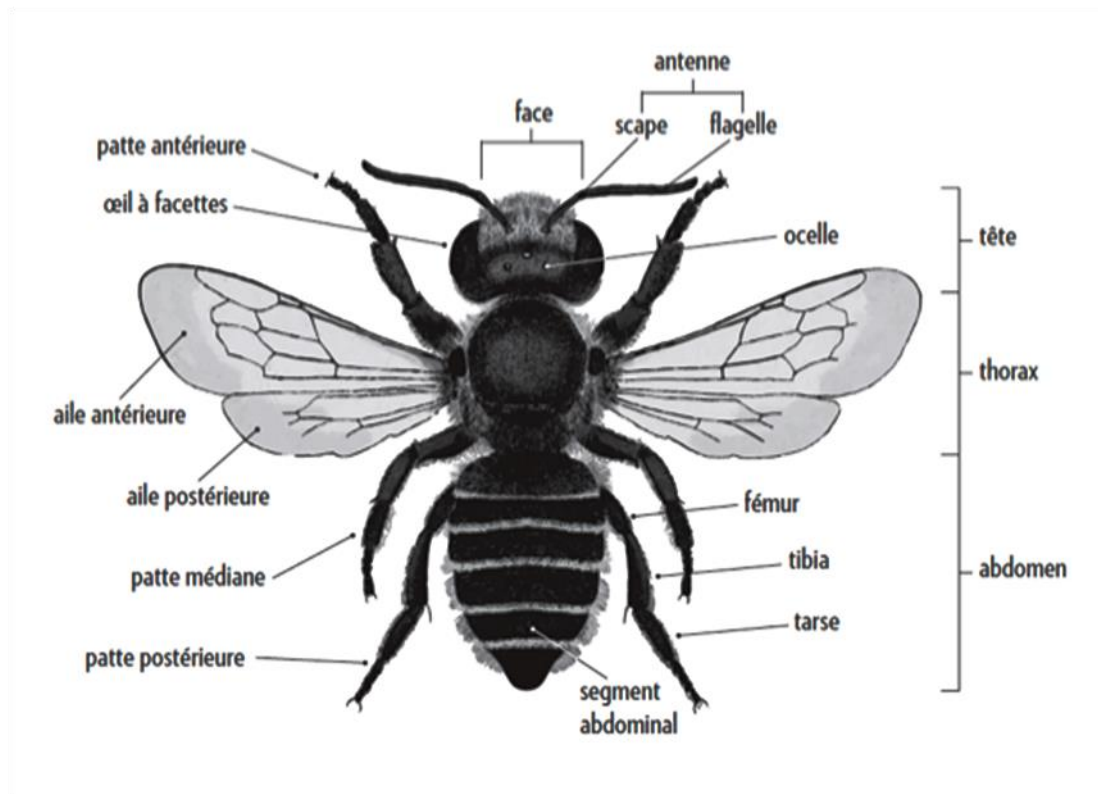


Figure 03: Morphologie d'une abeille (Megachilidae) (Vereecken et Jacobi, 2018)

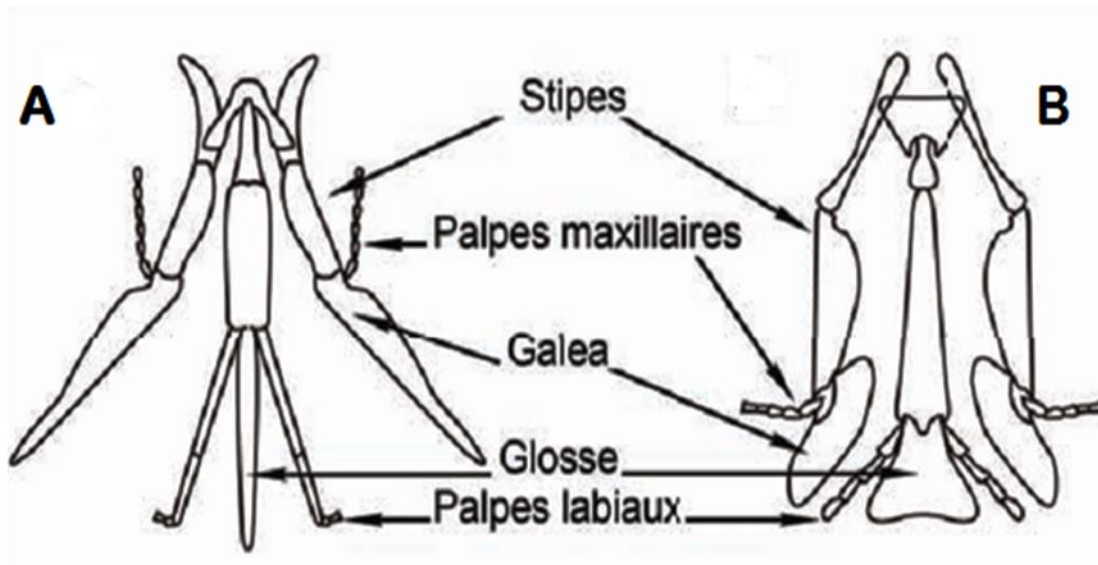


Figure 04: Morphologie des pièces buccales d'une abeille (Eardley et *al.*, 2010)

A : Abeille à langue longue,

B : Abeille à langue courte

2.1.2. Thorax

Il est relié à la tête par le cou et composé de trois segments soudés. Il porte les éléments locomoteurs de l'abeille, une paire de pattes sur chaque segment, chaque patte est composée de six articles (coxa, trochanter, fémur, tibia, tarse et une paire de griffes terminales) (Stephen

et *al.*, 1969 ; Le Conte, 2002a). Le deuxième et le troisième segment de l'abdomen disposent également de deux paires d'ailes membraneuses très fines et transparentes. Elles sont rattachées au thorax par des articulations qui permettent le vol. Les quatre ailes sont parcourues de nervures qui renforcent leur structure et permettent le passage de nerfs et de vaisseaux et forment des cellules. Les ailes antérieures sont plus développées que les ailes postérieures. Les structures cellulaires, notamment des ailes antérieures, représentent un critère très important dans l'identification des familles et espèces, les ailes sont reliées entre elles, pendant le vol, par un système de crochet (hamula), (Louis, 1970 ; 1972 ; Jeanne, 1998 ; Le Conte, 2002a et 2004a).

2.1.3. Abdomen

L'abdomen est séparé du thorax par un étranglement très fin appelé pétiole. Il comprend six segments chez la femelle et sept chez le mâle, reliés entre eux par une membrane intersegmentaire. À l'extrémité du dernier segment de l'abdomen se trouve un aiguillon venimeux, le dard chez les femelles, associé à une glande à venin, qui jaillit lorsque l'abeille se défend (Brisson et *al.*, 1994 ; Le Conte, 2002b; Jean- Prost et Le Conte, 2005; Terzo et Rasmont, 2007).

2.2. Nutrition

Tous les Apoïdes sociaux ou solitaires collectent du pollen, du nectar, de la propolis ou de l'eau qu'elles emmagasinent pour nourrir leur progéniture, ou pour répondre aux besoins de la colonie (Jacob-Remacle, 1989a; Abou-Shaara et *al.*, 2017). Les adultes consomment du nectar et s'alimentent du miel élaboré à partir du nectar qu'elles aspirent avec une langue développée. Tandis que, les larves sont végétariennes, se nourrissent d'une alimentation à base de pollen additionné de nectar (Tasei, 1984 ; Jacob-Remacle, 1990 ; Brisson et *al.*, 1994; Le Conte, 2002a et 2002b).

Le pollen est un aliment relativement plus important pour les abeilles solitaires car les abeilles sociales nécessitent un afflux continu d'énergie pour chauffer le nid, ce qui accélère le développement des couvées. Les principales sources d'énergie sont les sucres de nectar qui constituent la base de l'interaction pollinisateur- plante (Abrol, 2005 ; Chagnon, 2008).

Selon Jacob-Remacle (1990), les abeilles sont classées en trois catégories en fonction de leur spécificité alimentaire :

- Les espèces Polylectiques, les plus nombreuses, s'approvisionnent en pollen sur un grand nombre de plantes appartenant à divers familles

- Les espèces Oligolectiques récoltent du pollen sur un groupe de plantes appartenant à une même famille.
- Les espèces Monolyctiques n'exploitent qu'un seul genre ou même une seule espèce florale.

2.3. Mode de vie

L'ordre des hyménoptères comprend une grande diversité de comportement social, en allant des espèces à sociabilité nulle, c'est le cas de la plus part des abeilles solitaires, qui mènent une vie loin d'une organisation sociale bien définie (Le Conte, 2002b) et les espèces sociales hautement organisées comme les fourmis et les abeilles mellifères (Brisson et *al.*, 1994).

Dans les formes intermédiaires entre espèces eu-sociales et espèces solitaire, se trouvent les abeilles qui se regroupent en petites colonies d'individus de la même génération dans le même nid qui partagent les tâches entre des reines qui pondent et des ouvrières qui s'occupent du nid et des approvisionnements. Ces sociétés sont dites semi-sociales, c'est le cas des genres *Bombus* et *Melipona*, ce dernier regroupe de petites abeilles vivant en Amérique tropicale (Le Conte, 2002a).

2.3.1. Abeilles sociales

Le cycle de vie des abeilles diffère selon le niveau de sociabilité des espèces. Les abeilles sociales du genre *Apis*, comprend l'abeille mellifère (*Apis mellifera*) l'espèce a haut niveau d'organisation sociale (Darchen, 1973 ; Léoncini et *al.*, 2002, Le Conte et *al.*, 2002). Les colonies de cette espèce regroupent des individus de trois castes différents ; au printemps, elle se compose d'une reine, de plusieurs dizaines de millier d'ouvrières et quelques milliers de mâles. Le mode de communication entre les individus est très développé. Les tâches indispensables au développement de la colonie sont diverses et nécessitent une organisation stricte. Le nid est formé de rayons construits parallèlement et dont les deux faces sont constituées de cellules hexagonales bâties avec la cire que produisent les ouvrières. Ces cellules ou alvéoles abritent les individus de différents stades immatures (œufs, larves et nymphes), l'ensemble constitue le couvain situé au centre du nid ou au centre des cadres des ruches. Les cellules situées autour du couvain sont utilisées par les ouvrières pour stocker le miel et le pollen. Hormis les mâles qui meurent à la fin de l'été, l'ensemble des individus vit de façon permanente dans la colonie, qui se multiplie en cours de l'essaimage (Pouvreau et Marilleau, 1977; Tasei, 1984 ; Jacob-Remacle, 1989b ; Rasmont et Parata, 2001 : Le Conte, 2002a et 2004b).

Les bourdons sont classés comme eu-sociaux primitifs, ne passent pas l'hiver en colonie. Ils vivent en petites sociétés initiées par une reine fécondée qui développe seule la colonie en réalisant les différentes tâches nécessaires à l'émergence des générations d'ouvrières. Les tâches sont réparties entre la fondatrice et les ouvrières. Celles-ci sont souvent très proches d'elle morphologiquement mais qui diffère sur le plan physiologique et comportemental. A l'automne ces colonies produisent des reines et des mâles. Les nouvelles reines fécondées entrent en diapause et les individus de la colonie meurent (Jacob-Remacle, 1990 ; Lefevre et Pierre, 2001; Le Conte, 2002b ; Vereecken et *al.*, 2010).

Les espèces du genre *Apis* sont les seules à fabriquer des ruches de cire pure disposée en rayons verticaux réguliers et composés d'alvéoles hexagonales où sont placés le couvain et les provisions de miel. L'abeille domestique (*A. mellifera*) vit en colonies permanentes atteignant jusqu'à 50000 individus dont le nid est construit dans des arbres creux (Villemant, 2005).

2.3.2. Abeilles solitaires

Les abeilles solitaires passent l'hiver en diapause au stade larvaire et parfois au stade adulte, dans des cellules du nid où elles accomplissent tout leur développement. Les larves des formes solitaires se développent seules, sans l'aide des parents, à partir de réserves accumulées par la mère, alors que chez les espèces sociales, les larves sont élevées en communauté (Brisson et *al.*, 1994 ; Vereecken et *al.*, 2010). Au printemps, les mâles et les femelles quittent leurs nids et s'accouplent. La femelle pond des œufs fécondés (qui donneront des femelles) au fond du nid et des œufs non fécondés (qui donneront des mâles) près de la sortie. Ces derniers se développent plus vite que les femelles, ils laissent ainsi la voie libre à leurs sœurs quand celles-ci quittent le nid à leur tour (Jacob-Remacle, 1990; Bruneau, 2005 ; Villemant, 2005).

Le mode de nidification des abeilles est très varié même au sein de la famille. La plupart sont solitaires et creusent leur nid dans le sol. D'autres l'installent dans des arbres creux ou dans des galeries qu'elles forent dans le bois mort, quelques-unes les façonnent avec de la résine ou de la boue mélangée de cailloux (Villemant, 2005).

Selon Pouvreau (1987), le mode de nidification des abeilles sont réparties en 2 catégories, les espèces caulicoles et les espèces terricoles.

2.3.2.1. Espèces caulicoles

Ce sont des abeilles qui construisent des nids dans les éléments végétaux (branches mortes, bois pourri, tiges creuses, ...). D'autres espèces telle que les osmies nidifient même dans des coquilles d'escargots et des fragment de feuilles réduits en pâte pour construire les cloisons du

nid. L'abeille coupeuse des feuilles de la famille des Megachilidae, tapissent les parois de nid avec des morceaux de feuilles qu'elles découpent (Brisson et *al.*, 1994).

2.3.2.2. Espèces terricoles

Les espèces terricoles renferment le groupe d'espèces qui creuse des terriers dans le sol. Le nid est composé d'un conduit et des cellules en forme de petites cavités qui servent à l'élevage du couvain.

Les bourdons font leurs nids dans des cavités du sol, dans les anfractuosités de vieux murs, vieille souche d'arbre, le plus souvent des nids désaffectés de petits rongeurs ou d'oiseaux. Certaines abeilles parasites ou abeilles coucou, sont dépourvues d'appareil de récolte du pollen et ne construisent pas de nid. Elles parasitent les nids d'autres espèces d'abeilles et mêmes des guêpes (Jacob-Remacle, 1989a).

3. Principales caractéristiques des familles d'apoïdes

3.1. Stenotritidae

Les Stenotritidae sont des abeilles à langue courte qui représentent la plus petite famille d'abeilles, qui se compose de 2 genres (*Stenotritus* et *Ctenocolletes*) et de 21 espèces seulement. Ces dernières sont présentes en Australie et aucune n'a été recensée ailleurs dans le monde (Abrol, 2012).

3.2. Colletidae

Les Colletidae sont des abeilles à langue courte, de petite taille, noires et minces peu velues (genre *Hylaeus*). Ces abeilles transportent le pollen sur les poils des pattes postérieures ou dans le jabot (*Hylaeus*). Elles nichent dans le sol ou dans des cavités (Brisson et *al.*, 1994). La structure de la glosse est unique à cette famille, elles sont dotées une langue fourchue et la veine basale des ailes antérieures faiblement courbée (Eadley et *al.*, 2010). Les Colletidae ont une répartition mondiale. Elles sont scindées en cinq sous familles différentes les unes des autres, Colletinae, Diphaglossinae, Xeromelissinae, Hylaeinae et Euryglossinae (Finnamore et Michener, 1993 ; Almeida et Danforth, 2009). Les deux genres les plus répandus sont les *Colletes* et les *Hylaeus*.

3.3. Halictidae

Les Halictidae sont des abeilles à langue courte, une glosse pointue et la veine basale des ailes antérieures généralement bien coudée. Parmi les abeilles à langue courte, le caractère de la veine basale coudée est unique (Eadley et *al.*, 2010). Les individus de cette famille sont pour

la plupart noirs ou foncés mais certaines espèces sont d'un vert métallique comme le genre *Gemmeus*, et quelques espèces d'*Evylaeus*. Ils ne diffèrent des Andrenidae que par quelques détails anatomiques. Ils nichent dans des tunnels souterrains, parfois si proche les uns des autres que différents individus utilisent le même tunnel pour sortir (Brisson et *al.*, 1994). Les espèces de la famille des Halictidae ont une distribution cosmopolite. Plus de 2400 espèces d'abeilles dans le monde sont recensées (Danforth et *al.*, 2004 ; Patiny et Michez, 2007; De Meulemeester et *al.*, 2012).

3.4. Andrenidae

Les Andrenidae sont des abeilles à langue courte, elles sont noires ou brun foncé (Brisson et *al.*, 1994). Une glosse pointue et la nervure basale des ailes antérieures est presque droite ou à peine courbée. Les sutures sub antennaires, qui sont caractéristiques de la famille, sont faciles à voir chez la sous famille des Panurginae mais moins chez la sous famille des Andreninae. Toutes les espèces collectent du pollen et nichent dans le sol (Patiny et Gaspar, 2000; Eadley et *al.*, 2010).

Les Andrenidae sont présents sur tous les continents sauf en Australie. Ils sont également presque absents de la région tropicale asiatique. Dans les régions tempérées du nord, le genre *Andrena* est omniprésent. Toutes les espèces d'Andrenidae nichent dans le sol, faisant leurs propres terriers et cellules, une courte série à la fin de chaque terrier latéral. Hormis pour certains Panurginae, dont les cellules ne sont pas doublées (Danforth et *al.*, 2004 ; Michener, 2007 ; Livory et *al.*, 2013).

3.5. Megachilidae

Les Megachilidae se reconnaissent par la présence de brosse à pollen (scopa) placée sous l'abdomen pour les espèces non parasites. Elles sont également des abeilles à langue longue. Elles fondent leurs nids dans le sol ou dans des cavités naturelles. Elles sont appelées communément "coupeuses de feuilles" car certains groupes utilisent des feuilles pour tapisser les cellules de leur nid. Elles sont appelées aussi résinières, maçonnes, charpentières, nicheuses dans le sol, etc...(Jacob-Remacle, 1990; Amiet et *al.*, 2004 ; Villemant, 2005; Eadley et *al.*, 2010). La famille des Megachilidae est composée de deux sous familles, Fideliinae et Megachilinae et de 77 genres. Ils se rencontrent sur presque tous les continents. Ils sont particulièrement plus nombreux dans la Méditerranée et dans les climats xériques du paléarctique (Michener, 2007).

3.6. Melittidae

Les Melittidae sont des abeilles à langue courte pointue et la veine basale des ailes antérieures est droite (Eadley et *al.*, 2010). Les Melittidae ce sont des abeilles ayant à la fois des caractères des abeilles à langue courte et des caractères des abeilles à langue longue. Les Mellitidae sont cosmopolites, elles sont divisées en trois sous familles, Dasypodainae, Meganomiinae, Melittinae et 15 genres (Michener, 2007 ; Michez, 2008 ; Engel et *al.*, 2020).

3.7. Apidae

Les Apidae sont des abeilles à langue longue qui comporte une grande variété d'espèces d'abeilles sociales, solitaires et des abeilles parasites ou abeilles coucou de plusieurs genres comme *Nomada* et *Thyreus* (Vereecken et *al.*, 2008 ; Villemant, 2001, 2005). La famille des Apidae comporte également des abeilles sociales de haut niveau d'organisation que caractérise le genre *Apis* notamment l'abeille domestique (*Apis mellifera*), le genre *Bombus* très remarquable par son mode de vie sociale proche d'une vie en communauté (Lefevre et Pierre, 2001), et aussi le genre *Xylocopa* qui renferme les plus grandes espèces d'abeilles. La famille d'Apidae est cosmopolite, divisée en trois sous familles : Xylocopinae, Nomadinae et Apinae (Michener, 2007 ; Michez, 2008).

4. Activité de butinage des abeilles

L'abeille passe la plupart de son temps à butiner les fleurs pour se nourrir et alimenter sa descendance. Sa nourriture est basée sur le nectar et le pollen élaborés par les fleurs. Dans son activité de butinage, elle participe dans le maintien de l'équilibre naturel, dont le principal est la dissémination des grains de pollen (Jacob-Remarque, 1991).

4.1. Pollinisation

La pollinisation est l'acte de féconder les plantes à fleur par le transport de pollen depuis l'anthère jusqu'au stigmate (Fig. 05). Sur le pistil, les grains germent et chacun d'eux produit un tube pollinique qui descend à l'intérieur du pistil jusqu'à l'ovaire pour y féconder un ovule. L'ovule fécondé devient une graine qui donnera naissance à une nouvelle plante (Pouvreau, 1983).

Certaines plantes peuvent se polliniser elles-mêmes, dans ce cas, le pollen passe de l'anthère au stigmate au sein de la même fleur et prend le nom d'autopollinisation. D'autres plantes ont besoin du pollen qui doit être transféré entre les différentes fleurs ou différentes parties de la plante, c'est la pollinisation croisée (Pouvreau, 1983 ; Pesson et Louveaux, 1984; Michez et *al.*, 2008 ; Mollier et *al.*, 2009 ; Baude et *al.*, 2011).

La pollinisation peut se faire par deux manières selon le type de plante ; l'autopollinisation et la pollinisation croisée. L'autopollinisation s'effectue entre le pollen et le stigmate de la même fleur. Soit les deux organes existent sur la même fleur, c'est le cas d'une fleur hermaphrodite, soit sur deux fleurs différentes d'une même plante dans le cas de plantes monoïques. La pollinisation croisée, correspond au transfert du pollen de l'anthere d'une plante au stigmate d'une autre plante de la même espèce. Ce mode de pollinisation est obligatoire chez les plantes dioïques, mais se produit fréquemment chez les plantes monoïques ou à fleurs hermaphrodites, car ce type de pollinisation augmente la variabilité génétique de la descendance (Pouvreau, 1983).

De nombreuses plantes peuvent être pollinisées par le vent ou par les animaux. Selon Terzo et Rasmont (2007), le vent intervient dans 20% des espèces pollinisées, tandis que, les insectes assurent 80% des cas de pollinisations. L'abeille, qui pour se nourrir doit récolter le nectar et le pollen en butinant de fleur en fleur, dépose directement le pollen qui se colle à ses poils à partir des organes reproducteurs des plantes, ce qui fait d'elle l'un des insectes les plus efficaces pour la pollinisation (Brisson et *al.*, 1994).

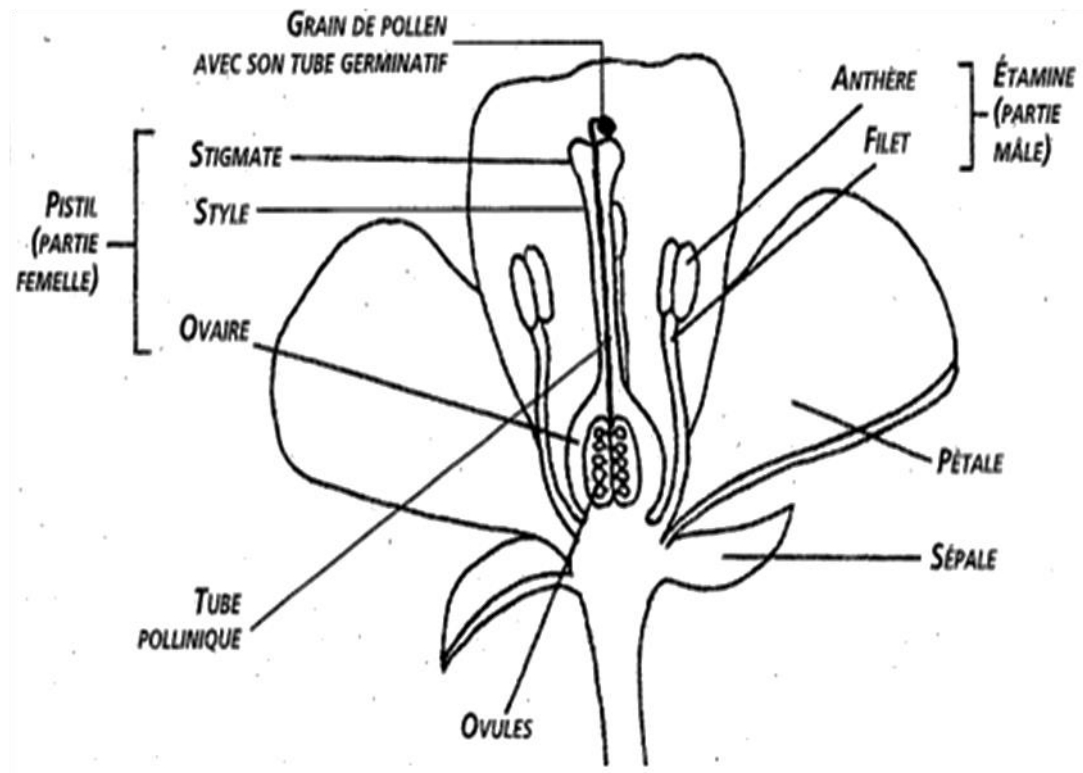


Figure 05 : Parties d'une fleur lors de la fécondation (Brisson et *al.*, 1994)

4.2. Facteurs influençant la pollinisation des abeilles

Les principaux facteurs qui peuvent influencer l'activité des abeilles butineuses des fleurs dans une région donnée sont : la disponibilité des ressources alimentaires, l'attractivité des fleurs et les variations des conditions climatiques.

4.2.1. Disponibilité des ressources alimentaires et l'attractivité des fleurs

La disponibilité des ressources alimentaire est nécessaire pour la survie des abeilles, car ces dernières dépendent entièrement des fleurs. Les adultes se nourrissent de nectar et de pollen sur les fleurs, et les larves s'alimentent de pollen additionné de nectar transporté par les femelles (Jacob-Remarque, 1990).

L'ensemble des caractéristiques anatomiques des Apoïdes, leur permet de mieux exploiter divers types floraux, en particulier ceux dont les nectars sont moins accessibles, aux autres insectes, c'est des fleurs à symétrie bilatérale (fleur zygomorphe), Comme celles rencontrées chez les légumineuses, particulièrement bien adaptées à la pollinisation par les abeilles. Les fleurs préférées sont celles qui ont des couleurs jaune ou bleu, et une corolle profonde permettant l'atterrissage et offrent des guides nectarifères bien marqués. Les étamines sont disposées de façon à déposer le pollen soit sur la tête de l'insecte visiteur soit sur le dos ou sur les brosses ventrales (Brisson et *al.*, 1994).

Selon Abrol (2005), l'interaction entre les pollinisateurs et les plantes est régie par les besoins énergétiques en plus des caractéristiques biologiques et physiques telles que la couleur, la forme et l'odeur des fleurs. Cependant, les pollinisateurs sont très sélectifs dans leurs visites florales et choisissent les fleurs qui répondent le mieux à leurs besoins énergétiques.

4.2.2. Facteurs climatiques

Les abeilles supportent bien les climats les plus variés. Elles sont donc cosmopolites puisqu'elles se trouvent de l'équateur jusqu'au cercle polaire (Louveau, 1966). Parmi tous les facteurs climatiques, la température maximale ($>30^{\circ}\text{C}$) est la plus importante qui avait eu un effet négatif sur l'activité des abeilles. Les abeilles mellifères sont originaires des climats chauds, elles butinent à des températures plus élevées. Leur activité est rare au dessous de 15°C (Reddy et *al.*, 2015). Cependant, les abeilles sauvages ont une grande tolérance au seuil thermique d'activité inférieur (Jacob-Remacle, 1992). Selon Abou-Shaara et *al.* (2017), les abeilles sauvages pouvaient tolérer des températures aussi élevées que $50,7^{\circ}\text{C}$, tandis que les abeilles domestiques ne toléraient que des températures plus basses ($42,8^{\circ}\text{C}$).

Le vent particulièrement fort tend à réduire la vitesse au sol des abeilles et donc le nombre de vols par jour. Les vents forts peuvent également affecter indirectement le butinage des abeilles en causant des blessures aux fleurs entraînant une perte de pollen (Reddy et *al.*, 2015).

5. Intérêt écologique et économique des Apoïdes

Les abeilles jouent un rôle important dans la majorité des écosystèmes terrestres. La production de grains et fruits dépend fortement de la pollinisation des Apoïdes. Par conséquent, elles influencent fortement les relations écologiques telles que la conservation des écosystèmes, la stabilité, la variation génétique dans la communauté des plantes, la diversité florale, la spécialisation et l'évolution (Vaissiere, 2002 ; Fournier, 2008 ; Praz et *al.*, 2008 ; Bradbear, 2011).

Les abeilles transportent couramment des dizaines de milliers de grains de pollen sur leurs corps et elles en déposent de grandes quantités sur les stigmates, avec pour conséquence une sélection possible des tubes polliniques dans le style jusqu'aux ovules. En allant de fleur à fleur, les abeilles transportent du pollen issu d'individus d'une même espèce mais génétiquement différent et le dépôt d'allo-pollen permet la fécondation croisée et la reproduction de toutes les espèces auto-incompatibles (Vaissiere et *al.*, 2005).

Les abeilles sont essentielles pour le maintien de la biodiversité et le maintien de la pérennité des activités agricoles car elles pollinisent de nombreuses espèces végétales. La pollinisation de 84% des 264 plantes alimentaires pour l'homme ou le bétail dépend totalement ou partiellement des insectes (Pouvreau et Taséi, 1995). Elles fournissent également un service essentiel de pollinisation pour les cultures et les plantes spontanées (Rollin et *al.*, 2013).

6. Déclin des abeilles

Les variations de climat ont des effets directs sur les pollinisateurs en les obligeant à quitter certaines zones géographiques devenues défavorables, pour en coloniser d'autres milieux. Par ailleurs, le changement climatique et notamment l'augmentation des températures à l'échelle planétaire influence également les interactions plantes-pollinisateurs, en causant des décalages phénologiques entre la floraison des plantes et l'émergence des pollinisateurs (Le Conte et Navajas, 2008 ; Reddy et *al.*, 2015).

Selon Le Conte et Navajas (2008), les relations entre fleurs et pollinisateurs peuvent être déséquilibré, et par conséquent modifier la phénologie des plantes et notamment la période de floraison. Cependant, de nouveaux équilibres bioclimatiques et économiques finiront par gérer la distribution et les types de cultures ainsi que la végétation spontanée.

La régression des populations dans certaines régions peut s'expliquer par l'appauvrissement de la flore et la carence en lieux propices pour la nidification (Jacob-Remarque, 1990), ce qui aura sans doute un impact sur la survie des espèces d'abeilles fortement liées à leur environnement. Cependant, la plupart des abeilles ont montré une grande plasticité et une variabilité génétique de l'espèce pouvant favoriser la sélection de cycles de développement ajustés à de nouvelles conditions environnementales (Le Conte et Navajas, 2008).

Selon Coutin (1987), la raréfaction et la disparition de nombreuses espèces d'insectes sont souvent constatées par les naturalistes, les botanistes, les zoologistes et les entomologistes. Les nombreuses causes de l'appauvrissement ou la disparition de la faune entomologique, sont la réduction, voire la destruction totale de la flore adventice des cultures par l'usage généralisé des herbicides en agriculture, le reboisement, le fauchage et l'urbanisation. La perte d'habitats naturels et la réduction de la diversité végétale, dans certaines régions, résultent de l'intensité agricole, et ont conduit aux déclin substantiels des populations d'abeilles et de la biodiversité (Abrol, 2012 ; Rollin et *al.*, 2013 ; Reddy et *al.*, 2015).

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

La région d'étude est caractérisée par divers aspects qui influent, d'une manière directe ou indirecte, sur l'activité et la distribution des Apoïdes. Les principaux aspects développés dans ce chapitre qui sont en relation avec la distribution des espèces d'abeilles, sont la situation géographique et les caractéristiques climatiques.

1. Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou

La région de Tizi-Ouzou, se situe dans la partie centrale de l'Atlas tellien au Nord de l'Algérie, entre les latitudes $36^{\circ} 20'N$ et $36^{\circ} 40'N$ et les longitudes $3^{\circ} 40'E$ et $4^{\circ} 35'E$, où elle occupe une superficie de 2.969,80 km². Elle est bordée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la wilaya de Bejaia et respectivement par la wilaya de Boumerdès et par la wilaya de Bouira à l'Ouest et au Sud (Fig. 06).



Figure 06 : Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou (Google Maps, 2019)

1. 1. Caractéristiques climatiques de la région d'étude

Le climat est un facteur abiotique d'une grande importance qui intervient comme agent limitateur des êtres vivants (Dajoz, 2006). Il agit sur la distribution et la dynamique des

populations en influençant le développement des plantes ainsi que la production de nectar et de pollen. Ces derniers sont liés directement à l'activité de butinage des abeilles.

Les besoins énergétiques et la dynamique de butinage des pollinisateurs dépendent également des conditions météorologiques qui régissent leurs activités. Les fluctuations des facteurs écologiques abiotiques, principalement la température, l'humidité relative, la vitesse du vent et la lumière sont connues pour avoir un impact sur l'activité et le comportement des abeilles fortement liés à leur environnement (Jacob-Remacle, 1989b; Abrol, 2005 ; Abou-Shaara et *al.*, 2017). Les abeilles ajustent leur comportement aux conditions météorologiques, elles ne sortent pas lorsqu'il pleut et par fortes chaleurs elles vont récolter de l'eau ce qui fait qu'une modification du climat aura un impact direct sur leurs comportements (Le Conte et Navajas, 2008).

Les données météorologiques de la pluviométrie, la température et l'humidité de l'air enregistrées durant la période d'étude sont fournies par l'office national de la météorologie de Tizi-Ouzou (O.N.M.T.O., 2019).

1.1.1.Température

La température est parmi les facteurs limitant des espèces d'insectes car elle agit sur l'activité biologique et écologique des êtres vivants (Dajoz, 2006). Selon Polatto et *al.* (2014), la température et la luminosité sont les deux principaux facteurs abiotiques régulant les activités d'alimentation des abeilles. Les variations climatiques, caractérisés par des températures élevées, pourraient avoir un impact considérable sur leur biologie, leur comportement et leur distribution et indirectement, le changement climatique, peut affecter les abeilles à travers leurs ressources florales et leurs ennemis naturels (Reddy et *al.*, 2012).

Les valeurs de températures moyennes mensuelles pour les quatre années d'étude sont illustrées par la Figure 07.

Les données de températures indiquent que les mois de juillet et Août sont les plus chauds pour les quatre années d'études, avec des températures moyennes qui varient entre 27,1 à 29,7°C pour le mois de Juillet et de 27,8 à 29,7°C au mois d'Août. Le mois le plus froid est enregistré en Janvier avec des valeurs qui varient entre 8,9 à 11 °C, avec des températures minimum allant jusqu'à 6,59°C en février.

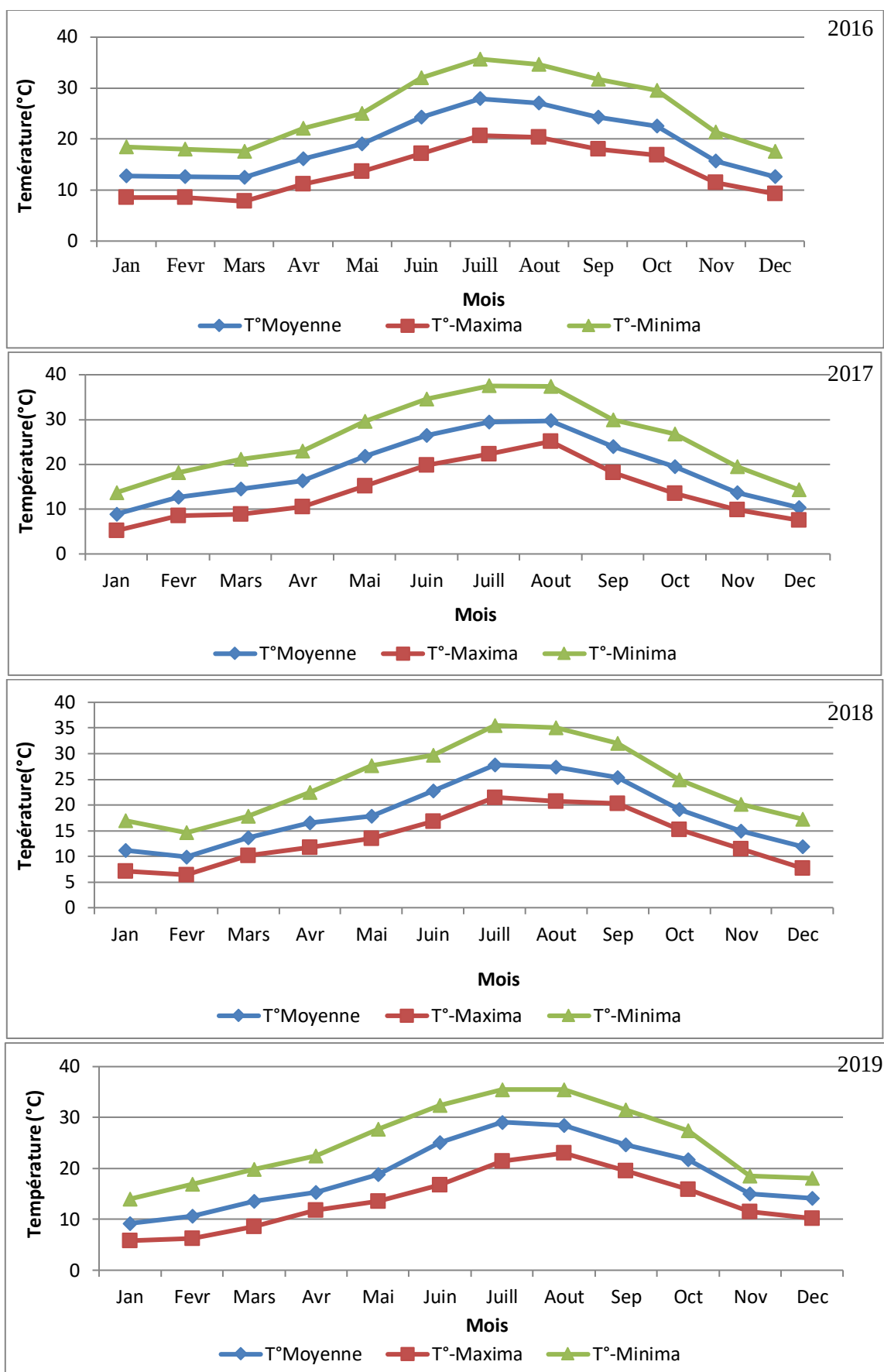


Figure 07 : Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2019)

1.1.2. Précipitations

La pluviométrie est la quantité totale de précipitations (pluies, grêles, neiges) reçue par unité de temps et unité de surface (Ramade, 2009). Les précipitations entravent l'activité alimentaire des abeilles. Elles les privent également d'apports en pollen et en nectar. En effet, l'activité du vol est considérablement ralentie sous la pluie. Une autre conséquence des pluies abondantes, sera l'élimination du pollen et du nectar, qui nuit à l'alimentation et à l'efficacité de la pollinisation des abeilles (Barbacon, 2002; Reddy et *al.* 2015 ; Abou-Shaara et *al.* 2017). Les moyennes mensuelles enregistrées sont données dans la Figure 08.

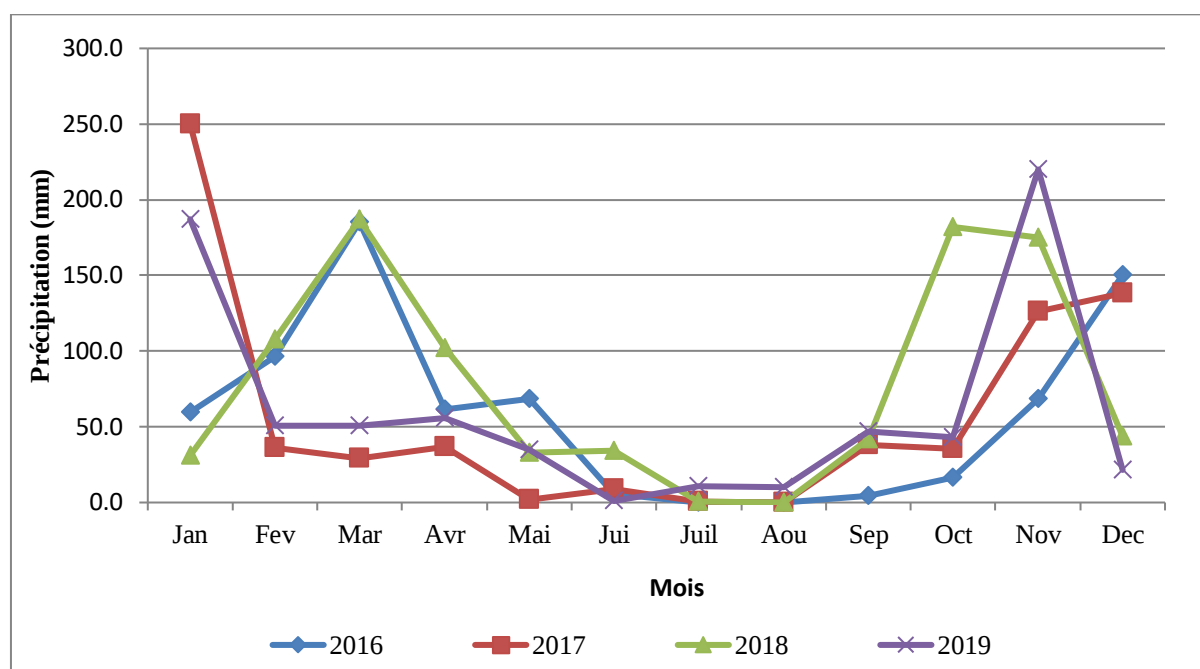


Figure 08 : Variations des moyennes mensuelles des précipitations (mm) de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2019).

D'après les données de la station météorologique de la ville de Tizi-Ouzou, le mois le plus pluvieux est Janvier avec des cumuls de quatre années qui est de 527, 9 mm. L'année 2017 est la plus arrosée avec 250 mm enregistrée. Les mois le plus secs sont Août et Juillet avec des cumuls de 10 et 11,9 mm respectivement. Il est à noter que les précipitations du mois d'août sont enregistrées en 2019 seulement, et nulles les années précédentes.

1.1.3. Humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (Dreux, 1980). Selon Abou-Shaara et *al.* (2017), l'humidité de l'air, ne joue probablement pas un rôle primordial dans un climat tempéré, mais elle est importante dans des conditions sèches et chaudes.

D'après Dajoz (1985), l'humidité a une influence sur la longévité, la vitesse de développement, la fécondité et le comportement des espèces.

Les valeurs d'Humidité fournies par la station métrologique de la ville de Tizi-Ouzou, durant les 4 années d'étude sont représentées dans la Figure 04.

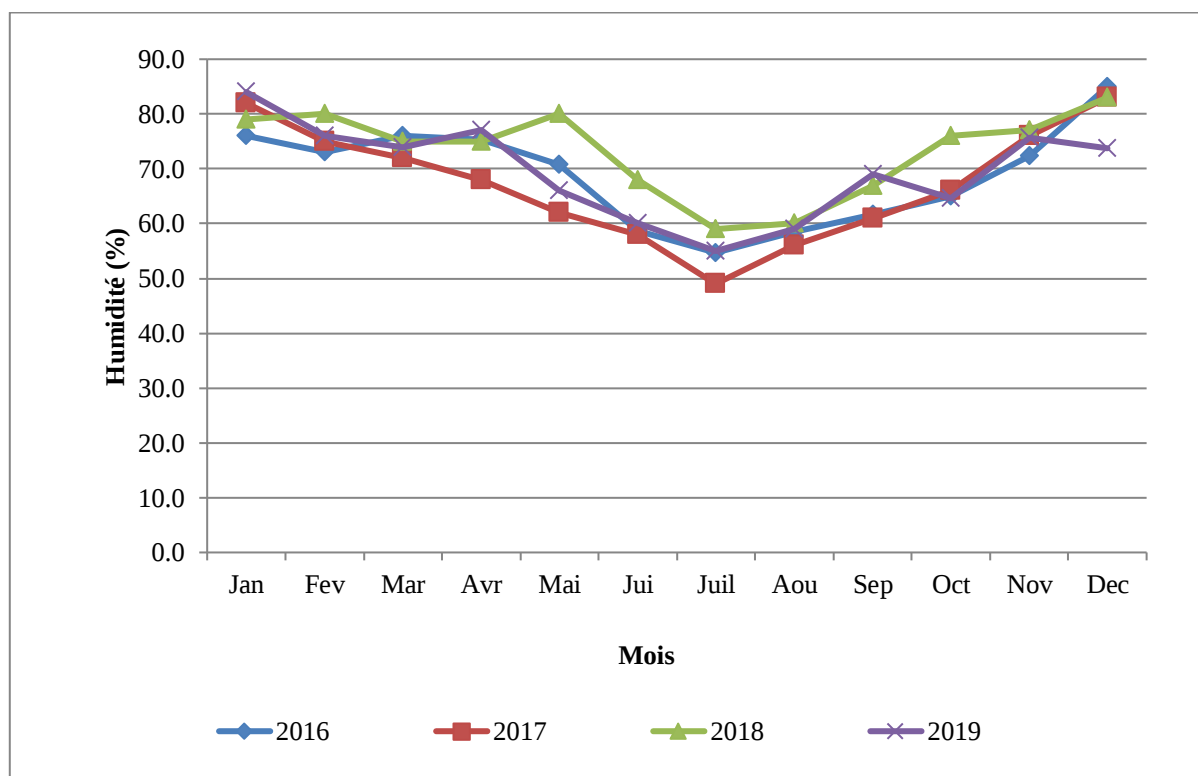


Figure 09 : Humidité relative mensuelle de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2019).

Les valeurs d'Humidité enregistrées montrent que les mois de décembre et janvier sont les plus humides (76 à 84 % en janvier et 73 à 85% en décembre). Tandis que le mois ayant le plus faible taux d'humidité est le mois de juillet avec des valeurs qui varient entre 49 à 59 %.

1.1.4. Vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat. Il est influencé par les conditions topographiques locales. Sa force est estimée d'après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants : 0-1 vent calme, 1-2 vent faible ; 2-3 vent modéré ; 5-6 vent assez fort ; 7-8 vent fort et 9 vent violent (Seltzer, 1946). Selon Reddy et *al.* (2015), le vent, particulièrement fort, est un facteur limitant de comportement des abeilles, il tend à réduire la vitesse au sol des abeilles et donc le nombre de vols par jour.

Les valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude sont mentionnées dans le tableau 01.

Tableau 01 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Tizi-Ouzou couvrant la période d'étude (O.N.M.T.O., 2019).

	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
2016	2,2	2,5	2,5	2,1	2,7	2,5	2,8	2,5	1,8	1,7	1,5	0,9
2017	1,5	2,2	2,1	2,2	2,2	2,7	2,4	2,9	2,0	1,2	1,0	1,0
2018	1,5	0,8	1,9	1,2	0,7	0,3	1,2	1,9	1,6	1,3	1,3	0,8
2019	1,5	1,2	1,7	1,9	1,5	2,8	2,5	2,2	1,7	2,3	3,6	2,5

Les valeurs de la vitesse du vent mentionnées dans le tableau 01, indiquent que la force du vent de la région d'étude est classée entre vent faible (0,3 m/s à 1,9 m/s) et modéré (2,1 m/s à 2,9 m/s).

1.2. Synthèse climatique

La classification mondiale des climats est basée sur le rythme des moyennes mensuelles de la température et des précipitations au cours de l'année (Bagnouls et Gaussen, 1957). Selon Gaussen et Lauer (1961), les différences de paysages proviennent essentiellement du déroulement des conditions de température et d'humidité au cours de l'année.

L'étude de la synthèse climatique est basée sur l'analyse de deux diagrammes les plus adaptés à la région méditerranéenne. Il s'agit de diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et le climagramme d'Emberger (1955).

1.2.1. Diagramme ombrothermique

Selon Le Houérou (2005a, 2005b), les diagrammes ombrothermiques permettent d'évaluer la longueur et l'intensité des saisons sèches et pluvieuses. La durée et la sévérité des périodes de repos hivernal des plantes sont dues aux basses températures.

Le diagramme ombrothermique est une étude fondée sur les données météorologiques notamment les précipitations et la température afin d'extraire la période sèche d'une région donnée exprimée en degré. Le diagramme le plus utilisé est celui de Bagnouls et Gaussen (1953), qui est basé sur la relation entre la température moyenne du mois et la précipitation moyenne. Les températures sont exprimées en degrés Celsius à une échelle double de celle employée pour les précipitations exprimées en mm. Quand les deux courbes se croisent, la relation $P \text{ mm} = 2T$. Quand la courbe des précipitations est sous la courbe thermique nous avons $P < 2T$ et cela sert de définition de la sécheresse (Bagnouls et Gaussen, 1957).

Le diagramme ombrothermique réalisé sur une période de 11 ans dans la région d'étude, est illustré par la figure 10.

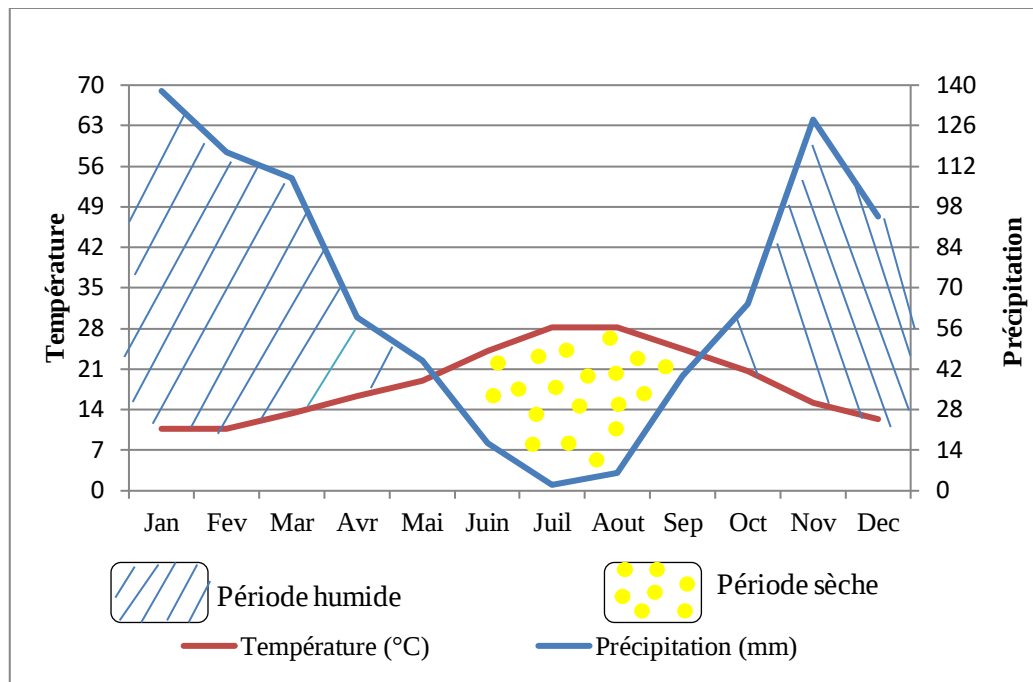


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 11 ans (2009 – 2019).

Le diagramme ombrothermique révèle que la période de sécheresse est de 04 mois et demi, s'étale de la fin de mois de Mai jusqu'à la fin du Mois de Septembre. Tandis que, la période humide s'étend sur 7 mois et demi, allant d'Octobre jusqu'au milieu du mois de Mai.

1.2.2. Quotient Pluviothermique d'Emberger

Le climagramme pluviothermique d'Emberger permet de classer les différents types de climats méditerranéens (Dajoz, 2006). Selon Le Houerou (2005a), la classification bioclimatique est fondée sur trois critères : la pluviosité moyenne annuelle (P), la température moyenne minimale du mois le plus froid (m) et la température moyenne maximale du mois le plus chaud (M').

Le quotient pluviothermique d'Emberger est calculé par la formule de Stewart (1969) :

$$Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

P : Précipitations moyennes annuelles (mm).

M : Température moyenne de tous les maxima du mois le plus chaud en degré Celsius.

m : Températures moyenne de tous les minima du mois le plus froid en degré Celsius

Le Quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger pour Tizi-Ouzou et pour une période de 11 ans est comme suit : $Q2 = 3,43 \times 817,74 / (35,9 - 6,59) = 95,6$

Le quotient de la région d'étude est égal à 95,6. La région d'étude se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (Fig. 11).

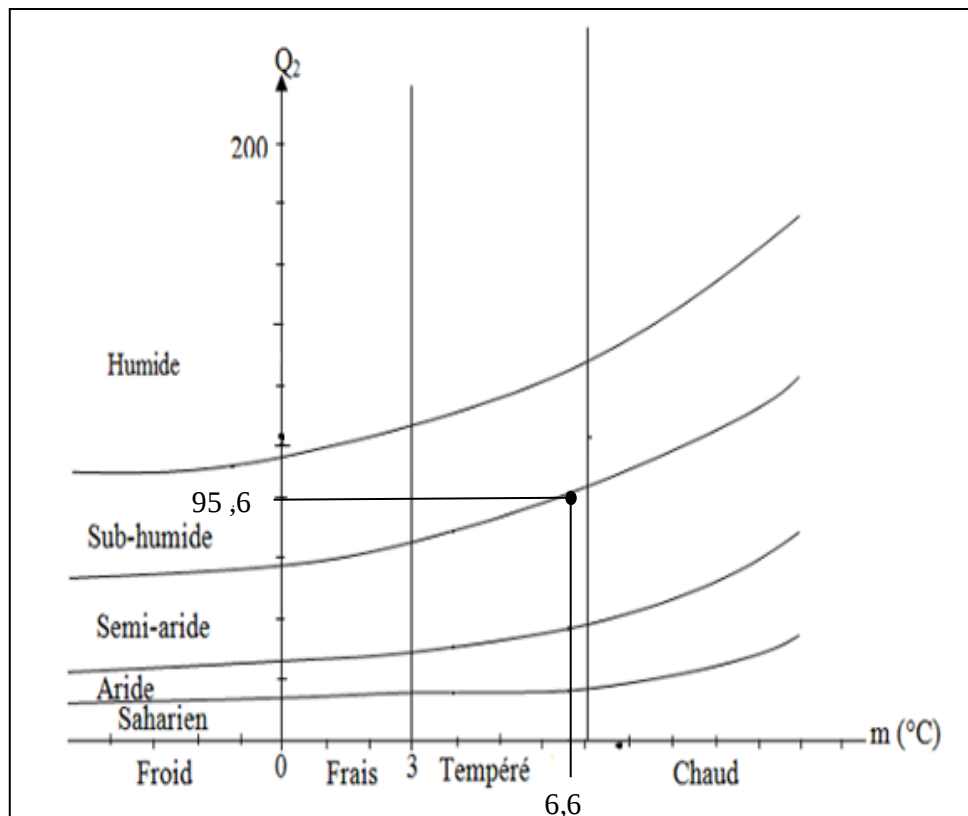


Figure 11 : Climagramme d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou

2- Flore

La distribution de la végétation notamment les plantes à fleurs ont un rôle très important sur la présence et la répartition des abeilles. Dans un milieu comme la région de Tizi-Ouzou riche en plantes spontanées, que cela soit sur les vastes plaines ou sur les montagnes, les plantes se succèdent durant les saisons avec un pic d'abondance au printemps. Cependant, il est à noter qu'il existe des plantes qui fleurissent en hiver parmi lesquelles nous pouvons citer, *Bellis sylvestris*, *Calendula arvensis* (Souci des champs), *Sinapis arvensis* (Moutarde) de la famille des Brassicacées et *Oxalis pes-caprae* (Oxalis) la famille des Oxalidacées. Au printemps, un grand cortège floristique s'installe, des fleurs qui durent de quelques jours à des mois telle que *Pallenis spinosa*, *Galactites tomentosa* (Galactites) la famille des Asteracées, *Cerinthe major*, *Echium vulgare* (vipérine) la famille des Borraginacées. Dans la période de sécheresse les plantes qui résistent à la chaleur sont nombreuses, c'est le cas de *Carlina involucrata*, *Silybum marianum*, *Scolymus hispanicus* (Chardon), *Centaurea sp.* de la famille des Asteracées. Quant aux plantes cultivées, arbres fruitiers ou plantes légumineuses de la vallée du Sébaou, les abeilles sauvages sont généralement en face d'une compétition des ressources alimentaires avec les abeilles domestiques installées par les apiculteurs, dans le but de polliniser les plantes et aussi pour la récolte des produits de la ruche. Ces ruches abritent chacune, des milliers voire des millions d'abeilles (Brisson et al., 1994 ; Le Conte, 2002a).

Chapitre III

Matériel et Méthodes

Au cours de la réalisation du présent travail nous avons développé deux objectifs différents. Dans un premier temps nous avons réalisé un inventaire des abeilles sauvages dans plusieurs stations de la région d'étude, dans le but de connaître à la fois les espèces présentes et leurs abondances. Le deuxième point porte sur le rôle des abeilles dans la pollinisation d'une plante très butinée, le Sulla (*Hedysarum flexuosum*), très abondante dans la région d'étude. De ce fait, un suivi des abeilles sauvages sur cette plante durant 3 ans d'étude est réalisé. Vu le grand intérêt de toutes les espèces d'abeilles, y compris l'abeille domestique, sur cette plante mellifère, nous avons opté pour un suivi du comportement des abeilles sur les fleurs ainsi que leur impact sur le rendement grainier.

1. Inventaire des abeilles sauvages dans les quatre stations

Dans cette première partie, nous allons présenter l'inventaire des espèces d'abeilles sauvages dans différentes stations d'étude. L'abeille domestique est exclue étant donné qu'il serait difficile d'estimer la population de cette espèce. Les ruches sont installées volontairement dans plusieurs endroits soit d'une façon permanente soit par transhumance, ce qui pourrait fausser les résultats par rapport à leur abondance ou à leur distribution dans la région d'étude.

1.1. Présentation des stations d'étude

Les stations d'étude prospectées dans l'inventaire des espèces d'abeilles sauvages sont : Makouda, Tigzirt, Bastos et Draa El Mizan.

1.1.1. Choix des stations d'études

Le choix des stations est porté principalement sur des parcelles qui représentent des habitats favorables à la présence et à la nidification des abeilles sauvages. La région d'étude est limitée au nord par la mer méditerranée, ce qui offre une opportunité de réaliser un suivi des abeilles sur cette partie côtière. Les autres stations sont distribuées à l'intérieur de la région d'étude et sont éloignées les unes des autres de 10 à 33 Km. Ces stations sont également choisies pour les mêmes critères à savoir ; l'accessibilité au milieu, diversité faunistiques et floristique et l'éloignement du bord de mer.

1.1.1.1. Station de Makouda

La station de Makouda (Tinekachine) se trouve à une altitude de 310 m, au centre de la commune de Makouda. Elle est distante de 17 Km de la ville de Tizi-Ouzou. La parcelle d'échantillonnage est délimitée au Sud par la route nationale RN 72 et exposée au Sud-Ouest (Fig.12). Elle représente un milieu demi ouvert, elle comprend en majorité des oliviers et des

espèces de plantes herbacées, qui fleurissent en période printanière comme *Oxalis pes-caprae*, *Echium vulgare*, *Galactites tomentosa* et *Chrysanthemum myconis* (Fig.13).



Figure 12 : Station d'étude de Makouda (Google Earth, 2020)



Figure 13 : Les différents paysages de la station de Makouda (Originale, 2018)

I.1.1.2- Station de Tizirt

La station de Tizirt (Tassalaste) se situe sur le littoral à quelques mètres du bord de mer sur une altitude qui ne dépasse pas 8m. La station est limitée à l'Est et au Sud par la route nationale RN 24, et par quelques habitations à l'Ouest, elle est limitée au Nord par la plage (Fig.14). La station est caractérisée par la présence de plantes sauvages et de quelques arbres d'eucalyptus. Plusieurs espèces de plantes herbacées sont présentes telles que : *Cerinth major*, *Dittrichia viscosa*, *Centaurea salmantica* et *Convolvulus althaeoides* (Fig.15).



Figure 14 : Station d'étude de Tizirt (Google Earth, 2020)



Figure 15 : Les différents paysages de la station de Tizirt (Originale, 2018)

1.1.1.3. Station de Bastos

Le site d'étude se trouve au niveau du Campus Universitaire de Hasnaoua II (Bastos) à une hauteur de 140 m, exposé Nord-est (Fig.16). Il est représenté sous forme de parcelle défrichée. La flore est constituée de différentes plantes sauvages, les plus abondantes sont *H. flexuosum* (Sulla), *Convolvulus* sp. *Borago officinalis* (Bourrache), *Echium vulgare* (Vipérine), *Melilotus* sp.(Melilot) et *Daucus carotta* (carotte sauvage) (Fig.17). Le site est choisi pour la présence accrue des abeilles, notamment au printemps.



Figure 16: Station d'étude de Bastos (Google Earth, 2020)



Figure 17 : Paysages de la station de Bastos (Originale, 2017)

1.1.1. 4. Station de Drâa-El-Mizan

La station d'Aït Yahia Moussa est localisée au Nord du chef lieu de la Daïra de Drâa-El-Mizan. Elle est à une altitude de 303 m distante de 16 Km de la ville de Tizi-Ouzou (Fig.18). La parcelle est exposée à l'Ouest, caractérisée par une riche flore comme: *Vicia faba*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon* sp., *Sonchus* sp., *Salvia officinalis*, *Dacus carotta* et *Galactites tomentosa* (Fig.19).



Figure 18 : Station d'étude de Draa El Mizan (Google Earth, 2020)

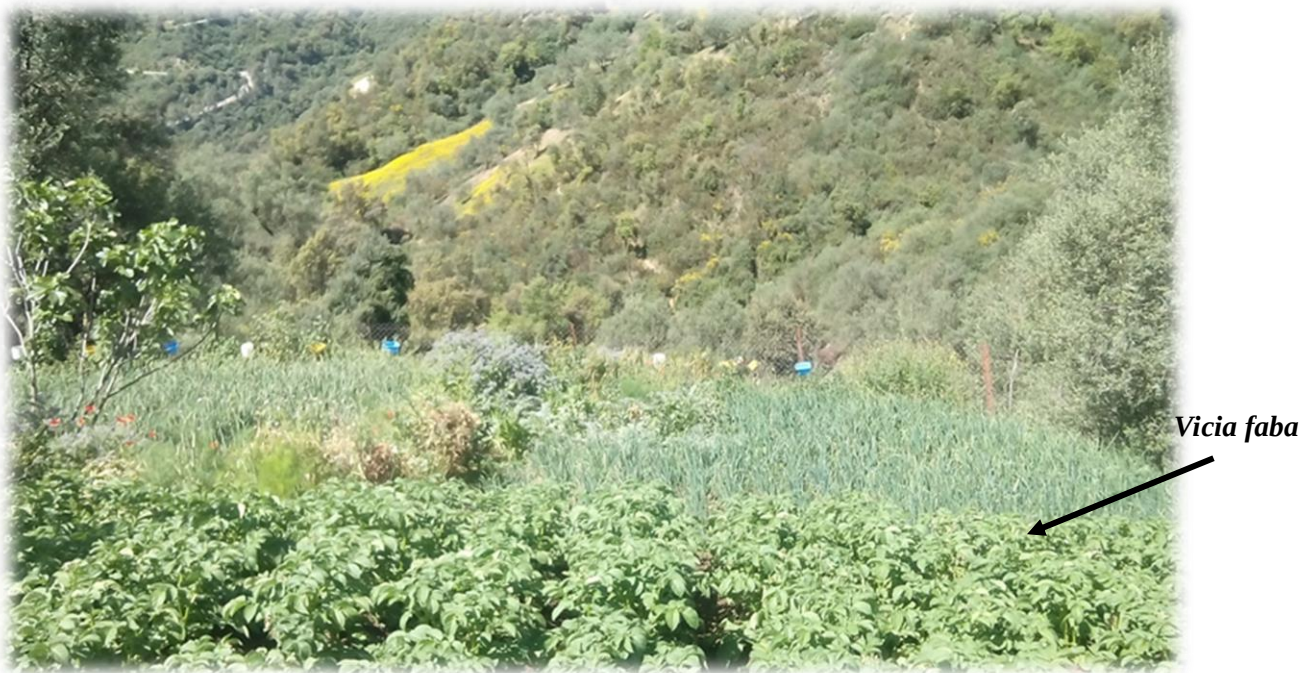


Figure 19 : Les différents paysages de la station de Draa El Mizan (Originales, 2017)

1.2. Méthode d'échantillonnage des apoïdes

L'échantillonnage utilisé dans notre inventaire concerne les abeilles sauvages seulement, l'abeille domestique n'est pas incluse dans cette partie. Les sorties sur le terrain sont effectuées une fois par semaine pour chaque station, à partir du mois de Janvier jusqu'au mois de Novembre de chaque année. En Décembre, les abeilles disparaissent sous l'influence des conditions climatiques hivernales. Deux méthodes de piégeage sont utilisées pour inventorier les populations d'abeilles sauvages dans les quatre stations d'étude. La première méthode consiste à capturer les abeilles à l'aide de filet entomologique par approche direct et la deuxième méthode consiste à piéger les abeilles par des récipients colorés. Ces deux méthodes complémentaires sont effectuées en parallèles dans chaque site.

1.2.1- Piégeage actif ou capture à l'aide du filet entomologique

Le matériel utilisé pour la capture directe des insectes volants est le filet entomologique. Ce dernier est réalisé manuellement, composé d'un manche qui mesure environ 1m de long et d'un cadre circulaire de 30 cm de diamètre sur lequel est rattachée une poche en tulle à maille serrées (diamètre de 0.5mm), afin de capturer mêmes les petites espèces (Fig. 20). La technique de capture par le filet ou chasse à vue des abeilles nécessite des conditions favorables de climat car par temps pluvieux ou vent fort, les abeilles sont rarement présentes ou inexistantes sur terrain.

Les abeilles sont souvent repérées lors de butinage sur les fleurs. De ce fait, et parallèlement à leur capture, une collecte de plantes butinées est réalisée pour évaluer leurs régimes alimentaires. Chaque abeille capturée est placée dans des boîtes contenant du coton imbibé d'éther afin de tuer les abeilles rapidement sans les faire souffrir. Les flacons sont étiquetés, où sont mentionnés la date, l'heure de capture, le nom du site, le nom de la fleur et le nom du collecteur.



Figure 20 : Filet entomologique (Originale, 2016).

1.2.2- Piégeage passive ou attractif

Les abeilles sont piégées par l'utilisation des récipients en plastique de différentes couleurs, Jaune, bleu et blanc. Les coupelles sont remplies à 3/4 de leur contenu d'eau avec quelques gouttes de détergeant (liquide vaisselle sans odeur), ce qui permet de noyer les insectes dans ce liquide et seront conservés le temps de les récolter. Les abeilles sont attirées par la couleur des pièges qui présentent une attractivité visuelle par la couleur qui rappelle celle des fleurs, mais également par l'élément vital qui est l'eau. Dans chaque site, 12 récipients colorés sont installés sur une ligne en transect, éloignée de 1 m l'un de l'autre (Figs. 21, 22, 23 et 24). Ces récipients sont placés d'une façon permanente et visités une à deux fois par semaine. Ils sont fixés sur un support ou piquets au dessus de la végétation à une hauteur de 1m du sol pour qu'ils soient repérés par les abeilles. Les spécimens piégés sont prélevés dans des flacons étiquetés sur lesquels sont mentionnés la date, le nom du site, la couleur de piège et le collecteur. Les spécimens piégés sont ensuite lavés, épinglés, séchés et étiquetés en vue de les identifier et les collectionner.



Figure 21 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Makouda (Originale, 2017)



Figure 22: Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Tizirt
(Originale, 2017)



Figure 23 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Bastos
(Originale, 2016)



Figure 24 : Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de Draa El Mizan (Originale, 2016)

1.2.3- Méthode de montage et conservation des abeilles

Les abeilles capturées au filet entomologique sont installées directement sur une plaque de polystyrène. Si le spécimen est un mâle il est procédé à l'extraction du genitalia (partie génitale mâle) de son abdomen à l'aide d'une pince très fine, en prenant soin de ne pas abimer l'abdomen (Fig. 25). Le genitalia des mâles est un critère très important pour la détermination des espèces d'abeilles. L'extraction se fait, de préférence, sur les abeilles encore fraîches car il est quasiment impossible de les détacher sur les individus séchés. Dans des cas pareils, le bout de l'abdomen des spécimens séchés est alors mis dans l'eau, pour l'adoucir et le ramollir pendant 24 heures, ainsi l'extrémité de l'abdomen devient souple et le genitalia est alors facile à extraire. Une fois cette étape achevée, chaque abeille est épinglée à l'aide d'une aiguille adaptée à sa taille, elle est perforée de préférence au centre du thorax. Le spécimen est ensuite étalé sur une plaque de polystyrène, assez épaisse pour bien le fixer à l'aide d'une pince et d'épingles dans le but de le faire sécher dans une position confortable pour la détermination. Les pattes et la mandibule sont bien étalées et éloignées du corps de l'abeille pour que toutes

les parties du corps soient visible au moment de l'identification. Les deux paires d'ailes sont bien étalées et écartées perpendiculairement au thorax, de manière à ce que les nervures soient claires. Les abeilles sont par la suite laissées sécher à l'air libre pendant quelques jours, chaque abeille est accompagnée d'une étiquette indiquant la date de capture, le lieu et la plante butinée. Elles sont ensuite séparées en groupes et conservées dans des boîtes entomologiques (Fig. 26).

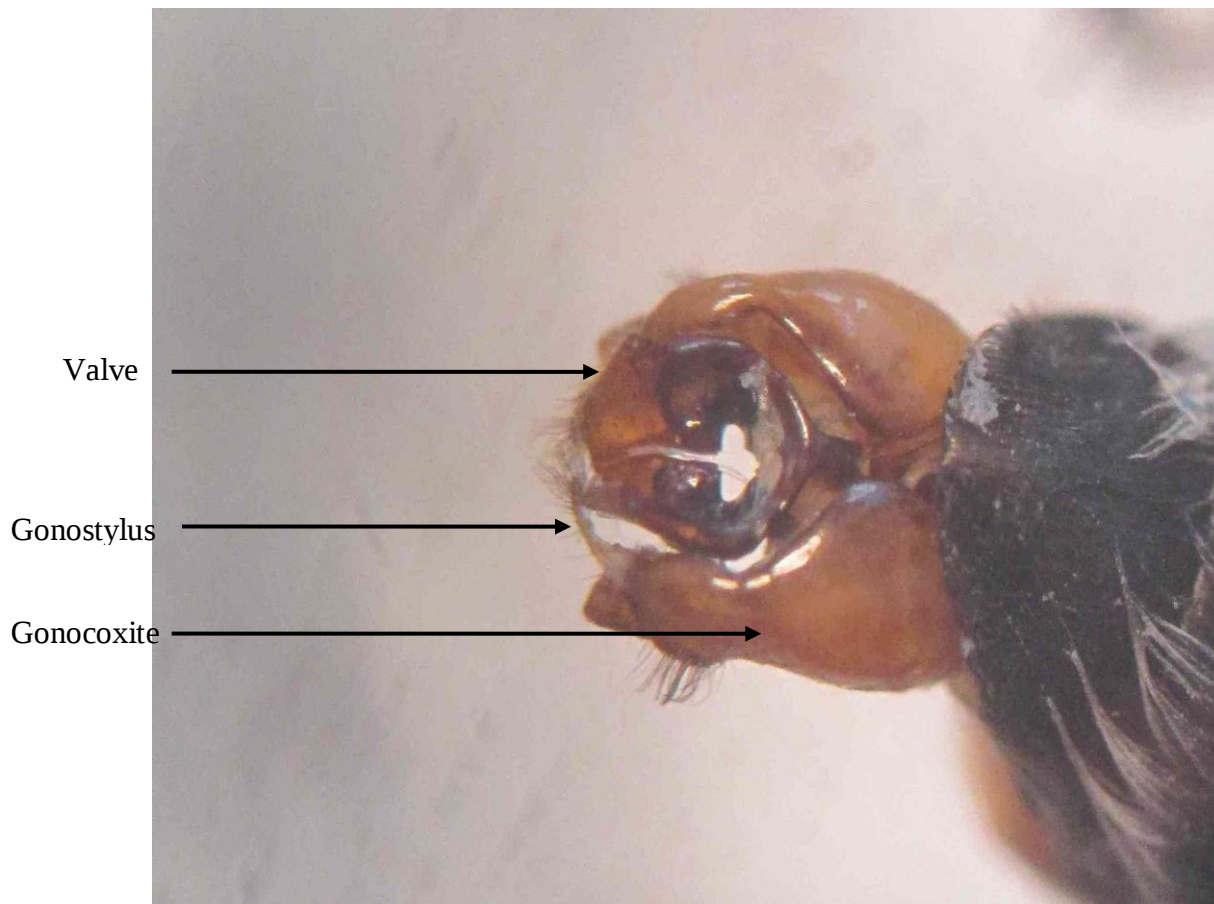


Figure 25 : Extraction de génitalia d'un mâle d'*Anthophora* sp.

(Originale, 2017)

En ce qui concerne les spécimens piégés dans les récipients, ils sont placés dans du papier absorbant, laissés quelques minutes pour absorber l'excès d'eau. Une fois les abeilles légèrement séchées, elles sont frottées délicatement sur le papier absorbant afin de détacher les poils collés au corps. Les poils de la tête et les pattes sont soulevés à l'aide d'un pinceau pour éviter de casser les antennes et les articles des pattes. Une fois l'opération terminée, les abeilles sont prêtes à être épingler et conserver.



Figure 26 : Conservation des abeilles dans des boîtes entomologiques
(Originale, 2019)

1.2.4- Méthode d'identification des abeilles

Chaque abeille capturée est observée à l'aide d'une loupe binoculaire (grossissement x20 x40 et x60). Les abeilles sont classées en premier temps par familles selon une clé de détermination établie et simplifiée par Louadi (1999) (Annexes). Ensuite les abeilles sont rangées par genres à l'aide de plusieurs clés de détermination. Les abeilles sont alors réparties, et entreposées dans des boîtes entomologiques au laboratoire. Chaque abeille est identifiée jusqu'au rang spécifique à l'aide de plusieurs clés disponibles (Brooks, 1988 ; Scheuchl, 2000; Patiny, 2001 ; Terzo et *al.*, 2007 ; Aguib et *al.*, 2010, 2014 ; Patiny et Terzo, 2010 ; Rasmont et Terzo., 2010 ; Terzo et Rasmont., 2010 ; Müller, 2014 ; Pauly, 2014 ; 2015a ; 2015b ; Pauly et *al.*, 2015), et en se référant aux riches collections de ce groupe d'insectes réalisées par le Professeur Rasmont et le Docteur Terzo du laboratoire de zoologie (Université de Mons, Belgique).

Dans un deuxième temps, les abeilles non identifiées, par manque de clés de détermination adaptées aux spécimens du Nord Africains, sont envoyés au Laboratoire de Zoologie de

l'Université de Mons en Belgique dirigé par le Professeur Rasmont, en Belgique en vue de leur identification par des spécialistes s'intéressant à ce groupe d'insectes.

1.2.5- Flore butinée

Les plantes butinées par les abeilles sont collectées en même temps que les abeilles dans les quatre stations d'étude. Les plantes recueillies sont étalées et placées dans un herbier pour séchage et conservation afin de dresser une liste de référence de la flore. Elles sont identifiées par Dr. Laribi M. et Mr. Benghanem A.N. (Université de Tizi-Ouzou).

2. Méthode d'étude des abeilles butineuses des fleurs de *H. flexuosum*

Les abeilles ont un rôle très important dans la pollinisation de la majeure partie des plantes à fleurs. Elles contribuent à la reproduction d'un grand nombre d'espèces de plantes spontanées et cultivées (Pouvreau, 1983, 1987). Durant les années d'inventaires des abeilles sauvages dans les différents sites, nous avons remarqué que les abeilles sauvages butinent une grande variété de fleurs et sont particulièrement attirées par les fleurs de *H. flexuosum*. De ce fait, nous nous sommes intéressés à réaliser le suivi des Apoïdes qui butinent les fleurs de cette plante. En premier lieu nous avons effectué un suivi des espèces d'abeilles sauvages, sur les fleurs durant trois ans d'étude. Par la suite, nous avons remarqué que l'abondance des abeilles domestiques était aussi très importante, pour cela, nous nous sommes fixé un objectif de connaître le rôle des Apoïdes comme pollinisateurs sur le développement de *H. flexuosum*.

Par conséquent, cette partie de notre étude est scindée en deux volets, la première consiste à connaître les espèces d'abeilles sauvages fréquentes sur les fleurs de *H. flexuosum* durant trois ans de suivi, dans le deuxième volet nous sommes intéressés à déterminer le comportement et le rôle des abeilles sur la reproduction de cette plante comme pollinisateurs potentiels. De ce fait, un suivi journalier des apoïdes est réalisé sur les fleurs de *H. flexuosum* et ce durant la période de floraison.

2.1. Choix de plante

Le choix de plante à étudier est porté sur le Sulla en raison du caractère mellifère de cette plante. En effet, les fleurs du Sulla sont très prisées par un grand nombre d'espèces d'abeilles, car elles offrent une importante source en nectar et en pollen pour les pollinisateurs Apoïdes. De plus, cette plante est très abondante dans la région de Tizi-Ouzou notamment en période printanière et particulièrement dans le campus universitaire où nous avons effectué notre expérimentation (Fig.27). Ainsi, il nous semble intéressant d'entamer une étude pour valoriser cette plante locale très abondante dans notre région mais malheureusement menacée de

disparition en Algérie. D'autre part, l'étude de la relation plante – pollinisateur représente un moyen de conservation de cette plante très utile et très riche pour l'alimentation des abeilles ainsi que celle du bétail.



Figure 27 : Plante de Sulla (*Hedysarum flexuosum*) dans le campus universitaire de Bastos (Originale, 2018)

2.1.1. Présentation de *H. flexuosum*

H. flexuosum est une légumineuse, de la famille des Fabacées, annuelle originaire du Bassin méditerranéen, elle est présente au niveau de la péninsule ibérique et Nord Ouest de l'Afrique et au Sud de l'Espagne. Elle se développe sur des sols argileux des fossés, talus et pâturages (Talavera et *al.*, 2000 ; Choi et Ohashi, 2003). C'est une espèce diploïde ($n=8$) de préférence allogame (Chriki et *al.*, 1984), dont la morphologie est proche des formes cultivées de *H. coronarium* (Chennaoui-Kourda et *al.*, 2007). Ses fleurs pourpre violacées sont de petites tailles entre 8 à 12mm, riches en pollen et en nectar, apparaissent en Avril et Mai, et sont fréquemment butinées par les abeilles. Ses gousses (1 à 3 cm) sont fléchies et flexueuses. Les

graines mesurent 2,5 mm (Talavera et *al.*, 2000 ; Ben Fadhel et *al.*, 2006). Le diamètre des grains de pollen du *Sulla* est inférieur à 25 μm (Fig. 28) (Pavlova et Manova, 2000; Goudjil-Benhizia, 2014).

Les espèces du genre *Hedysarum*, sont des légumineuses qui se développent naturellement en Algérie, originaire de la partie Sud-Ouest du Bassin méditerranéen. *H. flexuosum* est l'une des espèces du *Sulla* qui est présente au Nord d'Algérie, elle pousse dans le Centre-Nord et généralement sur des altitudes moyennes à faibles (inférieures à 460 m). cette plante se trouve dans les régions à pluviométrie élevée supérieure à 550 mm et préfère les sols pauvres en sables, caractérisée par une aire de répartition ibéro-nord-africaine, qui a disparu au Nord de l'Afrique et ne subsiste que sous forme de populations isolées (Abdelguerfi-Berrekia et *al.*, 1988 et 1991 ; Ben Fadhel et *al.*, 2006).

2.1.2. Intérêt écologique et économique de *H. flexuosum*

H. flexuosum est une plante fourragère riche en protéines qui contribue à l'amélioration du sol et à sa fertilité par la fixation de l'azote atmosphérique. Elle est souvent utilisée pour le contrôle de l'érosion et l'amélioration des sols des zones arides et semi-arides (Boussaid et *al.*, 2004). En outre, cette plante présente un grand intérêt pour l'alimentation animale, l'élevage et l'agroalimentaire (Errassi et *al.*, 2018).

Selon Kadi et *al.* (2011) ; Kadi (2012) et Kadi et *al.* (2017), le foin d' *H. flexuosum* est particulièrement riche en fibres et peut être utilisé en remplacement de la farine de luzerne dans l'alimentation des lapins d'élevage. Les exigences de cette espèce sont assez semblables à celle d'une autre espèce proche et très étudiée *H. coronarium* (Abdelguerfi-Berrekia et *al.*, 1991). Selon Chennaoui-Kourda et *al.* (2007), les grandes similitudes entre les deux espèces peuvent être exploitées pour améliorer la production fourragère dans les régions arides et semi-arides.

H. flexuosum est une légumineuse souvent utilisée pour la lutte contre l'érosion et pour l'amélioration des sols (Thami Alami et El Mzouri, 2000). Slim et Ben Jeddi (2011) démontrent qu'une jachère non travaillée à base de *H. flexuosum* favorise une infiltration d'eau de 99 %, sur une pente de 12 % et réduit ainsi 10 fois de plus la quantité de terre érodée.

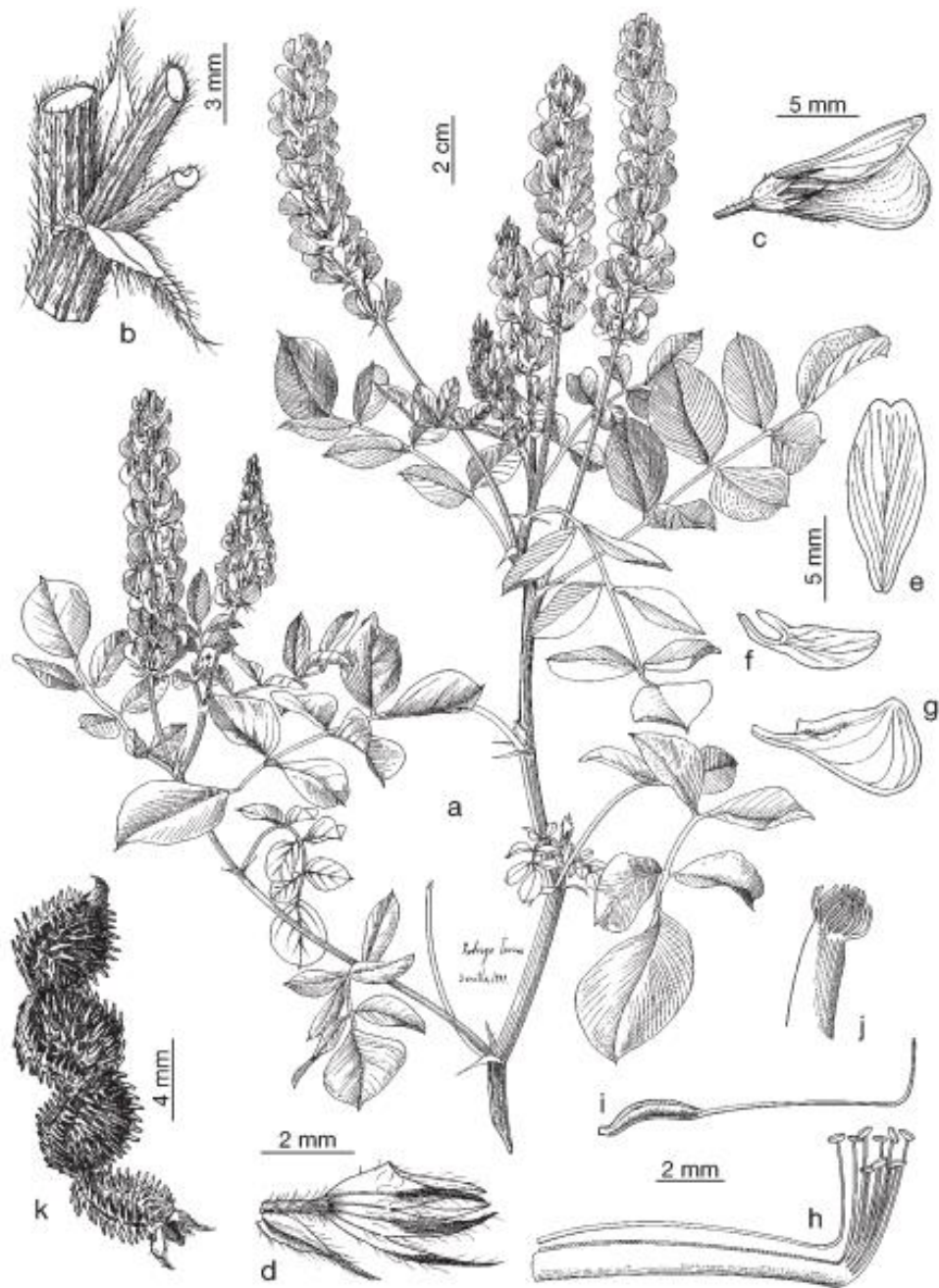


Figure 28 : Plante de sulla (*Hedysarum flexuosum*) (Talavera et al., 2000).

- a : tige avec branches en fleur;
- b : détail d'un nœud et le début du pétiole et du pédoncule de l'inflorescence;
- c : fleur;
- d : calice et la bractée;
- e : étendard (pétale) ;
- f : aile;
- g : quille;
- h : androcée;
- i : gynécée;
- j : partie supérieure du style, et stigma;
- k : fruit

2.2. Diversité et abondance des abeilles sauvages butineuses des fleurs d'*H. flexuosum* durant trois saisons d'étude

L'objectif tracé dans cette partie est de connaître la diversité et l'abondance des espèces d'abeilles sauvages butineuses les fleurs de Sulla (*H. flexuosum*). Le suivi des populations d'abeilles s'est étalé sur trois années successives (2017, 2018 et 2019) afin de permettre de déceler la fluctuation des populations d'abeilles sauvages en fonction du temps et des changements des facteurs climatiques.

2.2.1. Méthode d'échantillonnage

La parcelle d'étude est localisée dans le campus universitaire de Bastos. L'inventaire est effectué en parcourant la parcelle d'une superficie d'environ 21780 m², à la recherche des abeilles qui butinent les fleurs de *H. flexuosum*. Chaque année la plante envahit une grande partie de la parcelle d'étude, reconnaissable à la couleur pourpre de ses fleurs. Les abeilles sont capturées durant la période de floraison entre la fin du mois d'Avril et le mois de Mai et cela durant les trois années d'étude.

Les abeilles visiteuses des fleurs sont prélevées chaque semaine durant les journées ensoleillées entre 9h et 13h. Elles sont capturées directement par l'utilisation du filet entomologique qui permet de capturer les abeilles les plus rapides à distance ou à proximité. Les abeilles sont recueillies dans des tubes en plastique, contenant un coton imbibé d'éther pour les asphyxier et les tuer sans les faire souffrir et pour ne pas les abimer. Les tubes sont étiquetés en mentionnant l'endroit, la date et l'heure d'échantillonnage.

2.2.2. Méthode de montage et conservation des abeilles

La méthode de montage, de conservation et d'identification des abeilles s'effectue de la même manière que celle traitée dans l'inventaire précédent.

2.3. Etude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du *H. flexuosum*

Le comportement de butinage des abeilles diffère selon la disponibilité de la plante butinée. Les abeilles s'intéressent généralement aux plantes riches en nectar et pollen. Elles sont dans un premier lieu attirées par la couleur et aussi par le parfum des fleurs. Le Sulla est une plante très mellifère qui intéresse beaucoup les pollinisateurs Apoïdes. Dans cette partie, nous allons tenter de connaître d'une part le taux d'intérêt que portent les abeilles à cette plante mellifère et de connaître, d'une autre part, la relation entre cette plante et ses pollinisateurs. Pour cela, nous avons étudié le comportement des abeilles sauvages et domestiques sur les fleurs de *H. flexuosum*. L'abeille domestique est incluse dans cette partie car l'intérêt est porté sur le rôle

de tous les Apoïdes dans la pollinisation et la dispersion de pollen. De plus, nous allons tenter d'analyser le rôle des abeilles dans le développement et la fructification des fleurs de cette légumineuse.

Pour montrer le taux d'intérêt porté par des abeilles sur les fleurs de *H. flexuosum*, nous avons effectué un suivi rigoureux et journalier de l'activité des abeilles butineuses afin de comprendre leur comportement. L'expérimentation s'est déroulée dans le campus universitaire de Bastos durant la période de floraison du Sulla, en raison de la disponibilité de la plante et ses pollinisateurs ainsi que l'accessibilité à la parcelle.

2.3.1. Dispositif expérimental

L'activité des abeilles visiteuses d' *H. flexuosum* est observée selon la méthode des quadrats (Sonet et Jacob-Remacle, 1987 ; Satta et *al.*, 2000 ; Aouar-Sadli et *al.*, 2008). La méthode consiste à réaliser des carrés au milieu des touffes d' *H. flexuosum*. La parcelle expérimentale est composée de 8 carrée de 1m² chacun, installés au hasard au milieux des touffes, délimités à l'aide des pieux et filet pour séparer les carrés et faciliter le comptage. Chaque carré renferme une trentaine de plantes. Le dispositif est répété pour deux années d'étude 2018 et 2019.

2.3.2. Méthode d'inventaire des abeilles dans les carrés

L'inventaire des abeilles et le dénombrement des butineuses rencontrées sur les fleurs épanouies sont réalisés tous les 2 jours, à l'exception des jours de pluies. Les visites des insectes butineurs sont comptées dans chaque quadrats pendant 5 à 8 minutes, chaque heure de la journée à partir de 9h du matin jusqu'à 16h de l'après midi (09h, 10h, 11h, 12h, 13h, 14h, 15h et 16h). À chaque heure, le nombre d'abeilles présentes dans chaque carré est noté pour chaque espèce observée. Pour les espèces non reconnues, un individu est capturé pour son identification ultérieure.

2.3.3. Influence des facteurs climatiques sur l'activité des abeilles

Pour évaluer l'effet du climat sur le comportement de butinage des abeilles, nous avons procédé parallèlement au comptage des abeilles en fonction des heures de la journée et à l'enregistrement des données climatiques, à savoir la température et l'humidité à l'aide d'un thermo hygromètre placé à l'ombre.

Les observations se sont étalées du 28 Avril jusqu'au 31Mai durant la floraison de 2018 et du 22 Avril au 13 Mai pour la floraison en 2019.

2.3.4. Comptage de fleurs

Le comptage de fleurs est effectué en parallèle avec celui des insectes. Tous les deux jours, un comptage du nombre de fleurs par quadrat, est réalisé, à l'heure de la journée qui coïncide avec l'épanouissement maximal des fleurs (11h à 14h). Cette méthode permet d'évaluer la densité florale par carrée en parallèle avec celle des abeilles butineuses.

2.3.5. Vitesse et durée de butinage

Dans le but d'évaluer l'efficacité pollinisatrice des abeilles pour les espèces les plus fréquentes, un comptage du nombre de fleurs butinées et la durée de visite par fleur et par minute pour chaque espèce est effectué. Le dénombrement est réalisé durant la période d'ouverture optimale des fleurs de 11h jusqu'à 15h. La vitesse de visite des abeilles est évaluée à l'aide d'un chronomètre mis en marche dès que l'abeille commence à butiner les fleurs.

2.4. Méthode d'étude de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du Sulla

L'étude de l'impact de la pollinisation des abeilles sur le rendement grainier du Sulla est réalisée par la méthode de sacs d'exclusion de la pollinisation pour comparer le rendement des plantes butinées par les apoïdes et les plantes non butinées par ces insectes. Cette méthode consiste à couvrir les fleurs pour empêcher les pollinisateurs d'y accéder. D'autres fleurs sont laissées libres d'accès aux pollinisateurs Apoïdes. Les sacs sont en tissu d'organza transparent avec des mailles de 0,5mm (Fig. 29). Cette technique est utilisée par plusieurs auteurs (Blaise Pando *et al.*, 2013 ; Tchuenguem Fohouo *et al.*, 2001, 2009, 2014 ; Farda et Tchuenguem Fohouo, 2018).

Parallèlement à l'installation des quadrats pour observer le comportement des abeilles sur les fleurs de Sulla, 60 plantes sont sélectionnées au hasard dans les carrés. La mise en sachet des inflorescences est effectuée avant la sortie des fleurs. Sur chaque plante, deux inflorescences opposées situées sur la même hauteur sont marquées, afin d'assurer des conditions micro-environnementales similaires. L'une des deux inflorescences est utilisée comme témoin tandis que l'autre est protégée des pollinisateurs tout au long de la période de floraison (Fig. 29).



Figure 29 : Dispositif expérimental des inflorescences libres et inflorescences protégées de sulla (*Hedysarum flexuosum*)

3. Méthodes d'exploitation des résultats

Les résultats des inventaires sur les abeilles sauvages sont traités par la qualité d'échantillonnage et les indices écologiques de composition et de structure.

3.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces vues une seule fois au nombre total de relevés. Plus le rapport a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande. Elle est donnée par la formule suivante (Blondel, 1979) :

$$Q = a/N$$

Q : Qualité de l'échantillonnage.

a : Nombre des espèce vues une seule fois avec un seul exemplaire. Il correspond au nombre d'espèces observées une seules fois dans chaque méthode d'échantillonnage.

N : Nombre total de relevés

3.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques

3.2.1. Les indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition sont analysés par la richesse totale, les abondances relatives et les fréquences d'occurrence.

3.2.1.1. Richesse totale (S)

La richesse d'un peuplement constitue l'un des paramètres caractéristiques, fréquemment utilisé pour la mesure de la biodiversité. La richesse totale (S) est le nombre total des espèces que comporte un peuplement dans un écosystème donnée (Ramade, 2009).

3.2.1.2. Fréquence centésimale (F.C. %) ou abondance relative (A.R. %)

La fréquence centésimale ou abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) prise en considération par rapport au nombre total des individus (N) de toutes les espèces (Dajoz, 1971). Cette fréquence est donnée par l'équation suivante :

$$F(\%) = n_i \times 100/N$$

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

N : le nombre total des individus de toutes les espèces.

3.2.1.3. Fréquences d'occurrence et classe de constance

La fréquence d'occurrence est le rapport (%) du nombre des relevés contenant l'espèce (P_i) prise en considération par rapport au nombre total des relevés (P). elle est définie comme suit (Dajoz, 1982):

$$F.O. \% = (P_i \times 100) / P$$

F.O. % : Fréquence d'occurrence;

P_i : Nombre des relevés contenant l'espèce étudiée ;

P : Nombre total des relevés effectués.

Selon Dajoz (1971), en fonction de la valeur de F.O. (%), on distingue les catégories des espèces suivantes :

- Omniprésentes si F.O. = 100 %;
- Constantes si $75 \% \leq F.O. < 100 \%$;
- Régulières si $50 \% \leq F.O. < 75 \%$;
- Accessoires si $25 \% \leq F.O. < 50 \%$;
- Accidentelles si $5 \% \leq F.O. < 25 \%$;
- Rares si F.O. < 5 %.

3.2.2. Les indices écologiques de structure

Les indices écologiques utilisés dans le traitement des résultats sont : l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'indice d'équitabilité.

3.2.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon Ramade (2009), l'indice de diversité utilisé est celui de Shannon-Weaver (1963) (H'). Il est exprimé par la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i, \text{ où } p_i = n_i / N,$$

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

p_i : la fréquence relative de la catégorie des individus considérés par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces,

n_i : le nombre total de l'espèce (i),

N : le nombre total d'individus de toutes les espèces.

H' est minimal ($= 0$) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces.

3.2.2.2. Indice d'équirépartition

D'après Barbault (1981), l'équitabilité de Piéton est le rapport entre la diversité observée H' et l'indice théorique maximal dans le peuplement ($H'_{\max}$) :

$$E = H' / H'_{\max}$$

H' est l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits.

$H'_{\max} = \log_2 N$

N : est le nombre total d'espèces

La valeur de l'équirépartition varie de 0 à 1. L'indice de l'équirépartition est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre les dates d'échantillonnage

4. Les traitements statistiques

Les traitements statistiques sont utilisés pour traiter les paramètres du comportement

4.1. Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A. C. P)

L'analyse de composantes principales (A.C.P.) est utilisée pour analyser la dispersion des variables que constituent les quatre stations d'étude. Cette analyse permet d'étudier la

répartition des espèces dans chaque station en rapport avec les paramètres de chacune d'elles. Elle permet également de ranger les variables par groupe pour mieux étudier la distribution des populations d'abeilles sauvages.

4.1.1. Test de Student (t)

Le test de Student est utilisé pour la comparaison de moyennes. Il est calculé entre le nombre de visites des abeilles et le nombre de fleurs par parcelle et entre le nombre de visites des abeilles et le nombre de fleurs épanouies. Il est également utilisé pour déterminer la cadence d'activité de ces abeilles par la comparaison de leur vitesse de butinage.

4.1.2. Le coefficient de corrélation de Pearson (r)

Le coefficient de Pearson est réalisé pour l'étude de relation linéaire entre deux variables. Il est utilisé dans la présente étude pour comparer entre le nombre de visites des abeilles et le nombre de fleurs et entre le nombre de visites et les valeurs mesurées des paramètres climatiques.

Chapitre IV

Résultats

Les résultats obtenus dans la présente étude sont scindés en trois volets, dont le premier porte sur l'inventaire des abeilles sauvages dans quatre stations d'étude. Le deuxième traite la diversité et l'abondance des abeilles sauvages butineuses les fleurs d'*H. flexuosum*. Dans le troisième volet sont développés les résultats du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du Sulla.

1. Inventaire des abeilles solitaires dans quatre sites d'étude

Le suivi des abeilles inventoriées dans quatre stations d'étude nous a permis d'effectuer une analyse écologique de composition et de structure des populations ainsi que leurs choix floraux.

1.1. Composition de la faune des apoïdes et structure des populations

1.1.1. Résultat global de l'inventaire des abeilles solitaires

L'échantillonnage réalisé dans les quatre sites d'étude s'est étalé sur deux années successives (2016 et 2017). Les résultats de l'inventaire des abeilles capturées avec l'utilisation du filet entomologique et les pièges colorées, ont permis de dresser la liste des Apoïdes solitaires, détaillés dans le tableau 02.

Tableau 02 : Liste des espèces d'abeilles sauvages inventoriées durant deux années d'étude (2016 et 2017).

Famille	Sous famille	Tribu	Genres	Espèces	Ind.
APIDAE	Xylocopinae	Xylocopini	<i>Xylocopa</i>	<i>X. violacea</i>	35
				<i>X. iris</i>	17
		Ceratinini	<i>Ceratina</i>	<i>C. cucurbitina</i>	98
				<i>C. chalybea</i>	28
				<i>C. cyanea</i>	17
				<i>C. callosa</i>	16
				<i>C. dallatorreane</i>	12
				<i>C. albosticta</i>	11
				<i>C. parvula</i>	8
				<i>Ceratina</i> sp.1	4
				<i>Ceratina</i> sp.2	3
	Apinae	Bombini	<i>Bombus</i>	<i>B. terrestris</i>	332
				<i>B. ruderatus</i>	37
		Anthophorini	<i>Anthophora</i>	<i>A. plumipes</i>	162
				<i>A. mucida</i>	161
				<i>A. aestivalis</i>	115
				<i>A. quadricolor</i>	16
				<i>A. femorata</i>	1
				<i>Anthophora</i> sp.	1
				<i>A. dispar</i>	1
				<i>A. fulvitaris</i>	1
			<i>Amegilla</i>	<i>A. albegina</i>	177
				<i>A. quadrifasciata</i>	13
		Eucerini	<i>Eucera</i>	<i>E. numida</i>	299
				<i>E. pollinosa</i>	256

				<i>E. notata</i>	233
				<i>E. punctatissima</i>	207
				<i>E. spatulata</i>	177
				<i>E. collaris</i>	148
				<i>E. clupcata</i>	58
				<i>E. tricineta</i>	49
				<i>E. elangulata</i>	43
				<i>E. interrupta</i>	34
				<i>E. chrysopyga</i>	41
				<i>E. vulpes</i>	19
				<i>E. longicornis</i>	14
				<i>E. clypeata</i>	20
				<i>E. vidua</i>	2
				<i>Eucera</i> sp.1	34
				<i>Eucera</i> sp.2	6
			<i>Tetralonia</i>	<i>T. nigriceps</i>	24
				<i>T. malvae</i>	6
				<i>Tetralonia</i> sp.	1
		Melectini	<i>Thyreus</i>	<i>T. histricornis</i>	23
				<i>T. hirtus</i>	4
				<i>T. orbatus</i>	3
				<i>T. truncatus</i>	2
				<i>T. ramsus</i>	1
				<i>Thyreus</i> sp.	2
				<i>T. tristis</i>	9
			<i>Melecta</i>	<i>M. fuscivelfit</i>	23
				<i>M. festiva</i>	11
		Nomadinae	<i>Nomada</i>	<i>N. nobilis</i>	47
				<i>N. jasciata</i>	33
				<i>N. armata</i>	8
				<i>N. mutabilis</i>	10
				<i>N. flavoguttata</i>	7
				<i>N. striata</i>	6
				<i>N. fabriciane</i>	5
				<i>N. distinguenada</i>	5
				<i>N. baccata</i>	4
				<i>N. argentata</i>	3
				<i>N. alloguttata</i>	3
				<i>N. agrestis</i>	2
				<i>N. godeniana</i>	2
				<i>N. succinta</i>	2
				<i>N. fulvicornis</i>	2
				<i>N. femoralis</i>	1
				<i>Nomada</i> sp.1	1
				<i>Nomada</i> sp.2	1
HALICTIDAE	Halictinae	Halictini	<i>Halictus</i>	<i>H. scabiosae</i>	170
				<i>H. gemmeus</i>	127
				<i>H. fulvipes</i>	45
				<i>Halictus</i> sp.	18
				<i>H. rubicundus</i>	8
			<i>Lasioglossum</i>	<i>L. aegyptiellum</i>	36

ANDRENIDAE				<i>L. albocinctum</i>	34			
				<i>L. callizonium</i>	33			
				<i>L. leucopus</i>	24			
				<i>L. clavipes</i>	2			
				<i>L. malachurum</i>	545			
				<i>L. pauxillum</i>	540			
				<i>L.villosulum</i>	387			
				<i>L. immunitum</i>	305			
				<i>L. mediterraneum</i>	163			
				<i>L. interrupta</i>	99			
				<i>L. transitorium</i>	30			
				<i>L. alibes</i>	3			
				<i>Lasioglossum</i> sp. 1	37			
				<i>Lasioglossum</i> sp. 2	5			
				<i>Lasioglossum</i> sp.3	4			
				<i>Lasioglossum</i> sp.4	3			
				<i>Lasioglossum</i> sp.5	3			
				<i>Lasioglossum</i> sp.6	3			
				<i>Lasioglossum</i> sp.7	2			
				<i>Lasioglossum</i> sp 8	2			
	Rophitinae		<i>Rophites</i>	<i>R. algirus</i>	20			
	Nomiinae		<i>Sphecodes</i>	<i>S. ferruginatus</i>	3			
			<i>Nomia</i>	<i>N. algeriensis</i>	1			
	Nomioidinae		<i>Nomioides</i>	<i>N. facilis</i>	1			
ANDRENIDAE	Andreninae	Andreninae	<i>Andrena</i>	<i>A. humilis</i>	314			
				<i>A. flavipes</i>	241			
				<i>A. fumida</i>	236			
				<i>A.nigroacerea</i>	220			
				<i>A.rufiventris</i>	109			
				<i>A. florea</i>	86			
				<i>A. ovaluta</i>	69			
				<i>A. transcalibalis</i>	56			
				<i>A. simils</i>	56			
				<i>A. lepida</i>	43			
				<i>A. ocreata</i>	34			
				<i>A. bucephala</i>	38			
				<i>A. labiata</i>	35			
				<i>A. djelfensis</i>	31			
				<i>A. agillissima</i>	29			
				<i>A. nitida</i>	20			
				<i>A. thoracica</i>	35			
				<i>A. lagopus</i>	15			
				<i>Andrena</i> sp.1	11			
				<i>Andrena</i> sp.2	9			
				<i>A. chrysosceles</i>	2			
				<i>A. rhysorata</i>	2			
				<i>A.albopunctata</i>	2			
				<i>A.abiatis</i>	2			
				<i>A. fuscuosa rutila</i>	1			
				<i>A. ranunculi</i>	7			
				Panurginae	Panurgini	<i>Panurgus</i>	<i>P. pici</i>	520

MEGACHILIDAE	Megachilinae	Megachilini	Megachile	<i>P. banksianus</i>	117
				<i>Panurgus</i> sp.	59
				<i>P. cephalotes</i>	7
				<i>Panurginus</i> sp.	39
				<i>M. apicalis</i>	332
				<i>M. leachella</i>	74
				<i>M. versicolor</i>	19
				<i>M. lagopoda</i>	10
				<i>M. pilidens</i>	10
				<i>M. welgbiella</i>	5
				<i>M. centumucularis</i>	7
				<i>M. rutondata</i>	3
				<i>M. maritima</i>	3
				<i>M. analis</i>	2
				<i>Megachile</i> sp.	8
			<i>Chalicodoma</i>	<i>C. ericetorum</i>	21
				<i>C. versicolor</i>	2
		Lithurgini	<i>Lithurgus</i>	<i>L. chrysus</i>	7
				<i>L. cornitus</i>	6
		Osminiini	<i>Osmia</i>	<i>O. cornuta</i>	149
				<i>O. caerulea</i>	52
				<i>O. notata</i>	34
				<i>O. niveata</i>	21
				<i>O. melangaster</i>	19
				<i>O. enceyi biarmica</i>	6
				<i>O. submicans</i>	2
				<i>O. gallarum</i>	3
				<i>O. tridentata</i>	1
				<i>O. heterocantha</i>	1
				<i>O. versicolor</i>	3
				<i>O. rufohirta</i>	7
				<i>Osmia</i> sp.1	1
				<i>Osmia</i> sp.2	1
			<i>Hoplitis</i>	<i>H. adunca</i>	75
				<i>H. spinulosa</i>	29
				<i>H. bisulca</i>	3
				<i>H. insularis</i>	3
	Anthidiini	Anthidiini	<i>Anthidium</i>	<i>A. maniucatum</i>	17
				<i>A. punctatum</i>	1
				<i>Anthidium</i> sp.	1
			<i>Rhodanthidium</i>	<i>R. sticticum</i>	15
				<i>R. infuscatum</i>	1
			<i>Afrantheidium</i>	<i>A. carduele</i>	6
			<i>Pseudoanthidium</i>	<i>P. scapulare</i>	6
			<i>Anthocopa</i>	<i>A. andrenoides</i>	11
			<i>Chelostoma</i>	<i>C. rapunculi</i>	13
				<i>C. cephalotes</i>	3
				<i>Chelostoma</i> sp	2
			<i>Hofferia</i>	<i>H. mauritinacum</i>	3
			<i>Stelis</i>	<i>S. punctulatissima</i>	3
				<i>Stelis</i> sp.	1

COLLETIDAE	Hylaeinae		Coelioxys	<i>C. afra</i>	4
				<i>C. inermes</i>	2
				<i>C. breves</i>	2
				<i>C. lanceolata</i>	2
			Heriades	<i>H. crenulata</i>	22
				<i>H. insularis</i>	25
				<i>Heriades sp.</i>	1
			Hylaeus	<i>H. clypearis</i>	31
				<i>H. coraceus</i>	14
				<i>H. sulphuripes</i>	18
				<i>H. taenilatus</i>	8
				<i>H. vagiegatus</i>	6
				<i>H. pictus</i>	6
				<i>H. commis</i>	3
				<i>H. annularis</i>	1
				<i>Hylaeus sp.1</i>	6
				<i>Hylaeus sp.2</i>	4
				<i>Hylaeus sp.3</i>	1
				<i>Hylaeus sp.4</i>	1
				<i>Hylaeus sp.5</i>	2
MELLITIDAE	Colletinae	Colletini	Colletes	<i>C. similis</i>	46
				<i>C. succinctus</i>	36
MELLITIDAE	Dasypodainae	Dasypodaini	Dasypoda	<i>D. sinuata</i>	112
Total	13	16	36	201	9610

D'après les résultats obtenus, un total de 201 espèces sont identifiées et répartis en 36 genres, 16 tribus, 13 sous familles et 6 familles d'Apoïdes qui sont : Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae, Colletidae et Mellitidae.

La distribution du pourcentage de nombre d'individus par famille d'abeilles dans quatre sites d'étude est illustrée par la figure 30.

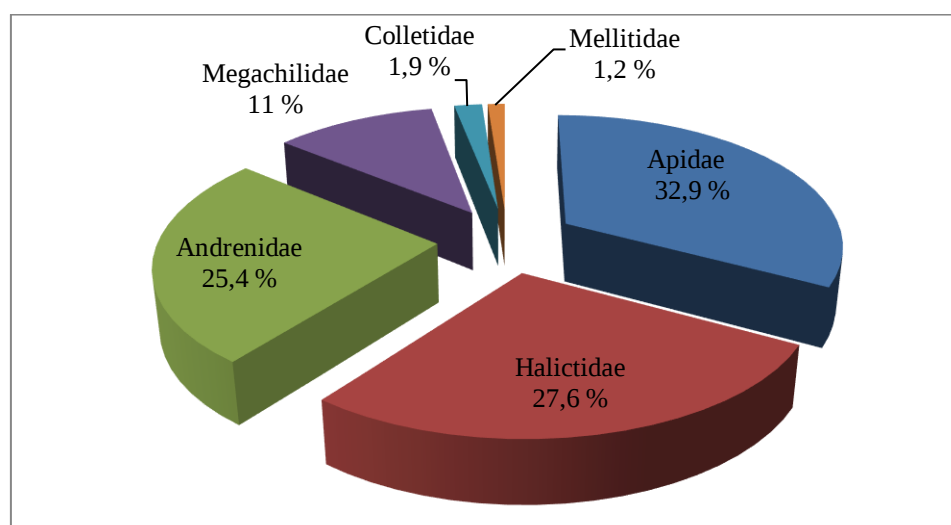


Figure 30 : Distribution du pourcentage de nombre d'individus par famille d'abeilles dans quatre sites d'étude (2016- 2017).

La famille la plus représentative de notre inventaire est celle des Apidae avec 3157 individus soit 32,9% de l'effectif total. Suivie de la famille des Halictidae avec 2653 individus qui représente un taux de 27,6%, et des Andrenidae pour un total de 2445 individus ce qui correspond à 25,4% de l'effectif total. La famille des Megachilidae se trouve en quatrième position avec un effectif qui atteint 1060 individus soit 11% de l'effectif. Les deux familles les moins présentées sont celles des Colletidae et des Mellitidae avec respectivement 183 et 112 individus et des pourcentages très faibles de 1,9 et 1,2% respectivement.

Concernant la richesse spécifique, la distribution du pourcentage du nombre d'espèce par famille est montrée par la figure 31.

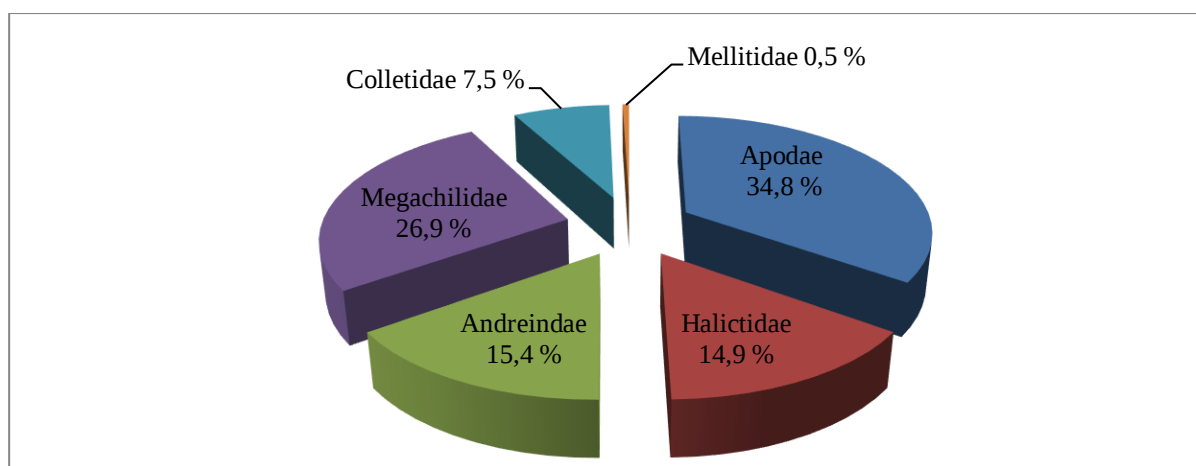


Figure 31 : Distribution du pourcentage du nombre d'espèce par famille d'abeilles dans quatre sites d'étude (2016- 2017).

D'après la figure 31, la famille des Apidae est la plus diversifiée, avec 70 espèces identifiées, elle représente 34,8% des espèces rencontrées. La deuxième famille est celle des Megachilidae avec 54 espèces dénombrées qui est l'équivalent à 26,9% du total des espèces inventoriées. En troisième position, se placent les Andrenidae et les Halictidae avec des nombres très rapprochés, avec respectivement 31 et 30 espèces, et représentent 15,4% et 14,9% du total des espèces. Tandis que, les Colletidae sont présentes avec 15 espèces soit 7,5% du total, suivi de la famille des Mellitidae avec une seule espèce qui ne forme que 0,5 % du total des espèces recensées.

Les espèces les plus abondantes de l'inventaire par l'utilisation de deux méthodes d'échantillonnage et durant les deux années d'étude, sont *L. malachurum* avec 545 individus et *L. pauxillum* avec 540 espèces, ces deux espèces appartiennent à la famille des Halictidae. Elles sont suivies de *P. pici* avec 520 individus collectés et de *L. villosulum* et *L. immunitum*, avec respectivement 387 et 305 individus recensés, la première appartient à la famille des Andrenidae et les deux autres à la famille des Halictidae.

E. numida et *E. pollinosa*, appartenant à la famille des Apidae, sont également abondantes avec 299 et 256 spécimens, suivies de *E. notata* et *E. punctatissima* avec respectivement 233 et 207 individus. De la famille des Andrenidae sont notées *A. humilis* avec un effectif de 314 spécimens suivi de *A. flavipes*, *A. fumida* et *A. nigroacerea* avec respectivement 241, 236 et 220 individus.

1.1.1.1. Répartition des Apoïdes dans les stations d'étude

La distribution d'individus par station diffère d'une localité à une autre. Elle est probablement liée à la nature du milieu et le couvert végétal. En effet, chaque site d'étude est caractérisé par des critères qui permettent l'installation des abeilles en lieu propice de nidification et par la présence de plantes à fleurs nécessaires à leur alimentation.

En tableau 03 et figures 32 et 33, est présentée la distribution du nombre d'espèces et d'individus par station durant les deux années d'études avec l'utilisation du filet entomologique et les pièges colorés.

Tableau 03: Répartition du nombre d'individus et d'espèces dans les 4 stations pour les deux années d'étude (2016 et 2017) (Bastos, DEM : Draa El Mizan, Makouda et Tigzirt).

Espèce	Bastos	DEM	Makouda	Tigzirt
<i>Xylocopa violacea</i>	11	20	3	1
<i>Xylocopa iris</i>	7	8	2	–
<i>Ceratina cucurbitina</i>	36	33	11	18
<i>Ceratina chalybea</i>	10	1	3	14
<i>Ceratina cyanea</i>	6	–	2	9
<i>Ceratina callosa</i>	10	–	1	5
<i>Ceratina dallatorreane</i>	5	2	5	–
<i>Ceratina albosticta</i>	1	3	–	7
<i>Ceratina parvula</i>	6	–	2	–
<i>Ceratina</i> sp.1	–	–	3	1
<i>Ceratina</i> sp.2	3	–	–	–
<i>Bombus terrestris</i>	14	288	13	17
<i>Bombus ruderatus</i>	2	24	11	–
<i>Anthophora plumipes</i>	35	37	25	65
<i>Anthophora mucida</i>	59	33	46	23
<i>Anthophora aestivalis</i>	4	13	25	73
<i>Anthophora quadricolor</i>	13	3	–	–
<i>Anthophora femorata</i>	–	1	–	–
<i>Anthophora</i> sp.	–	1	–	–
<i>Anthophora dispar</i>	–	1	–	–
<i>Anthophora fulvitaris</i>	–	1	–	–
<i>Amegilla albigena</i>	34	9	9	125
<i>Amegilla quadrifasciata</i>	8	–	1	4
<i>Eucera numida</i>	19	129	118	33
<i>Eucera pollinosa</i>	9	8	233	6
<i>Eucera notata</i>	18	101	97	17
<i>Eucera punctatissima</i>	47	35	116	9
<i>Eucera spatulata</i>	18	76	71	12

<i>Eucera collaris</i>	17	80	37	14
<i>Eucera clupcata</i>	5	37	16	¾
<i>Eucera tricineta</i>	2	–	10	37
<i>Eucera elangulata</i>	4	11	20	8
<i>Eucera interrupta</i>	25	4	–	5
<i>Eucera chrysopyga</i>	6	1	19	15
<i>Eucera vulpes</i>	–	6	4	9
<i>Eucera longicornis</i>	3	9	2	–
<i>Eucera clypeata</i>	5	–	15	–
<i>Eucera vidua</i>	–	–	1	1
<i>Eucera</i> sp.1	2	8	17	7
<i>Eucera</i> sp.2	–	–	6	–
<i>Tetralonia nigriceps</i>	24	–	–	–
<i>Tetralonia malvae</i>	6	–	–	–
<i>Tetralonia</i> sp.	1	–	–	–
<i>Thyreus histricornis</i>	1	–	–	22
<i>Triepeolus tristis</i>	1	–	–	8
<i>Thyreus hirtus</i>	–	–	–	4
<i>Thyreus orbatus</i>	–	–	–	3
<i>Thyreus truncatus</i>	–	–	–	2
<i>Thyreus ramsus</i>	–	–	–	1
<i>Thyreus</i> sp.	–	–	–	2
<i>Melecta fuscivelfit</i>	20	1	2	–
<i>Melecta festiva</i>	9	1	1	–
<i>Nomada nobilis</i>	3	1	43	–
<i>Nomada jasciata</i>	–	9	22	2
<i>Nomada armata</i>	–	1	5	2
<i>Nomada mutabilis</i>	–	6	4	–
<i>Nomada flavoguttata</i>	–	6	–	1
<i>Nomada striata</i>	–	–	6	–
<i>Nomada fabriciane</i>	–	4	–	1
<i>Nomada distinguenada</i>	–	2	1	2
<i>Nomada baccata</i>	–	3	1	–
<i>Nomada argentata</i>	–	3	–	–
<i>Nomada alloguttata</i>	–	–	3	–
<i>Nomada agrestis</i>	–	1	1	–
<i>Nomada godeniana</i>	–	–	2	–
<i>Nomada succinta</i>	–	–	1	1
<i>Nomada fulvicornis</i>	–	–	2	–
<i>Nomada femoralis</i>	–	1	–	–
<i>Nomada</i> sp.1	–	–	1	–
<i>Nomada</i> sp.2	–	1	–	–
<i>Halictus scabiosae</i>	44	38	45	43
<i>Halictus gemmeus</i>	33	28	48	18
<i>Halictus fulvipes</i>	9	18	8	10
<i>Halictus</i> sp.	–	15	3	–
<i>Halictus rubicundus</i>	3	–	5	–
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	14	7	2	13
<i>Lasioglossum albocinctum</i>	4	23	–	7
<i>Lasioglossum callizonium</i>	2	23	1	7
<i>Lasioglossum leucopus</i>	1	14	7	2
<i>Lasioglossum clavipes</i>	1	–	–	1
<i>Lasioglossum malachurum</i>	47	366	80	52

<i>Lasioglossum pauxillum</i>	73	349	75	43
<i>Lasioglossum villosulum</i>	71	162	23	131
<i>Lasioglossum immunitum</i>	29	222	26	28
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	24	84	36	19
<i>Lasioglossum interrupta</i>	25	52	11	11
<i>Lasioglossum transitorium</i>	1	15	6	8
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	6	9	4	18
<i>Lasioglossum</i> sp.2	–	5	–	–
<i>Lasioglossum</i> sp.3	2	1	1	–
<i>Lasioglossum</i> sp.4	1	2	–	–
<i>Lasioglossum</i> sp.5	2	–	1	–
<i>Lasioglossum</i> sp.6	–	–	–	3
<i>Lasioglossum</i> sp.7	–	2	–	–
<i>Lasioglossum</i> sp.8	1	1	–	–
<i>Lasioglossum alibes</i>	–	1	–	2
<i>Rophites algirus</i>	3	6	6	5
<i>Sphecodes ferruginatus</i>	–	–	3	–
<i>Nomia algeriensis</i>	–	–	–	1
<i>Nomioides facilis</i>	–	1	–	–
<i>Andrena humilis</i>	7	169	136	2
<i>Andrena flavipes</i>	7	171	20	43
<i>Andrena fumida</i>	6	108	39	83
<i>Andrena nigroacerea</i>	21	154	28	17
<i>Andrena rufiventris</i>	4	102	3	–
<i>Andrena florea</i>	11	44	24	7
<i>Andrena ovaluta</i>	3	38	6	22
<i>Andrena transcalibalis</i>	2	25	6	23
<i>Andrena similis</i>	32	22	2	–
<i>Andrena lepida</i>	3	38	–	2
<i>Andrena ocreata</i>	14	17	3	–
<i>Andrena bucephala</i>	4	31	3	–
<i>Andrena labiata</i>	23	9	3	–
<i>Andrena djelfensis</i>	3	8	7	13
<i>Andrena agillissima</i>	–	5	9	15
<i>Andrena nitida</i>	5	7	3	5
<i>Andrena thoracica</i>	9	15	1	10
<i>Andrena lagopus</i>	5	2	3	5
<i>Andrena</i> sp.1	–	7	1	1
<i>Andrena</i> sp.2	–	5	1	5
<i>Andrena chrysosceles</i>	–	1	–	1
<i>Andrena rhyssorata</i>	–	1	–	1
<i>Andrena albopunctata</i>	1	1	–	–
<i>Andrena labiatis</i>	–	1	1	–
<i>Andrena fusciosa rutila</i>	–	–	1	–
<i>Andrena ranunculi</i>	–	2	–	5
<i>Panurgus pici</i>	127	354	6	33
<i>Panurgus banksianus</i>	52	60	2	3
<i>Panurgus</i> sp.	1	57	–	1
<i>Panurgus cephalotes</i>	–	7	–	–
<i>Panurginus</i> sp.	7	26	–	6
<i>Megachile apicalis</i>	51	11	183	87
<i>Megachile leachella</i>	22	3	16	33
<i>Megachile versicolor</i>	1	2	1	15
<i>Megachile lagopoda</i>	–	1	1	8

<i>Megachile pilidens</i>	3	–	5	2
<i>Megachile welgbiella</i>	–	3	1	1
<i>Megachile centumucularis</i>	–	–	1	6
<i>Megachile rutondata</i>	3	–	–	–
<i>Megachile maritima</i>	–	1	–	2
<i>Megachile analis</i>	2	–	–	–
<i>Megachile sp.</i>	4	1	–	3
<i>Chalicodoma ericetorum</i>	8	12	1	–
<i>Chalicodoma versicolor</i>	–	–	–	2
<i>Lithurgus chrysus</i>	6	–	1	–
<i>Lithurgus cornitus</i>	3	2	1	–
<i>Osmia cornuta</i>	4	65	79	1
<i>Osmia caerulescens</i>	9	11	13	19
<i>Osmia notata</i>	7	4	3	20
<i>Osmia niveata</i>	4	4	9	4
<i>Osmia melangaster</i>	2	–	8	9
<i>Osmia enceyi biarmica</i>	–	2	1	3
<i>Osmia submicans</i>	–	1	–	1
<i>Osmia gallarum</i>	–	2	1	–
<i>Osmia tridentata</i>	–	–	–	1
<i>Osmia heterocantha</i>	–	–	–	1
<i>Osmia versicolor</i>	–	–	1	2
<i>Osmia rufohirta</i>	2	2	2	1
<i>Osmia sp.1</i>	–	–	1	–
<i>Osmia sp.2</i>	–	–	–	1
<i>Hoplitis adunca</i>	18	7	36	14
<i>Hoplosmia spinulosa</i>	5	2	20	2
<i>Hoplitis bisulca</i>	–	1	–	2
<i>Hoplitis insularis</i>	1	–	1	1
<i>Anthidium maniucatum</i>	5	1	3	8
<i>Anthidium punctatum</i>	1	–	–	–
<i>Anthidium sp.</i>	–	–	–	1
<i>Rhodanthidium sticticum</i>	–	–	15	–
<i>rodhanthidium infuscatum</i>	–	–	–	1
<i>Afranthidium carduele</i>	3	–	–	3
<i>Pseudoanthidium scapulare</i>	4	1	1	–
<i>Anthocopa andrenoides</i>	7	–	4	–
<i>Chelostoma rapunculi</i>	2	7	2	2
<i>Chelostoma cephalotes</i>	2	1	–	–
<i>Chelostoma sp.</i>	–	1	1	–
<i>Hofferia mauritinacum</i>	1	1	–	1
<i>Stelis punctulatissima</i>	1	–	–	2
<i>Stelis sp.</i>	–	–	1	–
<i>Coelioxys afra</i>	2	1	–	1
<i>Coelioxys inermes</i>	–	–	1	1
<i>Coelioxys breves</i>	1	–	–	1
<i>Coelioxys lanceolata</i>	–	–	–	2
<i>Heriades crenulata</i>	14	1	1	6
<i>Heriades insularis</i>	12	2	–	11
<i>Heriades sp.</i>	–	–	1	–
<i>Hylaeus clypearis</i>	3	11	16	1
<i>Hylaeus coraceus</i>	–	7	7	–
<i>Hylaeus sulphuripes</i>	–	8	7	3

<i>Hylaeus taenilatus</i>	2	3	2	1
<i>Hylaeus vagiegatus</i>	–	2	3	1
<i>Hylaeus pictus</i>	–	2	2	2
<i>Hylaeus commis</i>	3	–	–	–
<i>Hylaeus annularis</i>	–	–	1	–
<i>Hylaeus</i> sp. 1	–	4	2	–
<i>Hylaeus</i> sp. 2	–	3	1	–
<i>Hylaeus</i> sp. 3	–	–	1	–
<i>Hylaeus</i> sp. 4	–	–	–	1
<i>Hylaeus</i> sp. 5	–	–	–	2
<i>Colletes similis</i>	–	1	–	45
<i>Colletes succinctus</i>	–	–	–	36
<i>Dasypoda sinuata</i>	–	–	–	112
	1470	4148	2196	1796

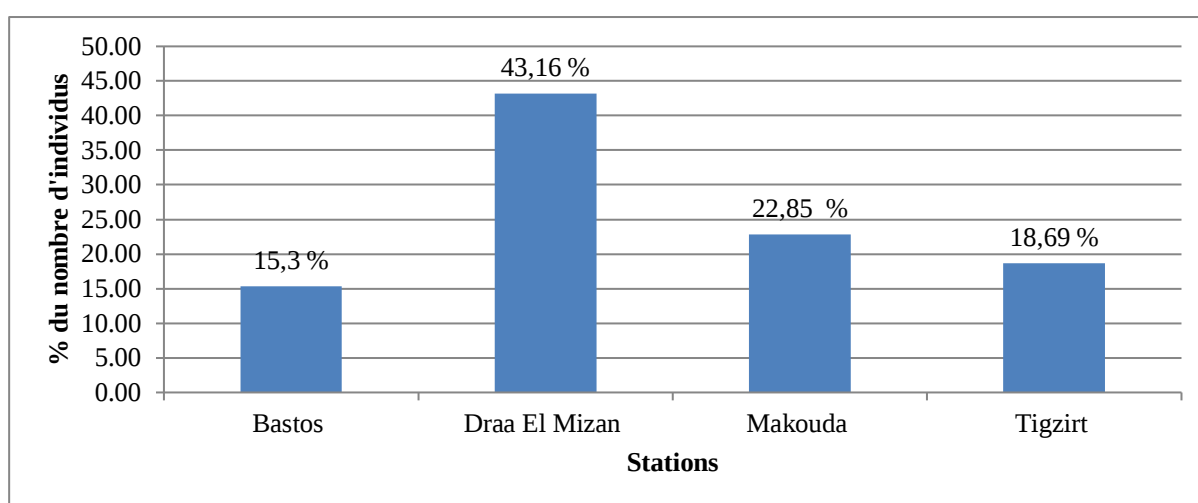


Figure 32 : Distribution du pourcentage du nombre d'individus par station.

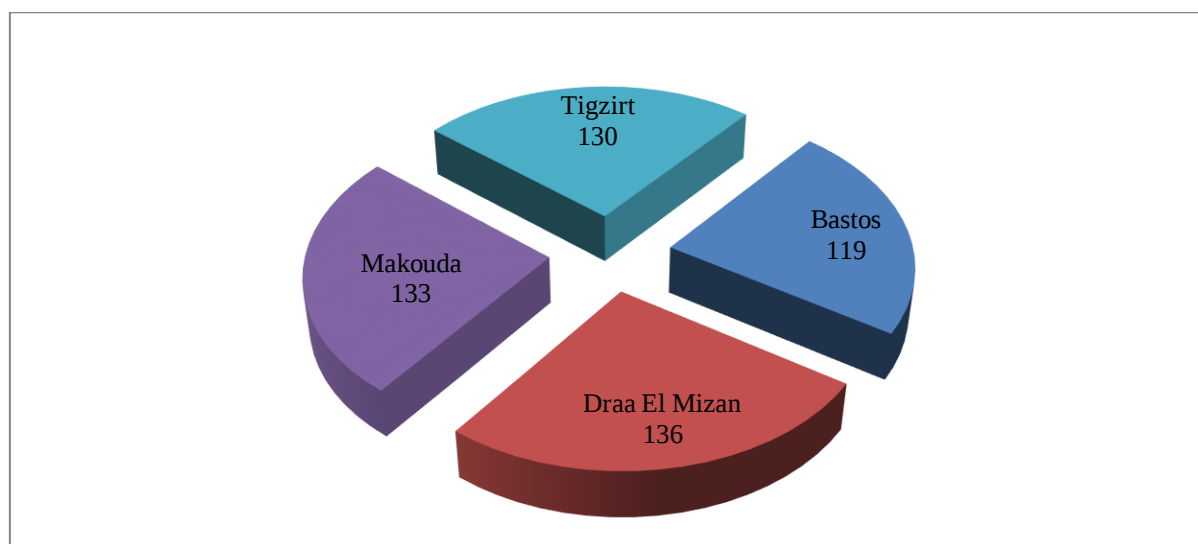


Figure 33 : Nombre d'espèces par station

D'après les résultats obtenus, la station la plus abondante en effectif est Draa El Mizan, avec 4148 d'individus correspondant à 43,2% du total des abeilles inventoriées dans les 4 sites

d'étude. Elle est suivie de la station de Makouda avec 2196 individus soit 22,8% de l'effectif global, vient ensuite la station de Tizirt avec 1796 individus soit 18,7%, enfin, la station de Bastos avec 1470 spécimens (15,3%).

La station la plus riche en espèces est celle de Draa El Mizan avec 136 espèces, suivie de la station de Makouda avec 133 espèces. Ensuite, Tizirt avec 130 espèces. En dernier lieu, la station de Bastos avec 119 espèces.

1.1.1.1. Répartition du nombre d'individus par famille et par station

La présence des familles d'abeilles est constatée dans les 4 stations à l'exception de la famille des Mellitidae qui est présente seulement dans la localité de Tizirt. Les résultats de répartition du nombre d'individus par famille et par station sont exprimés par la figure 34.

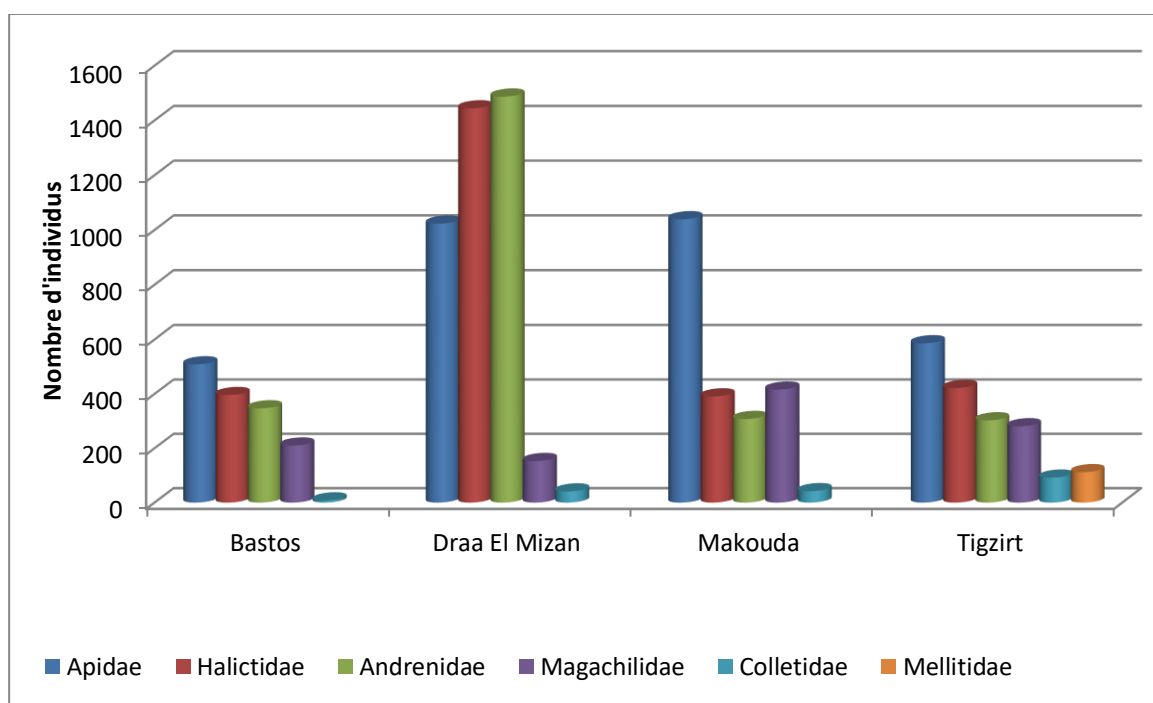


Figure 34 : Répartition du nombre d'individus par famille et par station

Les familles d'abeilles les plus abondantes dans la station de Draa El Mizan sont les Andrenidae et les Halictidae qui occupent la première position avec des effectifs de 1487 et 1444 respectivement. Suivis de la famille des Apidae en deuxième position avec 1023 spécimens. En troisième position sont classés la famille des Megachilidae avec 153 individus, et de la famille des Colletidae avec seulement 41 spécimens.

Dans la station de Makouda, la famille des Apidae est la plus abondante avec 1039 spécimens, suivie de la famille des Megachilidae et des Halictidae qui partagent la deuxième position avec respectivement 416 et 391 individus. Suivis de la famille des Andrenidae en

troisième position avec 308 spécimens, et enfin, la famille des Colletidae avec seulement 42 spécimens.

Pour la station de Tizgirt, les familles les plus abondantes en nombre de spécimens sont des Apidae avec 586 spécimens et les Halictidae avec 422 individus répertoriés. Suivies de la famille des Andrenidae avec 303 spécimens et les Megachilidae avec 281 individus. Tandis que, les Mellitidae et les Colletidae sont moins présentes avec 112 et 92 individus.

La famille la plus dominante dans la station de Bastos est celle des Apidae avec 509 individus présents, suivi de la famille des Halictidae et des Andrenidae avec respectivement 396 et 347. Les Mégachilidae sont classés en quatrième position avec 281 individus. Quant à la famille des Colletidae, elle est moins présente avec seulement 8 individus.

1.1.1.1.2. Répartition du nombre d'espèces par famille et par station

La répartition du nombre d'espèces par famille et par station est montrée par la figure 35.

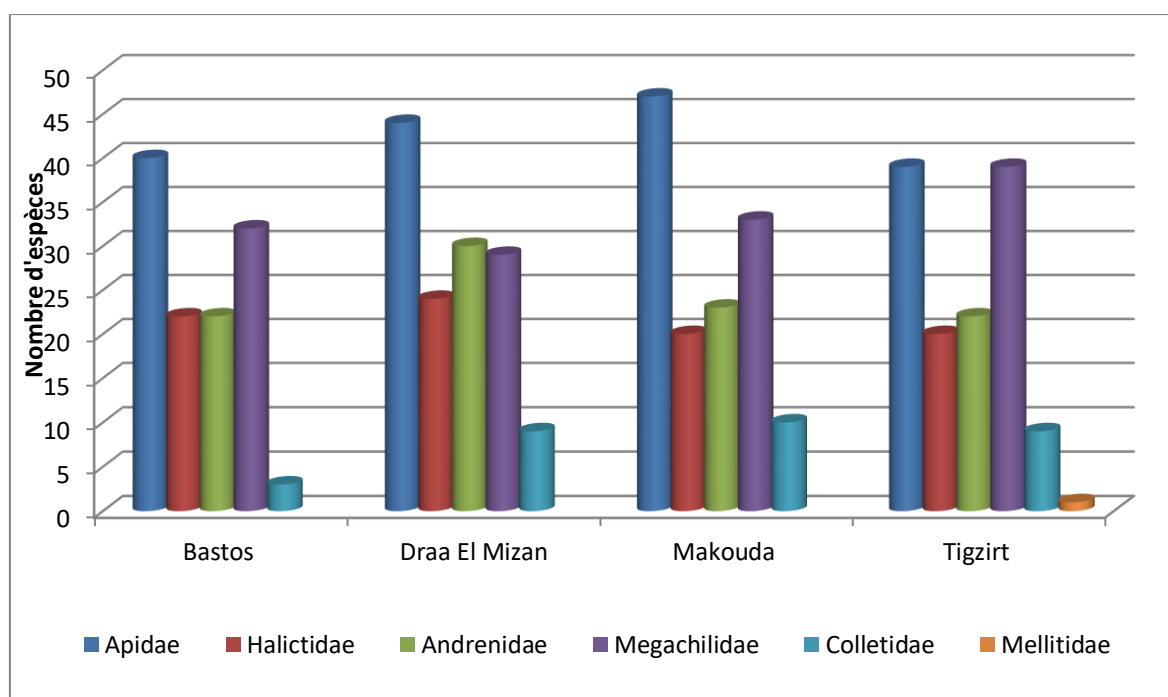


Figure 35 : Répartition du nombre d'espèces par famille et par station

La diversité des espèces d'abeilles par famille est constatée dans les 4 stations à l'exception de *D. sinuata* de la famille des Mellitidae qui est présente dans la seule station de Tizgirt.

La station la plus riche en espèce est Draa El Mizan avec 136 espèces répartis sur les 5 familles. La famille la plus diversifiée est celle des Apidae avec 44 espèces suivie de la famille des Andrenidae avec 30 espèces, les Megachilidae avec 29 espèces, et enfin les Halictidae et les Colletidae avec 24 et 9 espèces respectivement.

La station de Makouda figure en deuxième position avec le nombre d'espèces répertoriées. Elle abrite 133 espèces d'abeilles dont la famille des Apidae est la plus abondante avec 47 espèces présentes suivie de la famille des Megachilidae avec 33 espèces répertoriées. En troisième position sont classées les Andrenidae et les Halictidae avec 23 et 20 espèces chacune. Quant au Colletidae sont moins présents avec 10 espèces identifiées.

Dans la station de Tizirt, les Apidae et les Megachilidae sont les deux familles les plus diversifiées avec 39 espèces chacune. Suivies des Andrenidae et des Halictidae avec respectivement 22 et 20 espèces. Les Colletidae sont moins diversifiées avec 4 espèces identifiées. Tandis que, les Mellitidae sont présents avec une seule espèce.

En ce qui concerne la station de Bastos, 119 espèces d'abeilles sont identifiées, dont la famille des Apidae est la plus diversifiée avec 40 espèces présentes. La famille des Megachilidae est classée en deuxième lieu avec 32 espèces. La troisième place est partagée entre les Halictidae et les Andrenidae qui ont chacun 22 espèces. Quant au Colletidae ils sont présentés par 3 espèces seulement.

1.1.1.2. Répartition des abeilles par méthode d'échantillonnage

La répartition du nombre de spécimens par méthode et par année est mentionnée dans le tableau 04.

Tableau 04: Répartition du nombre d'abeilles capturé par année et par méthode d'échantillonnage.

	Pièges colorés	Filet entomologique	Total
2016	2992	2998	5990
2017	1890	1730	3620
Total	4882	4728	9610

Chacune des deux méthodes exploitées a permis de récolter un grand nombre d'individus. Le nombre de spécimens capturé pour chaque méthode ne diffère pas considérablement. Il est de 4882 spécimens pour les pièges colorés et de 4728 pour la capture directe au filet entomologique.

Le nombre total des abeilles capturées par les deux méthodes par année est plus élevé en 2016 avec un écart de 2370 par rapport à l'année 2017. Le nombre de spécimens capturés par méthode d'une année à une autre année varie également, il est nettement plus élevé en 2016 pour les deux méthodes avec des écarts qui varient entre 1102 spécimens pour les pièges colorés et de 1268 individus pour la capture directe au filet.

1.1.1.3. Répartition des abeilles par couleurs des pièges à eau

L'installation des pièges à eau colorés dans les stations d'étude permet de capturer les espèces qui peuvent voler à toute heure de la journée. C'est une méthode complémentaire à celle de la capture directe. De ce fait, les espèces échappées à notre observation ou qui ne sont pas rencontrées sur les fleurs peuvent être piégées dans l'eau.

Les abeilles sont particulièrement attirées par la source vitale qui est l'eau, et par la couleur des coupelles. Dans le tableau 05, est présentée la répartition des abeilles piégées dans l'eau durant les deux années d'étude.

Tableau 05 : Répartition du nombre d'abeilles piégées dans les pièges colorés par station.

	2016												2017												Tot.
	Bleue				Jaune				Blanche				Bleue				Jaune				Blanche				
	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	
Api	7	155	45	28	15	62	69	16	5	39	49	12	40	184	245	16	17	53	43	7	27	46	50	8	1238
Hal	13	511	38	100	39	263	77	112	10	89	71	44	12	228	13	22	12	96	5	17	13	57	17	27	1886
And	7	309	19	41	10	176	129	92	17	99	57	20	4	234	18	2	6	147	6	2	7	57	3	8	1470
Meg	3	13	10	4	2	5	16	2	11	4	9	5	3	9	8		8	16	24		7	4	9		172
Col		6	6	14	2	5	10	1		4	10	5		3				6				1			73
Mel																40				1				2	43
Total	30	994	118	187	68	511	301	223	43	235	196	86	59	658	284	80	43	318	78	27	54	165	79	45	4882
	1329				1103				560				1081				466				343				4882

B : Bastos, **D** : Draa El Mizan, **M** : Makouda, **T** : Tizgirt. **Api** : Apidae, **Hal**: Halictidae, **And**: Andrenidae, **Meg**: Megachilidae, **Col**: Colletidae, **Mel**: Mellitidae.

D'après les résultats présentés dans le tableau 05, les Halictidae sont les plus piégées dans l'eau avec 1886 individus capturés, viennent ensuite les Andrenidae et les Apidae avec 1470 et 1238 respectivement. Les Megachilidae sont présents avec 172 individus. Les familles les moins présentes sont les Colletidae avec 73 individus et la famille des Mellitidae avec seulement 43 spécimens.

La couleur bleue semble la plus attractive pour les abeilles, elle est la plus appréciée par les individus de la famille des Halictidae, des Andrenidae et des Apidae. L'effet de cette couleur est constaté notamment dans les stations de Draa El Mizan et Makouda. Un total de 511 individus de la famille des Halictidae ont été piégés contre 309 de la famille des Andrenidae et 155 individus des Apidae durant l'année de 2016 au niveau de la station de Draa El Mizan. Pour l'année 2017, les nombres les plus élevés sont également enregistrés dans la station de Draa El Mizan avec 234, 228 et 184, respectivement pour les Andrenidae, les Halictidae et les Apidae. Dans la station de Makouda les Apidae sont les plus rencontrés avec 245 individus

durant l'année de 2017. La couleur bleue attire aussi les Mellitidae avec 40 spécimens en 2017 dans la station de Tigzirt.

Le jaune est la deuxième couleur qui a attiré les abeilles principalement les Halictidae et les Andrenidae respectivement avec 263 et 176 individus enregistrés en 2016 dans la seule station de Drâa El Mizan. Les mêmes observations sont notées en 2017 avec 147 Andrenidae piégés. Les coupelles jaunes attirent également les Megachilidae, notamment en 2016 dans la station de Makouda avec 16 individus et en 2017 dans les stations de Draa El Mizan et Makouda avec respectivement 24 et 16 individus.

Les pièges blancs attirent moins d'abeilles, qui appartiennent essentiellement à la famille des Apidae et des Halictidae et moins de Colletidae. Ces derniers sont plus piégés dans la station de Makouda en 2016.

1.1.2. Traitement des espèces par une analyse de composantes principales (ACP).

L'analyse de composantes principales a pour but d'interpréter les variables de la matrice sous forme de groupes et classes. Cette méthode permet de montrer les ressemblances entre les groupes de variables sur les axes factoriels. Dans le tableau 06, sont détaillés les poids factoriels des composantes principales des espèces d'abeilles par stations d'étude.

Tableau 06 : Poids factoriel sans rotation et extraction des composantes principales

Stations	Fact. 1	Fact. 2
Bastos	-0,406062	-0,650663
Draa El Mizan	-0,501929	-0,333006
Makouda	-0,739631	0,162553
Tigzirt	0,435300	-0,714738

L'étude de la distribution des abeilles par station d'étude et par l'analyse des composantes principales, montre que la station de Makouda (0,73) contribue fortement à la construction du facteur 1, tandis que, les stations de Tigzirt (0,74) et Bastos (0,6) contribuent à la formation du facteur 2. La station de Drâa El Mizan, contribue plus pour la formation du facteur 1 (0,5) que pour le facteur 2 (0,33).

Dans la figure 36 est illustrée la distribution des abeilles par station durant les deux années d'étude par l'analyse des composantes principales

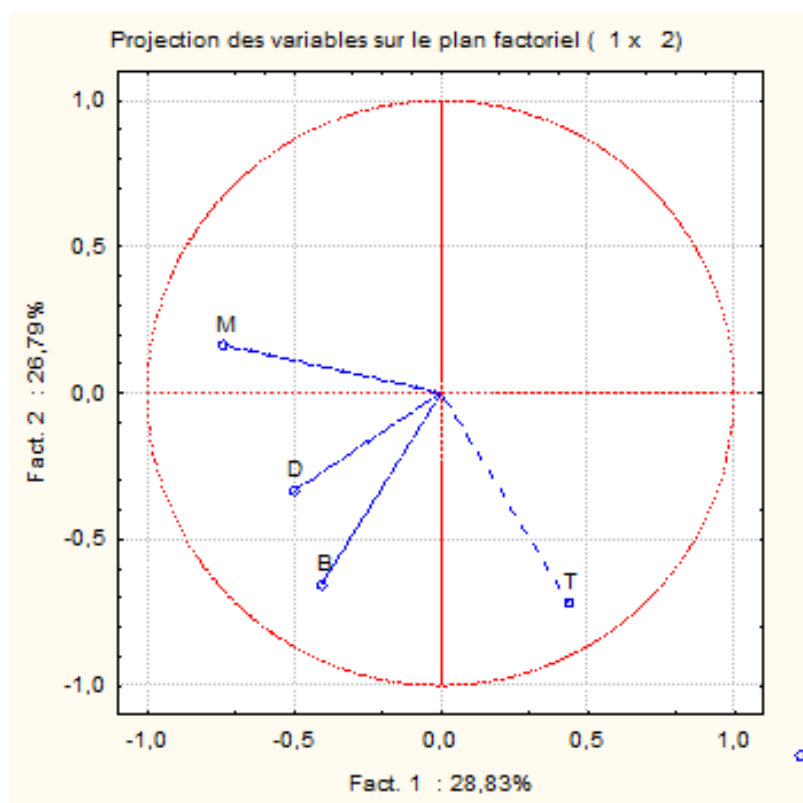


Figure 36 : Distribution des abeilles par station durant les deux années d'étude.

Le plan factoriel de l'inertie total F1XF2 détient 55,62 % de l'information. Ainsi 26,79% sont expliqués par l'axe de Facteur 1 et 26,79 % par l'axe de Facteur 2.

La répartition des espèces par l'analyse des composantes principales est représentée par la figure 37.

Selon la figure 37, la répartition des espèces par l'analyse des composantes principales indique que les espèces sont reliées entre elles en onze groupes distincts selon leurs présences et leurs abondances dans les stations.

Le premier groupe formé par le graphe de l'ACP, représente le plus grand groupe. Il rassemble des variables très rapprochées entre elles, qui correspond aux espèces présentes partout dans les stations avec des valeurs qui varient entre 8 et 98 individus. Parmi ces espèces on note : *E. elangulata*, *Eucera* sp1., *L. leucopus*, *C.cucurbitina*, *Ch. rapunculi*, *O. caerulescens*, *A. thoracica*, *A. ovaluta* et *H. taenilatus*.

Le deuxième groupe qui passe par le centre de l'inertie, détient des espèces très abondantes présentes dans deux ou quatre stations. C'est l'exemple de : *M. apicalis* avec une abondance de 332 individus, *A. flavipes* avec 241 individus, *A. nigroacerea* avec 220 individus, *A.mucida* avec 161 individus, *L. mediterraneum* avec 163 individus, *P. banksianus*, 117 individus et *H. gemmeus* avec 127 individus.

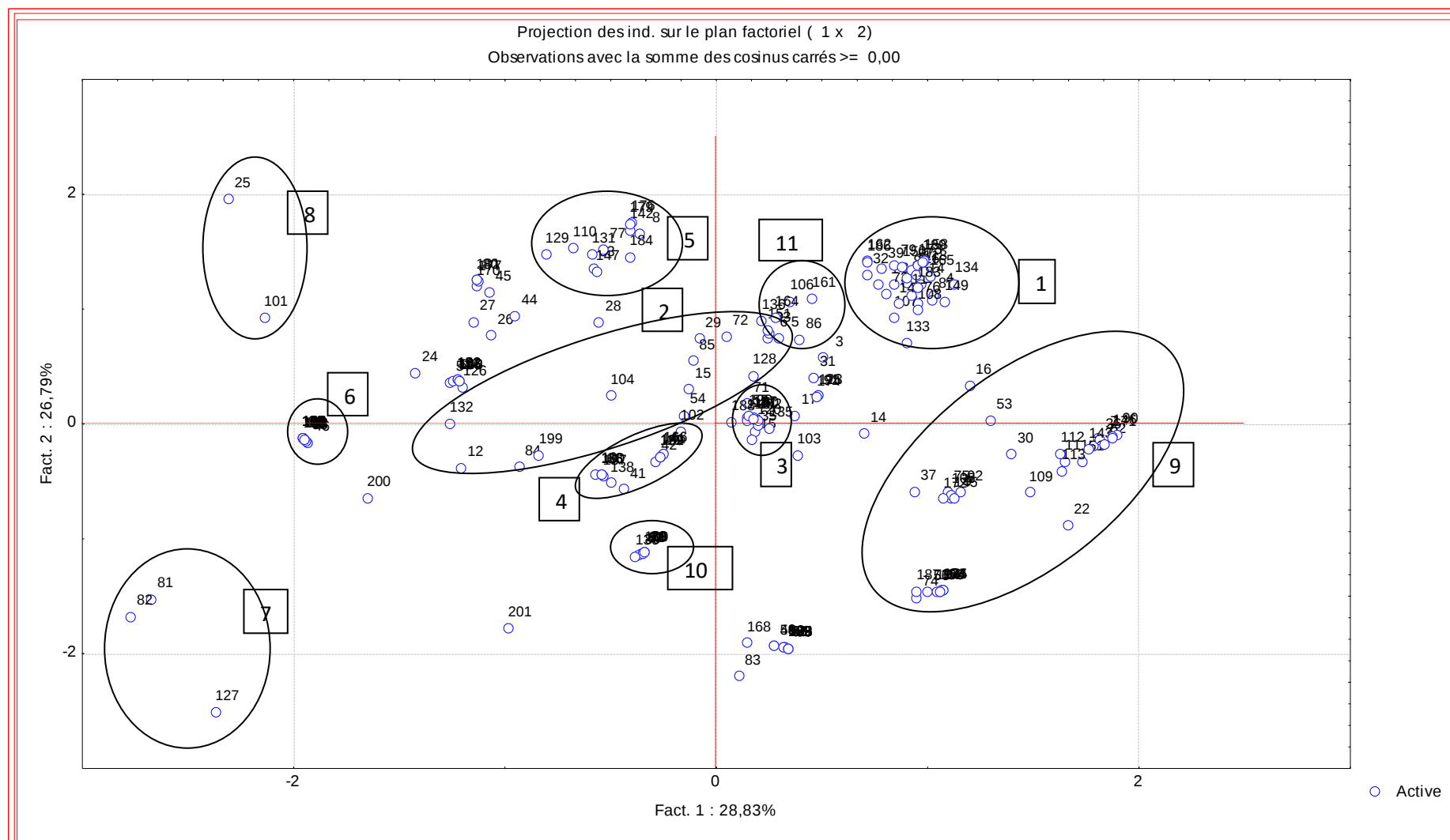


Figure 37: Analyse factorielle des différentes espèces d'abeilles en fonction des stations durant les deux années d'étude (2016, 2017).

Le troisième groupe est celui des espèces présentes dans toutes les stations sauf celle de Bastos. C'est le cas de : *N. armata*, *H. vagiegatus*, *A. agillissima*, *N. jasciata* et *E.vulpes*. Tandis que, le quatrième groupe rassemble les espèces présentes dans deux localités pour les quatre stations. Dans le cinquième groupe sont rassemblées les espèces présentes dans toutes les stations à l'exception de la station de Makouda, telles que : *L. albocinctum*, *C. albosticta*, *Panurginus* sp., *H. insularis* et *A.lepida*.

Dans le sixième groupe sont rassemblées les espèces qui sont présentes exclusivement à Tigzirt. C'est le cas *C. succinctus* et *D. sinuata*.

Le septième groupe représente les espèces capturées partout mais plus abondantes dans la station de Draa El Mizan, c'est l'exemple de *L. malachurum* avec 545 individus, *L. pauxillum* avec 540 spécimens et *P. pici* pour 520 individus.

Dans le huitième groupe sont placées deux espèces abondantes de la station de Makouda qui sont *A. humilis* avec 314 individus et *E. pollinosa* avec 256 individus.

Les espèces absentes dans la station de Tigzirt sont rassemblées dans le neuvième groupe avec *N.nobilis*, *E.clupcata*, *L.cornitus*, *M.festiva*, *E.longicornis*, *C.dallatorreane* et *A.ocreata*.

Le dixième groupe est composé des espèces présentes seulement dans la station de Drâa El Mizan avec *N. facilis*, *P. cephalotes* et *Evylaeus* sp.2.

Tandis que, le onzième groupe s'oppose au dixième groupe, et renferme des espèces qui sont absentes seulement dans la station de Drâa El Mizan, c'est le cas de *H. insularis*, *M. pilidens*, *O. melangaster*, *A. quadrifasciata*, *C. cyanea* et *E. tricineta*.

1.1.3. Qualité d'échantillonnage des abeilles solitaires capturées par le filet et les pièges colorés

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces d'abeilles solitaires capturées par le filet entomologique et les pièges colorés sont mentionnées dans le tableau 07, pour les deux années d'études.

Tableau 07 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des abeilles sauvages (2016-2017)

Années	Pièges colorés		Filet entomologique	
	2016	2017	2016	2017
a	23	33	38	31
N	2992	1890	2998	1730
Q	0,007	0,017	0,012	0,017

La qualité d'échantillonnage des abeilles piégées dans les coupelles colorées et capturées au filet entomologique en 2016 est respectivement de 0,007 et 0,012. Pour l'année 2017, la valeur de la qualité d'échantillonnage est de 0,017 pour chaque méthode.

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage sont proches de zéro pour les deux méthodes, ce qui signifie que l'échantillonnage réalisé chaque année est bon pour les deux méthodes de capture adoptées.

1.1.4. Composition et structure des abeilles capturées

La faune d'abeilles capturée par les deux méthodes d'échantillonnage est traitée par les indices écologiques de composition et de structure.

1.1.4.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Les indices écologiques exploités pour traiter les espèces capturées sont : la richesse totale, les fréquences centésimales et la fréquence d'occurrence.

1.1.4.1.1. Richesse totale (S) des espèces d'abeilles

Les valeurs de la richesse spécifique des abeilles capturées par les deux méthodes d'échantillonnages sont présentées dans le tableau 08.

Tableau 08 - Valeurs de la richesse spécifique (S) pour les deux années d'étude

	2016	2017	S
Pièges à eau	2992	1890	148
Filet	2998	1730	192
S	177	172	

Le nombre total des espèces identifiées dans les quatre stations et durant les deux années d'étude est de 201. Selon le tableau 08, le nombre d'espèces rencontrées durant l'année 2016 est de 177 espèces, ne diffère pas de celui de l'année 2017 qui est de 172 espèces. Tandis que, le nombre d'espèces répertorié par la méthode active, il est de 192 espèces, il est plus élevé par rapport à celui de la méthode passive avec 148 espèces.

1.1.4.1.2. Fréquences centésimales (F.C.%) ou abondances relatives (A.R.%) des espèces d'abeilles

Les fréquences centésimales et les abondances relatives des espèces d'abeilles capturées pour les deux années et pour chaque méthode d'échantillonnage sont mentionnées dans le tableau 09. Durant les deux années d'étude et par l'utilisation de deux méthodes d'échantillonnage, 9610 spécimens sont répertoriés. Ce nombre diffère d'une année à une autre, il est de 5990 en 2016 et de 3620 en 2017.

Tableau 09 : Nombre d'individus et l'abondance relative des espèces d'abeilles sauvages durant les deux années d'étude (2016 et 2017).
(**B** : Bastos ; **D** : Draa El Mizan ; **M** : Makouda ; **T** : Tigzirt, **ni** : Nombre d'individus, **AR** : Abondance relatif en pourcentage (%))

	Pièges colorées																Filet entomologique															
	B.2016		D.2016		M.2016		T.2016		B.2017		D.2017		M.2017		T.2017		B.2016		D.2016		M.2016		T.2016		B.2017		D.2017		M.2017		T.2017	
	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR	ni	AR
<i>Xylocopa violacea</i>		0,0	2	0,1		0,0		0,0	6	3,9		0,0	1	0,2	1	0,7	2	0,3	3	0,4	2	0,2		0,0	3	0,7	15	2,8		0,0		0,0
<i>Xylocopa iris</i>	1	0,7	4	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1	1	0,2		0,0	1	0,1	2	0,3	1	0,1		0,0	5	1,1	1	0,2		0,0		0,0
<i>Ceratina cucurbitina</i>	1	0,7	14	0,8	7	1,1	4	0,8	1	0,6	2	0,2	1	0,2	2	1,3	26	3,5	8	1,1	3	0,4	7	1,0	8	1,8	9	1,7		0,0	5	1,2
<i>Ceratina chalybea</i>		0,0	1	0,1	1	0,2	1	0,2		0		0		0,0		0,0	7	0,9		0,0	2	0,2	12	1,6	3	0,7		0,0		0,0	1	0,2
<i>Ceratina cyanea</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0	4	0,5		0,0	2	0,2	9	1,2	2	0,5		0,0		0,0		0,0
<i>Ceratina callosa</i>	1	0,7		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0	5	0,7		0,0	1	0,1		0,0	4	0,9		0,0		0,0	5	1,2
<i>Ceratina dallatorreane</i>		0,0	2	0,1		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0	3	0,4		0,0	2	0,2		0,0	2	0,5		0,0	3	0,9		0,0
<i>Ceratina albosticta</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2	3	0,6		0,0	7	1,7
<i>Ceratina parvula</i>	1	0,7		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0	4	0,5		0,0	2	0,2		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Ceratina sp.1</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,2	1	0,1		0,0		0,0	1	0,3		0,0
<i>Ceratina sp.2</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0		0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Bombus terrestris</i>	3	2,1	69	4,0	1	0,2		0,0	4	2,6	89	7,8	1	0,2		0,0	1	0,1	63	8,7	9	1,1	14	1,9	6	1,4	67	12,3	2	0,6	3	0,7
<i>Bombus ruderatus</i>	1	0,7	4	0,2	2	0,3		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	15	2,1	9	1,1		0,0	1	0,2	4	0,7		0,0		0,0
<i>Anthophora plumipes</i>		0,0		0,0	1	0,2	2	0,4		0,0	1	0,1		0,0		0,0	16	2,2	12	1,7	14	1,7	46	6,3	19	4,4	24	4,4	10	3,0	17	4,1
<i>Anthophora mucida</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	46	6,2	28	3,9	41	5,1	8	1,1	13	3,0	5	0,9	5	1,5	15	3,6
<i>Anthophora aestivalis</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0	2	1,3		0,0	8	1,1	9	1,1	47	6,4	4	0,9	5	0,9	16	4,8	23	5,5
<i>Anthophora quadricolor</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	13	3,0	2	0,4		0,0		0,0
<i>Anthophora femorata</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Anthophora sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Anthophora dispar</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Anthophora fulvitaris</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Ameqilla albegina</i>	3	2,1		0,0	1	0,2		0,0	3	1,9	1	0,1		0,0		0,0	22	3,0	7	1,0	6	0,7	116	15,8	6	1,4	1	0,2	2	0,6	9	2,2
<i>Ameqilla quadrifasciata</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	4	0,5		0,0	1	0,1	4	0,5	4	0,9		0,0		0,0		0,0
<i>Eucera numida</i>		0,0	42	2,4	27	4,4	15	3,0	5	3,2	38	3,3	36	8,2	7	4,6		0,0	27	3,7	35	4,3	2	0,3	14	3,2	22	4,0	20	6,0	9	2,2
<i>Eucera pollinosa</i>		0,0	1	0,1	12	2,0	1	0,2	4	2,6		0,0	177	40,1	4	2,6		0,0	3	0,4	36	4,5	1	0,1	5	1,1	4	0,7	8	2,4		0,0
<i>Eucera notata</i>	1	0,7	22	1,3	32	5,2	4	0,8	12	7,7	58	5,1	21	4,8	5	3,3	2	0,3	11	1,5	24	3,0	4	0,5	3	0,7	10	1,8	20	6,0	4	1,0
<i>Eucera punctatissima</i>	8	5,7	13	0,7	7	1,1	2	0,4	2	1,3	6	0,5	37	8,4		0,0	5	0,7	13	1,8	43	5,3	2	0,3	32	7,3	3	0,6	29	8,7	5	1,2
<i>Eucera spatulata</i>	1	0,7	9	0,5	21	3,4	2	0,4	6	3,9	4	0,4	7	1,6	1	0,7	2	0,3	25	3,5	24	3,0	4	0,5	9	2,1	38	7,0	19	5,7	5	1,2
<i>Eucera collaris</i>	1	0,7	31	1,8	10	1,6	4	0,8	12	7,7	30	2,6	12	2,7	3	2,0		0,0	10	1,4	9	1,1	2	0,3	4	0,9	9	1,7	6	1,8	5	1,2
<i>Eucera clupcata</i>		0,0	17	1,0	2	0,3		0,0	4	2,6	19	1,7	8	1,8		0,0		0,0	1	0,1	2	0,2		0,0	1	0,2		0,0	4	1,2		0,0
<i>Eucera tricincta</i>	1	0,7		0,0	2	0,3	5	1,0		0,0		0,0	6	1,4	1	0,7	1	0,1		0,0	2	0,2	13	1,8		0,0		0,0		0,0	18	4,3
<i>Eucera elangulata</i>		0,0	3	0,2	6	1,0	1	0,2		0,0	3	0,3	2	0,5	1	0,7	1	0,1	1	0,1	10	1,2	4	0,5	3	0,7	4	0,7	2	0,6	2	0,5
<i>Eucera interrupta</i>	1	0,7	2	0,1		0,0		0,0	5	3,2	2	0,2		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0	1	0,1	17	3,9		0,0		0,0	4	1,0
<i>Eucera chrysopyga</i>		0,0	1	0,1	4	0,7	2	0,4	6	3,9		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0	11	1,4	1	0,1		0,0		0,0	3	0,9	12	2,9
<i>Eucera vulpes</i>		0,0	4	0,2	2	0,3	6	1,2		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1	2	0,3		0,0	1	0,2	1	0,3	1	0,2
<i>Eucera longicornis</i>		0,0	4	0,2	1	0,2		0,0	1	0,6	4	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,5	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Eucera clypeata</i>		0,0		0,0	3	0,5		0,0	5	3,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	12	1,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Eucera vidua</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,3	1	0,2

<i>Eucera sp.1</i>		0,0	3	0,2	3	0,5	5	1,0		0,0	4	0,4	3	0,7	1	0,7		0,0		0,0	10	1,2	1	0,1	2	0,5	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Eucera sp.2</i>		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0	2	0,5		0,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Tetralonia nigriceps</i>	1	0,7		0,0		0,0		0,0	2	1,3		0,0		0,0		0,0	7	0,9		0,0		0,0		0,0	14	3,2		0,0		0,0		0,0
<i>Tetralonia malvae</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	4	0,9		0,0		0,0		0,0
<i>Tetralonia sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Thyreus histicornis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	20	2,7	1	0,2		0,0		0,0	2	0,5
<i>Triepeolus tristis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,4	1	0,2		0,0		0,0	4	1,0
<i>Thyreus hirtus</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	4	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Thyreus orbatus</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Thyreus truncatus</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,2
<i>Thyreus ramsus</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,5
<i>Thyreus sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,2
<i>Melecta fuscivelfit</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0	2	1,3		0,0		0,0		0,0	8	1,1	1	0,1		0,0		0,0	10	2,3		0,0	1	0,3		0,0
<i>Melecta festiva</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0	3	0,4		0,0		0,0		0,0	6	1,4		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada nobilis</i>		0,0		0,0	2	0,3		0,0	3	1,3	1	0,1	17	3,9		0,0		0,0		0,0		0,0	14	1,7		0,0		0,0	10	3,0		0,0
<i>Nomada jasciata</i>		0,0	2	0,1	6	1,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0	1	0,1	11	1,4		0,0		0,0	6	1,1	4	1,2	2	0,5
<i>Nomada armata</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,6	1	0,1	2	0,5	1	0,7		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
<i>Nomada mutabilis</i>		0,0	3	0,2	3	0,5		0,0		0,0	3	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada flavoguttata</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0	5	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0
<i>Nomada striata</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0	3	0,9		0,0
<i>Nomada fabriciane</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	4	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
<i>Nomada distinguenada</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,7		0,0	1	0,1		0,0	1	0,1		0,0	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Nomada baccata</i>		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,3		0,0
<i>Nomada argentata</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0
<i>Nomada alloguttata</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,3		0,0
<i>Nomada agrestis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada godeniana</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada succinta</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0	1	0,3		0,0
<i>Nomada fulvicornis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada femoralis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0
<i>Nomada sp.1</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomada sp.2</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Halictus scabiosae</i>	2	1,4	18	1,0	3	0,5	9	1,8	10	6,5	4	0,4	1	0,2	1	0,7	16	2,2	12	1,7	40	5,0	17	2,3	16	3,7	4	0,7	1	0,3	16	3,9
<i>Halictus gemmeus</i>	4	2,8	13	0,7	5	0,8	9	1,8	1	0,6	2	0,2		0,0		0,0	17	2,3	12	1,7	41	5,1	7	1,0	11	2,5	1	0,2	2	0,6	2	0,5
<i>Halictus fulvipes</i>		0,0	14	0,8		0,0		0,0	2	1,3	2	0,2		0,0	1	0,7	5	0,7	1	0,1	8	1,0	5	0,7	2	0,5	1	0,2		0,0	4	1,0
<i>Halictus sp.</i>		0,0	7	0,4		0,0		0,0		0,0	7	0,6		0,0		0,0		0,0	1	0,1	3	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Halictus rubicundus</i>	3	2,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	5	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	4	2,8	5	0,3	1	0,2	3	0,6	2	1,3	1	0,1		0,0		0,0	3	0,4	1	0,1		0,0	6	0,8	5	1,1		0,0	1	0,3	4	1,0
<i>Lasioglossum albocinctum</i>		0,0	9	0,5		0,0	1	0,2		0,0	9	0,8		0,0	2	1,3	2	0,3	2	0,3		0,0	1	0,1	2	0,5	3	0,6		0,0	3	0,7
<i>Lasioglossum callizonium</i>		0,0	16	0,9		0,0	2	0,4		0,0	4	0,4		0,0	1	0,7	1	0,1	2	0,3	1	0,1	1	0,1	1	0,2	1	0,2		0,0	3	0,7
<i>Lasioglossum leucopus</i>		0,0	13	0,7	3	0,5	1	0,2		0,0		0,0	2	0,5		0,0	1	0,1	1	0,1	2	0,2	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0

<i>Lasioglossum clavipes</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		
<i>Lasioglossum malachurum</i>	12	8,5	183	10,5	60	9,8	34	6,9	10	6,5	138	12,1	11	2,5	15	9,9	22	3,0	18	2,5	6	0,7		0,0	3	0,7	27	5,0	3	0,9	3	0,7
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	15	10,6	251	14,4	43	7,0	26	5,2	5	3,2	59	5,2	13	2,9	5	3,3	44	6,0	26	3,6	12	1,5	5	0,7	9	2,1	13	2,4	7	2,1	7	1,7
<i>Lasioglossum villosulum</i>	5	3,5	95	5,5	20	3,3	98	19,8	1	0,6	49	4,3		0,0	24	15,8	58	7,9	14	1,9	3	0,4	5	0,7	7	1,6	4	0,7		0,0	4	1,0
<i>Lasioglossum immunitum</i>	7	5,0	133	7,6	24	3,9	26	5,2		0,0	62	5,4	1	0,2	1	0,7	22	3,0	20	2,8		0,0		0,0		0,0	7	1,3	1	0,3	1	0,2
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	7	5,0	49	2,8	11	1,8	8	1,6	1	0,6	21	1,8	2	0,5	6	3,9	15	2,0	10	1,4	21	2,6	3	0,4	1	0,2	4	0,7	2	0,6	2	0,5
<i>Lasioglossum interrupta</i>	5	3,5	38	2,2	2	0,3	4	0,8	1	0,6	11	1,0	4	0,9	4	2,6	19	2,6	2	0,3	3	0,4	1	0,1		0,0	1	0,2	2	0,6	2	0,5
<i>Lasioglossum transitorium</i>		0,0	8	0,5	6	1,0	5	1,0		0,0	4	0,4		0,0	2	1,3	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,6		0,0	1	0,2
<i>Lasioglossum sp.1</i>		0,0	6	0,3	4	0,7	18	3,6		0,0	3	0,3		0,0		0,0	6	0,8		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.2</i>		0,0	4	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.3</i>		0,0	1	0,1	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.4</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.5</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.6</i>		0,0		0,0		0,0	3	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.7</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Lasioglossum sp.8</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0
<i>Lasioglossum alibes</i>		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Rophites algirus</i>		0,0	1	0,1	1	0,2	3	0,6		0,0	3	0,3	1	0,2	2	1,3	1	0,1	2	0,3	4	0,5		0,0	2	0,5		0,0		0,0		0,0
<i>Sphecodes ferruginatus</i>		0,0		0,0	3	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomia algeriensis</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Nomioides facilis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0
<i>Andrena humilis</i>	1	0,7	64	3,7	126	20,5	2	0,4		0,0	68	6,0	3	0,7		0,0	5	0,7	21	2,9	6	0,7		0,0	1	0,2	16	2,9	1	0,3		0,0
<i>Andrena flavipes</i>	1	0,7	85	4,9	7	1,1	14	2,8	5	3,2	59	5,2	1	0,2	9	5,9	1	0,1	16	2,2	8	1,0	12	1,6		0,0	11	2,0	4	1,2	8	1,9
<i>Andrena fumida</i>		0,0	26	1,5	35	5,7	73	14,7		0,0	55	4,8		0,0	1	0,7	5	0,7	15	2,1	4	0,5	5	0,7	1	0,2	12	2,2		0,0	4	1,0
<i>Andrena nigroacerea</i>	1	0,7	88	5,1	9	1,5	1	0,2	3	1,9	48	4,2	3	0,7	1	0,7	12	1,6	11	1,5	5	0,6	11	1,5	5	1,1	7	1,3	11	3,3	4	1,0
<i>Andrena rufiventris</i>	2	1,4	37	2,1		0,0		0,0	1	0,6	61	5,3	3	0,7		0,0	1	0,1	2	0,3		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0
<i>Andrena florea</i>	6	4,3	2	0,1	3	0,5	3	0,6		0,0	9	0,8	13	2,9		0,0	3	0,4	4	0,6	1	0,1	4	0,5	2	0,5	29	5,3	7	2,1		0,0
<i>Andrena ovaluta</i>		0,0	16	0,9	4	0,7	12	2,4		0,0	4	0,4		0,0		0,0	3	0,4	10	1,4	1	0,1	2	0,3		0,0	8	1,5	1	0,3	8	1,9
<i>Andrena transcalibalis</i>	1	0,7	1	0,1	1	0,2	1	0,2		0,0	6	0,5		0,0		0,0		0,0	6	0,8	2	0,2	16	2,2	1	0,2	12	2,2	3	0,9	6	1,4
<i>Andrena similis</i>	1	0,7	7	0,4	1	0,0		0,0	1	0,6	5	0,4		0,0		0,0	24	3,3	5	0,7		0,0		0,0	6	1,4	5	0,9	1	0,3		0,0
<i>Andrena lepida</i>		0,0	5	0,3		0,0		0,0	2	1,3	20	1,8		0,0		0,0	1	0,1	4	0,6		0,0		0,0		0,0	9	1,7		0,0	2	0,5
<i>Andrena ocreata</i>	3	2,1	6	0,3	2	0,0		0,0		0,0	7	0,6		0,0		0,0	9	1,2	3	0,4		0,0		0,0	2	0,5	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Andrena bucephala</i>	1	0,7	13	0,7	2	0,0		0,0	1	0,6	16	1,4	1	0,2		0,0	1	0,1	2	0,3		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Andrena labiata</i>	12	8,5	2	0,1		0,0		0,0		0,0	3	0,3	3	0,7		0,0	7	0,9		0,0		0,0		0,0	4	0,9	4	0,7		0,0		0,0
<i>Andrena djelfensis</i>		0,0	5	0,3	1	0,2	7	1,4		0,0	1	0,1		0,0		0,0	1	0,1	1	0,1	1	0,1		0,0	2	0,5	1	0,2	5	1,5	6	1,4
<i>Andrena aqillissima</i>		0,0	2	0,1	6	1,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	5	0,7		0,0	3	0,6	3	0,9	9	2,2
<i>Andrena nitida</i>		0,0	2	0,1	2	0,3	5	1,0		0,0	5	0,4		0,0		0,0	2	0,3		0,0	1	0,1		0,0	3	0,7		0,0		0,0		0,0
<i>Andrena thoracica</i>		0,0	9	0,5	1	0,0		0,0	3	1,9	5	0,4		0,0		0,0	1	0,1	1	0,1		0,0	7	1,0	5	1,1		0,0		0,0	3	0,7
<i>Andrena lagopus</i>	4	2,8		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,2	1	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1	1	0,1	1	0,2		0,0	1	0,3	4	1,0
<i>Andrena sp.1</i>		0,0	3	0,2	1	0,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	5	1,2
<i>Andrena sp.2</i>		0,0	2	0,1	1	0,0		0,0		0,0	3	0,3		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	1	0,1		0,0	1	0,2		0,0		0,0

Andrena chrysosceles		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Andrena rhyssorata		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Andrena albopunctata	0	0,0	1	0,1		0,0		0,0	1	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Andrena labiatis		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Andrena fuscus rutila		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Andrena ranunculi		0,0	2	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	5	1,2
Panurgus pici	4	2,8	146	8,4	4	0,7	27	5,6		0,0	37	3,2		0,0	1	0,7	119	16,1	156	21,6	2	0,2	5	0,7	4	0,9	15	2,8		0,0		0,0
Panurgus banksianus	1	0,7	9	0,5		0,0	1	0,2		0,0	12	1,1		0,0		0,0	51	6,9	27	3,7	1	0,1	1	0,1		0,0	12	2,2	1	0,3	1	0,2
Panurgus sp.		0,0	33	1,9		0,0	1	0,0		0,0	7	0,6		0,0		0,0	1	0,1	17	2,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Panurgus cephalotes		0,0	5	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
Panurginus sp.		0,0	15	0,9		0,0	4	0,8		0,0	2	0,2		0,0		0,0	7	0,9	8	1,1		0,0	2	0,3		0,0	1	0,2		0,0		0,0
Megachile apicalis	6	4,3	3	0,2		0,0		0,0	1	0,6	1	0,1		0,0		0,0	19	2,6	4	0,6	178	22,1	72	9,8	25	5,7	3	0,6	5	1,5	15	3,6
Megachile leachella	1	0,7	1	0,1	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	12	1,6		0,0	10	1,2	27	3,7	9	2,1	2	0,4	5	1,5	6	1,4
Megachile versicolor		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	6	0,8	1	0,2	1	0,2	1	0,3	9	2,2
Megachile lagopoda		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1	5	0,7		0,0		0,0		0,0	3	0,7
Megachile pilidens		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,4		0,0	3	0,4	1	0,1		0,0		0,0	2	0,6	1	0,2		0,0
Megachile welgbiella		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0	2	0,4		0,0	1	0,2		0,0
Megachile centumucularis		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	6	1,4
Megachile rutondata		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
Megachile maritima		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,2
Megachile analis		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,5		0,0		0,0		0,0
Megachile sp.	2	0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,5
Chalicodoma ericetorum		0,0		0,0		0,0	1	0,6	2	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1	1	0,1		0,0	7	1,6	9	1,7		0,0		0,0		0,0
Chalicodoma versicolor		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,5
Lithurgus chrysus		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	1	0,1		0,0	5	1,1		0,0		0,0		0,0		0,0
Lithurgus cornutus		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	3	0,7	2	0,4		0,0		0,0
Osmia cornuta		0,0	11	0,6	8	1,3	0	0,0	2	0,6	9	0,8	34	7,7		0,0	1	0,1	26	3,6	24	3,0	1	0,1	1	0,2	19	3,5	13	3,9		0,0
Osmia caerulescens		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0	1	0,2		0,0	1	0,1		0,0	6	0,7	7	1,0	8	1,8	11	2,0	6	1,8	10	2,4
Osmia notata	1	0,7		0,0	2	0,3	2	0,4	3	1,9	1	0,1		0,0		0,0		0,0	2	0,3	1	0,1	15	2,0	3	0,7	1	0,2		0,0	3	0,7
Osmia niveata	2	1,4	2	0,1	6	1,0		0,0		0,0	2	0,2	1	0,2		0,0	1	0,1		0,0		0,0	2	0,3	1	0,2		0,0	2	0,6	2	0,5
Osmia melangaster		0,0		0,0	2	0,3	1	0,2	1	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3	1	0,2		0,0	6	1,8	6	1,4
Osmia enceyi biarmica		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0	1	0,3		0,0
Osmia submicans		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	1	0,2		0,0		0,0
Osmia gallarum		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2	1	0,3		0,0
Osmia tridentata		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
Osmia heterocantha		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
Osmia versicolor		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,3	2	0,5
Osmia rufohirta		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0	1	0,1	2	0,5		0,0	2	0,6		0,0		0,0
Osmia sp.1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Osmia sp.2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
Hoplitis adunca		0,0	1	0,1	3	0,5	2	0,4	1	0,6	1	0,1	1	0,2		0,0	8	1,1		0,0	12	1,5	7	1,0	9	2,1	5	0,9	20	6,0	5	1,2

<i>Hoplosmia spinulosa</i>		0,0	1	0,0	5	0,0		0,0	3	1,9		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0	1	0,1	2	0,3	2	0,5	1	0,2	13	3,9		0,0
<i>Hoplitis bisulca</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,0		0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0	1	0,2
<i>Hoplitis insularis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,3	1	0,2
<i>Anthidium maniucatum</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,4	5	0,7	5	1,1		0,0		0,0	3	0,7
<i>Anthidium punctatum</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Anthidium sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Rhodanthidium sticticum</i>		0,0		0,0		0,0	0	0,6		0,0		0,0		0,0	0	0,0		0,0	9	1,1		0,0		0,0		0,0		0,0	6	1,8		0,0
<i>Rodhanthidium infuscatum</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Afranthidium carduele</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,4	3	0,7		0,0		0,0		0,0
<i>Pseudanthidium scapulare</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	4	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Anthocopa andrenoides</i>		0,0		0,0	3	0,5		0,0	4	1,3		0,0	1	0,2		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	2	0,5		0,0		0,0		0,0
<i>Chelostoma rapunculi</i>	2	1,4	1	0,1		0,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0	1	0,7		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	3	0,6	2	0,6	1	0,2
<i>Chelostoma cephalotes</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2	1	0,2		0,0		0,0
<i>Chelostoma sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Hofferia mauritinacum</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0	1	0,2
<i>Stelis punctulatissima</i>		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Stelis sp.</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Coelioxys afra</i>		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,1	1	0,2		0,0		0,0		0,0
<i>Coelioxys inermes</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,2
<i>Coelioxys breves</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Coelioxys lanceolata</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Heriades crenulata</i>		0,0		0,0		0,0	4	0,8	1	0,6		0,0		0,0		0,0	3	0,4		0,0		0,0	2	0,3	10	2,3	1	0,2	1	0,3		0,0
<i>Heriades insularis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,6	1	0,1		0,0	2	1,3	8	1,1		0,0		0,0	6	0,8	3	0,7	1	0,2		0,0	3	0,7
<i>Heriades sp.</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus clypearis</i>		0,0	3	0,2	11	1,8		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1	1	0,1	2	0,2		0,0	2	0,5	7	1,3	3	0,9	1	0,2
<i>Hylaeus coraceus</i>		0,0	2	0,1	6	1,0		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0	3	0,6		0,0		0,0
<i>Hylaeus sulphuripes</i>		0,0	4	0,2	3	0,5	2	0,4		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,6	4	1,2	1	0,2
<i>Hylaeus taenilatus</i>		0,0		0,0	2	0,3		0,0		0,0	2	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1	2	0,5	1	0,2		0,0		0,0
<i>Hylaeus vagiegatus</i>		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,9	1	0,2
<i>Hylaeus pictus</i>		0,0	1	0,1	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0	2	0,5
<i>Hylaeus commis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3	0,7		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus annularis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,3		0,0
<i>Hylaeus sp. 1</i>		0,0	3	0,2	2	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus sp. 2</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0	3	0,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus sp. 3</i>		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus sp. 4</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Hylaeus sp. 5</i>		0,0		0,0		0,0	2	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<i>Colletes similis</i>		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	1	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	26	3,5		0,0		0,0		0,0	19	4,6
<i>Colletes succinctus</i>		0,0		0,0		0,0	1	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	26	3,5		0,0		0,0		0,0	9	2,2
<i>Dasypoda sinuata</i>		0,0		0,0		0,0	14	2,8		0,0		0,0		0,0	43	28,3		0,0		0,0		0,0	44	6,0		0,0		0,0		0,0	11	2,7
		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100

L'espèce la plus fréquente par la méthode active dans la station de Bastos en 2016, est *P. pici* avec une fréquence de 16,2%, suivi de *L. villosulum* avec 7,9%, *P. banksianus* avec 6,9%, *L. pauxillum* 6% et de *A. mucida* 6,24%. Les autres espèces sont moins fréquentes avec des valeurs ne dépassant pas 3%. Tandis qu'en 2017, *E. punctatissima* est l'espèce la plus capturée avec une abondance relative de 7,34%, suivie de *M. apicalis* 5,73%, *H. scabiosae* 3,67%, *E. interrupta* 3,9% et *T. nigriceps* 3,2%.

Pour la station de Draa El Mizan les espèces les plus fréquentes, pour l'année 2016, par la capture au filet sont : en premier lieu *P. pici* avec une grande abondance relative de 21,6%, en deuxième lieu sont placées les abeilles dont l'abondance varie entre 3,87% et 3,6 % dont ; *A. mucida* (3,87%), *E. numida* (3,73%), *P. banksianus* (3,73%), *L. pauxillum* (3,6%), *O. cornuta* (3,6%) et *E. spatulata* (3,46%). Durant l'année 2017, *B. terrestris* est l'espèce la plus présente avec une abondance relative de 12,32%, suivie de *E. spatulata* (7%), *A. florea* (5,33%) ; *A. plumipes* (4,41 %), *E. numida* (4,04%) et *L. malachurum* (4,96%).

Les espèces les plus présentes, dans la stations de Makouda en 2016, capturées au filet entomologique sont *M. apicalis* avec une abondance relative de 22,11%, *H. gemmeus* avec (5,09%), *A. mucida* (5,09%), *E. punctatissima* (5,34%), *H. scabiosae* (4,97%), *E. numida* (4,35%) et *E. pollinosa* (4,47%). Tandisqu'en 2017, la plupart des espèces fréquentes appartiennent au genre *Eucera* c'est le cas de : *E. punctatissima* (8,66%), *E. numida* (5,97%), *E. notata* (5,97%), *E. spatulata* (5,67%), et une espèce de la famille des Megachilidae il s'agit de *H. adunca* (5,97%).

Dans la station de Tigzirt les espèces du genre *Anthophora* sont les plus abondantes en 2016, par l'utilisation de la méthode active, l'espèce la plus rencontrée est *A. albigena* avec une abondance relative de 15,8%, suivi de *M. apicalis* avec 9,81%, *A. aestivalis* avec 6,4%, *A. plumipes* avec 6,27% et de *D. sinuata* avec 6%. Les mêmes remarques ont été enregistrées pour l'année 2017, *A. aestivalis* et *A. plumipe* sont les plus dominantes avec des abondances relatives respectives de 5,54% et 4,10%, suivi des *C. similis* avec 4,58%, *E. tricineta* avec 4,34% et *H. scabiosae* avec 3,86%.

Les pièges colorés installés dans la région de Draa El Mizan ont permis d'échantillonner les espèces suivantes : *L. pauxillum* avec une abondance très élevée de 14,43%, suivi de *L. malachurum* avec 10,52%, ces deux espèces appartiennent à la famille des Halictidae. *P. pici* est également abondante avec un taux de 8,39%, *L. immunitum* avec 7,64%. Nous avons également noté l'abondance des espèces suivantes : *L. villosulum* (5,46%), *B. terrestris* (3,97%) et *A. nigroacerea* (5,06%). En 2017, *L. malachurum* est la plus abondante avec

12,09%, suivie de *B. terrestris* (7,8%), d'*L. immunitum* (5,43%), d'*A. humilis* (5,96%) et d'*A. rufiventris* (5,35%).

Dans la station de Makouda en 2016, l'espèce la plus attirée par les pièges à eau est *A. humilis* avec une abondance de 20,49%. Les autres espèces sont moins abondantes, les mieux représentées appartiennent à la famille des Halictidae comme *L. malachurum* (9,76%), *L. pauxillum* (7%), et aussi *A. fumida* (5,69%) et *E. notata* (5,2%). Par contre, en 2017, *E. pollinosa* est de loin l'espèce la plus fréquente avec une abondance de 40,14%, elle appartient à la famille des Apidae, suivie d'*E. numida* (8,16%), *E. punctatissima* (8,39%) de la même famille, et d'*O. cornuta* (7,71%) de la famille des Megachilidae.

L'espèce la plus présente dans les pièges à eau durant l'année 2016 est *L. villosulum* dans la station de Tizirt, avec une abondance relative de 19,8%. Elle est abondante également en 2017 avec 15,79%. Les autres espèces abondantes également la première année sont : *A. fumida* (14,7%), *L. malachurum* (6,9%), *Panurgus pici* (5,6%), *L. pauxillum* (5,2%) et *L. immunitum* (5,2%). L'espèce la plus dominante en 2017 est *D. sinuata* avec une abondance relative de 28,29%, suivie d' *L. villosulum* (15,8%), *L. malachurum* (9,87%) et d'*A. flavipes* (5,92%).

En 2016, les espèces les plus abondantes dans les pièges à eau dans la station de Bastos sont pour la plupart de la famille des Halictidae entre autre : *L. pauxillum* la plus dominante avec une abondance relative de 10,6%, suivi de *L. malachurum* (8,5%), d'*A. labiata* (8,5%) et de *E. punctatissima* (5,7%). Cependant, les espèces les plus capturées en 2017 sont pour la plupart de la famille des Apidae et qui sont: *E. notata* avec une abondance relative de 7,74%, *H. scabiosae* (6,45%), *E. collaris* (7,74%) et *E. malachurum* (6,45%).

1.1.4.1.3. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence (F.O), exprimées en pourcentage (%), des espèces d'abeilles solitaires capturées à l'aide des pièges à eau et le filet entomologique durant deux années d'étude (2016 et 2017), sont mentionnées en Annexe (Tab.01 et 02).

D'après les résultats des relevés effectués dans les quatre stations et avec l'utilisation des pièges colorés et le filet entomologique, les abeilles sont classées dans 6 catégories d'espèces. Vu l'abondance des espèces dans les stations, la plupart d'entre elles sont classées dans la catégorie des accessoires et accidentelles et parfois rares. Tandis que, les espèces classées dans la catégorie des omniprésentes, constantes et régulières sont moins fréquentes.

Les abeilles capturées par les pièges à eau en 2016 montrent la présence de 6 classes d'espèces. Une seule espèce omniprésente *L. villosulum*, enregistrée dans la station de Tizirt.

Alors que la même espèce est constante dans la station de Drâa El Mizan. Les abeilles les plus abondantes dans les relevés et classées constantes sont *L. malachurum* et *L. pauxillum*. Ces deux espèces sont présentes dans la station de Drâa El Mizan et régulières dans les stations de Makouda et Tizirt. *L. immunitum* est également constante dans la station de Draa El Mizan et régulière à Makouda. *P. pici* est constante à Drâa El Mizan et régulière à Bastos, mais elle est moins présente dans les relevés des autres stations. L'espèce *A. flavipes* est abondante à Bastos seulement elle est classée dans la catégorie des constantes. Parmi les espèces qui sont abondantes dans une seule station et classées dans la catégorie des régulières nous citons : *A. mucida* à Bastos, *A. fumida* à Tizirt et *Lasioglossum* sp. 1 dans la station de Tizirt.

En 2017, les résultats des relevés des pièges colorés, montrent la présence de 5 classes d'espèces, avec l'absence de la classe omniprésente. Les espèces constantes présentes à Draa El Mizan sont: *L.malachurum* et *L.pauxillum*. Dans la station de Makouda, *N.nobilis* est la seule espèce constante enregistrée. Les espèces classées dans la catégorie des régulières se trouvent dans la station de Drâa El Mizan comme *B.terrestris*, *E.notata*, *L.immunitum*, *A.flavipes*, *A.nigroacerea* et *P.pici*. Dans la station de Makouda deux espèces régulières sont notées: *E.pollinosa* et *O.cornuta*. Alors que dans la station de Tizirt une seule espèce est régulière : *L. villosulum*.

En ce qui concerne les espèces capturées à l'aide du filet entomologique, les abeilles sont classées en 5 catégories et avec l'absence de la classe omniprésente. Durant l'année 2016, deux espèces sont classées constantes, il s'agit de *P. pici* dans la station de Bastos et de *M. apicalis* dans la station de Makouda. Les espèces régulières notées à Bastos sont *L. pauxillum*, *L. villosulum* et *P. banksianus*, alors qu'à Drâa El Mizan une seule espèce est enregistrée il s'agit de *P.pici*. Dans la station de Makouda deux espèces sont régulières qui sont *A.mucida* et *H. scabiosae*. Pour la station de Tizirt, 3 espèces sont notées il s'agit de : *A.plumipes*, *A.aestivalis* et *M.apicalis*.

Pour les résultats de l'année 2017, des abeilles capturées au filet entomologique, les espèces constantes sont absentes. Dans la station de Bastos nous constatons que *E. punctatissima* est la seule espèce régulière inventoriée. A Makouda deux espèces sont classées régulières, il s'agit d'*A.aestivalis* et *E.notata*. Dans la station de Tizirt trois espèces sont enregistrées régulières et qui sont : *A.plumipes*, *H.scabiosae* et *M.apicalis*. Par contre, dans la station de Drâa El Mizan, aucune espèce n'est constante, la majorité des espèces sont soit accessoires, accidentelles ou rares.

1.1.4.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité de Pielou (E) pour les espèces d'abeilles capturées sont mentionnés dans le tableau 10.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver des pièges colorés enregistrées pour les 4 stations en 2016 varient entre 4,53 bits et 4,86 bits. Pour l'année 2017, les valeurs diffèrent d'une station à une autre, les plus élevées sont enregistrées dans la station de Bastos et Drâa El Mizan avec 5,18 bits et 5 bits respectivement. Par contre, les valeurs sont faibles à Tigzirt avec 3,82 bits et Makouda avec 3,50 bits.

Tableau 10 – L'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) pour les deux années d'études.

	Pièges colorés								Filet entomologique							
	2016				2017				2016				2017			
Stat.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.	B.	D.	M.	T.
H' (bits)	4,85	4,81	4,86	4,53	5,18	5,00	3,50	3,82	5,03	4,85	4,95	5,04	5,79	5,41	5,36	5,77
$H'_{\max}$ (bits)	7,14	10,76	9,26	8,95	7,29	10,16	8,78	7,25	9,53	9,50	9,65	9,52	8,77	9,09	8,39	8,70
E	0,68	0,45	0,52	0,51	0,71	0,49	0,40	0,53	0,53	0,51	0,51	0,53	0,66	0,60	0,64	0,66

B : Bastos, **D** : Draa El Mizan, **M** : Makouda, **T** : Tigzirt

Concernant l'échantillonnage par l'utilisation du filet entomologique, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver les plus élevées en 2016, sont notées au niveau des stations de Tigzirt et Bastos avec 5,04 et 5,03 bits respectivement. Dans les deux autres stations les valeurs de H' sont également élevées avec 4,95 bits dans la station de Makouda et 4,58 bits à Drâa El Mizan. Par ailleurs, les valeurs de H' en 2017 ne diffèrent pas considérablement entre les stations d'étude. Elle est légèrement élevée dans la Station de Bastos avec 5,79 bits, suivi de la station de Tigzirt avec 5,77bits, et de Drâa El Mizan et Makouda avec des valeurs de 5,41bits et 5,36 bits respectivement.

Selon les résultats présentés dans le tableau 10, l'équitabilité des espèces d'abeilles pour celles piégées dans l'eau tend vers 1, ce qui signifie que les espèces sont en équilibre entre

elles. Les mêmes constatations sont notées pour les espèces d'abeilles capturées à l'aide du filet entomologique.

1.1.5. Phénologie des apoïdes

La phénologie de l'ensemble des abeilles ainsi que la phénologie des familles d'abeilles sont développées pour déterminer leur présence par mois durant les deux années d'étude.

1.1.5.1. Phénologie de l'ensemble des abeilles

Les investigations réalisées dans les quatre stations d'étude et durant deux années consécutives a permis d'établir les différentes périodes d'activité de butinage des abeilles recensées. Les résultats sont groupés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Nombre de spécimens de l'ensemble d'apoïdes répertoriés par mois dans les stations d'étude durant deux ans (2016 - 2017).

	Jan	fév.	Mar	Avril	mai	juin	juil.	Aout	sep	oct.	Nov.	Déc.
Apidae	27	353	879	831	501	193	121	158	64	34	4	1
Halictidae	10	284	448	333	395	601	253	123	87	50	28	10
Andrenidae	23	131	322	774	668	467	51	2	-	3	10	3
Megachilidae	-	44	141	157	123	103	122	156	97	35	1	-
Colletidae	-	4	12	26	44	26	59	17	21	60	8	-
Mellitidae	-	-	-	-	9	9	-	-	1	88	5	-
Total	60	816	1802	2121	1740	1399	606	456	270	270	56	14

Selon le tableau 11, le vol de l'ensemble des abeilles inventoriées dans les sites d'étude s'étale sur 12 mois. Les premières investigations des abeilles est effectuée à partir du mois de Janvier et se termine avec les dernières fleurs présentes dans les sites d'étude pour la méthode de capture au filet entomologique. Tandis que, l'échantillonnage à l'aide des pièges colorés est arrêté lorsque la présence des abeilles dans les pièges est nulle.

Les premières abeilles commencent à voler dans les stations dès le mois de janvier avec 60 individus. L'effectif total commence à augmenter avec les mois qui suivent pour atteindre leur pic d'abondance entre le mois de Mars et le mois de juin. Le plus grand pic est noté vers le mois d'Avril avec 2121 spécimens recensés. Une régression totale des individus est enregistrée à partir du mois de Juillet avec 606 spécimens. Les effectifs ne cessent de baisser pour atteindre ces faibles nombres vers le moins de Novembre ou Décembre selon les familles.

1.1.5.2. Phénologie des familles d'abeilles

La phénologie des familles d'abeilles capturées par la méthode d'échantillonnage active et passive, est présentée dans les tableaux 12 et 13.

Tableau 12 : Nombre de spécimens d'apoïdes répertoriés par mois dans les stations capturés au filet entomologique durant deux ans d'étude (2016 - 2017).

	Jan	fév.	Mar	Avril	mai	juin	juil.	Aout	sep	oct.	Nov.	Déc.
Apidae	27	296	456	424	258	129	110	151	51	27	2	-
Halictidae	10	53	109	84	87	147	119	82	37	16	3	-
Andrenidae	23	67	123	237	241	251	20	2	-	-	10	-
Megachilidae	-	41	84	129	83	78	114	155	86	31	1	-
Colletidae	-	4	11	20	29	20	42	15	11	59	8	-
Mellitidae	-	-	-	-	-	2	-	-	-	50	3	-
	60	461	783	894	700	625	405	405	185	183	27	-

D'après les tableaux 12, la plupart des abeilles notées au mois de Janvier sont celles capturées au filet entomologique. Alors qu'aucune abeille n'a été enregistrée dans les pièges à eau. Les abeilles capturées au filet entomologique ont atteint leur grande abondance au mois d'avril avec 894 individus, les mêmes constatations sont notées dans les pièges colorés avec 1227 individus. En outre, les abeilles ne volent que rarement au mois de Décembre, cela n'est remarquable que grâce aux pièges à eau.

Tableau 13 : Nombre de spécimens d'apoïdes répertoriés par mois dans les stations, piégés dans les coupelles colorées durant deux années d'étude (2016 - 2017).

	Jan	fév.	Mar	Avril	mai	juin	juil.	Aout	sep	oct.	Nov.	Déc.
Apidae	-	57	423	407	243	64	11	7	13	7	2	1
Halictidae	-	231	339	249	308	454	134	41	50	34	25	10
Andrenidae	-	64	199	537	427	216	31	-	-	3	-	3
Megachilidae	-	3	57	28	40	25	8	1	11	4	-	-
Colletidae	-	-	1	6	15	6	17	2	10	1	-	-
Mellitidae	-	-	-	-	7	9	-	-	1	38	2	-
	-	355	1019	1227	1040	774	201	51	85	87	29	14

La présence des familles d'abeilles dans les stations diffère entre elles selon les mois. Toutes les abeilles marquent leur présence à partir du mois de Janvier ou Février, à l'exception de la famille des Mellitidae dont les spécimens ne commencent à voler qu'à partir du mois de Mai, puis disparaissent pendant 2 mois (Juillet et Aout) et reprennent leurs activités entre

Septembre et Novembre. Toutes fois, elles sont plus abondantes en Octobre avec 88 individus dénombrés.

Les phénologies des familles d'abeilles rencontrées sont illustrées par les figures 38, 39, 40, 41, 42 et 43.

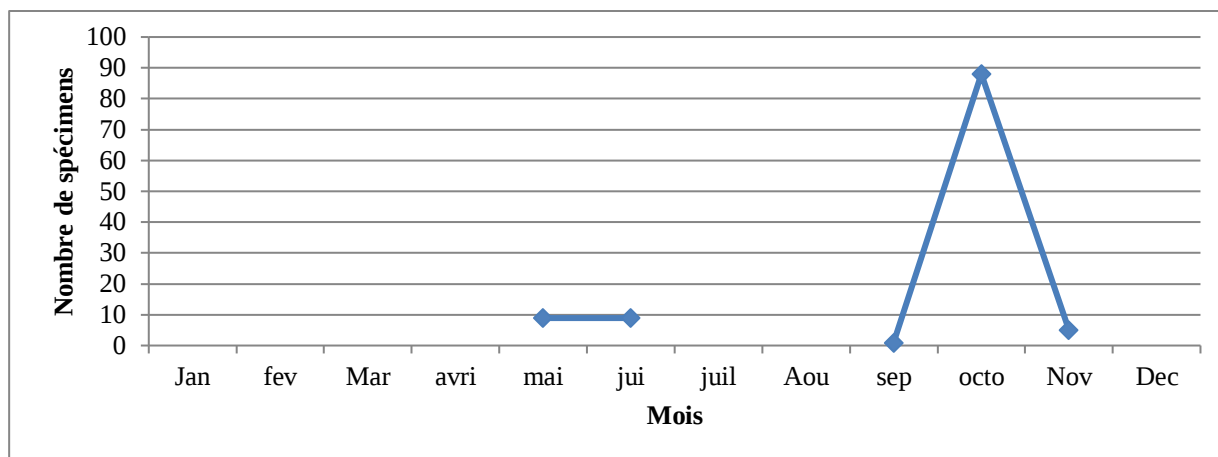


Figure 38 : Phénologie des Mellitidae

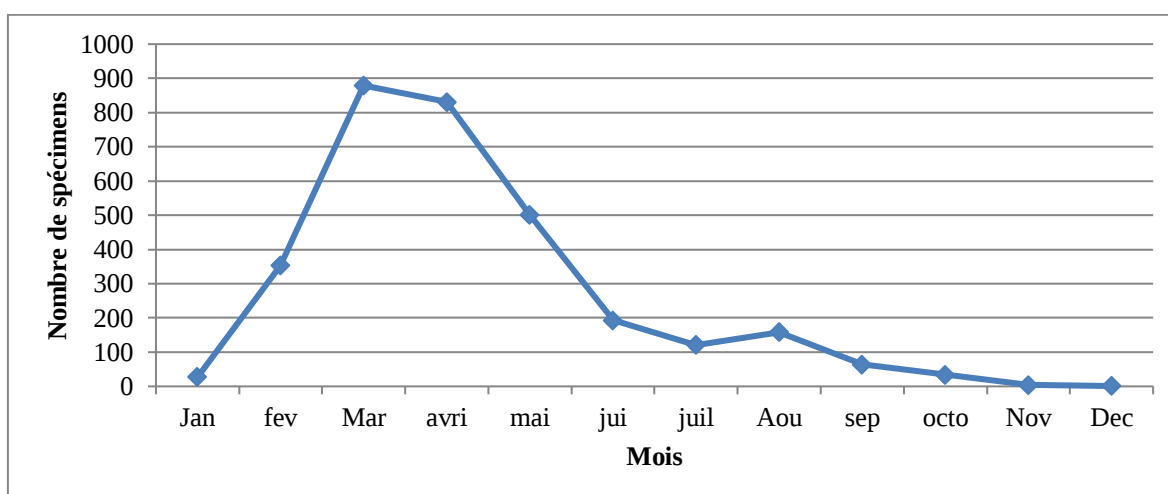


Figure 39: Phénologie des Apidae

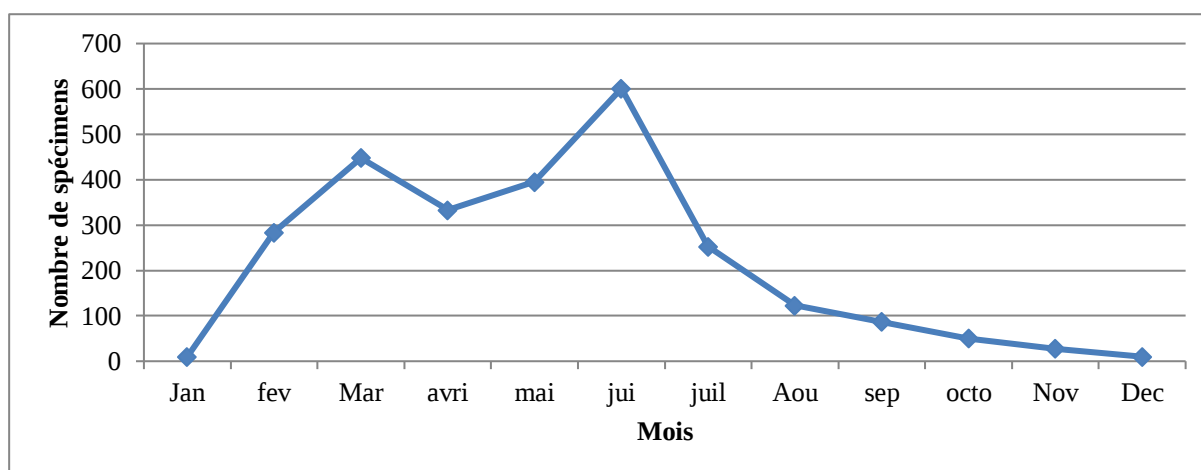


Figure 40 : Phénologie des Halictidae

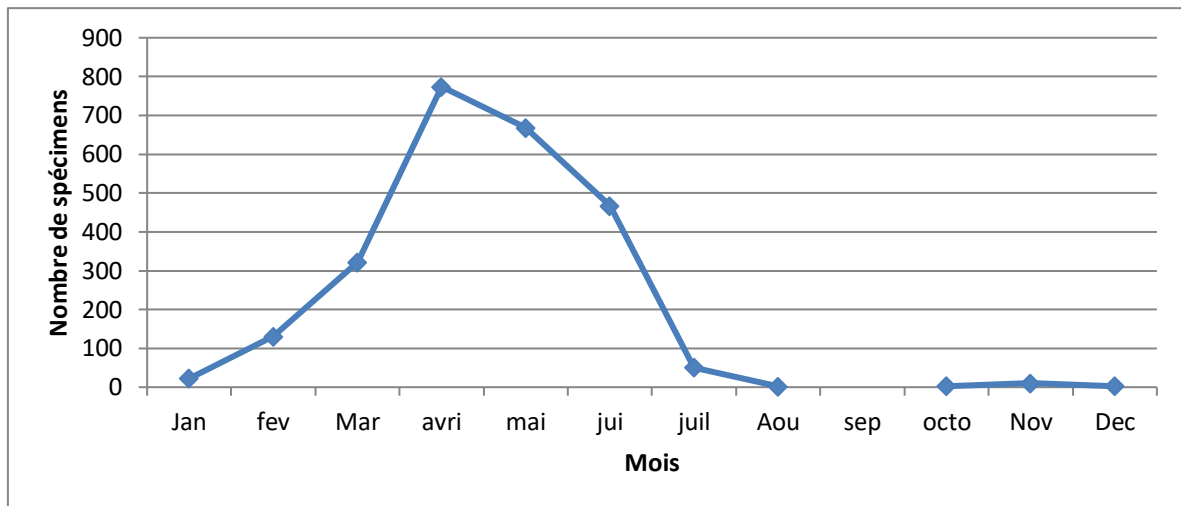


Figure 41 : Phénologie des Andrenidae

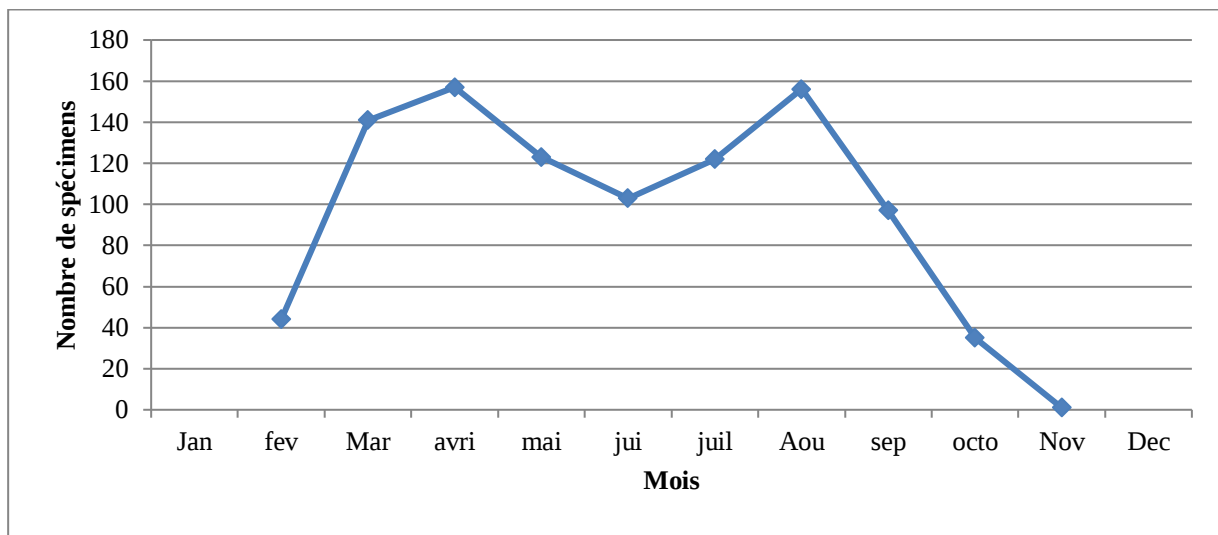


Figure 42 : Phénologie des Megachilidae

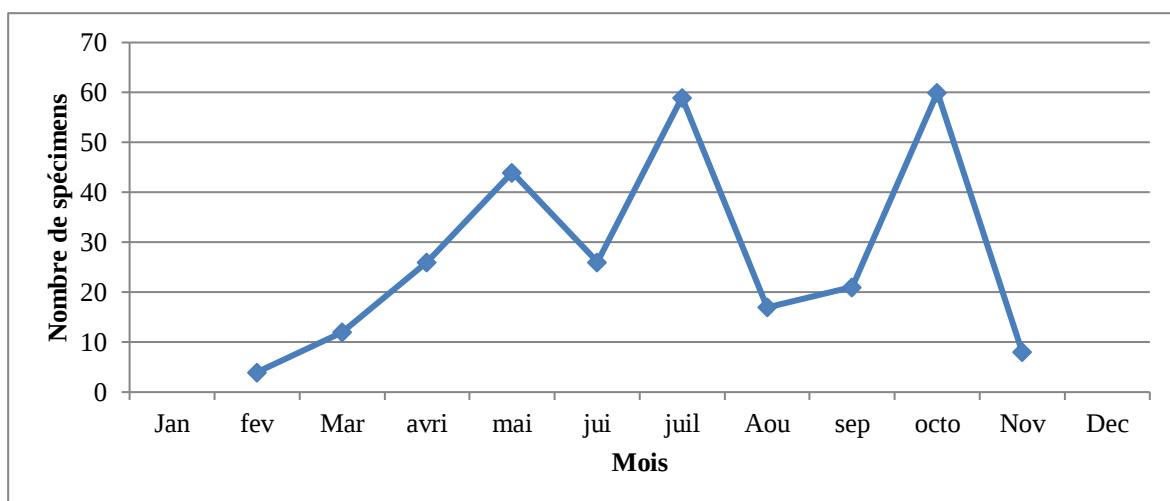


Figure 43 : Phénologie des Colletidae

La famille des Apidae est présente durant tous les mois. Son pic d'abondance est atteint au mois de Mars avec 879 spécimens. Tandis que, son plus bas effectif est noté en Décembre avec un seul individu.

Les Halictidae sont présents tout au long de la période d'échantillonnage. Leurs abondance est remarquable au mois de Mars avec 448 individus, mais il est plus important pour le deuxième pic enregistré en Juin avec 601 spécimens capturés. Cette grande abondance ne tarde pas à diminuer progressivement, durant les quelques jours qui suivirent, mais l'effectif persiste jusqu'au mois de Décembre pour s'annuler progressivement vers le milieu du mois.

Les individus de la famille des Andrenidae ont commencé à voler très tôt au mois de Janvier. Leur abondance augmente progressivement avec les mois pour atteindre leur pic au mois d'Avril avec 774 spécimens. L'effectif commence à diminuer et marque un arrêt temporaire vers le mois de Septembre, avec la disparition des individus et reprend de nouveau à partir d'Octobre avec quelques individus et disparaît complètement en Décembre.

La famille des Megachilidae est également présente dans les sites à partir du mois de Février. L'effectif marque deux pics dans l'année, l'un en Avril avec 157 et l'autre en Août avec 156 individus. L'ensemble des abeilles commence à diminuer après le deuxième pic pour s'annuler en Novembre.

La période de vol des Colletidae, s'étale du mois de Février jusqu'au mois de Novembre. L'effectif a effectué plusieurs fluctuations dans l'année. Trois pics d'abondance, sont enregistrés au mois de Mai avec 44 individus, Juil avec 59 spécimens et Octobre avec 60 individus. L'ensemble des abeilles de la famille des Colletidae commence à se rarifier dans les stations à partir de fin Novembre.

1.2. Choix floraux des abeilles

La flore butinée par les abeilles est échantillonnée tout au long de l'inventaire. Les abeilles sont capturées au moment de leur butinage sur les fleurs, ainsi chaque abeille se nourrissant de pollen et de nectar, est capturée avec l'espèce de plante butinée. Le suivi des populations d'abeilles est effectué depuis le mois de Janvier jusqu'au mois de Décembre, et ce durant les deux années d'étude.

1.2.1. Composition de la flore butinée

Les familles et les espèces végétales recensées dans les quatre stations d'études ainsi que le nombre de visites sont détaillées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Composition de la flore visitée par l'ensemble des abeilles

Familles de plantes	Espèce de plantes	Nbre de visites d'abeilles
Asteraceae (Compositae)	<i>Carlina involucrata</i>	438
	<i>Leontodon</i> sp.	178
	<i>Centaurea salmantica</i>	164
	<i>Chrysanthemum myconis</i>	125
	<i>Dittrichia viscosa</i>	117
	<i>Sonchus</i> sp.2	103
	<i>Galactites tomentosa</i>	95
	<i>Scolymus hispanicus</i>	87
	<i>Picris echinoides</i>	83
	<i>Bellis sylvestris</i>	68
	<i>Andryala integrifolia</i>	67
	<i>Pallenis spinosa</i>	48
	<i>Bellis annua</i>	45
	<i>Pulicaria odora</i>	44
	<i>Sonchustenerriumus</i>	34
	<i>Cichorium intybus</i>	31
	<i>Calendula arvensis</i>	29
	<i>Crepis</i> sp.	19
	<i>Seneciodelphinifolius</i>	18
	<i>Anacycluscluvatus</i>	17
	<i>Foeniculumvulgare</i>	14
	<i>Sonchus</i> sp.	9
	<i>Hysoris radiata</i>	2
	<i>Chrysanthemum segetum</i>	1
Fabaceae (Papilionaceae, eguminosae)	<i>Vicia faba</i>	169
	<i>Medicago arabica</i>	54
	<i>Ononis</i> sp.	48
	<i>Trifolium paretense</i>	47
	<i>Vicia sativa</i>	37
	<i>Hedysarum flexuosum</i>	36
	<i>Trifolium</i> sp.2	18
	<i>Lotus biflorus</i>	17
	<i>Medicago</i> sp.1	16
	<i>Lotus</i> sp.	14
	<i>Trifolium</i> sp.	13
	<i>Vicia</i> sp.2	8
	<i>Trifolium</i> sp.3	5
	<i>Melilotus indica ou muricatus</i>	1
Lamiaceae (Labiatae)	<i>Lavandulastoechas</i>	66
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	61
	<i>Stachysymastium</i>	52
	<i>Salviaverbenaca</i>	50
	<i>Sabiaofficinalis</i>	30
	<i>Salviaarvensis</i>	30
	<i>Stachysmariifolium</i>	8
Brassicaceae (Crucifera)	<i>Sinapis arvensis</i>	94
	<i>Capsellabursa-pastoris</i>	10
	<i>Labulariamuritama</i>	4
	<i>Labulariamuritama</i>	3
Apiaceae= Umbelliferae	<i>Dacus carota</i>	62
	<i>Kundmannia sicula</i>	27
	<i>Torilis</i> sp.	24

	<i>Scandix pecten-veneris</i>	6
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	165
	<i>Cerithe major</i>	72
	<i>Borago officinalis</i>	40
Caryophyllaceae	<i>Silene sp.1</i>	37
	<i>Silene sp.2</i>	16
	<i>Stelaria media</i>	5
Geraniaceae	<i>Erodiummalacoides</i>	26
	<i>Geranium sp.</i>	2
Valerianaceae	<i>Fedia cornucopiae</i>	56
	<i>Plantagolamceolata</i>	3
Malvaceae	<i>Malvasylvestris ou lavateratrimetris</i>	81
	<i>Lavatera sp.</i>	7
Convolvulaceae	<i>Convolvulus sp.</i>	217
	<i>Convolvulus althaeoides</i>	8
Papaveraceae	<i>Fumaria capreolata</i>	79
	<i>Papaver sp.</i>	9
Caprifoliaceae	<i>Scabiosaetropurpurea</i>	14
	<i>Lonicera sp.</i>	6
Linaceae	<i>Linum corymbeirum</i>	30
Resedaceae	<i>Reseda alba</i>	26
Primulaceae	<i>Anagalisarvensis</i>	80
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	50
Euphorbiacées	<i>Chrozophoratinctoria</i>	238
Plantaginaceae	<i>Kickxiaspuria</i>	46
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i>	336
Ranunculaceae	<i>Ranunculus muricatus</i>	14
Asparagaceae	<i>Muscari comosum</i>	47
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	5
Ocium	<i>Ociumbasilucum</i>	4
Cistaceae	<i>Helianthemumsp.</i>	1
Rubiaceae	<i>Gallium sp.</i>	1
Solanaceae	<i>Hyoscyamus album</i>	1
Total		4568

D'après les résultats présentés dans le tableau 14, durant les deux années d'étude et dans les quatre stations, 85 espèces de plantes sont visitées par l'ensemble des abeilles capturées. Ces espèces végétales sont réparties en 27 familles végétales.

La flore visitée par les abeilles est constituée principalement de la famille des Asteraceae la plus présente, elle renferme 24 espèces végétales. Suivie de la famille des Fabaceae avec 14 espèces, Lamiaceae avec 7 espèces. Les Brassicaceae et les Apiaceae sont présentes avec 4 espèces chacune et les Boraginaceae, Caryophyllaceae avec 3 espèces chacune. Tandis que, les autres familles elles sont représentées par 2 à 1 espèces.

1.2.2. Familles végétales visitées par les abeilles

Les familles de plantes visitées par l'ensemble des abeilles capturées par le filet entomologique sont détaillées dans le tableau 15.

Tableau 15 : Familles végétales visitées par l'ensemble des Apoïdes (2016-2017)

(N.V : Nombre de visites, % : Pourcentage de visites, Tot.V : Total des visites)

	Apidae		Halictidae		Andrenidae		Megachilidae		Colletidae		Mellitidae		Tot.
Familles	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	
Asteraceae	432	23,72	441	57,50	483	51,33	334	40,73	109	66,87	37	66,07	1836
Fabaceae	338	18,56	25	3,26	51	5,42	63	7,68	6	3,68	-	0	483
Oxalidaceae	211	11,59	46	6,00	29	3,08	50	6,10	-	0,00	-	0	336
Lamiaceae	233	12,80	8	1,04	18	1,91	38	4,63	-	0,00	-	0	297
Boraginaceae	199	10,93	8	1,04	19	2,02	50	6,10	1	0,61	-	0	277
Euphorbiaceae	15	0,82	47	6,13		0,00	176	21,46	-	0,00	-	0	238
Convolvulaceae	26	1,43	44	5,74	136	14,45	18	2,20	1	0,61	-	0	225
Apiaceae	45	2,47	25	3,26	29	3,08	13	1,59	7	4,29	-	0	119
Brassicaceae	14	0,77	22	2,87	58	6,16	8	0,98	9	5,52	-	0	111
Malvaceae	25	1,37	45	5,87	10	1,06	8	0,98	-	0,00	-	0	88
Papaveraceae	76	4,17	-	0,00	11	1,17		0,00	1	0,61	-	0	88
Primulaceae	10	0,55	23	3,00	41	4,36	6	0,73	-	0,00	-	0	80
Valerianaceae	48	2,64	1	0,13	3	0,32	7	0,85	-	0,00	-	0	59
Caryophyllaceae	31	1,70	3	0,39	12	1,28	12	1,46	-	0,00	-	0	58
Verbenaceae	50	2,75	-	0,00		0,00		0,00	-	0,00	-	0	50
Asparagaceae	26	1,43	-	0,00	1	0,11	20	2,44	-	0,00	-	0	47
Plantaginaceae	1	0,05	3	0,39		0,00	3	0,37	20	12,27	19	33,93	46
Linaceae	8	0,44	9	1,17	3	0,32	9	1,10	1	0,61	-	0	30
Geraniaceae	7	0,38	5	0,65	15	1,59	1	0,12		0,00	-	0	28
Resedaceae	3	0,16	7	0,91	7	0,74	1	0,12	8	4,91	-	0	26
Caprifoliaceae	13	0,71	-	0,00	7	0,74	-	0,00	-	0,00	-	0	20
Ranunculaceae	6	0,33	1	0,13	7	0,74	-	0,00	-	0,00	-	0	14
Ocium	2	0,11	-	0,00	-	0,00	2	0,24	-	0,00	-	0	4
Primulaceae	1	0,05	3	0,39	1	0,11	-	0,00	-	0,00	-	0	5
Solanaceae	1	0,05	-	0,00	-	0,00		0,00	-	0,00	-	0	1
Cistaceae	-	0,00	1	0,13	-	0,00		0,00	-	0,00	-	0	1
Rubiaceae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	1	0,12	-	0,00	-	0	1
Tot.	1821	100,00	767	100,00	941	100,00	820	100,00	163	100,00	56	100	4568

La famille d'abeille la plus présente sur les fleurs est celle des Apidae avec un nombre de 1821 visites, suivi de la famille des Andrenidae avec 941 visites et des Megachilidae avec 820 visites. Les Halictidae ont fréquentés 767 fleurs durant la période d'étude. Tandis que les deux familles les moins présentes sont les Colletidae et les Mellitidae avec respectivement 163 et 56 visites.

La famille végétale la plus visitée par les abeilles est celle des Asteraceae avec 1836 visites effectuées. Les deux familles d'abeilles les plus rencontrées sur cette famille végétale sont les Andrenidae avec 483 visites et les Apidae avec 432 visites. La deuxième famille très appréciée par les abeilles est les Fabaceae avec 483 visites. Les Oxalidaceae, représente la troisième famille fréquentée avec 336 visites. Les Lamiaceae, Boraginaceae, Euphorbiaceae et Convolvulaceae ont reçu des visites dont le nombre varie entre 225 et 297 visites. Tandis que,

les familles les moins appréciées des abeilles sont les Solanaceae, les Cistaceae et les Rubiaceae avec une seule visite chacune.

En ce qui concerne les préférences alimentaires des familles d'abeilles, chaque famille est caractérisée par une tendance alimentaire pour une ou plusieurs familles de plantes. La famille végétale la plus visitée des Apidae est la famille des Asteraceae avec un pourcentage de 23,7% du total des visites (Tab. 15). La deuxième famille appréciée par les abeilles est celle des Fabaceae avec des pourcentages de 18,56% et les Lamiaceae avec 12,8%.

Les Halictidae sont également très attirées par les fleurs d'Asteracea, elles leur consacrent plus de la moitié de leurs visites (57,50 %). Viennent ensuite les Euphorbiaceae et les Oxalidaceae avec des taux proches respectivement de 6,13% et 6% et les Convolvulaceae et Malvaceae avec 5,75% et 5,87% respectivement. Tandis que, les autres familles, elles sont moins visitées.

Les Andrenidae ont également concentré leurs visites sur la famille des Asteraceae pour un taux de 51,33% du total des visites. Les Convolvulaceae sont en deuxième position avec 14,45%, viennent ensuite les Brassicaceae, les Fabaceae et les Primulaceae avec respectivement 6,16%, 5,42% et 4,36%. Alors que les autres familles sont moins fréquentées avec des taux n'excédant pas 3%.

La famille des Mégachilidae apprécie les fleurs d'Asteracea mais moins que les deux familles d'abeilles précédentes. Elles ont visité les Asteracea avec des taux de 40,73%, et aussi les Euphorbiaceae avec 21,46%. Elles ont fréquenté aussi les Fabaceae, les Oxalidaceae et Boraginaceae avec des fréquences moindres entre 4,68% et 6,10%. Le reste des familles végétales sont moins fréquentes avec des pourcentages ne dépassant pas 2,5%.

La plupart des Colletidae ont consacré leurs visites sur les fleurs des Astercaea avec un taux de 66,87%, suivi de la famille des Plantaginaceae avec un pourcentage de visite de 12,27%. Par contre, les autres familles sont moins visitées avec des fréquences de 3 à 5%.

Les deux familles végétales visitées par les Mellitidae sont les Asteraceae avec 66,07% et les Plantaginaceae avec 33,93%.

1.2.3. Espèces végétales visitées par les abeilles

Dans le Tableau 16 sont présentées les espèces végétales visitées par les familles d'abeilles recensées au filet entomologique et le taux de visites des familles d'Apoïdes.

Tableau 16 : Taux de visites des familles d'Apoïdes sur les espèces végétales
(N.V : Nombre de visites, % : Pourcentage de visites, T.V : Total des visites)

	Apidae		Halictidae		Andrenidae		Megachilidae		colletidae		mellitidae		T. V.
	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	N.V	%	
<i>Carlina involucrata</i>	198	10,9	65	8,5	4	0,4	171	20,9	-	0,0	-	0,0	438
<i>Oxalis pes-caprae</i>	211	11,6	46	6,0	29	3,1	50	6,1	-	0,0	-	0,0	336
<i>Chrozophora tinctoria</i>	15	0,8	47	6,1	-	0,0	176	21,5	-	0,0	-	0,0	238
<i>Convolvulus sp.</i>	21	1,2	44	5,7	136	14,5	16	2,0	-	0,0	-	0,0	217
<i>Leontodon sp.</i>	20	1,1	60	7,8	97	10,3	1	0,1	-	0,0	-	0,0	178
<i>Vicia faba</i>	147	8,1	7	0,9	12	1,3	3	0,4	-	0,0	-	0,0	169
<i>Echium vulgare</i>	114	6,3	7	0,9	9	1,0	35	4,3	-	0,0	-	0,0	165
<i>Centaurea salmantica</i>	-	0,0	58	7,6	36	3,8	23	2,8	45	27,6	2	3,6	164
<i>Chrysanthemum myconis</i>	17	0,9	21	2,7	72	7,7	6	0,7	9	5,5		0,0	125
<i>Dittrichia viscosa</i>	8	0,4	9	1,2	-	0,0	27	3,3	40	24,5	33	58,9	117
<i>Sonchus sp.2</i>	12	0,7	24	3,1	63	6,7	4	0,5	-	0,0	-	0,0	103
<i>Galactites tomentosa</i>	47	2,6	8	1,0	5	0,5	35	4,3	-	0,0	-	0,0	95
<i>Sinapis arvensis</i>	13	0,7	17	2,2	49	5,2	8	1,0	7	4,3	-	0,0	94
<i>Scolymus hispanicus</i>	19	1,0	42	5,5	1	0,1	19	2,3	6	3,7	-	0,0	87
<i>Picris echioides</i>	25	1,4	26	3,4	15	1,6	15	1,8	1	0,6	1	1,8	83
<i>Malva sylvestris</i>	24	1,3	44	5,7	10	1,1	3	0,4	-	0,0	-	0,0	81
<i>Anagalis arvensis</i>	10	0,5	23	3,0	41	4,4	6	0,7	-	0,0	-	0,0	80
<i>Fumaria capreolata</i>	72	4,0	-	0,0	6	0,6	-	0,0	1	0,6	-	0,0	79
<i>Cerinth major</i>	63	3,5	-	0,0	8	0,9	-	0,0	1	0,6	-	0,0	72
<i>Bellis sylvestris</i>	8	0,4	18	2,3	39	4,1	3	0,4	-	0,0	-	0,0	68
<i>Andryala integrifolia</i>	4	0,2	35	4,6	27	2,9	-	0,0	-	0,0	1	1,8	67
<i>Lavandula stoechas</i>	48	2,6	1	0,1	6	0,6	11	1,3	-	0,0	-	0,0	66
<i>Dacus carota</i>	25	1,4	17	2,2	8	0,9	9	1,1	3	1,8	-	0,0	62
<i>Rosmarinus officinalis</i>	50	2,7	4	0,5	6	0,6	1	0,1	-	0,0	-	0,0	61
<i>Fedia cornucopiae</i>	47	2,6	-	0,0	2	0,2	7	0,9	-	0,0	-	0,0	56
<i>Medicago arabica</i>	35	1,9	1	0,1	9	1,0	9	1,1	-	0,0	-	0,0	54
<i>Stachys oyimastium</i>	44	2,4	-	0,0	-	0,0	8	1,0	-	0,0	-	0,0	52
<i>Lantana camara</i>	50	2,7	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	50
<i>Salvia verbenaca</i>	44	2,4	-	0,0	1	0,1	5	0,6	-	0,0	-	0,0	50
<i>Ononis sp.</i>	16	0,9	6	0,8	1	0,1	25	3,0	-	0,0	-	0,0	48
<i>Pallenis spinosa</i>	32	1,8	5	0,7	3	0,3	8	1,0	-	0,0	-	0,0	48
<i>Muscari comosum</i>	26	1,4	-	0,0	1	0,1	20	2,4	-	0,0	-	0,0	47
<i>Trifolium paretense</i>	39	2,1	2	0,3	4	0,4	2	0,2	-	0,0	-	0,0	47
<i>Kickxia spuria</i>	1	0,1	3	0,4	-	0,0	3	0,4	20	12,3	19	33,9	46
<i>Borago officinalis</i>	22	1,2	1	0,1	2	0,2	15	1,8	-	0,0	-	0,0	40
<i>Vicia sativa</i>	34	1,9	1	0,1	-	0,0	2	0,2	-	0,0	-	0,0	37
<i>Silene sp.1</i>	20	1,1	1	0,1	4	0,4	12	1,5	-	0,0	-	0,0	37
<i>Hedysarum flexuosum</i>	25	1,4	-	0,0	4	0,4	7	0,9	-	0,0	-	0,0	36
<i>Bellis annua</i>	13	0,7	21	2,7	11	1,2	-	0,0	-	0,0	-	0,0	45
<i>Pulicaria odora</i>	3	0,2	5	0,7	22	2,3	14	1,7	-	0,0	-	0,0	44
<i>Sonchus tenerriumus</i>	5	0,3	6	0,8	23	2,4	-	0,0	-	0,0	-	0,0	34
<i>Cichorium intybus</i>	2	0,1	11	1,4	17	1,8	1	0,1	-	0,0	-	0,0	31
<i>Sabia officinalis</i>	21	1,2	3	0,4		0,0	6	0,7	-	0,0	-	0,0	30
<i>Salvia arvensis</i>	21	1,2	-	0,0	2	0,2	7	0,9	-	0,0	-	0,0	30
<i>Calendula arvensis</i>	7	0,4	14	1,8	8	0,9	-	0,0	-	0,0	-	0,0	29
<i>Kundmannia sicula</i>	15	0,8	1	0,1	4	0,4	3	0,4	4	2,5	-	0,0	27

<i>Reseda alba</i>	3	0,2	7	0,9	7	0,7	1	0,1	8	4,9	-	0,0	26
<i>Erodium malacoides</i>	6	0,3	5	0,7	15	1,6	-	0,0	-	0,0	-	0,0	26
<i>Torilis sp.</i>	4	0,2	5	0,7	15	1,6	-	0,0	-	0,0	-	0,0	24
<i>Linum corymberum</i>	7	0,4	6	0,8	2	0,2	7	0,9	1	0,6	-	0,0	23
<i>Crepis sp.</i>	2	0,1	3	0,4	14	1,5	-	0,0	-	0,0	-	0,0	19
<i>Senecio delphinifolius</i>	5	0,3	-	0,0	8	0,9	5	0,6	-	0,0	-	0,0	18
<i>Trifolium sp.2</i>	9	0,5	2	0,3	4	0,4	2	0,2	1	0,6	-	0,0	18
<i>Lotus biflorus</i>	10	0,5	2	0,3	4	0,4	1	0,1	-	0,0	-	0,0	17
<i>Anacyclus clavatus</i>	2	0,1	5	0,7	9	1,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	17
<i>Silene sp.</i>	9	0,5	1	0,1	6	0,6	-	0,0	-	0,0	-	0,0	16
<i>Medicago sp.1</i>	7	0,4	3	0,4	3	0,3	3	0,4	-	0,0	-	0,0	16
<i>Lotus sp.</i>	7	0,4	-	0,0	1	0,1	6	0,7	-	0,0	-	0,0	14
<i>Scabiosae atropurpurea</i>	7	0,4	-	0,0	7	0,7	-	0,0	-	0,0	-	0,0	14
<i>Foeniculum vulgare</i>	1	0,1	4	0,5		0,0	1	0,1	8	4,9	-	0,0	14
<i>Ranunculus muricatus</i>	6	0,3	1	0,1	7	0,7	-	0,0	-	0,0	-	0,0	14
<i>Trifolium sp.</i>	-	0,0	1	0,1	6	0,6	1	0,1	5	3,1	-	0,0	13
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	0,0	3	0,4	6	0,6	-	0,0	1	0,6	-	0,0	10
<i>Sonchus sp.</i>	1	0,1	-	0,0	8	0,9	-	0,0	-	0,0	-	0,0	9
<i>Papaver sp.</i>	4	0,2	-	0,0	5	0,5	-	0,0	-	0,0	-	0,0	9
<i>Stachys mariifolium</i>	5	0,3	-	0,0	3	0,3	-	0,0	-	0,0	-	0,0	8
<i>Vicia sp.2</i>	7	0,4	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	8
<i>Convolvulus althaeoides</i>	5	0,3	-	0,0	-	0,0	2	0,2	1	0,6	-	0,0	8
<i>Lavatera sp.</i>	1	0,1	1	0,1	-	0,0	5	0,6	-	0,0	-	0,0	7
<i>Lium corymbiferum</i>	1	0,1	3	0,4	1	0,1	2	0,2	-	0,0	-	0,0	7
<i>Scandix pecten-veneris</i>	1	0,1	2	0,3	2	0,2	1	0,1	-	0,0	-	0,0	6
<i>Lonicera sp.</i>	6	0,3	-	0,0		0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	6
<i>Stelaria media</i>	2	0,1	1	0,1	2	0,2	-	0,0	-	0,0	-	0,0	5
<i>Anagallis arvensis</i>	1	0,1	3	0,4	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	5
<i>Trifolium sp.3</i>	2	0,1	-	0,0	1	0,1	2	0,2	-	0,0	-	0,0	5
<i>Ocimum basilicum</i>	2	0,1	-	0,0	-	0,0	2	0,2	-	0,0	-	0,0	4
<i>Labularia muritama</i>	1	0,1	2	0,3	3	0,3	-	0,0	1	0,6	-	0,0	7
<i>Plantagolamceolata</i>	1	0,1	1	0,1	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	3
<i>Geranium sp.</i>	1	0,1	-	0,0	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	2
<i>Hysoriradiata</i>	1	0,1	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	2
<i>Melilotus indica</i>	-	0,0	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	1
<i>Chrysanthemum segetum</i>	-	0,0	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	1
<i>Helianthemumsp.</i>	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	1
<i>Gallium sp.</i>	-	0,0	-	0,0	-	0,0	1	0,1	-	0,0	-	0,0	1
<i>Hyoscyamus album</i>	1	0,1	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	1
<i>Carlina involucrata</i>	1821	100,0	767	100,0	941	100,0	820	100,0	163	100,0	56	100,0	4568

Les résultats présentés dans les tableaux 16 et figure 44, montrent que les abeilles ont visité un grand nombre d'espèces végétales avec 85 espèces fréquentées. L'espèce végétale la plus butinée par ces insectes est *C. involucrata* avec 438 visites notées soit 9,58% de l'ensemble des visites. La deuxième plante appréciée est *Oxalis pes-caprae* avec 336 visites soit 7,35% de l'ensemble des visites. *C. tinctoria* est la troisième plante butinée avec 238 visites ce qui représente 5,21 % des visites suivie de *Convolvulus sp.* avec 217 visites. *Leontodon sp.*, *V.*

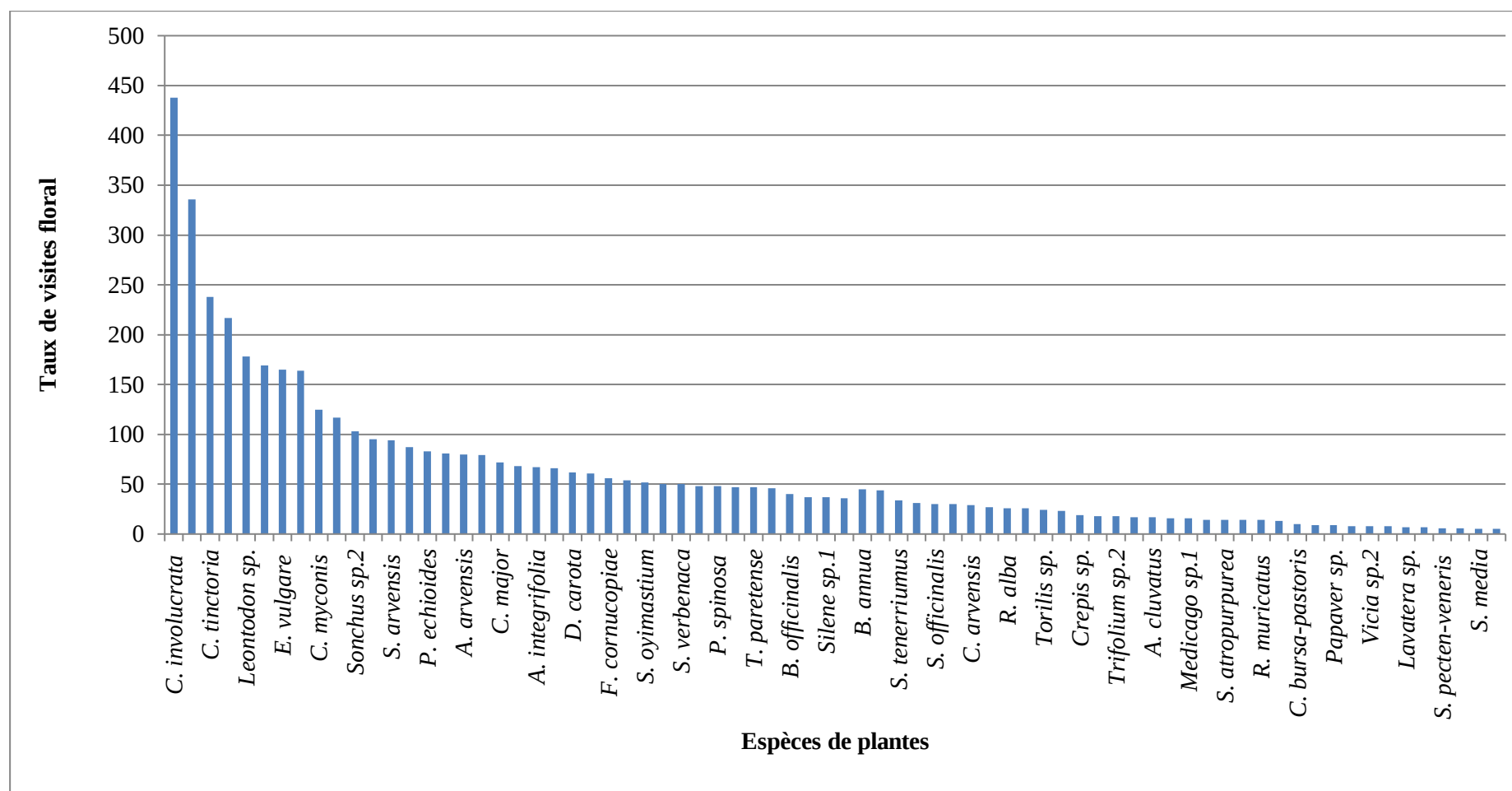


Figure 44: Répartition des visites florales effectuées par l'ensemble des Apoïdes entre les espèces végétales

faba, *E. vulgare*, *C. salmantica*, *C. myconis* *D. viscosa* et *Sonchus* sp.2, sont visitées avec respectivement ; 178, 196, 165, 164, 125, 117 et 103 visites. Les espèces les moins fréquentées par les abeilles sont *M. indica*, *C. segetum*, *Helianthemum* sp., *Gallium* sp. et *H. album* avec une seule visite pour chaque plante.

La préférence alimentaire des abeilles diffère selon les familles d'abeilles. La famille des Apidae a fréquenté le plus grand nombre de plantes avec 78 espèces végétales. Leur plus grand taux de visite est consacré aux deux espèces suivantes : *O. pes-caprae* et *C. involucrata* avec respectivement 11,6% et 10,6% de taux de visites.

Les Andrenidae ont visitées 68 espèces botanique, les plus fréquentées sont : *Convolvulus* sp. avec un pourcentage de 14,5%, suivi de *Leontodon* sp. avec un taux de 10,3%, *C. myconis* avec 7,7%, *Sonchus* sp.2 avec 6,7 et *S. arvensis* avec 5,2%.

Un total de 60 espèces de plantes est visité par les Halictidae. Les espèces les plus appréciées sont : *C. involucrata* avec taux de 8,5%, suivi de *Leontodon* sp. avec un pourcentage de 7,8%, *C. salmantica* avec 7,6% et de *C. tinctoria* et *O. pes-caprae* avec respectivement 6,1% et 6%.

La famille des Megachilidae a butiné 57 espèces végétales. Deux espèces sont très appréciées, il s'agit de *C. tinctoria* et *C. involucrata* avec respectivement 21,5% et 20,9% de taux de visites. Les autres espèces moins fréquentées par les Megachilidae sont : *C. tinctoria* avec un pourcentage de visites de 6,1%, *E. vulgare* avec 4,3% et *G. tomentosa* avec 4,3%. Les autres plantes sont rarement fréquentées par les Megachilidae.

Les Colletidae ont butiné 19 espèces de plantes. Leur plus grand intérêt est porté sur *D. viscosa* avec un taux de 27,6% des visites, suivie de *C. salmantica* avec 24,5%, et aussi pour *K. spuria* avec 12,3% des visites.

La famille des Mellitidae est la moins diversifiée de notre inventaire, elle est représentée par une seule espèce. Cette dernière a visitée 5 espèces de plantes. L'espèce végétale la plus appréciée par cette espèce est *D. viscosa*, elle lui consacre plus de la moitié de ses visites avec un taux de 58,9%, suivi de *K. spuria* avec 33,3% de l'ensemble des visites.

2. Diversité et abondance des abeilles sauvages butineuses des fleurs d'*H. flexuosum*.

Le Sulla est parmi les légumineuses spontanées qui attirent un grand nombre d'espèces d'abeilles sauvages. Dans cette partie sont développés les résultats de l'inventaire des espèces d'abeilles sauvages qui fréquentent les fleurs d'*H. flexuosum* durant trois années d'étude.

2.1. Résultat de l'inventaire des abeilles sauvages

L'inventaire des abeilles sauvages butineuses les fleurs d'*H. flexuosum*, capturées au filet entomologique, durant trois saisons de floraison (2017, 2018 et 2019), nous permet de dresser la liste des abeilles organisées par famille, genres et espèces, mentionnés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Abondance et fréquence des visites des abeilles sur les fleurs du *H. flexuosum* durant les trois années d'étude (2017, 2018 et 2019).

Familles	Genres	Espèces	2017	2018	2019	ni
Apidae	<i>Eucera</i>	<i>E. punctatissima</i>	16	15	8	39
		<i>E. numida</i>	10	20	2	32
		<i>E. collaris</i>	3	7	3	13
		<i>E. spatulata</i>	-	1	1	2
		<i>E. pollinosa</i>	-	-	1	1
		<i>E. nigrescens</i>	-	-	1	1
		<i>E. interrupta</i>	-	-	1	1
		<i>E. elongatula</i>	-	-	2	2
	<i>Nomada</i>	<i>N. nobilis</i>	-	-	2	2
		<i>N. basalis</i>	-	-	1	1
	<i>Ceratina</i>	<i>C. cucurbitina</i>	3	5	3	11
	<i>Bombus</i>	<i>B. terrestris</i>	2	-	-	2
	<i>Anthophora</i>	<i>A. quadricolor</i>	2	-	-	2
		<i>A. plumipes</i>	1	1	-	2
	<i>Tetralonia</i>	<i>T. nigriceps</i>		1	-	1
Megachilidae	<i>Osmia</i>	<i>O. heteracantha</i>	1	-	-	1
		<i>O. caerulea</i>	2	-	3	5
		<i>O. versicolor</i>	-	-	1	1
		<i>Osmia</i> sp.	2	-	-	2
	<i>Hoplitis</i>	<i>H. adunca</i>	3	-	6	9
		<i>H. insularis</i>	1	-	-	1
	<i>Anthidium</i>	<i>A. manicatum</i>	1	1	-	2
	<i>Chalicodoma</i>	<i>C. ericetorum</i>	2	-	5	7
		<i>Chalicodoma</i> sp.		3	-	3
	<i>Chelostoma</i>	<i>Chelostoma</i> sp.	1	-	-	1
	<i>Heriades</i>	<i>Heriades</i> sp.1	-	-	1	1
		<i>Heriades</i> sp.2	1	-	-	1
Andrenidae	<i>Andrena</i>	<i>A. similis</i>	2	2	4	8
	<i>Panurgus</i>	<i>P. pici</i>	1	-	-	1
Halictidae	<i>Halictus</i>	<i>H. gemmeus</i>	1	-	-	1
Total	15	30	55	56	45	156

Le suivi des abeilles butineuses des fleurs du Sulla a permis de recenser 156 individus répartis en 30 espèces et 15 genres et 4 familles d'abeilles sauvages suivantes : les Apidae, Megachilidae, Halictidae et les Andrenidae. Le nombre d'individus est de 55 et 56 respectivement en 2017 et 2018, il est légèrement en baisse en 2019 avec 45 spécimens.

2.1.1. Répartition du nombre d'individus par famille

Les distributions des pourcentages du nombre d'abeilles par famille et par années sont illustrées par les figures 45 et 46.

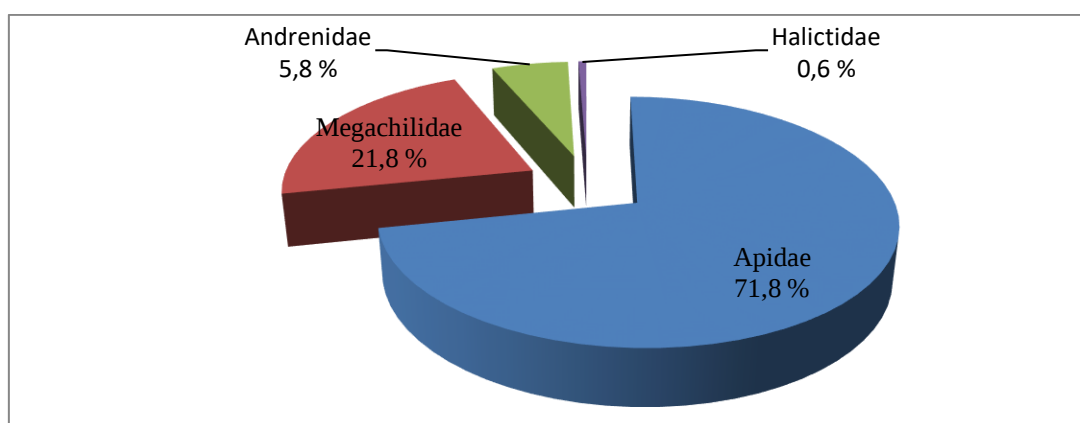


Figure 45 : Pourcentage des familles d'Apoïdes échantillonné durant les 3 années d'étude

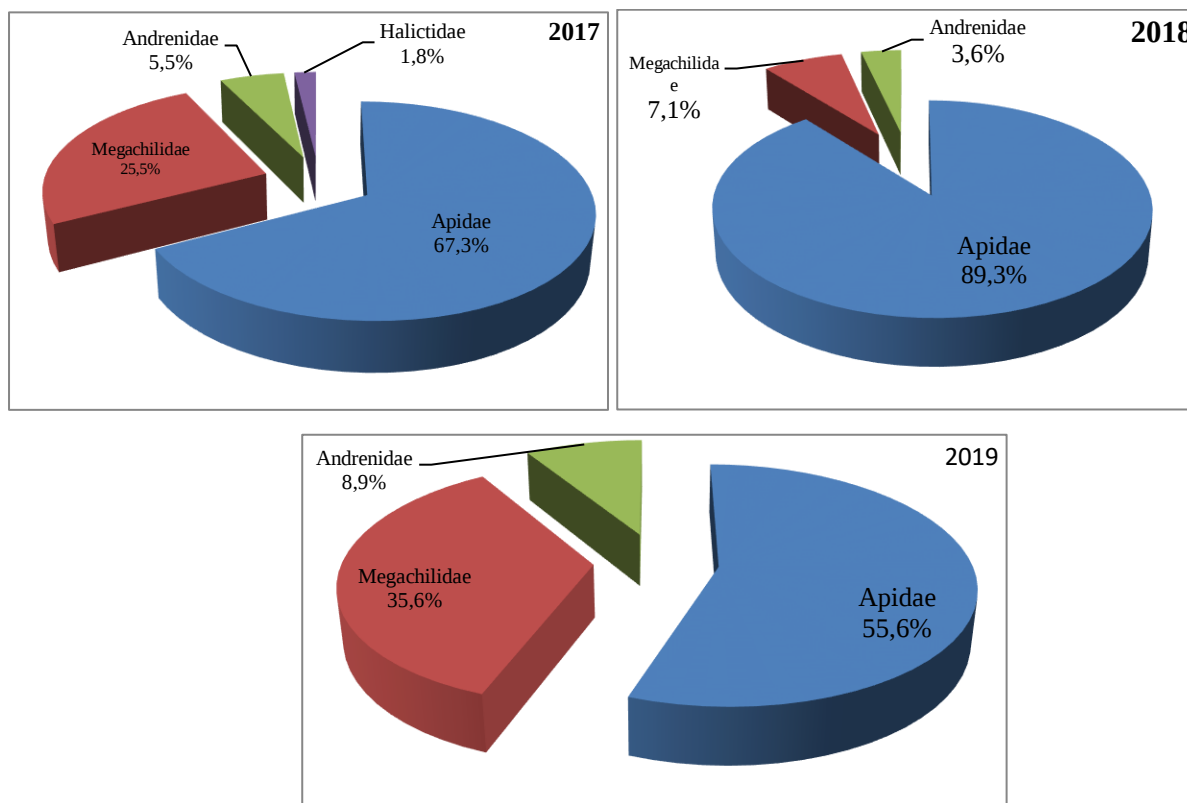


Figure 46 : Distribution du pourcentage des familles d'abeilles selon les années d'étude.

L'analyse de la distribution des pourcentages des familles d'Apoïdes échantillonné durant les trois années d'étude, montre que la famille des Apidae est la plus dominante des abeilles visiteuses des fleurs du Sulla durant la période d'étude. Elle représente environ 72% de l'ensemble de la faune capturée, suivis de la famille des Megachilidae avec 21,8%. Les Andrenidae et les Halictidae sont moins abondantes, elles représentent chacune des pourcentages faibles avec respectivement 5,8% et 0,6%.

D'après les résultats montrés dans la figure 46, la plus grande abondance des Apidae est notée en 2018 avec 89,3% du total des abeilles. La famille des Megachilidae qui présente environ 22% des abeilles, atteint son pic d'abondance en 2017 et 2019 avec des fréquences qui varient entre 25,5 et 33,6%, alors que sa présence est faible en 2018 avec seulement 7,1%. La famille des Andrenidae est présente chaque année avec de faibles pourcentages, elle varie entre 3,6 et 8,9%. Tandis que, la famille des Halictidae est la moins présente, elle est faiblement représentée en 2017 avec un seul individu seulement et complètement absentes les 02 autres années.

2.1.1. Répartition du nombre de genre et espèces par famille

La distribution du nombre de genres et espèces par famille durant les 3 années d'étude sont représentés par la figure 47.

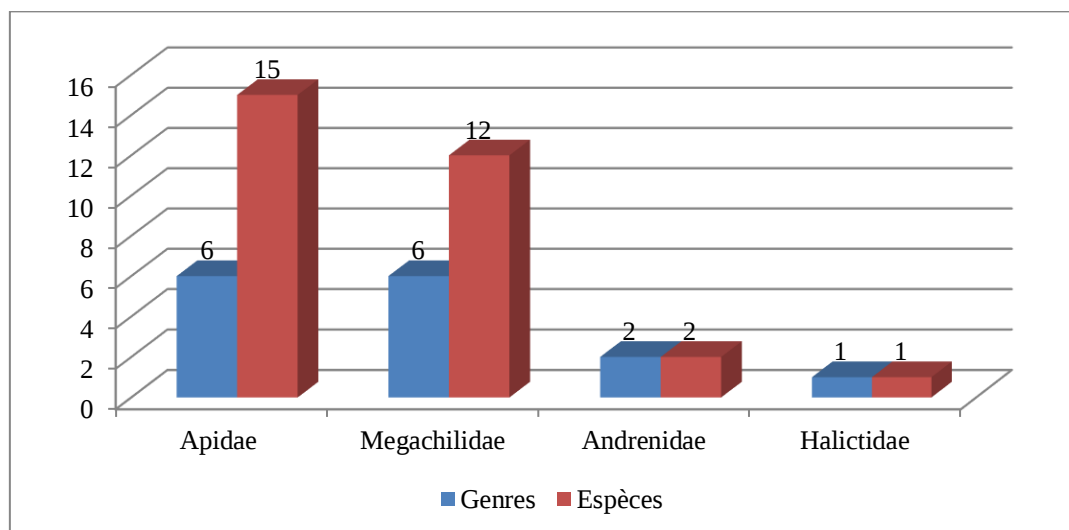


Figure 47: Distribution du nombre de genres et espèces par famille durant les 3 années d'étude

Les résultats illustrés dans la figure 47, indiquent que le genre *Eucera* de la famille des Apidae est le plus échantillonné lors de l'inventaire, avec 8 espèces et 91 individus observés. C'est l'équivalent de plus de la moitié (58%) de tous les individus capturés. La plus grande abondance du genre *Eucera* est notée en 2018 avec 43 individus. Tandis que sa plus grande diversité est enregistrée en 2019 avec 8 espèces présentes. Le deuxième genre le plus présent

est celui d'*Osmia* pour 4 espèces, il appartient à la famille des Megachilidae. Les autres genres sont présents avec des abondances qui varient entre 1 à 2 espèces.

La famille des Apidae est la plus diversifiée et abondante durant les trois années d'étude. Elle est représentée par 6 genres et 15 espèces. Suivie de la famille des Megachilidae qui est aussi très diversifiée avec 6 genres et 12 espèces. Tandis que les deux familles restantes sont celles des Andrenidae et des Halictidae, moins présentes avec 2 genres et 2 espèces pour la première et un genre et une seule espèce pour la deuxième famille.

En ce qui concerne les espèces, nous avons noté que *E. punctatissima*, *E. numida* et *E. collaris* appartenant à la famille des Apidae, sont les espèces les plus abondantes de notre inventaire. Ces trois espèces représentent à elles seules plus de 43% de l'ensemble des abeilles capturées. *C. cucurbitina* (Apidae) est également assez fréquente avec 11 individus présents.

Parmi les 12 espèces de Megachilidae présentes au total, *H. adunca* est l'espèce la plus abondante. Deux autres espèces de cette même famille sont relativement bien représentées, il s'agit de *C. ericetorum* et *O. caerulescens* avec respectivement 7 et 5 individus. Pour les Andrenidae, parmi les deux espèces observées *A. similis* est la plus présente avec 8 spécimens. La famille des Halictidae est la moins observée sur les fleurs de *Sulla*, elle est représentée par une seule espèce, *H. gemmeus* et un seul individu.

2.2. Qualité d'échantillonnage

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage calculées pour les abeilles capturées pour les trois années d'étude sont représentées dans le tableau 18.

Tableau 18 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des Abeilles sauvages sur *H. flexuosum* durant trois années d'étude (2017, 2018 et 2019)

	2017	2018	2019
a	8	4	7
N	55	56	45
Q	0,14	0,07	0,15

D'après les résultats présentés dans le tableau 18, la qualité d'échantillonnage des abeilles butineuses les fleurs de *H. flexuosum*, capturées dans la région de Tizi-Ouzou, varie entre 0,07 et 0,15. Les valeurs de la qualité d'échantillonnage est inférieure à 1, ce qui signifie que l'échantillonnage est bon pour les trois années d'étude.

2.3- Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Les indices écologiques exploités sont traités par la richesse totale, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence.

2.3.1- Richesse totale

La distribution du nombre d'espèces des abeilles butineuses les fleurs du *Sulla* sont montrées par la figure 48

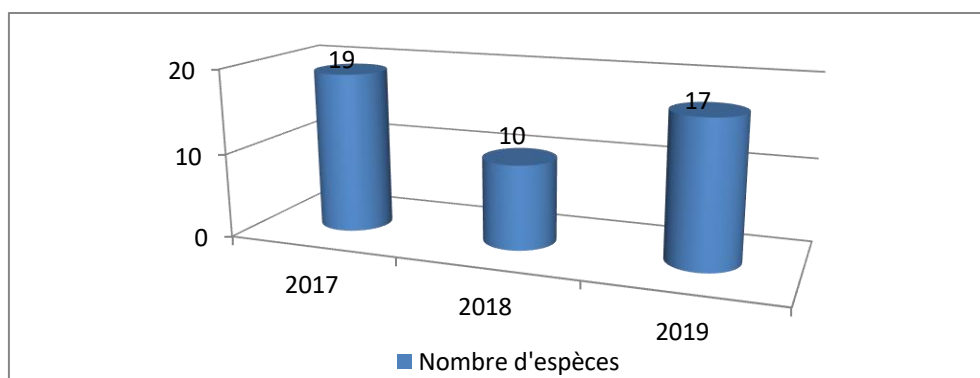


Figure 48 : Distribution du nombre d'espèces par année d'étude

Le nombre total des espèces d'abeilles capturées sur le *Sulla* est de 30. La diversité spécifique varie d'une année à une autre. Elle est plus marquée en 2017 et 2019 avec respectivement 19 et 17 espèces, contre 10 espèces seulement notées en 2018.

2.3.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R %) des abeilles capturées sur le *Sulla* pour chaque année d'étude

Les fréquences et les abondances relatives des espèces d'abeilles capturées pour chaque année sont mentionnées dans le tableau 19 et figure 49.

Le nombre d'individus rencontrés par année est similaire pour les années 2017 et 2018 avec 55 et 56 individus respectivement, ce nombre n'est que de 45 spécimens en 2019.

Par ailleurs, le nombre d'espèces varie d'une année à une autre. Selon les résultats présentés dans le tableau 19 et la figure 49, les espèces les plus abondantes à savoir *E. punctatissima* et *E. numida*, appartenant à la famille des Apidae, sont présentes chaque année sur les fleurs du *Sulla*. *E. punctatissima* présente des fréquences très élevées en 2017 (A.R % = 29,9 %) et en 2018 (A.R % = 26,79 %). Il est de même pour *E. Numida* qui est la plus fréquemment observée en 2017 et en 2018 avec des fréquences d'abondances très élevées notamment en 2018 (A.R% = 35,71%), mais elle est nettement moins observée en 2019 (A.R% = 4,4%). La troisième espèce parmi les plus présentes est *E. collaris*, elle est relativement fréquente durant les trois années et figure en troisième position en 2017 (A.R % = 5,45 %) et en 2018 (A.R % = 12,50 %), mais moins abondante en 2019 (A.R % = 6,67 %). Durant l'année 2019,

H.adunca est relativement bien représentée (A.R % = 13,33 %) elle vient en deuxième position après *E. punctatissima* (A.R% = 17,78 %).

Certaines espèces sont présentes chaque année mais avec des effectifs faibles, telles que *E.collaris*, dont les abondances relatives varient entre 5,4 et 12,5%, *C. cucurbitina*, avec des abondances relatives de 5,45% et 8,9 %. *A. similis* avec des abondances relatives évaluées entre 3,5% et 8,8%. Cependant, la plupart des abeilles ont des effectifs qui varient entre 1 et 3 individus seulement.

Tableau 19 : Nombre d'individus et abondance relative des espèces d'abeilles sauvages répertoriées sur les fleurs du Sulla pour les trois années d'étude (2017, 2018 et 2019).
(ni : nombre d'individus, A.R %: abondance relative)

Espèces	2017		2018		2019	
	ni	A.R.%	ni	A.R.%	ni	A.R.%
<i>Eucera punctatissima</i>	16	29,09	15	26,79	8	17,78
<i>Eucera numida</i>	10	18,18	20	35,71	2	4,44
<i>Eucera collaris</i>	3	5,45	7	12,50	3	6,67
<i>Eucera spatulata</i>	-	-	1	1,79	1	2,22
<i>Eucera pollinosa</i>	-	-	-	-	1	2,22
<i>Eucera nigrescens</i>	-	-	-	-	1	2,22
<i>Eucera interrupta</i>	-	-	-	-	1	2,22
<i>Eucera elongatula</i>	-	-	-	-	2	4,44
<i>Nomada nobilis</i>	-	-	-	-	2	4,44
<i>Nomada basalis</i>	-	-	-	-	1	2,22
<i>Ceratina cucurbitina</i>	3	5,45	5	8,93	3	6,67
<i>Bombus terrestris</i>	2	3,64	-	-	-	-
<i>Anthophora quadricolor</i>	2	3,64	-	-	-	-
<i>Anthophora plumipes</i>	1	1,82	1	1,79	-	-
<i>Tetralonia nigriceps</i>	-	-	1	1,79	-	-
<i>Osmia heteracantha</i>	1	1,82	-	-	-	-
<i>Osmia caerulescens</i>	2	3,64	-	-	3	6,67
<i>Osmia versicolor</i>	-	-	-	-	1	2,22
<i>Osmia</i> sp.	2	3,64	-	-	-	-
<i>Hoplitis adunca</i>	3	5,45	-	-	6	13,33
<i>Hoplitis insularis</i>	1	1,82	-	-	-	-
<i>Anthidium manicatum</i>	1	1,82	1	1,79	-	-
<i>Chalicodoma ericetorum</i>	2	3,64	-	-	5	11,11
<i>Chalicodoma</i> sp.	-	-	3	5,36	-	-
<i>Chelostoma</i> sp.	1	1,82	-	-	-	-
<i>Heriades</i> sp.1	-	-	-	-	1	2,22
<i>Heriades</i> sp2	1	1,82	-	-	-	-
<i>Andrena similis</i>	2	3,64	2	3,57	4	8,89
<i>Panurgus pici</i>	1	1,82	-	-	-	-
<i>Halictus gemmeus</i>	1	1,82	-	-	-	-
30	55	100	56	100	45	100

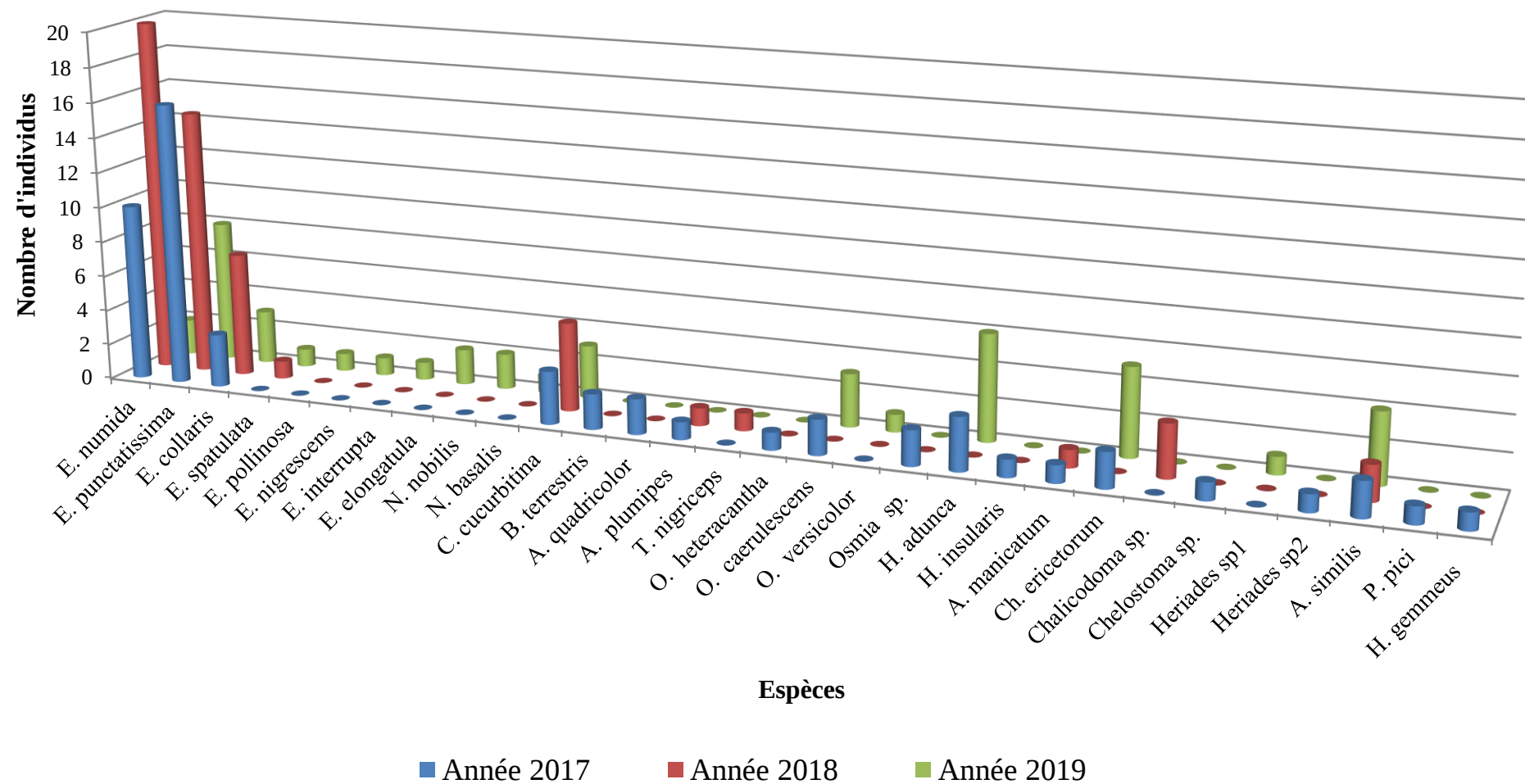


Figure 49: Abondance des espèces d'abeilles sauvages butineuses les fleurs du Sulla par année d'étude

Nous avons noté également que certaines espèces apparaissent durant une année et disparaissent l'année d'après comme *B.terrestris*, *A.quadricolor*, *H.gemmeus*, *O.heteracantha* et *Heriades* sp.2. Nous avons noté également une diversité remarquable en 2019 avec l'apparition de plusieurs espèces non observées précédemment durant les années de 2017 et 2018. C'est le cas de six espèces de la famille des Apidae (*E. pollinosa*, *E. nigrescens*, *E. interrupta*, *E. elongatula*, *N. nobilis* et *N. basalis*) et deux espèces de la famille des Megachilidae (*O. versicolor* et *Heriades* sp.1).

2.3.3 - Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence (F.O.%) des espèces d'abeilles visiteuses des fleurs du Sulla chaque année (2017, 2018 et 2019) sont détaillées dans le tableau 20.

Tableau 20 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces d'abeilles capturées sur les fleurs de Sulla durant trois ans d'étude (2017, 2018 et 2019)

	2017		2018		2019	
Espèces	F.O. (%)	Classe de constance	F.O. (%)	Classe de constance	F.O. (%)	Classe de constance
<i>Eucera punctatissima</i>	100	Omniprésent	100	Omniprésent	80	Constante
<i>Eucera numida</i>	75	Constante	100	Omniprésent	40	Accessoires
<i>Eucera collaris</i>	60	Régulière	60	Régulière	60	Régulière
<i>Eucera spatulata</i>	-	-	20	Accidentelle	20	Accidentelle
<i>Eucera pollinosa</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>Eucera nigrescens</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>Eucera interrupta</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>Eucera elangatula</i>	-	-	-	-	40	Accessoires
<i>Nomada nobilis</i>	-	-	-	-	40	Accessoires
<i>Nomada basalis</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>Ceratina cucurbitina</i>	75	Constante	60	Régulière	40	Accessoires
<i>Bombus terrestris</i>	50	Régulière	-	-	-	-
<i>Anthophora quadricolor</i>	50	Régulière	-	-	-	-
<i>Anthophora, plumipes</i>	25	Accessoire	20	Accidentelles	-	-
<i>Tetralonia nigriceps</i>	-	-	20	Accidentelle	-	-
<i>Osmia heteracantha</i>	25	Accessoire	-	-	-	-
<i>Osmia caerulescens</i>	50	Régulière	-	-	-	-
<i>Osmia versicolor</i>	-	-	-	-	80	Constante
<i>Osmia</i> sp.	50	Régulière	-	-	-	-
<i>Hoplitis adunca</i>	60	Régulière	-	-	60	Régulière
<i>Hoplitis insularis</i>	25	Accessoire	-	-	-	-
<i>Anthidium manicatum</i>	25	Accessoire	-	-	-	-
<i>Chalicodoma ericetorum</i>	50	Régulière	-	-	20	Accidentelle
<i>Chalicodoma</i> sp.	-	-	20	Accidentelle	-	-
<i>Chelostoma</i> sp.	25	Accessoire	-	-	-	-
<i>Heriades</i> sp1	-	-	60	Régulière	-	-

<i>Heriades</i> sp.2	25	Accessoire	-	-	-	-
<i>Andrena similis</i>	50	Régulière	-	-	20	Accidentelle
<i>Panurgus pici</i>	25	Accessoire	20	Accidentelle	-	-
<i>Halictus gemmeus</i>	25	Accessoire	20	Accidentelle	-	-
30	55		56		45	-

Pour l'année 2018, les espèces sont classées en seulement 3 catégories. Deux espèces omniprésente qui sont *E. numida* et *E. punctatissima*. Trois espèces régulières il s'agit de *E. collaris*, *C. cucurbitina* et *H. benoisti*. Pour les espèces accidentelles, elles sont en nombre de 6. En ce qui concerne l'année 2019, les abeilles sont classées dans 4 catégories. La catégorie des espèces constantes est représentée par 2 espèces : *E. punctatissima* et *O. versicolor*. Le groupe d'espèces régulières renferme deux espèces, elles sont : *E. collaris* et *H. adunca*. La classe des Accessoires comporte 4 espèces suivantes : *E. numida*, *E. elangatula*, *N. mobilis* et *C. cucurbitina*. Quant aux autres espèces, elles sont toutes accidentelles.

2.3.4 - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) pour les espèces d'abeilles capturées sont calculés pour les trois saisons de floraisons 2017, 2018 et 2019 et illustrés par la figure 50.

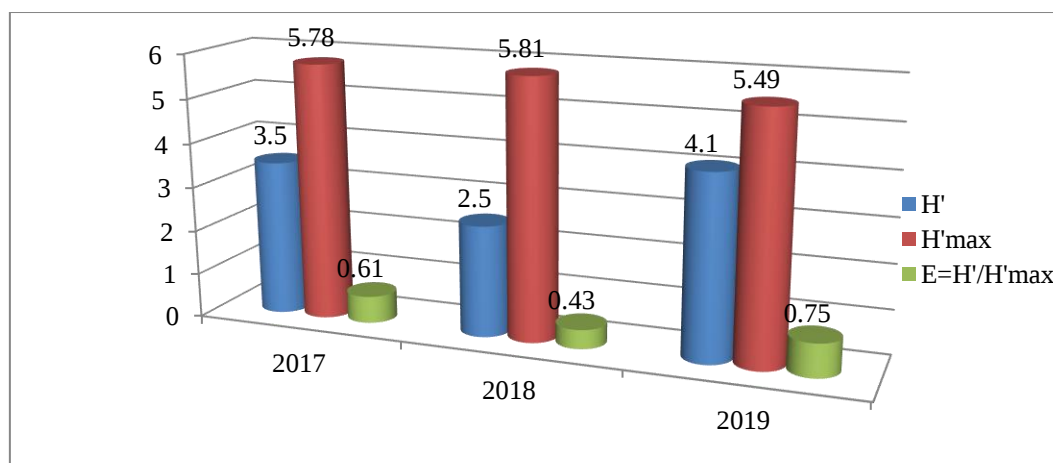


Figure 50 : Valeurs de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale ($H'_{\max}$) et équitabilité (E) des abeilles inventoriées sur le Sulla durant les trois années d'étude.

D'après les résultats obtenus, la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver la plus élevée est enregistrée pour l'année 2019 avec 4,1 bits. Elle est plus faible en 2018 avec 2,5 bits. L'équitabilité des abeilles en 2018 et 2019 tend vers 1. Ce qui signifie qu'il existe un équilibre de répartition du peuplement considéré.

3. Etude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du Sulla

Les abeilles sont parmi les espèces les plus utiles à la pollinisation des plantes à fleurs. Le comportement de butinage des Apoïdes solitaires et domestiques est exploité dans cette partie pour déterminer leurs rôles dans la pollinisation des fleurs du Sulla. L'abeille domestique est incluse dans cette partie pour sa grande abondance sur les fleurs de *H. flexuosum*.

3.1. Densité florale du Sulla et phénologie des Apoïdes

La densité florale et la phénologie des Apoïdes sont développées comme suit :

3.1.1. Evolution de la densité florale

Le suivi de la floraison du Sulla est réalisé après avoir délimité des parcelles de 1m² au milieu des touffes. Cette expérimentation est effectuée dans le but de connaître l'évolution de la densité florale pour les deux saisons d'étude (2018 et 2019). Le comptage du nombre de fleurs est poursuivi tous les deux jours et l'estimation du nombre moyen de fleurs est déterminée.

La période de floraison du Sulla diffère d'une année à une autre, influencée par les variations climatiques de pluviométrie et de température. *H. flexuosum* est une plante sauvage qui pousse indépendamment en forme de touffes dans la région de Tizi-Ouzou tous les ans. Elle est parmi les espèces de plantes spontanées qui ont une longue période de floraison et qui sont très butinées par les abeilles.

L'évolution du nombre moyen de fleurs épanouies dans les parcelles durant la période de floraison et pour les deux années d'étude est illustrée par les figures 51 et 52.

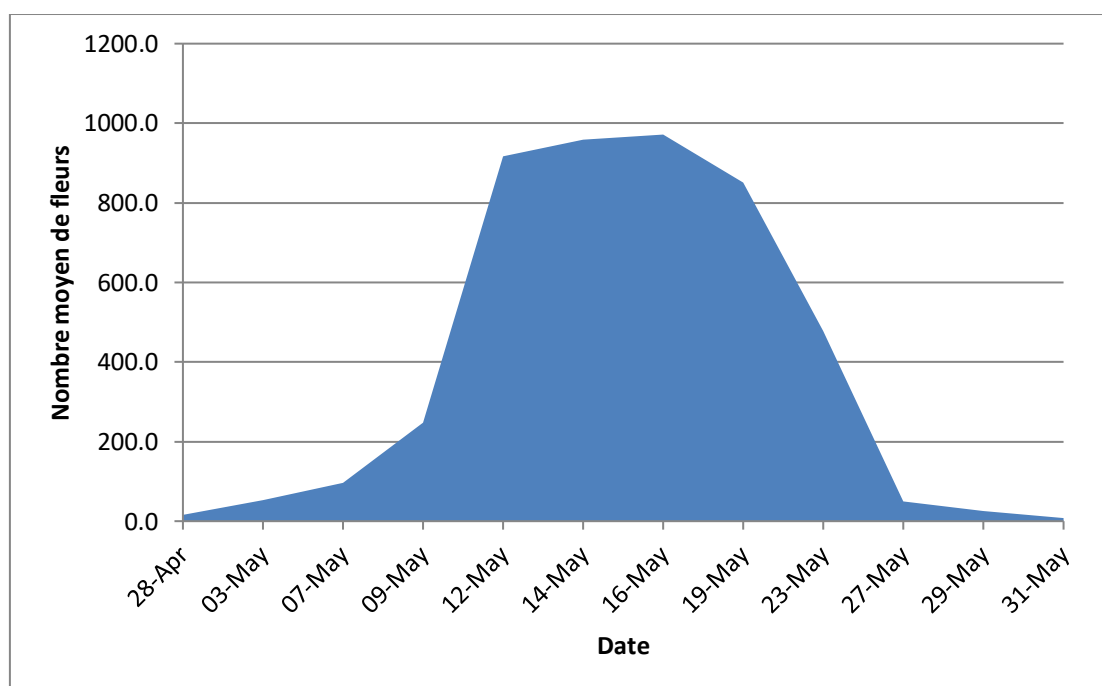


Figure 51: Evolution du nombre moyen de fleurs épanouies de *H. flexuosum* en 2018.

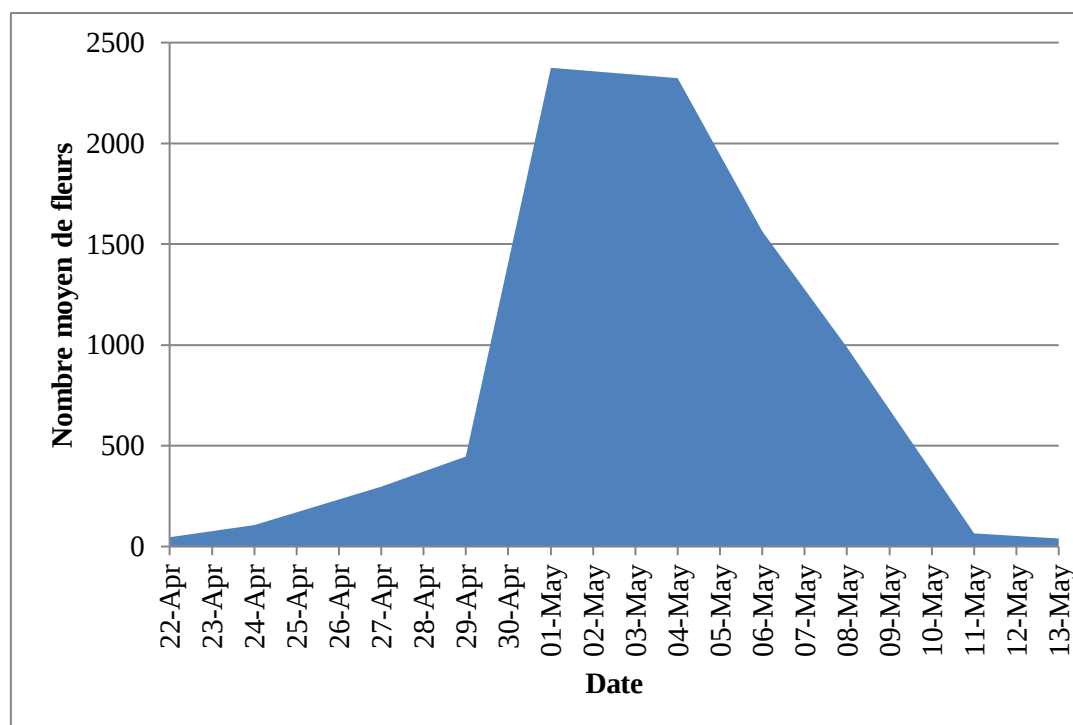


Figure 52: Evolution du nombre moyen de fleurs épanouies de *H. flexuosum* en 2019.

La floraison du Sulla dans les carrés délimités en 2018 s'étale sur 30 jours, elle débute le 28 Avril et prend fin le 30 Mai. Le pic d'abondance est noté entre le 13 et 22 mai avec des moyennes qui varient entre 800 et 900 fleurs par m². L'évolution de la densité florale augmente à partir du 10 mai avec une moyenne de 200 fleurs par m², elle atteint le maximum vers le 16 Mai, avec une moyenne de plus de 900 fleurs par m². Ce pic du nombre de fleurs épanouies dure 8 jours. Une diminution massive du nombre de fleurs est enregistrée à partir du 21 Mai pour s'annuler à la fin du même mois.

La floraison de l'année 2019 dure 21 jours seulement. Les premières fleurs sont apparues le 22 Avril, la plus grande densité florale est atteinte le 4 Mai avec une moyenne de plus de 2000 fleurs par m². Elle diminue à partir du 6 Mai, en subissant une chute rapide en 3 jours seulement, les dernières fleurs sont observées entre le 12 et le 13 Mai.

3.1.2. Phénologie des Apoïdes

La présence des abeilles dans les parcelles du Sulla dépend de l'ouverture des fleurs. Elle commence timidement avec l'apparition des premières fleurs épanouies à la fin du mois d'Avril pour les deux saisons. Le nombre d'abeilles recensées dans les parcelles augmente avec l'augmentation de la densité florale. L'évolution du nombre de visites des abeilles et de nombre de fleurs épanouies de *H. flexuosum* pour les deux années d'étude (2018 et 2019), est montrée par les figures 53 et 54.

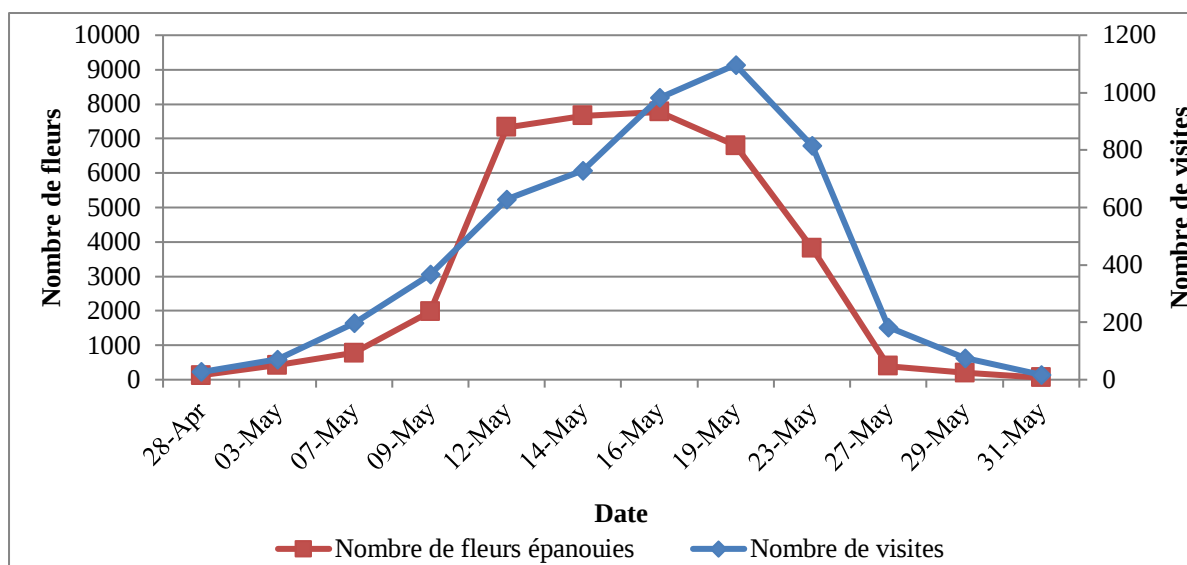


Figure 53: Evolution du nombre de visites des abeilles et de nombre de fleurs épanouies de *H. flexuosum* en 2018.

L'abondance des Apoïdes en 2018 est enregistrée à partir du 11 Mai avec 366 visites, cette augmentation d'effectif est parallèle à celle du nombre de fleurs comptées. Le pic d'abondance des abeilles est noté le 19 Mai avec 1097 individus, ce pic correspond à celui de la floraison noté entre le 12 et 23 Mai 2018. Le nombre d'abeilles butineuses commence à régresser à partir du 23 Mai avec 182 visites par parcelle conjointement avec la disparition des fleurs dans les carrés d'étude.

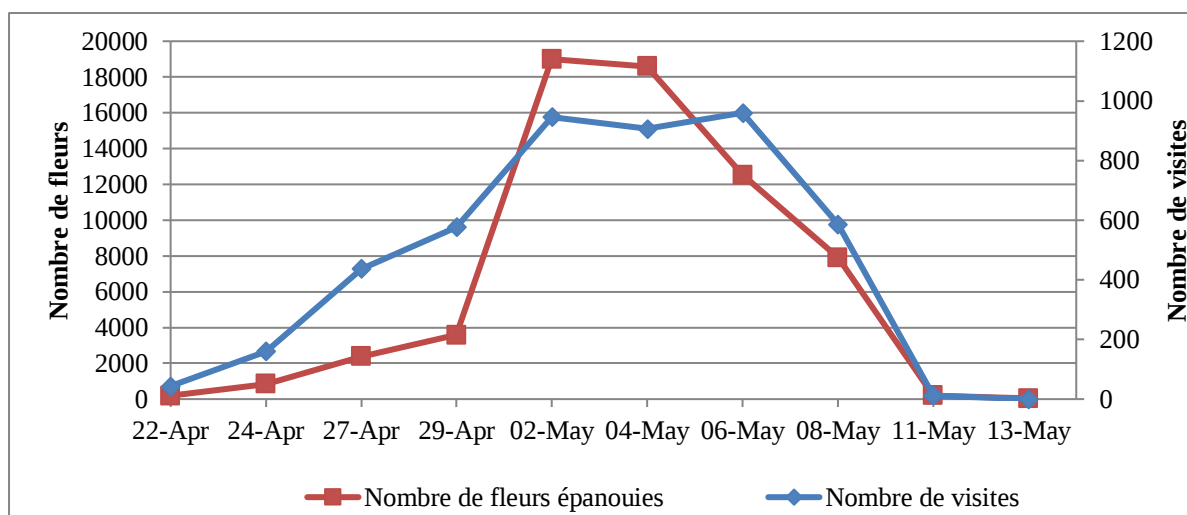


Figure 54: Evolution du nombre de visites des abeilles et nombre de fleurs épanouies de *H. flexuosum* en 2019

Selon la figure 54, deux pics d'abondance des abeilles en 2019 sont notés entre le 01 et le 06 Mai avec des visites qui varient entre 946 à 960 visites par parcelle, ce qui coïncide avec l'épanouissement de la majorité des fleurs entre le 01 et 05 Mai. Néanmoins, une faible diminution du nombre d'abeilles, est notée le 04 Mai soit au milieu de pic d'abondance. Ce

recule du nombre est dû aux variations climatiques brutal qu'a connu la région d'étude avec une baisse de température et des pluies faible. La fin de floraison s'affiche très tôt vers le 10 et le 12 Mai, suivie par la disparition des abeilles.

3.1.3. Évaluation de la densité des abeilles en fonction de la densité florale

Le nombre d'abeilles visiteuses d'*H. flexuosum* sur les parcelles varie selon les deux années d'études et selon le nombre de fleurs épanouies. Pour estimer la corrélation entre le nombre d'abeilles et les fleurs d'*H. flexuosum*, une analyse de l'influence de la densité florale sur la densité de l'ensemble des abeilles, y compris l'abeille domestique, est établie par l'utilisation du coefficient de corrélation linéaire (r) pour les deux années d'étude (2018 et 2019) exprimées par les figures suivantes :

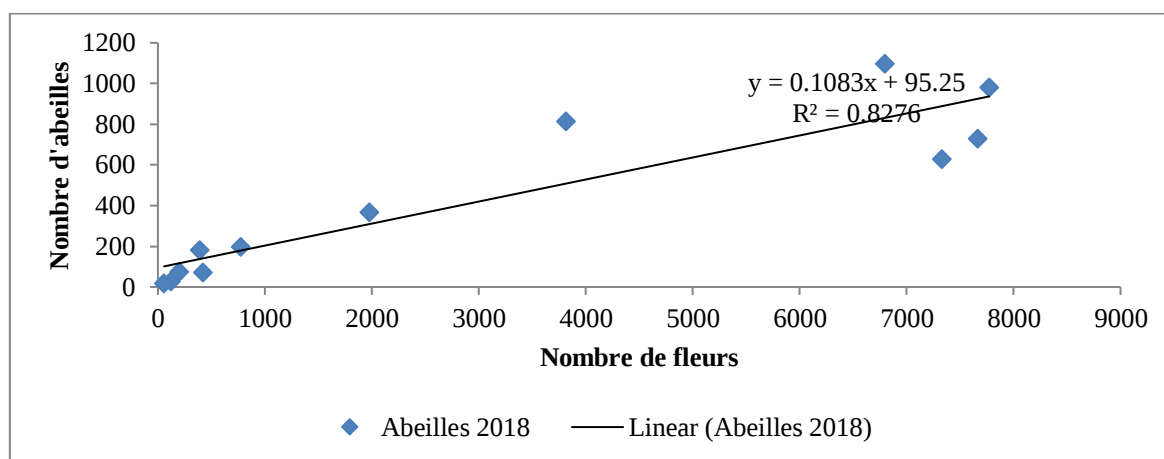


Figure 55 : Droite de régression des abeilles en fonction de la floraison de *H. flexuosum* durant l'année 2018

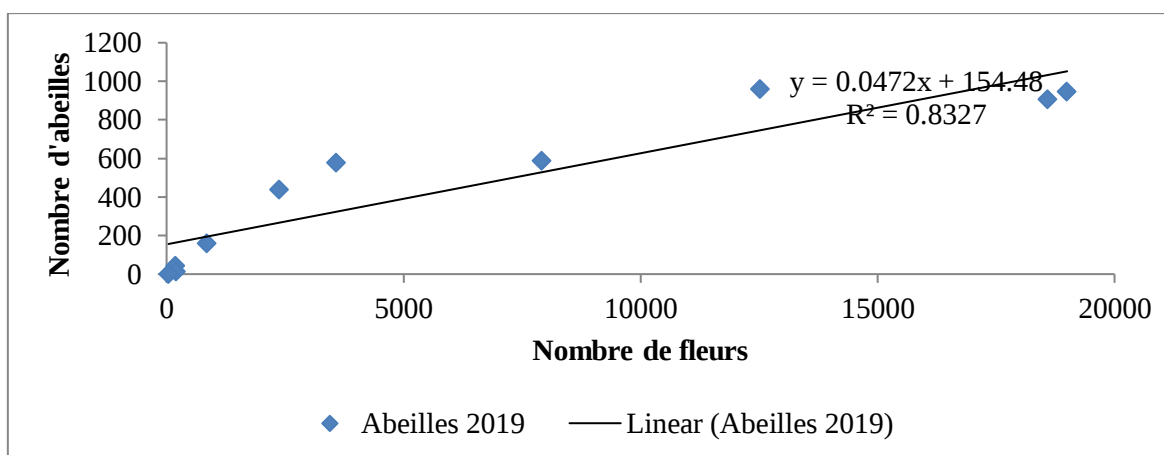


Figure 56 : Droite de régression des abeilles en fonction de la floraison de *H. flexuosum* durant l'année 2019

L'analyse de la corrélation linéaire montre qu'il existe une corrélation positive entre l'évolution d'abondance des abeilles et l'abondance des fleurs pour les deux années d'étude.

Les valeurs de corrélation sont très rapprochées pour les années d'étude. Elles sont de $r=0,91$ (ddl =10 ; $P < 0,001$), pour l'année 2018 et de $r=0,91$ (ddl = 8 ; $P < 0,001$) pour l'année 2019. Cette corrélation signifie que le nombre d'abeilles rencontrées dépend de la densité des fleurs présentes durant les deux saisons.

3.2. Diversité et densité des butineuses

Dans le tableau 21, sont mentionnées les abeilles rencontrées dans les carrés de Sulla, identifiées et organisées en famille, en genres et en espèces.

Tableau 21 : Liste et fréquence des visites des espèces d'abeilles rencontrées sur les fleurs du *H. flexuosum* (2018-2019)
(ni : nombre d'individus, A.R (%) : abondance relative)

Famille	Genre	Espèces	2018		2019	
			ni	A.R (%)	ni	A.R (%)
Apidae	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i>	5089	98,13	4591	99,22
	<i>Eucera</i>	<i>E. punctatissima</i>	49	0,94	10	0,22
		<i>E. interrupta</i>	-	-	1	0,02
		<i>E. spatulata</i>	4	0,08	2	0,04
		<i>E. elongatula</i>	-	-	2	0,04
		<i>E. numida</i>	15	0,29	-	-
		<i>E. collaris</i>	8	0,15	-	-
	<i>Bombus</i>	<i>B. terrestris</i>	-	-	1	0,02
	<i>Ceratina</i>	<i>C. cucurbitina</i>	5	0,10	1	0,02
	<i>Nomada</i>	<i>N. basalis</i>	-	-	2	0,04
	<i>Anthophora</i>	<i>A. plumipes</i>	5	0,10	-	-
	<i>Tetralonia</i>	<i>T. nigriceps</i>	2	0,04	-	-
Megachilidae	<i>Hoplitis</i>	<i>H. adunca</i>	-	-	7	0,15
	<i>Anthidium</i>	<i>A. manicatum</i>	1	0,02	-	-
	<i>Chalicodoma</i>	<i>C. versicolor</i>	3	0,06	-	-
	<i>Osmia</i>	<i>O. caerulescens</i>	-	-	1	0,02
Halictidae	<i>Lasioglossum</i>	<i>Lasioglossum</i> sp.	2	0,04	4	0,09
Andrenidae	<i>Andrena</i>	<i>A. labialis</i>	1	0,02	-	-
		<i>A. similis</i>	2	0,04	5	0,11
Total	13	19	5186	100,00	4627	100,00

L'observation de butinage des abeilles dans les carrés de *H. flexuosum* a permis d'identifier 19 espèces d'abeilles butineuses, durant les deux années d'études (2018 et 2019), réparties sur 13 genres et 4 familles (Apidae, Megachilidae, Halictidae et Andrenidae).

La famille des Apidae est la plus observée dans les carrées avec 7 genres et 12 espèces, dont l'*A. mellifera* l'espèce la plus abondante et durant les deux années d'étude. Elle représente des taux très élevés en comparaison aux autres abeilles sauvages toutes espèces confondues.

Le genre *Eucera* est le plus présent des abeilles sauvages, représenté par 6 espèces. Tandis que, le genre *Apis* est représenté par une seule espèce, étant la plus dominante de toutes les espèces présentes.

Les principales abeilles sauvages butineuses des fleurs de *H. flexuosum* sont : *E. punctatissima*, *E. numida*, *E. collaris*, et *C. cucurbitina* de la famille des Apidae. Les espèces de la famille des Megachilidae les plus présentes sont *H. adunca* et *C. versicolor*. Par contre, *Lasioglossum* sp. est la seule espèce de la famille des Halictidae observée lors des deux floraisons. *A. similis* est l'espèce la plus fréquente de la famille des Andrenidae.

Selon les résultats présentés dans le tableau 22, nous avons remarqué également, qu'il existe une grande diversité d'abeilles solitaires, elles sont au nombre de 18 et sont pour la plupart rares. Les espèces présentes pour les deux saisons sont *E. punctatissima*, *E. spatulata*, *Lasioglossum* sp., *C. cucurbitina* et *A. similis*. D'autres abeilles sont rencontrées pour une année et absentes dans l'autre c'est le cas de *E. numida*, très présente en 2018 mais absente en 2019 et *H. adunca* absente en 2018.

3.3. Activité de butinage des abeilles durant les deux périodes de floraisons

Dans cette partie sont développées l'activité saisonnière des Apoïdes dans les parcelles, l'activité journalière durant les différentes heures de la journée, le comportement de butinage des abeilles sur les fleurs ainsi que l'influence des conditions climatiques.

3.3.1. Rythme saisonnier des visites des abeilles domestiques et des abeilles sauvages

Le nombre de visites des abeilles domestiques durant les deux floraisons sont présentés dans les figures 57 et 58.

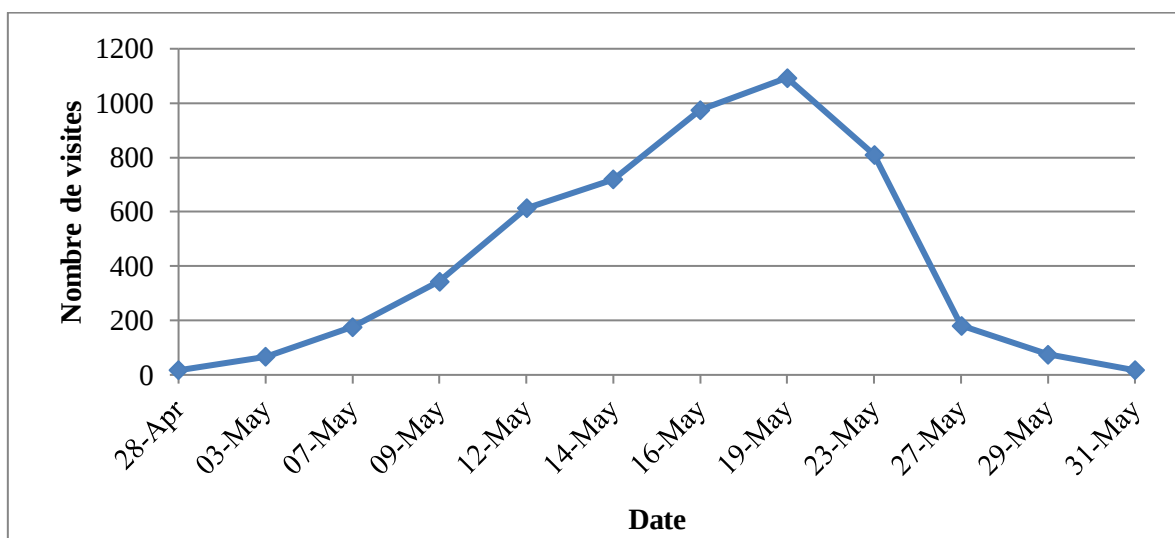


Figure 57: Nombre de visites des abeilles domestiques sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2018.

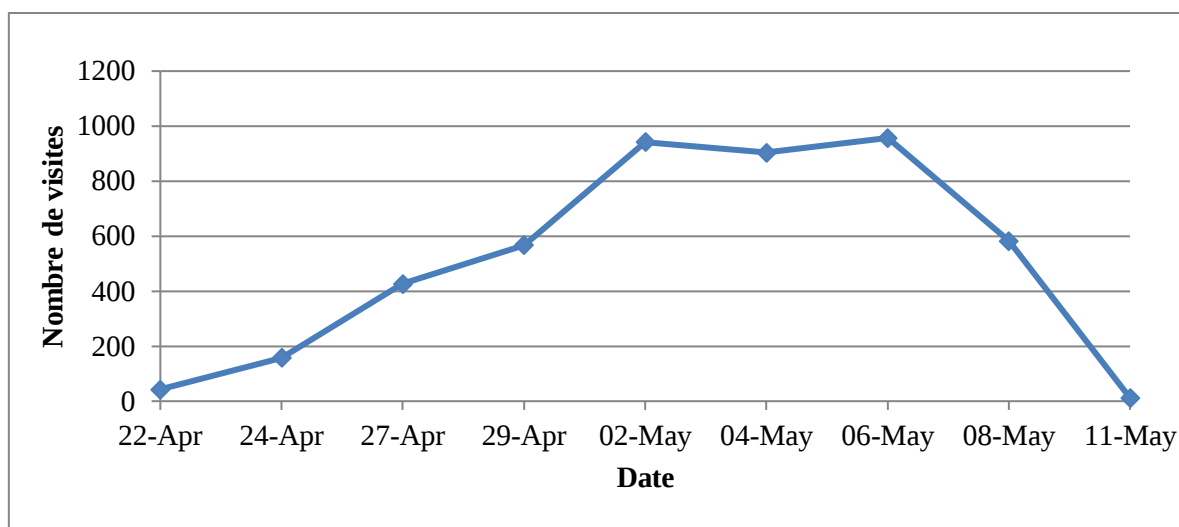


Figure 58: Nombre de visites des abeilles domestiques sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2019.

Le nombre total des visites des abeilles domestiques est très élevé chaque année, il est estimé à 5235 et 4250 abeilles respectivement en 2018 et 2019. L'abeille domestique (*A. mellifera*) représente la majorité des abeilles visiteuses du Sulla avec des fréquences très élevées de 98,13% et 99,22% respectivement en 2018 et 2019. Son abondance maximale est notée entre le 16 et 23 Mai de l'année 2018. Durant la floraison de 2019, elle est plus importante entre le 2 et le 6 Mai.

Malgré la grande diversité des abeilles sauvages sur les fleurs du Sulla avec 18 espèces observées, l'abeille domestique reste la plus dominante. Dans les figures 59 et 60 sont montré le nombre de visites des abeilles sauvages durant les deux floraisons.

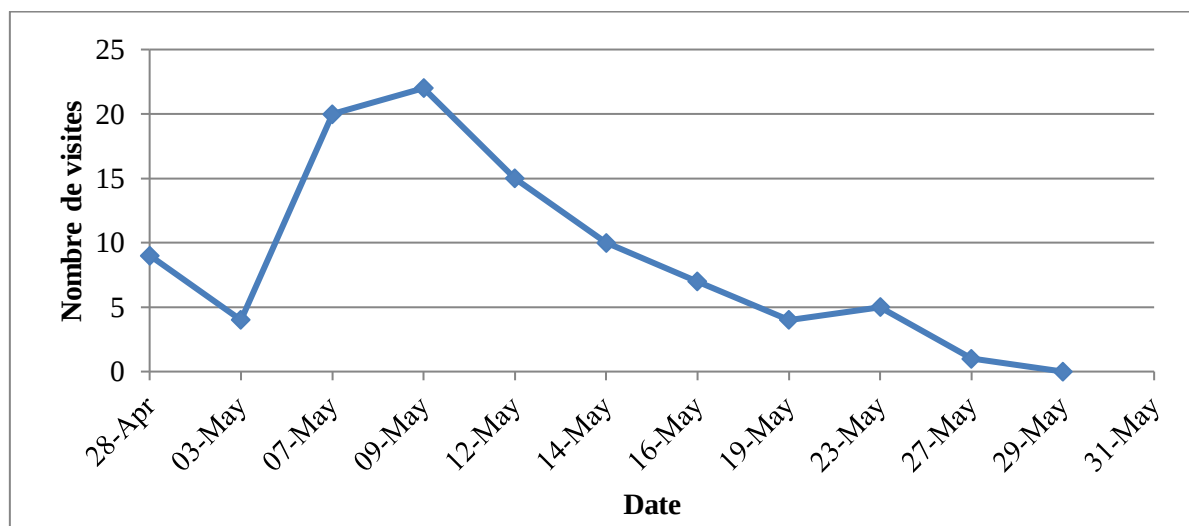


Figure 59: Nombre de visites des abeilles sauvages sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2018.

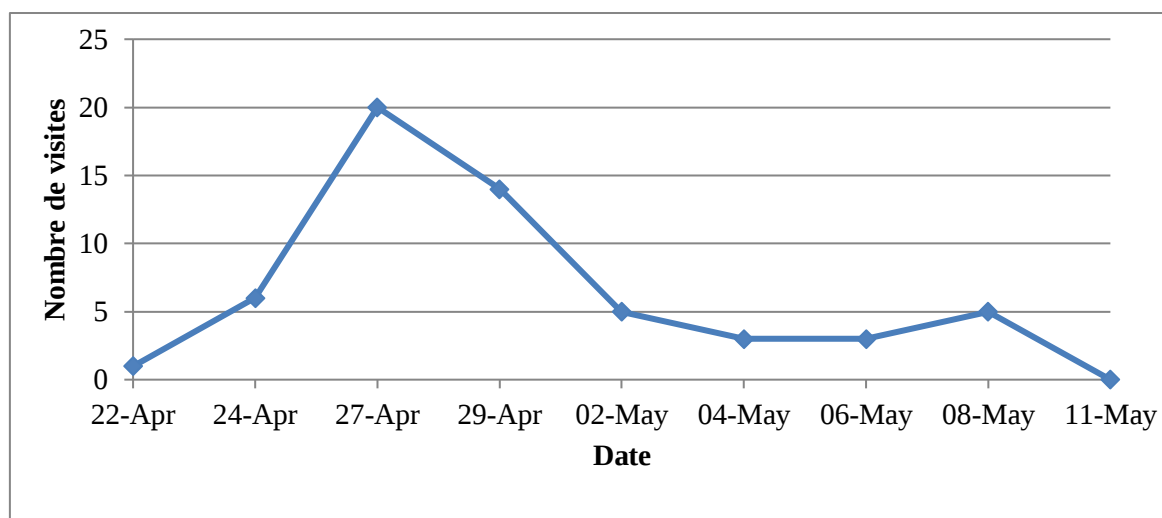


Figure 60: Nombre de visites des abeilles sauvages sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2019.

Selon les figures 59 et 60, la période de vol des abeilles sauvage commence dès le début de floraison. La plus grande diversité est notée entre le 07 et le 10 Mai en 2018 et entre 26 et 29 Avril en 2019. Le nombre d'abeilles diminue avec la régression de la densité florale à partir du 23 Mai en 2018 et de 06 Mai en 2019.

Parmi les abeilles sauvages, l'espèce la plus abondante est *E. punctatissima*, qui est abondante au cours des deux floraisons avec respectivement 49 et 10 visites en 2018 et 2019. La période de vol de cette abeille est enregistrée entre le 28 Avril et le 14 Mai en 2018. *E. punctatissima* apparait le 22 Avril avec un faible effectif de 2 ou 3 individus seulement. Tandis que *E. numida* est présente seulement en 2018 avec 15 visites et *H. adunca* est observé en 2019.

3.3.2. Rythme journalier des visites des abeilles domestiques et des abeilles sauvages

Les rythmes journaliers de l'ensemble des abeilles butineuses des fleurs durant les floraisons de 2018 et 2019 sont illustrés dans les figures 61 et 62.

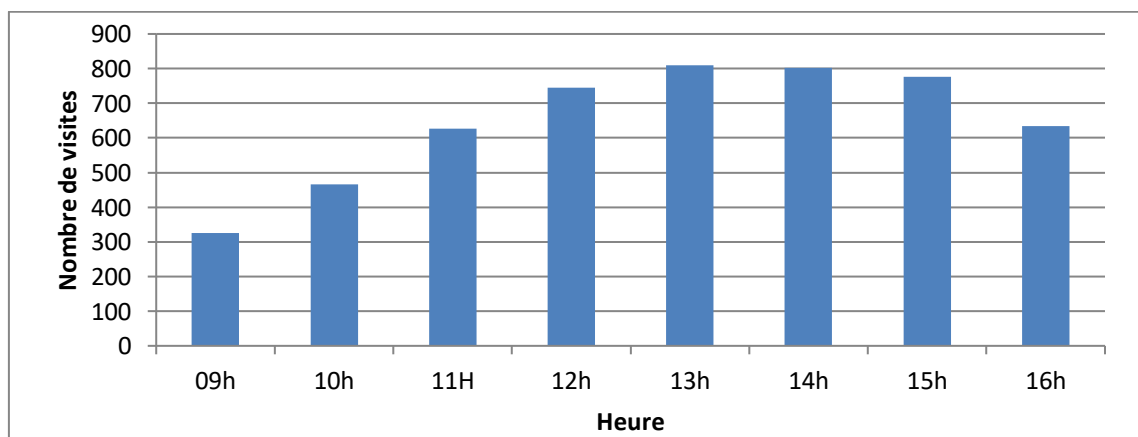


Figure 61: Evolution du nombre d'abeilles butineuses des fleurs entre 9 h et 16 h durant la floraison de 2018

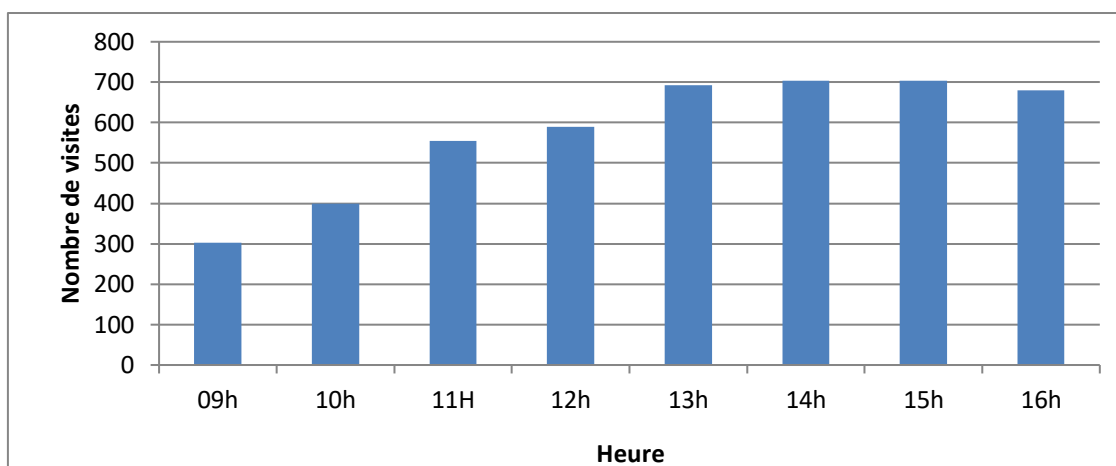


Figure 62 : Evolution du nombre d'abeilles butineuses des fleurs entre 9 h et 16 h durant la floraison de 2019

L'activité journalière des abeilles dans les parcelles dépend de la présence des fleurs. L'abondance des espèces butineuses augmente avec celles des fleurs épanouies. La présence de l'ensemble des abeilles sur les fleurs est bien marquée tout au long de la journée pour les deux périodes de floraisons. Les premières abeilles qui apparaissent dans les parcelles sont observées à 09h du matin à des températures qui ne dépassant pas 12°C avec 303 et 325 visites enregistrées durant les floraisons de 2018 et 2019 respectivement. Le nombre d'abeilles observées augmente durant les heures qui suivent. Un grand nombre est enregistré à partir de 11h pour les deux floraisons, pour atteindre un pic d'abondance entre 12h et 15h pour la floraison de 2018 et entre 13h et 15h pour l'année 2019. Ce pic d'abondance coïncide avec l'ouverture optimale des fleurs de *Sulla*. L'activité des abeilles commence à diminuer à partir de 15h, où une régression progressive des effectifs est notée pour les deux floraisons. L'abeille domestique représente presque la totalité des visites effectuées sur les fleurs du *Sulla* pour les deux floraisons. Dans les figures 63 et 64 sont montrées l'évolution du nombre de visites d'*A. mellifera* par heure durant les deux floraisons.

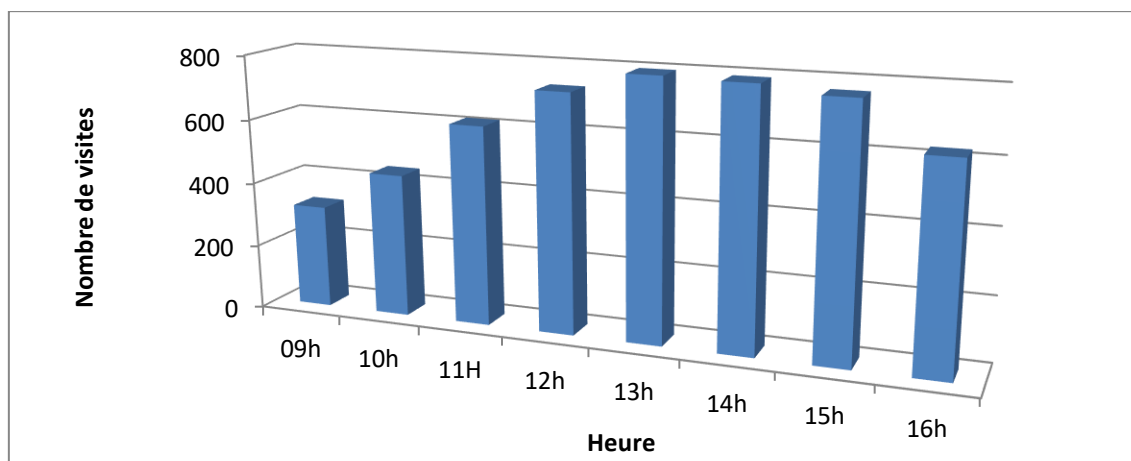


Figure 63 : Evolution du nombre de visites par heure d'*A. mellifera* en 2018

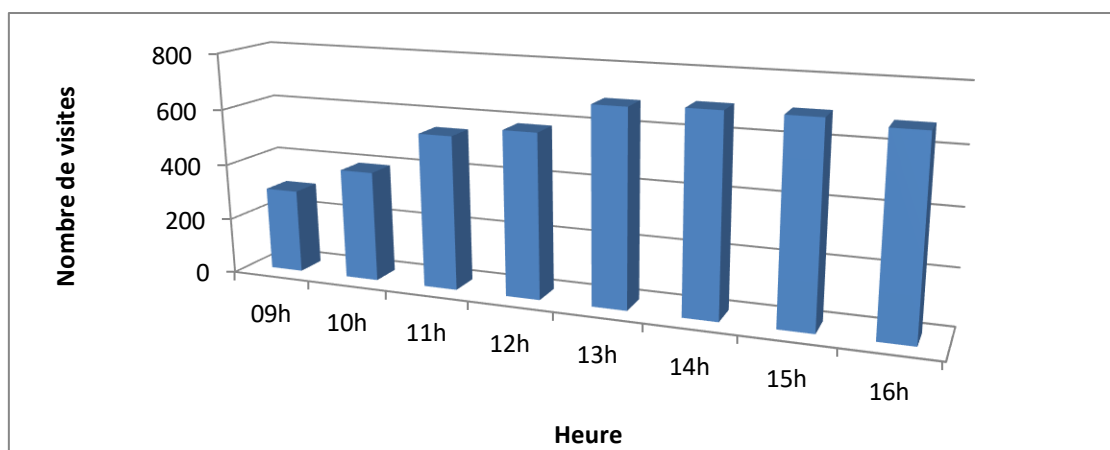


Figure 64 : Evolution du nombre de visites par heure d'*A. mellifera* en 2019

Selon les figures 66 et 64, l'activité journalière de l'abeille domestique est remarquable tout au long de la journée, son pic d'abondance est atteint entre 12h et 16h pour l'année 2018 et entre 13h et 16h pour la floraison de 2019.

Pour les abeilles *E. punctatissima* est la seule abeille présente durant les deux années d'étude. L'activité de butinage de cette abeille durant les différentes heures de la journée sont illustrées par les figures 65 et 67.

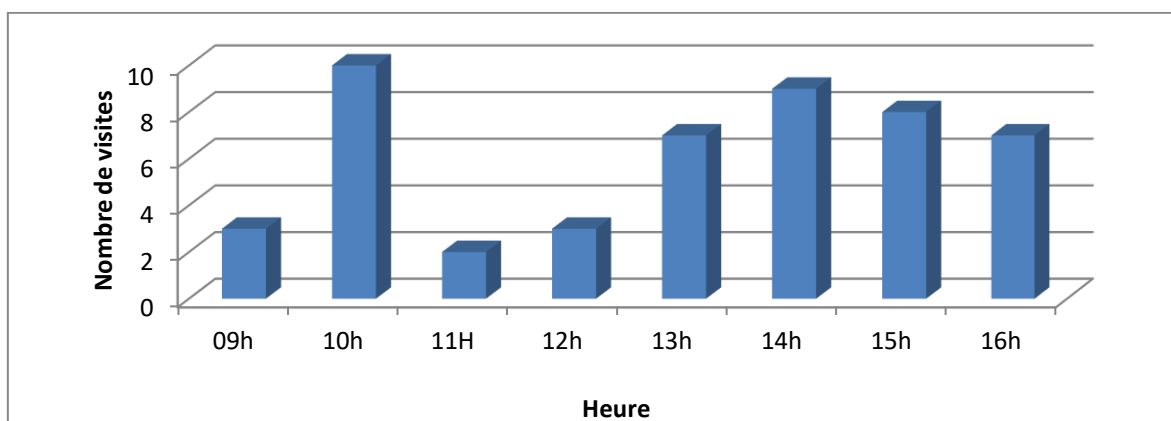


Figure 65 : Evolution du nombre de visites par heure d'*E. punctatissima* en 2018

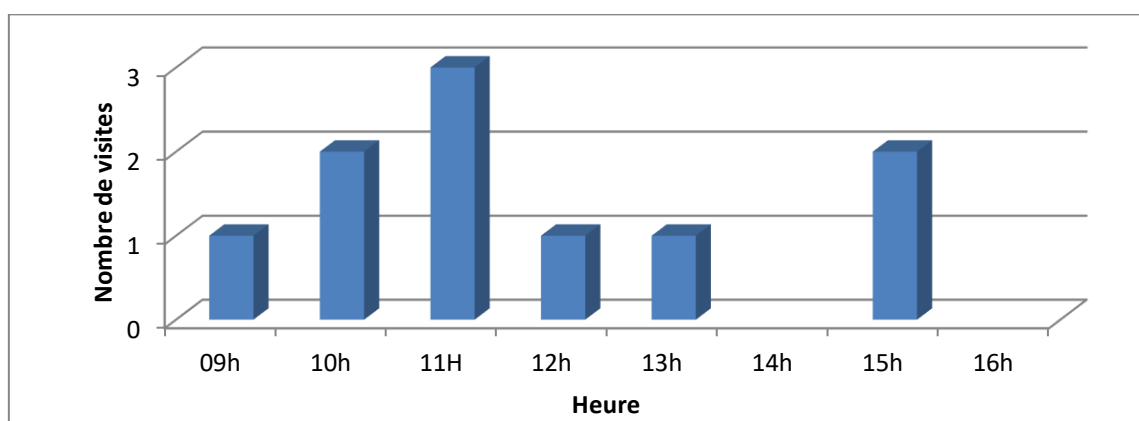


Figure 66 : Evolution du nombre de visites par heure d'*E. punctatissima* en 2019

L'activité journalière des abeilles sauvages est très faible en comparaison avec celle de l'abeille domestique. *E. punctatissima* est présente tout au long de la journée en 2018, son apparition est remarquable le matin à 10h durant toute la période de floraison avec un effectif moyen de 10 individus, elle est présente durant tous les après midi entre 13 h et 16 h avec 6 à 9 individus. En 2019, cette espèce est moins abondante, elle butine la plupart du temps les matinées, entre 10 et 12h et rarement l'après midi à 13h ou aux environs de 15h.

3.4. L'influence des facteurs climatiques

Les facteurs climatiques sont exploités pour étudier leurs influences sur l'activité journalière des abeilles butineuses des fleurs du Sulla.

3.4.1. Variation des conditions climatiques durant les heures de la journée

L'abondance des abeilles durant la journée diffère d'une heure à une autre. Elle dépend de l'ouverture des fleurs et atteint son pic au moment de l'ouverture optimale des fleurs. Les facteurs climatiques agissent à la fois d'une façon directe par les conditions favorable au vol des abeilles et d'une façon indirecte sur l'activité des abeilles à travers les conditions favorables de l'ouverture des fleurs. Les deux paramètres climatiques utilisés dans cette étude sont la température et l'humidité. A l'aide d'un thermomètre et d'un hygromètre, la température et le taux d'humidité de l'air sont relevés à chaque heure de la journée parallèlement à l'activité des butineuses. Les valeurs moyennes journalières de température et d'humidité pour les deux années d'étude sont montrées dans les figures 67 et 68.

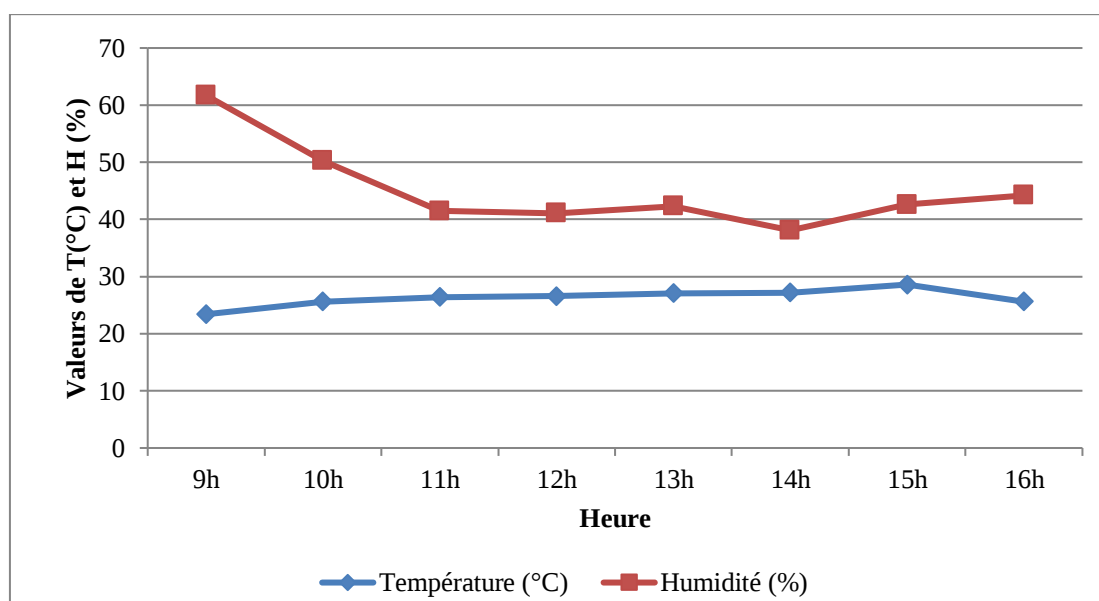


Figure 67 : Evolution des valeurs moyennes journalières de température et d'humidité durant la floraison de 2018 (28 Avril au 31 Mai)

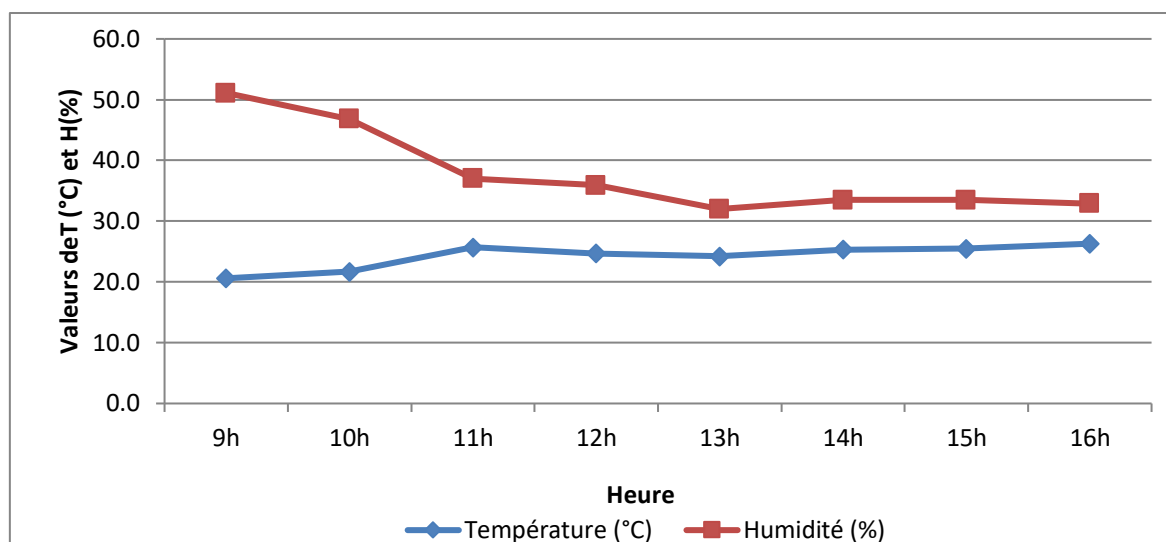


Figure 68: Evolution des valeurs moyennes journalières de température et d'humidité durant la floraison de 2019 (22 Avril au 13 Mai)

Les données de température et d'humidité relevés durant les deux floraisons montrent des fluctuations durant les premières heures de la journée. Nous avons remarqué que les données de l'humidité sont très élevées le matin pour les deux années. Elle est d'une moyenne de 61,7% à 9h du matin en 2018 et de 51,1% pour l'année 2019. Tandis que, les valeurs de la température à la même heure sont basses elles sont de 23,4°C pour l'année 2018 et 20,6°C en 2019. Durant la floraison de 2018, les données de températures relevées à différentes heures de la journée augmentent pendant que les valeurs d'humidité régressent. Les deux courbes marquent ensemble un arrêt d'évolution à partir de 11h, l'heure qui correspond à l'ouverture maximale des fleurs et ainsi que le pic d'abondance des Apoïdes. A partir de cette heure-ci, les valeurs de température et d'humidité sont plus ou moins constantes durant 4 heures d'observation c'est-à-dire entre 11h et 15h. Pendant cette période, les températures varient faiblement entre 26,4 et 27,2°C, et l'humidité varie entre 38,1 et 41,5%. A partir de 15h les deux courbes se divergent et s'éloignent, les valeurs de température régressent alors que celles de l'humidité s'élèvent. Durant la floraison de 2019, les valeurs de la Température et de l'Humidité de l'air subissent les mêmes progressions durant la journée comme celles observées en 2018. En effet, au début de la journée les valeurs de température augmentent et l'humidité régressent, les deux courbes marquent une constante à partir de 11h, qui dure durant le reste de la journée. Les températures varient faiblement entre 24,2 à 25,7°C, alors que l'humidité varie entre 33 et 37%.

3.4.2. L'influence des facteurs climatiques sur le rythme journalier des visites

Les variations journalières de la Température et de l'Humidité relative de l'air et du nombre moyen de visites des abeilles sur les fleurs de *H. flexuosum* pour les deux années d'étude, sont illustrées par les figures 69 et 70.

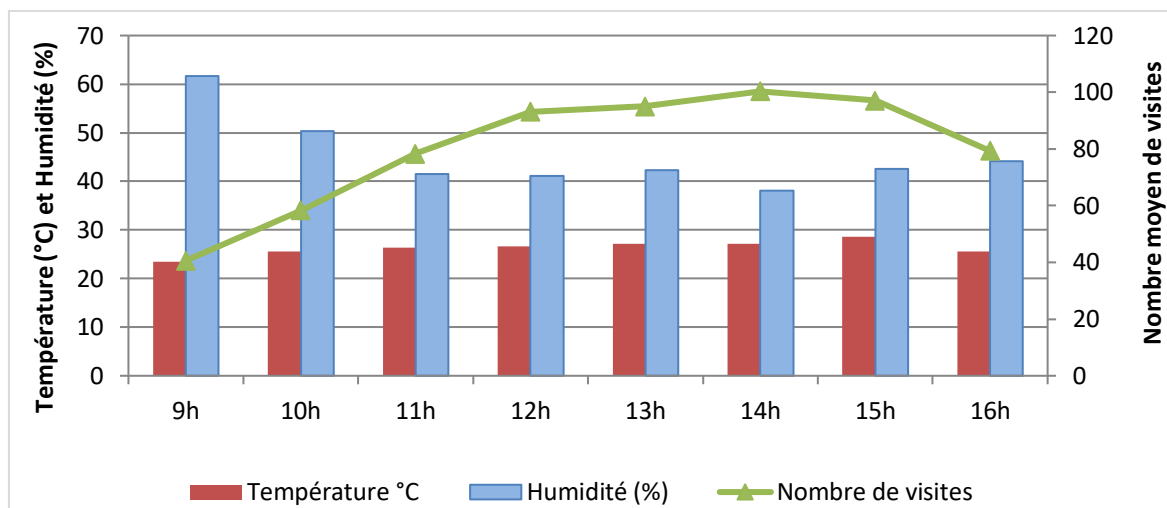


Figure 69 : Variation journalières des valeurs moyennes de la Température et de l'Humidité relative de l'air et du nombre moyen de visites des abeilles sur *H. flexuosum* (2018).

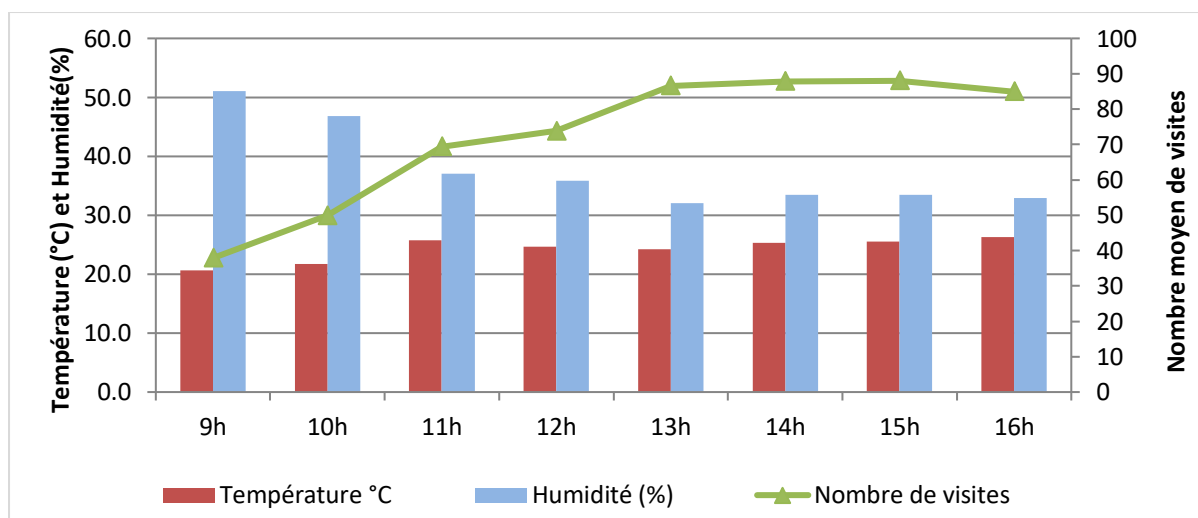


Figure 70 : Variation journalières des valeurs moyennes de la Température et de l'Humidité relative de l'air et du nombre moyen de visites des abeilles sur *H. flexuosum* (2019).

La présence de l'ensemble des abeilles sur les fleurs de *Sulla* est bien marquée tout au long de la journée. Leur activité de butinage est faible les premières heures de la journée pour les deux périodes de floraisons. La présence des abeilles augmente avec l'augmentation des valeurs de la température et la régression des taux d'humidité au cours de la journée. L'ouverture progressive des fleurs incite les abeilles à butiner, elles commencent à envahir les parcelles au fur et à mesure que la densité des fleurs épanouies augmente. Sur les figures 70 et 71, l'activité maximale des abeilles correspond aux valeurs de température et d'humidité qui

semblent idéales pour l'ouverture d'un grand nombre de fleurs. Le nombre d'abeilles durant la floraison de 2018 augmente progressivement à partir de 09h pour atteindre un pic d'abondance entre 12h et 15h. Durant la floraison de 2019, le début du pic d'abondance est marqué entre 13h et 15h.

3.4.2.1. L'influence des facteurs climatiques sur le rythme journalier de l'abeille domestique

L'abeille domestique représente presque la totalité des visites effectuées sur les fleurs du *Sulla* pour les deux périodes de floraisons. L'activité de butinage de l'abeille domestique en fonction des variations température et humidité, sont illustrées dans les figures 71 et 72.

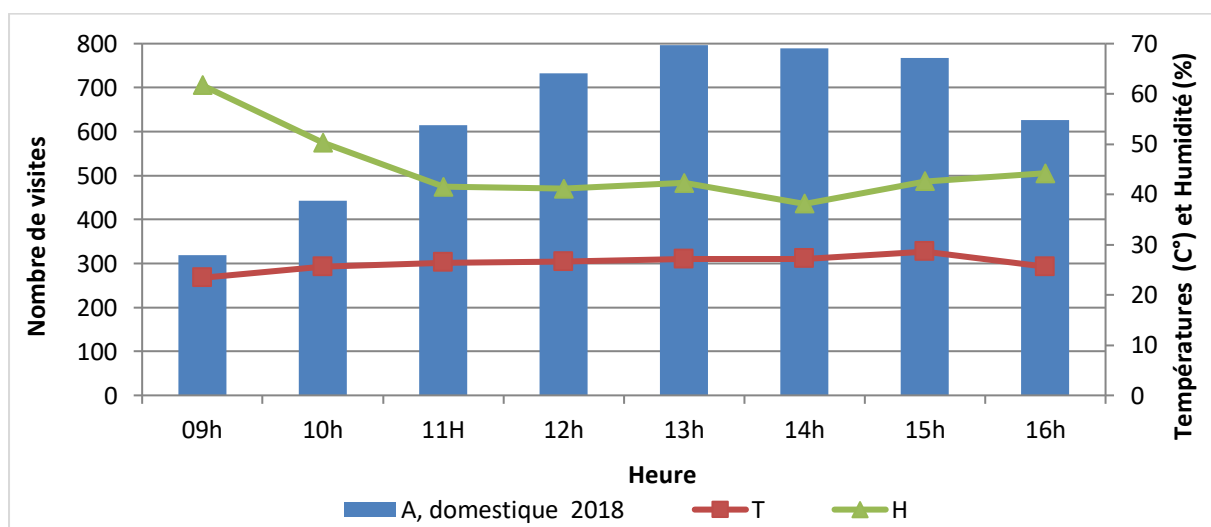


Figure 71 : Variation journalière de la Température et de l'Humidité de l'air et du nombre de visites de l'abeille domestique sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2018

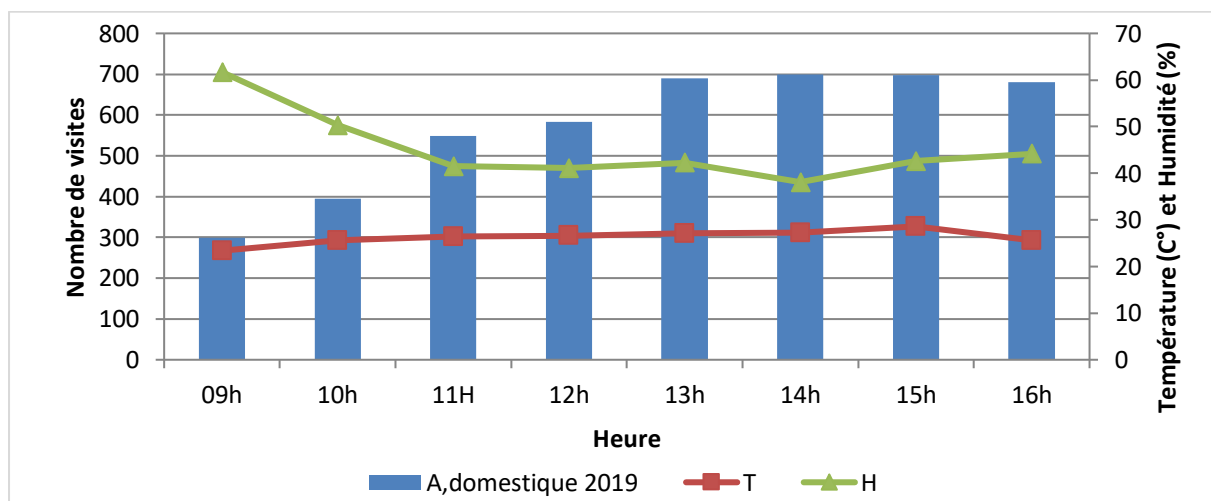


Figure 72 : Variation journalière de la Température et de l'Humidité de l'air et du nombre de visites de l'abeille domestique sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2019

L'évolution du nombre de visite des abeilles domestique en fonction des facteurs climatiques étudiés (température et humidité) ne diffère pas de celui de l'ensemble des abeilles étudiées

toutes espèces confondues, les observations sont semblables à ceux des figures 69 et 70. L'activité de l'abeille domestique est notée tout au long de la journée, son pic d'abondance est atteint entre 13h et 15h, la période qui correspond à l'ouverture optimal des fleurs.

3.4.2.2. L'influence des facteurs climatiques sur le rythme journalier d'*E.punctatissima*

L'activité de butinage d'*E. punctatissima* en fonction des variation de température et d'humidité, sont montrées dans les figures 73 et 74 pour les deux floraisons.

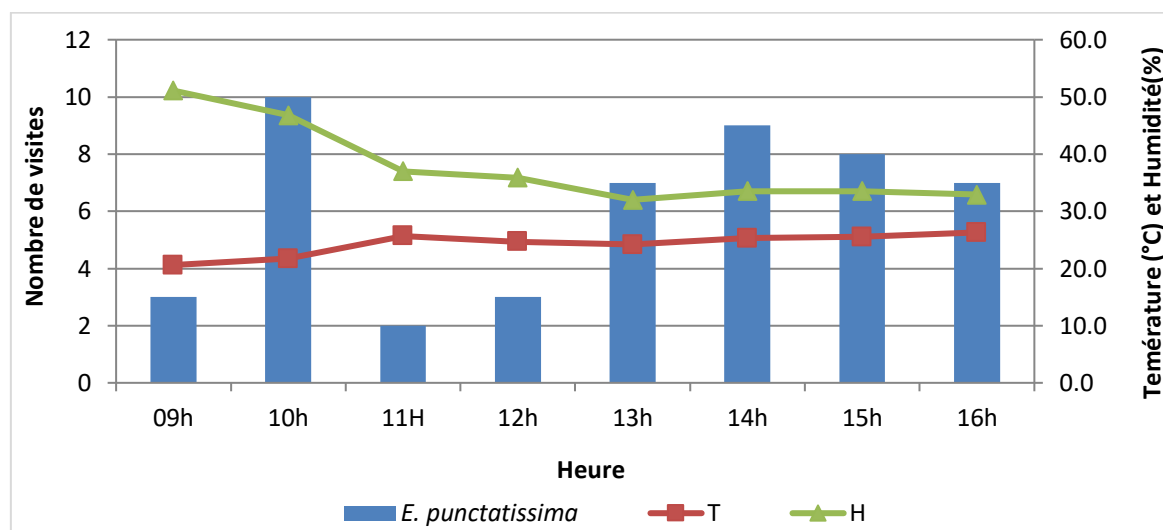


Figure 73 : Variation journalière de la Température et de l'Humidité de l'air et du nombre de visites d'*E. punctatissima* sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2018

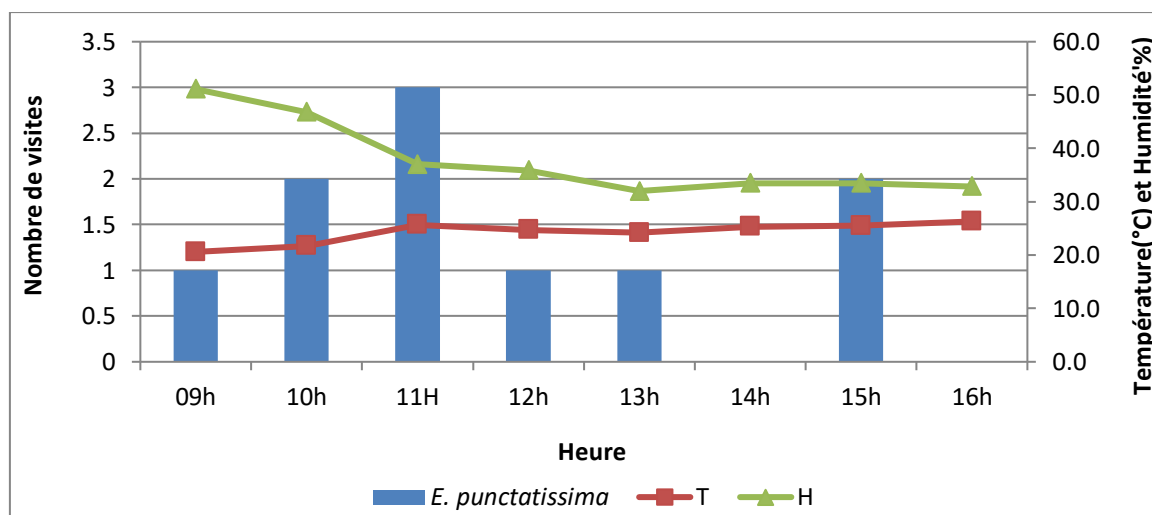


Figure 74 : Variation journalière de la Température et de l'Humidité et du nombre de visites d'*E. punctatissima* sur les fleurs de *H. flexuosum* en 2019

Les visites des abeilles sauvages sur les fleurs du *Sulla* sont très faibles en comparaison avec l'abeille domestique. La seule abeille sauvage abondante durant les deux années d'observation est *E. punctatissima*. L'évolution du nombre de visites d'*E. punctatissima*

semble être différente de celle des autres abeilles. En 2018, cette espèce est butine le matin à 10 h à des températures relativement basses et humidité élevée avec des effectifs très faibles, elle revient butiner souvent l'après midi lorsque les valeurs de température et d'humidité sont constantes entre 13h et 15h. En 2019, nous avons remarqué qu'elle est plus active les matinées, son pic d'abondance est atteint à 11h lorsque les valeurs de la température et d'humidité sont constantes, ensuite elle devient plus rare l'après midi.

3.4.3. Evaluation de l'influence des paramètres climatiques sur l'activité des Apoïdes

L'influence des variations de Température et d'Humidité sur l'évolution de l'abondance des abeilles évaluée par le test de la régression linéaire, et illustrés par les figures 75, 76, 77 et 78.

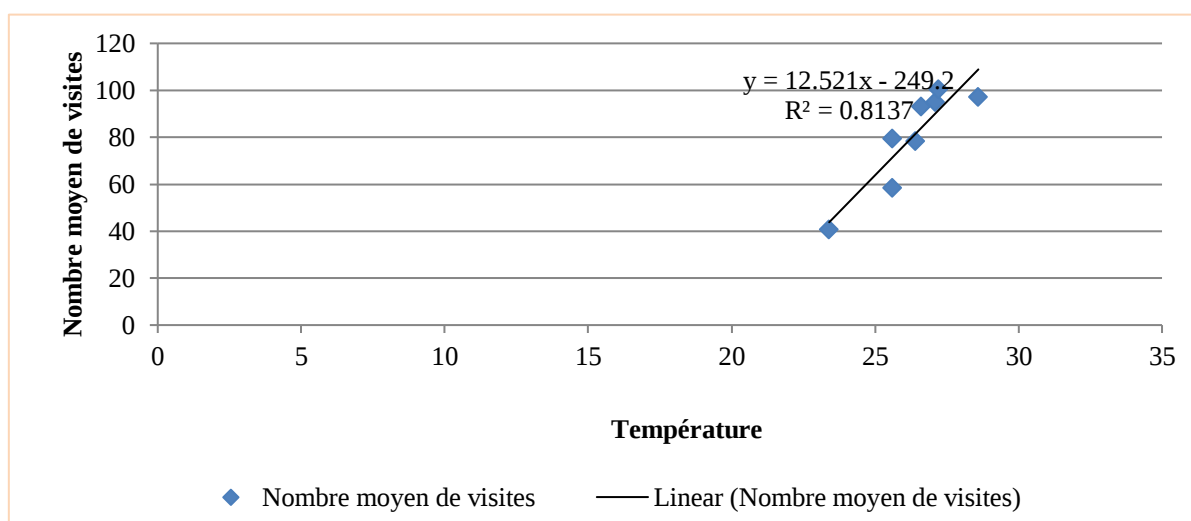


Figure 75: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de la température (2018)

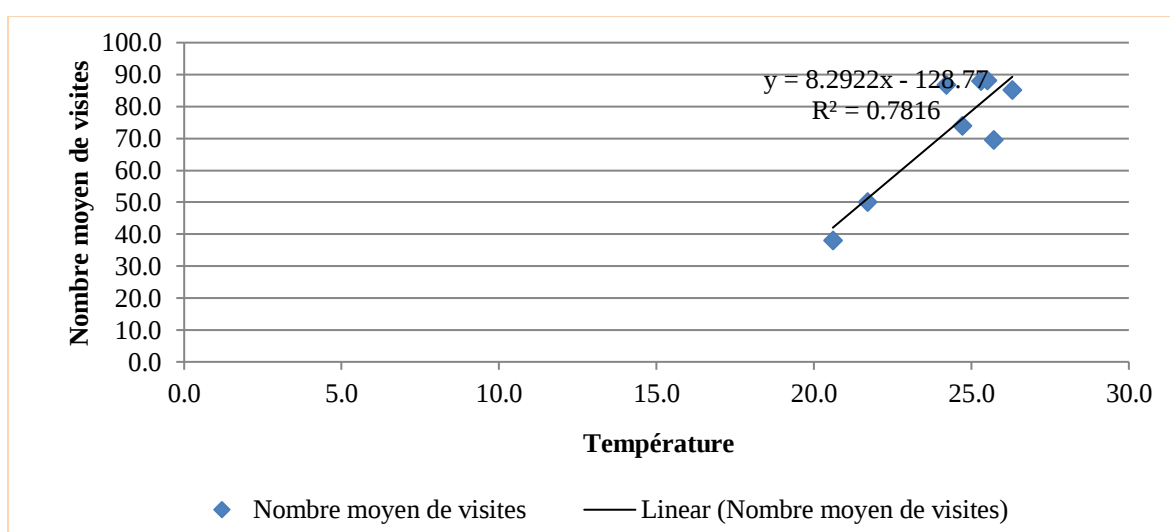


Figure 76: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de la température (2019)

Les résultats des analyses montrent que l'abondance journalière varie selon les heures de la journée et en fonction des facteurs climatiques. La corrélation entre le nombre de visites et la température est révélée positive et très significative en 2018 ($r = 0,89$; $p < 0,01$; $ddl = 6$) et en 2019 ($r = 0,88$; $p < 0,01$; $ddl = 6$).

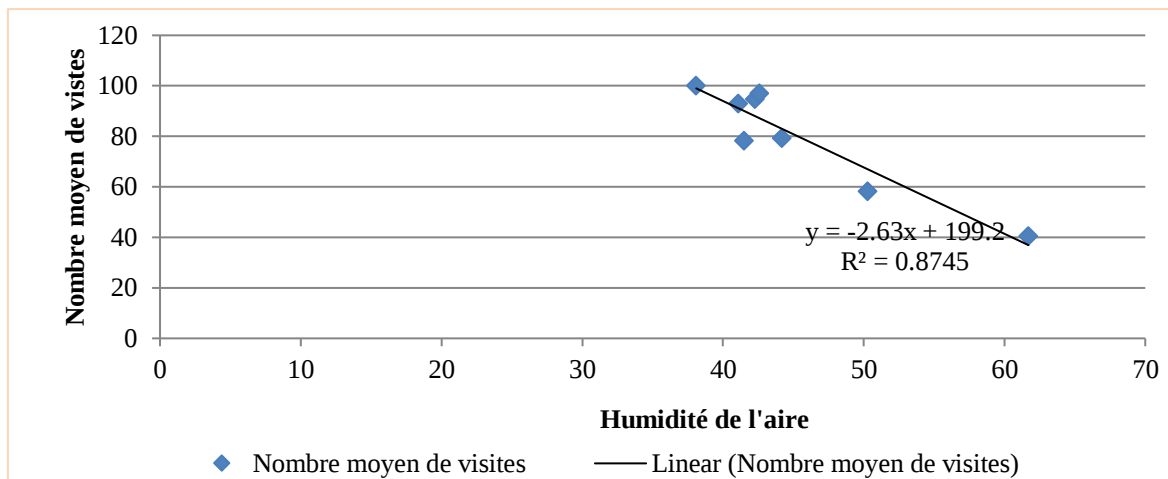


Figure 77: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de l'humidité de l'air (2018)

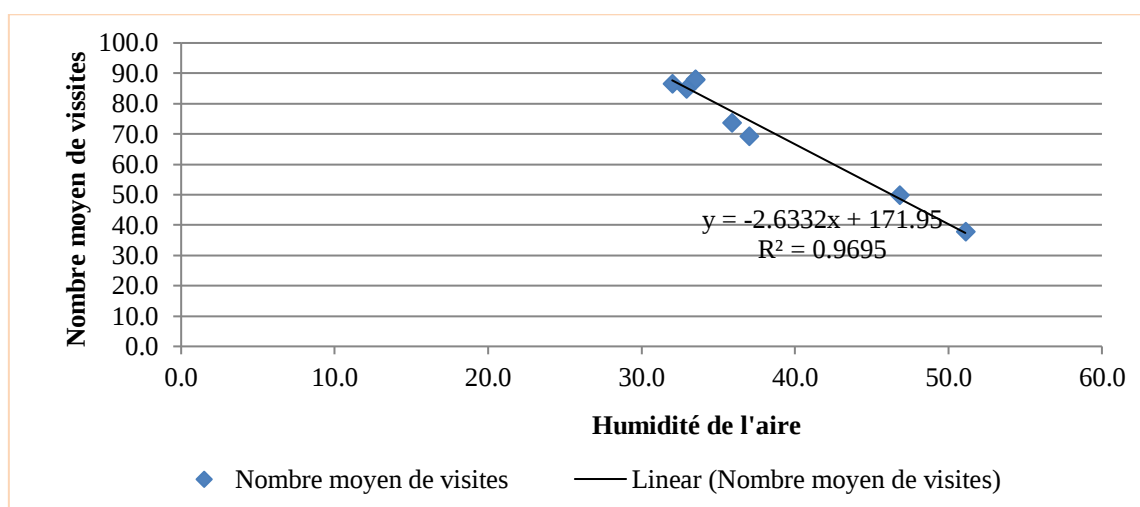


Figure 78 : Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction de l'humidité de l'air de l'air (2019)

Par rapport à l'humidité de l'air, les analyses dévoilent une corrélation négative et très hautement significative entre le nombre de visites et l'humidité de l'air en 2018 ($r = 0,93$; $p < 0,001$; $ddl = 6$) et en 2019 ($r = 0,97$; $p < 0,001$; $ddl = 6$).

En ce qui concerne les abeilles domestiques, leur évolution en fonction des valeurs de température au cours de journée révèle une corrélation positive très significative entre le nombre de visites et la température en 2018 ($r = 0,88$, $p < 0,01$, $ddl = 6$) et en 2019 ($r = 0,91$, $p < 0,01$, $ddl = 6$). Quant à l'humidité de l'air, les analyses montrent une corrélation négative

très hautement significative entre le nombre de visites et l'humidité de l'air en 2018 ($r = 0,81$, $p < 0,001$, $ddl = 6$) et 2019 ($r = 0,87$, $p < 0,001$, $ddl = 6$).

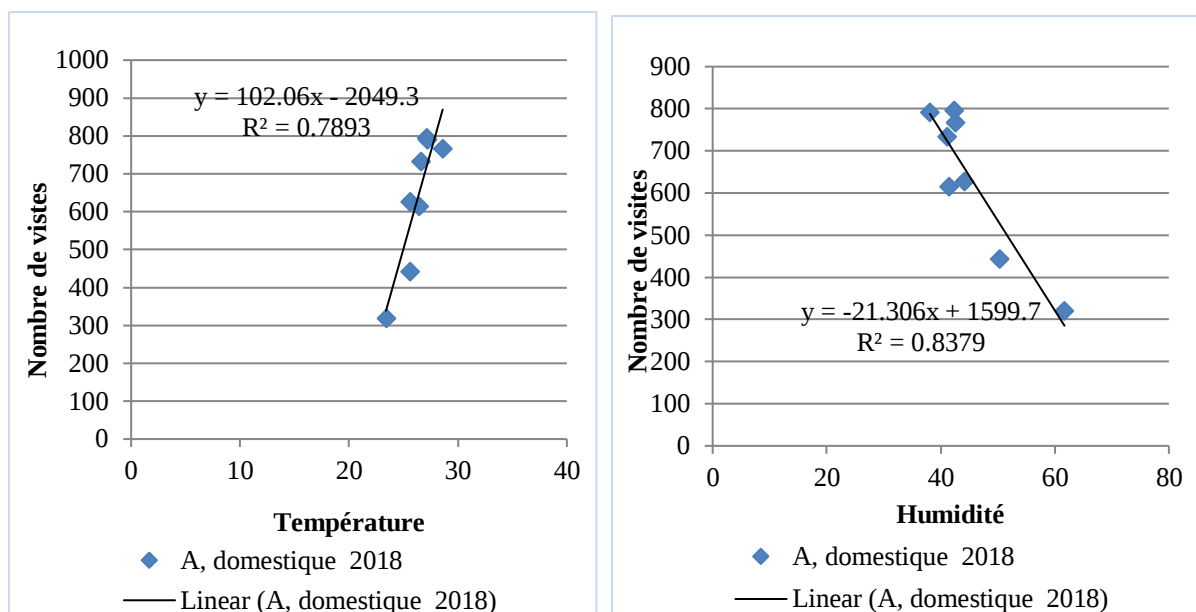


Figure 79: Droite de régression du nombre moyen d'abeille domestique en fonction de la température et de l'humidité de l'air (2018)

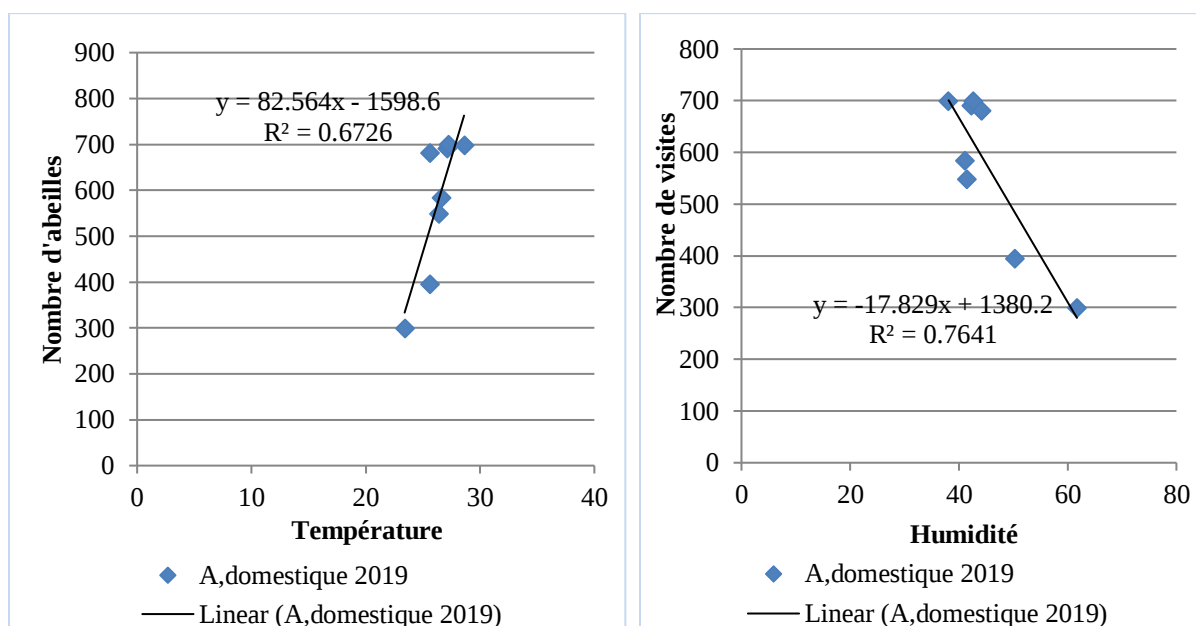


Figure 80: Droite de régression du nombre moyen d'abeille domestique en fonction de la température et de l'humidité de l'air (2019)

Les résultats de corrélation d'*E. punctatissima* par rapport aux facteurs climatiques sont montrés par les figures 81 et 82.

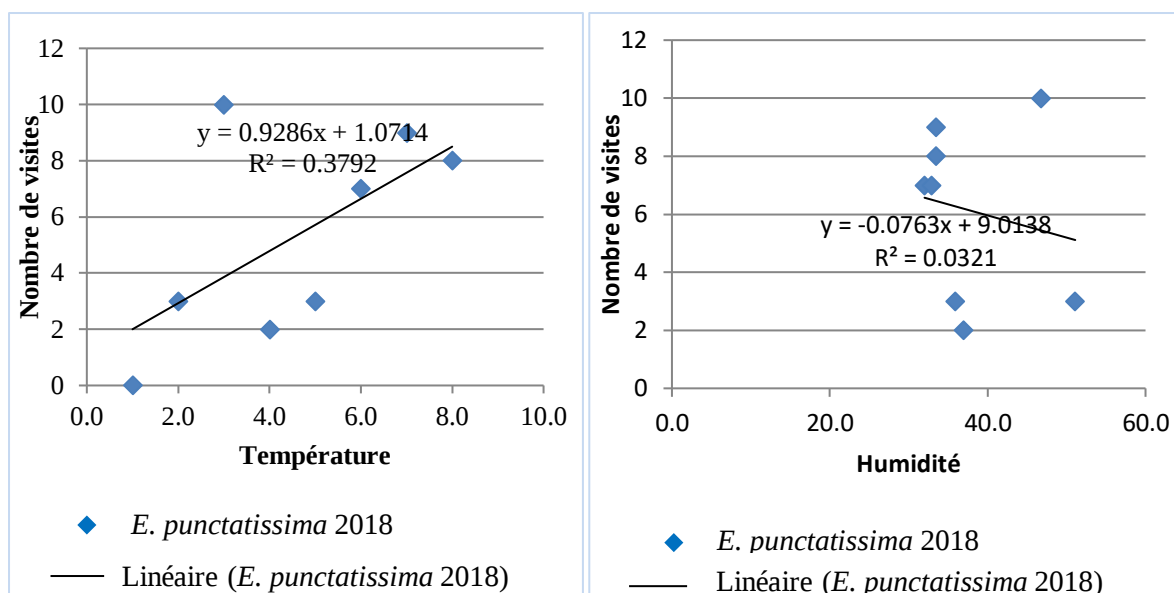


Figure 81 : Droite de régression du nombre d'*E. punctatissima* en fonction de la température et de l'humidité de l'air (2018)

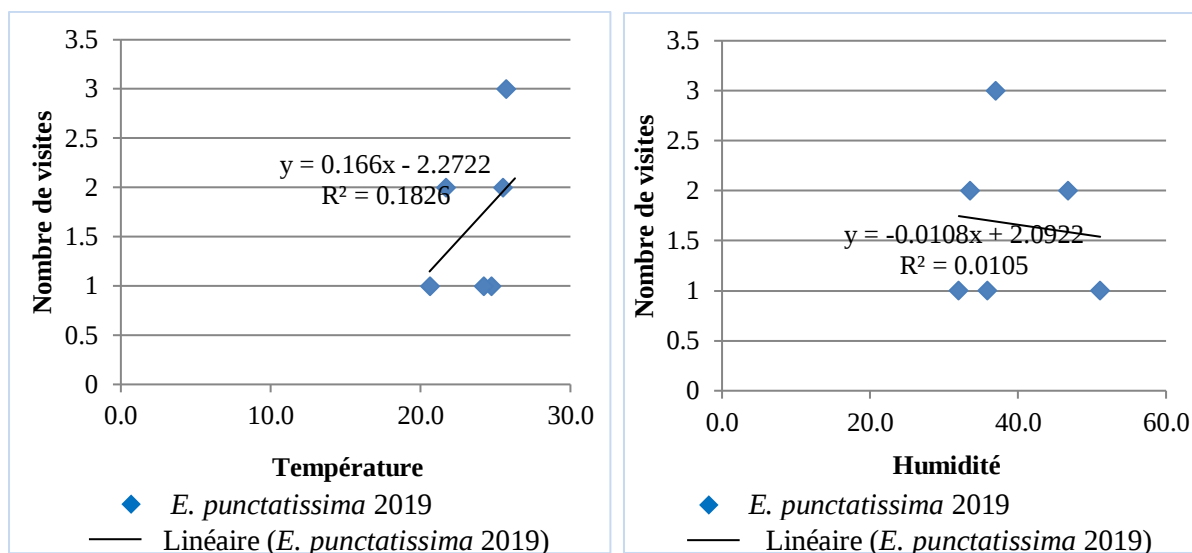


Figure 82 : Droite de régression du nombre d'*E. punctatissima* en fonction de la température et de l'humidité de l'air (2019)

Les résultats obtenus montrent que la corrélation est significative entre le nombre de visites de d'*E. punctatissima* et la température en 2018 ($r = 0,6$; $p < 0,01$; ddl = 6) et en 2019 ($r = 0,42$; $p < 0,01$; ddl = 6). Alors que la corrélation entre le nombre d'individus et l'Humidité de l'air est non significative en 2018 ($r = 0,17$; $p < 0,001$; ddl = 6) et 2019 ($r = 0,1$; $p < 0,001$; ddl = 6).

3.5. Abondance des abeilles butineuses dans les parcelles

Le nombre moyen de fleurs et le nombre moyen d'abeilles par parcelle sont mentionnés dans le tableau 22 :

Tableau 22 : Répartition du nombre moyen de fleurs et visites par parcelle durant deux saisons (2018 et 2019).

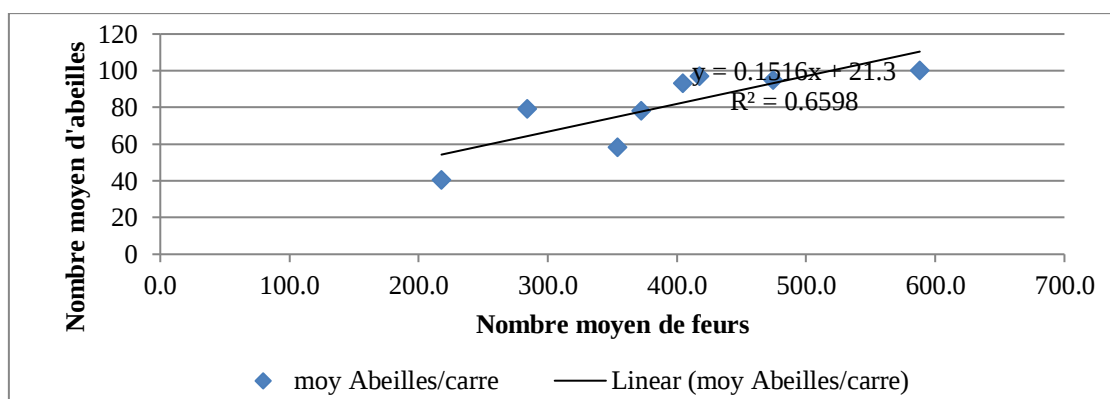
	Parcelles	1	2	3	4	5	6	7	8	Moy.
2018	Nombre moyen de fleurs	217,7	353,8	372	404,4	474,2	588	417,4	284,1	389
	Nombre moyen d'Abeilles	40,6	58,3	78,3	93,1	95	100,3	97,1	79,4	80,3
	Pourcentage des visites (%)	18,65	16,48	21,05	23,02	20,03	17,06	23,26	27,95	20,64
2019	Nombre moyen de fleurs	1051,1	967,5	960,4	550,6	1191,3	1220,6	1176,4	1195,3	1039,2
	Nombre moyen d'Abeilles	37,9	49,9	69,4	73,8	86,6	87,9	88	85	72,3
	Pourcentage des visites(%)	3,61	5,16	7,23	13,40	7,27	7,20	7,48	7,11	6,96

D'après les résultats présentés dans le tableau 22, le nombre moyen de fleurs par parcelle est de $389 \pm 113,3$ durant la saison de 2018, il est plus élevé en 2019 pour une moyenne de $1039,2 \pm 223,4$. Tandis que, le nombre moyen d'abeilles visiteuses par parcelle en 2018 est de $80,3 \pm 21,1$ et de $72,3 \pm 19,1$ en 2019. Il est à noter que le nombre moyen de fleurs par carré diffère d'une année à une autre, il est nettement plus élevé en 2019. Alors que, le nombre d'abeilles visiteuses est sensiblement le même durant les deux années d'étude.

Les taux de visites des abeilles en fonction du nombre de fleurs diffèrent selon les deux années d'étude. Nous avons enregistré des pourcentages de visites variant entre 16,48% et 27,95% en 2018, avec une moyenne de 20,64 %. Tandis que, le pourcentage des visites en 2019 est très faible et varie entre 3,61 et 13,4% avec une moyenne de 6,96%. Cette large différence peut s'expliquer par la densité des fleurs qui est nettement plus élevée en 2019 contrairement à 2018 où la floraison de *Sulla* s'est étalée sur un mois.

3.6. Evaluation du rapport entre le nombre moyen d'abeilles et le nombre moyen de fleurs dans les parcelles.

Pour évaluer la relation entre le nombre moyen d'abeilles et le nombre moyen de fleurs par parcelle, nous avons eu recours à l'analyse de la corrélation linéaire montrée dans les figures 83 et 84.

**Figure 83**: Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction du nombre moyen de fleurs d'*H. flexuosum* (2018)

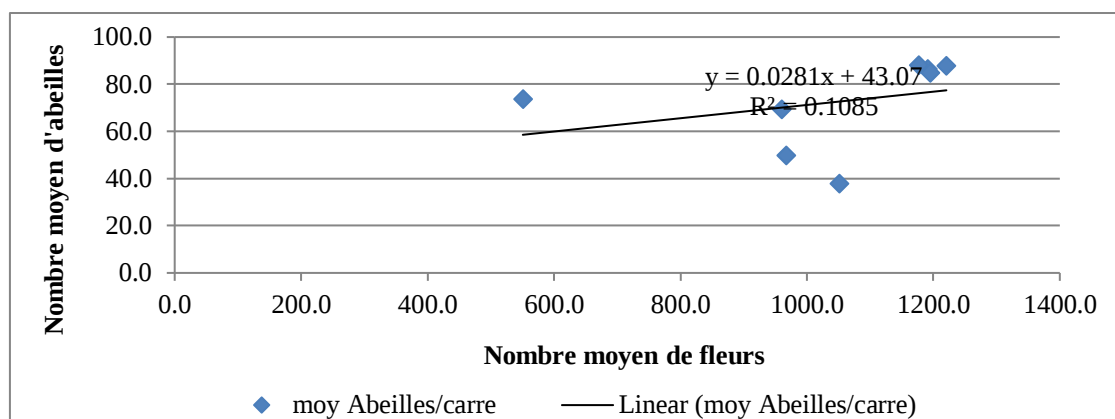


Figure 84 : Droite de régression du nombre moyen d'abeilles en fonction du nombre moyen de fleurs d'*H. flexuosum* (2019)

Les résultats de l'analyse la corrélation linéaire montrent qu'il y'a une corrélation positive en 2018 ($r = 0,81$, $p = 0,01$, $ddl = 6$) et 2019 ($r = 0,32$, $p > 0,01$, $ddl = 6$) avec une valeur plus faible pour la 2^{ème} année, entre le nombre d'abeilles et le nombre de fleurs. Cela peut être expliqué par la courte durée de la période de floraison en 2019, où la densité florale s'est concentrée sur une période d'une vingtaine de jours de floraison en 2019 contre 30 jours en 2018.

3.7. Activité de butinage et efficacité pollinisatrice

L'activité de butinage des abeilles est observée dans la présente étude pour déterminer l'efficacité pollinisatrice des espèces d'abeilles les plus abondantes en évaluant leur vitesse de butinage et la durée de visite. Les espèces concernées sont *A. mellifera*, *E. punctatissima* et *E. numida*. Ces abeilles ont un rôle important dans la pollinisation de fleurs de *Sulla* en contribuant dans la dissémination des grains de pollen.

3.7.1. Vitesse de butinage des abeilles sur les fleurs de *Sulla*

Le nombre de fleurs visitées par minute est déterminé en vue d'estimer l'activité de butinage des abeilles. Le nombre moyen des visites effectuées par les principales espèces d'abeilles est présenté dans le tableau 23.

Tableau 23: Nombre moyen des fleurs visitées par minute par les trois espèces d'abeilles les plus fréquentes durant l'année 2018 et 2019.

	Espèces	<i>A. mellifera</i>	<i>E. punctatissima</i>	<i>E. numida</i>
2018	Nombre de relevés	35	24	24
	Nombre moyen de fleurs visitées/mn	12,8 ± 3,6	19,4 ± 1,3	18,7 ± 1
2019	Nombre de relevés	35	24	-
	Nombre moyen de fleurs visitées/mn	12,7 ± 2,4	19,6 ± 3,1	-
Test	Fisher	t = 0,08 p = 0,47	t = - 0,31 p = 0,38	-

t : test de student, p= probabilité

Les résultats obtenus indiquent que l'abeille domestique (*A. mellifera*) est la plus lente parmi les butineuses rencontrées. Elle a butinée en moyenne 12,8 fleurs par minute ($n=35$, $s=3,6$) en 2018, et de 12,7 fleurs par minute ($n=35$, $s=2,4$) en 2019. *E. numida* a visité en 2018 une moyenne de 18,7 fleurs/min ($n=24$, $s=1$). Tandis que, *E. punctatissima* est la plus rapide durant les deux années, elle a butiné en moyenne 19,4 fleurs /min ($n=24$, $s=1,3$) en 2018 et 19,6 fleurs/min ($n=24$, $s=3,1$) en 2019. Ainsi, il est à noter que les abeilles solitaires observées sont nettement plus efficaces dans leurs activités de butinage sur les fleurs du *Sulla* par rapport à l'abeille domestique.

L'évaluation par le test de Fisher montre que la différence des moyennes de vitesse de butinage entre les deux années n'est pas significative pour *A. mellifera* ($t=0,08$, $p=0,47$). Il est de même pour *E. punctatissima* ($t=-0,31$, $p=0,38$).

3.7.2. Durée de visites par fleurs

La durée de visite des espèces d'abeilles les plus fréquentes sur les fleurs de *Sulla* sont mentionnées dans le tableau 24.

Tableau 24: Durée moyenne de visite des fleurs par les deux espèces d'abeilles les plus fréquentes durant les années 2018 et 2019.

	Espèces	<i>A. mellifera</i>	<i>E. punctatissima</i>
2018	Nombre de relevés	31	31
	Durée moyenne de fleurs visitées / Seconde	7,2	0,9
2019	Nombre de relevés	21	21
	Durée moyenne de fleurs visitées / Seconde	3,8	0,8

La durée moyenne de butinage d'*A. mellifera* est de 7,2 minutes par fleur en 2018, mais cette durée est plus courte en 2019 avec 3,8 minutes par fleur. Par contre, *E. punctatissima* est la plus rapide à butiner et prend moins de temps sur les fleurs avec une moyenne de 0,9 secondes par fleur en 2018 et de 0,8 secondes par fleur en 2019.

3.7.3. Evaluation de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du Sulla

L'impact de l'activité des abeilles sur le rendement du *Sulla* est mesuré par le nombre de graines mûres issues des fleurs pollinisées par les abeilles et des grains issues des fleurs sans intervention de pollinisateurs.

Dans le tableau 25, sont mentionnés les résultats de rendement grainier issus des fleurs protégées et des fleurs laissées libre d'accès aux pollinisateurs.

Tableau 25 : Rendement en grains des fleurs du Sulla protégées des abeilles et des fleurs sans protection. (N. I. : Nombre d'inflorescences, N.A Nombre d'articles, N.G.S : Nombre de grains sains, % R : % de rendement)

Année	Groupe de fleurs	N. I.	N.A	N.G.S	% R
2018	Fleurs sans protection	60	1419	801	56,45
	Fleurs protégées	60	0	0	-
2019	Fleurs sans protection	60	2176	1083	49,77
	Fleurs protégées	60	0	0	-

Les résultats de la décortication des articles du Sulla issus des inflorescences protégées et des inflorescences laissées libres d'accès aux pollinisateurs ont montrés une grande dépendance des fleurs à l'intervention des agents pollinisateurs notamment les abeilles. En effet, les fleurs protégées n'ont produit aucun article et aucun grain pour les deux années d'étude. Tandis que, pour les inflorescences laissées libres d'accès, le nombre de grain est de 801 en 2018 et de 1083 en 2019. Le pourcentage de grains sains est plus élevé dans le cas des inflorescences sans protection avec 56,45% en 2018 et avec 49,77% en 2019, par contre, il est nul pour les fleurs protégées.

Chapitre V

Discussion

1. Composition de la faune des apoïdes et structure des populations

1.1. Résultat global de l'inventaire des abeilles solitaires

L'inventaire des abeilles sauvages réalisé dans quatre stations de la région de Tizi-Ouzou a mis en évidence l'existence d'une grande diversité d'abeilles sauvages avec 201 espèces identifiées. Cela peut nous indiquer que la région d'étude est très riche en espèces d'Apoïdes, sachant que les investigations sont réalisées dans quatre sites seulement. Cependant, il n'existe pas une liste assez complète pour toute l'Algérie sur l'entomofaune d'Apoïde afin d'estimer la faune de la région d'étude. Les premières recherches réalisées remontent au 19^{ème} siècle sont ceux de Lucas (1849), et au début du 20^{ème} siècle avec ceux d'Eaton et *al.* (1908) pour toute l'Algérie y compris la région de Tizi-Ouzou. D'autres recherches effectuées pendant la période coloniale comme celles de Friese (1901), Saunders (1901, 1908) englobant l'ensemble de l'Algérie, d'Alfken (1914) dans la région d'Alger et Médéa, Schulthess (1924) pour la région de Tlemcen et le Nord Ouest de l'Algérie, et les travaux de Benoist (1961) dans le Sahara Algérien. Les récents travaux sur l'inventaire des abeilles sauvages dans la région de Tizi-Ouzou sont ceux de Aouar-Sadli (2009) qui a identifié 103 espèces d'abeilles parmi lesquelles 13 espèces sont nouvelles pour la faune d'Algérie. Dans cette même région, deux autres études plus récentes ont permis de mettre en évidence la présence de 104 espèces (Ikhlef, 2015) et 110 espèces (Korichi, 2015). Par ailleurs, Louadi (1999) a recensé 56 espèces dans la région de Constantine, et 33 espèces sont identifiées par Bendifallah-Tazrouti (2002) sur les plaines de la Mitidja. Dans la région du Nord-Est Algérien, Louadi et *al.* (2008), ont comptabilisé dans huit stations d'étude 382 espèces d'Abeilles sauvages. Bendifallah et *al.* (2010) ont recensé 120 espèces dans la région du Nord l'Algérie. Dans le Nord-Ouest d'Algérie Bendifallah et *al.* ont identifié 198 espèces en 2015. Une étude très récente de la faune Marocaine dévoile la présence de 961 espèces d'abeilles sauvages (Lhomme et *al.*, 2020). En Europe Rasmont et *al.* (1990) ont dénombré 56 espèces dans la région de Terril st-Antoine (Belgique). Selon Rasmont et *al.* (1995), les Apoïdes de la région francophone d'Europe Occidentale sont estimés de 913 espèces. En Italie et durant quatre ans de suivi 355 espèces sont identifiées (Quaranta et *al.*, 2004). Au Sud de la France et dans la région d'Aveyron, 199 espèces d'abeilles confirmées par Baliteau et *al.* (2013). Un total de 398 espèces est répertorié par Philippe (2020) en une seule région de Sud-Ouest de la France. Les recherches réalisées dans l'archipel du Malte, par les travaux de Balzan et *al.* (2016) révèlent également une richesse spécifique de 95 espèces. Cependant, la plus grande diversité des abeilles sauvages est signalée dans plusieurs régions de l'Espagne avec une faune Apoidienne de 1105 (Ortiz-Sánchez, 2011). Ceci nous montre que la région du Nord

d'Afrique et la région méditerranéenne sont les plus riches en espèces d'abeilles sauvages (Michener, 2007).

A l'issu de la présente étude, un total de 9610 individus est capturé durant deux années consécutives répartis en 201 espèces, 36 genres, 16 tribus 13 sous familles et 6 familles. Nos résultats corroborent ceux de Bendifallah-Tazrouti (2002) qui a dénombré 5542 spécimens répartis en 14 genres et 107 espèces, en 2011, le même auteur a recensé 9321 spécimens et 191 espèces dans trois zones bioclimatiques de l'Algérie en 2011. Une autre étude réalisée dans le Nord et le Sud Algérien (Alger, Blida, Boumerdès et Biskra), Bendifallah et *al.* (2012) ont recensé 6000 individus et 180 espèces de 5 familles d'Abeilles sauvages. Nos résultats sont également proches de ceux de Bendifallah et *al.* (2015) au cours d'une étude réalisée dans le Nord-Ouest d'Algérie, où ils ont capturé 9740 individus répartis en 198 espèces et 27 genres et 05 familles. Par ailleurs, en Belgique, Pauly (2019a) a identifié 3724 spécimens d'abeilles sauvages et 8895 individus ont été répertoriés par Pauly (2019b) dans la région de Bruxelles. Dans le bassin méditerranéen, plusieurs recherches sont effectuées sur la diversité et l'abondance des abeilles sauvages, l'inventaire réalisé par Aubert et *al.* (2014) dans le sud de la France a révélé également une abondance d'abeilles sauvages avec 2400 spécimens et 242 espèces durant une année d'échantillonnage. Fortel (2014) a recensé un nombre considérable d'abeilles par l'utilisation de filet et les pièges à eau, où 12872 spécimens sont capturés, répartis en 34 genres et 291 espèces. En Italie, Quaranta et *al.* (2004) ont dénombré 8674 abeilles. Ce nombre important d'abeilles sauvages en Algérie et ailleurs dans le monde, reflète l'abondance et la répartition des espèces d'abeilles sauvages (Andre, 1879). Selon Michener (1979), la répartition la plus abondante des abeilles est surtout marquée dans certaines régions chaudes et xériques du monde, elle est plus importante dans les climats dits méditerranéens.

Durant la présente étude six familles d'Apoïdes sont rencontrées: les Apidae, les Megachilidae, les Halictidae, les Andrenidae, les Colletidae et les Mellitidae. Les Mellitidae capturés sont représentés par une seule espèce *Dasypoda sinuata*. Il est à rappeler que cette famille n'est pas citée auparavant dans la région de Tizi-Ouzou. En effet, les travaux de Aouar-Sadli (2009), de Ikhlef (2015) et Korichi (2015) ont noté la présence des mêmes familles à l'exception de celle des Mellitidae. Les cinq familles sont également rapportées par d'autres études dans différentes régions d'Algérie, notamment celles de Louadi (1999), qui a confirmé l'absence des Mellitidae dans la région de Constantine. Des observations semblables sont également faites par Bendifallah et *al.* (2010 ; 2011 ; 2012 ; 2015), dans la région du centre et Sud de l'Algérie (Blida, Alger, Boumerdès et Chlef) et dans le Sahara (Biskra).

Toutefois, selon Michez et *al.* (2004a et 2004b), la famille des Mellitidae est représentée au Nord d'Afrique par le genre *Dasypoda* avec 9 espèces. D'après Michez (2002, 2003), *D. sinuata* est une espèce abondante et endémique de l'Afrique du Nord ainsi que de la Méditerranée orientale, d'ailleurs, Louadi et *al.* (2008) affirment l'existence de *D. sinuata* et 8 autres espèces appartenant à la famille des Mellitidae dans le Nord-Ouest d'Algérie. Dans d'autres régions de la méditerranée, plusieurs travaux ont confirmé la présence des six familles d'abeilles énumérées avec la faible présence des Mellitidae, c'est le cas des travaux de Quaranta et *al.* (2004) ; Meriguet (2004) ; Iserbyt et *al.* (2005) ; Baliteau et *al.* (2013) et Pauly (2019a, 2019b). Il s'avère donc que la famille des Mellitidae est la plus rare famille en Algérie et au Nord d'Afrique, et même dans le bassin méditerranéen. De plus, nos résultats montrent que la présence des Mellitidae est limitée à une seule localité de Tigzirt et absente dans les autres stations. Cela est probablement lié à la nature du milieu et au microclimat qui peut être favorable, sachant que la localité de Tigzirt est à quelques mètres du bord de mer méditerranéenne.

La famille la plus représentative de notre inventaire est celle des Apidae suivie de la famille des Halictidae et des Andrenidae. La famille des Megachilidae se trouve en quatrième position. Les deux familles les moins présentes sont les Colletidae et les Mellitidae. Les mêmes constations sont rapportées par Aouar-Sadli (2009). Nos résultats sont également proches de ceux de Louadi (1999) où cet auteur note que les Apidae sont en tête des familles les plus abondantes suivis des Halictidae et des Megachilidae dans la région de Constantine. Par contre, Bendifallah-Tazrouti (2002) note que les familles les plus dominantes de l'inventaire réalisé dans la partie orientale de Mitidja sont les Halictidae et les Andrenidae. Les travaux de Bendifallah (2011) dans trois étages bioclimatiques : Sub-humide (Blida), semi-aride (El Harrach, Zemmouri, Bouira) et Saharien (Biskra), ont montré que ce sont les Apidae et les Andrenidae qui dominent.

Quant aux familles les plus diversifiées, nous notons que les Apidae est la plus riche en espèce suivi des Megachilidae, des Andrenidae et des Halictidae en suite viennent les Colletidae et les Mellitidae. Ces observations ne sont pas différentes de celles de Aouar-Sadli (2009), Ikhlef (2015) et Korichi (2015) qui déclarent que les Apidae et les Megachilidae sont les plus diversifiées, suivi des Halictidae et des Andrenidae et enfin les Colletidae. Par contre, dans les vergers de Mitidja ce sont les Halictidae et les Andrenidae qui sont plus diversifiées suivis des Apidae (Bendifallah-Tazrouti, 2002). Balzan et *al.* (2016) rapportent également les mêmes résultats, les Apidae sont en tête des familles riches en espèces dans l'archipel du Malte, elles sont suivies des Megachilidae, des Halictidae et des Colletidae. Cependant,

Lhomme et *al.* (2020) constatent qu'au Maroc ce sont les Megachilidae suivis des Apidae qui ont un grand nombre d'espèces.

Les espèces les plus abondantes de notre inventaire sont *L. malachurum* et *L. pauxillum*, de la famille des Halictidae. Elles sont suivies de *P. pici* et de *L. villosulum* et *L. immunitum*, la première appartient à la famille des Andrenidae et les deux autres de la famille des Halictidae. A partir de ces résultats nous déduisons que malgré la dominance des Apidae, les deux espèces les plus abondantes de l'inventaire appartiennent à la famille des Halictidae. Nos résultats sont différents de ceux de Aouar-Sadli (2009), qui déclare que les espèces les plus présentes appartiennent à plusieurs familles, c'est le cas des deux espèces les plus abondantes qui sont : *C. cucurbitina* (Apidae) et *P. pici* (Andrenidae). Elles sont suivies de *L. chrysurus* (Megachilidae), *H. scabiosae* (Halictidae) et *E. notata* (Apidae). De plus, Korichi (2015) constate la dominance d'une espèce d'Andrenidae en l'occurrence *P. pici* suivie de *L. pauxillum*, *L. villosulum* et *L. malachurum* de la famille des Halictidae. Ikhlef (2015) rapporte que les espèces les plus abondantes appartiennent à la famille des Apidae et celle des Halictidae, cet auteur a signalé la dominance d'*E. numida* et *L. villosulum* suivis de *B. terrestris*, *L. malachurum* et *H. scabiosae*. Bendifallah (2011) rapporte aussi que les abeilles les plus abondantes dans les stations, dans plusieurs régions de l'Algérie, sont *A. flavipes*, *H. scabiosae*, *Andrena* sp. et *E. numida*, elles appartiennent à trois familles différentes (les Andrenidae, les Halictidae et les Apidae).

1.2. Effectif des espèces dans les stations d'étude

La station la plus abondante en effectif est Draa El Mizan avec 4148 individus, suivie de la station de Makouda avec 2196 et de Tigzirt avec 1796 et enfin de la station de Bastos où 1470 abeilles sont dénombrées. Cependant, la localité la plus riche en espèces est celle Draa El Mizan avec 136 espèces suivie de Makouda avec 133 et de Tigzirt avec 130 espèces. La station de Bastos est la moins diversifiée (119) et aussi la moins abondante en effectif par rapport aux autres, ce qui est probablement influencé par l'activité anthropique. Selon Ahrné et *al.* (2009), le paysage urbain environnant influence le nombre d'espèces présentes. Par ailleurs, les jardins et autres espaces verts urbains peuvent constituer des alternatives importantes aux habitats naturels de nombreuses espèces. De plus, Sirohi et *al.* (2015) pensent que les milieux urbains comparativement aux prairies et aux réserves naturelles peuvent contribuer de manière significative à la conservation des abeilles solitaires et primitives eusociales en Grande-Bretagne.

Les cinq familles sont bien présentes dans toutes les stations à l'exception de celle des Mellitidae qui est présente seulement dans la station de Tigzirt. La famille des Apidae est la plus abondante dans toutes les stations sauf celle de Draa El Mizan. Les familles des Halictidae et Andrenidae sont en deuxième et en troisième position respectivement pour toutes les stations. À Draa El Mizan ce sont les Andrenidae qui dominent suivis des Halictidae et Apidae. En ce qui concerne le nombre d'espèce par famille dans les stations d'étude, la famille des Apidae est toujours la plus diversifiée, suivie des Megachilidae, des Andrenidae et des Halictidae.

1.3. Répartition des familles d'abeilles par méthode d'échantillonnage

Les deux méthodes utilisées pour la capture des abeilles ont permis de capturer un grand nombre d'individus chaque année. Le nombre de spécimens piégé dans l'eau et capturé par la méthode d'approche direct sont respectivement de 4882 et 4728. Ces résultats corroborent ceux de Aubert et *al.* (2014), qui ont constaté également que les deux méthodes de piégeages ont la même efficacité avec une légère augmentation pour les pièges colorées. Ces auteurs ont noté la présence de 1 207 et 1 234 spécimens respectivement par le filet et par le piégeage à l'eau. Par contre, selon les travaux de Wilson et *al.* (2008), les pièges à eau ont permis de capturer un plus grand nombre de spécimens d'abeilles tout au long de la saison comparativement à la capture au filet. Nos résultats se rapprochent également de ceux de Pauly (2019a) qui a observé une légère différence des bacs jaunes par rapport à la capture au filet où il a dénombré 1364 abeilles capturées au filet et 1253 spécimens par le biais des bacs jaunes. Cependant, le même auteur a signalé l'efficacité d'une autre méthode de capture par les pièges malaise, qui grâce à cette méthode il a pu capturer 1107 spécimens, pas loin du nombre d'abeilles capturées par les deux méthodes précédentes.

Toutefois, Westphal et *al.* (2008) suggèrent que pour un échantillonnage à grande échelle et à long terme, l'utilisation des pièges à eau est plus efficace et rentable pour l'échantillonnage de la diversité des abeilles. Cependant, la capture par le filet est la méthode la plus adaptée pour favoriser la relation plante-pollinisateur. Gollan et *al.* (2011) recommandent d'utiliser une variété de couleurs pour échantillonner la biodiversité globale des abeilles, mais les couleurs spécifiques peuvent être plus efficaces pour cibler certains groupes ou certaines espèces. D'après Geroff et *al.* (2014), parmi les quatre méthodes utilisées pour la capture des abeilles sauvages, il serait judicieux d'utiliser les pièges malaise qui, selon l'auteur, permettent la capture d'un nombre important d'espèces d'abeilles. Par contre, les pièges à eau déposés au niveau du sol sont les moins efficaces. Les pièges à eau surélevés ainsi que le filet ont donné

des résultats semblables. Selon Aubert et *al.* (2014), le piégeage à eau permet généralement la mise en évidence des espèces discrètes, souvent de petite taille ou rares, qui peuvent facilement passer inaperçues même pour la capture au filet.

Par ailleurs, nous avons remarqué une régression du nombre d'individus d'une année à une autre. En effet, le nombre d'individus capturés en 2019, est plus élevé que celui enregistré en 2017 avec une différence considérable de 2370. La plus grande différence est constatée pour la méthode de capture au filet entomologique avec une différence de 1268 spécimens contre 1102 individus pour les pièges à eau. Généralement le vol des abeilles est géré par la présence des fleurs dans les sites prospectés. De ce fait, la baisse du nombre d'individus capturés au filet, peut être liée à la disparition ou bien à la diminution de la densité florale. L'absence de plantes à fleurs limite la diversité des abeilles sauvages. Celles-ci recherchent des milieux où le pollen et le nectar sont abondants. En effet, selon Grundel et *al.* (2010), la composition des communautés et la richesse spécifique des abeilles sont positivement liées à la richesse des plantes et à l'abondance des ressources de nidification potentielles.

En outre, les variations climatiques de température et d'humidité peuvent jouer un rôle limitant sur l'activité et la distribution des abeilles et influencent les interactions plantes-pollinisateurs (Le Conte et Navajas, 2008 ; Reddy et *al.*, 2015). Plusieurs chercheurs dans différentes régions ont signalé le déclin des abeilles par plusieurs facteurs climatiques et anthropiques. La disparition des espèces au cours des dernières décennies est principalement due à la destruction ou la fragmentation des habitats naturels et au déclin de l'abondance et de la diversité florale résultant de l'intensification agricole (Schaffer 1983 ; Mc Intyre et Hostetler, 2001 ; McFrederick et LeBuhn, 2006; Gadoum et *al.*, 2007 ; Morandin et *al.*, 2007 ; Rasmont, 2007 ; Fournier, 2008 ; Goulson et *al.*, 2008 ; Ahrné et *al.*, 2009 ; Spivak et *al.*, 2011 ; Rollin et *al.*, 2013 ; Lemoine, 2014). D'après Winfree et *al.* (2007), les groupes d'espèces susceptibles de montrer une plus grande sensibilité à la perte d'habitat, sont en particulier les spécialistes (monolectiques) de la flore. De ce fait une utilisation modérée des terres pourrait être compatible avec la conservation de nombreuses espèces d'abeilles, mais pas toutes.

1.4. Attirance des abeilles par la couleur des pièges

L'attraction des abeilles par les pièges colorées diffère d'une famille à une autre. La couleur bleue est la plus appréciée par les abeilles vu qu'elle a attiré plus de la moitié des abeilles durant les deux années d'étude. Les familles d'abeilles les plus rencontrées dans les coupelles bleues sont les Halictidae ensuite les Andrenidae et les Apidae. Cette couleur a un grand effet

notamment dans les stations de Draa El Mizan et Makouda, où les deux familles les plus piégées sont les Andrenidae et les Halictidae à Draa El Mizan ; tandis que, dans la station de Makouda les Apidae sont les plus abondants. Les mêmes observations sont rapportées par Campbell et Hanula (2007) qui affirment que parmi les quatre couleurs (bleu, jaune, blanc et rouge) utilisées, les récipients bleus sont les plus efficaces.

La deuxième couleur qui attire plus les abeilles est le jaune. Les Halictidae et les Andrenidae sont les plus remarquables dans toutes les stations notamment à Draa El Mizan. Les Megachilidae sont très piégées en 2016 dans la localité de Makouda. Les pièges blancs attirent moins d'abeilles, les plus fréquents sont les Apidae et les Halictidae. Les Colletidae sont un peu plus attirées par la couleur blanche qui atteignent leur grand nombre en 2016 dans la station de Makouda. Par contre, la plupart des Mellitidae sont attirées par les coupelles blanches en 2017 dans la station de Tigzirt où aucune abeille n'est enregistrée en 2016. Nos résultats corroborent ceux de Geroff et *al.* (2014) qui rapportent que parmi les pièges utilisés, ceux de couleur bleue ont recueilli la plus grande abondance et richesse des espèces, cependant, les pièges jaunes ont attiré moins d'abeilles. Gollan et *al.* (2011) constatent également que les pièges jaunes ont permis de recueillir un nombre beaucoup plus important que les pièges blancs.

Les coupelles utilisées pour évaluer la densité et la diversité des populations d'abeilles sauvages sont placées à un mètre du sol au dessus de la végétation afin qu'elles soient repérées par les abeilles. Selon Leong et Thorp (1999), les pièges colorés, utilisés comme méthode passive, peuvent prélever un échantillon sélectif et efficace d'une abeille oligolectique. Le même auteur constate que les femelles et les mâles d'*Andrena limnanthis* présentent des préférences de couleur différentes, les femelles sont fortement attirées par les pièges blancs et bleus, mais moins par les pièges jaunes. Tandis que, les mâles préfèrent les pièges blancs. De plus, selon Geroff et *al.* (2014), les pièges de différentes couleurs placés sur la même hauteur ont recueilli une composition d'espèces plus semblable que celle des pièges de différentes hauteurs. Par contre, la composition d'espèces des pièges bleus au niveau du sol est relativement semblable à celle des pièges surélevés, peu importe la couleur.

1.5. Qualité d'échantillonnage des abeilles solitaires capturées

La qualité d'échantillonnage, des abeilles piégées dans les pièges colorés et capturées au filet entomologique en 2016 et 2017, sont inférieures à 1, ce qui signifie que l'échantillonnage est bon pour les deux méthodes et durant les deux années d'étude. Les prospections sont réalisées dans les stations aussi régulièrement que possible une fois par semaine et par temps ensoleillé.

La présence régulière des abeilles dans les coupelles et par approche direct a permis d'établir un bon échantillonnage pour les deux années d'étude.

1.6. Composition et structure des abeilles capturées

1.6.1. Richesse totale (S) des espèces d'abeilles

La richesse spécifique totale des abeilles par l'utilisation des deux méthodes d'échantillonnage révèle une très grande diversité d'abeilles sauvage dans la région d'étude avec la présence de 201 espèces. Le nombre d'espèces capturées par la méthode directe est plus élevé avec une différence de 44 espèces de plus par rapport aux espèces piégées dans l'eau. Nos résultats corroborent avec ceux de Aubert et *al.* (2014) qui constate que la chasse au filet a permis d'inventorier 209 espèces contre 126 pour les pièges colorés. Les mêmes constations sont faites par Pauly (2019a) qui déclare que la capture au filet a permis de collecter 80 espèces contre 59 avec les pièges jaunes et 65 par les pièges malaises.

1.6.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Les deux méthodes exploitées au cours de l'inventaire ont montré leur efficacité. En effet, à l'aide de chacune d'elles, nous avons recensé un nombre considérable d'espèces. Cela permet de conclure que les deux méthodes sont efficaces et que l'une complète l'autre.

1.6.2.1. Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces d'abeilles

Les espèces d'abeilles les plus capturées dans les stations par les pièges à eau sont en général de petites espèces appartenant à la famille des Halictidae. Les mêmes constations sont soulevées par Aubert et *al.*(2014), qui déclarent que le piégeage à eau permet de capturer les espèces de petite taille ou rares. C'est le cas de *L. villosulum* capturée dans la station de Tigzirt pendant les deux années d'étude. *L. malachurum* est aussi abondante dans les stations de Draa El Mizan en 2016 et 2017 et à Makouda en 2016. *L. pauxillum* est abondante dans la station de Bastos et Draa El Mizan en 2016. Les espèces de la famille des Apidae sont également présentes en 2017 avec l'abondance d'*E. notata* et *E. collaris* sont plus présents dans la station de Bastos et *E. pollinosa* très abondante à Makouda en 2017. *B. terrestris* est abondante dans les relevés de Draa El Mizan. Les Andrenidae sont présentes aussi dans les pièges à eau en 2016, c'est le cas d'*A. labiata* dans la station de Bastos, *A. fumida* à Makouda en 2016, et *A. fumida* dans la station de Tigzirt. *O. cornuta* est la seule espèce de Megachilidae la plus présente dans les coupelles à Makouda en 2017. Dans la station de Tigzirt, *D. sinuata* est très abondante notamment en 2017.

En ce qui concerne les espèces capturées à l'aide du filet entomologique, elles sont pour la plupart de grande taille appartenant à la famille des Apidae. C'est le cas de *B. terrestris* très abondant durant les deux années d'étude dans la station de Draa El Mizan, *A. albegina* en 2016 et *A. aestivalis* en 2017 dans la station de Tigzirt. Le genre *Eucera* est également très présent avec une forte densité en 2017 notamment *E. punctatissima* dans les stations de Bastos et Makouda et *E. spatulata* à Draa El Mizan. En 2016, *E. notata* est la seule espèce abondante dans la station de Bastos. Les Megachilidae sont aussi fréquents sur les plantes, *M. apicalis* est très remarquable dans les stations de Draa El Mizan et de Tigzirt en 2016 et à Bastos en 2016. Quelques petites espèces sont également présentes notamment en 2016 dans les stations de Draa El Mizan et de Tigzirt. *L. villosulum* est la seule espèce d'Halictidae, la plus abondantes, capturée à l'aide du filet entomologique au niveau de la station de Bastos en 2016.

1.6.2.2. Fréquence d'occurrence et constance

L'étude de fréquence d'occurrence et constance des populations d'abeilles sauvages capturées, permet de classer les abeilles en 6 catégories selon leurs présences. La plupart des espèces sont classées dans la catégorie des accessoires et accidentelles et parfois rares. Tandis que, les classes les moins présentes dans les relevés sont la classe de constance et la classe régulière. Les abeilles les plus présentes dans les relevées pour les deux méthodes et dans plusieurs stations sont des espèces appartenant à la famille des Halictidae. C'est cas d'*L. malachurum*, *L. pauxillum*, *L. villosulum* et *L. immunitum*, elles sont également abondantes à Draa El Mizan, Tigzirt et Makouda. Les autres espèces constantes et régulières sont souvent rares et de grande taille, appartiennent à la famille des Apidae et Megachilidae, et leurs fréquences ne sont pas constantes durant les deux années et pour les deux méthodes d'échantillonnage c'est le cas de *B. terrestris*, *A. plumipes*, *A. aestivalis*, *A. mucida* et *E. pollinosa* de la famille des Apidae, et *O. cornuta* de la famille des Megachilidae. Quant aux espèces de la famille des Andrenidae nous avons : *A. flavipes* et *A. fumida* et *A. nigroacerea*.

1.6.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les valeurs de diversité de Shannon-Weaver diffèrent selon les stations et selon les méthodes de piégeage employées. Les plus élevées sont enregistrées par la méthode de capture au filet entomologique pour des valeurs qui varient entre 4,85 et 5,79 bits. Pour les populations capturées dans les pièges à eau, elles varient entre 3,5 et 5,18 bits. Aouar-Sadli (2009) constate également une bonne diversité d'espèces avec une valeur de 5,28 bits. Nos résultats ne sont pas loin de ceux de Bendifallah (2011) où les valeurs obtenues varient entre 2,04 et

5,42 bits. L'équitabilité des espèces d'abeilles tend vers 1, ce qui signifie que les espèces sont en équilibre entre elles dans les différentes stations.

1.7. Phénologie des abeilles

La phénologie des espèces d'abeilles dans les stations diffère selon les mois. Nous avons constaté que la période du vol de la plupart des abeilles sauvages coïncide avec la période printanière. Celle-ci est caractérisée par la présence d'un maximum de floraison. L'ensemble des abeilles marque sa présence à partir du mois de Janvier. Leur pic d'abondance est atteint au mois d'Avril avec 2121 individus enregistrés, et une nette régression d'effectif est constatée en Novembre ou Décembre selon les familles. Nos résultats corroborent ceux d'Aouar-Sadli (2009), Ikhlef (2015) et Korichi (2015) dans la même région d'étude et ceux de Louadi (1999) dans la région de Constantine. Bendifallah (2011) constate que les abeilles de la région du Nord-Centre d'Algérie qui représente le semi aride et le subhumide, sont mieux représentées entre Avril et Mai alors que dans l'étage saharien (Biskra) les abeilles sont plus abondantes en Février.

Les abeilles répertoriés au filet entomologique sont capturées dès le mois de Janvier, leur pic d'abondance est enregistré au mois d'Avril avec 894 individus. Alors que les abeilles échantillonnées dans l'eau sont présentes dans les coupelles à partir du mois de Février et atteignent leur grand effectif en Avril avec 1227 individus. La disparition totale des abeilles dans les sites prospectés est enregistrée très tôt par la méthode du filet entomologique vers le mois de Novembre. Ceci est probablement lié à l'absence de plantes à fleurs dans les sites d'étude. Tandis que, la présence des abeilles dans les pièges à eau s'étale vers le mois de Décembre.

La présence des abeilles est bien constatée tout au long des mois pour les deux méthodes d'échantillonnage. L'exception est faite pour les Andrenidae qui sont absents en Septembre et Octobre pour la méthode de capture au filet et absents également entre Août et Septembre dans les pièges à eau. Cependant, les espèces marquent un retour vers le mois d'Octobre ou Novembre selon la méthode d'échantillonnage mais avec de faibles effectifs. Ceci peut être expliqué par l'intolérance des espèces de cette famille aux grandes chaleurs de l'été. Quant aux espèces de la famille des Mellitidae sont rarement présentes, elles marquent leur présence entre le mois de mai et juin et entre les mois de septembre et novembre, par contre elles sont très abondantes en octobre.

2. Les choix floraux

Les choix floraux des abeilles sont très variés, durant les deux années d'étude et dans les quatre stations d'étude, les abeilles ont visité 85 espèces de plantes appartenant à 27 familles

végétales. Les trois familles végétales les plus butinées par l'ensemble des espèces d'abeilles sont les Asteraceae, Fabaceae et Oxalidaceae. Les mêmes constations sont apportées par Aouar-Sadli (2009), Ikhlef (2015) et Korichi (2015), qui ont confirmé que la famille des Asteraceae est la famille la plus visitée des Apoïdes sauvages dans la région de Tizi-Ouzou. Alors que les espèces végétales les plus appréciées sont *C. involucrata*, *Oxalis pes-caprae* et *C. tinctoria* et *Convolvulus sp.* Par contre, Louadi (1999) rapporte que les abeilles de la région de Constantine ont visité en premier lieu les Borraginacées et en deuxième lieu les Asteraceae. Cependant, Bendifallah (2011), confirme nos résultats et déclare que les Asteraceae est la famille la plus prisee par les abeilles sauvages dans trois étages bioclimatique de l'Algérie. La deuxième famille relevée est les Brassicacea suivie des Boraginacea.

2. Diversité et écologie des abeilles sauvages butineuses les fleurs d'*H. flexuosum*.

2.1. Résultat de l'inventaire des abeilles sauvages

L'étude menée sur l'inventaire des abeilles sauvages butineuses les fleurs du Sulla (*H. flexuosum*) a révélé l'existence de 30 espèces visiteuses réparties en 15 genres et 4 familles. Un total de 156 individus a été recensé sur les trois années d'études. Le nombre d'individus ne diffère pas considérablement chaque année. Il est de 55 et 56 respectivement en 2017 et 2018, il est légèrement en baisse en 2019 avec 45 spécimens rencontrés.

La présente étude indique que la richesse spécifique des abeilles diffère selon les saisons. La faune d'apoïdes est plus diversifiée en 2017 avec 19 espèces présentes. Ceci est probablement dû à l'abondance du Sulla en 2017 par rapport aux deux autres années. En 2018, nous avons observé un net déclin de la richesse spécifique avec seulement 10 espèces présentes.

Le Sulla est une plante spontanée, présente chaque année dans le site d'étude et constamment butinée par les abeilles. Toutefois, pour la période allant du 16 au 21 mai et du 26 au 30 mai 2018 (Fig. 01 et 02 de l'annexe), le site a connu des conditions météorologiques très violentes de pluie suivie d'orages et de forts vents, qui a causé des dommages importants dans les parcelles du Sulla et la détérioration de plus de la moitié des plantes, suivi d'un déclin des espèces d'abeilles butineuses. Malgré cela, un bon nombre d'individus est recensé en 2018. En 2019, nous avons enregistré le retour de la diversité des abeilles qui est de 17 espèces. De plus, nous avons noté la présence des espèces qui n'ont pas été observées durant les deux années précédentes. C'est le cas de *E. pollinosa*, *E. nigrescens*, *E. interrupta*, *E. elangatula*, *N. mobilis*, *N. basalis*, et *Heriades sp1*. La plupart de ces espèces appartiennent au genre *Eucera* et une seule espèce du genre *Heriades*. La diversité des espèces d'abeilles sauvages

butinant les fleurs du genre *Hedysarum* est évaluée par plusieurs études. En effet, les résultats obtenus par Tepedino et Stacklousc (1987) en Chine dévoilent la présence de 36 espèces d'abeilles sauvages sur les fleurs de *Hedysarum boreale* Nutt., 1818. Cependant, les travaux sur *H. coronarium*, de Montero-Castâno et Vila (2016), montrent que cette espèce végétale est moins visitée par les abeilles sauvages avec seulement 09 espèces enregistrées au cours de la période de suivi de 2 ans. Il en est de même pour les travaux effectués en Italie par Ricciardelli D'albore (1993) qui n'a observé que 3 espèces en 4 années d'étude. Sur une autre espèce d'*Hedysarum*, en l'occurrence *H. scoparium* de Chine, Pan et al. (2012) ont identifié 7 espèces d'abeilles sauvages sur les fleurs en 2 années d'observations. Les observations du comportement alimentaire des abeilles sauvages effectuées en Italie par Galloni et al. (2008) au moyen de la méthode de surveillance quotidienne de *H. coronarium* ont permis d'identifier cinq espèces d'abeilles solitaires au cours d'une seule période de floraison. A travers notre étude, nous pouvons déduire que les fleurs d'*H. flexuosum* attirent beaucoup d'espèces d'abeilles sauvages.

Par ailleurs, les observations réalisées sur une autre légumineuse cultivée, la fève (*Vicia faba*) très étudiée, révèlent également la présence des espèces d'abeilles sauvages sur ces fleurs. En effet, en Finlande, Varis (1995) rapporte la présence de 3 espèces de *Bombus* sur les fleurs de *V. faba*. Benachour et al. (2007) ont identifié sur la même plante 07 espèces d'abeilles sauvages dans la région de Constantine. De plus, Aouar-Sadli et al. (2008) affirment la présence de 08 espèces visiteuses de la fève dans la région de Tizi-Ouzou.

La famille des Apidae est la plus diversifiée et abondante durant les trois années d'étude, elle est la plus dominante des abeilles visiteuses des fleurs du Sulla chaque année et représente environ 72% de l'ensemble de la faune capturée. Nos résultats corroborent ceux de Sonet et Jacob-Remacle (1987) et Satta et al. (2000) qui dévoilent que la plupart des abeilles pollinisatrices de *H. coronarium* appartiennent à la famille des Apidae. Par ailleurs, l'abondance de la famille des Apidae est probablement liée à la dominance de cette famille dans la région d'étude selon les résultats observés dans les quatre stations d'étude de l'inventaire global des abeilles sauvages. Les Megachilidae sont également des abeilles à langue longue et représentent la deuxième famille butineuse les fleurs du Sulla avec 12 espèces réparties sur 6 genres. Malgré la grande diversité des espèces, leur abondance est relativement faible. Tandis que, les abeilles à langue courte sont peu représentées avec deux espèces d'Andrenidae et une seule espèce d'Halictidae. *A. similis* de la famille des Andrenidae est présente pendant les trois années d'étude. En raison de sa langue courte, elle se nourrit des fleurs au moment de leur ouverture optimale; les étamines sont visibles et

sorties entre les pétales qui permettent à cette abeille de récolter le pollen facilement. A partir de ces résultats nous pouvons conclure que les abeilles à langue longue sont donc les plus fréquentes sur les fleurs du *Sulla* car elles ont une grande attirance aux fleurs à corolle profonde. Ces observations sont confirmées par plusieurs auteurs (Sonet et Jacob-Remarcle, 1987; Satta et *al.*, 2000). Selon Brisson et *al.* (1994), les abeilles préfèrent une corolle profonde permettant l'atterrissage et offrent des guides nectarifères bien marqués, d'autre part, la forme des mandibules oriente les abeilles et influe sur les choix floraux. Pour les abeilles à langue courte, les récoltes sont limitées aux plantes dont le nectar et le pollen est accessible comme les Astéracées et les Ombellifères. Tandis que, les abeilles à langue longue, elles ont un choix plus varié puisque leur langue peut accéder même aux fleurs avec corolles longues et étroites (Colomb et *al.*, 2010).

Par ailleurs, dans la présente étude, le genre *Eucera* de la famille des Apidae est le plus représenté avec 08 espèces et 91 individus capturés. C'est l'équivalent de plus de la moitié (58 %) des individus recensés (Ikhlef et *al.*, 2020). Sonet et Jacob-Remarcle (1987) et Satta et *al.* (2000) confirment que les abeilles sauvages, en particulier le genre *Eucera*, est le mieux adapté à la morphologie florale du *Sulla*. Le suivi des abeilles butinant les fleurs de *H. flexuosum* a permis de mettre en évidence de deux espèces abondantes : *E. punctatissima* (39 individus) et *E. numida* (32 individus). Ces résultats concordent avec ceux de Satta et *al.* (2000) qui ont signalé l'abondance d'*E. numida* en Italie dans un champs de *H. coronarium*. De même, Sonet et Jacob-Remarcle (1987) ont signalé que l'*E. numida* est l'espèce sauvage la plus abondante sur les fleurs de *H. coronarium* en Tunisie. À l'inverse, Tepedino et Stacklousc (1987) ont signalé que *Tetralonia frater* était l'espèce la plus abondante sur les fleurs de *Hedysarum boreale* aux Etats Unis à une altitude de 2200 m. Selon Pan et *al.* (2012), dans une zone aride du Nord de la chine, *Amegilla sp.* est l'abeille sauvage la plus commune sur *H. scoparium*. Pour les espèces d'abeilles visitant les cultures de *V. faba*, Varis (1995) affirme que le genre *Bombus* et notamment *B. subterraneus* est très abondant sur les fleurs de *V. faba* en Finlande. D'autre part, Aouar-Sadli et *al.* (2008) ont remarqué que l'*E. pulveracea* est l'espèce la plus présente dans la région de Tizi-Ouzou.

L'inventaire des abeilles sauvages butineuses des fleurs de *H. flexuosum* nous a permis de déceler que les fleurs du *Sulla* attirent une grande diversité d'espèces d'abeilles. En raison de son très haut caractère allogame, le *Sulla* compte sur la présence de pollinisateurs, en particulier les abeilles, pour se reproduire (Chriki, 1984). En revanche, les abeilles trouvent dans les fleurs de *Sulla* le pollen et le nectar nécessaires à leur survie et à leur développement (Montero-Castaño et *al.*, 2014)

2.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

La diversité de Shannon-Weaver est plus élevée en 2019, et faible en 2018. Cela peut s'expliquer par la faible abondance de fleurs en 2018 suite aux mauvaises conditions météorologiques qu'a connu le site et qui a provoqué la diminution du nombre de fleurs.

2.3. Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R%) des abeilles pour chaque année

Les espèces les plus abondantes chaque année sont *E. punctatissima*, *E. numida* et *E. collaris*. Elles appartiennent au genre *Eucera* et à la famille des Apidae. *E. punctatissima* est la seule espèce abondante et constante durant les trois années d'étude. Tandis que, *E. numida* est plus présente en 2018, elle est d'ailleurs plus dominante qu'*E. punctatissima*, mais elle est moins abondante en 2017 et très faiblement présente en 2019 devant *E. punctatissima* et *E. collaris*. Par contre, *E. collaris* est remarquable en 2018 et moins présente en 2017 et 2018, malgré cela, elle figure souvent en troisième position. Les autres espèces ont des abondances variables durant les années d'étude. Les espèces qui ont des effectifs remarquables sont *C. cucurbitina*, avec des abondances plus ou moins constantes, *H. adunca* et *C. ericetorum*, sont faibles durant les deux premières années alors qu'elles sont abondantes en 2019. Ceci nous prouve encore une fois que les fleurs du *Sulla* attirent en particulier les abeilles du genre *Eucera*, et d'une façon générale les abeilles à langue longue. Les mêmes observations sont rapportées par Sonet et Jacob-Remacle (1987) et Satta et al., (2000), qui constatent que *Eucera* est le genre le plus abondant sur les fleurs d'*H. coronarium*.

2.4. Fréquence d'occurrence et constance

L'année 2017 est la plus riche en espèce, elle contient un grand nombre de catégories d'espèces avec 5 classes présentes. Durant l'année 2019, les abeilles sont classées dans 4 catégories. Par contre, l'année 2018, 3 classes sont définies, ceci peut s'expliquer par la détérioration des plantes de *Sulla* à la pleine floraison de 2018, ce qui a induit la baisse d'abondance et de diversité des abeilles. Cependant, l'année 2019, est caractérisée par l'apparition de nouvelles espèces qui ne sont pas présentes les années précédentes et le nombre d'espèces accessoires et accidentelles étaient plus élevé.

3. Etude du comportement de butinage des Apoïdes sur les fleurs du *Sulla*

Le comportement de butinage des abeilles sauvages est réalisé afin de connaître le rôle de ces insectes sur la pollinisation des fleurs de *H. flexuosum*. En raison du manque de publications sur cette espèce, nous avons jugé utile de nous référer aux travaux effectués sur *H.*

coronarium, une espèce apparentée qui a fait l'objet de plusieurs études (Satta et al., 2000; Chriki et al., 1984 ; Yagoubi et Chriki, 2000 ; Montero-Castaño et al., 2014 ; 2015 et 2016).

3.1. Densité florale du *Sulla* et phénologie des Apoïdes

La présence des abeilles dans les carrés de *Sulla* est en fonction de la présence des fleurs. L'abondance des abeilles au cours de la journée est liée à la présence des fleurs. Par conséquent, une corrélation positive est montrée entre l'évolution d'abondance des abeilles et l'abondance des fleurs en 2018 ($r = 0,91$; $P < 0,001$) et en 2019 ($r = 0,91$; $P < 0,001$).

3.2. Evaluation de l'influence des paramètres climatiques sur l'activité des Apoïdes

L'abondance journalière des abeilles varie selon les heures de la journée et en fonction des facteurs climatiques étudiés de Température et d'humidité. Les résultats obtenus par les tests de la régression linéaire, montrent une corrélation positive entre l'abondance journalière et la température. En revanche, une corrélation négative et très hautement significative est notée entre le nombre de visites et l'humidité de l'air. Selon Polatto et al. (2014), la température et la luminosité sont les deux principaux facteurs abiotiques qui régulaient les activités d'alimentation des abeilles. Une corrélation positive est établie entre la fréquence des abeilles butineuses et ces deux variables. Par contre, l'activité alimentaire n'a été influencée ni par l'humidité relative ni par la vitesse du vent. L'effet des facteurs abiotique sur les abeilles est également signalé par Abrol (1988) et Aouar-Sadli (2009) qui constatent que la température et l'humidité ont un rôle prépondérant dans la régulation des densités des abeilles.

3.3. Diversité et densité des butineuses

Les résultats obtenus au cours des deux années du suivi du comportement des pollinisateurs sur les fleurs de *H. flexuosum* ont révélé la présence de 19 espèces d'abeilles visiteuses. L'abeille domestique (*A. mellifera*) s'est avérée le principal visiteur avec des fréquences très élevées en 2018 (98,13 %) et en 2019 (99,2 %). Selon Polatto et al. (2014), *A. mellifera* est l'une des espèces d'abeilles les plus abondantes sur les fleurs de différentes plantes avec un total de 73,15 % visites. La dominance des abeilles mellifères sur les fleurs de *H. flexuosum* est signalée pour la première fois dans cette étude. Selon les travaux de Montero-Castaño et Vilà (2016), les abeilles changent de comportement en présence de fleurs du genre *Hedysarum* en raison de leur forme florale séduisante. Louveaux (1990) pense que l'abeille ne récolte pas le pollen au hasard mais fait un choix parmi la flore locale en fonction des stimuli, principalement olfactifs et visuels, qui émanent de la plante. La morphologie florale des espèces du genre *Hedysarum* exerce un effet attrayant sur les visiteurs, en particulier l'abeille

domestique. Cela peut expliquer la grande abondance d'abeilles domestiques sur les fleurs de Sulla (Montero-Castaño et al., 2014 ; 2015 et 2016).

Nous avons remarqué que *H. flexuosum* est une plante très butinée par les abeilles mellifères. Ces résultats corroborent ceux de Terrab et al. (2003) qui indiquent que cette plante est mellifère et constitue une bonne source de nectar pour la production de miel de bonne qualité. Ceci explique la préférence alimentaire des abeilles domestiques et leur grande abondance dans les parcelles expérimentales. Selon Hamel et Boulemtafe (2017), *H. coronarium* est l'une des principales sources de nectar pour les abeilles domestiques. Des constatations semblables sont faites par, Floris et al. (2007), Benaziza-Bouchema et Schweitzer (2010) et Boutabia et al. (2016) qui ont signalé une dominance des grains de pollen d'*H. Coronarium* dans plusieurs échantillons de miel.

3.4. Activité de butinage des abeilles

3.4.1. Rythme saisonnier des visites

La période de floraison du Sulla en 2019 est plus courte que l'année précédente. En effet, il y a eu une période de chaleur intense au milieu de la floraison en 2019 qui a mené à une floraison rapide. Le pic de floraison en 2019 a duré 3 jours seulement contre 11 jours en 2018. Il semble clair que les abeilles sont attirées par une forte densité de fleurs. En effet, l'abondance des espèces d'abeilles butineuses a augmenté avec celle de la densité florale et leur plus grand nombre coïncide avec le pic de floraison de *H. flexuosum*. Selon Pouvreau (1983), les fleurs entomogame sont très attrayantes pour les insectes en raison de la couleur souvent vive de la corolle, de leur parfum et de la nourriture qu'elles fournissent comme le nectar et le pollen. Selon Montero-Castaño et al. (2014), en raison de la grande attraction des fleurs d'*Hedysarum* par les abeilles domestiques, elles ont moins de choix floraux, ce qui réduit leur fréquentation pour d'autres espèces végétales voisines.

En ce qui concerne les abeilles sauvages, *E. punctatissima* est la seule espèce présente pendant les deux périodes de floraisons, elle est présente presque chaque heure de la journée avec de faibles abondances. Elle butine souvent l'après-midi en 2018 et le matin en 2019 aux moments de la journée qui coïncide avec l'absence de la plupart des abeilles.

Étant donné l'abondance de l'abeille domestique dans les sites étudiés, une forte concurrence est observée entre cette abeille et les abeilles sauvages sur les fleurs de Sulla. Selon Wojcik et al. (2018), les abeilles domestiques pourraient nuire à la survie des abeilles sauvages en se disputant les ressources florales. Martins (2004) a suggéré que les abeilles mellifères pourraient concurrencer les espèces d'abeilles sauvages hautement spécialisées pour les rares

ressources florales saisonnières, mais n'a trouvé aucune preuve d'interaction directe entre les espèces. Selon Herbertsson et *al.*, (2016), dans des paysages simplifiés, où des habitats riches en fleurs ont été perdus, les abeilles domestiques pourraient être plus compétitives que les abeilles sauvages en épuisant les ressources communes. La concurrence interspécifique entre les abeilles domestiques et les abeilles sauvages peuvent modifier, par conséquent, le comportement des espèces et accroître l'efficacité de la pollinisation des abeilles (Steffan-Dewenter et Tschamntke, 2000 ; Brittain et *al.*, 2013) .

3.4.2. Rythme journalier des visites

La présente étude a révélé une faible fréquence d'abeilles solitaires dans les parcelles en concordance avec les résultats de Satta et *al.* (2000) qui ont montré que l'abeille domestique est le pollinisateur le plus important de deux variétés de *H. coronarium* (61% et 71%), contrairement aux abeilles sauvages présentes à des taux inférieurs (29% et 39%). Les fleurs de Sulla sont très riches en nectar très apprécié pour la production de miel pendant la floraison. Le faible taux de fréquentation des autres abeilles dans les parcelles est attribuable à la concurrence de l'abeille domestique, qui peut être un concurrent important même pour d'autres espèces de pollinisateurs (Montero-Castaño et Vila, 2016). Dans la présente étude, l'activité quotidienne des abeilles a commencé légèrement à partir de 9 heures, puis le nombre d'abeilles a augmenté avec l'augmentation de la température. La corrélation entre le nombre de visites et la température était très importante. Nos résultats corroborent ceux de Polatto et *al.* (2014) qui ont signalé l'existence d'une corrélation positive entre l'activité des abeilles et la température. Dans la présente étude, les résultats montrent que le pic d'abondance des abeilles par jour a été observé entre 12 h et 15 h, en concordance avec les résultats de Joshi et Joshi (2010) qui ont signalé un pic d'activité des abeilles mellifères sur les fleurs de pommes entre 13 h et 15 h. Aouar-Sadli (2009) a également observé un pic de l'activité des abeilles entre 13h et 16h sur les fleurs de *Vicia faba*. En revanche, Benachour et Louadi (2011) ont observé une activité intense d'abeilles mellifères sur les fleurs de *Cucumis sativus* entre 9h et 12h en raison de la période d'ouverture des fleurs le matin seulement.

Par un temps frais, entre 9h et 10h, les fleurs sont fermées et le taux de visites des abeilles était faible. La plupart des abeilles présentes ont effectué un butinage négatif, elles perforant les fleurs à la base de la corolle pour extraire le nectar sans le contact avec les étamines. Ce phénomène est également constaté par Aouar-Sadli (2009) qui a observée un butinage négatif, sur les fleurs de *V. faba*, par les trous percées à la base des corolles, ainsi les abeilles puise le nectar sans polliniser, c'est le cas de *B. terrestris*, *X. violacea* et *A. mellifera*.

3.4.3. Vitesse et durée de butinage des abeilles sur les fleurs de *Sulla*

La vitesse de butinage des abeilles diffère selon les espèces, dans les parcelles étudiées, l'abeille domestique consacre beaucoup de temps sur les fleurs. Tandis que les abeilles sauvages réalisent des visites très courtes en effectuant un butinage rapide et vif. Elles visent les fleurs pleinement ouvertes, elles butinent rarement plusieurs fleurs d'une parcelle et ne prennent que quelques secondes sur une même fleur. Cela peut être dû à la forte concurrence exercée par l'abeille domestique qui envahit les parcelles et même les alentours (Montero-Castaño et Vilà, 2015 et 2016). Selon Sonet et Jacob-Remacle (1987) l'abeille domestique *A. mellifera* L., semble moins bien adaptée à la morphologie florale d'*H. coronarium* que *E. numida*. D'après Joshi et Joshi (2010), la charge pollinique lors de transport de pollen par *A. mellifera* est la cause de sa faible activité en la comparant à une autre espèce d'abeille domestique (*Apis ceanea*).

3.5. Abondance des abeilles butineuses dans les parcelles

Le comportement de butinage des abeilles montre que les carrés de *H. flexuosum* sont constamment visités par les abeilles notamment par l'abeille domestique, qui peut atteindre des densités qui varient entre 80,3 et 72,3 abeilles par m² et par jour. Une corrélation positive est montrée entre le nombre moyen d'abeilles et le nombre moyen de fleurs par parcelle pour les deux années d'étude. Par conséquent, les abeilles sont probablement les principaux pollinisateurs de *H. flexuosum*. D'après Sonet et Jacob-Remacle (1987), l'abeille domestique *A. mellifera* L., visite très activement les parcelles de culture d'*H. coronarium*. Selon Montero-Castano et Vila (2015), les fleurs du genre *Hedysarum* appliquent une forte attirance aux pollinisateurs entomophiles et particulièrement les abeilles domestiques. De ce fait, la présence des fleurs augmente le taux de visites dans les sites d'étude.

3.6. Evaluation de l'impact de l'activité des Apoïdes sur la pollinisation du *Sulla*

L'activité des abeilles dans les carrés est constatée tout au long de la journée et durant la floraison du *Sulla*. Ceci permet de déduire que le rôle des abeilles dans le développement des fleurs de *Sulla* est très important. En effet, les résultats issus des inflorescences mises en sachet et des inflorescences laissées libres d'accès aux pollinisateurs ont permis de dévoiler une dépendance totale des fleurs aux pollinisateurs entomophiles. Les abeilles contribuent donc d'une façon positive à la production en grains. Les semences issues des inflorescences laissées libres aux pollinisateurs ont donné un rendement grainier très élevé. Par contre, les fleurs isolées n'ont abouti à aucune graine en absence des abeilles. De plus, nous avons observé que les fleurs formées dans les sachets protecteurs ont toutes avorté avant la

formation de fruits. Ceci peut être expliqué par le caractère allogame du genre *Hedysarum* (Chriki et *al.*, 1984; Louati-Namouchi et *al.*, 2000). Nos résultats corroborent ceux de Sonet et Jacob-Remacle (1987) qui ont constaté une faible production grainière d'*H. coronarium* L. en l'absence d'insectes pollinisateurs notamment les abeilles de la famille des Apidae. Satta et *al.* (2000) confirment les mêmes résultats sur deux variétés de *H. coronarium*, où ils ont constaté qu'en absence de pollinisateurs, le nombre moyen de gousses par inflorescence et le nombre moyen de graines par gousse sont réduits respectivement de 98% et 42%. Des résultats similaires sont évoqués par plusieurs études sur les légumineuses. C'est le cas des travaux, Benachour et *al.* (2007) et de Aouar-Sadli (2008) qui ont démontré que l'absence des abeilles sur les fleurs de *V. faba* influe négativement sur la quantité et la qualité des grains produits. D'autres études ont également montré le rôle des abeilles dans la pollinisation et leur impact positif sur le rendement de divers plantes cultivées et sur les arbres fruitiers (Jacob-Remacle, 1989 b ; Meynié, 1997 ; Morison et *al.*, 2000 ;Tchuenguem Fohouo et *al.*, 2001 ; Greenleaf et Kremen, 2006 ; Joshi et Joshi, 2010 ; Naveen et *al.*, 2010; Blaise Pando et *al.*, 2013 ; Tchuenguem Fohouoa et *al.*, 2014 ; Otiobo Atibita et *al.*, 2015 ; Rincón-Rabanales et *al.*, 2015 ; Blitzner et *al.*, 2016 ; Goras et *al.*, 2016 ; Fougeroux et *al.*, 2017 ; Farda et Techeunguem Fohouo, 2018 ; Korichi et *al.*, 2019).

Conclusion et perspectives

L'étude menée sur l'inventaire global des espèces d'abeilles sauvages dans quatre stations de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2016 et 2017, a révélé la présence de 201 espèces, réparties en 36 genres, 16 tribus, 13 sous famille et 6 familles qui sont : les Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae, Colletidae et Mellitidae.

La famille la plus représentative est celle des Apidae (32,9%) suivie des Halictidae (27,6%) et des Andrenidae (25,4%). La famille des Megachilidae se trouve en quatrième position (11%) et les deux familles les moins présentes sont les Colletidae (1,9%) et les Mellitidae (1,2%). La famille la plus diversifiée est également celle des Apidae avec 70 espèces identifiées, suivie des Megachilidae avec 54 espèces dénombrées. En troisième position, se placent les Andrenidae et les Halictidae avec respectivement 31 et 30 espèces. Tandis que, les Colletidae sont présentes avec 15 espèces et les Mellitidae avec une seule espèce.

Les espèces les plus abondantes de notre inventaire, sont *L. malachurum* et *L. pauxillum*, ces deux espèces appartiennent à la famille des Halictidae. Elles sont suivies de *P. pici*, de la famille des Andrenidae, de *L. villosulum* et de *L. immunitum* de la famille des Halictidae.

La station qui renferme le plus grand nombre de spécimens est celle de Draa El Mizan avec 43,2% du total des individus présents, suivie de la station de Makouda avec 22,9% du nombre de spécimens. La station de Tizirt est en troisième position avec un taux de 22,8%. La station la moins abondante est celle de Bastos avec un taux de 15,3% d'individus présents. La diversité spécifique au niveau des stations est également considérable. Elle varie entre 119 et 136 espèces par station d'étude. La station la plus riche est celle de Draa El Mizan avec 136 espèces, suivie de Makouda avec 133 espèces et de la station de Tizirt avec 130 espèces. La station de Bastos est placée en dernier lieu malgré cela elle est relativement riche en espèces avec 119 espèces répertoriées.

L'aire de répartition des abeilles semble dépendre de la nature du couvert végétal et des variations climatiques. La diversité spécifique dans les stations est reflétée par la présence des cinq familles d'abeilles à l'exception de la famille des Mellitidae qui est présente dans la station de Tizirt seulement. Cette famille semble très rare dans la région d'étude, elle est représentée par un seul genre et une seule espèce *D. sinuata*. La famille d'Apoïdes la plus répartie et abondante dans les quatre stations est celle des Apidae, à l'exception de la station de Draa El Mizan. Cette même famille est également la plus diversifiée dans toutes les stations, avec une plus grande diversité dans la station de Makouda. Les Halictidae figurent généralement en deuxième position dans les stations après les Apidae. Les Megachilidae sont diversifiées notamment à Tizirt. Quant aux Andrenidae ils sont plus présents dans la station

de Draa El Mizan mais moins dans les autres stations. Tandis que les Colletidae représentent la famille la moins présente dans toutes les stations.

Les deux méthodes employées dans l'inventaire global des abeilles sauvages montrent une grande efficacité en ce qui concerne le nombre d'individus répertoriés et aussi pour la diversité spécifique durant les deux années d'étude. Le nombre d'abeilles capturées par les deux méthodes d'échantillonnage dans la présente étude ne diffèrent pas considérablement. Ainsi, il est à considérer que les deux méthodes sont utiles pour la capture des abeilles sauvages puisqu'elles ont montré presque les mêmes efficacités et l'une complète l'autre.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver varient selon les années et pour chaque station. Les plus élevées sont enregistrées pour la méthode de capture au filet entomologique avec des valeurs qui sont entre 4,85 et 5,79 bits. Pour les populations capturées dans les pièges à eau, ces valeurs oscillent entre 3,5 et 5,18 bits.

Quant à la phénologie des espèces d'abeilles, la présence des familles d'abeilles dans les stations diffère selon les mois. L'ensemble des abeilles marque sa présence à partir du mois de Janvier. Le pic d'abondance est atteint au mois d'Avril et une régression d'effectif est observée, parallèlement avec celles des fleurs, pour s'annuler vers le moins de Décembre selon les familles. Nous avons constaté que la période de vol de la plupart des abeilles sauvages coïncide avec la période printanière qui est caractérisée par la présence d'un maximum de floraison.

Les abeilles ont butiné une grande variété de plantes, elles ont fréquenté 85 espèces de plantes appartenant à 27 familles végétales. Les trois familles végétales les plus butinées par l'ensemble des espèces d'abeilles sont les Asteraceae, les Fabaceae et les Oxalidaceae. Alors que les espèces végétales les plus appréciées sont *Carlina involucrata*, *Oxalis pes-caprae*, *Chrozophora tinctoria* et *Convolvulus sp.*

Par ailleurs, l'étude réalisée pour identifier les espèces d'abeilles sauvages butineuses de *Sulla* (*H. flexuosum*) a révélé que les fleurs de cette légumineuse sont visitées par 30 espèces d'abeilles sauvages. La plupart de ces espèces sont des abeilles à langue longue, appartenant à la famille des Apidae avec 15 espèces répertoriées, notamment le genre *Eucera*, et à la famille des Megachilidae avec 12 espèces. *E. punctatissima*, *E. numida* et *E. collaris* sont les principales espèces rencontrées de la famille des Apidae avec respectivement 39, 32 et 13 visites chacune, elles représentent plus de 53% du total des visites. La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver la plus élevée est enregistrée pour l'année 2019 avec 4,1 bits, mais les valeurs sont faibles en 2017 (3,5) et 2018 (2,5 bits). L'équitabilité d'abeilles tend vers 1, ce qui signifie qu'il existe un équilibre de répartition du peuplement considéré.

Le suivi du comportement des abeilles sur les fleurs du *Sulla* a permis d'observer 19 espèces d'abeilles durant les deux floraisons (2018 et 2019). L'abeille domestique (*A. mellifera*) est l'espèce la plus abondante durant les deux années avec des fréquences très élevées (98,13% et 99,2%). Parmi les abeilles sauvages, *E. punctatissima* est la plus présente pour les deux floraisons avec respectivement 49 et 10 visites en 2018 et 2019.

Au cours de suivi de l'activité des abeilles sur les fleurs *H. flexuosum*, nous avons observé que les abeilles sont constamment présentes dans les parcelles de *Sulla* tout au long de la journée et durant toute la période de floraison. Une corrélation positive est montrée entre le nombre moyen d'abeilles et le nombre moyen de fleurs par parcelle pour les deux années d'étude.

De plus, nos observations ont montré que l'activité journalière des abeilles diffère selon les heures de la journée et en fonction des facteurs climatiques. En effet, une corrélation positive est révélée entre le nombre de visites et la température mais elle est négative entre le nombre de visites et l'humidité de l'air.

L'activité de butinage des abeilles sur les fleurs, montre qu'*A. mellifera* est l'abeille la plus lente parmi les butineuses. Elle a visité moins de fleurs en un temps plus long avec une moyenne de 12,7 fleurs par minute. Tandis que, *E. punctatissima* est la plus rapide durant les deux années de suite avec une moyenne de 19, 5 fleurs par minute.

Il ressort également de la présente étude que l'impact des pollinisateurs sur le rendement grainier des fleurs de *H. flexuosum* est avéré positif. En effet, les résultats de la décortication des articles issus des inflorescences du *Sulla* protégées et des inflorescences laissées libres d'accès aux pollinisateurs ont montré une grande dépendance des fleurs à l'intervention des agents pollinisateurs notamment les abeilles.

La présente étude confirme une fois de plus la diversité spécifique des populations d'abeilles sauvages dans la région de Tizi-Ouzou et leur impact sur le développement et la production d'une plante spontanée. Néanmoins, les Apoïdes est un groupe d'insectes peu étudié en raison de l'absence de spécialistes du domaine. De ce fait, il est souhaitable d'encourager les entomologistes pour s'approfondir dans la systématique des Apoïdes.

Il est suggéré d'enrichir l'échantillonnage en utilisant d'autres méthodes tel que les pièges malaise qui, selon plusieurs auteurs, est très efficace pour la capture des abeilles.

Il serait intéressant de donner autant d'importance aux abeilles sauvages qu'à l'abeille mellifère, sachant que la pollinisation des plantes cultivées et des plantes spontanées par l'introduction des colonies dans les lieux de cultures est réalisable pour les abeilles domestiques, cependant, la pollinisation dirigée est inexistante pour les espèces solitaires dans

notre pays, en raison du manque de données sur ces insectes. Avant de se pencher sur leur utilisation, il est nécessaire de fournir des données assez suffisantes sur leur bio-écologie, leur comportement, leur lieu de nidification, leurs tendances alimentaires et leurs répartitions. Ceci ne peut se faire sans la contribution des spécialistes du domaine. Pour cela, il est opportun de donner une importance à des recherches futures et envisager des études plus approfondies pour mieux connaître les populations d'abeilles présentes.

La connaissance de la bio-écologie des apoïdes est indispensable pour maintenir et conserver leurs populations et permettre le développement de la plante dont ils se nourrissent. D'un autre côté, les fleurs d'angiospermes sont fortement liées à la présence de leurs pollinisateurs potentiels. Pour cela, et pour les protéger, il est nécessaire de faire connaître au public l'importance de ces prodigieuses abeilles, ainsi que le rôle qu'elles détiennent dans la pollinisation et le rendement grainier de plantes cultivées et des plantes spontanées.

Il est aussi nécessaire de programmer des moyens de conservations et de protéger les liens plantes- pollinisateurs à travers la protection des lieux de nidification des espèces sauvages. Cela peut se faire en limitant le défrichement des lieux comme les alentours des cultures, et en envisageant des moyens de protection des sites de nidifications au sol, ou sur le bois mort. Il est aussi suggéré de limiter l'utilisation des insecticides qui peuvent nuire aux pollinisateurs.

Références bibliographiques

- 1- **Abdelguerfi-Berrekia R., Abdelguerfi A., Bounaga N. et Guittonneau G.G., 1988.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Hedysarum* en Algérie. *Annale d'Institut National d'Agronomie, El-Harrach*, 12 (1) : 223-247.
- 2- **Abdelguerfi-Berrekia R., Abdelguerfi A., Bounaga N. et Guittonneau G.G., 1991.** Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie. *Fourrages*, 126: 187-207.
- 3- **Abou-Shaara H. F., Owayss A. A., Ibrahim Y. Y. et Basuny N. K., 2017.** A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64 (4): 455-463.
- 4- **Abrol D.P., 1988.** Effect of climatic factors on pollination activity of alfafa pollinating subtropical bees *Megachile nana* Bingh and *Megachile flavipes* Spinola (Hymenoptera: Megachilidae). *Acta Oecologica*, 9 (4): 371-377.
- 5- **Abrol D.P., 2005.** Pollination Energetics. *Asia-Pacific Entomolgy*, 8(1): 3-14.
- 6- **Abrol D.P., 2012.** *Pollination Biology. Biodiversity Conservation and Agricultural Production.* Springer Science-Business Media B.V, 792p.
- 7- **Aguib S., Louadi K. et Schwarz M., 2010.** Les Anthidiini (Megachilidae, Megachilinae) d'Algérie avec trois espèces nouvelles pour ce pays: *Anthidium* (*Anthidium*) *florentinum* (FABRICIUS, 1775), *Anthidium* (*Proanthidium*) *amabile* (ALFKEN, 1932) et *Pseudoanthidium* (*Exanthidium*) *enslini* (ALFKEN, 1928). *Entomofauna*, 12: 121-152.
- 8- **Aguib S., Louadi K. et Schwarz M., 2014.** Le genre *Stelis* PANZER 1806 (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) de l'Algérien avec une espèce nouvelle pour la faune de ce pays. *Entomofauna*, 35(26): 553-572.
- 9- **Ahrné K., Bengtsson J. et Elmqvist T., 2009.** Bumble bees (*Bombus* spp.) along a gradient of increasing urbanization. *PLOS ONE*, 4(5):1-9.
- 10- **Alexander B.A. et Michener C.D., 1995.** Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera:Apoidea). *Universite of Kansas Science Bulletin*, 55:377-424.
- 11- **Alfken J.D., 1914** - Beitrag zur kenntnis der bienenfauna von Algerien. *Mémoire de la Société Entomologique de Belgique*, 22 (5-IV): 185-237
- 12- **Almeida E.A.B. et Danforth B.N., 2009.** Phylogeny of colletid bees (Hymenoptera: Colletidae) inferred from four nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, (50):290-390.
- 13- **Almeida E. A. B., Pie M. R., Brady S.G. et Danforth B. N., 2012.** Biogeography and diversification of colletid bees (Hymenoptera: Colletidae): emerging patterns from the southern end of the world. *Journal of Biogeography*, (39): 526–544.

- 14- **Amiet F., Herrmann M., Muller A. et Neumeyer R., 2004.** *Apidae 4, Anthidium, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis.* Centre Suisse de la cartographie de la faune. Fauna Helvetica 9, 274 p.
- 15- **Andre E., 1879.** *Espèces des hyménoptères d'Europe et d'Algérie.* Ed. Beaune (côte d'or), France. V1, 642p.
- 16- **Aouar-Sadli M., Louadi K. et Doumandj S.E., 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.
- 17- **Aouar-Sadli M., 2009.** *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de fève (Vicia faba L.) sur champ dans la région de Tizi-Ouzou.* Thèse de Doctorat en Science, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 280p.
- 18- **Aouar-Sadli M., Louadi K. et Doumandji S., 2012.** New record of wild bees (hymenoptera: Apoidea) for wildlife in Algeria. *Journal of Entomological Research Society*, 14(3):19-27.
- 19- **Aubert M., Éric D. et Genoud D., 2014.** Des montagnes... d'abeilles. *Insectes*, 172 (01) :25-28.
- 20- **Bagnouls F. et Gaussen H., 1957.** Les climats biologiques et leur classification. *Armand Colin*, 355 : 193-220.
- 21- **Baliteau L., Iserbyt S., Mahe G., Rasmont P., Le Goff G., Pauly A. et al., 2013.** Contribution à l'inventaire des Abeilles sauvages du département de l'Aveyron (France) (Hymenoptera : Apoidea). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 118(3):343-362.
- 22- **Balzan M.V., Rasmont P., Kuhlmann M., Dathe H., Pauly A., Patiny S. et al., 2016.** The bees (Hymenoptera : Apoidea) of the Maltese Island. *Zootaxa*, 4162(2):225-244.
- 23- **Barbacon J.M., 2002.** *Soigner et protéger les abeilles.* Edition Rustica, 528p.
- 24- **Barbault R., 1981.** *Ecologie des populations et des peuplements des théories aux faits.* Ed. Masson, Paris, 200p.
- 25- **Baude M., Muratet A., Fontaine C. et Pellaton M., 2011.** *Plantes et pollinisateurs, observés dans les terrains vagues de Seine-Saint-Denis.* Observatoire Départemental de la Biodiversité Urbaine (ODBU), 63p.
- 26- **Ben Fadhel N., Afif M., et Boussaïd M., 2006.** Structuration de la diversité génétique *Hedysarum flexuosum* en Algérie et au Maroc: Implications sur sa conservation. *Fourrages*, 186: 229-240.

- 27- **Benachour K., Louadi K. et Terzo M., 2007.** Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera : Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. major) (Fabaceae) dans la région de Constantine (Algérie). *Annales de la Société entomologique de France*, 43 (2): 213-219.
- 28- **Benachour K. et Louadi K., 2011.** Comportement de butinage des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) sur les fleurs mâles et femelles du concombre (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae) en région de Constantine (Algérie). *Annale de la Société entomologique de France*, 47 (1-2) : 63-70.
- 29- **Benaziza-Bouchema D. et Schweitzer P., 2010.** Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahier Agricole*, 19(6) :432-438.
- 30- **Bendifallah - Tazerouti L., 2002.** *Biosystématique des Apoidea (abeilles domestiques et abeilles sauvages) dans quelques stations de la partie orientale de la Mitidja*. Thèse de Magister en Sciences, Institut National Agronomique d'El Harrach, Alger, 225p.
- 31- **Bendifallah L., Louadi K. et Doumandji S. E., 2010.** Apoidea et leur Diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*, 18 (1): 85 - 102.
- 32- **Bendifallah L., 2011.** *Biosystématique des Apoidea (abeille domestiques et sauvages) dans quelques stations de la partie orientale de Mitidja*. Thèse de Doctorat en Science, Institut National d'Agronomie, El Harrach. 261 p.
- 33- **Bendifallah L., Doumandji S. E., Louadi K. et 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.
- 34- **Bendifallah L., Koudjild M., Acheuk F., Doumandji S., Louadi K., Boudia I. et al., 2015.** Distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages à travers les régions du Nord-Ouest d'Algérie. *Nature & Technology. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, (12): 86- 99.
- 35- **Benoist R., 1961.** Hyménoptères Apides recueillis au Hoggar par A. Giordani Soika. *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale, Venezia*, 14: 43-53.
- 36- **Bernard F., 1951.** Super famille des Apoidea ou Abeilles in Grassé P. P., *Traité de Zoologie, Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. (2) : 976-1948.
- 37- **Blaise Pando J., Tchuenguem Fohouo F.N. et Lebel Tamesse J., 2013.** Activité de butinage et de pollinisation de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae) à Yaoundé-Cameroun. *Entomologie faunistique*, 66 : 47-59.

- 38- **Blitzer E. J., Gibbs J., Park M. G. et Danforth B.N., 2016.** Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities Agriculture. *Ecosystems and Environment*, 221: 1-7.
- 39- **Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A. et, Abdelkefi A., 2004.** Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza: CIHEAM, *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62: 55-59.
- 40- **Boutabia L., Telailia S. et Chefrour A., 2016.** Spectre pollinique de miels d'abeille (*Apis mellifera* L.) de la région d'El Tarf (Nord-est Algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 28 (8). www.lrrd.org/lrrd28/8/tela28150.html
- 41- **Bradbear N., 2011.** *Le rôle des abeilles dans le développement rural*. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Rome, 2010. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. FAO. 238p.
- 42- **Brisson J. D., La joie M., Allard J. et Jacob-Remacle A., 1994.** *Les insectes pollinisateurs : des alliés à protéger*. Comment mieux les reconnaître pour mieux les protéger. La revue québécoise de jardinage. Collection N° 3. Edition Versicolores. 45p
- 43- **Brittain C., Williams N., Kremen C. et Klein A.M., 2013.** Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. *Proceeding of the Royal Society B*, 280: 20122767. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.2767>
- 44- **Brooks R. I., 1988.** Systematics and Phylogeny of the Anthophorine Bees (Hymenoptera: Anthophoridae; Anthophorini). *The University Of Kansas Science Bulletin*, 53(9):436-575.
- 45- **Brothers D.J., 2019.** Aculeate Hymenoptera: Phylogeny and Classification. Encyclopedia of Social Insects, Springer Nature Switzerland, 1-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90306-4_1-1
- 46- **Bruneau E., 2005.** Projet abeilles solitaires. *Abeilles & cie*, 105 :17-18.
- 47- **Campbell J. W. et Hanula J. L., 2007.** Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11:399-408.
- 48- **Chagnon M., 2008.** *Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier*. Fédération Canadienne de la Faune. Bureau régional du Québec. 70p.
- 49- **Chennaoui-Kourda H., Marghali S., Marrakchi M. et Trifi-Farah N., 2007.** Genetic diversity of *Sulla* genus (*Hedysarea*) and related species using Inter-simple Sequence Repeat (ISSR) markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35: 682-688.

- 50- **Choi B.H. et Ohashi H., 2003.** Generic criteria and an infrageneric system for *Hedysarum* and related genera (Papilionoideae-Leguminosae). *Taxon*, 52:567–576.
- 51- **Chriki A., Combes D. et Marrakchi M., 1984.** Etude de la compétition pollinique chez le sulla (*Hedysarum coronarium* L., Légumineuse-Papilionacée). *Agronomie, EDP Sciences*, 4 (2): 155-159.
- 52- **Colomb P., Michez D., Vereecken N.J., et M. Wollast., 2010.** Connaître et aider nos abeilles sauvages, les abeilles et leur habitat (3/4). *L'Homme et l'Oiseau*, (3) : 178-182.
- 53- **Coutin R., 1987.** Les insectes, un monde en voie de disparition. *Cahier Liaison O.P.I.E*, 21(4) : 53-56.
- 54- **Dajoz R., 1971.** *Précis d'écologie*. Ed. Bordas, Paris, 434 p.
- 55- **Dajoz R., 1982.** *Elément d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- 56- **Dajoz R., 1985.** *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, 505 p.
- 57- **Dajoz R., 2006.** *Précis d'Ecologie*. Ed. DUNOD. 8eme édition. 631p.
- 58- **Danforth B. N., Brady S.G., Sipes S. D. et Pearson A., 2004.** Single-Copy Nuclear Genes Recover Cretaceous-Age Divergences in Bees. *Systematic Biology*, 53(2):309-326.
- 59- **Danforth B. N., Fang J. et Sipes S., 2006 a.** Analysis of family-level relationships in bees (Hymenoptera: Apiformes) using 28S and two previously unexplored nuclear genes: CAD and RNA polymerase II. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, (39): 358–372.
- 60- **Danforth R.N., Sipes S., Fang J., et Brady S.G., 2006 b.** The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. The National Academy of Sciences of the USA PNAS. *Evolution*, 30: 15118–15123.
- 61- **Danforth B. N., Eardley C., Packer L., Walker K., Pauly A. et Randrianambinintsoa F. J., 2008.** Phylogeny of Halictidae with an emphasis on endemic African Halictinae. *Apidologie*, 39: 86–101.
- 62- **Darchen R., 1973.** La thermorégulation et l'écologie de quelques espèces d'abeilles sociales d'Afrique (*Apidae*, *Trigonini* et *Apis Mellifica* Var. *Adansonii*). *Apidologie*, 4(4) :341-370.
- 63- **De Meulemeester T., Michez D., Aytekinb A. M. et Danforthc B. N., 2012.** Taxonomic affinity of halictid bee fossils (Hymenoptera: Anthophila) based on geometric morphometrics analyses of wing shape. The Natural History Museum. *Journal of Systematic Palaeontology*, Ifirst: 1–10.
- 64- **Debevec A. H., Cardinal S. et Danforth B. N., 2012.** Identifying the sister group to the bees: a molecular phylogeny of Aculeata with an emphasis on the superfamily Apoidea. *Zoologica Scripta. The Norwegian Academy of Science and Letters*, 41 (5):527–535.

- 65- Dreux P., 1980. *Précis d'écologie*. 2^{ème} Ed. Paris, 231 p.
- 66- Eardley C., Kuhlmann M. et Pauly A., 2010. *Les genres et sous genre d'abeilles de l'Afrique subsaharienne*. Abc taxa, Volume 9.144p.
- 67- Eaton A. E., Morice F. D., Morice R.V.D. et Saunders E., 1908. Hyménoptera aculeata collected in Algeria. *Transaction of the Royal Entomological Society of London*, (56):177-274.
- 68- Engel S.M., 2000. A New Interpretation of the Oldest Fossil Bee (Hymenoptera: Apidae). *American Museum of Natural History*, (3296): 1-11.
- 69- Engel S.M., 2001. A monograph of the Baltic amber bees and evolution of the Apoidea (Hymenoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, (259): 1-192.
- 70- Engel M. S., Rasmussen C. et Gonzalez V. H., 2020. Bees Phylogeny and Classification. *Encyclopedia of Social Insects*, Springer, 1-17. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90306-4_14-1
- 71- Errassi A., Ayadi M., Chabbi M., Noutfia A. et Jaber A., 2018. Phenolic composition of *Hedysarum flexuosum* (Sulla) in Northwestern Morocco. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9 (6): 1662-1667.
- 72- Farda D. et Tchuenguem Fohouo F.N., 2018. Efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem (Cucurbitaceae) à Ngaoundéré (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2): 850-866.
- 73- Finnamore A.T. et Michener C.D., 1993. *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*, Edited by Henri Goulet and John T. Huber. Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario. Minister of Supply and Services Canada. 279p.
- 74- Floris I., Satta A. et Ruiiu L., 2007. Honeys of Sardinia (Italy). *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 46(3): 198–209.
- 75- Fortel L., 2014. *Ecologie et conservation des abeilles sauvages le long d'un gradient d'urbanisation*. Thèse de Doctorat. Agricultural sciences. Université d'Avignon Et Des Pays Du Vaucluse, France. 205p.
- 76- Fougeroux A., Leylaverigne S., Guillemard V., Geist O., Gary P., Cenier C. et al., 2017. Effet de l'activité des insectes pollinisateurs sur la pollinisation et le rendement du tourne sol de consommation. *EDP Sciences*, 24(6) : 1-8.
- 77- Fournier V., 2008. Pollinisateurs indigènes, en péril eux aussi..., Bulletin de la Société d'entomologie du Québec. *Antennae*, 15(1) : 3-5.
- 78- Friese H., 1901. *Die Bienen Europa's (Apidae europaeae) nach ihren Gattungen, Arten und Varietäten auf vergleichend morphologisch-biologischer Grundlage*. Theil VI:

- Solitäre Apiden: Subfam. Panurginae, Melittinae, Xylocopinae. C. Lampe, Innsbruck und Imst, 284p.
- 79- **Gadoum S., Terzo M. et Rasmont P., 2007.** Jachères apicoles et jachères fleuries: la biodiversité au menu de quelles abeilles. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, (54):57-63.
- 80- **Galloni M., Podda L., Vivarelli D., Quaranta M. et Cristofolini G., 2008.** Visitor diversity and pollinator specialization in Mediterranean legumes. *Flora*, (203) 94–102.
- 81- **Gaussen H. et Lauer W., 1961.** A propos des Diagrammes climatiques. *Erdkunde*, 15 : 73-75.
- 82- **Geroff R. K., Gibbs J., et McCravy K. W., 2014.** Assessing bee (Hymenoptera: Apoidea) diversity of an Illinois restored tallgrass prairie: methodology and conservation considerations. *Journal of insect conservation*, 18:951–964.
- 83- **Gillon y., 1986.** Coévolution cumulative et coévolution substitutive. *Acta Oecologica. Oecologica Generalis*, 07(01):27-36.
- 84- **Gollan J. R., Ashcroft M. B. et Batley M., 2011.** Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). *Australian Journal of Entomology*, 50:174–178.
- 85- **Google Earth, 2020.** Station d'étude. <https://www.google.com/intl/fr/earth/>
- 86- **Goudjil-Benhizia H., 2014.** *Caractérisation cytogénétique classique et moléculaire de trois espèces endémiques du genre Hedysarum L.* thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie. 73 p.
- 87- **Goulson D., Lye, G. C., et Darvill B., 2008.** Decline and conservation of bumble bees. *Annual Review of Entomology*, 53: 191-208.
- 88- **Goras G., Tananaki C., Dimou M., Tscheulin T., Petanidou T., et Thrasyvoulou A. 2016.** Impact of honeybee (*Apis mellifera* L.) density on wild bee foraging behaviour. *Journal of Apicultural Science*, 60(1): 49–62.
- 89- **Greenleaf S. S. et Kremen C., 2006.** Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(37), 13890–13895.
- 90- **Hamel T. et Boulemtaf A., 2017.** Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 29(9): Article181. <http://www.lrrd.org/lrrd29/9/tare29181.html>.
- 91- **Herbertsson L., Lindstrom S. A. M., Rundlof M., Bommarco R., et Smith H. G., 2016.** Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Basic and Applied Ecology*, 17 (7): 609-616.

- 92- **Huber J.T., 1993.** *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*, Edited by Henri Goulet and John T. Huber. Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario. Minister of Supply and Services Canada, 680p.
- 93- **Ikhlef H., 2015.** *Contribution à l'étude systématique et écologique des abeilles sauvages (Hymenoptera : Apoidea) et l'influence de leur pollinisation sur le rendement du Sulla (Hedysarum flexuosum) dans la région de Tizi-Ouzou*, Mémoire de Magistère. Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 108 p.
- 94- **Ikhlef H., Aouar-Sadli M., Medjdoub-Bensaad Ferroudja et Korichi Y., 2020.** Diversity and abundance of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) foraging the flowers of Hedysarum flexuosum: Insight through three successive follow-up seasons in Tizi-Ouzou (Algeria). *Bulletin of Pure and Applied Sciences – Zoology*, 39 (1): 17-24.
- 95- **Iserbyt S., Michez D., Terzo M. et Rasmont P., 2005.** *Liste des espèces déterminantes des Hyménoptères Apoïdes (Hymenoptera, Apoidea, Apidae, Melittidae) du Languedoc-Roussillon*. Laboratoire de Zoologie. Université de Mons-Hainaut, 42p.
- 96- **Jacob-Remacle A., 1989a.** *Abeilles et guêpes de nos jardins*. Unité de Zoologie générale et appliquée de la Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, 47p.
- 97- **Jacob-Remacle A., 1989 b.** Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, Elsevier/INRA/DIB/AGIB, (20) : 271-285.
- 98- **Jacob-Remacle A., 1990.** *Abeilles sauvages et pollinisation*. Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, 39p.
- 99- **Jacob-Remacle A., 1992.** Les abeilles solitaires: des insectes pollinisateurs peu connus. *Insectes*, 84 (1):20-22.
- 100- **Jeanne F., 1998.** Physiologie de l'abeille. L'alimentation .*Bulletin Technique Apicole*, 25(3) : 129-134.
- 101- **Jean- Prost P. et Le Conte Y., 2005.** *Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher*. 7ème édition Lavoisier, 698p.
- 102- **Johnson B. R., Borowiec M. L., Chiu J. C., Lee E. K., Atallah J., et Ward P. S., 2013.** Phylogenomics Resolves Evolutionary Relationships among Ants, Bees, and Wasps. *Current Biology*, 23 (20): 2058-2062.
- 103- **Joshi N.C. et Joshi P.C., 2010.** Foraging Behaviour of Apis Spp. on Apple Flowers in a Subtropical Environment. *New York Science Journal*, 3(3): 71-76.

- 104- Kadi S.A., Guermah H., Bannelier C., Berchiche M. et Gidenne T., 2011. Nutritive value of sun-dried sulla hay (*Hedysarum flexuosum*) and its effect on performance and carcass characteristics of growing rabbits. *World Rabbit Science*, 19: 151 - 159.
- 105- Kadi S. A., 2012. *Alimentation du lapin de chaire : valorisation de sources de fibre disponibles en Algérie*. Thèse de doctorat en Sciences Agronomique. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 143p.
- 106- Kadi S. A., Mouhous A., Djellal F. et Gidenne T., 2017. Replacement of barley grains and dehydrated alfalfa by Sulla hay (*Hedysarum flexuosum*) and common reed leaves (*Phragmites australis*) in fattening rabbits diet. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(1): 13-22.
- 107- Kirk W. D. et Howes F. N. 2012. *Plants for bees: a guide to the plants that benefit the bees of the British Isles*. International Bee Research Association, IBRA. 311p.
- 108- Korichi Y., 2015. *Contribution à l'étude systématique et éco-éthologie des abeilles sauvages (Hyménoptera : Apoidea) dans la région de Tizi-Ouzou*. Mémoire de Magistère, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. 102 p.
- 109- Korichi Y., Aouar-Sadli M., Khelfane-Goucem K. et Ikhlef H., 2019. Foraging Behavior of the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) upon the Male and Female Flowers of Squash (*Cucurbita pepo* L.) (Cucurbitaceae) in the Region of Tizi-Ouzou (Algeria). *Bulletin of Pure and Applied Sciences – Zoology*, 38 (2): 52-60.
- 110- Le Conte Y., 2002a. L'abeille dans la classification des insectes. *Abeilles & Fleurs*, 628 : 15-16.
- 111- Le Conte Y., 2002b. *Mieux connaitre l'abeille*. Edition Rustica, 528p.
- 112- Le Conte Y., Léoncini I. et Brillet C., 2002. La régulation sociale chez l'abeille. Flexibilité de la division du travail entre les abeilles ouvrières : accomplir la bonne tâche au bon moment. *Abeilles & Fleurs*, 632 :21-22.
- 113- Le Conte Y., 2004a. Le vol chez l'abeille « *Apis mellifera* ». *Abeilles & Fleurs*, 648:20-21.
- 114- Le Conte Y., 2004b. Evolution de la socialité et reconnaissance intra et inter-coloniale chez l'abeille. *Abeilles & Fleurs*, 646: 14-16.
- 115- Le Conte Y. et Navajas M., 2008. Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 27 (2) ; 485-497.

- 116- **Le Houérou H.N., 2005a.** The isoclimatic mediterranean biomes: Bioclimatology, diversity and phytogeography. Analyse d'ouvrages. *Revue internationale d'écologie méditerranéenne*, 31(1): 109-110.
- 117- **Le Houérou H.N., 2005b.** Atlas of climatic diagrams for the isoclimatic mediterranean zones. Analyse d'ouvrages. *Revue internationale d'écologie méditerranéenne*, 31(1): 107.
- 118- **Lefevre D. et Pierre J., 2001.** La biologie des Bourdons. *Bulletin Technique Apiculture*, 28(4) :159-170.
- 119- **Lemoine G., 2014.** Pourquoi les abeilles sauvages sont menacées, et pourquoi et comment les protéger. *Abeille de France*, 1011 : 31-44.
- 120- **Léoncini I., Brillet C. et Le Conte Y., 2002.** La régulation sociale chez l'abeille. Flexibilité de la division du travail entre les abeilles ouvrières : accomplir la bonne tâche au bon moment. *Abeilles & Fleurs*, 631 :28-29.
- 121- **Lhomme P., Michez D., Christmann S., Scheuchl E., El Abdouni I., Hamroud L. et al., 2020.** The wild bees (Hymenoptera: Apoidea) of Morocco. *Zootaxa*, 4892 (1): 01–159.
- 122- **Leong J. M. et Thorp R., 1999.** Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. *Ecological Entomology*, 24 : 329-335.
- 123- **Lerin J., 1982.** Effets de la pollinisation entomophile sur le colza dans une expérience en cage. *Agronomie*, 2(3) 249-256.
- 124- **Livory A., Lair X. Sagot P. et Baldock D., 2013.** Inventaire analytique des andrènes (Andrena) de la Manche (Hymenoptera : Andrenidae). Bulletin trimestriel de l'association Manche-Nature, *L'Argiope*, 80-81 : 36-118.
- 125- **Louadi K., 1999.** *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec l'agrocénose dans la région de Constantine.* Thèse de Doctorat d'Etat, Sciences Naturelles, Université Mentouri, Constantine, 202p.
- 126- **Louadi K., Terzo M., Benachour K., Berchi S., Aguib S., Maghni N. et al., 2008.** Les Hyménoptères Apoidea de l'Algérie orientale avec une liste d'espèces et comparaison avec les faunes ouest-paléarctiques. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 113 (4): 459-472.
- 127- **Louati-Namouchi I., Louati M., Chriki A., 2000.** Mating system and multiple paternity in *Hedysarum coronarium* L. (Fabaceae). *Agronomie* 20. 655–663
- 128- **Louis J., 1970.** Etude sur les ailes des hyménoptères. l'aile des hyménoptères mellifères. *Apidologie*, (4) :375-400.

- 129- **Louis J., 1972.** Etudes sur les ailes de l'hyménoptère, Hypothèses relatives aux interactions présumées entre l'évolution de l'aile, la morphologie générale et la biologie des espèces. *Apidologie*, (3) :35-54.
- 130- **Louveaux J., 1966.** Les modalités de l'adaptation des abeilles (*Apis Mellifica* L.) Au Milieu Naturel. *Annal de l'abeille*, 09(4) : 323-350.
- 131- **Louveaux J., 1990.** Les relations abeilles-pollens. *Bulletin de la Société botanique de France*, 137, *Actualité botanique*, (2): 121-131.
- 132- **Lucas H., 1849.** *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841,1842.* Sciences physiques, Zoologie IV. Paris : Imprimerie Nationale, 602 p.
- 133- **Martins D. J., 2004.** Foraging patterns of managed honeybees and wild bee species in an arid African environment: ecology, biodiversity and competition. *International Journal of Tropical Insect Science*, 24(01): 105-115.
- 134- **Mc Intyre N. E. et Hostetler M. E., 2001.** Effects of urban land use on pollinator (Hymenoptera: Apoidea) communities in a desert metropolis. *Basic and Applied Ecology*, 2:209-218.
- 135- **McFrederick Q. S. et LeBuhn G., 2006.** Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae)? *Biological Conservation*, 129: 372 – 38.
- 136- **Melo G. A. R. et Gonçalves R. B., 2005.** Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (1): 153–159
- 137- **Meriguet B., 2004.** *Les Hyménoptères Apoides des cultures de Sainfoin (Onobrychis sativa Lamberton) dans le Parc naturel régional du Gâtinais français.* Suivi entomologique des Hyménoptères Apoides Années 2001, 2002 et 2003. Tome 2. Ecosphère. OPIE. 49p.
- 138- **Meynié S. et Bernard R., 1997.** Efficacité comparée de la pollinisation d'espèces sauvages d'*Helianthus* par plusieurs genres d'insectes. *Agronomie*, 17 : 43-51.
- 139- **Michener C.D., 1944.** Comparative external morphology, phylogeny and a classification of the bees (Hymenoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 82 (6): 1-326.
- 140- **Michener C.D., 1979.** Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66 (3): 277-347.
- 141- **Michener C.D. et Grimaldi D.A., 1988.** The oldest fossil bee: Apoid history, evolutionary stasis, and antiquity of social behavior. *Proceedings National Academy Sciences. USA*, (85): 6424-6426.
- 142- **Michener C.D., 2007.** *The hymenoptera of the world.* 2^{ème} ed. The Johns Hopkins University Press Baltimore, 953p.

- 143- Michez D., 2002.** *Monographie systématique, biogéographique et écologique des des Melittidae (Hymenoptera : Apoidea) de l'Ancien Monde – Premières données et premières analyses.* Diplôme d'Etude Appliquée préparatoire au doctorat, Faculte Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 149p.
- 144- Michez D., 2003.** Discussion morphologique et biogéographique sur le complexe sub-spécifique de *Dasypoda hirtipes* (Fabricius 1793) sensu Warncke (1973). *Notes faunistiques de Gembloux*, 49 :35-45.
- 145- Michez M., Terzo M. et Rasmont P., 2004a.** Révision des espèces ouest-paléarctiques du genre *Dasypoda* LATREILLE 1802 (Hymenoptera, Apoidea, Melittidae). *Linzer Biologische Beitrage*, 36(2) :847-900.
- 146- Michez M., Terzo M. et Rasmont P., 2004b.** Phylogénie, biogéographie et choix floraux des abeilles oligolectiques du genre *Dasypoda* Latreille 1802 (Hymenoptera : Apoidea : Melittidae). *Annale de Societé entomologique de France*, 40 (3-4): 421-435.
- 147- Michez D. et Patiny S., 2005.** World revision of the oil-collecting bee genus *Macropis* Panzer 1809 (Hymenoptera: Apoidea: Melittidae) with a description of a new species from Laos. *Annal de la Societé Entomologique*, 41 (1): 15-28.
- 148- Michez D. et Patiny S., 2006.** Review of the bee genus *Eremaphanta* Popov 1940 (Hymenoptera: Melittidae), with the description of a new species. *Zootaxa*, 1148: 47–68.
- 149- Michez D., 2007.** La nouvelle classification des abeilles (Hymenoptera : Apoidea : Apiformes) ou la chute de l'abeille mellifère (*Apis mellifera* L.) de son piédestal, *OSMIA*, (1) :23-26.
- 150- Michez D., 2008.** Monographic revision of the melittid bees (Hymenoptera: Apoidea, Melittidae sensu lato). *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, (19): 31-39.
- 151- Michez D., Patiny S., Rasmont P., Timmermann K. et Vereecken N. J., 2008.** Phylogeny and host-plant evolution in Melittidae s.l. (Hymenoptera: Apoidea). *Apidologie*, (39): 146–162.
- 152- Mollier P., Sarasin M. et Savini I., 2009.** *Les abeilles, super –pollinisatrices....*. Unité mixte de recherche. Inra – université d'Avignon « Abeilles et environnement ». *INRA Magazine* N° 9. 12p.
- 153- Montero-Castaño A., Vilà M. et Ortiz-Sánchez F. J., 2014.** Pollination ecology of a plant in its native and introduced areas. *Acta Oecologica*, 56 :1-9.
- 154- Montero-Castaño A. et Vilà M., 2015.** Direct and Indirect Influence of Non-Native Neighbours on Pollination and Fruit Production of a Native Plant. *PLOS ONE*, 10(06): 1-16.

- 155- **Montero-Castaño A. et Vilà M., 2016.** Influence of the honeybee and trait similarity on the effect of a non-native plant on pollination and network rewiring. *Functional Ecology*, 31 (1): 142–152.
- 156- **Morandin L. A., Winston M. L., Abbott V. A. et Franklin M. T., 2007.** Can pastureland increase wild bee abundance in agriculturally intense areas? *Basic and Applied Ecology*, 8: 117-124.
- 157- **Morison N., Vaissière B., Martin F., Pécaut P. et Cambon G., 2000.** Pollinisation de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.) par l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) en production de semences hybrides sous abris grillagés. *Apidologie*, 31 :115–128.
- 158- **Müller A., 2014.** New European bee species of the tribe Osmiini (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *Zootaxa*, 3355: 29-50.
- 159- **O.N.M.T.O, 2019.** Relevés météorologiques de la région de Tizi-Ouzou. Office Nationale de Météorologie, Tizi-Ouzou.
- 160- **Ortiz-Sánchez F. J., 2011.** Lista Actualizada De Las Especies De Abejas De España (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49:265-281.
- 161- **Otiobo Atibita E. N., Tchuengem Fohouo F. N. et Djieto-Lordon C., 2015.** Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs d'*Oxalis barrelieri* (Oxalidaceae) à Yaoundé (Cameroun). *Entomologie Faunistique*, 68 : 101-108.
- 162- **Pan C.C., Liu D., Zhao H., Liu J., Hou Y. et Zhang L., 2012.** Reproduction of *Hedysarum scoparium* (Fabaceae) in patched habitat is pollen limited, but not just pollinator limited. *Journal of Arid Land*, 4(1): 19–28.
- 163- **Patiny S., 1999.** Etude phylogénétique des Panurginae de l'ancien monde (Hymenoptera : Andrenidae). *Linzer Biologische Beitrage*, 31 (1) : 249-275.
- 164- **Patiny S. et Gaspar C., 2000.** premier aperçu de la biodiversité des Panurginae (Hym. : Andrenidae) de l'Anti-Atlas (Maroc). *Note faunistiques de Gembloux*, (41) :33-41.
- 165- **Patiny S., 2001.** *Monographie des Panurginae de l'ancien Monde (Hymenoptera: Apoidea, Andrenidae)*. Faculté Universitaire Des Sciences Agronomiques De Gembloux, 241p.
- 166- **Patiny S., 2003.** Phylogénie des espèces de *Clavipanurgus* Warncke, 1972 (Hymenoptera : Apoidea : Andrenidae). *Annales de la Société entomologique de France* (n.s.), 39 (3) : 229-234.

- 167- Patiny S. et Michez D., 2007.** New insights on the distribution and floral choices of *Systropha Illiger*, 1806 in Africa (Hymenoptera: Apoidea), with description of a new species from Sudan. *Zootaxa*, (1461): 59–68.
- 168- Patiny S. et Terzo M., 2010.** *Catalogue et clé des sous-genres et espèces du genre Andrena de Belgique et du nord de la France (Hymenoptera : Apoidea)*. Laboratoire de Zoologie, Université de Mons, 39 p.
- 169- Pauly A., 2014.** *Clé provisoire pour l'identification des Halictus Latreille, 1804 et Lasioglossum Curtis, 1833 de Belgique (Hymenoptera : Apoidea, Halictidae)*. Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Entomologie, Bruxelles. 117p.
- 170- Pauly A., 2015a.** *Clé illustrée pour l'identification des abeilles de Belgique et des régions limitrophes (Hymenoptera : Apoidea). I.Halictidae*. Document de Travail du Projet BELBEES; Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Bruxelles, Belgium 18p.
- 171- Pauly A., 2015b.** *Clé illustrée pour l'identification des abeilles de Belgique et des régions limitrophes (Hymenoptera : Apoidea). II.Megachilidae*. Document de Travail du Projet BELBEES; Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Bruxelles, Belgium. 61p.
- 172- Pauly A., 2019a.** Les abeilles sauvages du Jardin Botanique "Jean Massart" à Bruxelles (Hymenoptera: Apoidea). *Belgian Journal of Entomology*, 78: 1-86.
- 173- Pauly A., 2019b.** Contribution à l'inventaire des abeilles sauvages de la Région de Bruxelles-Capitale et de la Forêt de Soignes (Hymenoptera: Apoidea). *Belgian Journal of Entomology*, 79: 1-160.
- 174- Pauly A., Nzigidahera B., Eardley C. Ndayikeza L. Mpawenimana L. et Habonimana B., 2015.** Belgian Journal of Entomology. *Belgian Journal of Entomology*, 25 : 1-27
- 175- Pavlova D. K. et Manova V. I., 2000.** Pollen morphology of the genera *Onobrychis* and *Hedysarum* (Hedysareae, Fabaceae) in Bulgaria. *Annales Botanici Fennici*, 37: 207–217.
- 176- Peyvel C., 1994.** Biologie de l'abeille. L'espèce *Apis mellifera* L les grandes races géographiques. *Bulletin Technique Apicole*, 21 (3): 120-138.
- 177- Pesson P. et Louveaux J., 1984.** *Pollinisation et production végétale*. Institut National de la Recherche Agronomique. INRA. 637p.
- 178- Philippe C., 2020.** Contribution à l'inventaire des Hyménoptères Anthophila du département du Lot : liste préliminaire commentée. *OSMIA*, 8 :43-62.
- 179- Polatto L. P., Chaud-Netto J., et Alves-Junior V. V., 2014.** Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees. *Journal of Insect Behavior*, 27(5): 593–612.

- 180- **Pouvreau A. et Marrilleau R., 1977.** l'Elevage des bourdons, leur utilisation dans la pollinisation des plantes, *Cahiers de liaison OPIE*, (24) :22-27.
- 181- **Pouvreau A., 1983.** principes de la pollinisation entomogame, rôle des bourdons (Hyménoptères, Apoidea, Bombinae, *Bombus* Latr.). Problèmes posés par la protection de ces insectes. *Cahier de Liaison OPIE*, (17) : 9-16.
- 182- **Pouvreau A., 1987.** Sur quelques aspects de l'écologie et de la préservation des apoïdes sauvages hyménoptères pollinisateurs. *Cahier de Liaison*, OPIE : 21 (2) :3-12.
- 183- **Pouvreau A. et Taséï J.N., 1995.** La préservation des apoïdes en Europe. *Insectes*, 99(4) : 26-27.
- 184- **Praz C., Carron G. et Michez D., 2008.** *Dasypoda braccata* EVERSMANN (Hymenoptera : Dasypodaidae), espèce nouvelle pour la faune d'Italie. *Osmia*, (2) :16-20.
- 185- **Quaranta M., Ambroselli S., Barro P., Bella S., Carini A., Celli G. et al., 2004.** Wild bees in agroecosystems and semi-natural landscapes. 1997-2000 collection period in Italy. *Bulletin of Insectology*, 57 (1): 11-61.
- 186- **Ramade F. 2009.** *Eléments d'écologie*. Ecologie fondamentale (Elements of ecology. Fundamental Ecology). Ecologie fondamentale. DUNOD, Paris, 689 p.
- 187- **Rasmont P., Barbier Y. et Pauly A., 1990.** Faunistique comparée des hyménoptères Apoidés de deux terrils de Hainaut occidental. *Note faunistique de Gembloux*, (21) :39-58.
- 188- **Rasmont P., Ember P.A., Banaszak J. et Van Der Zanden G., 1995.** Hymenoptera Apoidea Gatlica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la Société entomologique de France*,100:1-98.
- 189- **Rasmont P. et Parata J.C., 2001.** Visite guidée... Hyménoptères du Limousin. *Insectes*, (123) :31-33.
- 190- **Rasmont P. 2007.** *La régression massive des espèces d'abeilles sauvages et de bourdons d'Europe : un effet de la perturbation mondiale du cycle de l'azote*, pp. 43-60 in: Actes du colloque Insectes et Biodiversité, 6 octobre 2006, Saint-Léons en Lévézou (France, Aveyron). Conseil général de l'Aveyron, Rodez, 154 p.
- 191- **Rasmont P. et Terzo M., 2010.** *Catalogue et clé des sous-genres et espèces du genre Bombus de Belgique et du nord de la France (Hymenoptera : Apoidea)*. Bombus de Belgique et du nord de la France. Université de Mons Laboratoire de Zoologie B-7000 Mons, 28p.
- 192- **Reddy P. V. R., Verghese A. et V. Rajan V., 2012.** Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 18 (2): 121-127.

- 193- Reddy P. V. R., Rashmi T. et Verghese A., 2015. Foraging activity of Indian honey bee, *Apis cerana* in relation to ambient climate variables under tropical conditions. *Journal of Environmental Biology*. 36: 577-581.
- 194- Ricciardelli D'albore G., 1993. Pollinators of some wild and cultivated forage Leguminosae in Centrai Italy. *Entomologica*, (27): 125-137.
- 195- Rincón-Rabanales M., Roubik D. W., Guzmán M. A., Salvador-Figueroa M., Adriano-AnayaL. et Isidro O., 2015. High yields and bee pollination of hermaphroditic rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Chiapas, Mexico. *Fruits*, 70(1): 23-27.
- 196- Roing-Alsina A. et Michener C.D., 1993. Studies of the phylogeny and classification of lng-Tongued Bees (Hymenoptera: Apoidea). The University of Kansas, *Science Bulletin*, (55): 124-160.
- 197- Rollin O, Bretagnolled V., Decourtyea A., Aptel J., Michel N., Vaissière E. B. et Henry M., 2013. Differences of floral resource use between honey bees and wild beesn an intensive farming system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 179:78-86.
- 198- Sann M., Niehuis O., Peters R. S., Mayer C., Kozlov A., Podsiadlowski L. et al., 2018. Phylogenomic analysis of Apoidea sheds new light on the sister group of bees. *BMC Evolutionary Biology*, 18 (71) <https://doi.org/10.1186/s12862-018-1155-8>
- 199- Satta A., Acciaro M., Floris L., Lentini A. et Sulas L., 2000. Insect pollination of sulla (*Hedysarum Coronarium* L.) and its effect on seed production in a Mediterranean environment. Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses In :Sulas L.(ed.). Zaragoza; CIHEAM, *Cahiers Options Méditerranéennes*, 45:373-377.
- 200- Saunders E., 1901. Hymenoptera Aculeata collected in Algeria. Part I - Heterogyna and Fossores to the end of Pompilidae. *Transactions of the Entomological Society of London*, 4: 515-525.
- 201- Saunders E., 1908. Hymenoptera Aculeata collected in Algeria. Part II - Diploptera, Fossores, 1905. Part III. Anthophila. *Transactions of the Entomological Society of London*, 2: 177-273.
- 202- Schaffer W. M., Zeh, D. W., Buchmann S. L., Kleinhans S., Schaffer M. V., et Antrim J., 1983. Competition for Nectar between Introduced Honey Bees and Native North American Bees and Ants. *Ecology*, 64(3), 564–577
- 203- Scheuchl E., 2000. *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs*. Band I: Anthophoridae, 2. erweiterte Auf age. Preisinger KG, Landshut, 158p.

- 204- **Schulthess A., 1924.** Contribution à la connaissance de 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.
- 205- **Seltzer P., 1946.** *Le climat de l'Algérie* .Ed. Imprimerie Typo. Litho., Alger 219p.
- 206- **Sirohi M. H., Jackson J., Edwards M. et Ollerton J., 2015.** Diversity and abundance of solitary and primitively eusocial bees in an urban centre: a case study from Northampton (England). *Journal of Insect Conservation*: 19 (3): 487-500.
- 207- **Slim S. et Ben Jeddi F., 2011.** Protection des sols des zones montagneuses de Tunisie par le sulla du Nord (*Hedysarum coronarium* L.). *Sécheresse*, 22 (2) :117-124.
- 208- **Sonet M. et Jacob-Remacle A., 1987.** Pollinisation de la légumineuse fourragère *Hedysarum coronarium* L. en Tunisie. *Bulletin des Recherches d'Agronomiques de Gembloux*, 22(1): 19-32.
- 209- **Spivak M., Mader E., Vaughan M. et Euliss N. H., 2011.** The Plight of the Bees. *Environmental Science et Technology*, 45:34–38.
- 210- **Steffan-Dewenter I. et Tscharnkte T., 2000.** Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, 122:288–296.
- 211- **Stephen W. P., Bohart G. E. et Torchio P. F., 1969.** *The Biology and External Morphology of Bees*. the Agricultural Experiment Station and printed by the Department of Printing, Ore-gon State University, Corvallis, Oregon, 140 p.
- 212- **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 59 : 23-36.
- 213- **Talavera S., Aedo C., Castroviejo S., Herrero A., Romero Zarco C. J., Salgueiro F. et al., 2000.** Flora iberica, Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares, Real Jardín Botánico, Csic, Madrid. *Leguminosae (partim)*, 7 (2): 951-95.
- 214- **Tasei J.N., 1984.** *Biologie et écologie des mellifères sauvages solitaires*. Pollinisation et production végétale. INRA, Paris, 663 p.
- 215- **Tchuenguem Fohouoa F.N., Messi J. et Pauly A., 2001.** Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, 56 : 179-188.
- 216- **Tchuenguem Fohouo F.N., Djonwangwe D., Messi J., Brückner D., 2009.** Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) à Ngaoundéré (Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 05(01) :1-9.
- 217- **Tchuenguem Fohouo F.N., Kingha Tekombo B. M. et Brückner D., 2014.** Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis*

- hypogaea* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré-Cameroun). *International Journal of Biological Chemecal Sciences*, 8(3): 983-997.
- 218- **Tepedino V. J. et Stackhouse M., 1987.** Bee visitors of sweetvetch, *Hedysarum boreale boreale* (Leguminosae), and their pollen-collecting activities, *Great Basin Naturalist*, 47(2): 314-318.
- 219- **Terrab A., Andrés C. et Díez M. J., 2003.** Análisis Polínico de Mieles de Los Parques Naturales de Los Alcornocales y Sierra de Grazalema. *Acta Botanica Malacitana*, 28: 79-87.
- 220- **Terzo M. et Rasmont P., 2004.** Biogéographie et systématique des abeilles rubicoles du genre *Ceratina* Latreille au Turkestan (Hymenoptera : Apoidea : Xylocopinae). *Annale de la Société entomologique de France. International Journal of Entomology*, 40 (02): 09-130.
- 221- **Terzo M. et Rasmont P., 2007.** Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. *Les livrets de l'Agriculture n° 14*. Ministère de la Région wallonne Direction générale de l'Agriculture, 61p.
- 222- **Terzo M. et Rasmont P., 2010.** Catalogue et clé des sous-genres et espèces du genre *Bombus* de Belgique et du nord de la France (Hymenoptera : Apoidea). Université de Mons Laboratoire de Zoologie. 28p.
- 223- **Terzo M., Iserbyt S. et Rasmont P., 2007.** Révision des Xylocopinae (Hymenoptera : Apidae) de France et de Belgique. *Annale de société entomologique de France*, 43 (4) : 445-491.
- 224- **Thami Alami I. et El Mzouri E.H., 2000.** Etude de l'efficacité et de la persistance des souches de Rhizobium de Sulla. légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne. *Cahiers Options Méditerranéennes* (France) : 321-325.
- 225- **Vaissiere B., 2002.** Abeille et pollinisation. *Le Courrier de la Nature. Spécial Abeilles*, 196 :24-27.
- 226- **Vaissiere B., Morison N., et Carré G., 2005.** Abeille, pollinisation et biodiversité. *Abeilles & cie*, 106 :10-14.
- 227- **Varis A. L., 1995.** Abundance, species composition and daily pattern of bees visiting field bean, goat's rue and turnip rape in southern Finland. *Agricultural Science in Finland*, 4:473-478.
- 228- **Vereecken N., Dufrêne E., Roberts S. P. et Smit J., 2008.** Redécouverte de *Nomada agrestis* FABRICIUS (Hymenoptera : Apidae) en France méditerranéenne. *OSMIA*, 2 :7-10.
- 229- **Vereecken N., Michez D., Colomb P. et Wollast M., 2010.** Connaître et aider nos abeilles sauvages (1/4). *L'Homme et l'Oiseau*, 1: 35-38.

- 230- Vereecken N. et Jacobi B., 2018. *Abeilles sauvages*. Glenat. 128p.
- 231- Villemant C., 2001. Les Coléoptères Méloïdés cleptoparasites de nids d'abeilles solitaires. *insectes*, 121 :7-10.
- 232- Villemant C., 2005. Les nids d'abeilles solitaires et sociales. *Insectes*, 2(137) :13-17.
- 233- Yagoubi N. et Chriki A., 2000. Héritabilités and genetic correlations between floral and reproductive traits in *Hedysarum coronarium* L. (FABACEAE). *Agronomie Africaine*, 12(3): 91-103.
- 234- Westphal C., Bommarco R., Carré G., Lamborn E., Morison N., Petanidou T., et al., 2008. Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs*, 78:653–671.
- 235- Wilson J. S., Griswold T., et Messinger O. J., 2008. Sampling Bee Communities (Hymenoptera: Apiformes) in a Desert Landscape: Are Pan Traps Sufficient? *Journal Of The Kansas Entomological Society*, 81(3): 288-300.
- 236- Winfree R., Griswold T., et Kremen C., 2007. Effect of Human Disturbance on Bee Communities in a Forested Ecosystem. *Conservation Biology*, 21(1): 213-223.
- 237- Wojcik V. A., Morandin L. A., Adams L. D., et Rourke K. E., 2018. Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Pollinator Ecology and Management*, 47(4):822-833.

Annexes

Clé dichotomique

Etablie et simplifiée par Louadi (1999).

- Corps présentant souvent une pubescence hérissée, formant une véritable toison ; soies toujours plumeuses ; chez beaucoup d'espèces, métatarse III transformé en brosse de récolte de pollen. Les ailes couplées *Apoidea*.....1
1. Ailes antérieures avec 3 cellules cubitales 2
- Ailes antérieures avec 2 cellules cubitales 13
2. Yeux velus, tibia III sans éperon ; cellule radiale très longue atteignant presque l'extrémité de l'aile *Apidae (Apis)*
- Yeux glabres ; tibia III avec 2 éperons ; cellule radiale finissant loin avant l'extrémité de l'aile 3
3. Cellules cubitales de surfaces à peu près égales 4
- Cellules cubitales de surfaces différentes 6
4. Ocelles alignés en arc de cercle ; 1^{ère} cellule cubitale traversée par une fine nervure ; tibias postérieurs des femelles élargis, glabres et lisses extérieurement *Apidae (Bombus)*
- Ocelles en triangle ; 1^{ère} cellule cubitale le plus souvent non traversée par une fine nervure ; tibias postérieurs élargis et couverts d'une brosse dense 5
5. Labrum plus long que large *Anthophoridae (Anthophora)*
- Labrum plus large que long ; ailes recouvertes entièrement de poils, mâles avec de longues antennes s'étendant vers l'abdomen *Anthophoridae (Tetralonia)*
6. Corps robuste, noir à reflets bleus ; 3^{ème} cellule cubitale beaucoup plus grande que les autres *Anthophoridae (Xylocopa)*
- Surface de la 3^{ème} cellule cubitale comparable à celle d la première ou plus petite 7
7. 1^{ère} et 3^{ème} cellules cubitales de surfaces à peu près égales 8
- 3^{ème} cellule cubitale plus petite que la 1^{ère} 9
8. Aspect robuste ; scutellum bidenté ; abdomen noir avec des paires de taches de poils blancs *Anthophoridae (Melecta)*
- Taille inférieure à 10mm ; scutellum inerme ; corps noir souvent à reflets métalliques bleu , vert ou bronzé ; presque glabre sans taches de poils clairs sur l'abdomen
..... *Anthophoridae (Ceratina)*
9. Surfaces des 2^{ème} et 3^{ème} cellules cubitales à peu près égales. Thorax terne, grossièrement ponctué ; femelle sans brosse ; mâle avec plaque pygidiale sur le 7^{ème} tergite. Très peu velu ; allure de guêpe *Anthophoridae (Nomada)*

- 3^{ème} cellule cubitale nettement plus grand que la 2^{ème} ; femelle avec brosse ; mâle sans plaque pygidiale 10
- 10. Nervure basale des ailes antérieures rectiligne ***Andrenidae (Andrena)***
- Nervure basale fortement courbée 11
- 11. Abdomen noir ou verdâtre, rarement en partie rouge ; thorax noir-gris ou verdâtre, finement ponctué et assez densément velu, tergite abdominal avec des bandes apicales pubescentes ; femelle avec une brosse de récolte aux tibias postérieurs
..... ***Halictidae (Halictus)***
- Abdomen noir abeilles de 8 à 10mm de long 12
- 12. Nervures distales des ailes postérieures plus pâles que les basales
..... ***Halictidae (Lasioglossum)***
- 2^{ème} nervure cubitale réduite ***Halictidae (Evylaeus)***
- 13. Cellule radiale tronquée et souvent appendiculée à l'extrémité ; corps d'un noir brillant ; femelle avec une brosse de récolte très développée aux tibias postérieurs
..... ***Andrenidae (Panurgus)***
- Cellule radiale pointue ou arrondie à l'extrémité..... 14
- 14. 1^{ère} cellule cubitale de surface inférieure à celle de la 2^{ème} ; stigma absent ; antennes du mâle très longues ***Anthophoridae (Eucera)***
- Surface de la 1^{ère} cellule cubitale aussi ou plus grande que celle de la 2^{ème} ; antennes du mâle normales..... 15
- 15. Brosse de récolte portée sous l'abdomen ; mâles sans pilosité abondante aux pattes postérieures ; tête volumineuse par rapport au corps ; abdomen taché de jaune ; pas de pulvillus entre les griffes des tarses ***Megachilidae (Anthidium et Rhodanthidium)***
- Abdomen sans marque jaune 16
- 16. Un pulvillus bien développé entre les griffes des tarses, corps trapu, abdomen arrondi, 1^{ère} tergite entièrement convexe, son profil de suite éclive ***Megachilidae (Osmia)***
- Pulvillus nul ou vraiment minuscule ; abdomen courbé vers le haut sur le vif 17
- 17. Corps allongé, presque cylindrique, une brosse ventrale chez les femelles
..... ***Megachilidae (Megachile et Chalicodoma)***
- Brosse absente chez les femelles..... ***Megachilidae (Stelis)***

<i>Eucera sp.1</i>	0,00		3,33	Rare	4,88	Rares	9,68	Accidentelle	0,00		10,00	Accidentelle	11,76	Accidentelle	5,88	Accidentelle
<i>Eucera sp.2</i>	0,00		0,00		31,71	Accessoires	0,00		0,00		0,00		11,76	Accidentelle	0,00	
<i>T. nigriceps</i>	2,94	Rare	0,00		0,00		0,00		9,52	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>T. malvae</i>	2,94	Rare	0,00		0,00		0,00		4,76	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>Tetralonia sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. histricornis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Th. tristis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. hirtus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. orbatus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. truncatus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. ramsus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Thyreus sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>M. fuscivelfit</i>	8,82	Accidentelle	0,00		2,44	Rare	0,00		14,29	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>M. festiva</i>	2,94	Rare	0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>N. nobilis</i>	0,00		0,00		4,88	Rare	0,00		14,29	Accidentelle	3,33	Rare	70,59	Constante	0,00	
<i>N. jasciata</i>	0,00		3,33	Rare	12,20	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. armata</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		3,33	Rare	11,76	Accidentelle	5,88	Accidentelle
<i>N. mutabilis</i>	0,00		3,33	Rare	7,32	Accidentelle	0,00		0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>N. flavoguttata</i>	0,00		0,00		0,00		3,23	Rare	0,00		13,33	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>N. striata</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. fabriciane</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>N. distinguenada</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle
<i>N. baccata</i>	0,00		1,67	Rare	0,00		0,00		0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>N. argentata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>N. alloguttata</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. agrestis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>N. godeniana</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. succinta</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. fulvicornis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. femoralis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Nomada sp1</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Nomada sp2</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. scabiosae</i>	23,53	Accessoire	16,67	Accidentelle	7,32	Accidentelle	29,03	Accessoire	38,10	Accessoire	10,00	Accidentelle	5,88	Accidentelle	11,76	Accidentelle
<i>H. gemmeus</i>	11,76	Accidentelle	16,67	Accidentelle	12,20	Accidentelle	29,03	Accessoire	4,76	Rare	6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>H. fulvipes</i>	5,88	Accidentelle	8,33		0,00		0,00		4,76	Rare	6,67	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle
<i>Halictus sp.</i>	0,00		11,67	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		16,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>H. rubicundus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>L. aegyptiellum</i>	11,76	Accidentelle	10,00	Accidentelle	2,44	Rare	9,68		4,76	Rare	3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>L. albocinctum</i>	5,88	Accidentelle	23,33	Accidentelle	0,00		3,23	Rare	0,00		26,67	Accessoire	0,00		11,76	Accidentelle
<i>L. callizonium</i>	2,94	Rare	31,67	Accessoire	0,00		6,45	Accidentelle	0,00		13,33	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle
<i>L. leucopus</i>	2,94	Rare	13,33	Accidentelle	4,88	Rare	3,23	Rare	0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>L. clavipes</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		4,76	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>L. malachurum</i>	20,59	Accessoire	78,33	Constante	63,41	Régulière	74,19	Régulières	23,81	Accidentelle	93,33	Constante	41,18	Accessoire	35,29	Accessoire

<i>L. pauxillum</i>	29,41	Accessoire	86,67	Constante	60,98	Régulière	70,97	Régulières	19,05		86,67	Constante	29,41	Accessoire	23,53	Accidentelle
<i>L. villosulum</i>	11,76	Accidentelle	88,33	Constante	29,27	Accessoire	100,00	Omniprésente	4,76	Rare	43,33	Accessoire	0,00		52,94	Régulière
<i>L. immunitum</i>	11,76	Accidentelle	93,33	Constante	48,78	Accessoire	61,29	Régulière	0,00		53,33	Régulière	5,88	Accidentelle	5,88	Accidentelle
<i>L. mediterraneum</i>	14,71	Accidentelle	35,00	Accessoire	19,51	Accidentelle	19,35	Accidentelle	4,76	Rare	20,00	Accidentelle	5,88	Accidentelle	23,53	Accidentelle
<i>L. interrupta</i>	11,76	Accidentelle	46,67	Accessoire	4,88	Rare	9,68	Accidentelle	4,76	Rare	30,00	Accessoire	23,53	Accidentelle	23,53	Accidentelle
<i>L. transitorium</i>	2,94	Rare	8,33	Accidentelle	14,63	Accidentelle	12,90	Accidentelle	0,00		6,67	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle
<i>Lasioglossum sp1</i>	5,88	Accidentelle	6,67	Accidentelle	4,88	Rare	58,06	Régulière	0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp2</i>	0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp3</i>	2,94	Rare	1,67	Rare	2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp4</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		4,76	Rare	3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp5</i>	2,94	Rares	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp6</i>	0,00		0,00		0,00		6,45	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp7</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Lasioglossum sp8</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		4,76	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>E. alibes</i>	0,00		0,00		0,00		6,45	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>R. algirus</i>	2,94	Rare	1,67	Rare	2,44	Rare	9,68	Accidentelle	0,00		6,67	Accidentelle	5,88	Accidentelle	5,88	Accidentelle
<i>S. ferruginatus</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. algeriensis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. facilis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. humilis</i>	2,94	Rare	30,00	Accessoire	41,46	Accessoire	6,45	Accidentelle	0,00		43,33	Accessoire	17,65	Accidentelle	0,00	
<i>A. flavipes</i>	2,94	Rare	93,33	Constante	17,07	Accidentelle	35,48	Accessoire	19,05	Accidentelles	56,67	Régulière	5,88	Accidentelle	17,65	Accidentelle
<i>A. fumida</i>	5,88	Accidentelle	35,00	Accessoire	41,46	Accessoire	64,52	Régulière	0,00		40,00	Accessoire	0,00		5,88	Accidentelle
<i>A. nigroacerea</i>	2,94	Rare	36,67	Accessoire	19,51	Accidentelle	3,23	Rare	9,52	Accidentelles	50,00	Régulière	17,65	Accidentelle	5,88	Accidentelle
<i>A. rufiventris</i>	2,94	Rare	23,33	Accidentelle	0,00		0,00		4,76	Rare	30,00	Accessoire	11,76	Accidentelle	0,00	
<i>A. florea</i>	14,71	Accidentelle	8,33	Accidentelle	7,32	Accidentelle	9,68	Accidentelle	0,00		26,67	Accessoire	35,29	Accessoire	0,00	
<i>A. ovaluta</i>	5,88	Accidentelle	21,67	Accidentelle	7,32	Accidentelle	12,90		0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. transcalibalis</i>	0,00		1,67	Rare	2,44	Rare	3,23	Rare	0,00		13,33	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. similis</i>	2,94	Rare	5,00	Accidentelle	2,44	Rare	0,00		4,76	Rare	10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. lepida</i>	2,94	Rare	8,33	Accidentelle	0,00		0,00		9,52		26,67	Accessoire	0,00		0,00	
<i>A. ocreata</i>	8,82	Accidentelle	10,00	Accidentelle	2,44	Rare	0,00		4,76	Rare	26,67	Accessoire	0,00		0,00	
<i>A. bucephala</i>	2,94	Rare	8,33	Accidentelle	4,88	Rare	0,00		4,76	Rare	30,00	Accessoire	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>A. labiata</i>	14,71	Accidentelle	1,67	Rare	0,00		0,00		0,00		6,67	Accidentelle	11,76	Accidentelle	0,00	
<i>A. djelfensis</i>	2,94	Rare	8,33	Accidentelle	2,44	Rare	12,90	Accidentelle	0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>A. agillissima</i>	0,00		5,00	Accidentelle	7,32	Accidentelle	3,23	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. nitida</i>	2,94	Rare	3,33	Rare	4,88	Rare	6,45	Accidentelle	0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. thoracica</i>	2,94	Rare	13,33	Accidentelle	2,44	Rare	0,00		14,29	Accidentelles	10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. laqopus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>Andrena sp1</i>	0,00		5,00	Accidentelle	2,44	Rare	0,00		0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>Andrena sp2</i>	0,00		3,33	Rare	2,44	Rare	0,00		0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. chrysosceles</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>A. rhyssorata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. albopunctata</i>	0,00		1,67	Rare	0,00		0,00		4,76	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>A. labiatis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	

<i>R. sticticum</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>R. infuscatum</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. carduele</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>P. scapulare</i>	5,88	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. andrenoides</i>	2,94	Rare	0,00		7,32	Accidentelle	0,00		9,52	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>C. rapunculi</i>	0,00		1,67	Rare	0,00		0,00		0,00		6,67	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle
<i>C. cephalotes</i>	2,94	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Chelostoma sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. mauritinacum</i>	2,94	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>S. punctulatissima</i>	0,00		0,00		0,00		3,23	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Stelis sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. afra</i>	2,94	Rare	1,67	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. inermes</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. breves</i>	2,94	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. lanceolata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. crenulata</i>	5,88	Accidentelle	0,00		0,00		9,68	Accidentelle	4,76	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>H. insularis</i>	8,82	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		4,76	Rare	3,33	Rare	0,00		5,88	Accidentelle
<i>Heriades sp.</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. clypearis</i>	2,94	Rare	3,33	Rare	21,95	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. coraceus</i>	0,00		3,33	Rare	12,20	Accidentelle	0,00		0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>H. sulphuripes</i>	0,00		5,00	Accidentelle	4,88	Rare	6,45	Accidentelle	0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>H. taenilatus</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		6,67	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>H. vagiegatus</i>	0,00		1,67	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. pictus</i>	0,00		1,67	Rare	2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. commis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. annularis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp1</i>	0,00		3,33	Rare	4,88	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp2</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		10,00	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp 3</i>	0,00		0,00		2,44	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp4</i>	0,00		0,00		0,00		3,23	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp 5</i>	0,00		0,00		0,00		6,45	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. similis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,33	Rare	0,00		0,00	
<i>C. succinctus</i>	0,00		0,00		0,00		3,23	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>D. sinuata</i>	0,00		0,00		0,00		25,81	Accessoire	0,00		0,00		0,00		35,29	Accessoire

DEM : Draa El Mizan, F.O : Fréquence d'Occurrence en %, C.C. : Classe de Constance.

Tableau 02: Fréquence d'occurrence et constance des espèces d'abeilles capturées au filet d'entomologie durant deux ans d'étude (2016 et 2017)

	Bastos 2016		DEM 2016		Makouda 2016		Tigzirt 2016		Bastos 2017		DEM 2017		Makouda 2017		Tigzirt 2017	
	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.	F.O.	C. C.
<i>X. violacea</i>	1,96	Rare	6,82	Accidentelles	5,56	Accidentelle	0,00		7,14	Accidentelle	17,24	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>X. iris</i>	1,96	Rare	4,55	Rare	2,78	Rare	0,00		17,86	Accidentelle	6,90	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>C. cucurbitina</i>	33,33	Accessoire	18,18	Accidentelle	5,56	Accidentelle	17,14	Accidentelle	25,00	Accessoire	27,59	Accessoire	0,00		12,50	Accidentelle
<i>C. chalybea</i>	11,76	Accidentelle	0,00		2,78	Rare	8,57	Accidentelle	10,71	Accidentelle	0,00		0,00		4,17	Rare
<i>C. cyanea</i>	3,92	Rare	0,00		5,56	Accidentelle	25,71	Accessoire	3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>C. callosa</i>	5,88	Accidentelle	0,00		2,78	Rare	0,00		10,71	Accidentelle	0,00		0,00		12,50	Accidentelle
<i>C. dallatorreane</i>	3,92	Rare	0,00		5,56	Accidentelle	0,00		7,14	Accidentelle	0,00		11,76	Accidentelle	0,00	
<i>C. albosticta</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	6,90		0,00		20,83	Accidentelle
<i>C. parvula</i>	5,88	Accidentelle	0,00		5,56	Accidentelle	0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>Ceratina sp.1</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	2,86	Rare	0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>Ceratina sp.2</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>B. terrestris</i>	1,96	Rare	45,45	Accessoire	13,89	Accidentelle	5,71	Accidentelle	14,29	Accidentelle	48,28	Accessoire	5,88	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>B. ruderatus</i>	0,00		9,09	Accidentelle	25,00	Accidentelle	0,00		3,57	Rare	13,79	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. plumipes</i>	15,69	Accidentelle	22,73	Accidentelle	13,89	Accidentelle	62,86	Régulière	25,00	Accessoire	20,69	Accidentelle	23,53	Accidentelle	50,00	Régulière
<i>A. mucida</i>	7,84	Accidentelle	18,18	Accidentelle	55,56	Régulière	17,14		17,86	Accidentelle	6,90	Accidentelle	23,53	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>A. aestivalis</i>	0,00		15,91	Accidentelle	22,22	Accidentelle	51,43	Régulière	10,71	Accidentelle	13,79	Accidentelle	64,71	Régulière	37,50	Accessoire
<i>A. quadricolor</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		17,86	Accidentelle	6,90	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>A. femorata</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Anthophora sp.</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. dispar</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. fulvitaris</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. albegina</i>	27,45	Accessoire	15,91	Accidentelle	16,67	Accidentelle	28,57	Accessoire	17,86	Accidentelle	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	33,33	Accessoire
<i>A. quadrifasciata</i>	5,88	Accidentelle	0,00		2,78	Rare	8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>E. numida</i>	0,00		22,73	Accidentelle	38,89	Accessoire	5,71	Accidentelle	25,00	Accessoire	13,79	Accidentelle	41,18	Accessoire	29,17	Accessoire
<i>E. pollinosa</i>	0,00		4,55	Rare	13,89	Accidentelle	2,86	Rare	10,71	Accidentelle	3,45	Rare	23,53	Accidentelle	0,00	
<i>E. notata</i>	3,92	Rare	13,64	Accidentelle	41,67	Accessoire	8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	20,69	Accidentelle	64,71	Régulière	16,67	Accidentelle
<i>E. punctatissima</i>	1,96	Rare	15,91	Accidentelle	22,22	Accidentelle	5,71	Accidentelle	50,00	Régulière	3,45	Rare	35,29	Accessoire	16,67	Accidentelle
<i>E. spatulata</i>	3,92	Rare	20,45	Accidentelle	33,33	Accessoire	8,57	Accidentelle	25,00	Accessoire	34,48	Accessoire	47,06	Accessoire	12,50	Accidentelle
<i>E. collaris</i>	0,00		6,82	Accidentelle	13,89	Accidentelle	5,71	Accidentelle	10,71	Accidentelle	13,79	Accidentelle	29,41	Accessoire	20,83	Accidentelle
<i>E. clupcata</i>	0,00		2,27	Rare	5,56	Accidentelle	0,00		3,57	Rare	0,00		11,76	Accidentelle	0,00	
<i>E. tricincta</i>	1,96	Rare	0,00		5,56	Accidentelle	14,29	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		29,17	Accessoire
<i>E. elangulata</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	13,89		8,57	Accidentelle	3,57	Rare	6,90	Accidentelle	5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>E. interrupta</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		2,86	Rare	21,43	Accidentelle	0,00		0,00		8,33	Accidentelle
<i>E. chrysopyga</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	2,86	Rare	0,00		0,00		5,88	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>E. vulpes</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	5,71	Accidentelle	0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>E. longicornis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>E. clypeata</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>E. vidua</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	4,17	Rare

<i>Eucera sp1.</i>	0,00		0,00		13,89	Accidentelle	2,86	Rare	7,14	Accidentelle	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>Eucera sp2.</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. nigriceps</i>	5,88	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>T. malvae</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		17,86	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>Tetralonia sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>T. histricornis</i>	0,00		0,00		0,00		22,86	Accidentelle	3,57	Rare	0,00		0,00		8,33	Accidentelle
<i>T. tristis</i>	0,00		0,00		0,00		5,71	Accidentelle	3,57	Rare	0,00		0,00		16,67	Accidentelle
<i>T. hirtus</i>	0,00		0,00		0,00		8,57	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. orbatus</i>	0,00		0,00		0,00		8,57	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>T. truncatus</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>T. ramsus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>Thyrius sp.</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>M. fuscivelfit</i>	9,80	Accidentelle	2,27	Rare	0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>M. festiva</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>N. nobilis</i>	0,00		0,00		16,67	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		23,53	Accidentelle	0,00	
<i>N. jasciata</i>	0,00		2,27	Rare	27,78	Accessoire	0,00		0,00		13,79	Accidentelle	23,53	Accidentelle	4,17	Rare
<i>N. armata</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>N. mutabilis</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. flavoguttata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>N. striata</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. fabriciane</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>N. distinguenada</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		2,86	Rare	0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. baccata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. argentata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		6,90	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>N. alloguttata</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. agrestis</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. godeniana</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. succinta</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>N. fulvicornis</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. femoralis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>Nomada sp.1</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Nomada sp.2</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. scabiosae</i>	27,45	Accessoire	13,64	Accidentelle	72,22	Régulière	37,14	Accessoire	39,29	Accessoire	10,34	Accidentelle	5,88	Accidentelle	50,00	Régulière
<i>H. gemmeus</i>	15,69	Accidentelle	15,91	Accidentelle	44,44	Accessoire	11,43	Accidentelle	21,43	Accidentelle	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>H. fulvipes</i>	5,88	Accidentelle	2,27	Rare	19,44	Accidentelle	14,29	Accidentelle	7,14	Accidentelle	3,45	Rare	0,00		20,83	Accidentelle
<i>Halictus sp.</i>	0,00		2,27	Rare	5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. rubicundus</i>	0,00		0,00		11,11	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>L. aegyptiellum</i>	3,92	Rare	2,27	Rare	0,00		17,14	Accidentelle	10,71	Accidentelle	0,00		5,88	Accidentelle	16,67	Accidentelle
<i>L. albocinctum</i>	3,92	Rare	2,27	Rare	0,00		2,86	Rare	3,57	Rare	10,34	Accidentelle	0,00		8,33	Accidentelle
<i>L. callizonium</i>	1,96	Rare	4,55	Rare	2,78	Rare	2,86	Rare	3,57	Rare	3,45	Rare	0,00		16,67	Accidentelle
<i>L. leucopus</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	5,56	Accidentelle	2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>L. clavipes</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>L. malachurum</i>	33,33	Accessoire	31,82	Accessoire	16,67	Accidentelle	0,00		10,71	Accidentelle	34,48	Accessoire	17,65	Accidentelle	12,50	Accidentelle

<i>L. pauxillum</i>	54,90	Régulière	25,00	Accessoire	22,22	Accidentelle	14,29	Accidentelle	28,57	Accessoire	20,69	Accidentelle	35,29	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>L. villosulum</i>	62,75	Régulière	25,00	Accessoire	11,11	Accidentelle	14,29	Accidentelle	17,86	Accidentelle	6,90	Accidentelle	0,00		12,50	Accidentelle
<i>L. immunitum</i>	27,45	Accessoire	22,73	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		10,34	Accidentelle	5,88	Accidentelle	4,17	Rare
<i>L. mediterraneum</i>	17,65	Accidentelle	20,45	Accidentelle	11,11	Accidentelle	2,86	Rare	3,57	Rare	6,90	Accidentelle	5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>L. interrupta</i>	21,57	Accidentelle	2,27	Rare	5,56	Accidentelle	2,86	Rare	0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>L. transitorium</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		4,17	Rare
<i>L. alibes</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.1</i>	9,80	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.2</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.3</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.4</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.5</i>	3,92	Rare	0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.6</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.7</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Evylaeus sp.8</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>R. algirus</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	5,56	Accidentelle	0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>S. ferruginatus</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. algeriensis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>N. facilis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>A. humilis</i>	7,84	Accidentelle	20,45	Accidentelle	8,33	Accidentelle	0,00		3,57	Rare	20,69	Accidentelle	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>A. flavipes</i>	1,96	Rare	22,73	Accidentelle	5,56	Accidentelle	20,00	Accidentelle	0,00		17,24	Accidentelle	23,53	Accidentelle	20,83	Accidentelle
<i>A. fumida</i>	9,80	Accidentelle	20,45	Accidentelle	11,11	Accidentelle	8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	27,59	Accessoire	0,00		8,33	Accidentelle
<i>A. nigroacerea</i>	17,65	Accidentelle	13,64	Accidentelle	13,89	Accidentelle	20,00	Accidentelle	14,29	Accidentelle	10,34	Accidentelle	47,06	Accessoire	20,83	Accidentelle
<i>A. rufiventris</i>	1,96	Rare	4,55	Rare	0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>A. florea</i>	5,88	Accidentelle	6,82	Accidentelle	2,78	Rare	8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	37,93	Accessoire	29,41	Accessoire	0,00	
<i>A. ovaluta</i>	5,88	Accidentelle	9,09	Accidentelle	2,78	Rare	5,71	Accidentelle	0,00		24,14	Accidentelle	5,88	Accidentelle	16,67	Accidentelle
<i>A. transcalibalis</i>	0,00		4,55	Rare	8,33	Accidentelle	22,86	Accidentelle	7,14	Accidentelle	10,34	Accidentelle	17,65	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>A. similis</i>	19,61	Accidentelle	6,82	Accidentelle	0,00		0,00		3,57	Rare	6,90	Accidentelle	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>A. lepida</i>	1,96	Rare	4,55	Rare	0,00		0,00		0,00		10,34	Accidentelle	0,00		8,33	Accidentelle
<i>A. ocreata</i>	7,84	Accidentelle	4,55	Rare	0,00		0,00		7,14	Accidentelle	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>A. bucephala</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>A. labiata</i>	7,84	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		14,29	Accidentelle	3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>A. djelfensis</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	2,78	Rare	0,00		7,14	Accidentelle	3,45	Rare	23,53	Accidentelle	20,83	Accidentelle
<i>A. agillissima</i>	0,00		0,00		0,00		5,71	Accidentelle	0,00		10,34	Accidentelle	11,76	Accidentelle	20,83	Accidentelle
<i>A. nitida</i>	1,96	Rare	0,00		2,78	Rare	0,00		10,71	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>A. thoracica</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	0,00		8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	0,00		0,00		12,50	Accidentelle
<i>A. lagopus</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	2,86	Rare	3,57	Rare	0,00		5,88	Accidentelle	16,67	Accidentelle
<i>Andrena sp. 1</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		16,67	Accidentelle
<i>Andrena sp. 2</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		2,86	Rare	0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>A. chrysosceles</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. rhyssorata</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. albopunctata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. labiatis</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

Annexes

<i>A. fuscuosa rutila</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. ranunculi</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		20,83	Accidentelle
<i>P. pici</i>	76,47	Constante	50,00	Régulière	5,56	Accidentelle	11,43	Accidentelle	7,14	Accidentelle	27,59	Accessoire	0,00		0,00	
<i>P. banksianus</i>	58,82	Régulière	13,64	Accidentelle	2,78	Rare	2,86	Rare	0,00		34,48	Accessoire	5,88	Accidentelle	4,17	Rare
<i>Panurgus sp.</i>	21,57	Accidentelle	25,00	Accessoire	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>P. cephalotes</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>Panurginus sp.</i>	5,88	Accidentelle	18,18	Accidentelle	0,00		5,71	Accidentelle	0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>M. apicalis</i>	23,53	Accidentelle	9,09	Accidentelle	83,33	Constante	68,57	Régulière	46,43	Accessoire	10,34	Accidentelle	29,41	Accessoire	50,00	Régulière
<i>M. leachella</i>	13,73	Accidentelle	0,00		19,44	Accidentelle	34,29	Accessoire	17,86	Accidentelle	6,90	Accidentelle	23,53	Accidentelle	20,83	Accidentelle
<i>M. versicolor</i>	0,00		0,00		0,00		11,43	Accidentelle	3,57	Rare	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	25,00	Accessoire
<i>M. lagopoda</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	8,57	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		12,50	Accidentelle
<i>M. pilidens</i>	5,88	Accidentelle	0,00		8,33	Accidentelle	2,86	Rare	0,00		0,00		11,76	Accidentelle	4,17	Rare
<i>M. welgbiella</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		6,90	Accidentelle	0,00		4,17	Rare
<i>M. centumucularis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		20,83	Accidentelle
<i>M. rutondata</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>M. maritima</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>M. analis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>Megachile sp.</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		8,33	Accidentelle
<i>C. ericetorum</i>	0,00		2,27	Rare	2,78	Rare	0,00		25,00	Accessoire	20,69	Accidentelle	0,00		0,00	
<i>C. versicolor</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		8,33	Accidentelle
<i>L. chrysus</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>L. cornitus</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		7,14	Accidentelle	3,45		0,00		0,00	
<i>O. cornuta</i>	1,96	Rare	20,45	Accidentelle	30,56	Accessoire	2,86	Rare	3,57	Rare	27,59	Accessoire	41,18	Accessoire	0,00	
<i>O. caerulea</i>	1,96	Rare	0,00		13,89	Accidentelle	14,29	Accidentelle	25,00	Accidentelle	20,69	Accidentelle	23,53	Accidentelle	12,50	Accidentelle
<i>O. notata</i>	0,00		2,27	Rare	2,78		17,14	Accidentelle	7,14	Accidentelle	3,45	Rare	0,00		12,50	Accidentelle
<i>O. niveata</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		5,71	Accidentelle	3,57	Rare	0,00		11,76	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>O. melangaster</i>	0,00		0,00		0,00		5,71	Accidentelle	3,57	Rare	0,00		29,41	Accessoire	8,33	Accidentelle
<i>O. enceyi biarmica</i>	0,00		0,00		0,00		5,71	Accidentelle	0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>O. submicans</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>O. gallarum</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>O. tridentata</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>O. heterocantha</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>O. versicolor</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	8,33	Accidentelle
<i>O. rufohirta</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		2,86	Rare	3,57	Rare	0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>Osmia sp.1</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Osmia sp.2</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>H. adunca</i>	7,84	Accidentelle	0,00		22,22	Accidentelle	11,43		10,71	Accidentelle	10,34	Accidentelle	47,06	Accessoire	8,33	Accidentelle
<i>H. spinulosa</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	2,86	Rare	7,14	Accidentelle	3,45	Rare	23,53	Accidentelle	0,00	
<i>H. bisulca</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		4,17	Rare
<i>H. insularis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	4,17	Rare
<i>A. maniucatum</i>	0,00		0,00		8,33	Accidentelle	8,57	Accidentelle	21,43	Accidentelle	0,00		0,00		12,50	Accidentelle
<i>A. punctatum</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>Anthidium sp.</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	

<i>R. sticticum</i>	0,00		0,00		5,56	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		17,65	Accidentelle	0,00	
<i>R. infuscatum</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>A. carduele</i>	0,00		0,00		0,00		8,57	Accidentelle	7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>P. scapulare</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>A. andrenoides</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>C. rapunculi</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		6,90	Accidentelle	11,76	Accidentelle	4,17	Rare
<i>C. cephalotes</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>Chelostoma sp.</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>H. mauritinacum</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		4,17	Rare
<i>S. punctulatissima</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>Stelis sp.</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. afra</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		2,86	Rare	3,57	Rare	0,00		0,00		0,00	
<i>C. inermes</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		4,17	Rare
<i>C. breves</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. lanceolata</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. crenulata</i>	3,92	Rare	0,00		0,00		2,86	Rare	10,71	Accidentelle	3,45	Rare	5,88	Accidentelle	0,00	
<i>H. insularis</i>	1,96	Rare	0,00		0,00		17,14	Accidentelle	7,14	Accidentelle	3,45	Rare	0,00		12,50	Accidentelle
<i>Heriades sp</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>H. clypearis</i>	1,96	Rare	2,27	Rare	2,78	Rare	0,00		14,29	Accidentelle	20,69	Accidentelle	11,76	Accidentelle	4,17	Rare
<i>H. coraceus</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>H. sulphuripes</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		10,34	Accidentelle	11,76	Accidentelle	4,17	Rare
<i>H. taenilatus</i>	0,00		0,00		0,00		2,86	Rare	3,57	Rare	3,45	Rare	0,00		0,00	
<i>H. vagiegatus</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		11,76	Accidentelle	4,17	Rare
<i>H. pictus</i>	0,00		0,00		2,78	Rare	0,00		0,00		3,45	Rare	0,00		8,33	Accidentelle
<i>H. commis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		7,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00	
<i>H. annularis</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		5,88	Accidentelle	0,00	
<i>Hylaeus sp.1</i>	0,00		2,27	Rare	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp.2</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp.3</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp.4</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>Hylaeus sp.5</i>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<i>C. similis</i>	0,00		0,00		0,00		20,00	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		41,67	Accessoire
<i>C. succinctus</i>	0,00		0,00		0,00		20,00	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		29,17	Accessoire
<i>D. sinuata</i>	0,00		0,00		0,00		17,14	Accidentelle	0,00		0,00		0,00		25,00	Accessoire

DEM : Draa El Mizan, F.O : Fréquence d'Occurrence en %, C.C. : Classe de Constance.

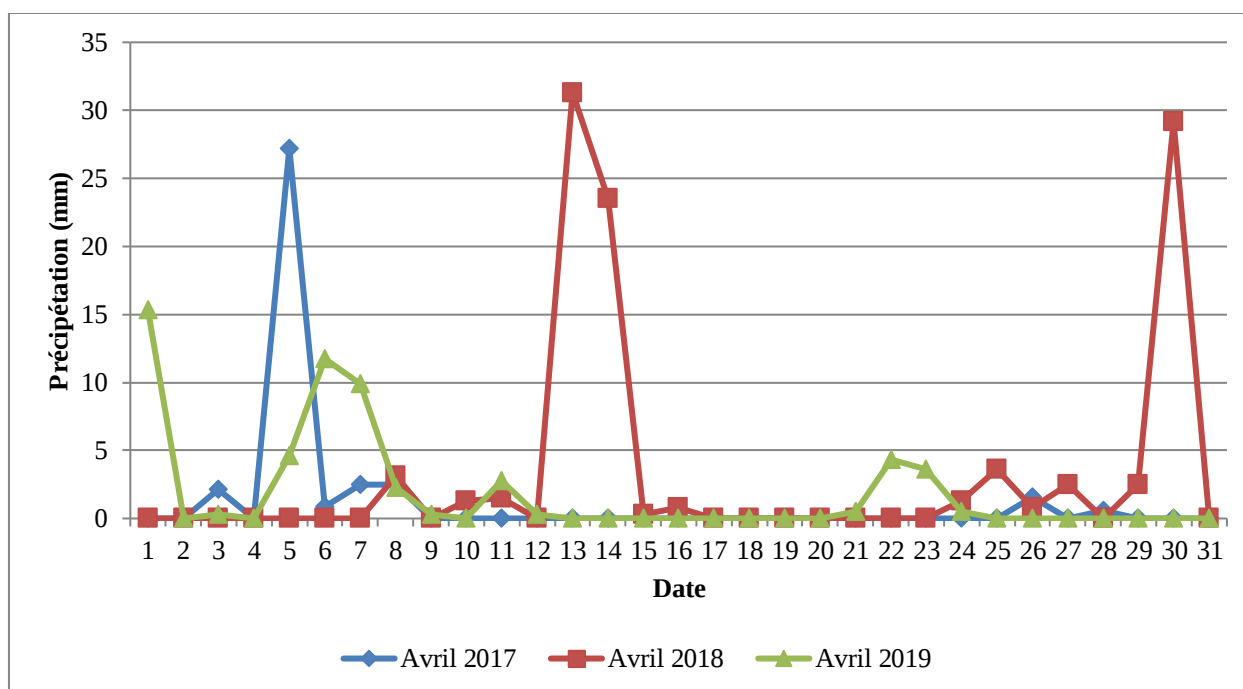


Figure 01: Variations des précipitations dans la région de Tizi-Ouzou au mois d'Avril durant trois années consécutives (N.M.O.T.O, 2019).

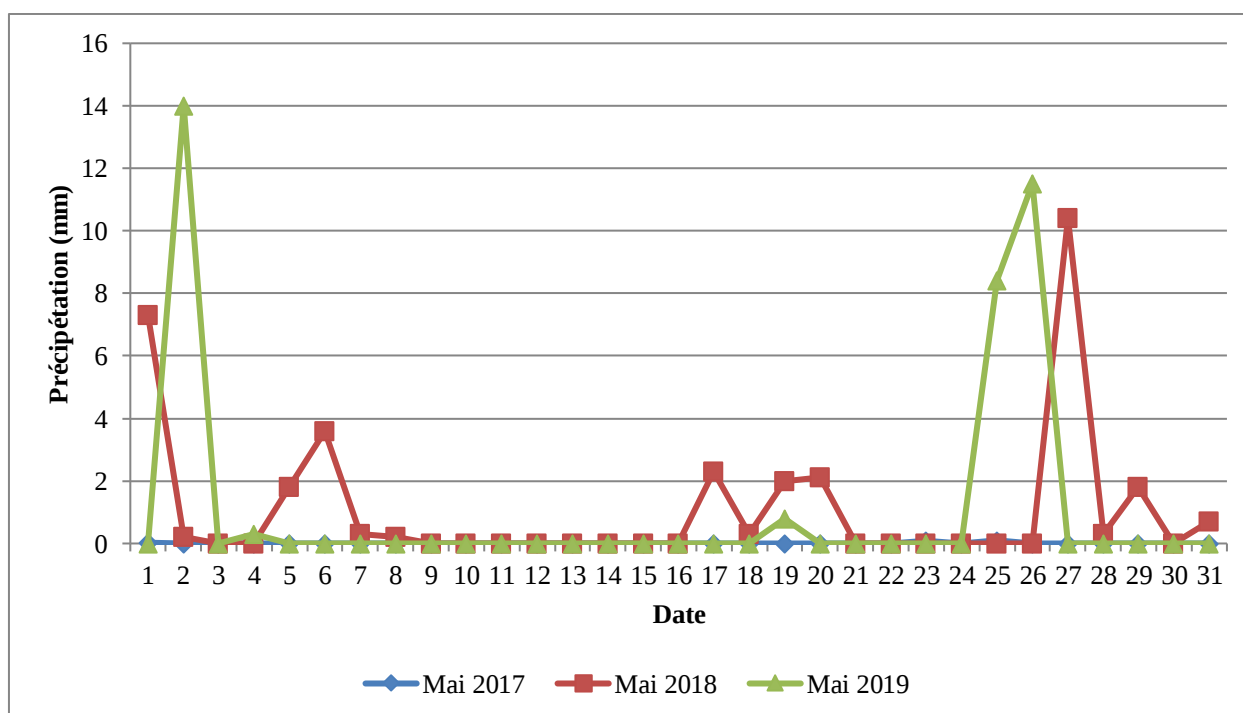


Figure 02: Variations des précipitations dans la région de Tizi-Ouzou au mois de Mai durant trois années consécutives (N.M.O.T.O, 2019).

Résumé :

Les Apoïdes sauvages sont depuis longtemps un groupe méconnu et peu étudié en Algérie. Dans ce contexte, la présente étude est réalisée dans le but de connaître et d'identifier les espèces d'abeilles présentes dans la région de Tizi-Ouzou et leur rôle dans la pollinisation d'une plante spontanée, le Sulla (*Hedysarum flexuosum*). L'inventaire des abeilles sauvages réalisé durant deux années successives 2016 et 2017 révèle l'existence de 201 espèces appartenant à 36 genres, 13 sous familles et 6 familles qui sont : Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae, Colletidae et Mellitidae. La famille la plus représentative est celle des Apidae (32,9%) suivie des Halictidae (27,6%) et des Andrenidae (25,4 %). Les Apidae représentent également la famille la plus diversifiée avec 70 espèces identifiées, suivie des Megachilidae avec 54 espèces. En troisième position se placent les Andrenidae et les Halictidae avec respectivement 31 et 30 espèces. Les espèces les plus abondantes de l'inventaire sont *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum pauxillum* (Halictidae) et *Panurgus pici* (Andrenidae). Par ailleurs, l'étude phénologique des abeilles indique que la plupart des familles sont bien représentées notamment au mois d'Avril, période de floraison d'un grand nombre d'espèces végétales. Le suivi des plantes visitées au cours de la saison de floraison a permis de démontrer que la famille botanique la plus recherchée par les abeilles est celle des Asteraceae. La diversité de Shannon-Weaver est entre 3 et 5,53 bit pour les pièges colorés et entre 4,85 et 5,79 pour le filet entomologique. Par ailleurs, le suivi des d'abeilles sauvages qui butinent les fleurs de Sulla, a permis d'identifier la présence de 30 espèces dont 15 sont de la famille des Apidae. De plus, un suivi journalier du comportement de butinage des abeilles sur les fleurs du Sulla a permis de démontrer que l'abeille domestique (*Apis mellifera*) est l'espèce la plus dominante sur les fleurs de cette légumineuse où elle représente plus 90% des visites florales. Les espèces d'abeilles sauvages sont aussi observées sur les fleurs dont la plus fréquente est *Eucera punctatissima*. Les facteurs climatiques agissent d'une façon directe sur l'activité des abeilles. Les abeilles ont un impact positif sur le rendement grainier du Sulla. En effet, les fleurs du Sulla ont montré une grande dépendance à l'intervention des abeilles pollinisatrices.

Mots – clés : Apoïdes, biodiversité, comportement, *Hedysarum flexuosum*, rendement, Tizi-Ouzou.

Abstract:

The wild Apoids have long been a little-known and little-studied group in Algeria. In this context, the purpose of this study is to know and identify the bee species present in Tizi-Ouzou area and their importance in pollination of a spontaneous plant, Sulla (*Hedysarum flexuosum*). The inventory of wild bees carried out during two successive years: 2016 and 2017 reveals the existence of 201 species belonging to 36 genera, 13 subfamilies and 6 families which are: Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae, Colletidae and Mellitidae. The most representative family is Apidae (32.9%) followed by Halictidae (27.6%) and Andrenidae (25.4%). Apidae also represent the most diverse family with 70 species identified, followed by Megachilidae with 54 species. In third position are the Andrenidae and the Halictidae with respectively 31 and 30 species. The most abundant species in the inventory are *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum pauxillum* (Halictidae) and *Panurgus pici* (Andrenidae). Moreover, the phenological study of bees indicates that most families are well represented, especially in April, when a large number of plant species bloom. Monitoring of the plants visited during the flowering season showed that the botanical family most sought after by bees is Asteraceae. The diversity of Shannon-Weaver is between 3 and 5.53 bit for the coloured traps and between 4.85 and 5.79 for the entomological net. In addition, the monitoring of wild bees that prey on the flowers of Sulla has made it possible to identify the presence of 30 species, 15 of which are part of the family Apidae. In addition, daily monitoring of bee foraging behaviour on Sulla flowers has shown that the honey bee (*Apis mellifera*) is the most dominant species on the flowers of this legume, where it accounts for more than 90% of floral visits. These wild bee species are also observed on flowers, the most common of which is *Eucera punctatissima*. Climatic factors act directly on the activity of the bees. Bees have a positive impact on the grain yield of Sulla. Indeed, the flowers of Sulla have shown a great dependence of the intervention of pollinating bees.

Words – Keys: Apoids, biodiversity, behaviour, *Hedysarum flexuosum*, yield, Tizi-Ouzou